

**N° d'ordre :**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre & de l'Univers

Département des Sciences de la Terre

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique & Paléoenvironnement

**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du Grade

de **Master**

Option : **Géologie des Bassins Sédimentaires**

*Sujet*

**PERICLINAL NORD DU DJEBEL CHEMARIKH :  
LITHOSTRATIGRAPHIE, ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS &  
EVOLUTION SEQUENTIELLE DES SERIES DU PLIENSBACHIEN -  
BAJOCIEN (AIN OUARKA, ATLAS SAHARIEN OCCIDENTAL)**

Par :

**M. Zache Walid**

Soutenu le 25 / 09 / 2018 devant la commission d'examination :

M. OUALI MEHADJI A.E.K.	Professeur	Université d'Oran 2	Président
M. BOUTERFA B.	M.A.A.	Université d'Oran 2	Rapporteur
M. BENDELLA Med	M.C.A.	Université d'Oran 2	Examineur
M. MAHBOUBI A.	M.C.A	USTO	Examineur

Oran, 2018

## AVANT-PROPOS

Je remercie avant tout Allah, Seigneur de l'Univers, le tout puissant et miséricordieux, qui m'a offert la santé, la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Il m'est agréable au terme de ce parcours, de rappeler les dettes de reconnaissance que j'ai successivement contractées durant la réalisation de ce travail de mémoire :

Je tiens à remercier très vivement Monsieur **Bouterfa Boumedi** de m'avoir proposé le sujet, m'encadré et me supporté pendant la réalisation de ce mémoire. Je le remercie également pour sa disponibilité à tous les instants et pour le temps qu'il m'a consacré sur le terrain d'Ain Ouarka.

Toute ma gratitude va à Monsieur **Ouali Mehadji Abdelkader** pour ses multiples conseils et son accueil très ouvert et son aide pour la détermination du brachiopode. C'est un honneur pour moi de le voir présider le jury de mon travail.

Je remercie Monsieur **Bendella Mohamed** pour son aide à la détermination de quelques traces fossiles et son soutien moral et d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie Monsieur **Mahboubi Abdessamed** pour son aide et ses fructueuses conversations et d'avoir accepté de juger ce travail.

Un grand Merci à Monsieur **Ruleau Luis (Lyon, France)** pour la détermination des ammonites.

Un grand Merci également à Monsieur **Atif Kheireddine F.T.** pour ses nombreux encouragements et conseils.

Il m'est très agréable de remercier Monsieur **Bouza Houcine** et Mademoiselle **Merouane Fatima** pour leur aide à la préparation des lames minces.

Je réserve un remerciement particulier à mon très cher père Mohamed Moussadek et ma chère mère Benameure Khadidja qui m'ont toujours apporté soutien et réconfort dans les moments difficiles. Je ne peux que leur témoigner ma grande admiration et ma profonde gratitude pour leur compréhension et leurs sacrifices tout au long de mes études.

Ma vive gratitude et mes remerciements s'adressent également aux membres de ma famille: Hichem, Nidal, Nadira, Amine, Salime, Rabeh, Amina, Rabie, Oussama et Chakib.

Il m'est très agréable de remercier mes camarades : Tadj Eddine, Mahboubi C., Belkheir A, Bouchemla, Osman, Merzine, Doukani, Tniet Errih, Idriss, Bekouche, Tairret et Katchou.

Un Merci particulier s'adresse à mes neveux (Mehdi, Imen, Sara, Aya, Lilya, Chahd et Sofia) et à tous mes amis qui m'ont encouragé : Abd el Wahed, Mohamed, Islem, Hamza, Housseem, Abd el Aziz, Abd el Kader, Abd el Karim, Youcef, Sliman, Ameer, Omar et Sofian.



## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	2
TABLES DES MATIERES.....	3
RESUME.....	4

## CHAPITRE I- GENERALITÉS

I- CADRE GEOGRAPHIQUE.....	5
A- Cadre géographique général des Monts de Ksour.....	5
B- Morphologie générale des Monts des Ksour .....	6
C- Cadre géographique général du secteur d'étude.....	6
D- Cadre géographique local du secteur d'étude.....	7
II- CADRE GEOLOGIQUE & STRUCTURAL.....	7
A- Cadre géologique et structural des Monts des Ksour.....	10
B- Cadre géologique et structural du secteur d'Ain Ouarka.....	11
1- Cadre géologique du secteur d'Ain Ouarka.....	11
2- Cadre structural du secteur d'Ain Ouarka.....	15
IV- HISTORIQUE DES TRAVAUX REALISES A AIN OUARKA.....	16
V- Objectif et méthodologie du travail.....	16

## CHAPITRE II - LITHOSTRATIGRAPHIE &amp; BIOSTRATIGRAPHIE

INTRODUCTION.....	21
I- DELIMITATION DU SECTEUR D'ETUDE.....	21
II- LITHOSTRATIGRAPHIE.....	23
A-Définition des formations.....	25
B- Description des coupes.....	25
II- ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE.....	29

## CHAPITRE III - SEDIMENTOLOGIE &amp; ORGANISATION SEQUENTIELLE

I- METHODES & GENERALITES.....	32
II- Faciès, microfaciès et associations de faciès.....	35
B- Inventaire et description des faciès.....	36
1- Faciès A : les marnes.....	37
2- Faciès B : les calcaires.....	37
C-Inventaire des microfaciès type :.....	41
D-Association de faciès (interprétation et environnement de dépôt) :.....	45
III. ANALYSE SEQUENTIELLE .....	52
1-Séquence virtuelle .....	52
IV. CONCLUSION .....	55
A- Stade d'enfoncement (Pliensbachien - Torcien).....	55
B- Stade de comblement (Aaléno-Bajocien).....	56

## CHAPITRE IV- CARTOGRAPHIE

I- Travaux de terrain.....	57
II- Les travaux au bureau.....	57
III- Résultats.....	57
IV- Conclusion générale.....	58



## RESUME

Les Monts des Ksour (Atlas saharien occidental) forment une chaîne intracratonique constituée de terrains méso-cénozoïques plissés. Le secteur d'étude concerne la terminaison périclinal nord du Dj. Chemarikh formant le cœur de l'Anticlinal d'Ain Ouarka.

L'étude lithostratigraphique réalisée pour la première fois dans cette partie du relief a permis de reconnaître 3 formations : les Alternances d'Ain Ouarka, les Marno-calcaires d'Ain Rhézala et les Brèches de Raknet el Kahla. Celles-ci ont été subdivisées à leur tour en plusieurs membres.

La faune d'ammonites et un spécimen de brachiopode récoltés confirment les attributions biostratigraphique des anciens auteurs, au moins pour les deux premières formations. C'est ainsi que les Alternances d'Ain Ouarka sont attribuées en partie au Carixien et les Marno-calcaires d'Ain Rhézala au Toarcien inférieur et moyen.

L'étude sédimentologique nous a permis de déterminer un faciès de marnes (A) et un autre de calcaires (B). Celle-ci a été complétée par l'application des méthodes d'analyse et d'interprétation des microfaciès carbonatés de Flügel (2010) pour aboutir à une mise en place des dépôts sur une pente distale (Alternance d'Ain Ouarka et Marno-calcaires d'Ain Rhézala) à proximale à distale (Brèches de Raknet el Kahla).

L'organisation séquentielle au Toarcien montre 2 séquences transgressives de 3<sup>ème</sup> ordre à tendance vers l'enfoncement du bassin. Pendant l'Aaléno-Bajocien, une séquence de cet ordre à tendance régressive avec comblement du bassin a été définie.

La dernière partie de ce travail concerne la réalisation d'une carte géologique de notre secteur d'étude.

**Mots-clés :** Atlas saharien occidental, Ain Ouarka, Dj. Chemarikh, Periclinal, Alternance d'Ain Ouarka, Marno-calcaires d'Ain Rhézala, Brèches de Raknet el Kahla, Carixien, Toarcien, Sédimentologie, Microfaciès, Séquences, Carte géologique.

## I- CADRE GEOGRAPHIQUE

### A- Cadre géographique général des Monts de Ksour

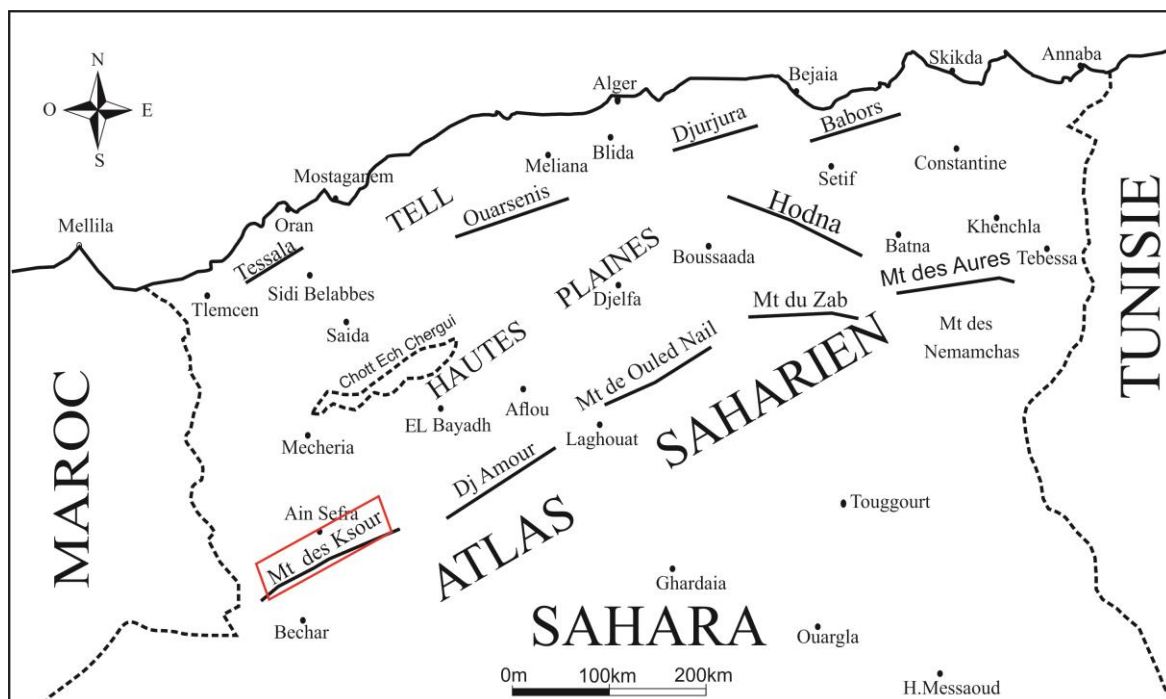
D'une longueur d'environ 2000 km et une largeur de 100 à 200 km, orienté SW-NE, l'Atlas saharien et une vaste chaîne montagneuse qui s'étend depuis la frontière algéro-marocaine à l'Ouest, jusqu'à la frontière algéro-tunisienne à l'Est. L'Atlas saharien se prolonge à l'Ouest vers le Haut atlas marocain et à l'Est vers l'atlas tunisien.

L'Atlas saharien est divisé en trois grandes parties, soit du SW vers le NE (Fig. 1) :

- l'Atlas saharien occidentale ou Monts des Ksour (Région d'Ain Sefra) ;
- l'Atlas saharien central ou Djebel Ammour (Région d'El Bayadh) ;
- l'Atlas saharien oriental ou Monts des Ouled Nail (Laghouat).

Plus vers l'Est, l'Atlas saharien prend une direction WSW-ENE et comprend les Monts du Zab et les Aurès-Nememcha pour franchir la frontière algéro-tunisienne (Atlas tunisien).

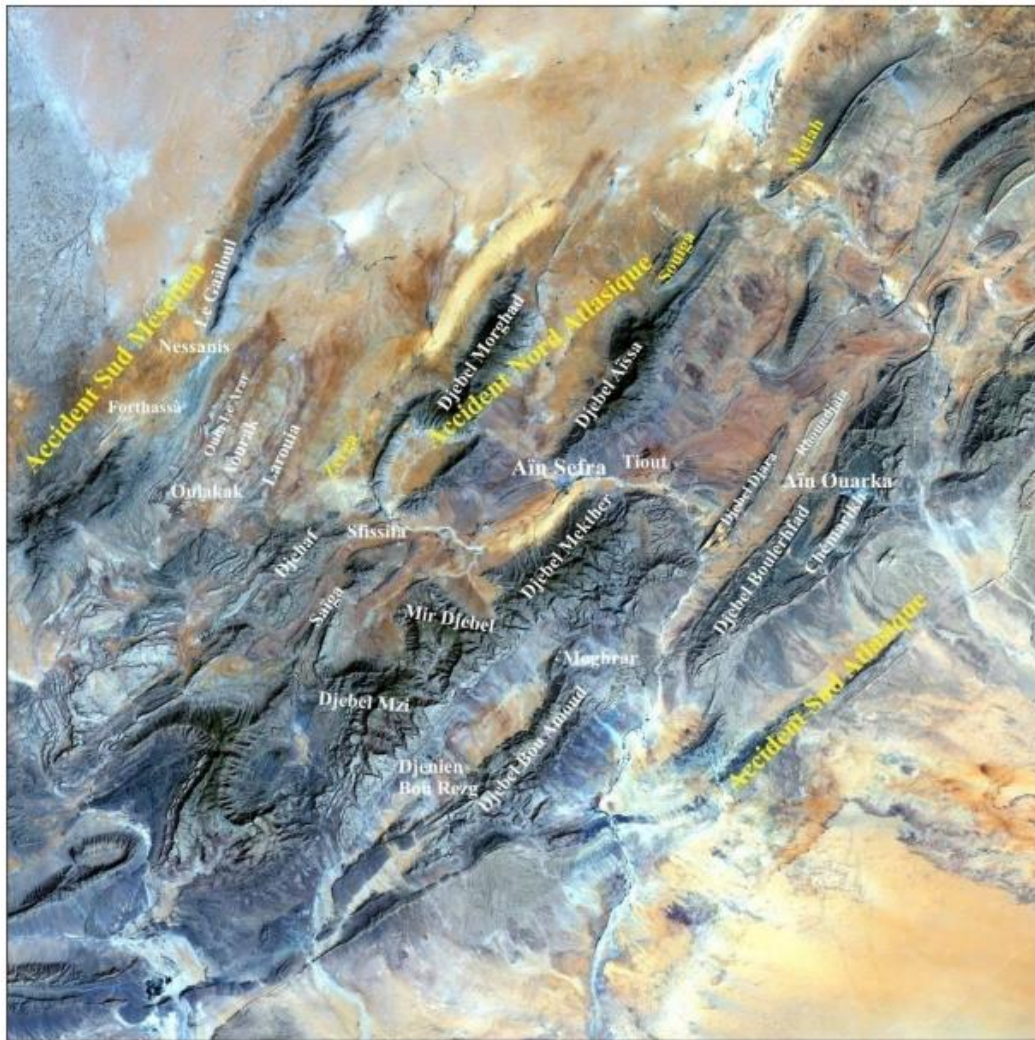
Cette étude s'est déroulée dans l'Atlas saharien occidentale ou Monts des Ksour (Fig. 1).



**Fig.01** : Situation générale des Monts des Ksour (d'après Douihasni, 1976)

### B- Morphologie générale des Monts des Ksour

Les Monts des Ksour constituent une région assez élevée (Djebel Mzi, 2145 m ; Djebel Aissa, 2236 m ; Mir el Djebel, 2109 m et Djebel Mekter, 2020 m). Ces reliefs forment des chaînons allongés du SW vers le NE, sur 30 à 50 km, et se relayant rapidement (Fig. 2).



**Fig. 02 :** Carte de situation des principaux affleurements réalisée à partir d'une mosaïque de 4 photos satellites (d'après Kacemi, 2013).

### C- Cadre géographique général du secteur d'étude

Le secteur d'étude se trouve dans la partie médiane des Monts des Ksour. Il concerne la région d'Ain Ouarka. Celle-ci est située à environ 60 km au ESE de la ville d'Ain Sefra ; elle est connue par sa source hydrothermale, son gisement de sel exploité par les habitants de la région ainsi que ses grands reliefs (Djebel Chemarikh, 1670 m ; Djebel Bouleghfad, 1672 m ; Djebel Tanout, 2000 m) (Fig. 3).

### D- Cadre géographique local du secteur d'étude

Le secteur d'étude concerne une colline situé près de la route menant à Boussemgoun. Il est limité (Fig. 3) :

- au Nord, par Djebel Tanout ;
- au Sud, par Raknet el Kahla, et Djebel Chemarikh ;
- à l'Ouest, par Djebel Djraouine ;
- à l'Est, par la continuité de Djebel Tanout.



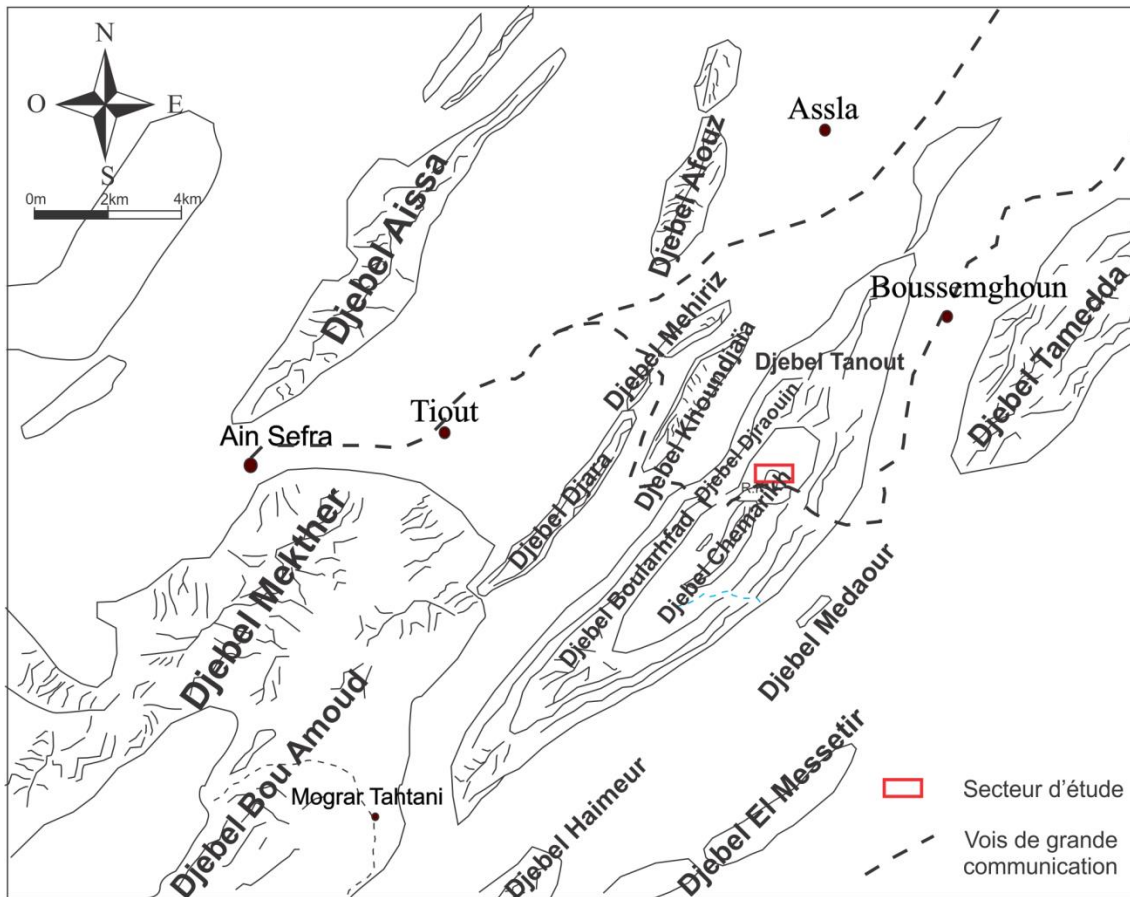


Fig. 03 : Situation du secteur d'étude.

## II- CADRE GEOLOGIQUE & STRUCTURAL

### A- Cadre géologique et structural des Mont des Ksour

L'Atlas saharien correspond à une chaîne intracratonique formée de terrains méso-cénozoïques plissés lors de l'orogénèse alpine. Il est coïncé entre 2 domaines paléogéographiques : le Sahara et les Hautes Plaines oranaises.

Cette chaîne est encadrée par 2 grands accidents :

- **l'accident sud-atlasique** : c'est en fait une série d'accidents en coulisse qui se présentent en forme de flexure, de plis-failles ou de failles, dont l'ensemble constitue la "Flexure saharienne" de Laffite (1939, *in* Filali, 2015).
- **l'accident nord-atlasique** : ou "accident sud-mésétien" au sens de Kazi-Tani (1986). Cet accident est décrit par Galmier (1951, *in* Filali, 2015) comme étant un tracé tectonique discontinu, à changement rapide de direction.

L'Atlas Saharien présente un style tectonique souple et un autre cassant (Galmier, 1951, *in* Bendoudou et Hammadi, 2007). La géomorphologie est de type jurassien à reliefs plissés et de structures simples, constituée d'anticlinaux accusés, à flancs redressés, à voûte plus ou moins

horizontale (Plis coffrés) (Douihasni, 1976) et de synclinaux de type perchés, correspondant à de vastes dépressions et de plaines.

Aussi le style atlasique se reconnaît par la discontinuité des anticlinaux, donnant une disposition en "chenilles processionnaires" (Ritter, 1902, *in* Douihasni, 1976).

La phase majeure qui a structuré l'édifice atlasique est datée fin Lutétien-Priabonien (Coiffait *et al.*, 1984, *in* Filali, 2015).

### **1- Les grandes coupures tectoniques**

L'étude photogéologique de Galmier (1970, *in* Douihasni, 1976) montre 3 zones d'intensité de fracturation (Fig. 4) :

- Zone occidentale : elle connaît une très forte intensité de fracturation. Elle est caractérisée par des plis trapus, massifs et affectés par des accidents longitudinaux et inverses et par des mouvements d'effondrement transverses. Ces plis sont affectés par l'accident nord-atlasique sur leur flanc NW. Elle comprend :

\* les chaînons de l'Antar-Guettai ainsi que toutes les structures occidentales pénétrant à l'intérieur du territoire marocain ;

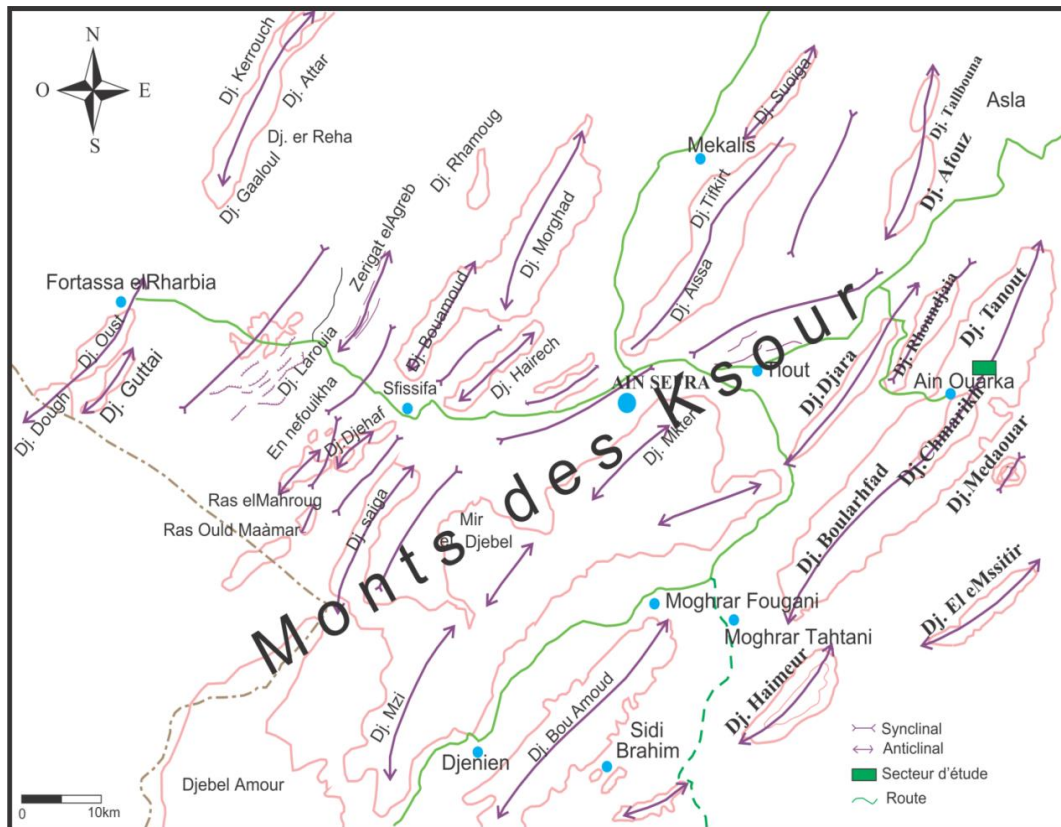
\* vers l'Est, une ligne de direction sensiblement N-S allant approximativement du Djebel Morghad, jusqu'aux environs de Oued Zoubia (ex. Duveyrier).

- Zone centrale (intermédiaire). Elle englobe des structures trapues, larges, constituées à l'affleurement par les "Grès supérieurs" de la "Formation d'Aïssa". Les voutes sont surbaissées, coffrées, massives et très fracturées. Ces structures sont à matériel fini-jurassique. Cette zone comprend Djebel Aïssa d'Ain Sefra, Djebel Mekter, Djebel Mzi, Djebel Bou Ammoud, Mir el Djebel et Djebel Amour (Djenien Bou Rezk).

- Zone orientale : Cette zone est caractérisée par :

- des déversements ;
- des synclinaux perchés, à matériel céno-mano-turonien ;
- des relais de plis en "chenilles processionnaires" ;
- des mouvements de colisage prédominants ;
- de nombreux diapirs triasiques ;
- une gamme de directions structurales (Plis).

Cette zone comprend Djebel Djara-Méhirize, Djebel Afouz, l'anticlinal d'Ain Ouarka, les structures de Chellala Dahrانيا et l'Anticlinal de Boussemhoun.



**Fig. 04:** Les ensembles structuraux des Monts des Ksour (D'après Douihasni, 1976, modifié par Kacemi, 2005).

## 2- Les grands alignements dans l'Atlas saharien occidental

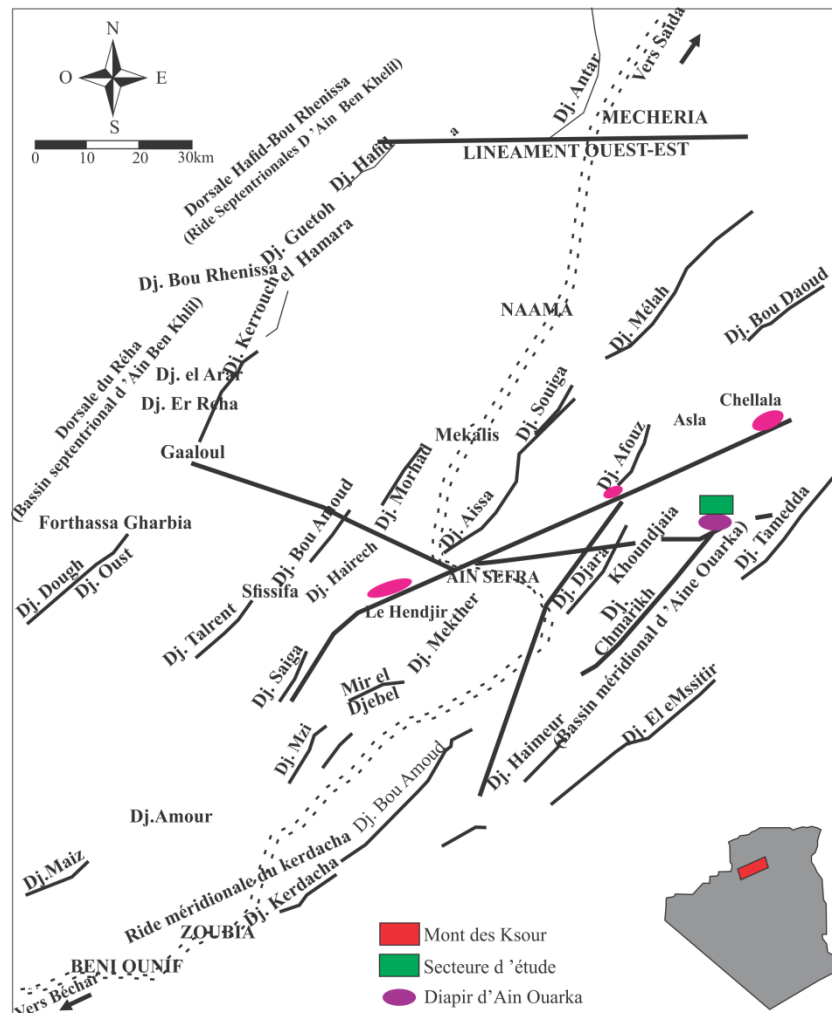
L'observation des reliefs sur le terrain ainsi que l'examen des cartes topographiques ont permis à Douihasni (1976) de définir un certain nombre d'alignements de direction SE-NW, marqués à l'échelle de toutes l'Atlas saharien occidental (Fig. 5).

- Un alignement SE-NW semble aller du Djebel Haimour, jusqu'au Djebel Galoul et arrêter la structure de Djebel Bou Ammoud vers le sud.

- Un second alignement mis en évidence par les arrêts de structures du Sud du Djebel Boularhfad, Djebel Mekter et Djebel Aissa ainsi que l'anomalie au Sud de Djebel Mourghad.

