

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 et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du Grade
de Master en Sciences de la Terre

Option :

Géologie des Bassins Sédimentaires

Thème :

**Lithostratigraphie, Sédimentologie et Paléontologie
Du Continental Intercalaire de la région de Toulil
(EL Bayadh, Monts des Ksour)**

Présenté par :

BENGUEDACH Ismahan

Soutenu le:

devant la commission d'examen :

Mr. ATIF K.F.T.	Maître de Conférences A	Université d'Oran 2	Président
Mr. BENDELLA M.	Maître de Conférences A	Université d'Oran 2	Rapporteur
Mr. BOUALEM N.	Maître de Conférences B	Université d'Oran 2	Examineur

Oran, 2020

Table des matières

Avant-propos
Résumé

CHAPITRE I : Généralités

1. Introduction	4
2. Cadre général de la région d'étude.....	4
2. 1. Cadre géographique de l'Atlas saharien.....	4
2. 2. Cadre géographique des Monts des Ksour.....	5
2.3. Cadre géologique des Monts des Ksour.....	6
2.4. Cadre structural des Monts des Ksour.....	8
2.5. Situation du secteur d'étude.....	8
3. Historique de recherches.....	9
4. Méthodologie, but de travail et organisation du manuscrit.....	11
4.1 Méthodologie.....	11
4.1. A sur le terrain.....	11
4.1. B au laboratoire.....	11
4.2 But de travail et organisation du manuscrit.....	12

CHAPITRE II : lithostratigraphie

1 Introduction	14
2. Étude lithostratigraphique.....	15
2.1. Description générale du Crétacé inférieur dans l'Atlas saharien occidental	15
2 1 1. La Formation de Tiloula.....	15
2 1 2. La Formation de Tiout.....	15

2.2. Localisation de la coupe	16
2.3. Description de la coupe.....	17
A. La Formation de Tiloula	19
B. La Formation de Tiout	24
3. Attribution stratigraphique.....	29

CHAPITRE 3 : Sédimentologie

1. Introduction.....	31
2. Description et interprétation des faciès	31
Faciès FT 1. Conglomérat.....	31
Faciès FT 2. Grès	32
Faciès FT3. Argiles.....	43
Faciès FT 4. Calcaires.....	44
3 Associations de faciès et environnements de dépôt.....	47
Association AF. 1.....	47
Association AF. 2.....	47
Association AF. 3.....	48

CHAPITRE 4 : Paléontologie et Ichnologie

1. Introduction.....	50
2. Inventaire des fossiles.....	50
2.1. Poissons.....	50
2.1.1. Chondrichthyes.....	50
2.1.2. Osteichthyes.....	51
2.2. Dinosaurien.....	52

Théropodes	52
2.3. Les coprolithes.....	54
3. Inventaire des traces fossiles.....	55
3.1. Ichnogenres.....	55
Ichnogenre: <i>Arenicolites</i>	55
Ichnogenre: <i>Ophiomorpha</i>	56
Ichnogenre: <i>Psilonichnus</i>	57
Ichnogenre: <i>Skolithos</i>	57
Ichnogenre: <i>Taenidium</i>	58
3.2. Association des traces fossiles.....	59

CHAPITRE 5 : CONCLUSION

Conclusion Général	61
Références bibliographique	63
Liste des figures.....	76

Dédicace

D'abord dieu merci pour l'achèvement de ce modeste travail

Je dédie ce mémoire :

A la source de mon bonheur et ma raison de vivre, mes parents que Dieu leur donne santé et longue vie. Qu'ils trouvent dans ce mémoire l'expression de mes sincères gratitude et reconnaissances de m'avoir guidé dans le bon choix de

Ma carrière et de m'avoir soutenu durant toutes mes études.

A ma chère sœur ASMA et sa fille MALAK

A mon frère MOURAD

A mes amis(e) proches : TASNIM, AICHA, RIHAB, ATIKA

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à mon amis MOUSSA et mes amis dans la cité universitaire pour leur encouragement et leur soutien moral.

Avant-propos

A la fin de ce travail j'adresse mes sincères remerciements au Dieu le tout puissant qui m'a guidé et donné la puissance pour arriver à ce niveau.

Il est temps pour moi d'exprimer mes remerciements à tous ceux qui m'ont apporté aide et conseils durant la réalisation de ce travail en particulier :

Monsieur **BENDELLA MOHAMED**, Maître de conférences A à l'Université d'Oran 2 pour m'avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. La qualité de ses conseils, le soutien et la confiance qu'il m'a accordés, m'ont permis de réaliser le présent travail dans les meilleures conditions. Je le remercie également pour la détermination précieuse des traces fossiles. Recevez ici mon profond respect. Je tiens à le remercier chaleureusement pour sa patience et son aide précieuse. Ses cours et ses remarques pertinentes sur le terrain. Pour lui un seul mot : MERCI.

Je suis heureuse et honorée que le professeur **ATIF KHEIREDDINE FAYCAL TOUFIK** Maître de conférences A à l'université d'Oran 2 d'avoir accepté de présider ce jury. Je suis rassurée de savoir que sa grande rigueur scientifique et son esprit ouvert à toutes les spécialités de la géologie l'amèneront à me faire des remarques judicieuses concernant ce travail. Je vous remercie vivement.

Un grand remerciement à monsieur **BOUALEM NOURDINE** Maître de Conférences B à l'université d'Oran 2 pour l'acceptation de juger ce mémoire

Mes remerciements s'adressent également à **EMILIE LANG** membre du Museum d'Histoire Naturelle de la ville de Genève pour la détermination des vertébrés.

Mes vives gratitudes et mes remerciements s'adressent également à Monsieur **BENYOUCF MADANI** Maître de conférences A à l'université mascara, de m'avoir accompagné sur le terrain, m'a aidé, orienté et encouragé, lors de la réalisation de ce travail. et aussi de sa connaissance des vertébrés fossiles. Je profite de cette occasion pour lui dire merci pour ses encouragements et ses belles paroles quand j'en avais besoin.

Je tiens à remercier madame **BELKHIR C.** et monsieur **BOUCHEMLA I.** de m'avoir accompagné sur le terrain

Ma vive gratitude et mes remerciements s'adressent également à madame **YACEF F.**, qui m'a aidé, orienté et encouragé, et à monsieur **BOUZA H.**, ingénieur de laboratoire pour les lames minces.

Et enfin, je ne peux pas clôturer cet avant-propos sans exprimer mes remerciements à mes amis du Département de Science de la Terre, et particulièrement ma promotion du Master 2 **HAMIDOU N., NACEL O., SGHIER S., CHATRI R., REZKALLAH W.**, qui m'ont offert l'esprit du travail et le soutien moral.

BENGUEDACH Ismahan

Résumé

Cette étude se focalise sur les dépôts du Crétacé inférieur dans le secteur de Toulil (El Bayadh, Atlas Saharien occidental).

Pendant ce laps de temps, les Monts des Ksour sont réputés par une sédimentation à dominance détritique, elle est répartit en deux épaisses formations appelée communément du «continentale intercalaire».

La Formation de Tiloula correspond à une sédimentation silico-clastique, formée essentiellement par une alternance d'argiles, de grès et des bancs dolomitiques minces, avec une diversité des structures sédimentaire. L'association de ces faciès correspond à un milieu marin intertidal à supratidal évoluant à un milieu marginal à influence de tempêtes

La Formation de Tiout est représentée par une alternance rapprochée entre les grès et les combes d'argile verdâtres avec la présence de structures sédimentaires et l'intercalation des niveaux micro-conglomératiques à ossements et reste des vertébrés. La bioturbation est faible à modérée représentée par des terriers obliques et verticaux. L'enchainement de ces faciès montre un milieu fluvatile en tresse à un milieu littoral peu profond à influence mixtes.

Du point de vue paléontologique et ichnologique la série étudiée est caractérisée par la présence des restes des poissons (*Onchopristis numidus*), des Dinosaures (*Spinosaurus aegyptiacus*), (*Carcharodontosaurus saharicus*), (*Rebbachisaurus garasbae*) et des coprolithes, associées avec des traces fossiles présente par des terriers verticaux (*Arenicolites*, *Ophiomorpha*, *Psilonichnus*, *Skolithos*) et horizontaux en ménisque (*Taenidium*).

Mots-clés : Atlas Saharien occidental, Toulil, Continentale Intercalaire, Crétacé inférieur, vertébrés, sédimentologie.

Chapitre I
Généralités

1. INTRODUCTION

L'Atlas saharien occidental est formé essentiellement d'une série sédimentaire d'âge Mésozoïque représentée par des formations détritiques (Bajocien supérieur à Cénomaniens inférieur) encadrées par des Formations marno-calcaires et calcaires (Lias à Bajocien inférieur et Cénomaniens supérieur à Turonien inférieur).

Le présent travail est consacré à l'étude de la deuxième moitié du groupe détritique (en termes d'épaisseur) correspondant à la Formation de Tiloula et à la Formation de Tiout (Continental Intercalaire). Ces deux formations ont été étudiées dans le secteur de Toulil, au sud-ouest de la ville d'El Bayadh.

Ce travail a pour objectif :

- Affiner la description lithostratigraphique de la série du Continental intercalaire qui affleure dans les monts des Ksour. Cette série a été subdivisée en unités lithostratigraphiques informelles ;
- Compléter le bilan paléontologique de cette formation par de nouvelles récoltes faunistique et de réviser les attributions stratigraphiques établies par nos prédécesseurs (Bassoullet et Iliou, 1967; Bassoullet, 1973);
- Donner le cadre paléo-environnemental des différentes unités lithostratigraphiques.

2. Cadre général de la région d'étude

2.1. Cadre géographique de l'Atlas saharien

L'Atlas saharien correspond à une vaste chaîne montagneuse qui s'étend depuis la frontière algéro-marocaine à l'Ouest, jusqu'à la frontière algéro-tunisienne à l'Est. Il est limité au nord par le domaine des Hauts Plateaux et le domaine tellien (*s.s*) et au sud par le Sahara. La limite sud de l'Atlas saharien est représentée par une rupture tectonique majeure, appelée Flexure Saharienne (Laffite, 1939) ou Faille Sud Atlasique (FSA).

L'Atlas saharien peut être divisé en trois grandes parties, soit du SW vers le NE, d'une longueur d'environ 1000 km et une largeur de 100 à 200 km :

- l'Atlas saharien occidental est représenté par les Monts des Ksour (Ain Sefra-El Bayadh) ;
- l'Atlas saharien central est formé par Djebel Amour (la région d'El Bayadh-Laghouat) ;
- l'Atlas saharien oriental est composé par les Monts des Ouled-Nail, les Aurès, les Monts de Hodna, les Monts de Mellègue et les Monts Nememcha-Mzab à l'Est (Fig. 1).

Notre région d'étude fait partie de l'Atlas saharien occidental.

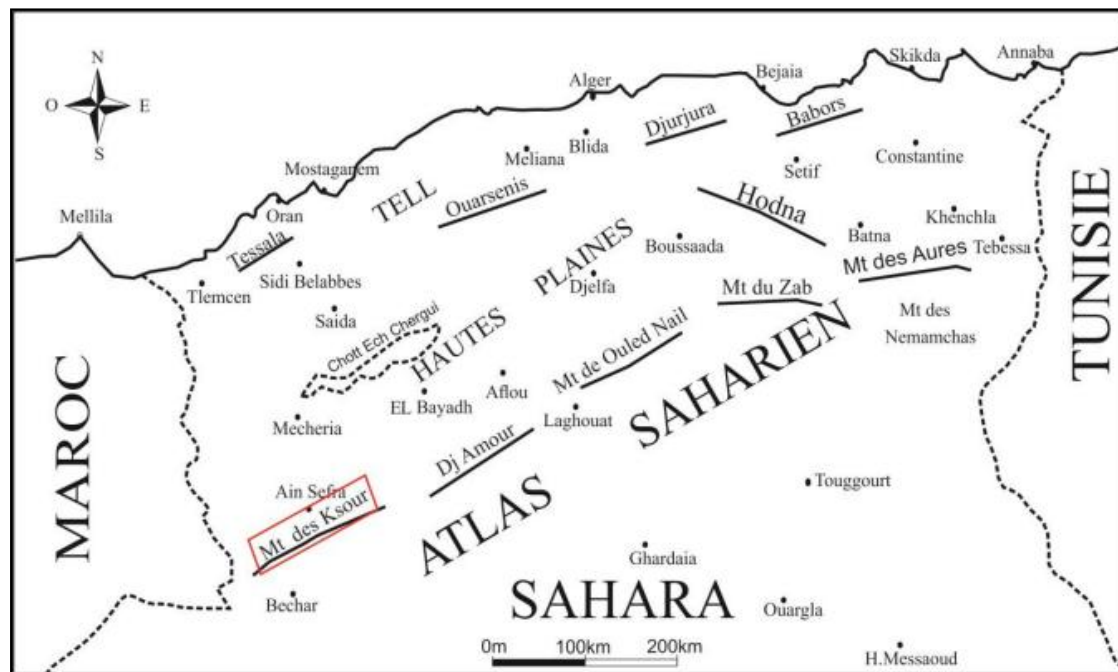


Fig. 1. Position géographique de l'Atlas saharien (d'après Douihasni, 1976).

2. 2. Cadre géographique des Monts des Ksour

Les Monts des Ksour, segment occidental de l'Atlas saharien, s'intercalent entre deux domaines stables, le domaine des Hautes Plaines oranaises (ou Hauts Plateau) au Nord qui correspond à un ensemble peu ou pas déformé par les événements compressifs du Tertiaire (Frizon de Lamotte *et al.*, 2001) et celui de la plate-forme saharienne au Sud. Ils sont limités à l'est par Djebel Amour et à l'ouest par le Haut Atlas oriental marocain.

Morphologiquement, les Monts des Ksour montrent des reliefs assez élevés avec des sommets qui culminent à plus de 2000 m d'altitude. On peut citer Djebel Aissa (2236 m), Djebel Bou Lekhfad (1690 m), Djebel El Rhelida (1000 m), Djebel Tammeda (1200 m), Djebel Mdaouer (1286 m), Djebel Merzoue (1450), Djebel Es Somm (1255 m).