- Entre ces alignement, des ruptures de structures sont mises en évidence suivant une direction WSW-ENE, allant de Sfisifa jusqu'à Chellala Dahrانيا. Cette ligne est jalonnée de pointements triasiques : El Hindjir, Kouiat Tiourtelt et Chellala Dahrانيا.

- Un autre alignement EW, moins marqué du Djebel Hafid et du Djebel Antar.



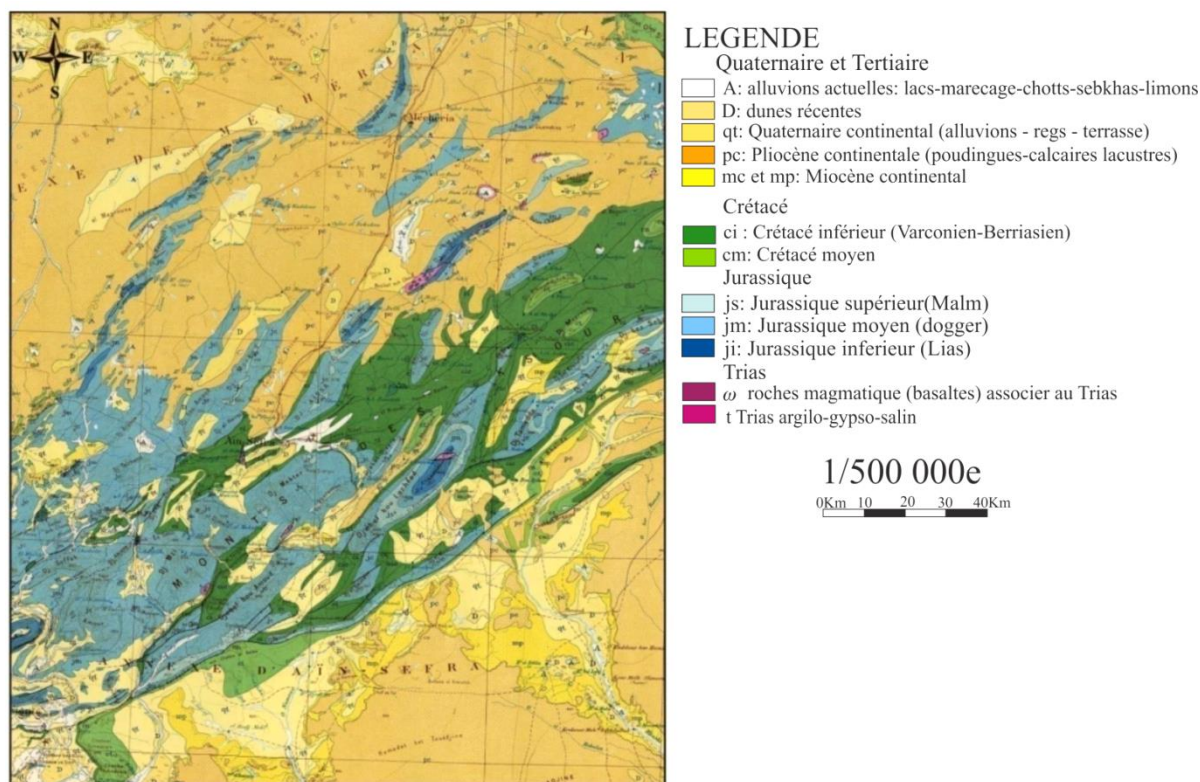
**Fig. 05:** Carte structurale des Monts des Ksour (d'après Mekahli, 1998, légèrement modifiée).

### 3- Aperçu géologique sur les Monts des Ksour (Fig. 6)

Les terrains de l'Atlas saharien occidental appartiennent essentiellement aux séries d'âge mésozoïque qui sont formé de la base au sommet par :

- Le Trias qui affleure sous forme de diapirs, formé par des argiles versicolores à gypse, surmontés par du sel d'épaisseur importante (Ain Ouarka, par exemple) et recoupés par basaltes tholéitiques à texture ophitique (Meddah, 2010) ;
- Le jurassique inférieur (Lias) de faciès marin marneux-carbonaté ;
- Le jurassique moyen (Dogger) et supérieur (Malm) caractérisé par l'installation du complexe deltaïque des Ksour, à partir du Bathonien-Callovien (Delfaud *et al*, 1973-1987, in Kacemi 2013) ;
- Le Crétacé inférieur est formé par des formations argileuses gréseuses (Bassoullet, 1973) ;
- Le Crétacé supérieur est constitué par des argiles à gypse recouvertes par des calcaires à silex (Bassoullet, 1973)

- En plus d'une partie du Tertiaire et du Quaternaire qui reposent en discordance sur le Secondaire et occupent généralement les dépressions.



**Fig. 06:** Carte géologique des Monts des Ksour (extraite de la carte d'Algérie)  
(Cornet *et al.*, 1951, *in* Kacemi, 2013)

## B- Cadre géologique et structural du secteur d'Ain Ouarka

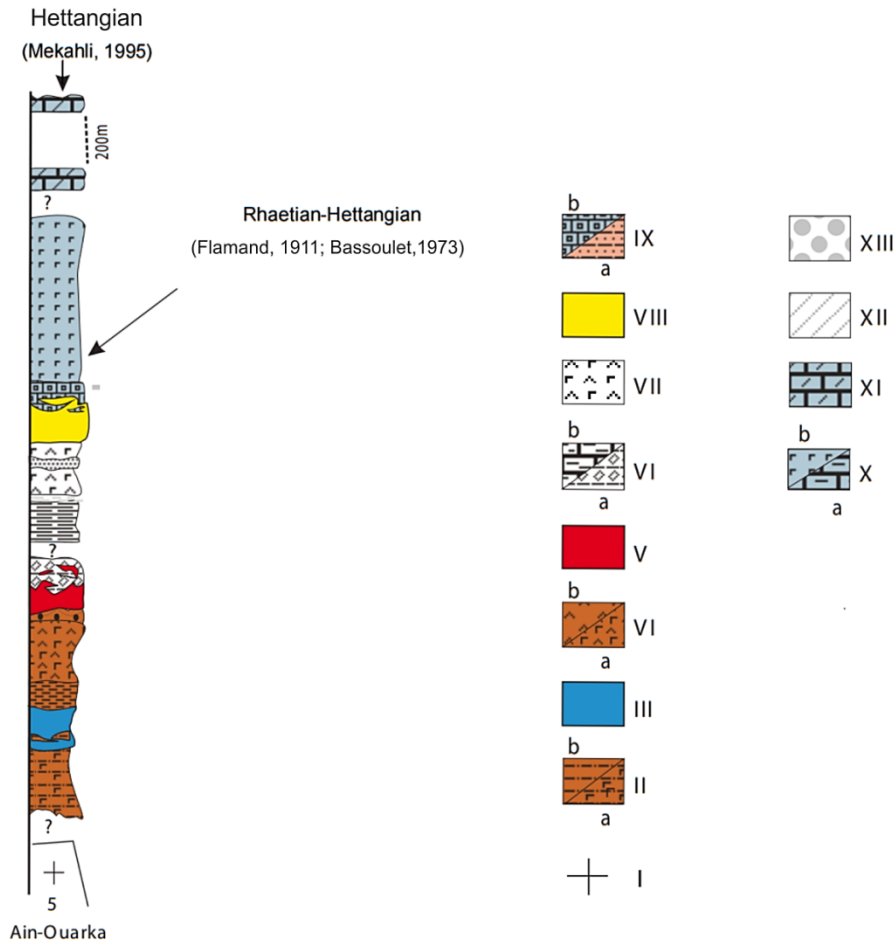
### 1- Cadre géologique du secteur d'Ain Ouarka

#### 1.1.1- La série triasique (Fig. 7)

Le Trias est représenté par 3 unités volcaniques, de couleur vertes et de nature basaltique à texture ophitique (basaltes tholeïtiques), séparées par des intervalles sédimentaires silico-clastiques représenté par des argiles versicolores à évaporites (sel d'épaisseur importante à Ain Ouarka) et surmontées par des calcaires d'âge rhétien-hettangien (Meddah, 2010 ; Meddah *et al.*, 2017).

#### 1.1.2- La série jurassique (Fig. 8)

Elle comprend plusieurs formations (Fig. 8).



**Fig. 07 :** Colonne lithologique du gisement basaltique d’Ain Ouarka

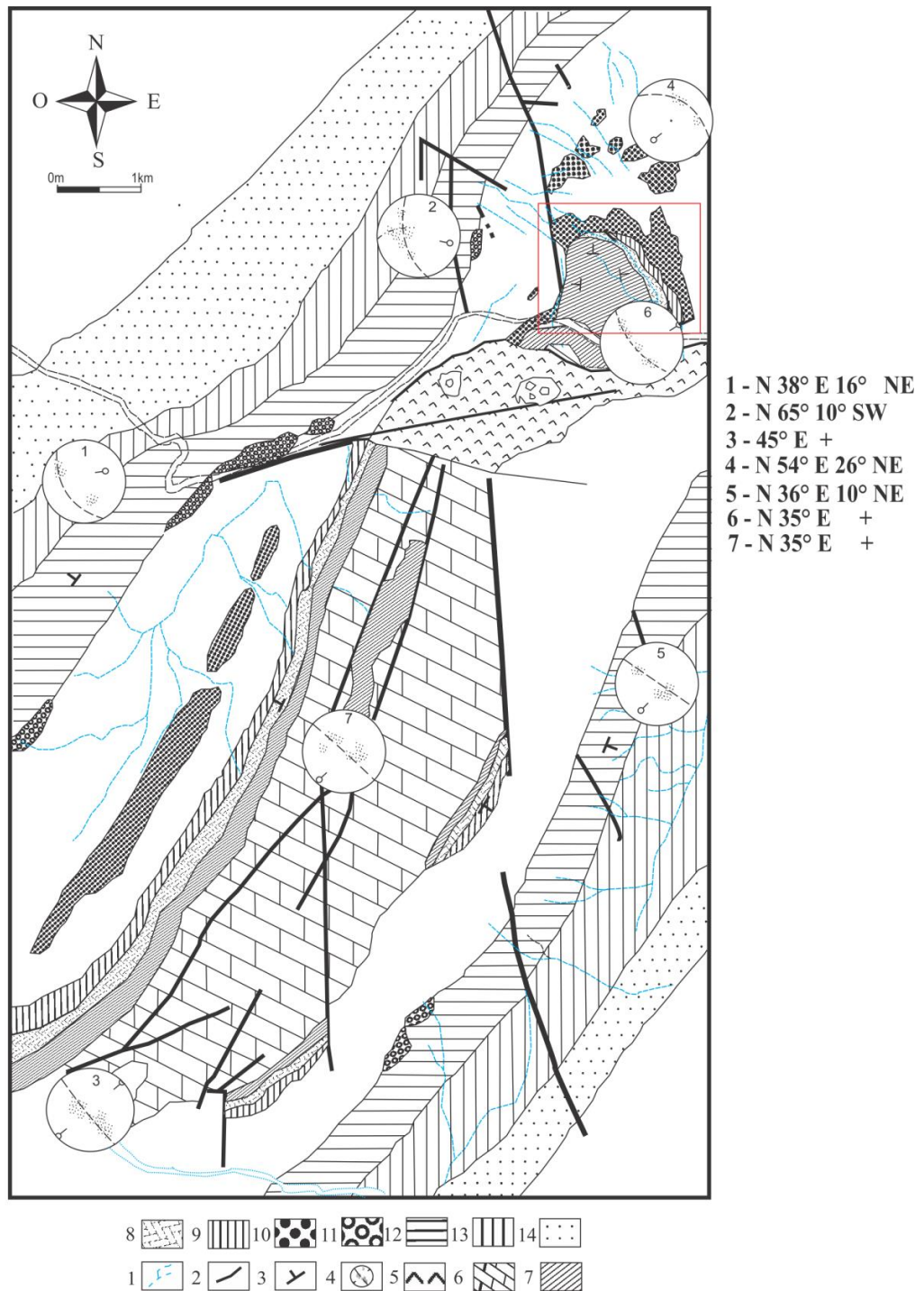
**Légende :** I) Substratum ; IIa) argiles salifères ; IIb) argiles rougeâtres à hématite ; III) unité B1; IVa) argiles rougeâtres salifères ; IVb) argiles rougeâtres gypseuses ; V) unité volcanique B2 ; VIa) argiles carbonatées ; VIb) calcaires argileux à structures stromatolithiques laminaires ; VII) marnes gypseuses et salifères; VIII) unité volcanique B3 ; IXa) argiles rougeâtres carbonatées ; IXb) calcaires argilo-siliceux noirâtres à structures stromatolithiques laminaires ; Xa) calcaires à structures stromatolithiques laminaires ; Xb) marnes salifères ; XI) dolomie (Hettangian) ; XII) marno-calcaires (Jurassique) ; XIII) conglomérats (Tertiaire).

**a- Dolomies du Chemarikh (Mekahli, 1998)**

L’épaisseur estimée de cette formation est de 200 m (coupe C de Mekahli, 1998, p. 88). Il s’agit d’un ensemble de calcaires dolomitiques de teinte gris-beige, en bancs épais, massifs. Cette formation a fournis une ammonite de l’Hettangien inférieur (zone à Planorbis) (Mekahli, 1995, 1998 ; Elmi *et al.*, 1998).

**b- Alternances d’Ain Ouarka (Mekahli, 1998)**

Cette formation a été définie la premier fois par Douihasni (1976) sous le nom de "Formation de Ain Ouarka", puis rebaptisée "Alternance d’Ain Ouarka" par Mekahli (1995, 1998). Son épaisseur est estimée à 156 m dans la coupe C de Mekahli (1998, p. 89). Elle regroupe des "calcaires noirâtres



**Fig. 08:** Carte géologique et structural du secteur d’Ain Ouarka (D’après Douihasni, 1976, modifié).

**Légende :** 1 : Cours d’eau ; 2 : Failles ; 3 : Pendage ; 4 : constructions stéréographiques (Canevas de Wulf) ; 5 : Facies volcano-sédimentaire avec épanchement basaltique (Trias) ; 6 : « Dolomie de Chemarikh » (Hettangien) ; 7 : « Alternance d’Ain Ouarka » (Sénémurien) ; 8 : « Marno-calcaires d’Ain Rhézala » (Toarcien) ; 9 : « Brèche de Raknet el Kahla » (Aaléno-Bajocien) ; 10 : Formation du « Téniet el Klakh » (Bajocien supérieur) ; 11 : Récifs (Bajocien supérieur) ; 12 : Formation du « Tifkirt » (Bajocien supérieur terminal – Bathonien) ; 13 : Formation du « Djara » (Bathonien - Callovo-Oxfordien) ; 14 : Formation de « Aissa » (Kemméridgien -Porthlandien).

lités", "calcaire à trainées rouges", "alternance de marnes et de calcaire à silex", "alternance de marnes et de calcaires ondulés" (Sinémurien) ; "alternance verdâtre de marnes et de calcaires" (Carixien) ; "alternance violacée s de marnes et de calcaires " et "alternance noirâtre de marnes et de calcaires" (Domérien).

#### **c- Marno-calcaires d'Ain Rhézala (Mekahli, 1998)**

C'est une alternance de marnes blanchâtres et de calcaires en bancs noduleux et stratocroissants, Son épaisseur est estimée à 156 m (coupe Chr de Mekahli, 1998, p. 97). Elle est constituée par une "une alternance dilatée de marnes et de calcaires" (Toarcien inférieur), surmontée par l'"alternance de marnes et de calcaires à filaments" (Toarcien Moyen), puis l'"Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos*" (Toarcien supérieur).

#### **d- Brèches de Raknet el Kahla (Mekahli, 1998)**

L'épaisseur estimée est de 114 m (coupe CK/CK' de Mekahli, 1998, p.102). Cette formation est formée par 2 membres : (1) "Calcaire ondulés à interlits marneux", interrompue par des passées de brèches, débutant par un banc calcaire grossièrement bréchique et passant au-dessus à des bancs ondulés, (2) "Marnes schisteuses à intercalations de calcaires et de brèches" débutant par des bancs de calcaires béchiques, passant à d'autres bancs calcaires à figures de glissements ; puis à des calcaires noirs à aspect schisteux renfermant parfois des oolithes éparses ou en amas lenticulaires ou encore en laminations entrecoupées.

Cette formation a été rapportée à l'Aaléno-Bajocien (Mekahli (1995, 1998). Elle est limitée au sommet par le premier banc gréseux de la formation du "Teniet El Klakh".

#### **e- Formation du "Teniet el Klakh" (Bassoullet, 1973)**

Cette formation occupe les dépressions entourant le relief de Chemarikh. Elle est d'épaisseur d'environ 1100 m et formée par une alternance d'argilites pelitiques schistoïdes, de grès et de calcaires argileux. Elle est d'âge Bajocien supérieur (Bassoullet, 1973).

#### **f- Formation du Tifkirt (Bassoullet, 1973)**

Cette formation commence par les récifs ou leurs équivalents latéraux. Elle se poursuit par une alternance de marnes et d'argilites, de grès et de calcaires bioclastique et/ou oolithiques (700 m). Elle est d'âge bajocien supérieur / bathonien inférieur (Bassoullet, 1973).

#### **g- Formation du Djara (Bassoullet, 1973)**

C'est une alternance de grès, d'argilites pelitiques et de dolomies (470 m). Elle est attribuée au sommet du Dogger- base du Malm (Bassoullet, 1973).



### h- Formation d'Aïssa (Bassoullet, 1973)

Elle est matérialisée par des grès massifs à passées d'argilites rouges (550 m). Elle est datée du Kimméridgien/Pothlandien (Bassoullet, 1973 p. 43).

### 2- Cadre structural du secteur d'Ain Ouarka

Les observations sur le terrain établis par Douihasni (1976) montrent plusieurs torsions majeures, dues soit à des compressions, soit à des mouvements de coulissages. L'analyse des stéréogrammes qui correspondent aux structures d'Ain Ouarka montrent des guirlandes simples caractérisant des grands plis de types concentriques avec des axes structuraux construits variant de N 10° E a N 92°E (Fig. 8).

Le tableau récapitulatif ci-dessous montre les différents axes construits des structures principales et secondaires dans plusieurs parties du secteur d'Ain Ouarka (Fig. 9).

Secteurs	Axe principal	Axe secondaire	Type
Djebel Boularhfad	N52° E62° NE 1-N38° E16° NE	N72° E20° SO	Cylindrique
Téniet Bou Rdoud	N35° E 2-N65° E10° SW		
Djebel Chemarikh	7-N10° E, 3-N35° E, N75° E		
Périaliasique	6-N35° E		Conique
Plis de l'oued Guettaia	4-N45° E60° NE N06° E20° NE		Cylindrique

**Fig. 09 :** Tableau récapitulatif des différents axes construits (d'après Douihasni, 1976).

L'étude de la fracturation de la voûte de l'anticlinal du Chemarikh établie par Douihasni (1976) fait ressortir les familles suivantes :

- N 10°E - N 30°E
- N 80°E - N 110°E
- N 120°E - N 130°E
- N 150°E - N 180°E

## IV- HISTORIQUE DES TRAVAUX REALISES A AIN OUARKA

Cet historique abordera les travaux réalisés dans la région des Monts des Ksour concernant le Jurassique et le Crétacé. Ces travaux peuvent être subdivisés en trois périodes.

**A- Période 1840-1920**

Cette période est connue par l'apparition des premières cartes géologiques. Elle est également marquée par le travail de Flamand (1911) qui a établi la base de la stratigraphie du Jurassique dans la région de Dj. Melah, Dj. Souiga, Dj. Chemarikh (Fig. 10, 11) et dans le chaînon de l'Antar Guettai. Cet auteur a aussi réalisé des cartes géologiques au 1/200 000, 1/400 000 et 1/800 000.

**B- Période 1920-1970**

En 1952, Cornet attribue l'épisode récifal d'Ain Ouarka au "Visulien" (limite entre le Bajocien et le Bathonien).

**C- Période 1970 - actuel**

En 1972, Galmier réalisa 9 cartes photogéologiques au 1/100 000 des Monts des Ksour. Cette étude comporta des unités lithostratigraphiques du Jurassique d'Ain Ouarka subdivisées de 1 à 8, et notées de 5 à 12 (Fig. 7 et 8).

En 1973, Bassoullet présente sa thèse sur la stratigraphie des Monts des Ksour avec une subdivision lithostratigraphique où il définit plusieurs formations. Il accomplit une étude biostratigraphique détaillée et trace l'évolution sédimentaire et paléogéographique du bassin des Ksour. A Ain Ouarka, cet auteur reconnaît deux parties dans le Lias :

- un Lias inférieur dolomitique occupant le cœur de l'anticlinal ;
- un Lias calcaire et marneux (Sinémurien supérieur - Toarcien) qui affleure sur les flancs oriental et occidental du Dj. Chémarikh.

Un an plus tard, Douihasni réalise une étude structurale de la terminaison nord-orientale de l'anticlinale d'Ain Ouarka. En 1976, dans sa thèse intitulée « Etude géologique de la région de Ain Ouarka », cet auteur a complété la partie structurale déjà entamée dans en 1974 ainsi que la stratigraphie de Bassoullet (1973) (Fig. 10, 11).

En 1991, Ait-Ouali présente un travail sur le rifting et la diagenèse des assises carbonatées du Lias des Monts des Ksour. Il a subdivisé la série du Lias d'Ain Ouarka en 4 formations, notées de L1 à L4 (Fig. 10, 11).

En 1995, Mekahli réalise un travail sur l'évolution des Monts des Ksour de l'Hettangien au Bajocien supérieur. Dans la région d'Ain Ouarka ; il reconnaît 4 formations datées de Lias - début Dogger (Fig. 10, 11). Ce travail sera publié en 1998 dans les Documents du Laboratoire de Lyon.

Système	Période	série	Périod	Etage	Formation Nomenclature adopté actuellement	Flamand (1911)	Cornet (1952)	Galmier (1970)	Basoulet (1973)	Douïhasni (1976)	Ait ouali (1991)	Mekahli (1995)	Meddah (2010)				
Jurassique	Jurassique inférieur	Lias	Lias	Toarcien	Marno-calcaire d 'Ain Rhézala (Mekahli 1995, 1998)	Lias  supérieur	Lias  supérieur	Unité 6	Lias  supérieur	Membre supérieur	Formation d'ain ouarka	L 4	Marno-calcaire d 'Ain Rhézala				
				Plainspachien	Alternance d'Ain Ouarka (Mekahli 1995, 1998)	Lias  Moyen	Lias  Moyen		Lias Moyen			Membre inférieur	L 2  et L 3	Alternance d'Ain Ouarka			
				Sinemurien													
				Hettangien	Dolomie de Chmarikh (Mekahli 1995, 1998)	Lias  Inferieur	Lias  Inferieur		Unité 5	Inferieur			L 1	Dolomie de Chmarikh			
Trias												Horizon 1					
													Horizon 2				

Fig. 10 : subdivision lithostratigraphique et principaux travaux effectués dans le secteur d 'Ain Ouarka (Trias au Toarcien).

Système	Période	série	Périod	Etage	Formation Nomenclature adoptée actuellement	Flamand (1911)	Cornet (1952)	Galmier (1970)	Bassoulet (1973)	Douihasni (1976)	Mekahli (1995)	Kacemi (2005)	
													Formation
Jurassique	Jurassique supérieur	Malm	Tithonien	Portlandien	Aissa  (Bassoulet, 1973)	Néocomien	Kimméridgien  Infra- crétacé	Unité 12	Aissa  Kemméridgien	Aissa  Kemméridgien		Aissa  Kemméridgien	
													Kimméridgien
			Callovien	Bathonien	Tifkirt  (Bassoulet, 1973)	Bathonien	Bathonien	Unité 6 à 10	Tifkirt  Tifkirt	Tifkirt  Tifkirt			
													Bathonien
			Dogger	Bajocien	Tniet el Klakh  (Bassoulet, 1973)	Bajocien	Bajocien	Unité 6 à 10	Tniet le klakh  Tniet le klakh	Tniet le klakh  Tniet le klakh			
													Aalénien

Fig. 11: subdivision lithostratigraphique principaux travaux effectués dans le secteur d 'Ain Ouarka (Aalénien au Tithonien).

La même année, Ouali Mehadji présente une étude paléontologique, biostratigraphique et paléoécologique basée sur les brachiopodes du Dogger de certaines parties des Monts des Ksour dont la région d'Ain Ouarka.

En 2005, Kacemi étudia la dynamique sédimentaire de la série fin Dogger-début Crétacé (Fig. 11). Il réalise également une carte géologique de la partie occidentale des Monts des Ksour.

En 2010, Meddah s'intéresse au volcanisme triasico-liasique des appareils diapiriques de l'Atlas Saharien occidental (Monts des Ksour) dont celui d'Ain Ouarka.

Un an plus tard, Amrane aborde l'étude microscopique et diagénétique de la formation des "Dolomies de Chemarikh" et les conditions de mise en place de la sédimentation au cours de l'Hettangien.

Notons enfin que plusieurs travaux de mémoires de fin de graduation ont été réalisés dans cette partie de l'Atlas Saharien occidental. Ces travaux abordaient l'aspect sédimentologique, biostratigraphique ou encore géomathique des séries du Jurassique (Hannache et Kouri, 2001 ; Oudjoudi, 2003 ; Bendoudou et Hammadi, 2007 ; Adjal, 2008 et Foudad, 2014).

## **V- Objectif et méthodologie du travail**

### **A-Objectifs**

Le travail effectué dans la région d'Ain Ouarka a pour but :

- la description lithologique des différentes formations qui affleurent dans la partie nord de la terminaison périclinale du Dj. Chemarikh ;
- la définition du cadre biostratigraphique ;
- l'étude sédimentologique (définition des différents faciès et microfaciès) pour la reconstitution des environnements de dépôts ;
- l'élaboration de l'analyse séquentielle ;
- la réalisation d'un levé de carte géologique de notre secteur d'étude.

### **B-Méthodologie du travail**

La démarche générale est basée sur l'observation de terrain et les travaux de laboratoire.

#### **1- Travaux de terrain**

Les travaux de terrain ont été conduits dans un esprit multidisciplinaire (tectonique, sédimentologique, paléontologique, structural, géomorphologique...). Les coupes ont été levées par la méthode banc par banc.

La structure de notre secteur d'étude apparaît en première approche simple. Cependant, dans le détail elle présente de nombreuses lacunes de visibilité et stratigraphiques. Pour pallier à ces difficultés, nous avons procédé en premier lieu à des itinéraires de reconnaissance en prenant des mesures de pendages, de plans de failles et en délimitant les principales formations. Ceci nous a permis de dresser une carte géologique du secteur d'étude. A partir de celle-ci, deux coupes ont été levées afin d'obtenir le maximum de données lithologiques.

Au cours de la réalisation de ces coupes, plusieurs paramètres ont été pris en considération : lithologie, stratonomie, couleur, granulométrie, traces d'activité biologique, etc.

Les roches récoltées ont fait l'objet d'une étude microscopique. Les fossiles ont été confiés à un spécialiste pour leurs déterminations et la définition du cadre biostratigraphique.

## **2-Les travaux au laboratoire et interprétation**

18 lames minces ont été confectionnées au niveau du laboratoire du Département des Sciences de la Terre (Université Oran 2) pour faire l'objet d'une analyse microscopique descriptive. Cette étude, basée sur les travaux de Flügel (2010), nous permettra de compléter l'étude sédimentologique et l'interprétation des environnements de dépôt des formations d'étude.



## LITHOSTRATIGRAPHIE & BIOSTRATIGRAPHIE

### INTRODUCTION

Le chaînon de Boularhfad correspond à un anticlinal. C'est l'une des structures la plus importante des Monts des Ksour. D'une longueur de 50 à 60 km et une largeur de 20 km, elle correspond à une structure composite montrant plusieurs axes d'orientation variée (Douihasni *et al.*, 1974, in Mekahli, 1995, 1998).

Le cœur de l'anticlinal de Boularhfad est occupé par Dj. Chemarikh (1670 m) qui a une dimension de 13 km de long et 2 km de large. Le Trias diapirique est injecté dans la terminaison nord de ce relief par une grande faille de direction ENE-WSW. Cet accident décale la partie septentrionale du Dj. Chemarikh vers l'ENE. C'est cette partie de ce relief qui fait l'objet de notre étude (Fig. 12).