2.3. Cadre géologique des Monts des Ksour (Fig. 2)

L'Atlas Saharien occidental est un édifice plissé lors de l'orogénèse alpine, formé de dépôts sédimentaires d'âge et de faciès variés. La série stratigraphique des Monts des Ksour est formée, de la base au sommet, par les terrains suivants (Bassoullet, 1973; Delfaud *et al.* 1973; Mekahli, 1998; Meddah, 2010; Benyoucef *et al.* 2017).

- un complexe magmatique composé roches volcanique vertes sous forme de petits dykes ou sont remaniées dans les argiles versicolores du Trias ;
- un Trias formé de couches rouges argileuses riches en gypse et en sel. Il affleure à la faveur des failles à proximité du village d'Ain Ouarka, au Nord-Est de Djebel Rhoundjaia, à Djebel Elarhreck (carte de Challala Dahrana 1/100.000) et à l'Est du Djebel El Ktef, au voisinage du village de Djenien Bou Rezg. Les évaporites triasiques sont localement associées à des écoulements basaltiques liés probablement au début du rifting de l'Océan atlantique (Ambroggi, 1963) ;
- un groupe d'âge Lias-Dogger composé de surtout de marnes et de carbonates ;
- un groupe détritique attribué au Malm-Crétacé inférieur, regroupant les formations de Djaâra, d'Aissa, de Tiloula et de Tiout. Cette dernière formation est aussi appelée «Continental intercalaire» qui a fait l'objet de cette présente étude;
- un groupe d'âge Crétacé moyen représenté par les dépôts siliciclastiques et carbonatés de la Formation d'El Rhelida, les dépôts évaporitiques, argileux et carbonatés de la Formation de M'daouer et enfin les assises à dominance carbonatée correspondant à la Formation de Rhoundjaia. Les principaux affleurements du Crétacé moyen sont Kef Bel Hendjir, Djebel Rhoundjaia, Djebel M'daouer, Djebel Tismert, Djebel Rhelida, Dalaa Sefra, Djebel Mezroue et Djebel Khoundjaa, Dalaât Brezina, Dalaât Sidi Ali Ben Tayfor, Djebel Kbeur El Marhsel.

- une série continentale d'âge Tertiaire, constituée de grès, d'argiles rouges et de conglomérats. Ces formations détritiques affleurent au sud du Djebel Rhelida, à proximité de Djebel Boulerhfad et au Sud de l'Abiod Sidi Chikh.

- des dépôts quaternaires résultant de l'accumulation dans des zones topographiquement basses du matériel sédimentaire (galets, grès, argiles) arraché à la chaîne par les actions érosives. Les dépôts quaternaires sont très répandus sur la feuille d'Ain Sefra 1/100000, notamment au pied de Garet El Kheil et Garet Debae, à l'extrémité occidentale d'Oued Rhoundjaïa et à l'extrémité orientale d'Oued Mezioud, ainsi que sur les feuilles de Mograr Foukania et de Forthassa Rhabia à l'échelle 1/10.0000.

Au début du Crétacé supérieur, l'Atlas saharien faisait partie d'une grande mer épi-continentale peu profonde, sur la marge méridionale de la Téthys, entre le domaine tello-mésétien au nord et le bouclier africain au sud.

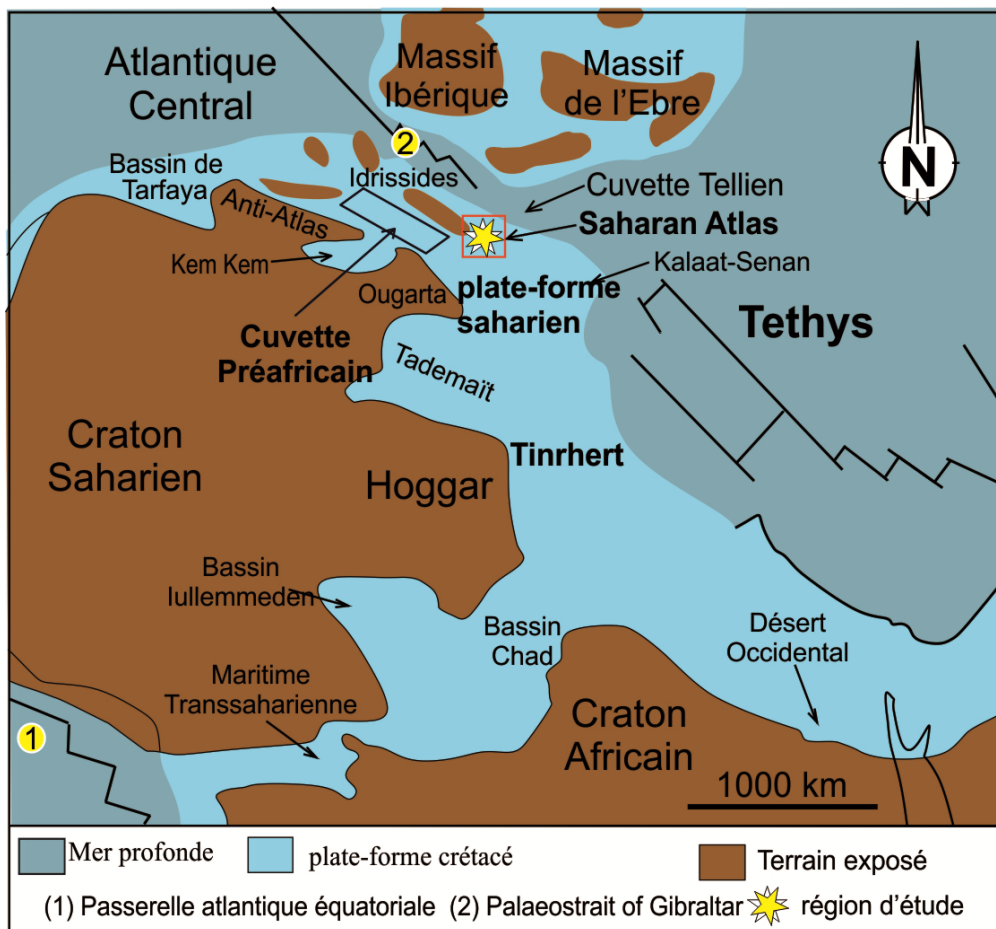


Fig. 2. Position paléogéographique de l'Atlas saharien par rapport à la Téthys pendant le Cénomanien supérieur-Turonien inférieur (carte paléogéographique d'après Blakey, 2012).

Les sédiments du Cénomano-Turonien documentent une plate-forme marine qui s'est développée sur la marge passive nord-africaine connectée à l'Océan Téthys au Nord et bordé par les terres émergées du craton saharien au sud (Blakey, 2012) (Fig. 2).

2.4. Cadre structural des Monts des Ksour

L'évolution tectonique des Monts des Ksour est caractérisée par l'acquisition de structures géologiques complexes dues à l'intervention à une tectonique distensive à la fin du Paléozoïque et pendant le Mésozoïque. La phase majeure qui a structuré l'édifice atlasique est datée fin Lutétien-Priabonien (Coiffait et *al.* 1984). Deux styles tectoniques peuvent être distingués (Galmier, 1951): une tectonique cassante représentée par des failles obliques de direction SW-NE, dite atlasique; une tectonique souple représentée par des plis de structures variables, dont les anticlinaux sont à flancs redressés et à une voûte plus moins horizontale (plis coffrés), étroits ou larges et allongés (géomorphologie de type jurassien). Les synclinaux sont de type perché, correspondant à de vastes dépressions et de plaines. Le style atlasique se reconnaît aussi par la discontinuité des anticlinaux, donnant une disposition en «chenilles processionnaires» (Ritter, 1902).

Les Monts des Ksour sont encadrés par deux accidents tectoniques majeurs délimitant le Sahara au sud et le domaine des Hauts Plateau au nord.

- l'accident nord-atlasique ou accident sud-mésétien au sens Kazi-Tani (1986) est orienté SW-NE. Cet accident a été décrit par Galmier (1951) comme étant un tracé tectonique discontinu, à changement rapide de direction. Selon Cornet (1974), il s'agit d'une flexure d'origine profonde qui fonctionne probablement depuis le Permo-Trias ;
- l'accident sud-atlasique de même orientation que le précédent, c'est la flexure saharienne (Laffite, 1939), allant d'Agadir au Maroc jusqu'à Gabès en Tunisie. Elle correspond à une série d'accidents en coulisse qui se présentent en forme de flexure, de plis-failles ou de failles.

2.5. Situation du secteur d'étude (Fig. 3)

La coupe étudiée se situe au sud-ouest de la ville d'El Bayadh (extrémité orientale des monts des Ksour, Fig. 3A). Elle se trouve à environ 2 km ouest de l'agglomération dite

communément Toualil. Elle est limitée au nord par Djebel Kbeur El Marhsel et au Sud par la commune de Brezina (Fig. 3B).

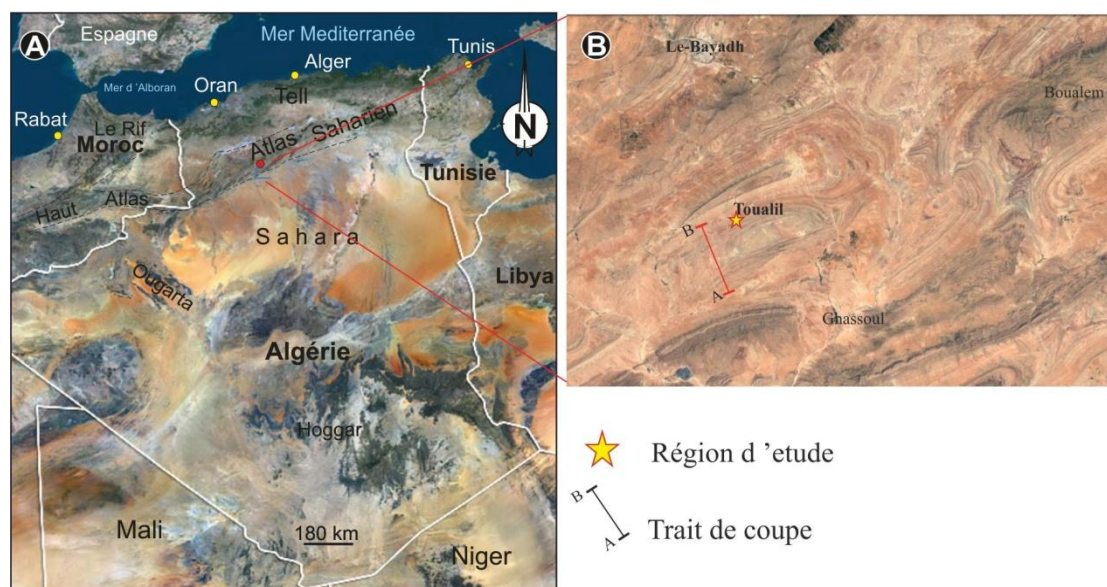


Fig. 3. Localisation du secteur d'étude. **A:** image satellitaire présentant la région d'étude; **B:** image google earth montrant le secteur d'étude

3. Historique des recherches

- En 1911, Flamand présenta une première synthèse stratigraphique de l'Atlas saharien occidental et des hautes plaines oranaises. Il réalisa plusieurs cartes géologiques au 1/800.000 et 1/400.000. Il distingue un Cénomaniens formé de marnes à gypse et de calcaires et un Turonien calcaéro-dolomitiques massifs. Les marnes à gypse sont placées dans le «Vraconien supérieur». La faune citée à la base des calcaires cénomaniens est représentée par des huîtres «*Exogyra olisiponensis*» des échinides «*Heterodiadema libycum*» et des lamellibranches. L'auteur a cité aussi une ammonite cénomanienne «*Neolobites vibrayanus*» a kheneg Namous.
- On note les travaux de Laffitte (1939) qui présente une étude structurale et spécialement la flexure sud atlasique.
- En 1952, Cornet apporta des modifications à l'échelle stratigraphique publiée auparavant par Flamand 1911, ainsi qu'une analyse structurale globale. Il interpréta la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000ème où il note la diminution des terrains Jurassiques vers le Nord-Est.

- En 1953, Cornet et *al.*, (*in benyoucef et al.*, 20017) attribuèrent la série de Raha Zerga au Jurassique inférieur qui correspondait auparavant au Cénomaniens de Flamand, 1911.
- En 1967, Bassoullet et Iliou découvrent les restes de dinosaures, de crocodiliens et de poissons dans l'Oued Boudjihane.
- En 1970, Galmier, réalisa neuf cartes photogéologiques au 1/100 000ème de la région d'Aïn Sefra, Cette étude comporta des unités lithostratigraphiques de 1 à 31 et permet d'avoir une idée sur la tectonique de l'ensemble des Monts des Ksour.
- En 1973, Bassoullet présenta sa thèse sur la stratigraphie des Monts des Ksour avec une subdivision lithostratigraphique en liaison avec l'évolution sédimentaire du bassin des Ksour, il a retracé l'histoire des Monts des Ksour durant le Mésozoïque.
- Delfaud et *al.*, 1973, mettent en évidence les grands traits de la paléogéographie de l'Algérie septentrionale durant le Mésozoïque en prenant en considération l'Atlas saharien.
- En 1974, Delfaud étudie la sédimentation deltaïque ancienne de la série gréseuse des Ksour comme un modèle d'un delta de plateforme déposé dans un sillon sans pente sédimentaire. En appliquant l'analyse séquentielle, il utilisa le terme de delta ksourien pour les formations de Téniet el Klakh, Tifkirt, Djara, Aissa, Tiloula, et Tiout.
- En 1976 Douihasni, compléta la partie stratigraphique de Bassoullet (1973), dans sa thèse intitulée « l'étude géologique de la région Aïn Ouarka-Boussemgoun ».
- En 1984, Kolli, étudia les trois Formations (Aissa, Tiloula, Tiout) qu'il nomma complexe détritico bigarré.
- En 2005, Kacemi, étudia la dynamique sédimentaire de la série fin Dogger-début Crétacé ; lithostratigraphie, sédimentologie, analyse et stratigraphie séquentielle, il réalisa une carte géologique du secteur Ouest de l'Atlas saharien Occidental.
- En 2016 Mebarki et *al.* ont présenté une étude Lithostratigraphique, paléoenvironnementales et une évolution séquentielle du Cénomano-Turonien dans le Bassin de Guir (sud-ouest de l'Algérie).

- Dans la même année, Mebarki *et al.* ont fait une autre étude biostratigraphique basée sur les Ostracodes céno-mano-turonien dans l'Atlas saharien occidental et le Bassin du Guir (sud-ouest de l'Algérie).

En 2019, Benadla *et al.* ont présenté une étude sur les ostracodes de la transition Céno-mano-Turonien (Zone *Whiteinella archaeocretacea*) dans les monts ksour et Amour (Atlas saharien occidental, Algérie).

En 2017, Benyoucef *et al.* ont présenté une étude lith-biostratigraphique et sédimentologique des terrains céno-mano-turonien qui affleurent entre les villes de Ain Sefra et de Labiod Sidi Cheikh.

4. Méthodologie, but de travail et organisation du manuscrit

4.1 Méthodologie

La méthodologie retenue pour notre travail est conforme aux méthodes traditionnelles d'études de terrain et de laboratoire. Elle emploie des approches différentes mais néanmoins complémentaires. Ainsi, l'examen des formations de Tiloula et de Tiout dans la région de Toualil nous a amené :

4.1. A sur le terrain

- reconnaître la succession lithostratigraphique à partir d'une coupe détaillée banc par banc et de suivre les variations verticales et latérales des épaisseurs et des faciès. Les données de nos analyses du terrain seront résumées sous forme d'une coupe verticale (Log des auteurs anglo-saxons).

4.1. B au laboratoire

- de nombreux échantillons ont été prélevés afin de caractériser les différentes lithologies et discontinuités rencontrées. Trente sections de lames minces ont été effectuées dans les niveaux indurés. Celles-ci ont permis la caractérisation des microfaciès sédimentaires. Les niveaux meubles ont été échantillonnés (vingt échantillons), traités à l' H_2O_2 pour déliter les marnes, et tamisés pour séparer les fractions de 1 mm, 500 μm , 250 μm et 125 μm . Les refus des tamis sont en cours de tri sous la loupe binoculaire dans le but de récolter les microfossiles.

L'échantillonnage a été réalisé de manière relativement systématique, en prélevant tous les mètres et ou moins en fonction de l'importance des variations lithologiques. La colonne stratigraphique présentée indique les références des échantillons numérotés de bas en haut.

4.2 But de travail et organisation du manuscrit

Le travail réalisé dans la région de Toualil a été organisé selon les objectifs suivants :

- proposer un découpage en unités lithostratigraphiques cartographiables à différentes échelles ;
- établir un inventaire paléontologique et ichnologique (voir volet paléontologie et ichnologie). Les illustrations photographiques de quelques ichnogenres et quelques taxa de vertébrés, bivalves et gastéropodes seront figurées en planches ;
- définir les différents faciès et microfaciès ;
- interpréter les différents faciès en termes de processus de dépôt et les regrouper en associations de faciès et en systèmes sédimentaires afin de reconstituer les milieux de dépôt ;
- i- élaborer un modèle sédimentologique logique et placer la région d'étude dans un cadre paléogéographique;
- j- enfin, la conclusion mettre en relief les faits saillants du travail et les principaux résultats obtenus. Le document est clôturé par une liste bibliographique assez riche.

Chapitre II
Lithostratigraphie



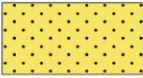



















Lithologie		Structures sédimentaires	
	Argile verte		Stratifications horizontales
	Argile rouge		Laminations et stratifications Obliques
	Grès		Laminations et stratifications entrecroisées
	Conglomerate		Stratifications en auge
	Calcaire		Stratifications contournées
	Calcaire bioclastique		Stratifications en mamelons (HCS)
Faunes et trace fossiles			Structures d'échappement de fluides
	Restes de spinosauridés		Stratifications des rides de courant
	Os des vertébrés non déterminé		Laminations algaires
	restes d' <i>Onchopristis numidus</i>		Laminations à dragées de quartz
	<i>Skolithos</i>		Galets mous
	Terriers en U		Fentes de dessiccation (mud-crak)
	Thalassinoides		<i>Slumps</i>
	Débris de bois		

Fig. 4. .liste des figurés utilisés (figures sédimentaires, lithologie la faune et les ichnofossiles.

1 Introduction

Dans l'Atlas saharien occidental, la série stratigraphique attribuée au Crétacé inférieur regroupe deux formations lithostratigraphiques d'extension régionale et ayant chacune des caractères sédimentologiques propres (Bassoullet, 1973): la Formation de Tiloula (Tithonien supérieur-Berriasien) et la Formation de Tiout (Valangénien-Albien). Les affleurements se distinguent par une succession de plusieurs buttes (5 à 70m de hauteur) de couleur rouge orangé.

Les travaux géologiques réalisés dans les Monts des Ksour se sont rarement intéressés à ces deux formations, à son organisation spatio-temporelle, ainsi qu'aux mécanismes de son dépôt. Dans le secteur de Toualil, aucune coupe détaillée n'a encore été levée. Les études entreprises dans cette série se limitent uniquement à des descriptions lithologiques très sommaires accompagnées d'inventaires paléontologiques fragmentaires. L'âge de cette série est resté imprécis («infra-Cénomaniens», «infra-Crétacé»,...), faute de données paléontologiques.

Dans le cadre du présent travail, une coupe géologique banc par banc a été levée dans la région de Toualil, entre Djebel Bitar au sud et Djebel Kbour El Marhsel (Cénomaniens-Turonien) au nord, ce qui nous a conduits à établir un découpage en unités lithostratigraphiques et à réviser le cadre temporel grâce à de nouvelles récoltes paléontologiques (restes de vertébrés), dont la détermination des fossiles a été assurée par des spécialistes des faunes du Crétacé. (Fig. 5)

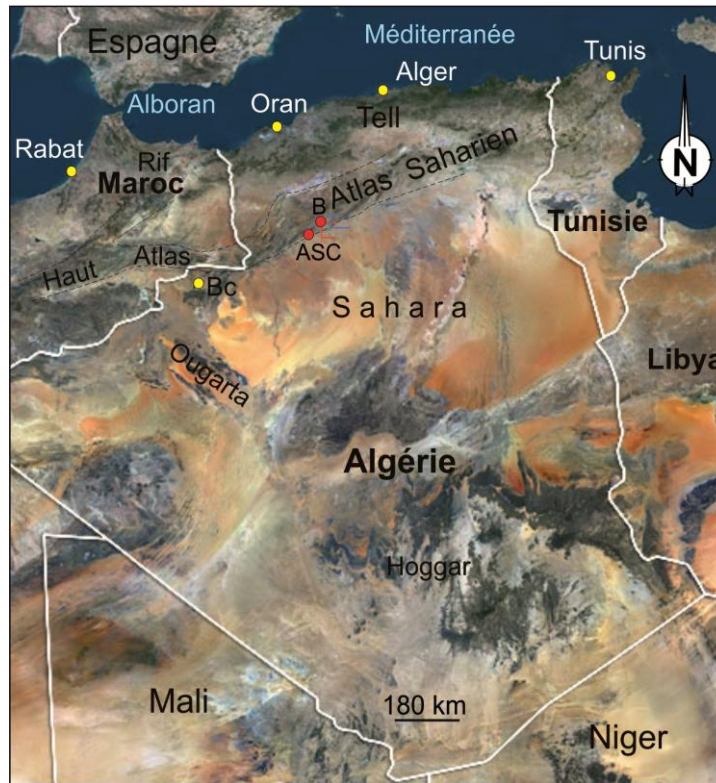


Fig. 5. Position géographique de la région d'étude par rapport aux différents domaines géographiques de l'Algérie.

2. Étude lithostratigraphique

2.1. Description générale du Crétacé inférieur dans l'Atlas saharien occidental

Les successions lithostratigraphiques établies par Bassoulet (1973) serviront de base à notre découpage. Cet auteur a subdivisé les affleurements du Crétacé inférieur des Monts des Ksour, en deux formations (Fig. 6):

2 1 1. La Formation de Tiloula, Bassoulet, 1973

Définition :

Cette formation est définie par Bassoulet, 1973 elle est caractérisée par une alternance d'argilites, de grès et des bancs dolomitiques minces. Sa limite inférieure a été placée dès l'apparition des premiers niveaux dolomitiques ; alors que sa limite supérieure est marquée par l'apparition du premier banc gréseux, épais, rose orangée à dragées de quartz.

2 1 2. La Formation de Tiout, Bassoulet, 1973

Définition :

Cette formation est également définie par Bassoulet (1973), elle est composée d'une alternance de grès rubéfiés, d'argilites et de grès riches en dragées quartz, dont sa puissance

dépasse les 1300 m. ces niveaux sont considérés comme une limite inférieure de la Formation de Tiout (Bassoullet, 1973). La limite supérieure de la formation a été placée dès l'apparition d'argiles à bancs calcaires de la Formation d'El Rhelida.

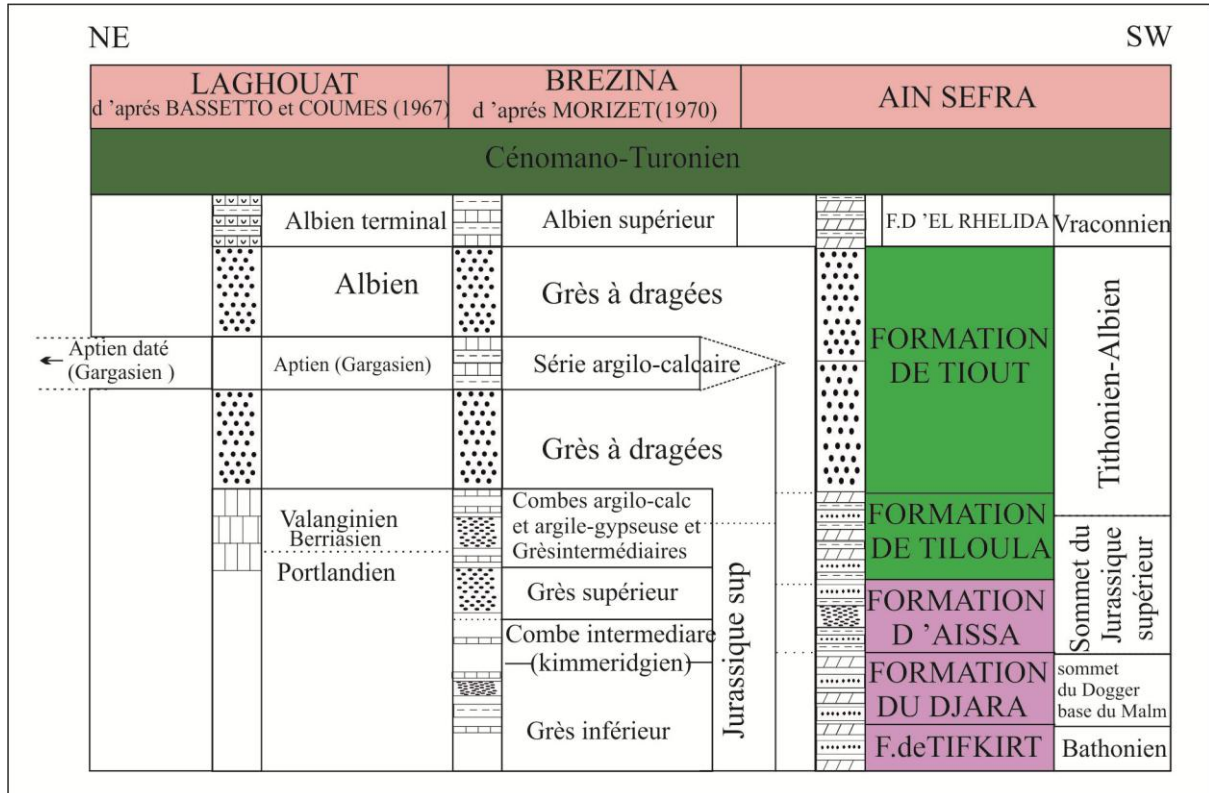


Fig. 6. Principaux subdivisions lithostratigraphiques du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur de l'Atlas saharien central et occidental (Bassoullet, 1973).

2.2. Localisation de la coupe

La coupe a été levée dans la plaine qui s'insère entre Djebel Kbour El Marhsel, au nord et Djebel Bitar, au sud. Elle se situe à environ 3 km à l'Ouest du village de Toualil. Cette coupe s'étale sur une épaisseur de 1600 m environ, elle se trouve à proximité du point ayant pour coordonnées géographiques : X1= 33°26'19.6"N ; Y1=1°02'58.8"E ; X2= 33°29'34.6"N ; Y2= 1°00'19.2"E (Fig.7).

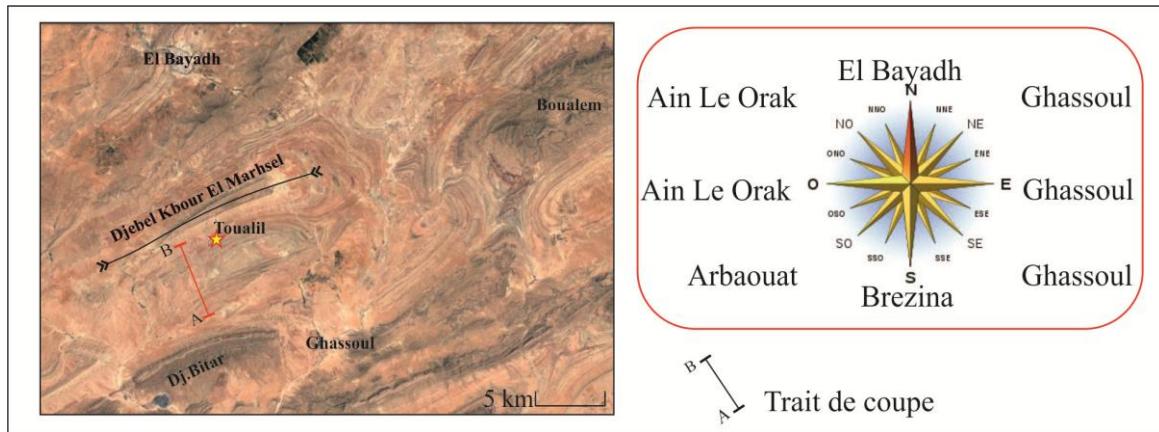


Fig. 7. Localisation géographique de la coupe étudiée (vue aérienne d'après *Google Earth*).