Les meilleurs affleurements du Lias et du début Dogger sont situés sur le flanc occidental et la partie nord (secteur de Raknet el Kahla) du Dj. Chemarikh. En effet, Mekahli (1998) a réalisé plusieurs coupes dans ces différentes localités (Fig. 12) :

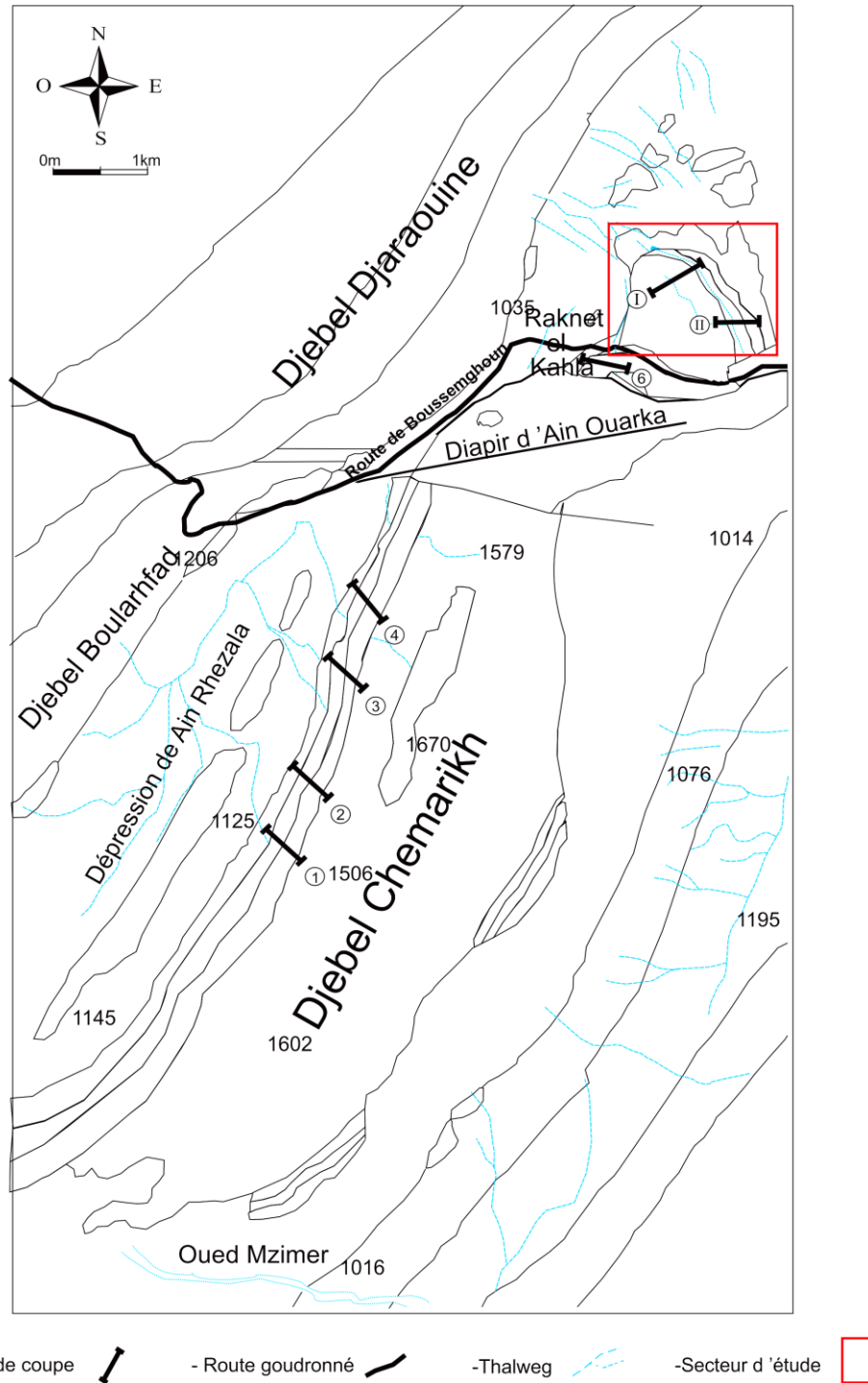
- Coupe C (Fig. 12-1) de coordonnées Lambert  $X_1 = 228.7$ ,  $Y_1 = 233.6$  ;  $X_2 = 228.1$ ,  $Y_2 = 234.0$
- Coupe CKH (Fig. 12-2) de coordonnées Lambert  $X_1 = 228.7$ ,  $Y_1 = 233.9$  ;  $X_2 = 228.1$ ,  $Y_2 = 234.0$
- Coupe Chr (Fig. 12-3) de coordonnées Lambert  $X_1 = 231.0$  ;  $Y_1 = 236.2$  ;  $X_2 = 230.55$  ;  $Y_2 = 236.95$
- Coupe CK/CK' (Fig. 12-4) de coordonnées Lambert  $X_1 = 235.8$ ,  $Y_1 = 241.1$  ;  $X_2 = 234.5$  ;  $Y_2 = 241.4$
- Coupe RK/RK' (Fig. 12-5) de coordonnées Lambert  $X_1 = 235.8$  ;  $Y_1 = 241.1$  ;  $X_2 = 234.5$  ;  $Y_2 = 241.4$

### I- DELIMITATION DU SECTEUR D'ETUDE

Notre travail est consacré à l'étude des affleurements de la série du Jurassique inférieur (Lias) et moyen (début Dogger) au niveau de la continuité terminale nord du Dj. Chemarikh, située en bordure de la nouvelle route menant vers Boussemghoune. En effet, si les affleurements sur le flanc occidental du Dj. Chemarikh et dans le secteur de Raknet el Kahla sont bien étudiés (Bassoullet, 1973 ; Douihasni, 1974, 1976 ; Ait-Ouali, 1991 ; Mekahli, 1995, 1998, etc.), ceux de sa terminaison nord, en revanche, n'ont jamais fait l'objet d'un travail de détail. Cela est dû principalement à la mauvaise qualité des affleurements et aux problèmes tectoniques qui rendent les formations incomplètes et qui les mettent souvent en contact anormal entre elles.

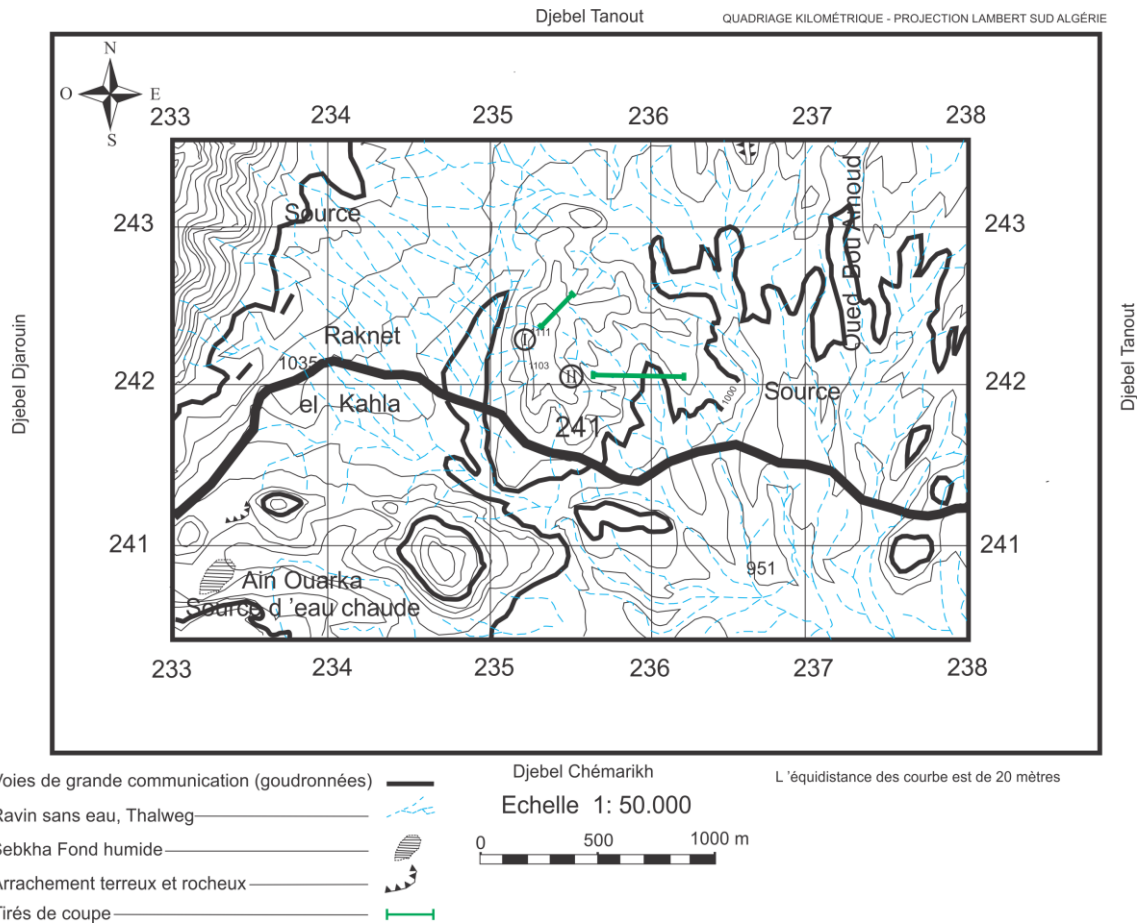
Malgré ces problèmes, nous sommes arrivés à lever 2 coupes géologiques dans deux endroits différents de ce monticule, de manière à avoir le maximum de données (Fig. 13). Les 2 coupes levées, notées respectivement RB et RB' (Fig. 13, I et II) sont orientées, pour la première NW-SE et E-W pour la seconde.





**Fig. 12 :** Localisation des coupes d'Ain Ouarka levées par Mekahli (1998) par rapport à notre secteur d'étude.

1 à 6 : Coupes réalisées par Mekahli (1998). Cf. texte p.22. I et II. Coupe réalisée dans cette étude.



**Fig. 13 :** Itinéraire et localisation des coupes (Extrait de la carte topographique de Djebel Tanout au 1/50 000 (Feuille n°609). I- Coupe RB, II- Coupe RB'.

### III- LITHOSTRATIGRAPHIE

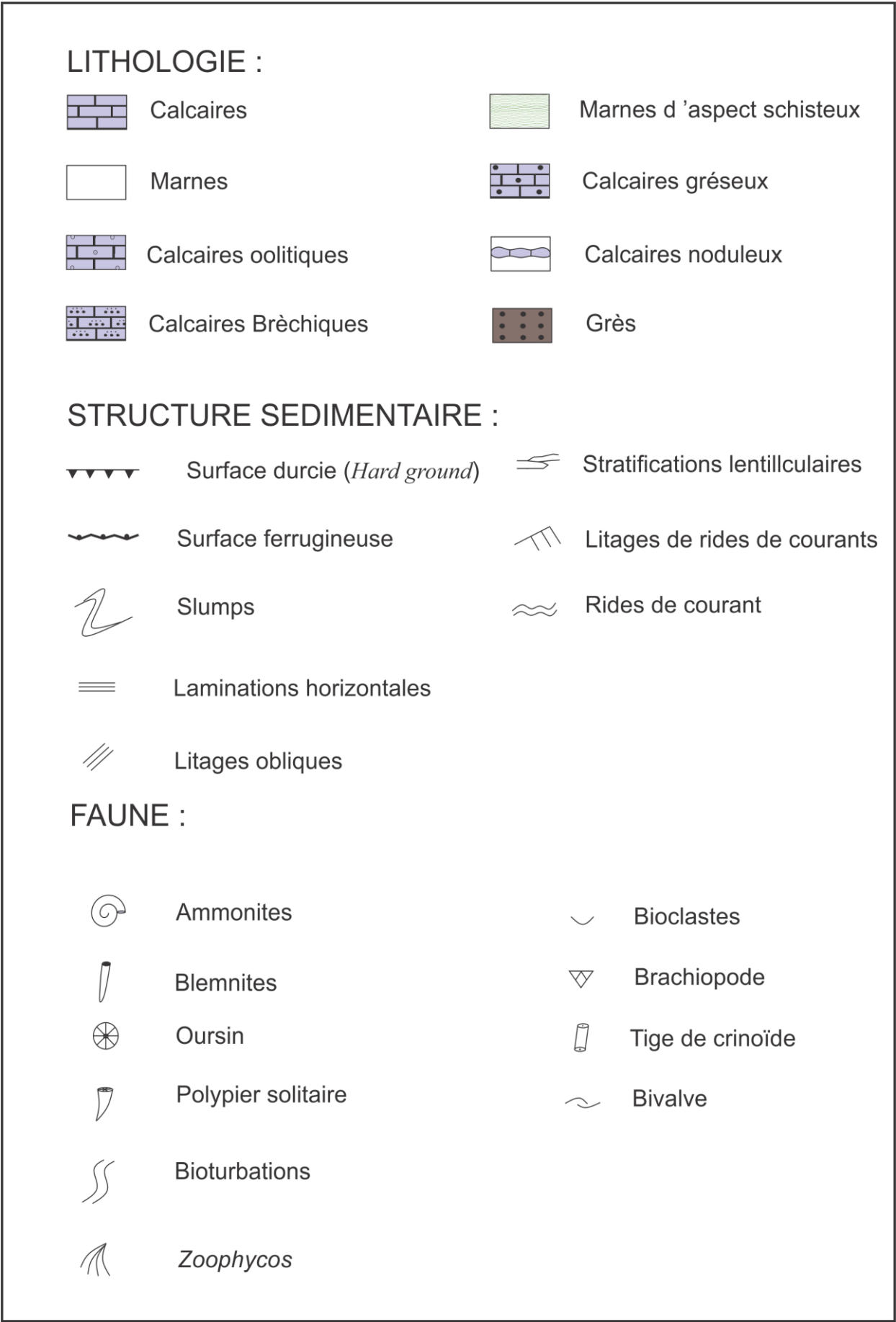
#### A-Définition des formations

La **formation** est l'unité fondamentale de base dans la classification stratigraphique descriptive locale des roches. Son épaisseur peut varier du mètre au kilomètre. C'est une unité cartographiable, limitée par deux discontinuités, et peut être subdivisée en plusieurs sous unités (**membres**).

La formation caractérise un ensemble de couches ou de strates définis par une nature lithologique ou une combinaison de nature lithologiques ainsi que par son contenu paléontologique.

Les successions lithostratigraphiques établies par Mekahli (1998) serviront de base à notre découpage. Cet auteur a subdivisé les affleurements de la série du Jurassique inférieur (Lias) et moyen. (Début Dogger) en 4 formations (coupe C du djebel Chemarikh Mekahli, 1998, p89):

- Jurassique inférieur : "Dolomie du Chemarikh", "Alternances d'Ain Ouarka" et "Marno-calcaires d'Ain Rhezala".
- Jurassique moyen (début Dogger) : "Brèches de Raknet el Kahla".



**Fig. 14 :** Légendes de figures utilisées.

## B- Description des coupes

### 1- Description de la coupe RB (Fig. 15)

La coupe RB a été levée sur la partie nord-occidentale du monticule (Fig. 13). Ses coordonnées UTM sont :

X <sub>1</sub> : 30°S 0769158	Y <sub>1</sub> : 3626854
X <sub>2</sub> : 30°S 0769562	Y <sub>2</sub> : 3627301

Deux formations ont été reconnues dans cette coupe : les "Alternances d'Ain Ouarka" et les "Marno-calcaires d'Ain Rhézala" (Fig. 15).

#### 1.1- "Alternances d'Ain Ouarka" (Fig. 15A) (88 m)

La base de cette formation n'affleure pas dans ce secteur. Les caractères lithologiques et géomorphologiques nous ont permis de reconnaître 2 membres.

##### 1.1.1- Membre a : Alternance de marnes et de calcaires ondulés (42 m)

Il s'agit d'une alternance où les épaisseurs des strates varient entre 0,2 et 0,5 m. Les niveaux de marnes sont de teinte blanchâtre à grisâtre, légèrement violacée. Les bancs calcaires sont verdâtres à la patine, grisâtre à verdâtre à la cassure. Ces bancs sont pseudonoduleux et passent progressivement à des bancs plus réguliers vers le sommet. Cette alternance est généralement monotone (Pl. 1, fig. 1).

La surface sommitale d'un banc calcaire a livré une ammonite ferrugineuse (échantillon Rb1) du Carixien (Pliensbachien inférieur - zone à Davoei Fig. 16). Il s'agit d'*Aegoceras sp.* (Pl. 1, fig. 2). Notons parfois la présence de moules externes d'ammonites et des traces d'activité organique.

##### 1.1.2- Membre b : Alternance verdâtre de marnes et de calcaires (46 m)

Ce membre est représenté par une alternance rythmique de marnes blanchâtres à grisâtres, légèrement violacées et stratocroissants et de bancs calcaires tabulaires grisâtres à verdâtres et stratodécroissants. L'épaisseur des niveaux marneux varie de 0,1 à 0,4 m; celle des calcaires de 0,05 à 0,30 m.

Les derniers bancs de calcaire sont marqués par des surfaces ferrugineuses (Pl. 1, fig. 3) qui montre à la cassure des cristaux de pyrite non développés. Cette alternance est clôturée au sommet par un niveau calcaire bioturbé (Pl. 1, fig. 4) et très riche en ammonites de diverses tailles, complètes ou fragmentées, formant des accumulations (Pl. 1, fig. 5 et 6).

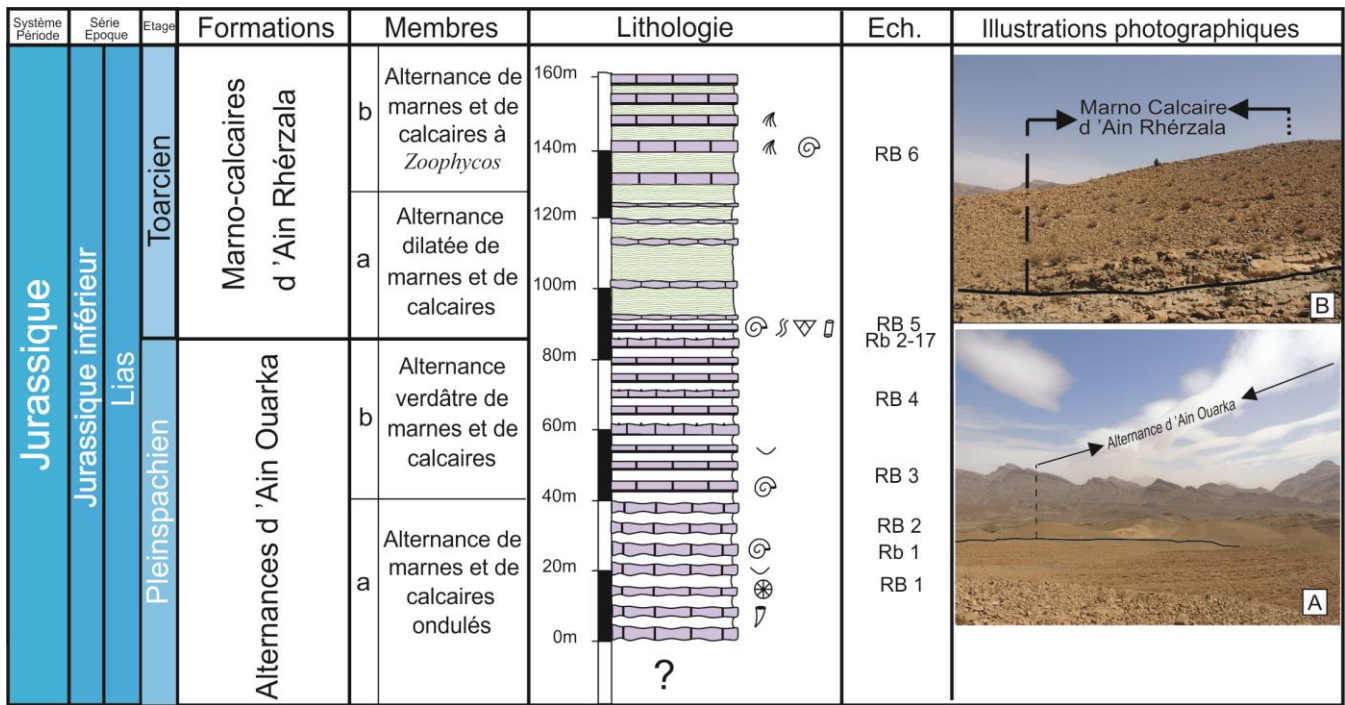


Fig. 15 : Colonne lithologique de la coupe RB.

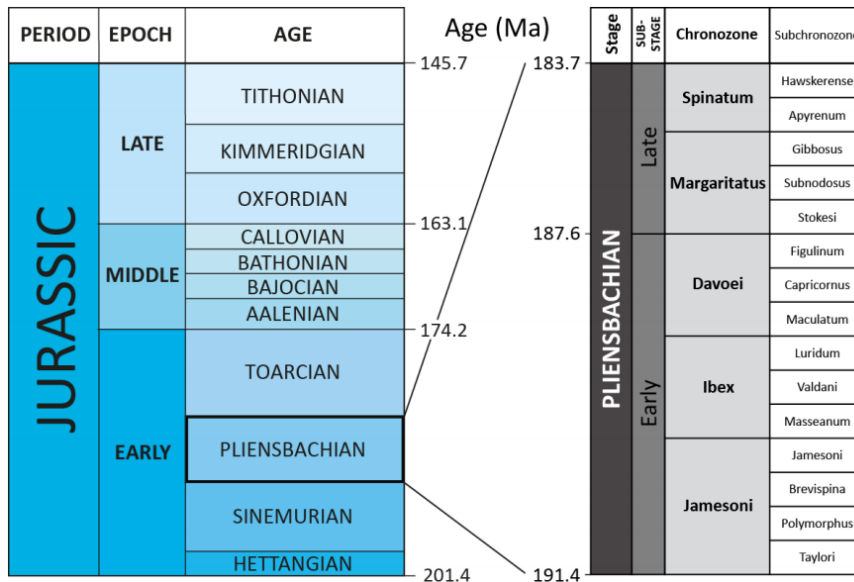
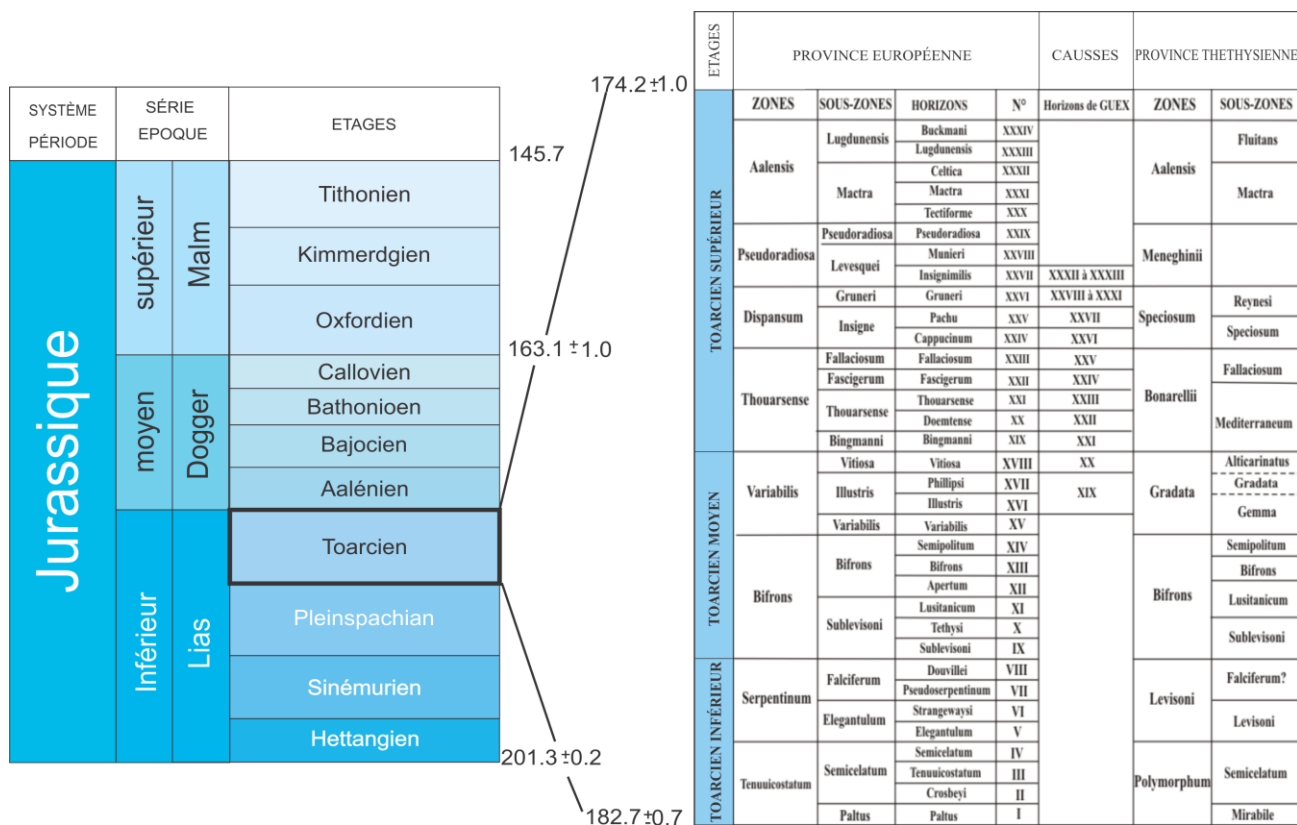


Fig. 16 : Découpage biostratigraphique du Pliensbachien en zones et sous-zones d'après Page (2003). Les âges numériques sont issus de la charte GTS 2016 (Ogg et al., 2016, in Axelle, 2016).

Ce niveau a fourni des ammonites suivantes : échantillon Rb 3: *Calliphylloceras* sp. ; Rb 4: *Lytoceras* sp. et échantillon Rb 4: *Furloceras* gr. *chelussii* (Parisch et Viale). Les deux premières formes donnent un âge Toarcien *sl.* ; la dernière attribue un âge Toarcien moyen (zone à Gradata Fig. 17). Nous avons également trouvé un spécimen de brachiopode (Rb 17). Il s'agit de *Lingothyris aspasia* (ZITTEL) du Toarcien inférieur (zone à Polymorphum et zone à Levisoni Fig. 14). Notons enfin la présence de tiges de crinoïdes. Ce banc marque la limite supérieure de l'Alternance d'Ain Ouarka.



**Fig. 17:** Cadre biostratigraphique adopté pour le Toarcien (Elmi *et al.*, 1997, *in* Douas, 2012). Les âges numériques sont issus de la charte GTS 2016 (Ogg *et al.*, 2016, *in* Axelle, 2016).

**1.2- Marno-calcaires d’Ain Rhézala (72 m - Fig. 18 ; Pl. 2, fig. 1)**

Cette formation peut être subdivisée en 2 membres.

**1.2.1- Membre a : Alternance dilatée de marnes et de calcaires (38 m)**

Cette alternance est caractérisée par une prédominance marneuse. Elle comporte des bancs de calcaires de couleur grisâtre à jaunâtre à la patine, et sombre à la cassure, ondulés, stratocroissants, d’épaisseur centimétrique (0,05 à 0,15 m), devenant plus réguliers vers le haut. Ces bancs alternent avec des niveaux marneux stratodécroissants, de teinte beige à verdâtre, d’aspect schisteux et d’épaisseur allant de 0,5 m à 2,7 m.

**1.2.2- Membre b : Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos* (30 m)**

Ce membre est représenté par une alternance de marnes et de bancs de calcaires plus épais et plus réguliers que ceux du membre précédent (0,10 et 0,35m). Ces bancs sont intercalés par des couches marneuses de couleur verdâtre, d’aspect schisteux et d’épaisseur de 0,2 à 0,5 m (Pl. 2, fig. 2). La surface sommitale de certains bancs calcaires montre une forte abondance de *Zoophycos* (Pl. 2, fig. 3, 4 et 6). Nous notons également par endroits la présence d’ammonites naines et ferrugineuses (Pl. 2, fig. 5) et des moules externes d’ammonite.

Enfin, il y a lieu de citer que la partie sommitale de la formation Marno-calcaires d'Ain Rhézala dans cette coupe est mal exposée. Cela est dû à la présence de failles qui la mettent en contact anormal avec les affleurements de la formation sus-jacente.

### **C- Description de la coupe RB' (Fig. 18)**

La seconde coupe levée dans ce secteur d'étude a été levée dans la partie orientale du monticule, suivant une orientation EW. Elle a pour coordonnées UTM :

X<sub>1</sub> : 30°S 0769783

Y<sub>1</sub> : UTM 3626646

X<sub>2</sub> : 30°S 0767012

Y<sub>2</sub> : UTM 3626386

Cette coupe comprend 2 formations : les Marno-calcaires d'Ain Rhézala et les Brèches du Raknet el Kahla (Fig. 18).

#### **1- Marno-calcaires d'Ain Rhézala (92 m)**

Cette formation débute par un banc de calcaire bioturbé à ammonites qui constitue l'équivalent latéral du niveau carbonaté bioturbé, riche à ammonite, observé au sommet de la formation des Alternances d'Ain Ouarka de la première coupe (RB).

Les Marno-calcaires d'Ain Rhézala montrent dans cette coupe 3 membres (Fig. 18).