2.3. Description de la coupe

Dans la région de Toualil, la coupe qui a fait l'objet de notre étude atteint une épaisseur de 1600m d'épaisseur. Elle peut être divisée en deux formations lithostratigraphiques : la Formation de Tiloula (300 m), à la base et la Formation de Tiout (1300 m) au sommet (Fig. 8).

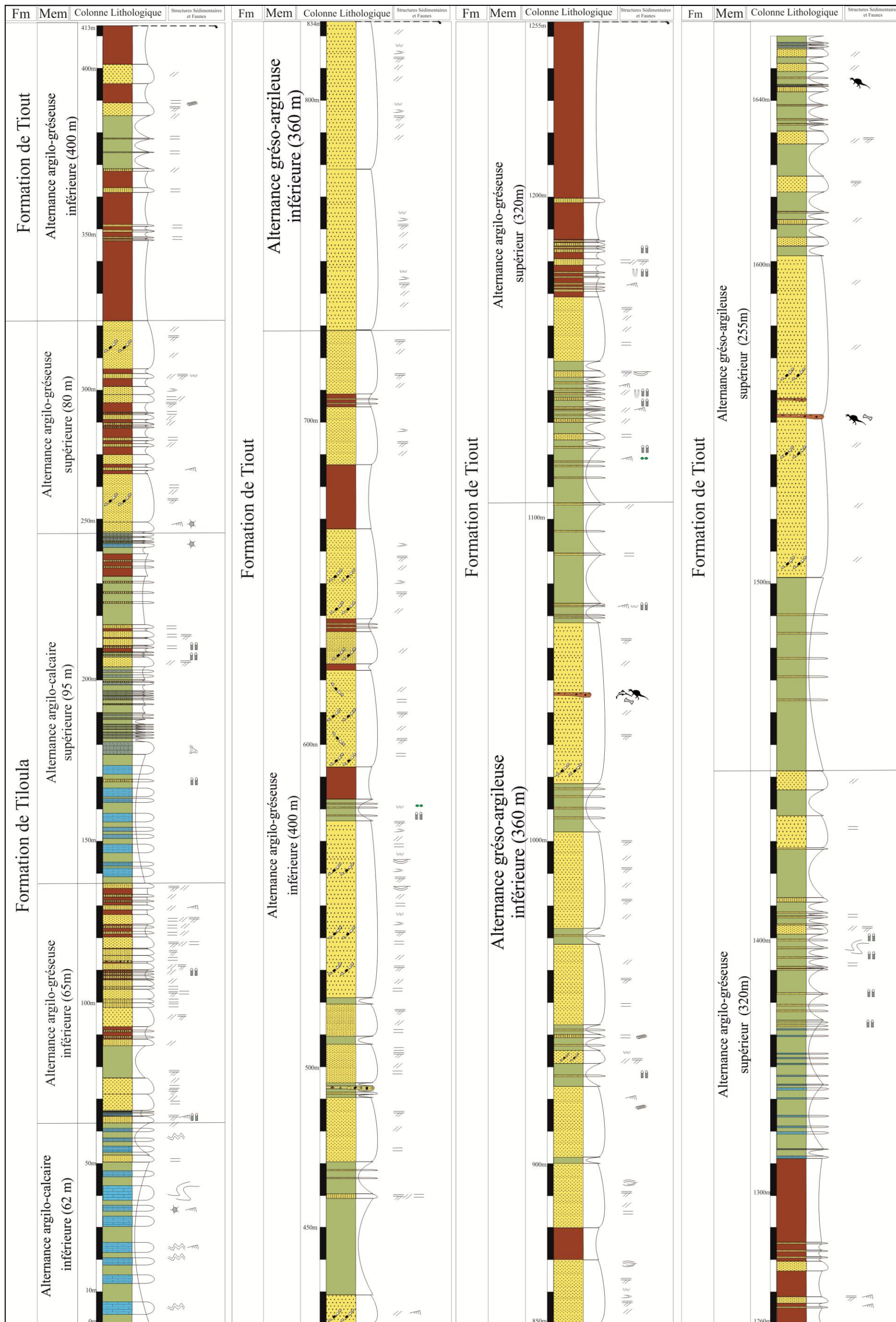


Fig. 8. Succession lithostratigraphique de la série du Crétacé dans le secteur Toulil.

A. La Formation de Tiloula (Fig. 8)

Les affleurements de cette Formation sont bien exposés au sud-ouest du village de Toualil. Elle débute par les alternances argilo-calcaires qui coiffent les argiles et les grès rouges de la Formation de Aissa. Elle se termine sous les premiers bancs gréseux à dragées de quartz qui marque la base de la Formation de Tiout.

La Formation de Tiloula peut être divisée dans le secteur de Toualil en quatre membres informels :

Membre 1: Alternance argilo-calcaire inférieure (62 m) (Fig. 8)

Ce membre est formé d'une alternance rapprochée de marnes verdâtres (10-60 cm) avec des bancs calcaires dolomitiques beiges à verdâtres (3-20 cm) et bien continus latéralement (Fig. 9A) Ces calcaires présentent des vacuoles cubiques de taille centimétrique, des laminations algaires (Fig. 9B), des fentes de dessiccation polygonales (Fig. 9C) et des rides de courant asymétriques. La partie sommitale du membre montre des déformations syn-sédimentaires de type «*slumps*».

Membre 2: Alternance argilo-gréseuse inférieure (65m) (Fig. 8)

Ce membre est composé d'une alternance d'argile verdâtre ou rougeâtre (1-10m) avec des bancs gréseux chenalisés (0.20-5m) (Fig.10A et D) à grain fin, de couleur jaunâtre à la patine, grisâtre à la cassure. Les grès montrent : laminations parallèles, laminations obliques angulaires (Fig.10B) ou tangentielles réactivées, laminations en auge et figures d'échappement de fluides (Fig.10C). La surface basale des bancs est le plus souvent irrégulière, présentant des gouttières d'érosion, des figures de charge et remaniant des galets arrondis de taille millimétrique, ainsi que des débris de bois. La surface supérieure des bancs est modelée parfois par des rides de courant asymétriques (Fig. 10F). La bioturbation est formée de terriers obliques et verticaux (Fig.10E).

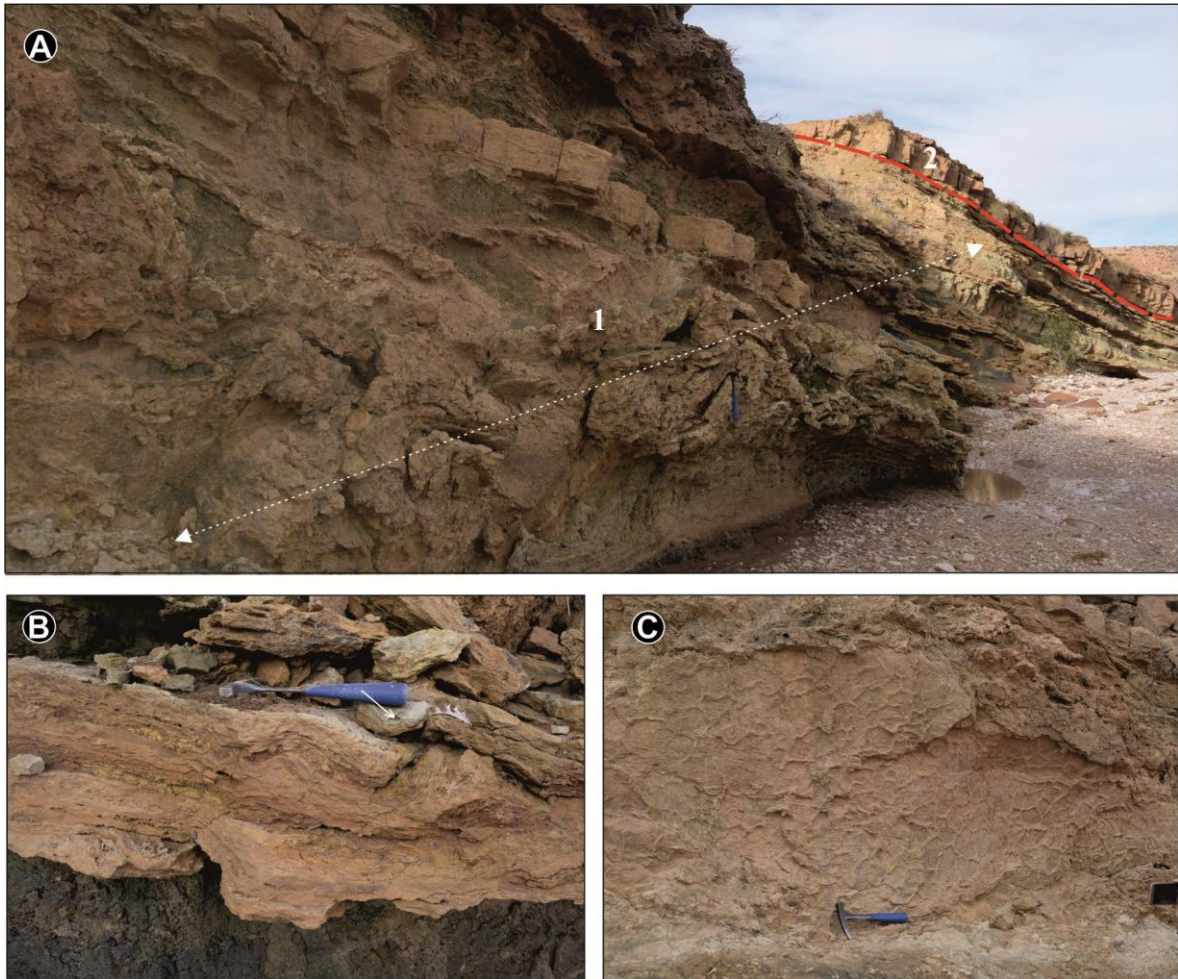


Fig. 9. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques du premier membre de la Formation de Tiloula. (A. Vue panoramique montrant la succession argilo-calcaire du premier membre (1) de la Formation de Tiloula (2, la base du deuxième membre) ; B. Banc calcaire à lamines algaires ; C. Fente de dessiccation au toit d'un banc calcaire à lamines stromatolithiques).

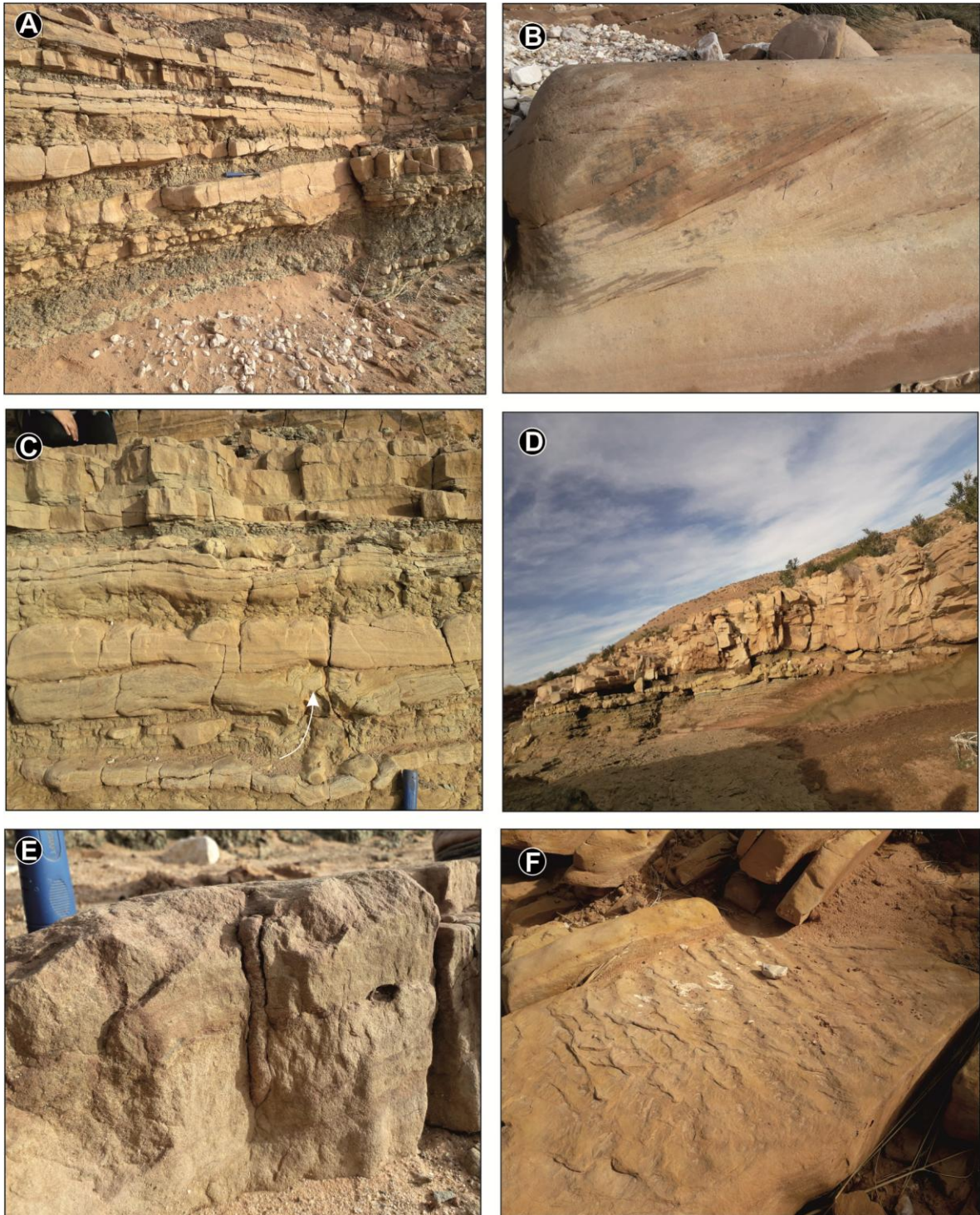


Fig. 10. Photos de terrain montrant les principales caractéristiques du deuxième membre de la Formation de Tiloula (A. Alternance d'argile verdâtre avec des bancs gréseux d'épaisseur centimétrique et chenalisés ; B. Banc gréseux à laminations obliques angulaires; C. Grès à figures d'échappement de fluides; D. Chenal gréseux intercalé dans des argiles verdâtres ; E. Banc gréseux à terrier vertical (*Skolithos*); F. Ride de courant asymétriques).