##### **1.1- Membre a : Alternance dilatée de marnes et de calcaires (40 m - Pl. 3, fig. 1)**

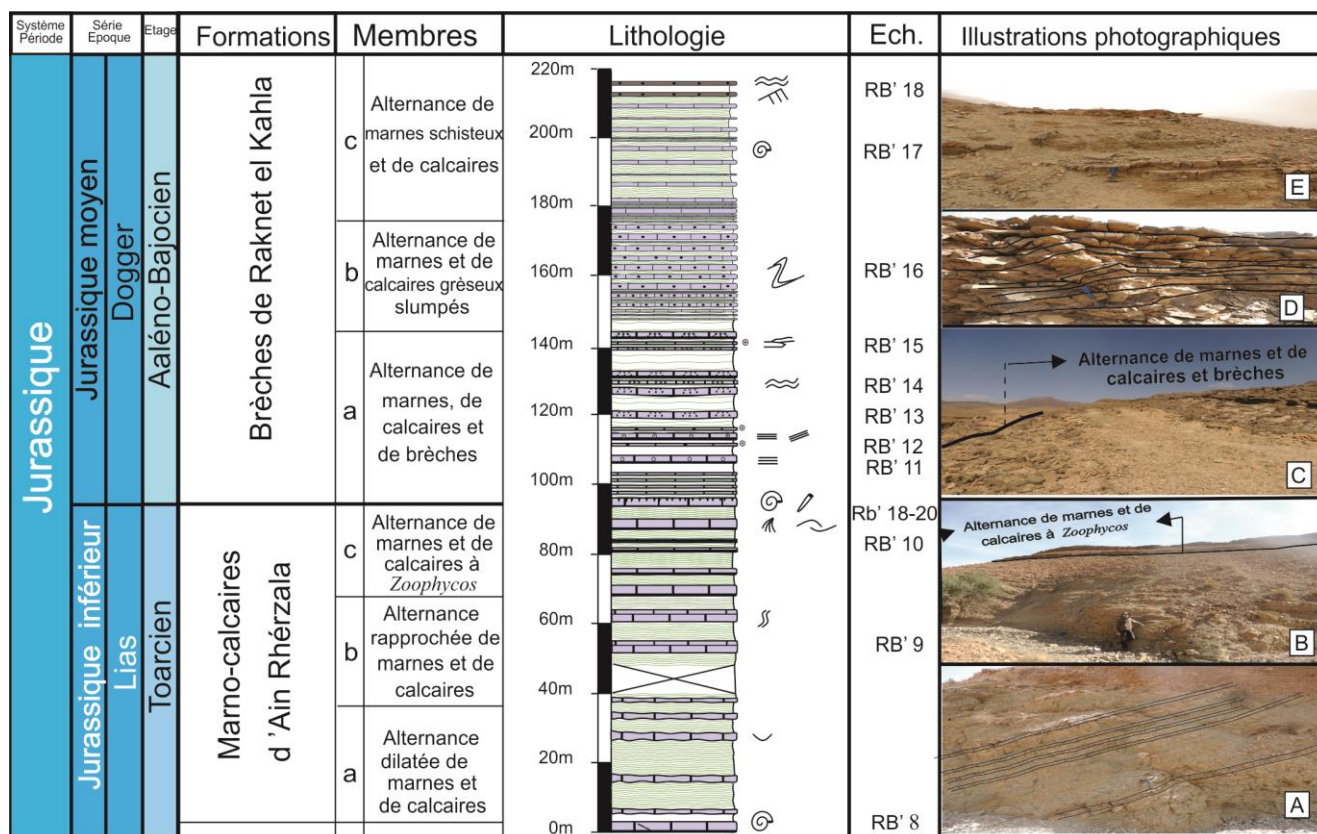
Cette Alternance est caractérisée par une prédominance marneuse à intercalations de bancs de calcaires ondulés, devenant plus réguliers vers le haut, d'épaisseur centimétrique (0,05 à 0,25 m), stratocroissants. Les marnes sont de couleur beige à verdâtre, d'aspect schisteux, stratodécroissantes et d'épaisseur allant de 2,5 à 0,3 m vers le haut (Fig. 15-A, Pl 3, fig. 1).

##### **1.2- Membre b : Alternance rapprochée de marnes et de calcaires (27 m)**

Elle correspond à une alternance de marnes beiges à verdâtres, d'aspect schisteux et de calcaires. Les marnes montrent parfois des niveaux sombres (niveau "chocolat" - Pl. 3, fig. 3). Les bancs calcaires sont d'aspect pseudonoduleux, de teinte verdâtre à la patine et noirâtre à la cassure, et d'épaisseur variables (0,1 et 0,3 m). La surface sommitale de certains bancs montre des bioturbations (Pl. 3, fig. 2) et des moules externes d'ammonites.

##### **1.3- Membre c : Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos* (30 m - Fig. 18-B)**

Ce membre est représenté par une alternance de calcaires verdâtres à la patine et noirâtres à la cassure, plus réguliers et plus épais que ceux du membre précédant (0,2 à 0,4 m) qui alternent avec des couches marneuses de couleur verdâtre et d'aspect schisteux (0,2 et 0,5 m).



**Fig. 18 :** Colonne lithologique de la Coupe Route Bousseghoun (RB').

La surface sommitale de certains bancs calcaires montre une forte abondance de *Zoophycos* (Pl. 3, fig. 4) et des moules externes d'ammonites. Le toit du dernier banc est marqué par une surface durcie (*Hard ground* - Pl. 3, fig. 5), très riche en rostres de bélemnites (Pl. 3, fig. 8) et de restes d'ammonites de grande taille, (Pl. 3, fig. 6 et 7). Ce banc constitue la limite supérieure de la formation des Marno-calcaires d'Ain Rhézala.

## 2- Les Brèches de Raknet el Kahla (120 m)

Les affleurements de cette formation sont bien exposés dans cette partie de notre secteur d'étude. Celle-ci a été subdivisée en 3 membres.

### 2.1- Membre a : Alternance de marnes, de calcaires et de brèches (47 m) (Fig. 18-C)

Ce membre débute par une alternance, très rapprochée, d'environ 10 m d'épaisseur, de bancs calcaires et de marnes blanchâtres à verdâtre (Pl. 4, fig. 1). Les faciès progressent vers le haut à une dominance de marnes beiges à verdâtres, d'épaisseur de 0,6 à 1,8 m intercalées à des bancs de calcaires oolithiques qui montrent parfois des rides de courants et des litages horizontaux gradés (Pl. 4, fig. 2), entrecroisés, ou lenticulaires (Pl. 4, fig. 3) et à des bancs de calcaires bréchiques, de 0,5 à 0,3 m d'épaisseur, à éléments monogéniques et hétérométriques (Pl. 4, fig. 4). Le ciment et carbonaté oolithique et bioclastique. La surface sommitale des bancs montre



**2.2- Membre b : Alternance de marnes et de calcaires gréseux slumpés (30 m - Fig. 18-D)**

Il s'agit d'une alternance monotone de calcaires noirâtres à passées gréseuses gradées, d'épaisseur de 0,10 m qui alternent avec des marnes de couleur beige à verdâtre, d'épaisseur de 0,07m. Cet ensemble est affecté par des glissements synsédimentaires (slumps) associés à des microfailles normales et inverses (Pl. 4, fig. 5).

**2.3- Membre c : Alternance de marnes schisteuses et de calcaires noirâtres (40 m - Fig. 18)**

Elle correspond à une alternance marnes verdâtre d'aspect schisteux (0,2 à 1,1 m), parfois intercalées par des plaquettes calcaires, et de niveaux calcaires noirâtres d'épaisseur de 0,05 à 0,20 m.

Le sommet de ce membre coïncide avec le premier banc de la formation du Téniet el Klakh. C'est un banc de grès fin, carbonaté, à litages obliques et à rides de courant (Pl. 04, fig. 06).

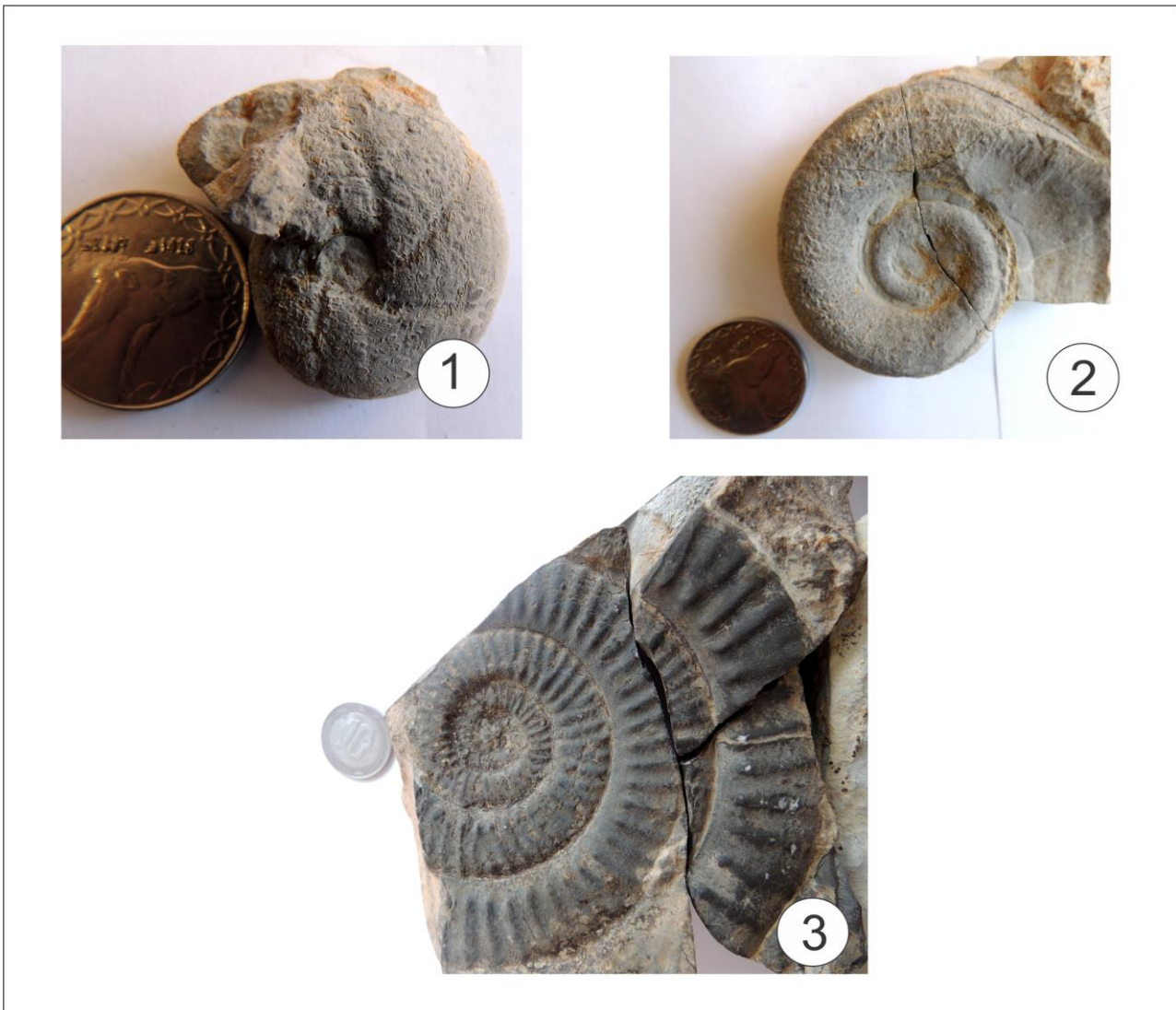
**II- ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE**

Mekahli (1998), à partir des ammonites récoltées dans la coupe Ckh du Dj. Chemarikh a attribué les Alternances d'Ain Ouarka aux Sinemurien, Carixien et Domérien.

Dans le secteur du périclinal nord du Dj. Chemarikh, les Alternances d'Ain Ouarka (Coupe RB) ont été attribuées au Pliensbachien à partir d'une ammonite ferrugineuse (échantillon Rb1) du Carixien (Pliensbachien inférieur - zone à Davoei - Fig. 16). Il s'agit de *Aegoceras sp.* (Pl. 1, fig. 2).

Mekahli (1998) a attribué les Marno-calcaires d'Ain Rhézala au Toarcien, à partir des ammonites récoltées dans la coupe Ckh du Dj. Chemarikh. Dans la coupe RB, cette formation a été attribuée au Toarcien à partir des ammonites suivantes : échantillon Rb 3 (Fig. 19-1) : *Calliphylloceras sp.* ; Rb 4 (Fig. 19-2) : *Lytoceras sp.* et Rb15 (Fig. 19-3) : *Furloceras gr. chelussii* (Parisch et Viale). Les deux premières formes donnent un âge Toarcien *sl.* ; la dernière attribue un âge Toarcien moyen (zone à Gradata - Fig. 17). Nous avons également trouvé un spécimen de brachiopode (Rb 17). Il s'agit de *Lingothyris aspasia* (ZITTEL) du Toarcien inférieur (zone à Polymorphym et zone à Levisoni - Fig. 17).

Les ammonites récoltées à la base de la formation des Brèches de Raknet el Kahla n'ont pas été déterminées à cause de leur état de conservation. Nous avons pris comme référence les attributions de cette formation par Mekahli (1998) dans sa coupe Chr ou elle est datée de l'Aalénien-Bajocien et dans sa coupe CK/CK' ou elle est attribuée précisément de l'Aalénien-Bajocien supérieur.



**Fig. 19 :** Ammonites de la Coupe Route Bousseghoun (RB).

**SEDIMENTOLOGIE & ORGANISATION SEQUENTIELLE**

**I- METHODES & GENERALITES**


L'étude sédimentologique est utilisée dans notre travail comme outil pour reconstituer les milieux de dépôt originels. Les méthodes d'analyse utilisées sont celles appliquées pour les dépôts carbonatés. Pour établir cette étude nous adoptons la démarche suivante :

- La définition des faciès a été effectuée sur le terrain grâce au levées de 2 coupes (RB, RB') en se basant surtout sur les caractéristiques lithologiques, morphologiques, stratonomiques, la couleur et la granulométrie.

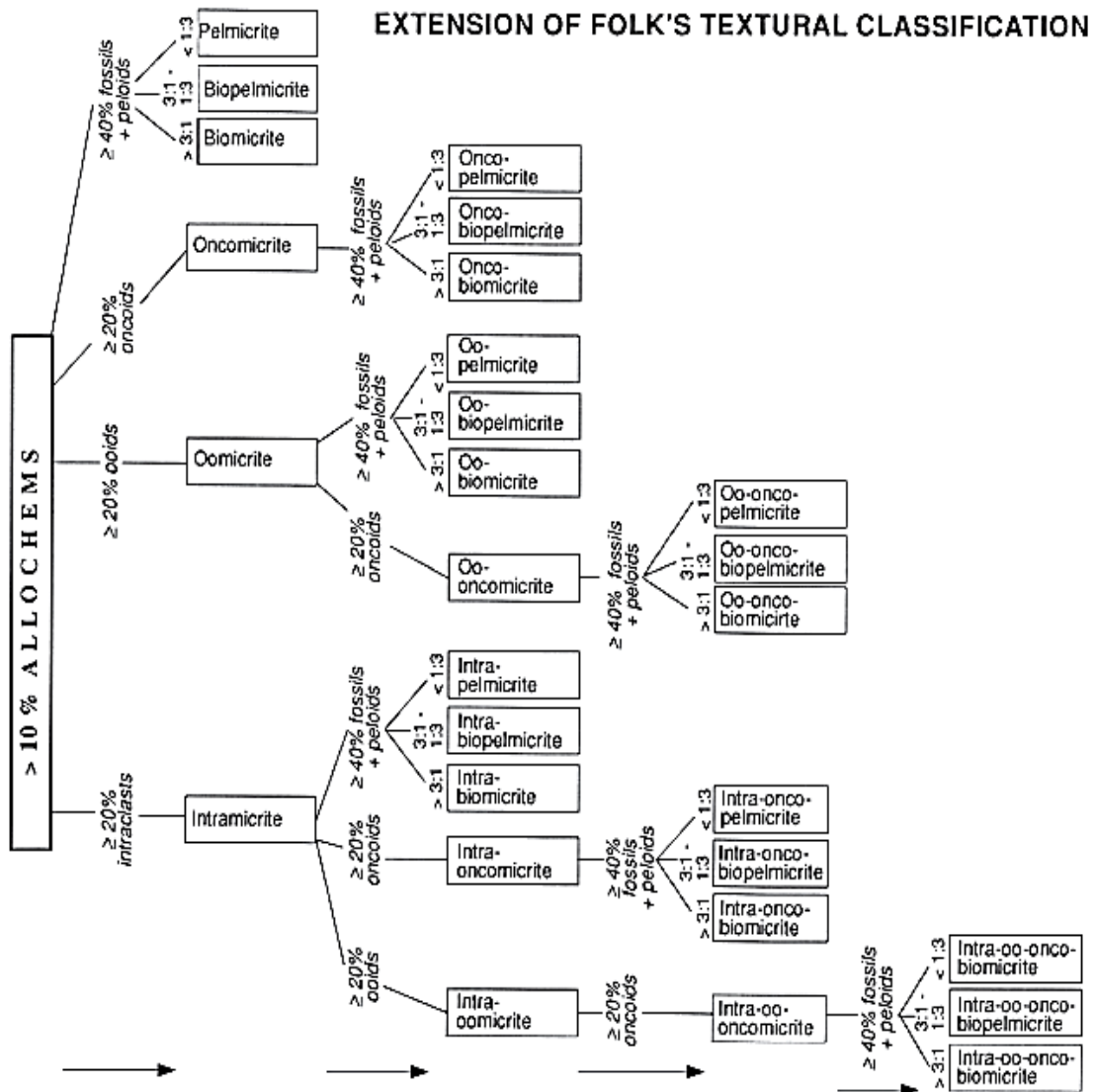
- L'étude et l'analyse du microfaciès ont été établies à partir de 2 étapes :

1. Sur le terrain : réalisation d'un échantillonnage de roches en tenant compte de chaque variation lithologique verticale et horizontale, de la couleur et de la texture.

2. Au laboratoire : les analyses micropéetrographiques sur 18 lames minces (RB 1, RB 2, RB 3, RB 4, RB 5, RB 6, RB' 7, RB' 8, RB' 9, RB' 10, RB' 11, RB' 12, RB' 13, RB' 14, RB' 15, RB' 16, RB' 17, RB' 18) nous ont permis de réaliser l'étude sédimentologique en utilisant les méthodes d'analyse établis par Flügel (2010). Cet auteur se base sur la description des différents constituants d'un calcaire en lames minces : grains (allochèmes), matrice ou ciment (orthochème). Pour définir les microfaciès, nous utiliseront les classifications de Folk (1956, 1962), de Dunham (1962) (Fig. 20) et la classification de Folk modifiée par Strohomenger et Wirsing (1991) (Fig. 21).

Carbonates					
<b>Dunham (1962)</b>					
Groundmass:					
Fine carbonate matrix			+ spar	sparry cement	
<b>Matrix-supported</b>		<b>Grain-supported</b>			
Grains: < 10%	> 10%	PACKSTONE		GRAINSTONE	
MUDSTONE	WACKESTONE			BOUNDSTONE	
					
<b>Folk (1959, 1962)</b>					
Allochems:					
< 1%	1-10%	10-50%	> 50%		
MICRITE	fossiliferous	sparse BIOMICRITE	packed	poorly washed BIOSPARITE	BIOLITHITE
<b>Terrigenous</b>					
<b>Matrix-supported</b>			<b>Grain-supported</b>		
Sand: < 10%	10-25%	> 25%			
sandy MUDSTONE	WACKE	SUBWACKE	ARENITE SANDSTONE		

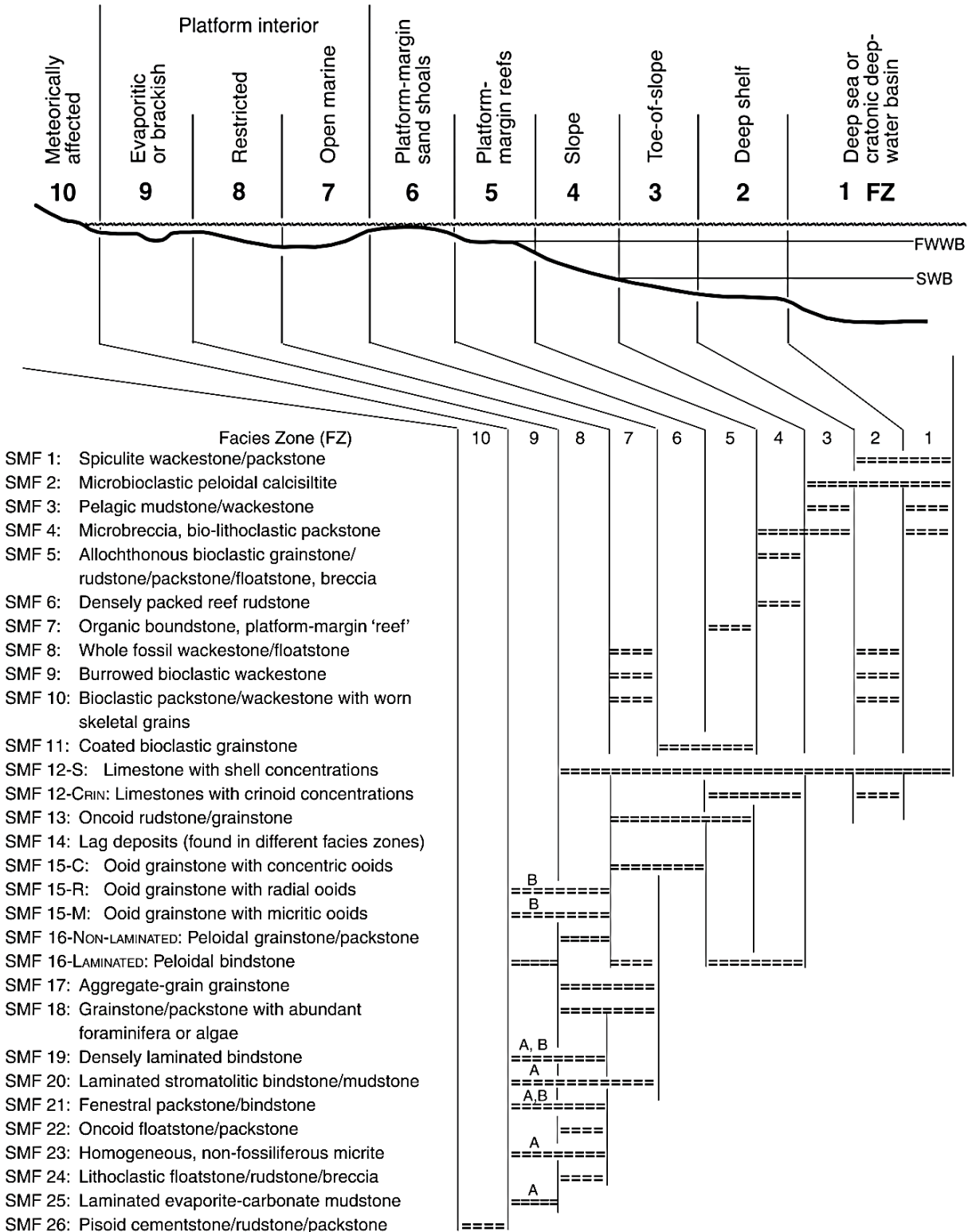
**Fig. 20** : Classification des roche carbonatées d'après Dunham (1962) et Folk (1956, 1962).



**Fig. 21 :** Classification de Folk modifiée par Strohomenger et Wirsing (1991).

- L'interprétation des milieux de dépôt a été établie à partir de la définition des faciès, des microfaciès et de leurs associations. Les faciès ont été subdivisés en unités de composition similaire, correspondant à des environnements de dépôt spécifiques selon le modèle de Flügel (2010) (Fig. 22). Cela exige d'intégrer les données des microfaciès des roches carbonatées : lithofaciès (texture et composition) et biofaciès (contenu fossilifère). Le but étant de définir les types de microfaciès (*Microfacies Types* ou MFT) propre aux formations étudiées et les comparer aux types de microfaciès standard (*Standard Microfacies type* ou SMF) établis par Flügel (2010) afin de définir un milieu de dépôt spécifique (*Zone de faciès* ou *Facies Zone* ou FZ, Fig. 22).

SMF Types of Rimmed Platform



**Fig. 22:** Les zones de faciès (*Facies Zones* ou *FZ*) pour le modèle de plate-forme carbonatée et distribution des types de microfaciès standards (*SMF*) (d'après Flügel, 2010).

Notons qu'un même type de SMF peut apparaître dans plusieurs FZ, ce qui rend nécessaire l'intégration des données de biofaciès et l'examen de la distribution des microfaciès dans une succession étudiée pour déterminer l'environnement de dépôt (Flügel, 2010).

## II- Faciès, microfaciès et associations de faciès

### A- Définitions

#### 1- Notion de faciès

La notion de faciès est fonction de l'échantillonnage qui se veut aussi représentatif que possible de l'unité élémentaire qu'est le banc (Ameur, 1988). Ce dernier peut présenter de très importantes variations latérales et verticales affectant ses caractères lithologiques, faunistiques et ses structures sédimentaires. Chaque faciès traduit l'histoire évolutive des dépôts qui subissent plusieurs transformations au cours du temps où plusieurs phases sédimentologiques interfèrent pour donner la roche finale.

Dans la majorité des cas, un seul faciès sédimentaires n'est pas déterminant d'un milieu de dépôts donné. C'est l'association de plusieurs faciès qui permet de définir ce dernier et de proposer des reconstitutions paléogéographiques (Biju-Duval, 1999).

C'est pour cela qu'il est nécessaire d'établir une bonne description des microfaciès et réunir plusieurs faciès en associations afin de caractériser les formations d'étude et attribuer les environnements de dépôt.

#### 2- Notion de microfaciès

Un microfaciès englobe l'ensemble des caractères sédimentologiques et paléontologiques visibles en lames minces à l'aide d'un microscope optique (Flügel, 1982). L'étude des lames minces permettent ainsi une meilleure définition de la nature pétrographique, du contenu fossilifère et des caractères diagénétiques des faciès, en vue d'une interprétation précise des milieux de dépôts.

#### 3- Notion de types de microfaciès standard (SMF)

Le type de microfaciès standard ou *Standard MicroFacies type* (SMF) est une catégorie virtuelle de microfaciès reconnus dans une coupe donnée qui englobe les microfaciès avec des critères identiques. Ces critères sont simples, non ou semi-quantitatifs et faciles à reconnaître. La plupart des SMF n'est basée que sur quelques caractéristiques dominantes comprenant le type de grains, de bioclastes ou de textures de dépôt (Flügel, 2010).

D'après Flügel (2010), les SMF sont nés suite au constat des similitudes dans la composition et la texture entre les roches carbonatées d'âges différents mais déposées dans des environnements analogues. Wilson (1975) distingue 24 types de SMF et qu'il utilise comme critères supplémentaires dans la différenciation des faciès d'une plate-forme carbonatée barrée (*rimmed carbonate shelf*).

Les critères utilisés pour la différenciation des SMF sont :

- types, fréquence et associations des grains ;
- types de matrice ou ciment (micrite, microsparite et sparite) ;
- trame de dépôt (stratifications, classement, structures, traces d'organismes fouisseurs, remaniement) ;
- fossiles (groupes dominants, assemblage, autochtones ou allochtones, concentrations squelettiques, qualité de préservation, enveloppes micritiques) ;
- types de texture de dépôt : peu de types de SMF correspondent à un seul type de texture ; la plupart apparaît dans deux ou plusieurs types de textures dans la classification de Dunham (1962) et ses modifications (ex. le SMF 03 correspond à des mudstone ou un wackestone pélagiques, cf. fig. 22).

#### 4-Notion d'association de faciès

Une association de faciès correspond à l'ensemble des couches sédimentaires caractérisées par la combinaison et l'arrangement géométrique de deux ou plusieurs faciès. L'association des faciès permet de définir les dépôts sédimentaires à l'intérieur d'un système logique d'organisation verticale et horizontale (Ameur, 1988).

#### B- Inventaire et description des faciès

Deux faciès, notés FA et FB, ont été reconnus au niveau des formations d'étude. Pour aider à mieux visualiser leur répartition spatio-temporelle et leur évolution séquentielle, nous présentons dans le tableau ci-dessous (Fig. 23) un inventaire de ces faciès.

<i>Faciès</i>	<i>Codes</i>	<i>Sous-faciès</i>	<i>Codes</i>
<i>Marnes</i>	<i>FA</i>	-	-
<i>Calcaires</i>	<i>FB</i>	Calcaires micritiques Calcaires à condensation d'Ammonites Calcaires oolithiques Calcaires bréchiques Calcaires noirâtres à passées gréseuses	<i>B1</i> <i>B2</i> <i>B3</i> <i>B4</i> <i>B5</i>

**Fig. 23** : Inventaire des faciès définis au niveau des formations d'étude.

#### 1- Faciès A : Marnes

Ce faciès est observé dans les deux coupes, au sein de toutes les formations. Il est de teinte blanc, beige, vert et parfois violacé et forme des inter-bancs d'épaisseur centimétrique à métrique. Il prend parfois un aspect feuilleté et induré, notamment dans les Marno-calcaires d'Ain Rhézala.

## 2- Faciès B : Calcaires

Ce faciès est observé dans les deux coupes, au sein de toutes les formations. Il est de couleur verdâtres à la patine et grisâtres à noirâtres à la cassure et forme des bancs d'épaisseur centimétrique à décimétrique. Il peut être tabulaire, pseudonoduleux ou noduleux. Il est subdivisé en 5 sous-faciès.

### 2.1- Sous-faciès B1 : Calcaires micritiques

Ce sous-faciès est présent en bancs centimétriques à décimétrique, verdâtres à la patine et grisâtres à noirâtres à la cassure, tabulaires dans l'Alternance d'Ain Ouarka, noduleux à pseudonoduleux dans la partie inférieure de celle des Marno-calcaires d'Ain Rhézala. Dans la partie supérieure de cette dernière formation, les bancs redeviennent tabulaires et certains montrent à leurs surfaces des traces de *Zoophycos* (Pl. 1, fig. 3 et 4). Les fossiles sont rares et représentés par des moules d'ammonites plus au moins bien conservés et un fragment de bivalve. Des ammonites ferrugineuses naines sont observées dans le membre médian de la formation d'Ain Rhézala de la coupe RB (Pl. 1, fig. 5).

L'étude microscopique des échantillons RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6 (Coupe RB), RB'7, RB'8 (Coupe RB'), prélevés dans l'Alternance d'Ain Ouarka et les Marno-calcaires d'Ain Rhézala (Fig. 24, Pl. 5) ont montré que ce sont des calcaires à ciment micritique et à texture wackestone, constitués d'allochèmes représentés par des grains squelettiques de radiolaires calcifiées (Pl. 5, fig. 2), de tests fins de bivalves (filaments - Pl. 5, fig. 1 et 6), de calpionelles, de sections de foraminifères (*Lenticulina* - Pl. 5, fig. 4 et *Nodosaria* - Pl. 5, fig. 3) et de graines non squelettiques de corticoïdes (éléments figurés à enveloppe micritique) et autres cristaux de pyrite (RB4 et RB5).