Membre 3: Alternance argilo-calcaire supérieure (95 m) (Fig.8)

La partie inférieure du troisième membre est à dominance argileuse de couleur verdâtre. En allant vers le sommet, elles se chargent progressivement de bancs calcaires argileux jaunâtres (5 à 25cm) (Fig. 11A et B) et de passées silteuses centimétriques renfermant des terriers de l'ichnogenre *Skolithos*. La partie sommitale du membre est formée d'une alternance d'argile verdâtre (0,05 à 0,2m) avec des bancs calcaires bioclastiques chenalisés (4m), riches en huîtres et accessoirement de gastéropodes (Fig. 11C et D). Certains niveaux montrent une bioturbation de type *Thalassinoides* (Fig. 11E).

Les résidus de lavages effectués ont montré la présence de débris d'ophiuridés et dents de poissons indéterminés.

Membre 04: Alternance argilo-gréseuse supérieure (80 m) (Fig.8)

Il s'agit d'une alternance d'argiles verdâtres ou rougeâtres (0,05 à 10 m) avec des bancs gréseux (0,2 à 2m) rougeâtres à brunâtres à la patine, jaunâtres à la cassure, présentant des laminations obliques et entrecroisées (Fig. 12A). Ces grès renferment aussi des débris de bois et des terriers verticaux ou obliques. (Fig. 12B et C). La surface sommitale des bancs montre des rides de courants asymétriques et des fentes de dessiccation. La partie sommitale du membre présente des déformations synsédimentaires de type «*slump*» (Fig. 12E).

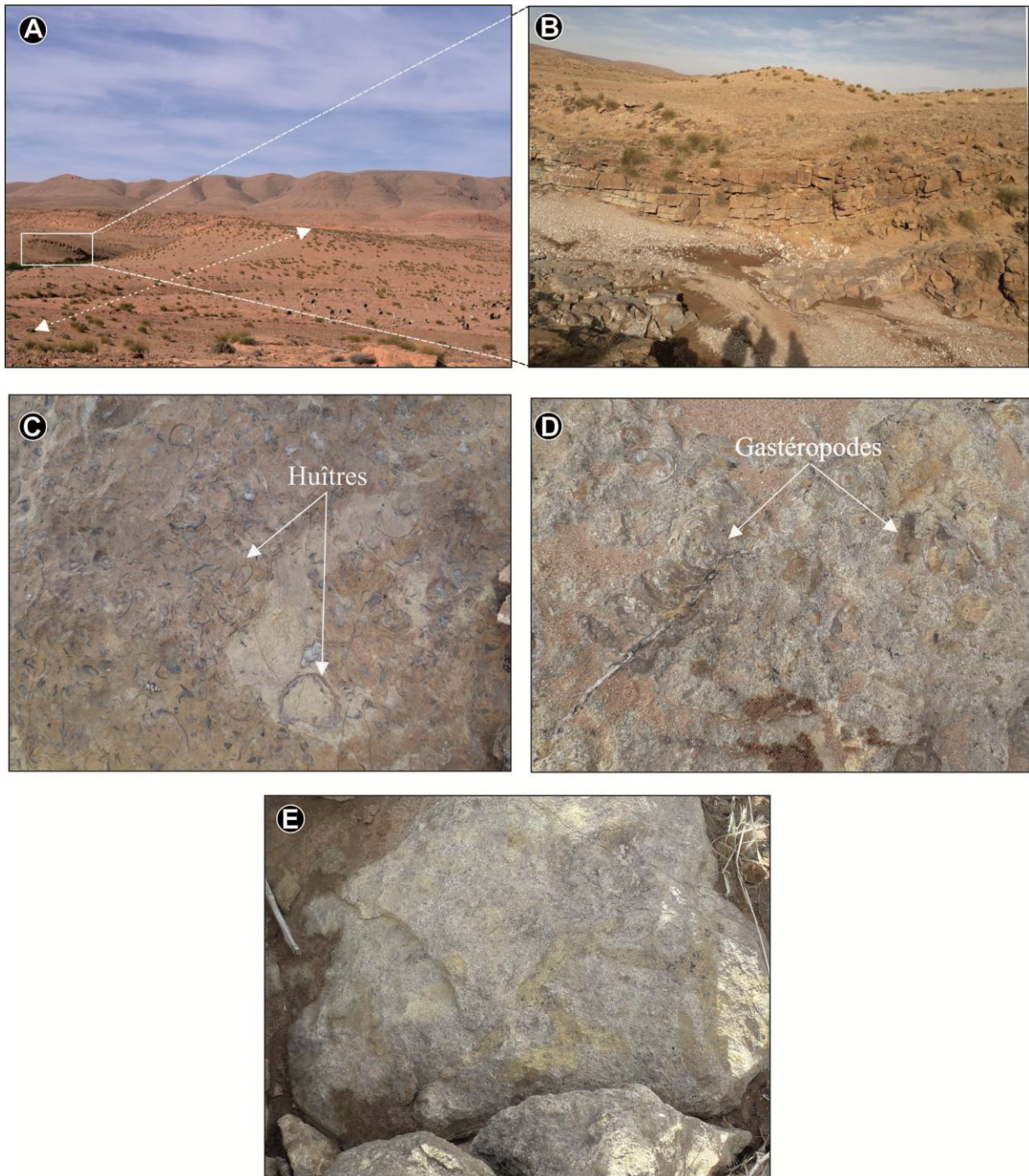


Fig. 11. Les caractéristiques lithologiques du troisième membre de la Formation de Tiloula. (A. Vue panoramique montrant la succession argilo-calcaire du troisième membre ; B. détail de A. C et D. calcaires bioclastiques riche en Huîtres ; E. Bioturbation de type *Thalassinoides*).

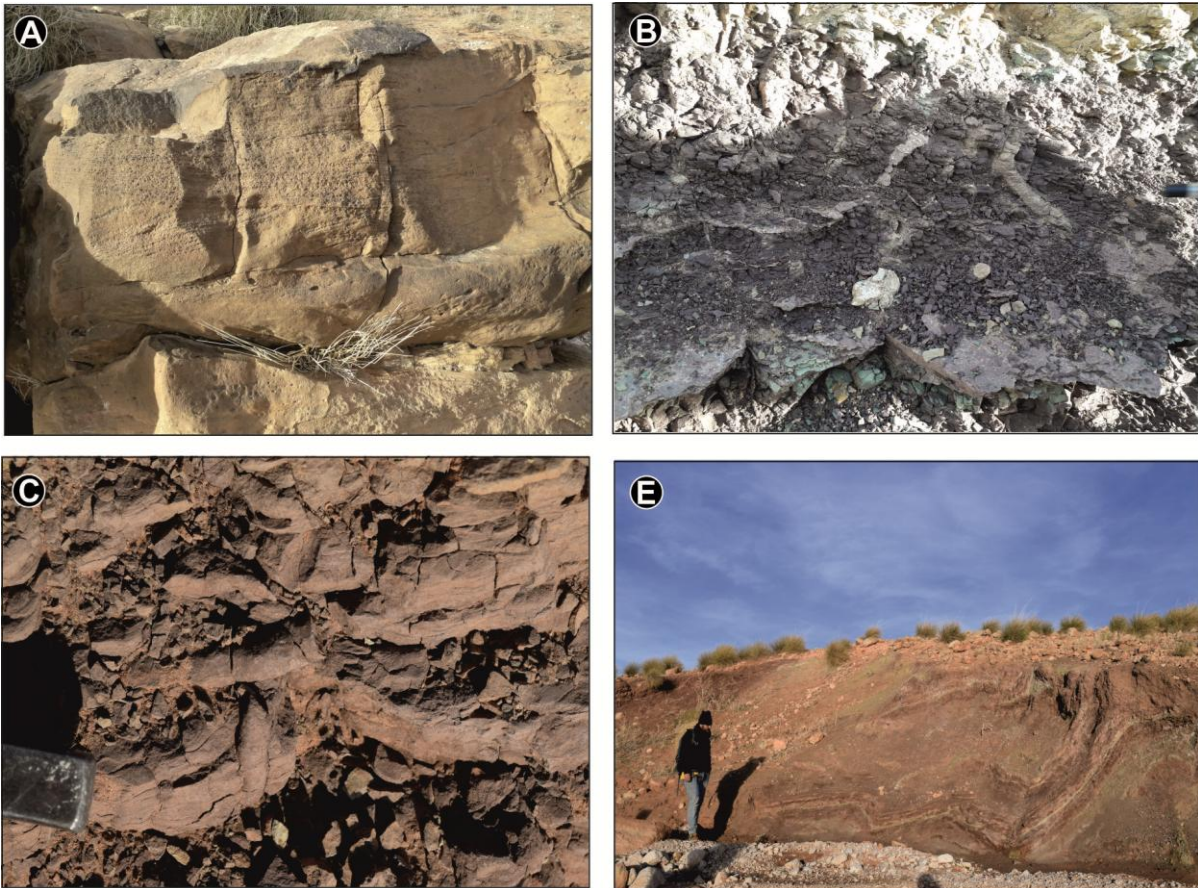


Fig. 12. Photos de terrain montrant les principales caractéristiques du quatrième membre de la Formation de Tiloula (A. Grès à laminations entrecroisées ; B. et C. Argile (B) et grès (C) à terriers verticaux ; E. Argile présentant des déformations syn-sédimentaires).

B. Formation de Tiout (1300m) (Fig.8)

Dans la région de Toualil, la Formation de Tiout est une épaisse série silico-clastique (1300 m) qui commence avec l'apparition de la première barre gréseuse (15m) à dragées de quartz. Sa limite supérieure correspond à un changement lithologique brutal, indiqué par l'apparition de premières dalles calcaires qui annoncent le début de la Formation de Rhelida.

Nous avons subdivisé cette Formation en quatre membres lithostratigraphiques informels (Fig.8), contrastés par ses caractéristiques lithologiques, paléontologiques, sédimentologiques et environnementaux :

Membre 1: Alternance argilo-gréseuse inférieure (400 m) (Fig.8)

Ce membre est caractérisé par une alternance d'argiles rougeâtres ou verdâtres (1-30 m) avec des barres gréseuses rougeâtres ou noirâtres à la patine, marrons clairs à la cassure, d'épaisseur décimétrique (10-55 m). Les argiles sont intercalées par des bancs (0.20-6 m) gréseux à stratifications parallèles (Fig. 13A), obliques angulaires ou tangentielles,

stratifications sigmoïdales et stratifications et entrecroisées en auge (Fig. 13C). Les barres gréseuses montrent des stratifications obliques ou entrecroisées (Fig. 13B et D) riches en dragées de quartz de taille millimétrique à centimétrique (Fig. 13F), des niveaux à débris de bois, des galets mous, des figures d'échappement de fluides (Fig. 13E) et des passées conglomératiques chenalisées remaniant des galets sub-arrondis.

Membre 2 : Alternance gréso-argileuse inférieure (360 m) (Fig.8)

Ce membre est formé d'alternance d'argile verdâtre avec des barres gréseuses à dragée de quartz, d'épaisseur métrique à pluri-métrique (Fig. 14A). Le faciès gréseux se caractérise par des litages de rides de courants, des stratifications parallèles, obliques angulaires (Fig. 14B), obliques tangentielles, des stratifications entrecroisées et en mamelon (*méga-HCS*) (Fig. 14C et D). Les figures d'échappement de fluides (Fig. 14E) et les stratifications contournées sont très fréquentes dans ce membre.

La partie médiane de la dernière barre montre deux niveaux pseudo-conglomératiques, successivement de couleur jaunâtre et brun rougeâtre, d'épaisseur décimétrique, renfermant des os et dents de dinosaures (*Spinosaurus aegyptiacus*, *Spinosaurus* sp.) (Fig. 14F et G).

Membre 3: Alternance argilo-gréseuse supérieur (320m) (Fig.8)

Ce membre est représenté par des combes argileuses verdâtres (jusqu'à 70 m d'épaisseur) à intercalations de bancs gréseux rougeâtres (0,5-10 m) (Fig. 15A). Les grès se caractérisent par des stratifications parallèles, obliques angulaires et entrecroisées, des litages de rides de courant (Fig. 15B).et des stratifications en mamelons. La surface basale de certains bancs gréseux montre des figures hydrodynamiques d'affouillement les flutes («*flute cast*») ou d'érosion en gouttière («*gutter cast*»).

La bioturbation est fréquente dans les passées argileuses et gréseuses minces. Elle est généralement représentée par des terriers verticaux de type *Skolithos*, *Arenicolites* et *Psilonichnuss*. La partie terminale du membre présente des déformations syn-sédimentaires de type «*slumps*».

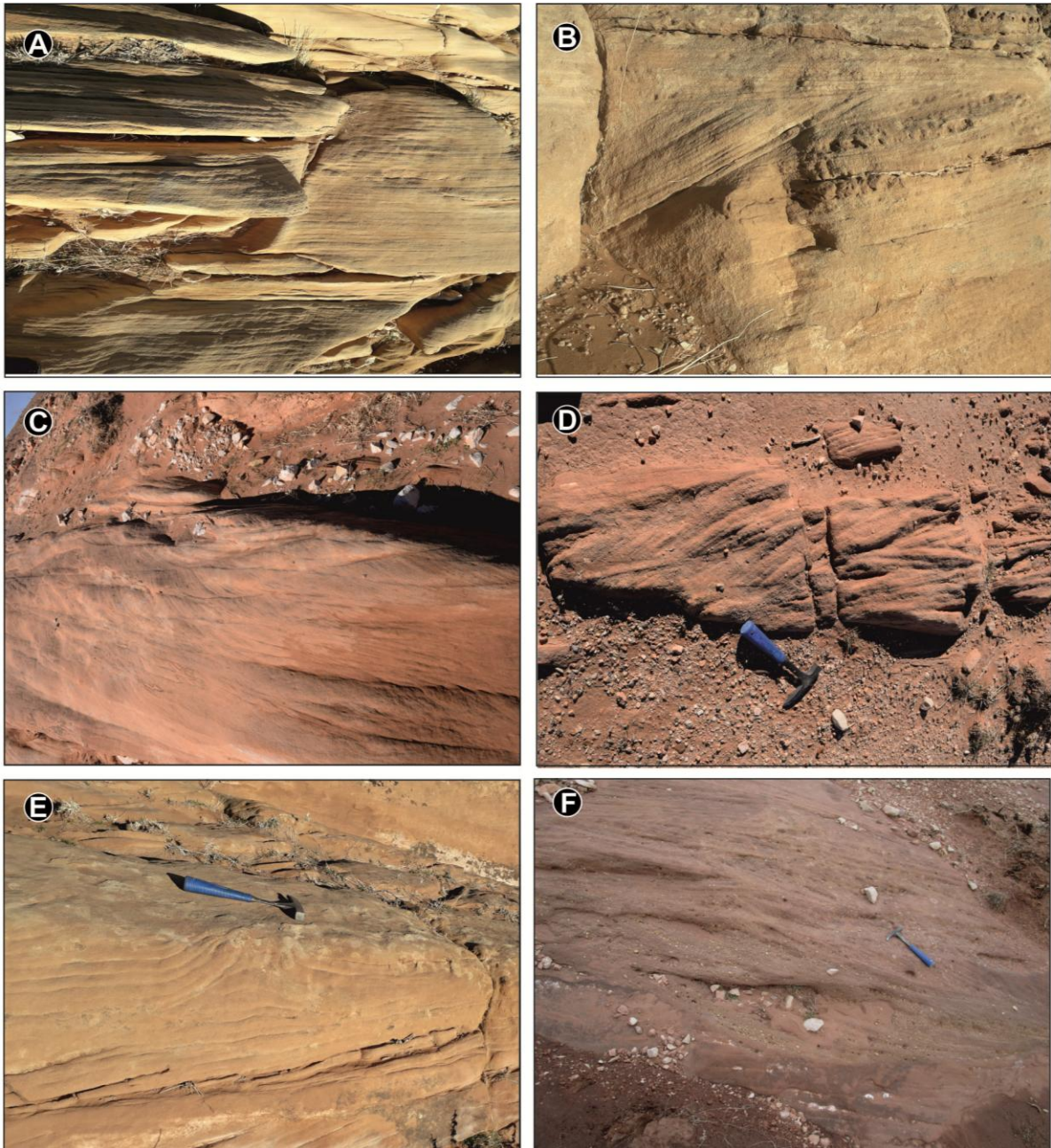


Fig. 13. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du premier membre de la Formation de Tiout (**A.** Banc gréseux à laminations planes et parallèles ; **B.** Banc gréseux à laminations entrecroisées ; **C.** Grès à stratifications en auge ; **D.** Grès à stratifications entrecroisées ; **E.** Grès à figures d'échappement de fluide ; **F.** Grès à dragées de quartz).

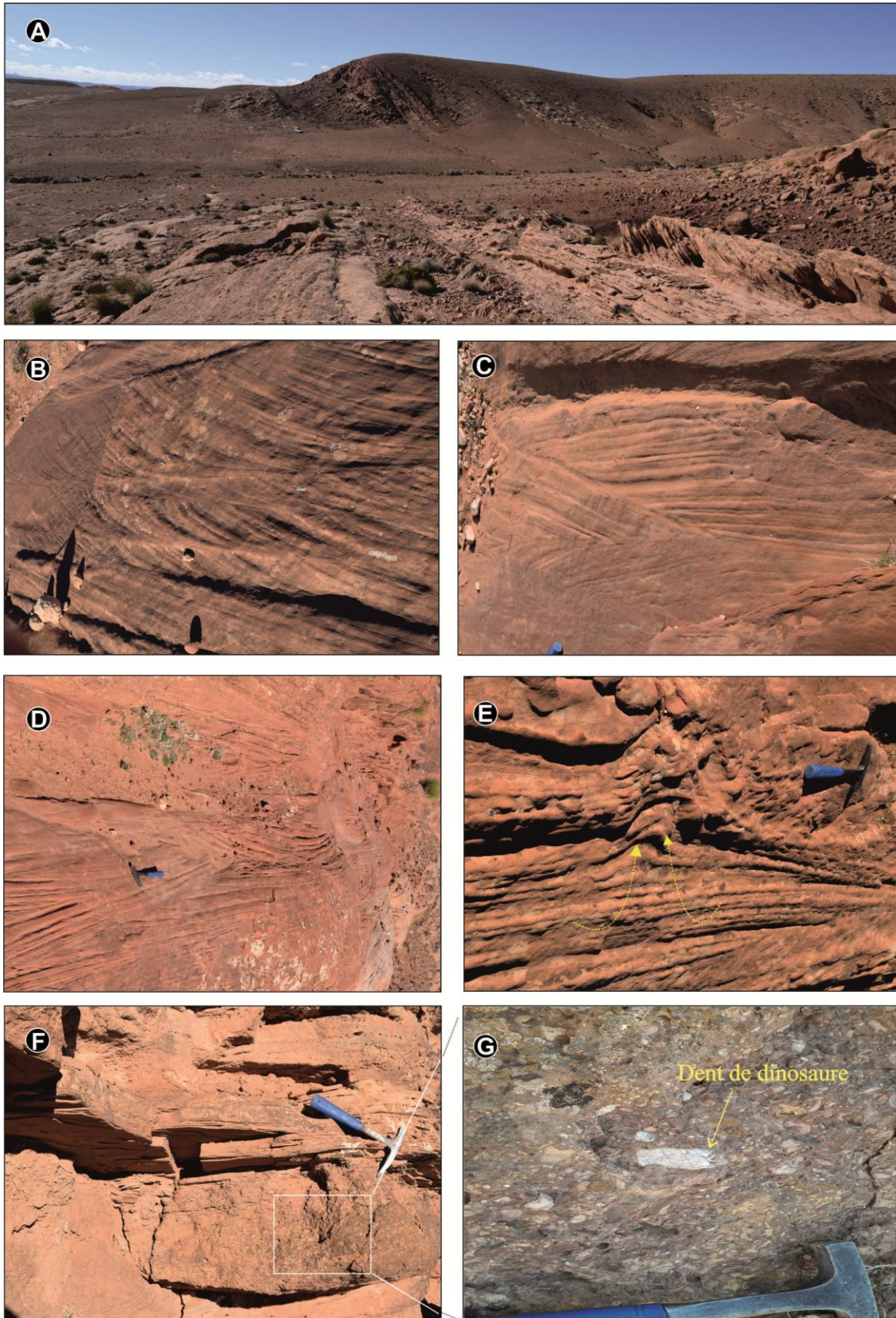


Fig. 14. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du deuxième membre de la Formation de Tiout (A. Vue panoramique présentant la l'alternance grés-argileuse du deuxième membre de la Formation de Tiout; B. Grès à stratifications obliques sigmoïdales; C. et D. Grès à stratifications obliques en mamelon ; E. Grès à figures d'échappement de fluide ; F et G. Banc conglomératique remaniant des dents de dinosaurien.

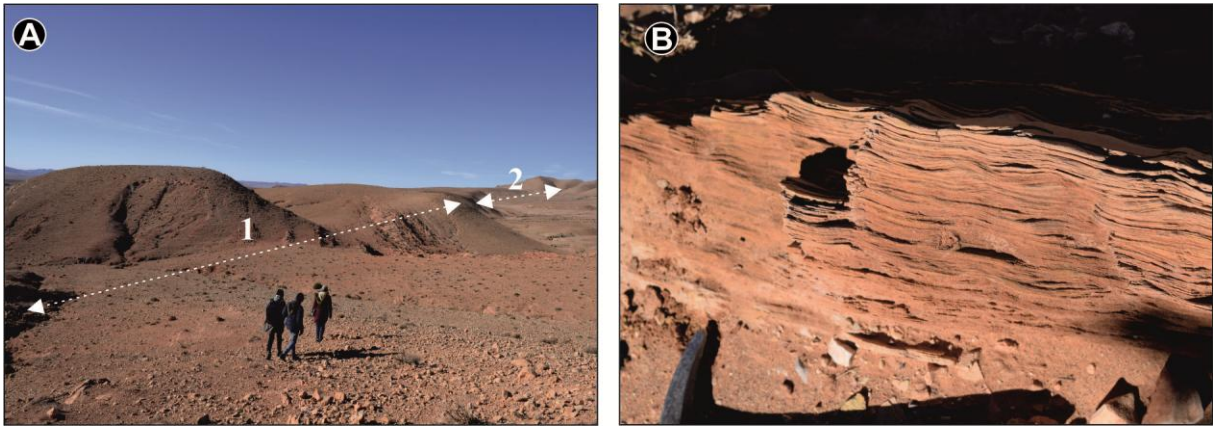


Fig 15. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du troisième membre de la Formation de Tiout (**A.** Vue panoramique montrant la succession argilo-gréseuse du troisième membre; **B.** Grès à litage de rides de courant).

Membre 4: Alternance grés-argileuse supérieur (255m) (Fig.8)

Ce membre est composé d'une alternance de barres gréseuses d'épaisseur métrique à décamétrique (4-100m) avec des combes argileuses rouges (1-10m) (Fig. 16A). L'interface des grès montre des stratifications obliques de faible angle, des stratifications obliques angulaires (Fig. 16B), des stratifications obliques tangentielles et en auges, des laminations planes et parallèles, des laminations en arêtes de poisson. Ces grès peuvent être intercalés de niveaux conglomératiques d'épaisseur centimétrique, remaniant des galets bien arrondis et des fragments d'os et dents isolés de vertébrés (dinosaures théropodes et sauropodes, crocodilien, poissons, tortues,...) (Fig. 16C). La surface basale des bancs est de type érosif; la surface supérieure présente des figures d'émersion et des rides de courant d'interférence ou de lingoïdes. Le plan de stratification de certains bancs gréseux montre des délits de linéations.

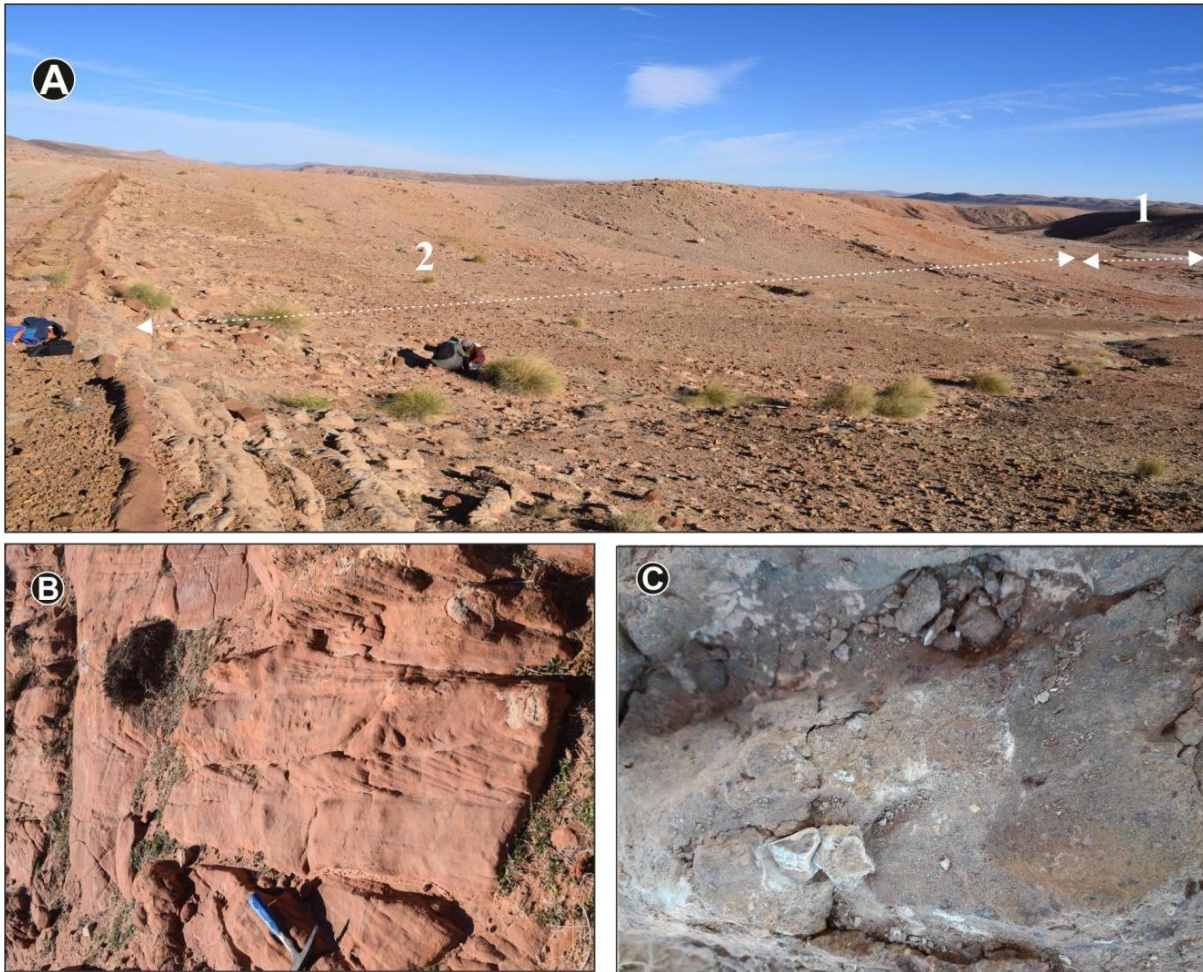



Fig. 16. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du quatrième membre de la Formation de Tiout (**A.** Vue panoramique montrant la succession gréséo-argileuse quatrième membre(2) de la Formation de Tiout (1, la fin de troisième membre); **B.** stratifications obliques angulaires réactivées; **C.** chenal conglomératique rougeâtre riche en reste des vertébrés).