Les textures correspondent à une Biomicrite selon Folk (1959, 1962) et à un wackestone selon Dunham (1962).

### 2.2- Sous-faciès B 2 : Calcaires à condensation d'Ammonites

Ce sous-faciès correspond à un banc de calcaire micritique, d'épaisseur centimétrique, verdâtre à la patine et grisâtre à verdâtre à la cassure, très bioturbé et très riche en fossiles d'ammonites de diverses tailles, fragmentées, parfois complètes, formant des condensations (Pl. 1, fig. 5, 6). Nous notons également la présence d'un boule interne de brachiopode, de tiges de crinoïdes et de traces biologiques de type chondrites, de diamètre allant de 20 à 70 mm (Pl. 1, fig. 5). Il s'agit de *Chondrites targionii*, correspondant à de petits terriers branchus, arboriformes (comm. orale Bendella).

Ce niveau calcaire marque la limite supérieure de l'Alternance d'Ain Ouarka.



N° de lame	Allochème									Ciment			classification	
	Grain non squelettique					Grain squelettique				Micrite	Micro-sparite	Sparite	Dunham (1962)	Folk (1962)
	Qz	Peloid	Intraclaste	Oolith e	Agrégats	Bio-claste	Foramini fère	Radiolaire	Ostracode					
RB1						5 à 10 %		5 %		80 %			Wackstone	Biomicrite
RB2						5 à 10 %		5 %		80 %			Wackstone	Biomicrite
RB3						5 à 10 %	3 %	10 %		77 %			Wackstone	Biomicrite
RB4						7 à 10 %		15 %		75 %			Wackstone	Biomicrite
RB5						5 à 10 %	3 %	5 %	1 %	61 %			Wackstone	Biomicrite
RB6						5 à 10 %				65 %			Wackstone	Biomicrite
RB7								5 %		75 %			Wackstone	Biomicrite
RB8								5 %		80 %			Wackstone	Biomicrite
RB'9						5 à 10 %				70 %			Wackstone	Biomicrite
RB'10						5 à 10 %		5 %	10 %	75 %			Wackstone	Biomicrite
RB'11	5 %	10 %		30 %		5 %	2 %				38 %	10%	Packstone	Intraobiopel sparit
RB'12			5 à 10 %			5 %				85 %			Wackstone	Intramicrorite
RB'13	5 %	5 %	30 à 35%	10 %	10 %	5 %					30 %	10%	Grainstone	Intraobiopel sparit
RB'14	5 %	5 %	20 à 25 %	5 %	5 %	5 à 10 %					30 %	15%	Grainstone	Intraobiopel sparit
RB'15	5 %	5 %	25 %	5 %	5 à 10 %	5 à 10 %	2 %				23 %	15%	Grainstone	Intraobiopel sparit
RB'16	20%		5 %			5 à 10 %			2 %	60 %			Packstone	Intrabiopel sparit
RB'17	15 %		10 à 15 %			5 %				65 %			Packstone	Intrabiopel sparit
RB'18	90 %										10 %		Grainstone	Grés carbonaté

Fig. 24 : Caractéristique microfaciologique des échantillons des formations « Ain Ouarka », « Ain Rhézala », « Raknet el Kahla » et « Téniet el Klakh » dans le secteur de la continuité Nord du Djebel Chémariikh.

L'étude microscopique de l'échantillon RB5 (Fig. 24) a montré que c'est un calcaire à ciment micritique, constitué d'allochèmes représentés par des filaments de bivalves (Pl 5, fig. 6), de sections d'ammonites à remplissage géopétal (Pl 5, fig. 5), d'ostracodes (Pl 5, fig. 6) et de grains de pyrite (Pl 5, fig. 6).

Ce sous-faciès correspond à une Biomicrite selon Folk (1959, 1962) et wackestone selon Dunham (1962).

### 2.3- Sous-faciès B3 : Calcaires oolithiques

Ce sous-faciès est observé dans le membre inférieur des Brèches de Raknet el Kahla (Alternance de marnes, de calcaires et de brèches). Il est représenté par 3 bancs centimétriques : un premier à litages horizontaux gradés et litages de rides courants (Pl. 4, fig. 2), un second à stratifications lenticulaires (Pl. 4, fig. 2) et un dernier à éléments carbonatés arrondis, passant vers le haut à un calcaire oolithique à litages horizontaux, gradés et obliques (Pl. 9, fig. 1).

L'étude microscopique de l'échantillon RB'11 (Fig. 24) montre que ce sont des calcaires à ciment microsparitique à sparitique, de texture packstone à grainstone, constitués de tests de bivalves, de restes de foraminifères (*Textularia* - Pl. 6, fig. 6), de fragments de rudistes (Pl 6, fig. 1), d'oolithes de type  $\alpha$  à laminations concentriques autour d'un nucleus micritique (Pl 6, fig. 4, 5) et quelques peloïdes (Pl. 6, fig. 4).

Cet échantillon correspond à une Intraobiopelsparite selon la classification de Folk modifiée par Strohmenger et Wirsing (1962), à texture grainstone selon Dunham (1962).

L'étude microscopique de l'échantillon RB'12 (Fig. 24) correspond à un calcaire à ciment micritique, de texture mudstone à intraclastes (Pl 6, fig. 1, 2). Constitués d'allochèmes représentés par des grains squelettiques de tests de bivalves, de restes de foraminifères (*Textularia* - Pl. 6, fig. 6), de fragments de rudistes (Pl 6, fig. 1) et par des graines non squelettiques d'oolithes de type  $\alpha$  à laminations concentriques autour d'un nucleus micritique (Pl 6, fig. 4, 5) et quelques peloïdes (Pl. 6, fig. 4).

L'échantillon RB'13 correspond à une Intramicrite selon la classification de Folk modifié par Strohmenger et Wirsing (1962), à texture wackestone, selon Dunham (1962).

### 2.4- Sous-faciès B4 : Calcaires bréchiques

Le sous-faciès B4 correspond à des bancs décimétriques observés dans le membre inférieur des Brèches de Raknet el Kahla. Il est représenté par des éléments hétérométriques, monogéniques, à

ciment carbonaté riche en oolithes et bioclastes. La surface sommitale de ces bancs montre des rides de courant (Pl. 4, fig. 4).

L'étude microscopique des échantillons RB'13, RB'14, RB'15 (Fig. 24) montre que ce sont des calcaires à ciment microsparitique à sparitique, de texture grainstone, constitués de tests de bivalves fragmentés (Pl. 7, fig. 5), de plaques d'échinodermes (Pl. 7, fig. 1), de section de foraminifère (*Textularia* - Pl. 7, fig. 4) et d'algues (Pl. 7, fig. 3). Les grains non squelettiques correspondent à du quartz, des oolithes de type  $\alpha$  à nucleus de boue carbonatée (Pl. 7, fig. 1), des intraclastes carbonatés, de forme angulaire à subangulaire, parfois arrondie (Pl. 7, fig. 2, 4), d'agrégats, de cortoïdes (Pl. 7, fig. 6) et quelque peloïdes (Pl. 7, fig. 1).

Ce sous-faciès correspond à une Intraobiopelsparite selon la classification de Folk modifiée par Strohmenger et Wirsing (1962), de texture grainstone selon Dunham (1962).

### **2.5- Sous-faciès B5 : Calcaires noirâtres à passées gréseuses**

Ce sous-faciès est présent dans le membre médian et supérieur de la formation des Brèches de Raknet el Kahla. Ce sont des calcaires noirâtres en bancs décimétriques, à passées gréseuses gradées. Ces strates sont affectées par des glissements synsédimentaires de types *slumps* dans le membre médian (Pl. 04, fig. 05). Les fossiles sont représentés par un fragment d'ammonite.

L'étude microscopique d'un échantillon prélevé dans le membre médian (RB'16 - Fig. 24) montre une intercalation de lits calcaires (micrite) et de passées gréseuses sombres soulignées à la base par des microravinements. Ces passées sont à ciment micritique et à texture grainstone (Pl. 8, fig. 1 et 2). Elles sont constituées par des restes de tests fins de bivalves, d'ostracodes (Pl. 8, fig. 2) et des grains de quartz et de pyrite.

Il s'agit d'une Intrabiosparite d'après la classification de Folk modifiée par Strohmenger et Wirsing, (1962), de texture mudstone à grainstone selon Dunham (1962).

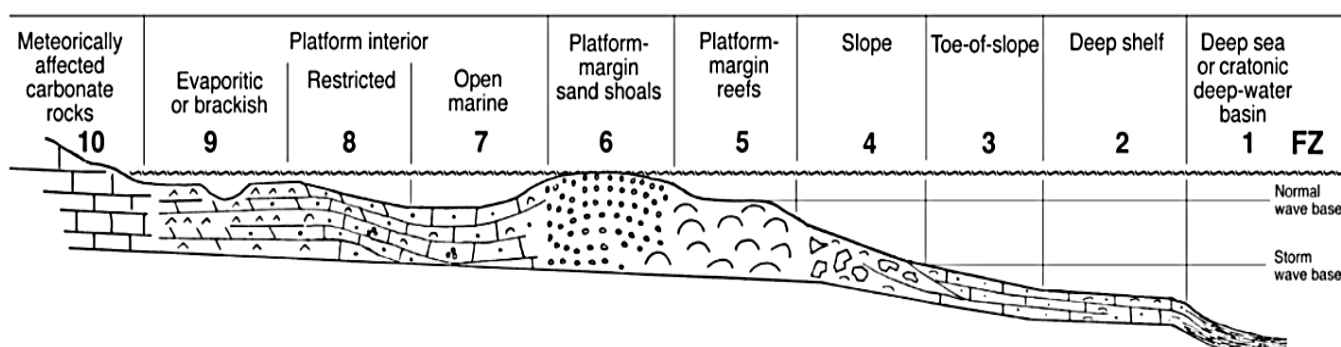
L'étude microscopique de l'échantillon RB'17 (Fig. 24), prélevé dans le membre supérieur montre un calcaire à ciment micritique, de texture mudstone qui alterne avec des passées gradées à ciment micritique de texture packstone (Pl. 8, fig. 4) à éléments figurés représentés par des grains de quartz, d'intraclastes de forme anguleuse à subanguleuse (Pl. 8, fig. 3 et 4), quelques peloïdes, de microfilaments de bivalves (Pl. 8, fig. 4) et d'ostracodes.

Cet échantillon correspond à une Intrabiopelsparite selon la classification de Folk modifiée par Strohmenger et Wirsing (1962), de texture packstone d'après Dunham (1962).

### C- Inventaire des types de microfaciès (MFT) (Fig. 26)

Nous présentons dans cette partie un inventaire et une description des types de microfaciès (*MicroFacies Types* ou MFT) propres aux faciès présents dans nos affleurements. Ceci nous permettra de les comparer avec les types de microfaciès standards (*Standard MicroFacies Types* ou SMF) établis par Flügel (2010) et les classer dans son modèle basé sur celui d'une plate-forme carbonatée barrée de Wilson (1975- Fig. 25), pour aboutir à un environnement de dépôt spécifique à chaque type de microfaciès.

Trois types de microfaciès peuvent être définis dans notre étude : MFT 01, MFT 02 et MFT 03.



**Fig. 25 :** Modèle de plate-forme carbonatée barrée de Wilson (1975) et Zones Standards de Faciès (*Standard Facies Zones* ou SFZ).

#### 1- Type de microfaciès 1 (MFT 1) : Wackestone bioclastique et pélagique (Fig. 26 et 27)

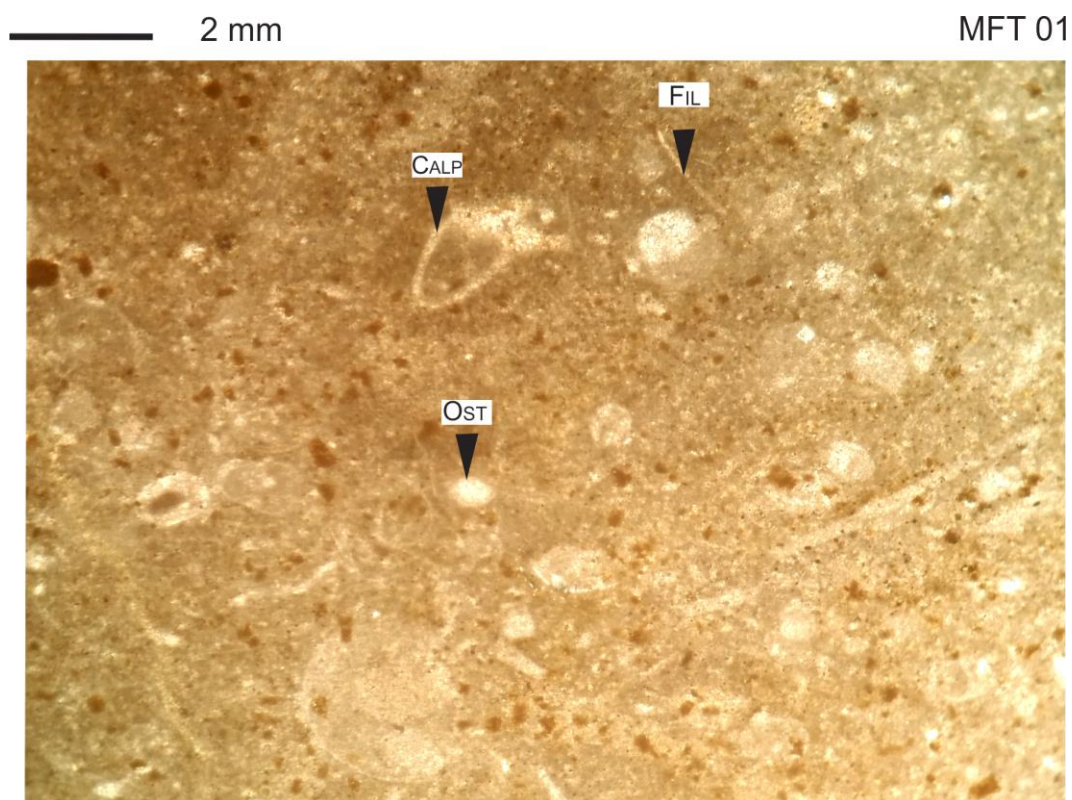
Ce type de microfaciès est observé dans l'Alternance d'Ain Ouarka et les Marno-calcaires d'Ain Rhézala.

**Critère :** le MFT 01 correspond à un calcaire à ciment micritique, de texture wackestone, à microfossiles pélagiques représentés par des sections de radiolaires calcifiées, des calpionelles, des microfilaments de bivalves, des foraminifères (*Nodosaria* et *Lenticulina*) qui indique un milieu de pente (Tchenar, 2001, p. 51). Nous citons également des sections d'ammonites à remplissage géopétal, des ostracodes et des grains non squelettiques de cortoides et quelques cristaux de pyrite.

Ces caractéristiques sont similaires au type de microfaciès standards SMF 03 de Flügel (2010) qui indique des dépôts de pente distale (Toe-of-slope - Fig. 22 et 25) de la zone de faciès FZ 3 (Fig. 22 et 25).

Environnement de dépôt	Microfacies Type	Microfaciès	Standard Microfacies Type (SMF) (Flügel, 2010)	Facies Zone (FZ) (Flügel, 2010)	Elément	No de lame.
Plateforme margin Sand shoals	MFT 02	grainstone oolithique à oolithes concentrique	SMF 15-c	FZ 6	quartz, ploïdes, oolithes, filament de lamellibranches, fragment de rudiste, foraminifère <i>Textularia</i> .	RB09
Plateforme margin Reefs	MFT 02	grainstone oolithique à oolithes concentrique	SMF 15-c	FZ 5	quartz, ploïdes, oolithes, filament de lamellibranches, fragment de rudiste, foraminifère <i>Textularia</i> .	RB09
Slope	MFT 02	grainstone oolithique à oolithes concentrique	SMF 15-c	FZ 4	quartz, ploïdes, oolithes, filament de lamellibranches, fragment de rudiste, foraminifère <i>Textularia</i> .	RB09
	MFT 03	Microbrèche bioclastique-lithoclastique packstone a grainstone	SMF 04	FZ 4	quartz, oolithes intraclastes, agrégats, cotoïde, peloïde, filament de lamellibranches, équinoderme, foraminifère <i>Textularia</i> .	RB11, RB12, RB13
Toe of Slope	MFT 01	Pélagique, bioclastique mudstone	SMF 03	FZ 3	Radiolaires, ammonite, ostracode foraminifère <i>Lenticulna</i> , <i>Nodosaria</i> , pyrite, quartz, cotoïde.	RB01, RB02, RB03, RB04, LRB I, RB05, RB06, RB07
	MFT03	Microbrèche bioclastique-lithoclastique packstone a grainstone	SMF 04	FZ 3	quartz, oolithes intraclastes, agrégats, cotoïde, peloïde, filament de lamellibranches, équinoderme, foraminifère <i>Textularia</i> .	RB11, RB12, RB13

**Fig.26 :** tableau sommaire des types microfaciès et leur environnements de dépôt, les colonnes du (Standard Microfacies Types) et (Facies Zone) indique l'équivalent du (Microfacies Types) par la méthode de Flugel (2010).



**Fig. 27 :** MFT 01 (Mudstone bioclastique et Pélagique).

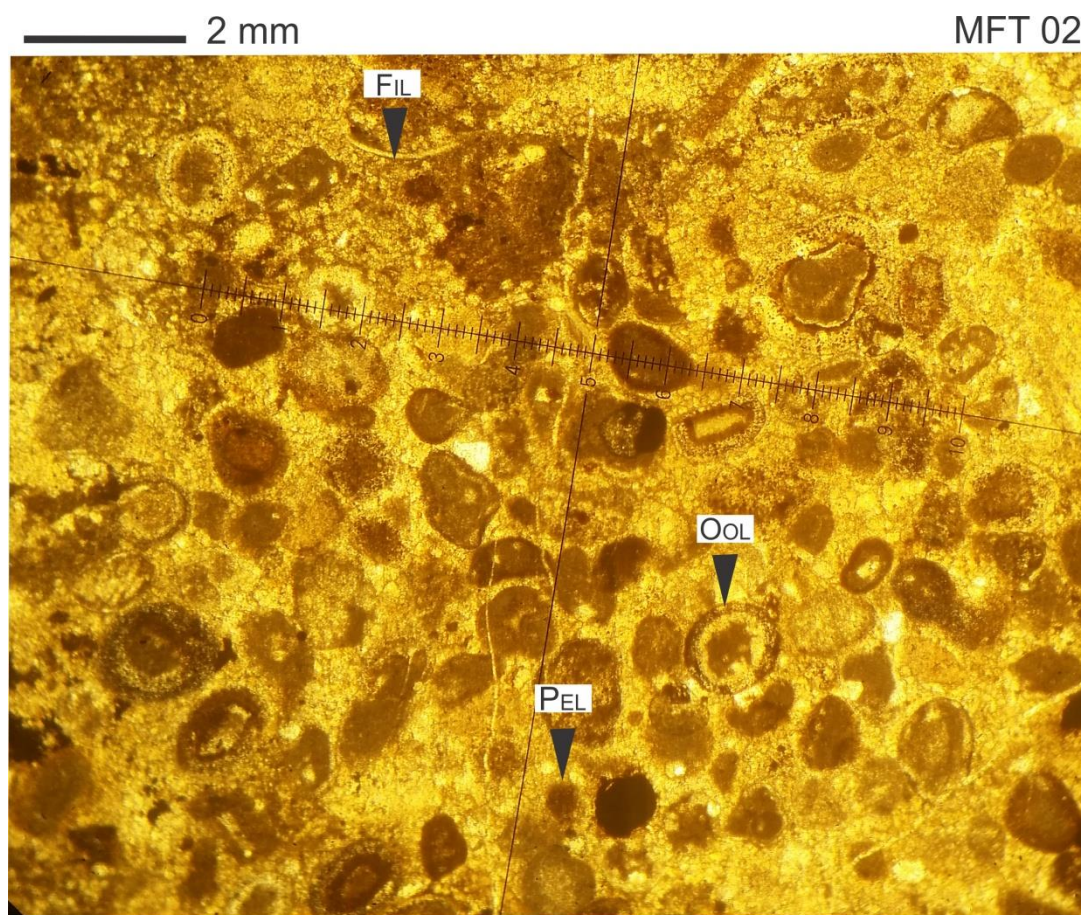
Légende : FIL : Filaments, CALP : Calpionelles, OST : Ostracodes.

## 2- Type de microfaciès 02 (MFT 02) : Grainstone oolithique à oolithes concentriques (Fig. 26 et 28)

Ce type de microfaciès apparaît dans le membre inférieur de la formation des Brèches de Raknet el Kahla.

**Critère :** C'est un calcaire à ciment microsparitique et à texture packstone à grainstone, constitué d'allochèmes de taille inférieure à 2 mm représentés par des microfilaments de bivalves, des fragments de rudistes, des foraminifères (*Textularia*) ainsi que des grains d'oolithes de type  $\alpha$  à cortex concentrique et nucleus micritique et de quelques peloïdes.

Ces caractéristiques sont comparables au SMF 15-C de Flügel (2010) qui indique des dépôts de plate-forme carbonatée marginale à récifs (*Platform-margin reefs* - Fig. 25) de la zone FZ 5 et/ou de ceux de plate-forme carbonatée marginale à bancs sableux (*Platform-margin sand shoals* - Fig. 25) de la zone de faciès FZ 6 (Fig. 22, p.34 et fig. 25). Cependant, les oolithes peuvent être considérées comme étant soit des particules autochtones ou para-autochtones, soit transportées par des courants gravitaires (de turbidité ou débrites) (Flügel, 2010). Dans ce dernier cas, d'après Flügel (2010), le type de microfaciès MFT 02 peut également correspondre à des niveaux de calciturbidites caractérisant les zones de faciès FZ 1 à FZ 4 (Fig. 22, p.34 et fig. 25).



**Fig. 28 :** MFT 02 (Grainstone oolithique à oolithes concentriques).

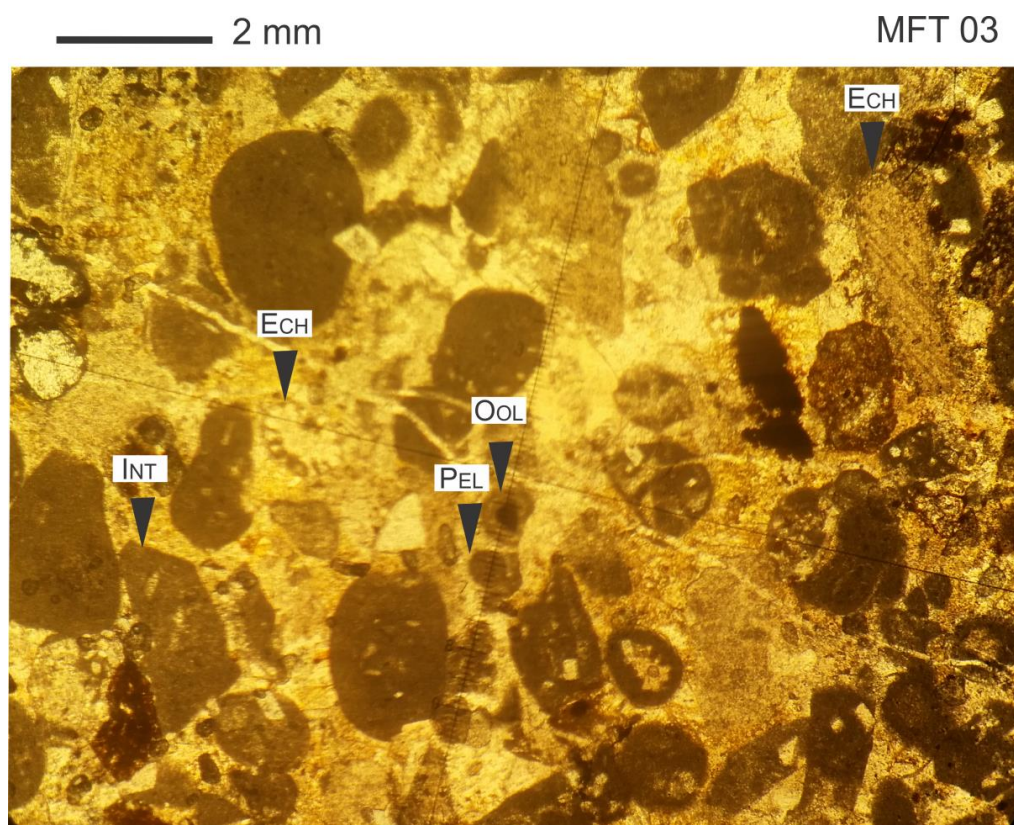
Légende : FIL : Filaments, OOL : Oolithes, PEL : Pelloïdes.

### 3- Type de microfaciès 03 (MFT 03) : Grainstone à micro-brèches bioclastiques lithoclastiques (Fig. 26 et 29)

Ce type de microfaciès est observé dans le membre inférieur de la formation des Brèches de Raknet el Kahla.

**Critère :** Ce type de microfaciès correspond à un calcaire à ciment microsparitique à sparitique et à texture grainstone, constitué de microfilaments de bivalves fragmentés, de plaques d'échinodermes, de foraminifères (*Textularia*), d'oolithes de type  $\alpha$  à nucleus carbonaté, d'intraclastes carbonatés de forme angulaire à subangulaire, parfois arrondie et de dimensions différentes, d'agrégats, de cortoides et de quelques pelloïdes.

Ces caractéristiques sont similaires au SMF 04 de Flügel (2010) qui indique des coulées sédimentaires à matrice (*Débris flow*) de pente (slope) de la zone de faciès FZ 4 et/ou de pente distale (Toe-of-slope) de la zone de faciès FZ 3 (Fig. 22, p.34 et fig. 25).



**Fig. 29** : MFT 03 (Packstone à grainstone à micro-brèches bioclastiques lithoclastiques).

Légende : ECH : Echinodermes, INT : Intraclastes, OOL : Oolithes, PEL : Peloïdes.

#### **D- Association de faciès et environnements de dépôts**

L'étude et la description des faciès et microfaciès nous a permis de définir 2 associations de faciès.

##### **1- Association I : Marne-Calcaires (Fig. 30 et 34)**

Dans notre secteur d'étude, cette première association englobe la formation de l'Alternance d'Ain Ouarka et celle des Marno-calcaires d'Ain Rhézala. Elle correspond à une alternance monotone, parfois rythmique, de bancs calcaires micritiques tabulaires à pseudonodulaire ou noduleux (Sous-faciès B1) et de niveaux de marnes (Faciès A). Elle est caractérisée par :

- des calcaires micritiques de texture wackestone (Pl. 5, fig. 1) ;
- une ammonite pyriteuse (Pl. 01, fig. 03) et d'autres restes de moules externes d'ammonites ;
- des microfossiles pélagiques (radiolaires calcifiées - Pl. 5, fig. 2 et 4), des ostracodes (Pl. 5, fig. 6), des filaments de bivalves (Pl. 5, fig. 1 et 6) et des calpionelle (fig. 27) ;
- le type de microfaciès MFT 1 (Wackestone bioclastique et pélagique) ;
- l'absence de figures et de structures à influence de tempêtes (Fig. 30) ;
- un banc à condensations d'ammonites (Sous-faciès B2 - Pl. 1, fig. 6) et des bioturbations marquées par des *Chondrites targionii* (Pl. 1, fig. 5). Ce niveau marque la limite supérieure de l'Alternance d'Ain Ouarka ;



- la présence d'un brachiopode et de tiges de crinoïdes ;
- la présence de bancs carbonatés noduleux (membre inférieur des Marno-calcaires d'Ain Rhézala) (Pl. 2, fig. 1) ;
- des bioturbations de *Chondrites isp.* (Pl. 2, fig. 3) ;
- une forte abondance de *Zoophycos* (membre supérieur des Marno-calcaires d'Ain Rhézala - Pl. 2, fig. 3 et 4) ;
- la présence d'ammonites naines ferrugineuse (Pl. 2, fig. 5) ;
- la présence d'une surface durcie (*Hard ground*) (Pl. 3, fig. 5 et 6) marquant la limite supérieure de la formation des Marno-calcaires d'Ain Rhézala.

Le Foraminifère benthique *Lenticulnae* indique un milieu de pente (Tchenar, 2001 p. 51).

La surface à ammonites indique que ce niveau a été exposé à des phénomènes bio-physico-chimiques qui se traduisent par des associations minéralogiques et organiques. Les condensations d'ammonites peuvent renseigner sur un taux de sédimentation faible dans un intervalle de temps relativement élevé.

Les *Chondrites* appartiennent à l'un des groupes de trace de fossiles le plus commun. Leur interprétation est toujours hypothétique. Il s'agit d'une fodinichnia due probablement à des vers sipunculoïde. Ces ichnofossiles sont des indicateurs d'un environnement à faible oxygène (anoxique) (Seilacher, 2007 p 142).

Les calcaires noduleux bioturbés indiquent des vitesses de sédimentation plus lentes permettant l'enfouissement et la destruction des structures originelles. Ils sont communs sur les pentes en eau profonde et les plates-formes affaissées (Tucker, 1990).

L'abondance des *Chondrites isp* indique un probable confinement du milieu qui peut expliquer la petite taille des ammonites.

Les *Zoophycos* sont traditionnellement considérés comme des terriers d'alimentation. Ceci est conforme aux observations des spécialistes sur le terrain. Ils préfèrent plutôt les sables et les boues impurs et sans structures, correspondant aux environnements à eau calme, situés sous la limite d'influence des vagues de tempêtes. Les *Zoophycos* peuvent, dans une certaine mesure, servir d'indicateurs de profondeur (Seilacher, 2007).

Formation	Facies	Sous Facies	Lithologie	Epaisseur	Figure et structure sédimentaire	Texture	Interprétation
Alternances d'Ain Ouarka	les marnes (A)	-	Marnes	centimétrique à décimétrique	-	Mudstone	Plate forme externe (dépôt de pente distale)
	les calcaires (B)	(B1)	les calcaires micritiques	centimétriques à décimétrique	-	Wackestone	
		(B2)	les calcaires à Ammonites	décimétrique	-	Wackestone	
Alternances d'Ain Rhézala	les marnes (A)	-	Marnes	centimétrique à métrique	-	Mudstone	Plate forme externe (dépôt de pente distale)
	les calcaires (B)	(B1)	les calcaires micritiques	centimétriques à décimétrique	-	Wackestone	
Les Brèche de Raknet el Kahla	les marnes (A)	-	Marnes	centimétrique à métrique	-	Mudstone	Plate forme externe (dépôt de pente proximale à distale)
	les calcaires (B)	(B3)	les calcaires oolithiques	centimétrique	-Litage horizontaux -Litages de rides -Rides de courant -HCS	Packstone	
		(B4)	les calcaires brèchiques-oolithiques	décimétriques	-Rides de courant	Grainstone	
		(B5)	les calcaires noirâtres	centimétrique à décimétrique	-Slumps -	Packstone	

**Fig. 30:** Les Principaux facies et leurs caractéristiques dans le secteur de la continuité Nord du Djebel Chemarikh.

La surface durcie (*Hard Ground* - Pl. 3, fig. 5 et 6) marquant la limite de la formation des Marno-calcaires d'Ain Rhézala est liée à une phase de non-dépôt ou de faibles taux de sédimentation. Elle résulte de la cimentation sous-marine par précipitation d'aragonite et de calcite magnésienne (Flügel, 2010).

Toutes ces caractéristiques indiquent que l'association I s'est mise en place dans un milieu marin ouvert, calme et sous la limite d'influence des vagues de tempêtes. Cela coïncide bien avec la zone de dépôt de la zone de faciès FZ 3 donnée par le type 01 de microfaciès (Wackestone bioclastique et pélagique), c'est-à-dire à un environnement de pente distale de (Toe-of-slop) de Flügel (2010) (Fig. 33).

## **2- Association II : Marne-Brèches (Fig. 30 et 34)**

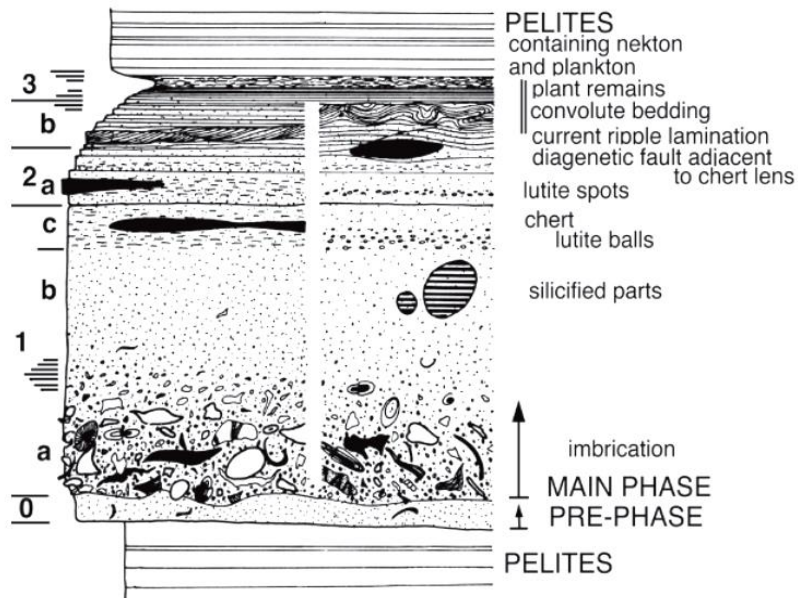
Cette deuxième association concerne la formation des Brèche de Raknet el kahla. Deux variantes peuvent être distinguées : (1) Alternance marnes - calcaires bréchiques et (2) Alternance marnes - calcaires noirâtres.

### **2.1- Variante 1 : Alternance marnes - calcaires bréchiques**

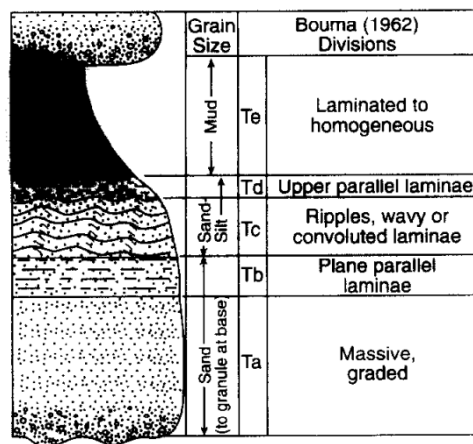
Cette variante intéresse le membre inférieur de la formation. Elle est formée par une alternance de marnes (Faciès A), de calcaires oolithiques (Sous-faciès B3) et de calcaires bréchiques (Sous-faciès B4). Elle est caractérisée par :

- un banc de calcaire oolithique (Pl. 9, fig. 01) pouvant correspondre à un niveau de calciturbidite et monter les zones 0, 1a, 1b et 1c du modèle de Meischner (1964 - fig. 31) et le terme Ta-b-e selon celui de Bouma (1962 - fig. 32) ;
- des niveaux de calcaires oolithiques (Pl. 9, fig. 02) qui peut correspondre aux niveaux médians de la calciturbidite : zones 1c et 2 selon le modèle de Meischner (1964 - fig. 31) et termes Tb et Tc, selon celui de Bouma (1962 - fig. 32) ;
- le type de microfaciès 02 (MFT 02) : Grainstone oolithique à oolithes concentriques ;
- des oolithes à laminations concentriques (Pl. 6, fig. 3, 4 et 5) (Fig. 25) ;
- des foraminifères benthiques (*Textularia* - Pl. 6, fig. 6) ;
- des bancs de calcaires bréchiques plus ou moins chenalisés ;
- des bancs bréchiques qui montre des surfaces de ravinements à la base et des rides de courants aux surfaces (Pl. 4, fig. 04) (Fig. 30).
- un banc de calcaire bréchiq (Pl. 9, fig. 3) pouvant correspondre aux niveaux de base de la calciturbidite, c'est-à-dire aux zones 0, 1a et 1b selon le modèle de Meischner (1964 - fig. 31) et aux termes Ta, selon celui de Bouma (1962 - fig. 32).

- une séquence (Pl. 9, fig. 4) qui peut correspondre à une calciturbidite montrant les zones 2b, 3 et les zones 0 et 1a selon le modèle de Meischner (1964 - fig. 32) et les termes Tc, d, et a, selon celui de Bouma (1962- fig. 31) ;
- le type de microfaciès 03 (MFT 03): Grainstone à micro-brèches bioclastiques lithoclastiques ;



**Fig. 31:** Modèle de séquence de Meischner décrivant une turbidite idéale de calcaires allodapique (calcaire déposé par des courants de turbidité).



**Fig. 32 :** Séquence idéale de Bouma (1962) montrant les divisions.

Les caractéristiques des calcaires oolithiques et des calcaires bréchiques montre qu'ils ont subit un transport par les écoulements de masse gravitaire et qu'ils sont mise en place par des courants de turbidités contrôlés par la distance entre la source des éléments et leur environnement de dépôt, la morphologie de l'environnement de dépôt et la densité des courants de turbidités. Cela correspond bien à la zone de dépôt de aux zones de faciès FZ 4 et FZ 3 donnée par le MFT 02 et le MFT 03

(Grainstone oolithique à oolithes concentrique et grainstone à micro-brèches bioclastiques lithoclastiques), c'est-à-dire à un environnement de pente proximale à distale de (Slope to Toe-of-slop) de Flügel (2010) (fig. 33).

## 2.2- Variante 2 : Alternance marnes– calcaires noirâtres

Cette seconde variante correspond aux membres médian et supérieur de la formation des Brèches de Raknet el Kahla où elle forme une alternance de marne (Faciès A) et de calcaires noirâtres (Sous-faciès B5). Cette variante est caractérisée par :

- la présence de bancs calcaires de couleur noirâtre ;
- des structures de glissements synsédimentaires (*slumps*) (Pl. 4, fig. 05) (Fig. 30) ;
- de microfailles normales et inverses ;
- de passées gréseuses gradées à intraclastes soulignées à la base par des microravinements. de texture grainstone qui alternent avec la micrite de texture wackestone (Pl. 8, fig. 1, 2) ;
- des bioclastes (filaments de bivalves) et des ostracodes (Pl. 8, fig. 1 et 2).

La couleur noirâtre des bancs carbonatés peut être induite par les hydrocarbures aromatiques (matières organiques solubles dans les solvants, composées uniquement de carbone et d'hydrogène). Elle peut également être causée par l'hydrothermalisme (Flügel, 2010).

La surcharge des sédiments et l'activité sismique ainsi que les pressions interstitielles excessives sont les raisons les plus évidentes de la formation des structures de glissements synsédimentaires (*Slumps*) (Flügel, 2010)

La présence des microlitages gréseux (passées) à intraclastes au sein de plages micritiques est liée aux apports siliciclastiques et peut renseigner sur l'amorce d'une sédimentation allochtone détritique sur la pente.



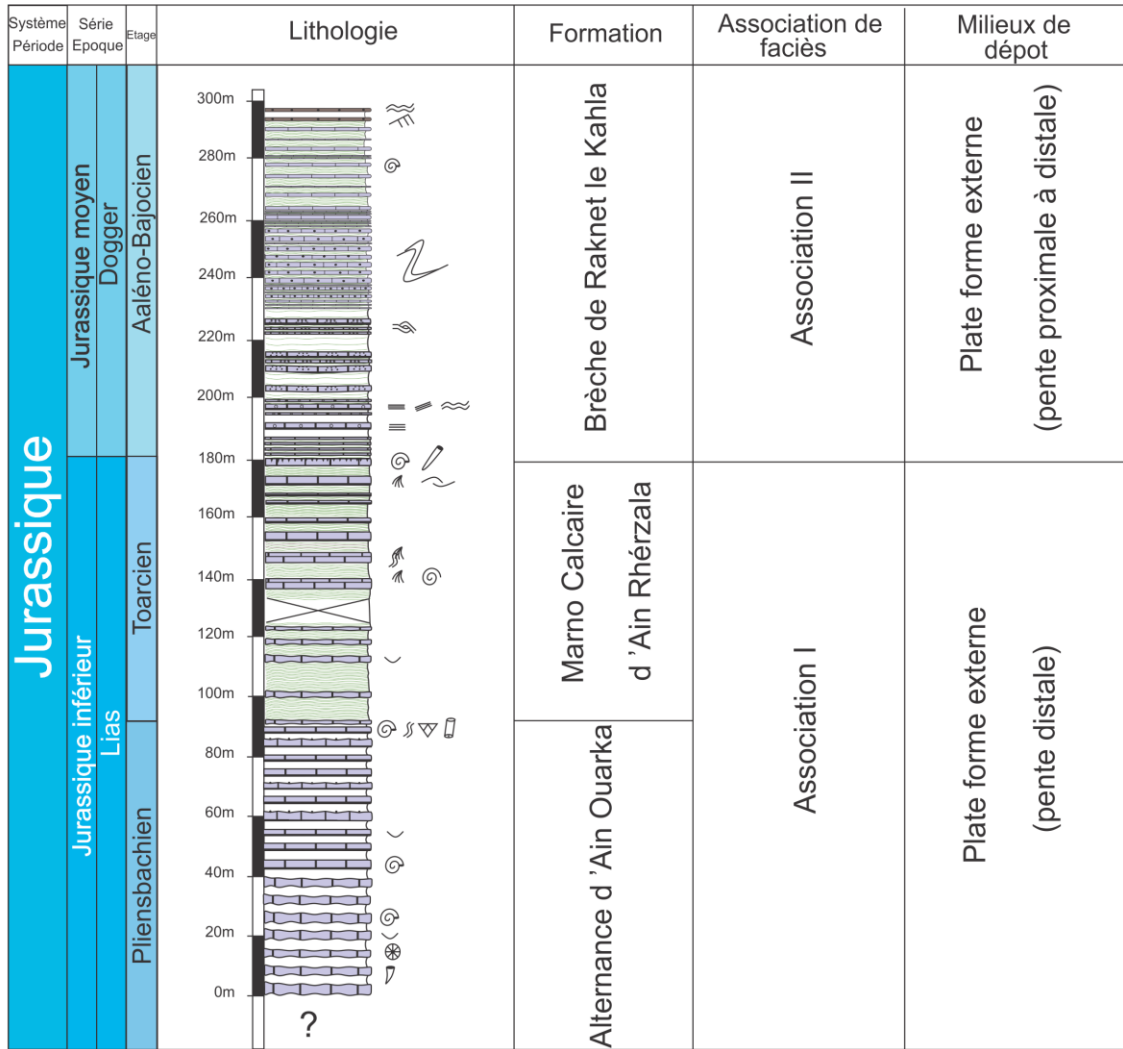


Fig. 34 : Associations de faciès et milieux de dépôts des formations du secteur du périclinal nord du Djebel Chemarikh.

III- ANALYSE SEQUENTIELLE

L'analyse séquentielle permet une meilleure connaissance des diverses relations entre faciès sédimentaires et leurs organisations verticales ainsi que les perturbations et les ruptures qui les affectent lors de leurs enregistrements (discontinuités).

Après avoir décrit et interprété le faciès, en termes de milieux de dépôts, dans le secteur d'étude nous essayerons dans ce chapitre d'aborder l'organisation verticale et horizontale des coupes.

A- Organisation séquentielle des formations d'étude (Fig. 35)

1- Séquence virtuelle

La séquence virtuelle pour les 3 formations d'étude (Alternance d'Ain Ouarka, Marno-calcaires d'Ain Rhézala et Brèches de Raknet el Kahla) correspond à l'évolution des textures définies par Dunham (1962) : Mudstone (M), Wackestone (W), Packstone (P) et Grainstone (G).

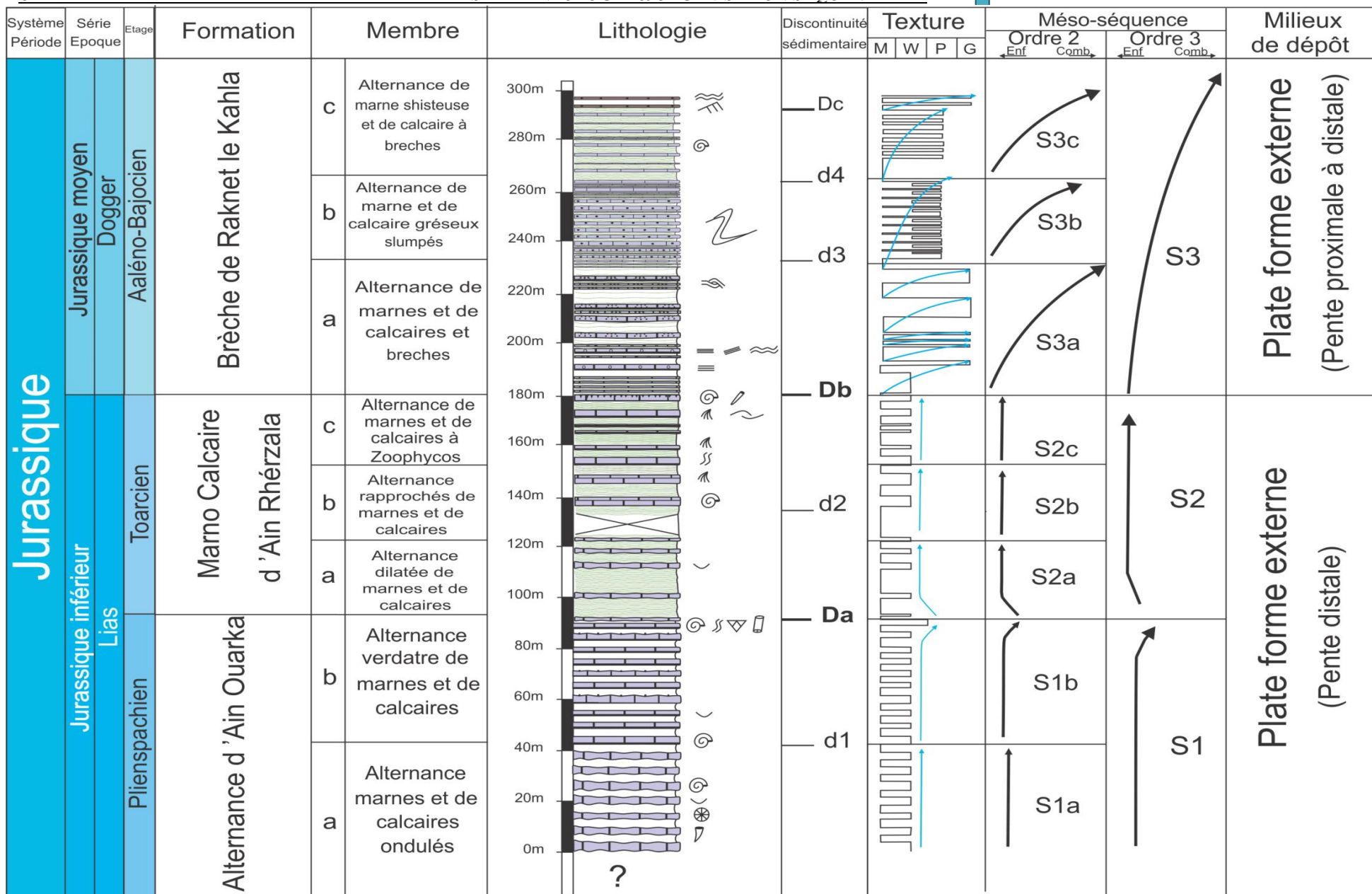


Fig. 35 : Evolution séquentielle des formations d'études (Coupe RB, RB').



## 2- Les discontinuités

La série sédimentaire étudiée depuis le Lias jusqu'au début Dogger est interrompue par des discontinuités principales portant le symbole (**D**) qui délimitent les formations sédimentaires. Elles sont matérialisés par :

- une surface ferrugineuse (**Da**, Fig. 35), bioturbée, à condensations d'ammonites. Elle marque la limite supérieure de l'Alternance d'Ain Ouarka (Pl. 1, fig. 4, 5 et 6) ;
- une surface durcie (*Hard ground*) encroutée (**Db**, Fig. 35) à bélemnites et ammonites de grandes tailles. Elle marque la limite supérieure des Marno-calcaires d'Ain Rhézala (Pl. 3, fig. 5, 6,7 et 8).
- cette discontinuité correspond à la surface inférieure d'un niveau silteux (**Dc**, Fig. 35). Elle marque la base de la formation argilo-détritique du Téniet el Klakh (Pl. 04, fig. 6) caractérisé par l'apparition du premier banc à caractère franchement détritique (banc silteux) ;
- des discontinuités secondaires (**d**, Fig. 35) intraformationnelles, utilisées pour les subdivisions des formations en membres.

## 3- Définition des séquences

L'évolution verticale texturale des formations montre 2 types de séquences : des séquences de 2<sup>ème</sup> ordre et des séquences de 3<sup>ème</sup> ordre *sensu* Delfaud (1972, 1974).

### 3.1- Séquences de 2<sup>ème</sup> ordre

Les plus petites séquences pouvant être définies dans les formations d'études sont d'épaisseur variable (5 à 40 m). Elles correspondent à plusieurs séquences élémentaires binaires observées au niveau des membres. Dans l'Alternance d'Ain Ouarka (membre inférieur S1a et supérieur S1b) et les Marno-calcaire d'Ain Rhézala (membre inférieur S2a, médian S2b et supérieur S2c), elles correspondent à des successions monotones, parfois rythmiques de marnes (Faciès A) et de calcaires micritiques (Sous-faciès B1).

Dans les Brèches de Raknet el Kahla, elles correspondent à des séquences calciturbiditiques de marnes et de calcaires bréchiques (membre inférieur S3a) et des successions de marnes et de calcaires noirâtres (membre médian S3b et supérieur S3c).

### 3.2- Séquences de 3<sup>ème</sup> ordre

Trois séquences d'ordre 3 ont pu être reconnues. Elles sont notées S1, S2 et S3.

### 3.1.1- Séquence S1

Cette séquence correspond à l'Alternance d'Ain Ouarka. Elle est représentée par une alternance marno-calcaire. Il s'agit d'une séquence d'un environnement de plate-forme externe où la sédimentation est mise en place par décantation dans milieu calme, à bathymétrie au-dessous de la limite d'action des vagues (dépôt de pente distale). Cette séquence est clôturée au sommet par la discontinuité **Da** (surface bioturbé à condensations d'ammonites). C'est une séquence transgressive à tendance vers l'enfoncement du bassin au Pliensbachien (Fig. 35).

### 3.1.2- Séquence S2

Cette séquence correspond aux Marno-calcaires d'Ain Rhézala. Il s'agit d'une séquence de plate-forme externe où les sédiments se sont mis en place par décantation, dans milieu calme à bathymétrie au-dessous de la limite d'action des vagues (dépôt de pente distale). Elle est représentée par une alternance marnes et de calcaires micritiques à dominances de marne dans le membre inférieur, puis calcaire vers le haut. Cette séquence est clôturée au sommet par la discontinuité **Db** matérialisé par une surface durcie (*Hard ground*) à bélemnites et ammonites de grande taille. C'est une séquence transgressive au Toarcien (Fig. 35).

### 3.1.3- Séquence S3

Cette séquence correspond aux Brèches de Raknet el Kahla. Elle est formée de séquences calciturbiditiques de marnes et de calcaires bréchiques (membre inférieur) et de marnes et de calcaires noirâtres (membre médian et supérieur). Cette séquence est limitée au sommet par la discontinuité **Dc** qui correspond à la surface inférieure d'un niveau silteux (**Dc**) témoignant du début de la sédimentation détritique du Téniet el Klakh. Il s'agit d'une séquence régressive à tendance vers le comblement du bassin à l'Aalénien et le Bajocien (Fig. 35).

## 4- CONCLUSION (Fig. 35)

L'évolution des dépôts et l'organisation séquentielles des formations d'étude au cours du Pliensbachien - Aaléno-Bajocien montre deux stades d'évolution : un stade d'enfoncement et un autre de comblement (Fig. 35).

### A- Stade d'enfoncement (Pliensbachien - Torcien)

L'Alternance d'Ain Ouarka et les Marno-calcaire d'Ain Rhézala sont mises en place au cours du Pliensbachien et le Toarcien. Les dépôts sont caractérisés par une sédimentation de plate-forme externe (dépôt de pente distale), suivant une organisation séquentielle transgressive à tendance vers l'enfoncement du bassin (Fig. 35). La zone d'Ain Ouarka a connue la subsidence la plus importante dans le sillon de l'Atlas saharien pendant le Lias supérieur (Mekahli, 1998, p. 188).

**B- Stade de comblement (Aaléno-Bajocien)**

Les Brèches de Raknet el Kahla sont mise en place au cours de l'Aaléno-Bajocien. Il s'agit de dépôts de plate-forme externe (pente proximale à distale), caractérisés à la base par des calciturbidites alimentés soit par le démantèlement des marge du bassin (Mekahli, 1998), soit par la destruction due à des phénomènes tectoniques d'assises carbonatées préexistantes. Vers le haut, la sédimentation évolue vers l'apparition de passés détritiques qui renseignent sur le début d'une sédimentation allochtone siliciclastique sur la pente. L'organisation séquentielle montre une séquence régressive à tendance vers le comblement du bassin au cours de l'Aaléno-Bajocien (Fig. 35). Cette séquence est clôturée au sommet par un niveau silteux du Téniet el Klakh qui confirme le stade de comblement.

## CARTOGRAPHIE

La réalisation du levé de carte géologique de la terminaison du périclinal nord du Dj. Chemarikh (Fig. 36) a nécessité 2 étapes : des travaux de terrain et des travaux de bureau.

### I- Travaux de terrain

Nous avons procédé en premier lieu à des itinéraires de reconnaissance en prenant des mesures de pendages, de plans de failles et en délimitant les affleurements reconnues. Les contours que l'on peut observer sur la carte correspondent aux limites des principales formations (Fig.36).

### II- Les travaux au bureau

Pour cette seconde étape, nous avons utilisé comme support à notre travail les cartes suivantes :

- carte topographique de Djebel Tanout au 1/50 000 (Feuille n°609) ;
- carte photogéologique d'Aïn Sefra au 1/100.000 de Galmier (1972).

Grâce au logiciel CorelDRAW X8, nous avons représentés les formations par leur couleur conventionnels, tracé les failles et les pendages mesurés et superposé la carte topographique du secteur d'étude (Feuille n°609) sur une image satellite (Google Earth) pour actualiser les données hydrographique et antropique.

Les différentes formations sont représentées par leur couleur et la notation correspondante, en fonction de la charte internationale. Devant chaque rectangle correspondant aux formations nous avons cité brièvement l'âge et la nature lithologique en se basant de nos observations de terrain.

### III- Résultats

Les terrains du périclinal nord du Dj. Chemarikh sont essentiellement du Trias et du Jurassique :

- le Trias est représenté par le diapir d'Ain Ouarka, formé par des argiles versicolores à gypse et surmonté par du sel ;
- le Jurassique inférieur (Lias) est représenté par les Alternances d'Ain Ouarka et les Marnocalcaires d'Ain Rhézala ;
- le Jurassique moyen (Dogger) est représenté par les Brèches de Raknet el Kahla et Téniet el Klakh ;
- les terrains quaternaires reposent en discordance sur le ceux du Secondaire et occupent le glacis de Raknet el Kahla et des cours d'eau, notamment celui de Oued Bou Ammoud.

## CONCLUSION GENERALE

L'étude lithostratigraphique dans la terminaison périclinale septentrionale du Dj. Chemarikh nous a permis de reconnaître 3 formations : Alternances d'Ain Ouarka, Marno-calcaires d'Ain Rhézala et Brèches de Raknet el Kahla. Celles-ci ont été subdivisées en plusieurs membres.

La récoltes de d'ammonites et d'un spécimen de brachiopode confirme, au mois par endroits, les attributions biostratigraphiques précédentes (Bassoullet, 1973 ; Douihasni, 1974, 1976 ; Mekahli, 1995, 1998). En effet, *Aegoceras sp.* attribue les Alternances d'Ain Ouarka au Carixien ; *Calliphyloceras*, *Lytoceras*, *Furloceras gr. chelussii* (Parisch et Viale) et le spécimen de brachiopode *Lingothyris aspasia* (ZITTEL) indique un âge Toarcien inférieur et moyen pour les Marno-calcaires d'Ain Rhézala.

L'étude sédimentologique nous a permis de définir 2 faciès principaux : Marnes (Faciès A) et Calcaires (Faciès B). Ce dernier a été subdivisé en 5 sous-faciès. Cette étude a été complétée par l'application des méthodes d'analyse et d'interprétation des microfaciès de Flügel (2010) et a aboutit à définir 3 types de microfaciès (*MicroFacies Types* ou MFT). Les associations faciologiques attribuent aux dépôts des Alternances d'Ain Ouarka et des Marno-calcaires d'Ain Rhézala un environnement de pente distale et à ceux des Brèches de Raknet el Kahla, un milieu de pente proximale à distale.

Le découpage séquentiel pendant le Carixien et le Toarcien (Alternances d'Ain Ouarka et Marno-calcaires d'Ain Rhézala) a permis de définir 2 séquences transgressives de 3<sup>ème</sup> ordre à tendance vers l'enfoncement du bassin et une séquence de cet ordre, au cours de l'Aaléno-Bajocien au niveau des Brèches de Raknet el Kahla qui montre une inversion de tendance avec la mise en place de dépôts régressifs à tendance vers le comblement du bassin. L'ensemble est clôturé par l'arrivée de décharges détritiques (Formation du Teniet el Klakh) qui confirme ce comblement.

Enfin, nous présentons à la fin de ce travail un levé de carte géologique de cette partie du Dj. Chemarikh qui nous permettra d'évaluer la répartition spatio-temporelle des affleurements des différentes formations.