3. Attribution stratigraphique (Tab. 1)

La Formation de Tiout (Toualil), a été attribuée par nos prédécesseurs à l'Albien sans arguments paléontologiques fiables. Lors de la mission de terrain (Décembre, 2019), de nouveaux restes de vertébrés ont été découverts: dinosauriens (*Spinosaurus égyptiaques* Störmer; *Carcharodontosaurus*, Störmer, *Rebbachisaurus garasbae* Lavocat) (Fig. 20A, B, C), poissons (d'*Onchopristis nuidus*, Haug; *Lepidotes* sp., Huxley) (Fig. 20D, E) et coprolithes (Fig. 20F, G, H). Cette association a permis de revoir la datation de ces niveaux détritiques. Vraisemblablement, ces niveaux semblent avoir plutôt un âge Cénomaniens inférieur. Cette attribution stratigraphique est appuyée par le fait que la faune de Tiout montre une grande répartition géographique et des ressemblances avec celle des Formation de Bahariya (Égypte) qui a été bien datée par les microfossiles (Schrank, 1992), du Kem Kem (Maroc, Cavin *et al.*,

2010), du Guir (Algérie, Benyoucef *et al.*, 2014 et 2015) celle du Tinrhert (Sahara algérien, Gabani *et al.*, 2016) (Tabl. 1) (Fig. 17)

Age	Bassoullet, 1973	Formation	Présent Travail
Crétacé Supérieur	Cénomaniens	El Rhlida	El Rhlida 
	Albien	Tiout	Tiout
Aptien			
Barremien			
Hauteriviens			
Valanginiens			
Crétacé Inferieur e	Berriasien	Tiloula	Tiloula
	Thitonien		
Jurassique Terminal			

Tabl. 1 : Attribution stratigraphique de Bassoullet (1973) en comparaison avec les données de ce présent travail.

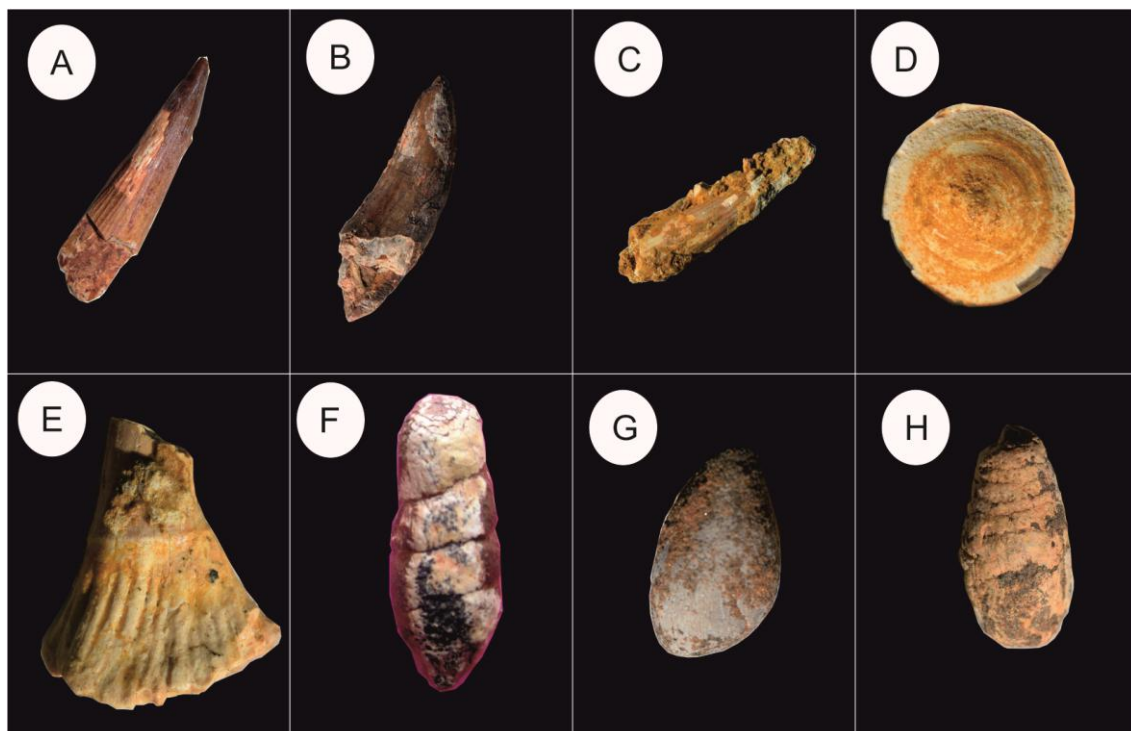


Fig. 17: A, C. *Spinosaurus égyptiaques*, x1; B. *Carcharodontosaurus*, x1; E. *Onchopristis numidus*, x2; D. *Onchopristis* sp, x1; F, G, H. Les coprolithes, x1.

Chapitre III
Sédimentologie

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons une analyse faciologique détaillée des dépôts crétacés qui affleurent dans la région d'El Bayadh. L'objectif est de comprendre la dynamique sédimentaire et de déduire les paléo-environnements des Formations étudiées dans le secteur Toualil (l'Atlas saharien occidental) durant le Crétacé inférieur.

Les données sédimentologiques utilisées pour la détermination des faciès et des sous-faciès sont : lithologie, granulométrie, classement des grains, surfaces de contact, épaisseur et géométrie des couches, contenu paléontologique et ichnologie, et structures sédimentaires. Chaque faciès est interprété en termes de la dynamique sédimentaire et des processus de dépôt.

2. Description et interprétation des faciès

Les nouvelles observations de terrain recueillies lors de notre mission de prospection (décembre 2019) permettent de définir de manière détaillée les mécanismes et l'organisation des dépôts du terrain crétacé inférieur qui affleure dans la région de Toualil (SW d' El Bayadh), grâce à la sédimentologie de faciès. Cette approche a permis de définir quatre principaux sédimentaires types (conglomérat, grès, argile et calcaire), notés de FT1 à FT4, que nous avons subdivisé aussi en sous-faciès, puis regroupé en trois assemblages de faciès distincts, appartenant à des environnements différents (fluviale, littoral à influence de marées, littoral à influence des tempêtes).

Faciès FT 1. Conglomérat

Description

Ce faciès montre des lits chenalisés dont l'épaisseur varie entre 10 à 25cm Les fragments constituant la fabrique sont sub à bien arrondis avec des dimensions entre 1 et 5cm. Ils ne sont pas jointifs et ne montrent aucune orientation particulière (imbrication). Du grès moyen rougeâtre constitue la matrice de ce faciès. Comme les faciès subséquents, la composition des fragments est celle des terrains rocheux antérieurs de la région et dragées de quartz. Les contacts sus et sous-jacents avec les autres faciès sont nets et érosifs. Ce faciès a livré des restes de vertébrés (dents de dinosaures *Spinosauridés*, de poissons-sciés et de crocodiliens, et des plaques de chéloniens) et des fragments de bois pétrifiés. Ce

faciès est essentiellement reconnu dans la partie supérieure de la Formation de Tiout. (Fig.18Aet B).

Interprétation

Ce faciès est de type matrice supportée «*Matrix-supported massive conglomerate*» des auteurs anglo-saxons. Il est le résultat d'une coulée de grains subaquatique (Liu et Wang, 2001) durant des phases d'important hydrodynamisme, en raison du manque d'organisation interne et de la matrice gréseuse (Miall, 1996).

Faciès FT 2. Grès

C'est le faciès qui domine la série étudiée, il forme souvent des bancs qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseurs. Il se présente sous forme de chenaux à apparence massive, et aussi sous forme de passées friables intercalées dans les argiles. En fonction des figures hydrodynamiques affectant les bancs, le faciès gréseux peut être divisé en plusieurs sous-faciès, ces derniers sont numérotés en lettres alphabétique de FT2a à FT2l:

FT2a. Grès massifs

Description

Ce sous faciès caractérise la partie basale de la Formation de Tiout, il correspond à des bancs gréseux de couleur rougeâtre, à grain fin ou moyen, sans structures internes apparentes. La surface basale des bancs est nette et érosive, parfois, elle montre des structures en gouttière («*gutter cast*»). Ce sous-faciès gréseux massif est localement affecté par des glissements syn-sédimentaires («*slumps*») (Fig.18C).

Interprétation

Les bancs de grès massifs résultent d'une sédimentation rapide, à partir d'un matériel en suspension et en saltation, de sorte qu'il n'y ait pas assez de temps pour développer des structures primaires ou même de classement des grains (Tucker, 2003; Stow, 2010). Ils peuvent aussi provenir d'une activité biologique intense, qui oblitère les structures sédimentaires (Cojan et Renard, 1999; Stow, 2010). La diagenèse peut aussi conduire à la disparition des structures primaires (Stow, 2010). Les structures d'affouillement sont le résultat de l'action d'un courant hydrodynamique violent.

FT2b. Grès à stratifications parallèles

Description

Il est fréquent dans toute la série étudiée, c'est un grès à grain fin ou moyen, sous forme de bancs décimétriques à métriques. Il présente des litages horizontaux parallèles, faiblement inclinés avec, parfois, des délités linéations «*parting lineations* ou *primary current lineations*» (Fig.18D). Les bancs sont continus et s'alternent avec des argiles verdâtres. La bioturbation est représentée sporadiquement par des terriers verticaux attribués à l'ichnogenre *Skolithos*.

Interprétation

Les stratifications planes et parallèles indiquent des épisodes de dépôt rapide sous l'effet d'un régime d'écoulement unidirectionnel de haute vitesse (Arnott, 1993). La rareté de la bioturbation et la présence occasionnelle des terriers verticaux, appartenant à des organismes suspensivores, témoignant aussi de la forte énergie du courant responsable de la mise en place de ce faciès.

Les bancs de grès à litage horizontal à légèrement oblique montrant des lits de grains fins ou moyens pourraient souligner des dépôts de plage (Short, 1984). Ils ressemblent aussi au faciès Sh de Miall (2006).

FT2c. Grès à stratifications obliques angulaires

Description

Ce sous-faciès est très abondant dans le secteur d'étude. Il s'organise en bancs chenalisés avec une épaisseur d'ordre centimétrique à métrique, de couleur rougeâtre et parfois à marron clair. L'interface des bancs gréseux se caractérise par la présence des laminations obliques angulaires soulignées parfois des par des dragées de quartz. L'angle de l'inclinaison des lamines varie de 25° à 30° (Fig.18E). Les stratifications obliques subissent parfois des déformations syn-sédimentaires. Elles sont associées généralement à des grès massifs, des grès à laminations horizontales ou obliques à faibles angles. Les traces fossiles sont rares voire absentes.

Interprétation

Les litages obliques planes dans les grès indiquent une sédimentation lors de remaniement et de l'accumulation d'un matériel sableux sous l'action d'un régime d'écoulement inférieur unidirectionnel ou la migration des rides (Reineck, 1973). Les laminations obliques constituent un stade intermédiaire entre les rides sinusoïdales et les rides asymétriques normales (Ferry, 2007). Elles apparaissent dans différents environnements de dépôt continentaux et marins, cependant, elles sont fréquentes dans la plateforme peu profonde (*foreshore* à *shoreface* supérieur) soumis à l'action des vagues et des marées.

FT2d. Grès à *Skolithos*

Description

Ce faciès a été identifié à plusieurs niveaux de la série étudiée. Il se présente sous forme de bancs gréseux à grain fin ou moyen, de couleur ocre à rougeâtre, d'épaisseur décimétrique, et dépourvus de structures hydrodynamiques d'interface. Il est colonisé par d'abondants terriers droits, verticaux ou obliques par rapport à la stratification, attribués à l'ichnogre *Skolithos*. (Fig.18F)

Interprétation

L'absence de stratifications internes du banc est due vraisemblablement à l'effet négatif de la bioturbation. L'abondance des traces fossiles d'habitat (« *domichnia* ») *Skolithos* a été attribuée à divers environnements de dépôts : les milieux aquatiques à eau saumâtre (Pemberton et Wightman, 1992), les environnements deltaïques (Pemberton et *al.*, 1992) et littoraux ou infralittoraux à énergie hydrodynamique modérée (Raaf et Boersma, 1971 ; MacEachern et Pemberton, 1992). Selon Ranger et Pemberton (1988), Pattison (1992) ces particularités ichnofaciologiques sont typiques des systèmes détritiques littoraux (« *shoreface* ») à influence des marées.

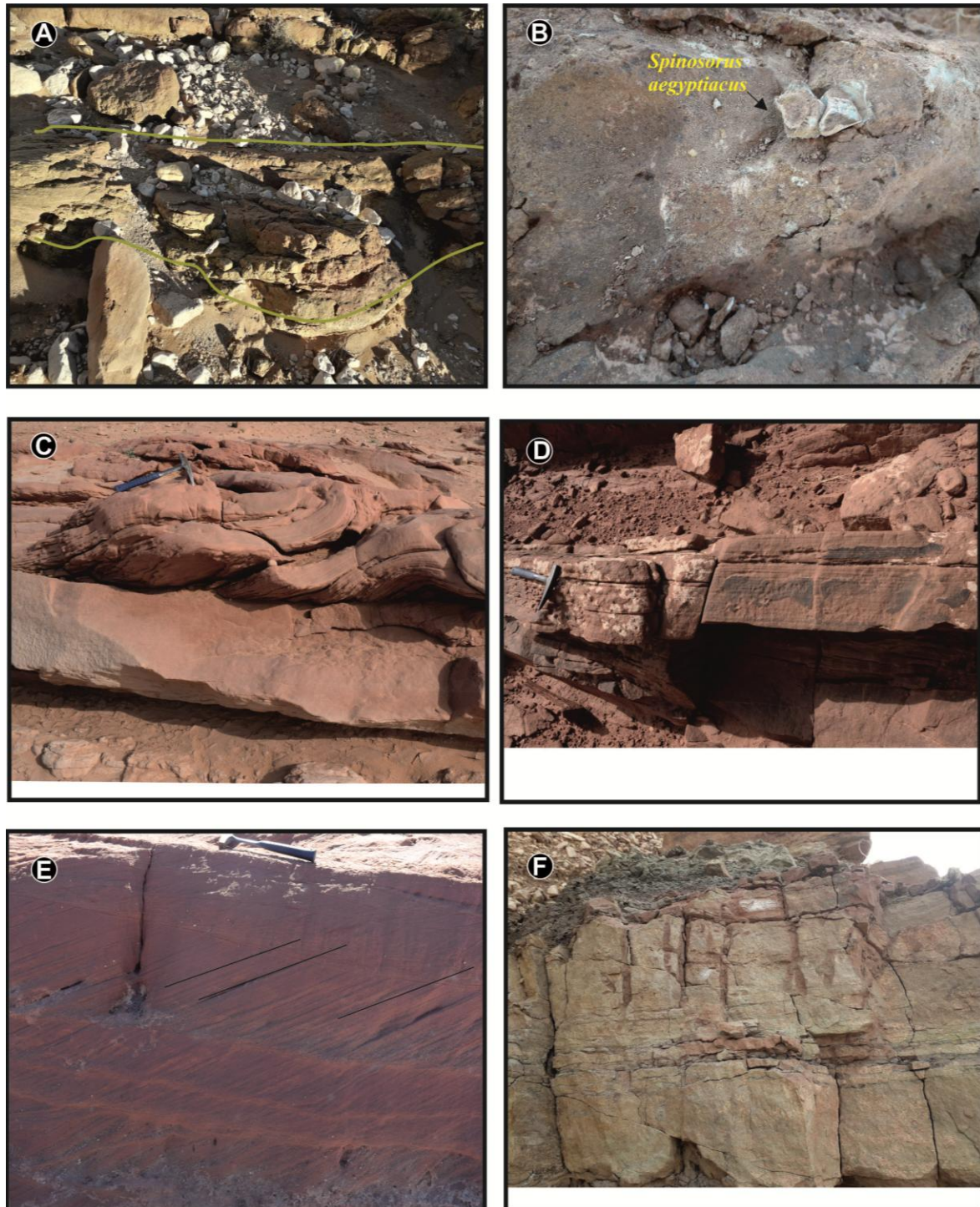


Fig.18. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT1, FT2a, b, c, d) (A et B. Conglomérat; C. Glissements syn-sédimentaires «slump»; D. Litages horizontaux parallèles ; E. Lamination obliques angulaires; F.L'ichnogenre *Skolithos*).