# Carte géologique du périclinal nord du Djebel Chemarikh

235



236

QUADRIAGE KILOMÉTRIQUE - PROJECTION LAMBERT SUD ALGÉRIE

## LEGENDE


### Terrain sédimentaire

#### Quaternaire



-  alluvion moderne, dépôt récent
-  alluvion ancienne, formation tufacées

#### Jurassique


##### Dogger

-  Marnes, calcaires, brèches, grès, Argile (Brèches de Raknet le Kahla, Tniet le klakh)




##### Lias

-  Marnes, calcaires noduleux (Marno-calcaires d'Ain Rhézala)  
Lias supérieur
-  Marnes, calcaires (Alternance d'Ain Ouarka)  
Lias moyen

##### Trias

-  Argilite a gypse et intercalion de basalte

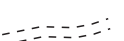
### Signe conventionnelle

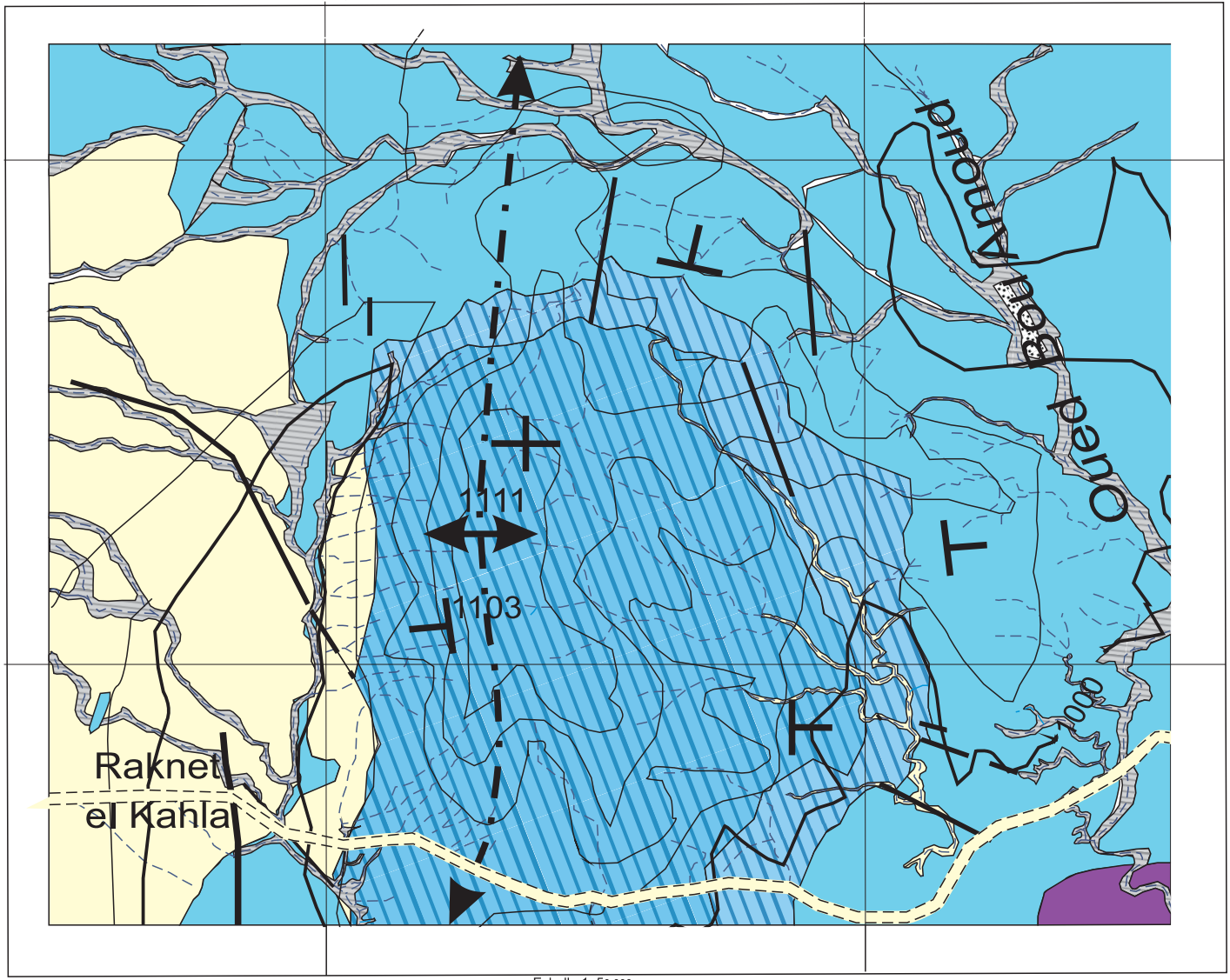
-  horizontalité
-  pendage
-  Axe d'anticlinale

 Limite lithologique

 Faille

 Faille probable

 Vois de grande communication (goudronné)



243

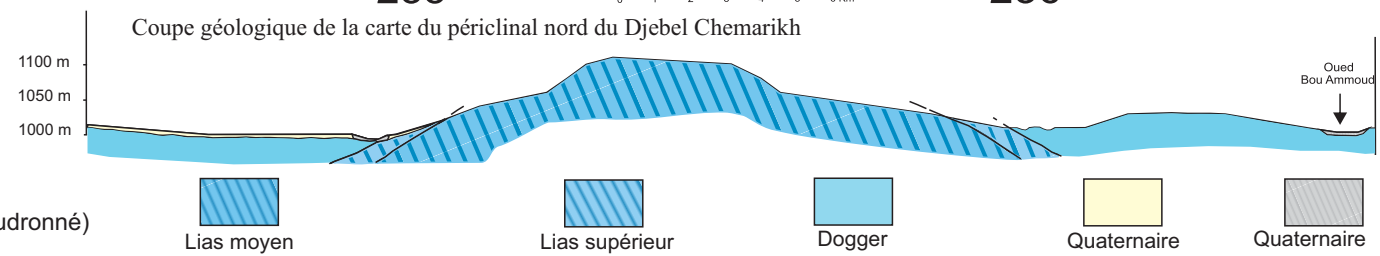
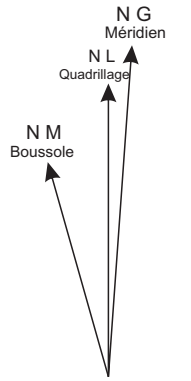
242

235

236

Echelle 1: 50.000  
0 1 2 3 4 5 6 Km

L'équidistance des courbe est de 20 mètres



## Liste des figures

- Fig. 01 :** Situation générale des Monts des Ksour (d'après Douihasni, 1976).....5
- Fig. 02 :** Carte de situation des principaux affleurements réalisée à partir d'une mosaïque de 4 photos satellites (d'après Kacemi, 2013).....6
- Fig. 03 :** Situation du secteur d'étude.7
- Fig. 04:** Les ensembles structuraux des Monts des Ksour (D'après Douihasni, 1976, modifié par Kacemi, 2005).....9
- Fig. 05:** Carte structurale des Monts des Ksour (d'après Mekahli, 1998, légèrement modifié)....10
- Fig. 06:** Carte géologique des Monts des Ksour (extraite de la carte d'Algérie) (Cornet *et al.*, 1951, *in* Kacemi, 2013).11
- Fig. 07 :** Colonne lithologique du gisement basaltique d'Ain Ouarka.12
- Fig. 08:** Carte géologique et structural du secteur d'Aïn Ouarka (D'après Douihasni, 1976, modifié). 13
- Fig. 09 :** Tableau récapitulatif des différents axes construits (d'après Douihasni, 1976). 15
- Fig. 10 :** subdivision lithostratigraphique et principaux travaux effectués dans le secteur d'Ain Ouarka (Trias au Toarcien). 17
- Fig. 11:** subdivision lithostratigraphique principaux travaux effectués dans le secteur d'Ain Ouarka (Aalénien au Tithonien). 18
- Fig. 12 :** Localisation des coupes d'Ain Ouarka levées par Mekahli (1998) par rapport à notre secteur d'étude. 22
- Fig. 13 :** itinéraire et localisation des coupes (Extrait de la carte topographique de Djebel Tanout-Feuille n°609 -au 1/50 000). 23
- Fig. 14:** Cadre biostratigraphique adopté. Découpage biostratigraphique précis du Pliensbachien en zones et sous-zones d'après Page (2003). Les âges numériques sont issus de la charte GTS 2016 (Ogg *et al.*, 2016 *in* Axelle, 2016 ). 24
- Fig. 15:** Cadre biostratigraphique adopté pour le Toarcien (Elmi *et al.*,1997 *in* Douas 2012 ) Les âges numériques sont issus de la charte GTS 2016 (Ogg *et al.*, 2016 *in* Axelle, 2016 ). 24
- Fig. 16 :** Légendes figures utilisées. 26
- Fig. 17 :** colonne lithologique de la Coupe Route Boussemghoun (RB). 27
- Fig. 18 :** Colonne lithologique de la Coupe Route Boussemghoun (RB'). 29
- Fig. 19:** Classification des roche carbonatées d'après Dunham (1962) et Folk (1956, 1962). 32
- Fig. 20 :** Classification de Folk modifiée par Strohomenger et Wirsing (1991). 33



- Fig. 21:** Les zones de faciès (*FZ*) pour le modèle de plate-forme carbonatée et distribution des types de microfaciès standards (*SMF*) (d'après Flügel, 2010). 34
- Fig. 22 :** Inventaire des faciès définis au niveau des formations d'étude. 36
- Fig. 23 :** Caractéristique microfaciologique des échantillons des formations « Ain Ouarka », « Ain Rhézala », « Raknet el Kahla » et « Téniet el Klakh » dans le secteur de la continuité Nord du Djebel Chemarikh. 38
- Fig. 24 :** Modèle de plate-forme carbonatée barrée de Wilson (1975) des Zones Standards de Faciès (*Standard Facies Zones* ou *SFZ*). 41
- Fig.25 :** tableau sommaire des types microfaciès et leur environnements de dépôt, les colonnes du (Standard Microfacies Types) et (Facies Zone) indique l'équivalent du (Microfacies Types) par la méthode de Flügel (2010). 42
- Fig. 26 :** MFT 01 (Mudstone bioclastique et Pélagique). 43
- Fig. 27 :** MFT 02 (Grainstone oolithique à oolithes concentriques) 44
- Fig. 28 :** MFT 03 (Packstone à grainstone à micro-brèches bioclastiques lithoclastiques). 45
- Fig. 29:** Les Principaux faciès et leurs caractéristiques dans le secteur de la continuité Nord du Djebel Chemarikh. 47
- Fig. 30:** Séquence idéale de Bouma montrant les divisions Ta, Tb, Tc, Td et Te. L'interprétation conventionnelle est que la séquence entière est le produit d'un courant de turbidité (Bouma, 1962). 50
- Fig. 31:** La séquence turbidite idéale de calcaires «allodapique» d'après Meischner (1964) 50
- Fig. 32:** model des environnements de dépôt Dans le secteur de la continuité Nord du Djebel Chemarikh. 52
- Fig. 33 :** Association de faciès et milieux de dépôt des formations du secteur de la continuité Nord du Djebel Chemarikh. 53
- Fig. 34 :** Evolution séquentielle des formations d'études (Coupe RB, RB'). 56
- Fig. 35 :** les stades paléogéographiques au cours de la mise en place des formations du secteur du périclinal nord du djebel Chemarikh. 60



## TABLES DES MATIERES

AVANT-PROPOS  
TABLES DES MATIERES  
RESUME

## CHAPITRE I- GENERALITÉS

Pages

I- CADRE GEOGRAPHIQUE.....	5
A- Cadre géographique général des Monts de Ksour.....	5
B- Morphologie générale des Monts des Ksour .....	6
C- Cadre géographique général du secteur d'étude.....	6
D- Cadre géographique local du secteur d'étude.....	7
II- CADRE GEOLOGIQUE & STRUCTURAL.....	7
A- Cadre géologique et structural des Monts des Ksour.....	7
1- Les grandes coupures tectoniques.....	8
2- Les grands alignements dans l'Atlas saharien occidental.....	9
3- Aperçu géologique sur les Monts des Ksour.....	10
B- Cadre géologique et structural du secteur d'Ain Ouarka.....	11
1- Cadre géologique du secteur d'Ain Ouarka.....	11
1.1.1- La série triasique.....	11
1.1.2- La série jurassique.....	12
C- Cadre structural du secteur d'Ain Ouarka.....	15
IV- HISTORIQUE DES TRAVAUX REALISES A AIN OUARKA.....	16
V- Objectif et méthodologie du travail.....	20
A-Objectifs.....	20
1- Travaux de terrain.....	20
2- Les travaux au laboratoire et interprétation.....	20

## CHAPITRE II - LITHOSTRATIGRAPHIE &amp; BIOSTRATIGRAPHIE

21

INTRODUCTION.....	21
I- DELIMITATION DU SECTEUR D'ETUDE.....	23
II- L'ECHELLE BIOSTRATIGRAPHIQUE UTILISEE.....	25
III- LITHOSTRATIGRAPHIE.....	25
A-Définition des formations.....	27
B- Description des coupes.....	27
1- Description de la coupe RB.....	27
1.1- "Alternances d'Ain Ouarka".....	27
1.1.1- Membre a : Alternance de marnes et de calcaires ondulés .....	27
1.1.2- Membre b : Alternance verdâtre de marnes et de calcaires.....	28
1.2- Marno-calcaires d'Ain Rhézala.....	28
1.2.1- Membre a : Alternance dilatée de marnes et de calcaires.....	28
1.2.2- Membre b : Alternance de marnes et de calcaires à <i>Zoophycos</i> .....	29
2- Description de la coupe RB'.....	30
2.1- Marno-calcaires d'Ain Rhézala .....	30
2.1.1- Membre a : Alternance dilatée de marnes et de calcaires.....	30
2.1.2- Membre b : Alternance rapprochée de marnes et de calcaires.....	30
2.1.3- Membre c : Alternance de marnes et de calcaires à <i>Zoophycos</i> .....	30
2.2- Les Brèche de Raknet el Kahla .....	31
2.2.1- Membre a Alternance de marne et de calcaire et brèche.....	31

2.2.2- Membre b : Alternance de marnes et de calcaires gréseux slumpés.....	31
2.2.3- Membre c : Alternance de marnes schisteuses et de calcaires noirâtres.....	31

### CHAPITRE III - SEDIMENTOLOGIE & ORGANISATION SEQUENTIELLE

I- METHODES & GENERALITES.....	32
II- Faciès, microfaciès et associations de faciès.....	35
A-Définitions.....	35
1- Notion de faciès.....	35
2- Notion de microfaciès.....	35
3- Notion de types de microfaciès standard.....	35
4-Notion d'association et séquences de faciès.....	36
B- Inventaire et description des faciès.....	36
1- Faciès A : les marnes.....	37
2- Faciès B : les calcaires.....	37
2.1- Sous-faciès B 1 : Calcaires micritiques.....	37
2.2- Sous-faciès B 2 : Calcaires à condensation d'Ammonites.....	37
2.3- Sous-faciès B3 : Calcaires oolithiques.....	39
2.4- Sous-faciès B4 : Calcaires brèchiques.....	40
2.5-Sous-faciès B5 : les calcaires noirâtres à passées gréseuses .....	40
C-Inventaire des microfaciès type :.....	41
1- Microfaciès type 01: MFT 01 Pélagique, bioclastique mudstone .....	42
2- Microfaciès type 02: MFT 02 grainstone oolithique à oolithes concentrique.....	43
3- Microfaciès type 03: MFT 03 Microbrèche bioclastique-lithoclastique packstone à grainstone .....	44
D-Association de faciès (interprétation et environnement de dépôt) :.....	45
1-Association I : Marne-Calcaire.....	46
2-Association II : Marne-Brèches .....	48
2.1-Variante (1) : Alternance marne - calcaires brèchiques .....	48
2.2 Variante (2) : Alternance marnes– calcaires noirâtre .....	51
III. ANALYSE SEQUENTIELLE .....	52
A. Introduction .....	52
B- Organisation séquentielle des formations d'étude .....	52
1-Séquence virtuelle .....	52
2- Les discontinuités.....	54
3- Définition des séquences.....	54
3.1- Séquences de 2 <sup>ème</sup> ordre.....	54
3.2- Séquences de 3 <sup>ème</sup> ordre.....	54
IV. CONCLUSION .....	55
A- Stade d'enfoncement (Pliensbachien - Torcien).....	55
B- Stade de comblement (Aaléno-Bajocien).....	56

### CHAPITRE IV- CARTOGRAPHIE

I- Travaux de terrain.....	57
II- Les travaux au bureau.....	57
III- Résultats .....	57
IV- Conclusion générale.....	58



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ameur. M. (1988)**- Histoire d'une plate forme carbonatée de la marge sud-téthysienne. L'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. *Thèse Doct. Et.*, Lyon, 551 p, p.5-12.
- Ait Ouali R. (1991)**- Le rifting des Monts des Ksour au Lias: Organisation du bassin, diagénèse des assises carbonatées, place dans les ouvertures mésozoïques au Maghreb. *Thèse Doct. ès Sci. U.S.T.H.B.* 302 p.
- Bassoulet J.P. (1973)** - Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse Sci. Nat., Paris VI*, 497p., p43-45.
- Bendoudou M et Hammadi A. (2007)** – Cartographie numérique au 1/50 000 de la feuille du Djebel Boularhad « Ain Ouarka – Atlas Saharien occidental ». *Mém. Ingén. Etat, Univ Oran*, 99p, p.7.
- Biju-Duval B. (1999)** - Géologie sédimentaire. Bassin, environnements de dépôt, formation du pétrole. Ed. Technip. Paris, *Inst. FR. Pétr.*, France. 735p.
- Bouma, A.H., Brouwer, A. (eds.) (1964)**: Turbidites. - *Dev. Sedimentology*, 3, 264 pp., Amsterdam (Elsevier)
- Cornet A. (1952)**- L'Atlas saharien sud-Oranais. XIXème Congr. Géol. Intern., Alger. Monographie régionale, 1ère sér., 12, 51 p., 9 fig., 1 pl.
- Delfaud J (1974)** – La sédimentation deltaïque ancienne. Exemples Sahariens. *Bull. Centre. Recherches, Pau, SNPA*, 8, 1, pp.241-263.
- Douhasni M. (1973)**- Etude structural de la terminaison nord-orientale de l'anticlinale d'Ain Ouarka (Atlas saharien occidental). *Mém. D.E.A.*, Oran, 113 p., inéd.
- Douhasni M. (1976)** - Etude géologique la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (partie centrale des Monts des Ksour) - Analyse structurale -Tome I : Stratigraphie. *Thèse 3<sup>ème</sup> cyc.* Oran : Université d'Oran, 115p, p208, fig. 49.
- Douhasni M. (1976)** - Etude géologique la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (partie centrale des Monts des Ksour) - Analyse structurale -Tome I : Stratigraphie. *Thèse 3<sup>ème</sup> cyc.* Oran : Université d'Oran, 115p, p210, tab. 1.
- Douhasni M. (1976)** - Etude géologique la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (partie centrale des Monts des Ksour) - Analyse structurale -Tome I : Stratigraphie. *Thèse 3<sup>ème</sup> cyc.* Oran : Université d'Oran, 115p, p06, fig. 1.

- Douhasni M. (1976)** - Etude géologique la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (partie centrale des Monts des Ksour) - Analyse structurale -Tome I : Stratigraphie. Thèse 3<sup>ème</sup> cyc. Oran : Université d'Oran, 115p, p120.
- Douhasni M. (1976)** - Etude géologique la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (partie centrale des Monts des Ksour) - Analyse structurale -Tome I : Stratigraphie. Thèse 3<sup>ème</sup> cyc. Univ Oran, 115p, p192-193.
- Dunham, R.J. (1962)** - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. - Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem., 1, 108-121, 7 Pl.,
- Elmi.S., Ruleau.L.Gabilly.J & Mouterde. R. (1997)** - Etage Toarcien *In* Cario E., Hantzpergue P. (Ed) – Biostratigraphie du jurassique ouest européen méditerranéen. Bull. Centeres Rech. Elf Explor – Prod., 17: 25-26
- Fellah, A. (2009)** - L'Anticlinal de Ben Zireg : Lithostratigraphie, Evolution séquentielle et Environnements de dépôts au Dévonien inférieur et moyen (Béchar, Sahara algérien nord-occidental). *Mém. Magister*, Univ Oran, 138p, p.97.
- Filali H. (2015)** - Cartographie géologique du secteur de Tiourtelt (Chebkat Tassloh) Atlas Saharien Occidental. Mém. Mast. Tlemcen : Université a.b.b Tlemcen, 63p, P.5-6.
- Flügel, E. (1982)** - Microfaciés analysis of Limestones. Springer- Verlag Heidelberg, New York, 633p.
- Flügel, E. (2010)** - Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 1005p; p 348-360.
- Flügel, E. (2010)** - Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 1005p; p 348-360, Fig. 8.4, Fig.8.7.
- Flügel, E. (2010)** - Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 1005p; p 721, Fig. 14.29.
- Flügel, E. (2010)** - Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 1005p; p 575.
- Flügel, E. (2010)** - Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 1005p; p 657-721.
- Flügel, E. (2010)** - Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010, 1005p; p 575.

- Folk, R.L. (1959)** - Practical petrographic classification of limestones. - Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull., 43/1, 1-38, 41
- Galmier D. (1951)** - Sur l'existence d'un accident tectonique nord atlasique dans la région de forthassa.C.R.Acad. Sci., Paris, 232, pp.999-1001.
- Galmier D. (1972)** – Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Algerie), service géologique de l'Algérie, 1972, 164p.
- Kacemi A. (2013)** - Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. Thèse Doc. Sci. Tlemcen : Université a.b.b Tlemcen, 229p, p.32, fig. 06.
- Kacemi A. (2013)** - Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. Thèse Doc. Sci. Tlemcen : Université a.b.b Tlemcen, 229p, p.19.
- Kacemi A. (2013)** - Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. Thèse Doc. Sci. Tlemcen : Université a.b.b Tlemcen, 229p, p.20.
- Kazi Tani N. (1986)** – Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien.Approche mégaséquentielle. Thèse Doct., Sci., n°53 ,Univ. Pau et Pays de l'Adour ,2t., 871p., p 970
- Laffite (1939)** – Etude géologique de l'Aurès. Thèse Paris et Bull.Serv.Carte Géol. Algérie. Alger 2éme Ser.15.484p.
- Mekahli L. (1998)** – Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, évolution paléogéographique et stratigraphique séquentielle. Docum. Lab.Géo.Lyon, France, n°147,319 p, p24.
- Meddah A. (2010)** – La province magmatique de l'Atlantique central (CAMP) Dans le bassin des Ksour (Atlas saharien occidental algérie). Thèse Doc. Sci. Univ Oran, 143p, p11.
- Meddah et al., (2017)** - The Triassic-Liassic volcanic sequence and rift evolution in the Saharan Atlas basins (Algeria). Eastward vanishing of the Central Atlantic magmatic province. Geological Acta, Vol.15, N° 1, March 2017, 11-23, I, 23p, p.14, fig. 03.
- Meischner, D. (1964):** Allodapische Kalke, Turbidite in riffnahen Sedimentations-Becken. - In: Bouma, A.H. and Brouwer, A. (eds.): Turbidites. - Dev. Sedimentol., 3, 156-191, 5 Figs., 3 Pls., Amsterdam
- Mekahli L. (1998)** - Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, évolution paléogéographique et stratigraphique séquentielle. Docum. Lab.Géo.Lyon, France, n°147,319 p, p88-97.



**Mekahli L. (1998)** - Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, évolution paléogéographique et stratigraphique séquentielle. Docum. Lab.Géo.Lyon, France, n°147,319 p, p39-40.

**Ogg J.G., Ogg G.M., & Gradstein F.M. (2016)**- A Concise Geologic Time Scale: 2016. Elsevier,

**Ouali Mehadji A. (1995)**. - Les brachiopodes bajocien supérieur-Bathonien inférieur des Monts des Ksour (Atlas saharien occidentale, Algérie) paléontologie, biostratigraphie et paléoécologie. Thèse Magister, Univ. D'Oran, Algérie : 220 p., 8 fig., 2 pl.

**Ritter E. (1902)** - Le Djebel Amour et Monts des Ouleds Nail. Bull.Serv.Carte Géol. Algérie ,2°série, n°3, 100p.

**Seilacher, A. (2007)** - Trace Fossil Analysis, Springer - Verlag Berlin Heidelberg 2007, 217p, p40.

**Tucker, M.E., Bathurst, R.G.C. (eds.) (1990)**- Carbonate diagenesis. - Int. Ass. Sedimentol. Reprint Ser., 1, 312 pp., Cambridge/Mass. (Blackwell)

**Techenar. S (2001)** - Etude des Foraminifères Benthiques des Séries Liasique et de la base du Dogger de la région d'Ain Ouarka (Monts des Ksour, Atlas Saharien Occidental). Mém. Ingén. Etat, Univ Oran, 78p, p.57.

**Wilson, J.L. (1975)** - Carbonate facies in geologic history. - 471 pp., 183 Figs., 30 Pls., New York (Springer).

## PLANCHE 1

### Formation des Alternance d'Ain Ouarka (Coupe RB)

**Fig. 1 :** Membre a : Alternance de marnes et de calcaires ondulés (Coupe RB).

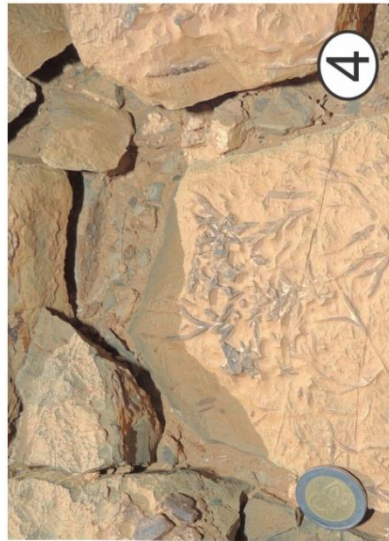
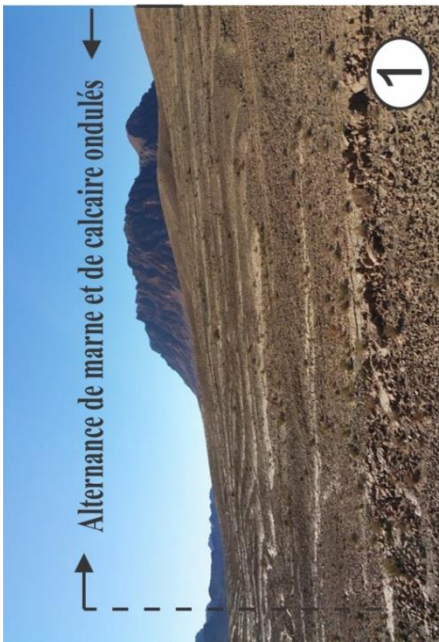
**Fig. 2 :** *Aegoceras sp.* Carixien (Pliensbachien inférieur).

**Fig. 3 :** surface ferrugineuse dans l'Alternance verdâtre de marnes et de calcaires.

**Fig. 4 :** niveau de calcaire bioturbé à *Chondrites Targinoi*. Limite supérieur de la formation d'Ain Ouarka (Coupe RB),

**Fig. 5 :** niveau à condensation d'ammonite Limite supérieur de la formation d'Ain Ouarka (Coupe RB)

**Fig. 6 :** niveau à condensation d'ammonite Limite supérieur de la formation d'Ain Ouarka (Coupe RB),



## PLANCHE 2

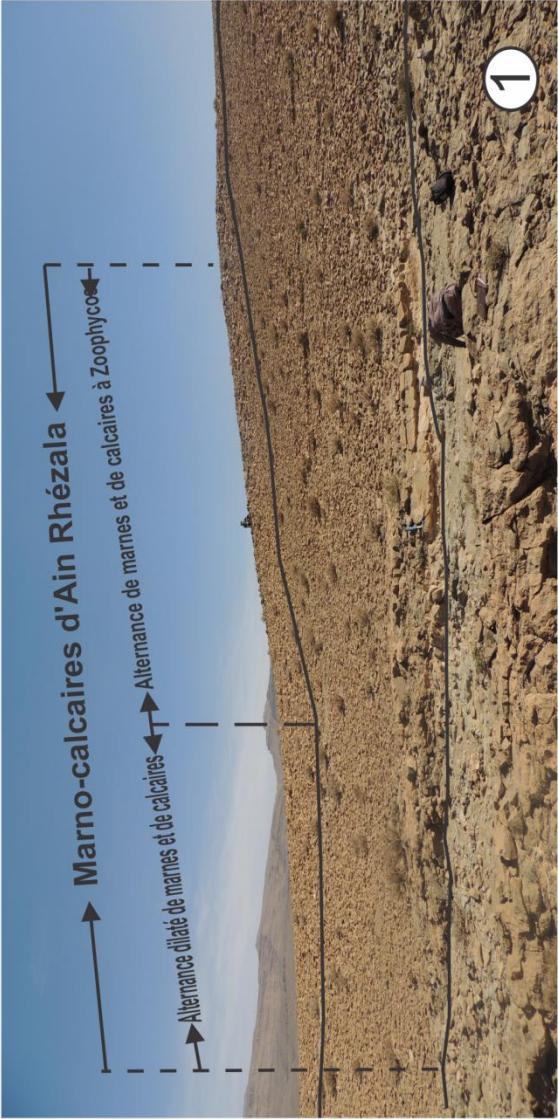
### Formation des Marno-calcaires d'Ain Rhézala (Coupe RB)

**Fig. 1 :** Panorama générale des affleurements de la formation.

**Fig. 2 :** Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos*.

**Fig. 3, 4, 5 :** *Zoophycos* dans le membre de l'Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos*.

**Fig. 6 :** Ammonites naines et ferrugineuses dans l'Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos*.



## PLANCHE 3

### Formation des Marno-calcaires d'Ain Rhézala (Coupe RB')

**Fig. 1 :** Membre a : Alternance dilatée de marnes et de calcaires (Coupe RB')

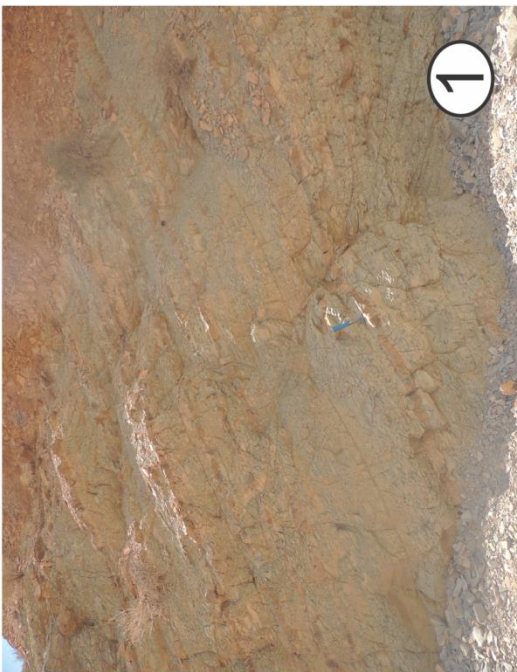
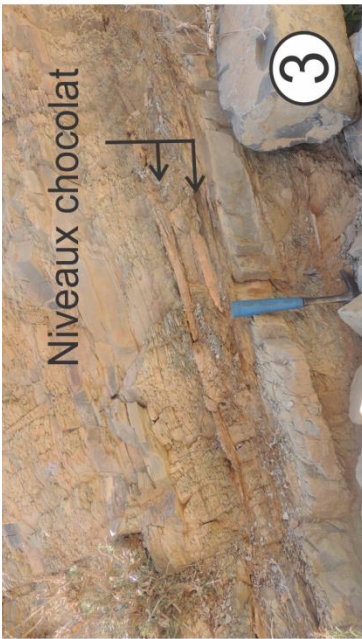
**Fig. 2 :** Niveau de calcaire bioturbé à *Chondrites isp* dans l'Alternance rapprochée de marnes et de calcaires.

**Fig. 3 :** Niveaux sombres (niveaux "chocolat") dans Alternance rapprochée de marnes et de calcaires.

**Fig. 4 :** *Zoophycos* dans le membre de l'Alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos*.

**Fig. 5 :** Surface durcie (*Hard ground*) qui marque la limite supérieure de cette formation.

**Fig. 6, 7, 8 :** ammonites de grande taille et des rostrés de belemnite



## PLANCHE 4

### Formation de Brèches de Raknet el Kahla(Coupe RB')

**Fig. 1 :** une alternance, très rapprochée, de calcaires et de marnes blanchâtres à verdâtre dans l'Alternance de marnes, de calcaires et de brèches.

**Fig. 2 :** calcaires oolithiques à rides de courants et des litages horizontaux gradés dans l'Alternance de marnes, de calcaires et de brèches.

**Fig. 3 :** calcaires oolithiques à litage entrecroisés, ou lenticulaires dans l'Alternance de marnes, de calcaires et de brèches.

**Fig. 4 :** niveau de calcaires bréchiques dans l'Alternance de marnes, de calcaires et de brèches.

**Fig. 5 :** des glissements synsédimentaires (Slumps) dans l'Alternance de marnes et de calcaires gréseux slumpés.

**Fig. 6 :** le premier banc silteux de la formation du Téniet el Klakh.



PI. 04

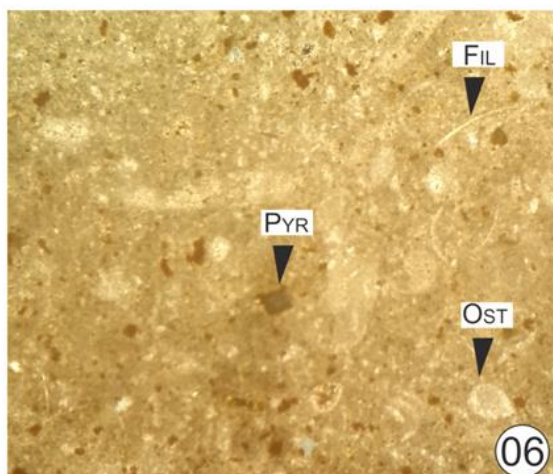
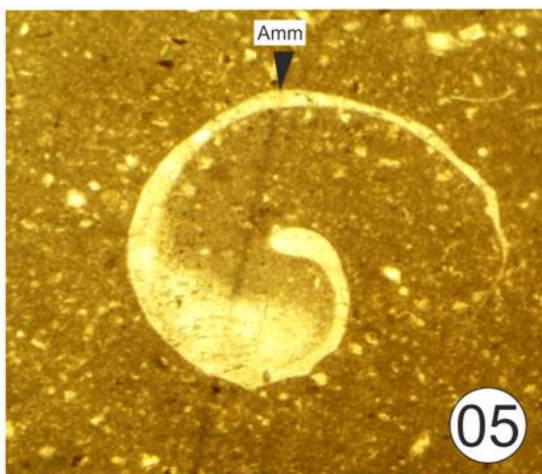
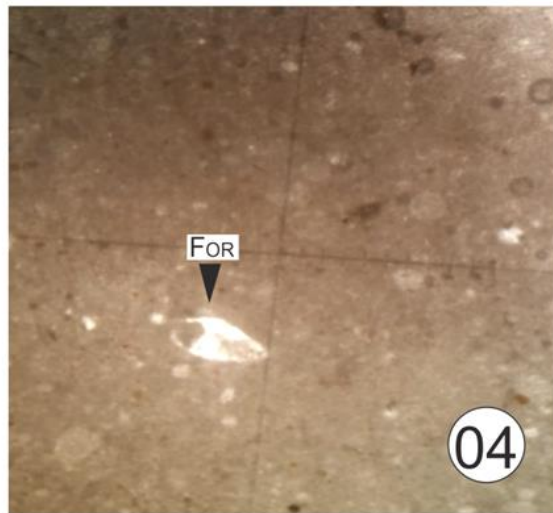
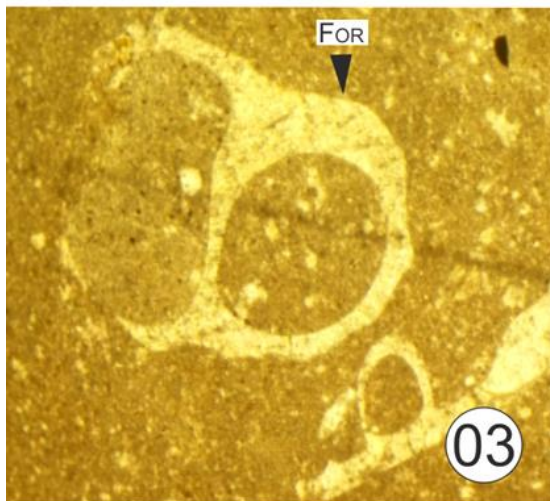
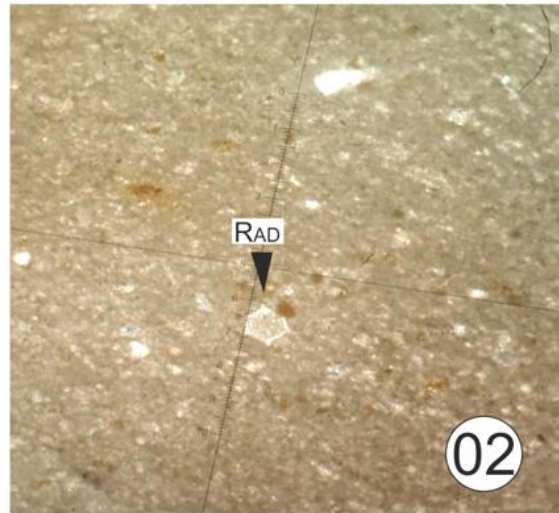
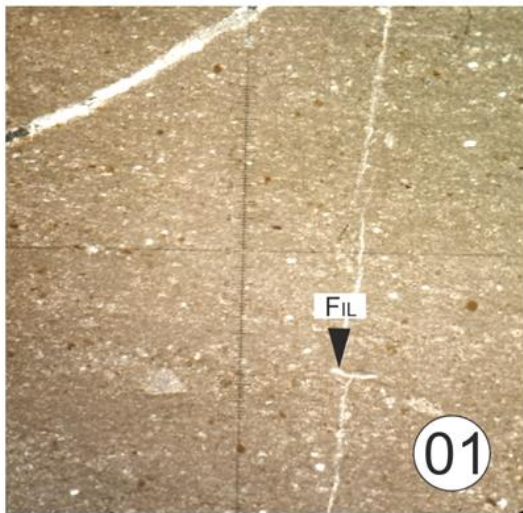




## PLANCHE 05

### Formation des Alternance d'Ain Ouarka et les Marno-calcaires d'Ain Rhézala (Coupe RB)

- Fig. 1 :** Biomicrite de texture wackestone à tests fins de bivalves (Alternance verdâtre de marnes et de calcaires). ; milieu : plate forme externe (pente distale)
- Fig. 2 :** Biomicrite de texture wackestone qui montre un radiolaire calcifié (Alternance d'Ain Ouarka). ; milieu : plate forme externe (pente distale).
- Fig. 3 :** Biomicrite de texture wackestone à sections de foraminifères (*Nodosaria*) (Alternance d'Ain Ouarka). ; milieu : plate forme externe (pente distale).
- Fig. 4 :** Biomicrite à sections de foraminifères (*Lenticulina*) à texture wackestone (Alternance d'Ain Ouarka). ; milieu : plate forme externe (pente distale).
- Fig. 5 :** Biomicrite à texture wackestone qui montre une section d'ammonite a remplissage géopétale (Alternance d'Ain Ouarka) ; milieu : plate forme externe (pente distale).
- Fig. 6 :** Biomicrite de texture wackestone à sections d'ostracodes, pyrite et tests fins de bivalves, (Alternance d'Ain Rhézala). ; milieu : plate forme externe (pente distale).



## PLANCHE 06

### Formation des Brèches de Raknet el Kahla (Coupe RB)

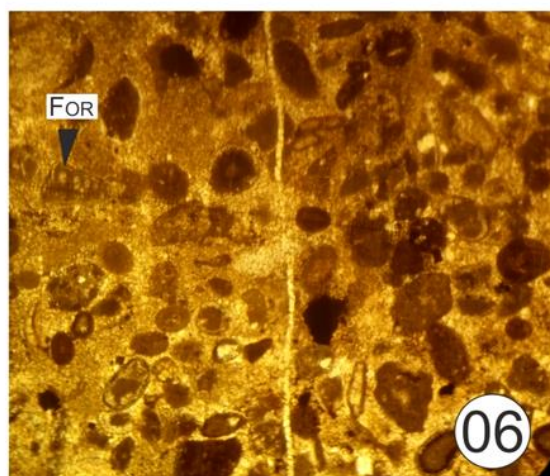
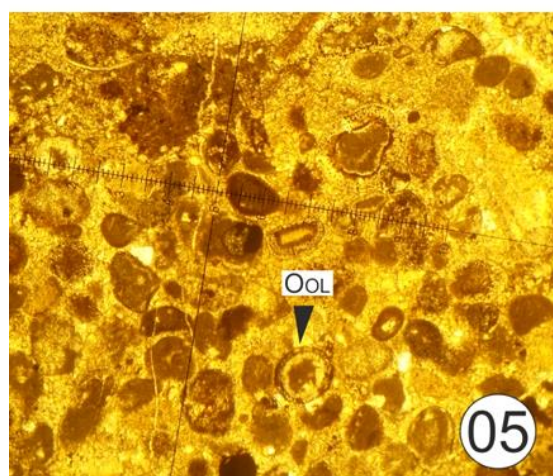
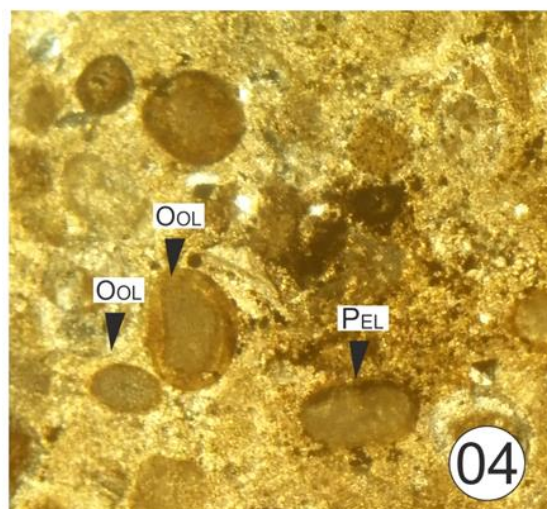
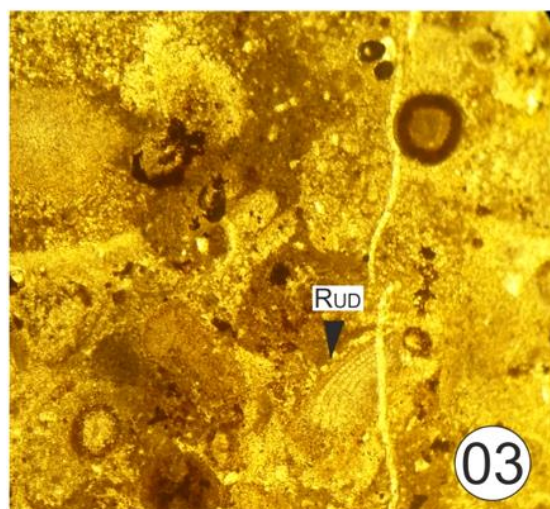
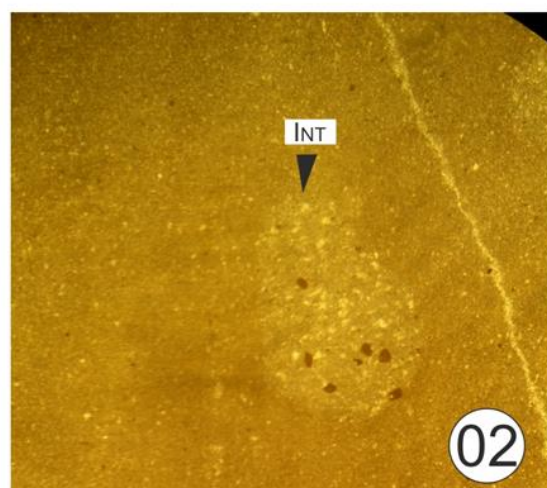
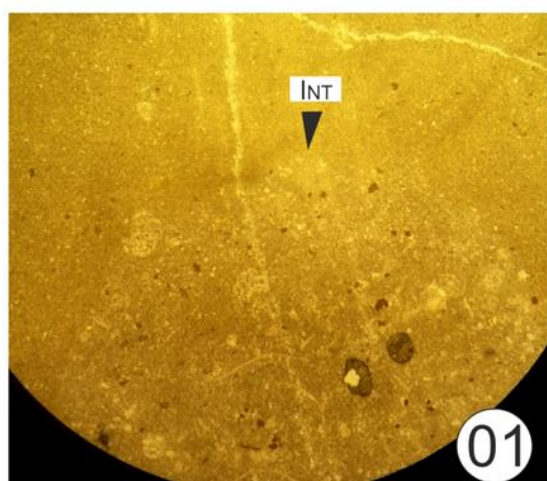
**Fig. 1, 2 :** Intramicrite de texture wackestone à intraclastes calcaires de texture packstone (Marno-calcaires d'Ain Rhézala) ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 3 :** Intraoobiopelsparite de texture packstone à grainstone qui montre un fragment de rudiste et une oolithe a cortex concentrique (Marno-calcaires d'Ain Rhézala) milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 4 :** Intraoobiopelsparite de taxture grainstone qui montre des oolithes a cortex concentrique et quelque ploïde ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 5 :** Intraoobiopelsparite de taxture grainstone qui montre des oolithes a cortex concentrique et quelque ploïde ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 6 :** Intraoobiopelsparite de taxture grainstone qui montre une section de foraminifer (*Textularia*), des oolithes a cortex concentrique et quelque ploïde ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).



## PLANCHE 07

### Formation des Brèches de Raknet el Kahla (Coupe RB')

**Fig. 1 :** Intraobiopelsparite de texture grainstone qui montre des plaques d'échinodermes, des oolithes, intraclastes et quelque peloïde. Formation des Brèches de Raknet el Kahla ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 2 :** Intraobiopelsparite de texture grainstone qui montre des intraclastes et quelque peloïde. Formation des Brèches de Raknet el Kahla ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 3 :** Intraobiopelsparite de taxture grainstone qui montre un Algue ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

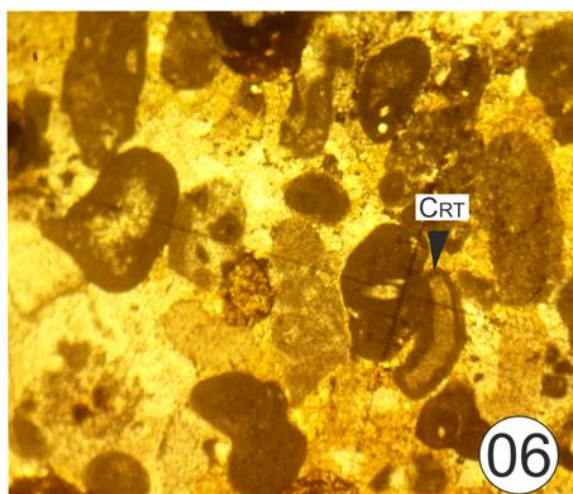
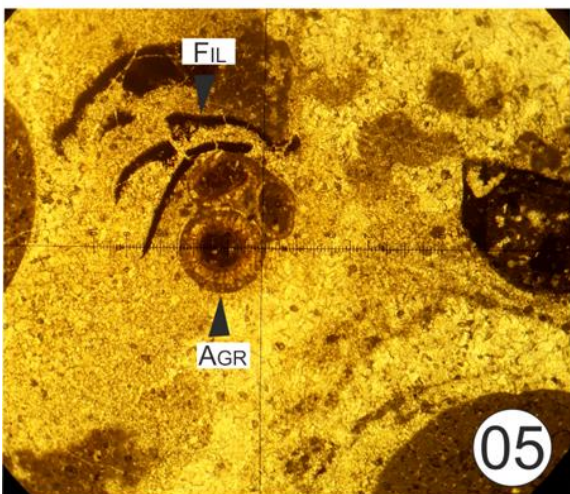
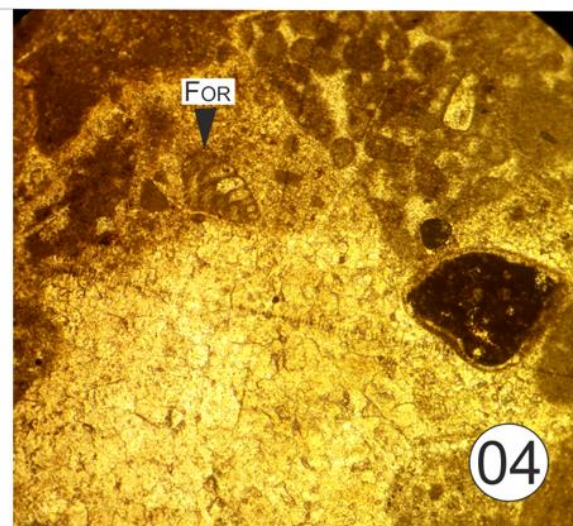
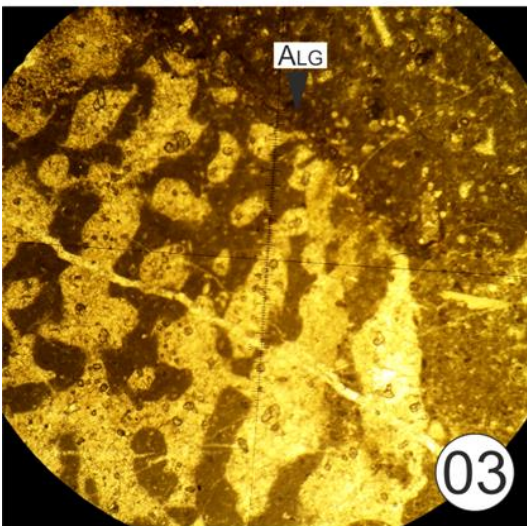
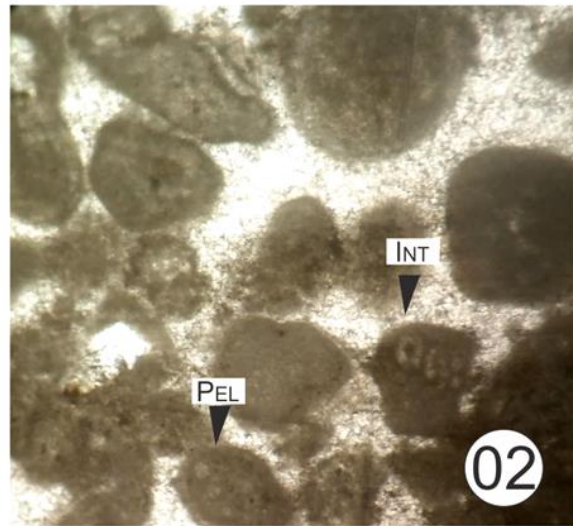
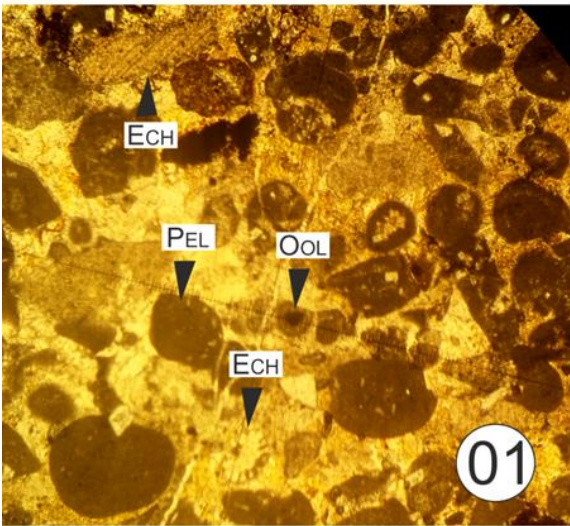
**Fig. 4 :** Intraobiopelsparite de taxture grainstone qui montre une section de foraminifère (Textularia) ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 5 :** Intraobiopelsparite de taxture grainstone qui montre un agrégat, des tests de bivalve fragmenté et quelque intraclaste ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).

**Fig. 6 :** Intraobiopelsparite de taxture grainstone qui montre un cortoïdes et des intraclaste ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).



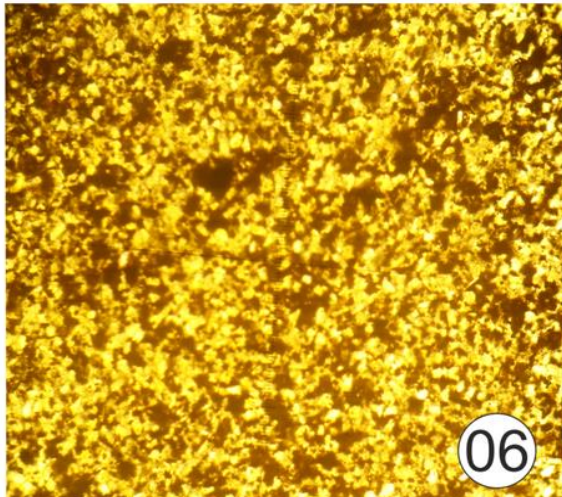
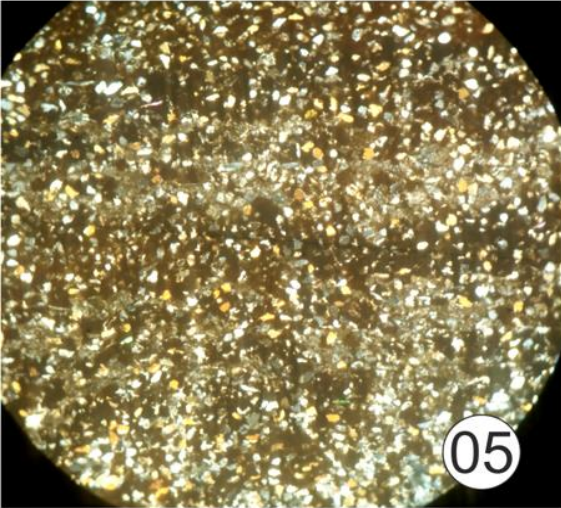
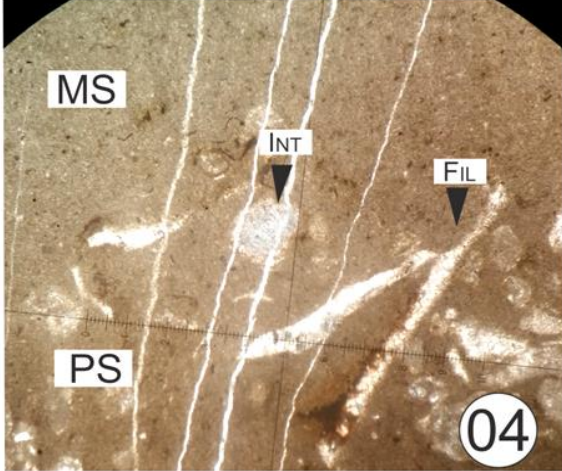
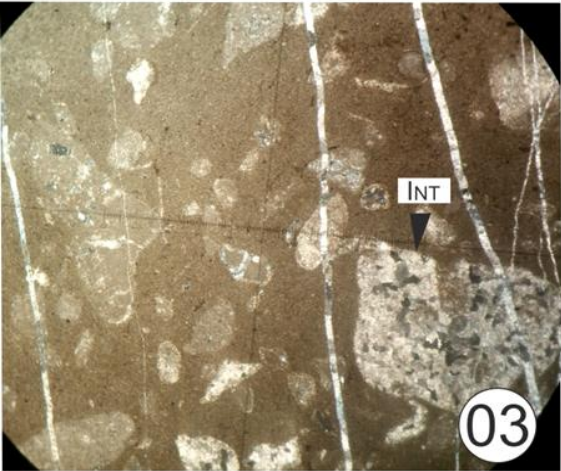
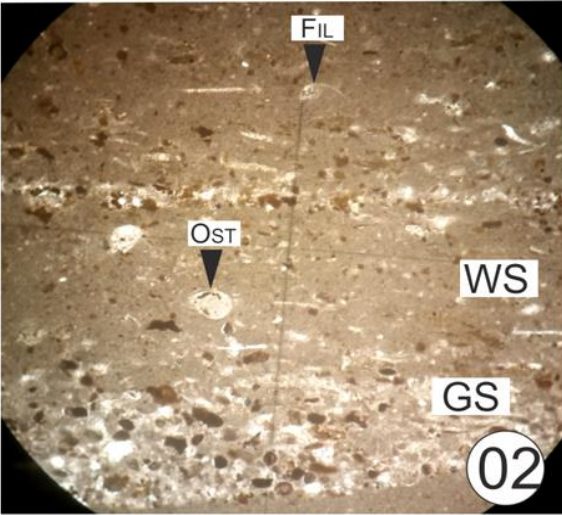
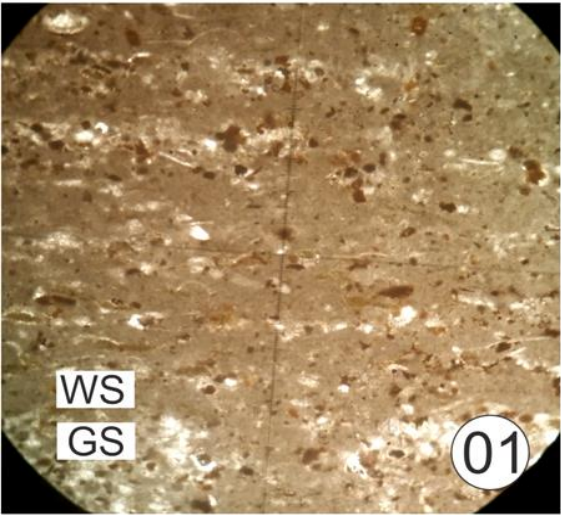




## PLANCHE 08

### Formation des Brèches de Raknet el Kahla (Coupe RB')

- Fig. 1 :** Intrabiosparite/micrite à intercalation de lits calcaires (micrite) et de passées gréseuses sombres soulignées à la base par des microravinements. Formation des Brèches de Raknet el Kahla ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).
- Fig. 2 :** Intrabiosparite/micrite à intercalation de lits calcaires (micrite) et de passées gréseuses sombres soulignées à la base par des microravinements et qui montre une section d'ostracode et des testes fin de bivalve. Formation des Brèches de Raknet el Kahla ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).
- Fig. 3 :** Intrabiosparite/micrite de texture packstone qui montre des grains de quartz et intraclastes. Formation des Brèches de Raknet el Kahla; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).
- Fig. 4 :** Intrabiosparite/micrite de texture packstone qui montre des grains de quartz intraclastes et de teste de bivalves. Formation des Brèches de Raknet el Kahla ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).
- Fig. 5 :** Intraoobiopelsparite de taxture grainstone qui montre un agrégat, des tests de bivalve fragmenté et quelque intraclaste. Formation des Brèches de Raknet el Kahla ; milieu : plate forme externe (pente proximale à distale).
- Fig. 6 :** siltite de taxture grainstone premier banc de la formation de Tniet el Klakh;



## PLANCHE 09

### Formation des Brèches de Raknet el Kahla (Coupe RB')

**Fig. 1 :** un banc de calcaire oolithique pouvant correspondre à un niveau de calciturbidite et monter les zones 0, 1a, 1b et 1c du modèle de Meischner (1964 - fig. 31) et le terme Te, Ta et Tb selon celui de Bouma (1962 - fig. 32) ;

**Fig. 2 :** des niveaux de calcaires oolithiques qui peut correspondre aux niveaux médians de la calciturbidite : zones 1c et 2 selon le modèle de Meischner (1962 - fig. 32) et termes Tb et Tc, selon celui de Bouma (1962 - fig. 31) ;

**Fig. 3 :** un banc de calcaire bréchique pouvant correspondre aux niveaux de base de la calciturbidite, c'est-à-dire aux zones 0, 1a et 1b selon le modèle de Meischner (1964 - fig. 31) et aux termes Te et Ta, selon celui de Bouma (1962 - fig. 32).

**Fig. 4 :** des niveaux de calcaires qui peut correspondre à une calciturbidite montrant les zones 2b, 3 et les zones 0 et 1a selon le modèle de Meischner (1964 - fig. 32) et les termes Tc, d, et a, selon celui de Bouma (1962- fig. 31) (Pl. 9, fig. 4) ;