FT2e. Grès à laminations obliques (ou entrecroisées) en mamelons

Description

Ce sous faciès affleure dans la partie sommitale de la Formation de Tiout, en bancs ocre à rougeâtre, de 0.30 à 2m, avec des surfaces basales de type érosif. L'extension latérale est pluri-décamétrique. L'interface des bancs montre des laminations et des stratifications de type obliques en mamelons de petites et de grandes tailles (HCS « *Hummocky Cross Stratification* »), «*Mud drap -HCS*», «Méga -SCS» (Fig.19Aet B, C). La surface des bancs montre des rides de courants asymétriques. (Fig.19D).

Interprétation

Les rides de courant asymétriques impliquent une action de courant de traction sur le fond. Le litage oblique mamelonné (HCS) a été décrit pour la première fois par Campbell (1960) sous le nom de "*Truncated Wave Ripples*" puis rebaptisée "*Hummocky Cross Stratification*" par Harms (1975). La présence de telles structures suggère un environnement de dépôt soumis aux influences des marées exceptionnelles (tempêtes) allant de l'« offshore » supérieur jusqu'au « shoreface » (Brenchley 1985; Guillocheau et Hoffert, 1988).

Les grès à HSC sont formés par l'aggradation et la migration des corps de dépôts en forme de dômes (*hummocky bedforms*) durant de longues périodes d'écoulement combiné, dominé par l'action oscillatoire (*oscillatory-dominant combined flow*) à vitesse élevée (Dumas et Arnott, 2006).

FT2f. Grès à figures d'échappement de fluides

Description

Ce sous-faciès a été identifié à plusieurs niveaux le long de la Formation de Tiout. Il est constitué de grès fin à moyen en bancs d'épaisseur décimétrique à métrique, à laminations affectées par de nombreuses déformations correspondant à des figures d'échappement de fluide (Fig.19E) et les structures en coupelles «*dish structures*» (Fig.19F). Certains niveaux prennent un aspect totalement chaotique et remanient des clastes argileux isolés et disséminés au sein de ce sous-faciès gréseux. Le sommet des bancs est le plus souvent à

rides de courant. D'autres niveaux présentent à la base une lamination plane et parallèle initiale, passant vers le haut à une lamination de rides chevauchantes.

Interprétation

Les figures d'échappement de fluides qui caractérisent ce sous-faciès indiquent une sédimentation rapide pendant sa mise en place. Elles peuvent être engendrées par plusieurs facteurs : échappement de fluides au cours de la compaction ; tectonique syn-sédimentaire ou activité sismique produite dans le bassin de dépôt (Postma 1983).

FT2g. Grès à litages de rides de courants

Description

Ce faciès a été repéré dans la partie médiane et sommitale de la Formation de Tiout, il est caractérisé par des bancs gréseux à grain fin ou moyen, rougeâtre, d'épaisseur centimétrique à métrique. L'interface des bancs est marquée par des litages de rides de courant, accompagnés le plus souvent de laminations horizontales (Fig.21A).

Interprétation

Le litage de rides de courant indique un dépôt lié à des marées descendantes (Cojan et Renard, 1999) ou à un courant unidirectionnel (Bordy, 2011).

FT2h. Grès à stratification en arêtes de poisson

Description

Ce sous-faciès a été repéré au sein des parties médiane et sommitale de la Formation de Tiout, il s'organise généralement en bancs chenalisés, d'épaisseur décimétrique, de teinte rousse ou rougeâtres, à stratifications obliques (Fig.21C) ou entrecroisées en arêtes de poisson (*Herringbone Cross-Stratification*) (Fig.21B) accompagnées le plus souvent par des surfaces de réactivations.

Interprétation

Les stratifications entrecroisées en arêtes de poisson et les surfaces de réactivation indiquent des changements périodiques dans la vitesse d'un courant de marée asymétrique (Allen, 1980; Visser, 1980).

FT2i. Grès à grano-classement normal

Description

Ce faciès a été identifié à la base de la série sous forme de bancs gréseux rougeâtre d'épaisseur décimétrique à métrique, à grain fin à grossier. La base des bancs est nette et érosive, soulignée parfois par de minces passées micro-conglomératiques. L'interface des bancs montre un grano-classement positif normal ou répétitifs, des laminations entrecroisées et parallèles. (Fig.21D)

Interprétation

L'évolution verticale de la taille des grains implique une diminution de l'énergie du Courant hydrodynamique. Ce type de faciès s'observe dans plusieurs environnements de dépôt : dépôts fluviaux, de tempêtes, de turbidités (Harold, 1996)

FT2j. Grès à stratification obliques rebroussées

Description

Ce sous-faciès caractérise la partie médiane de la série. Il se présente sous forme de bancs gréseux marron clair à rougeâtre présentant des stratifications obliques. Ces dernières présentant des phénomènes de rebroussement des feuilles obliques où la partie supérieure des feuillettes est rebroussée ou plissotée vers l'aval de la structure (Fig.21E et F)

Interprétation

Ce phénomène évoque les figures décrites par Chapal (1966) sous le nom «*overturned cross-stratification*». Ces structures sont limitées au faciès «*non-conglomeratic sandy*» (Sp and St of Miall, 1981). Elles sont nommées aussi «*prolapsed cross bedding*» par Sweet (1988) et sont signalées dans des terrains de différents âges.

Selon certains auteurs, les dépôts à stratification en plis couchés sont très fréquents dans les dépôts fluviaux, ils sont le résultat d'un cisaillement pénétrant (pliage passif) plutôt que la flexion, et ce cisaillement se produit en aval, il est donc lié aux courants en aval (Allen et Banks, 1972; Allen, 1985). Le phénomène de rebroussement, connu dans les sédiments actuels, peut être d'origine multiple : choc sismique (Seed, 1968; Allen et Banks, 1972); un taux de sédimentation élevé (Roe, 1987). Doe et Dott (1980) considèrent que la traînée sous les surtensions de courant pourrait créer des différentiels de pression sur les fluides

interstitiels suffisante pour induire la liquéfaction en l'absence de tremblements de terre. Dans les accumulations sableuses des rivières à méandres (Beuf et *al.*, 1971). Il est lié au phénomène de liquéfaction (Nichols, 2009).

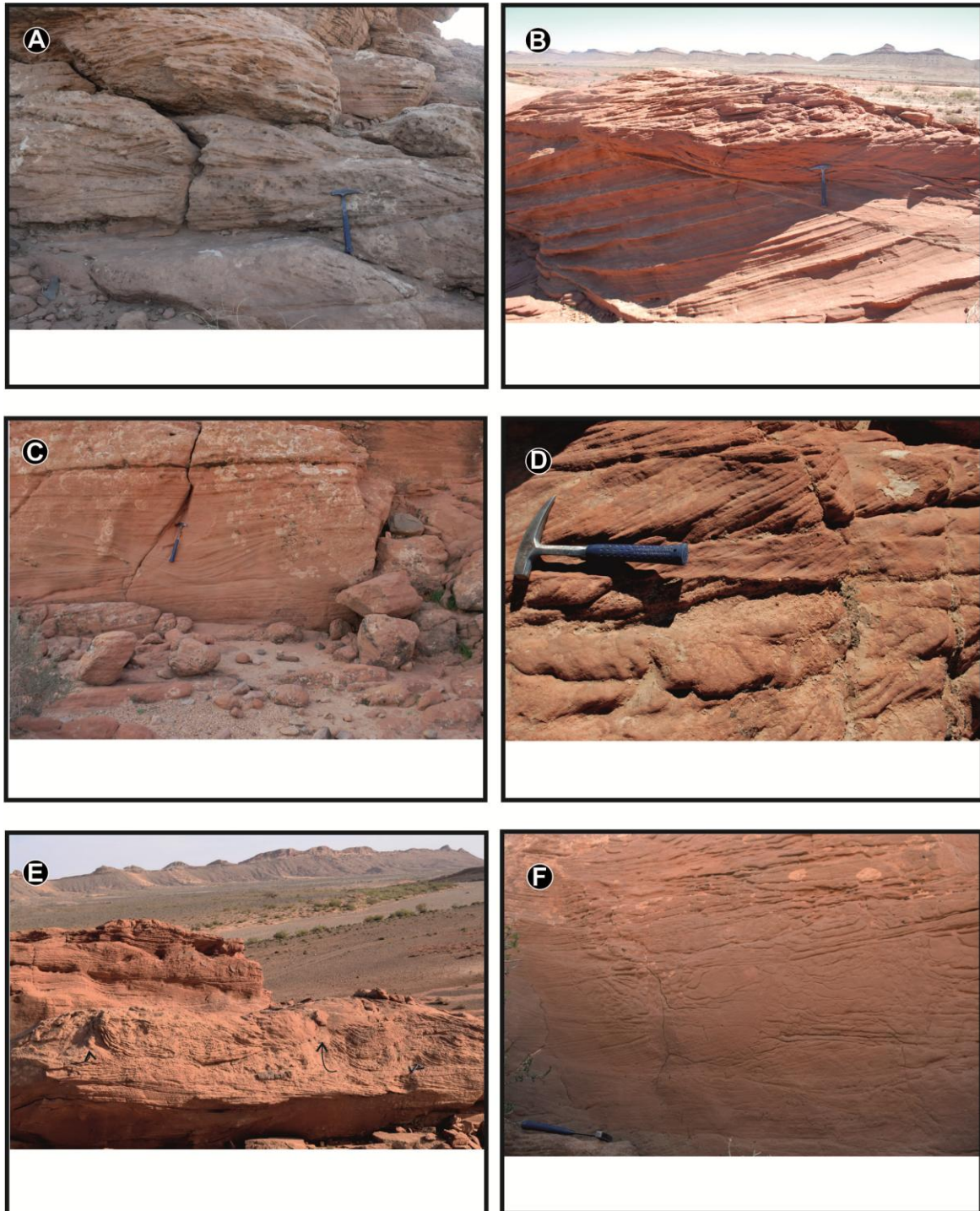


Fig. 19. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT2e-f) (A.HCS«*Hummocky Cross Stratification*»;B. *Mud drape*-HCS; C Méga SCS;D. Litage de rides de courant ; E. Figure d'échappement de fluides; F. les «*dish structures*».

FT2k. Grès à litage de rides de courant « *climbing ripple cross lamination* »

Description

Ce sous-faciès marque la partie médiane de la Formation de Tiout, il correspond à des bancs gréseux centimétriques à métriques de couleur ocre à rougeâtre, présentant à l'interface un ou plusieurs faisceaux à laminations de rides de courant. (Fig.22A et B).

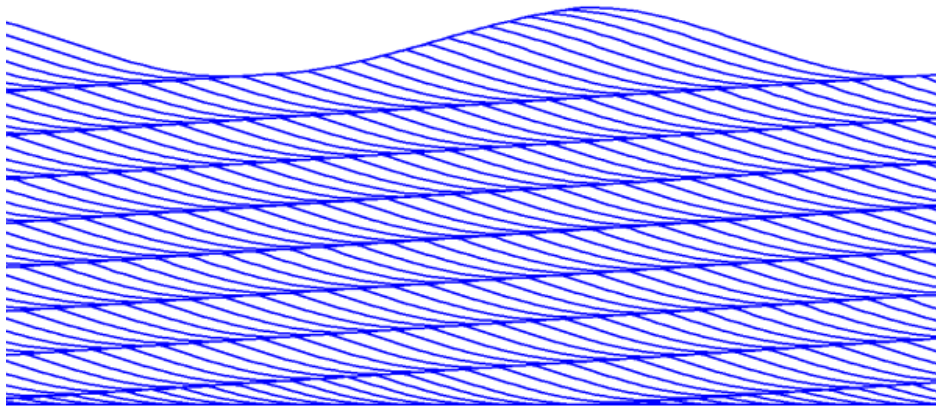


Fig.20. Présentation schématique des rides de courant « *climbing ripple cross lamination* ».

Interprétation

Dans la plupart des sédiments stratifiés, les limites entre les ensembles successifs sont inclinées et pas toujours érosifs. Ils plongent dans la direction opposée à la chute des laminés croisés et à des angles variables. Il s'agit de la dérive d'ondulation ou de la stratification croisée escalade-ondulation. L'angle de montée des ensembles d'ondulation est déterminé par le rapport entre le taux de migration des ondulations en aval et le taux de montée de la surface d'accumulation. Dans la plupart des cas, le taux d'accumulation est faible par rapport au taux de migration, et l'angle de montée qui en résulte est faible, de sorte que l'escalade sous-critique se produit. (Chamley, 2000; Benyoucef *et al.*, 2017).

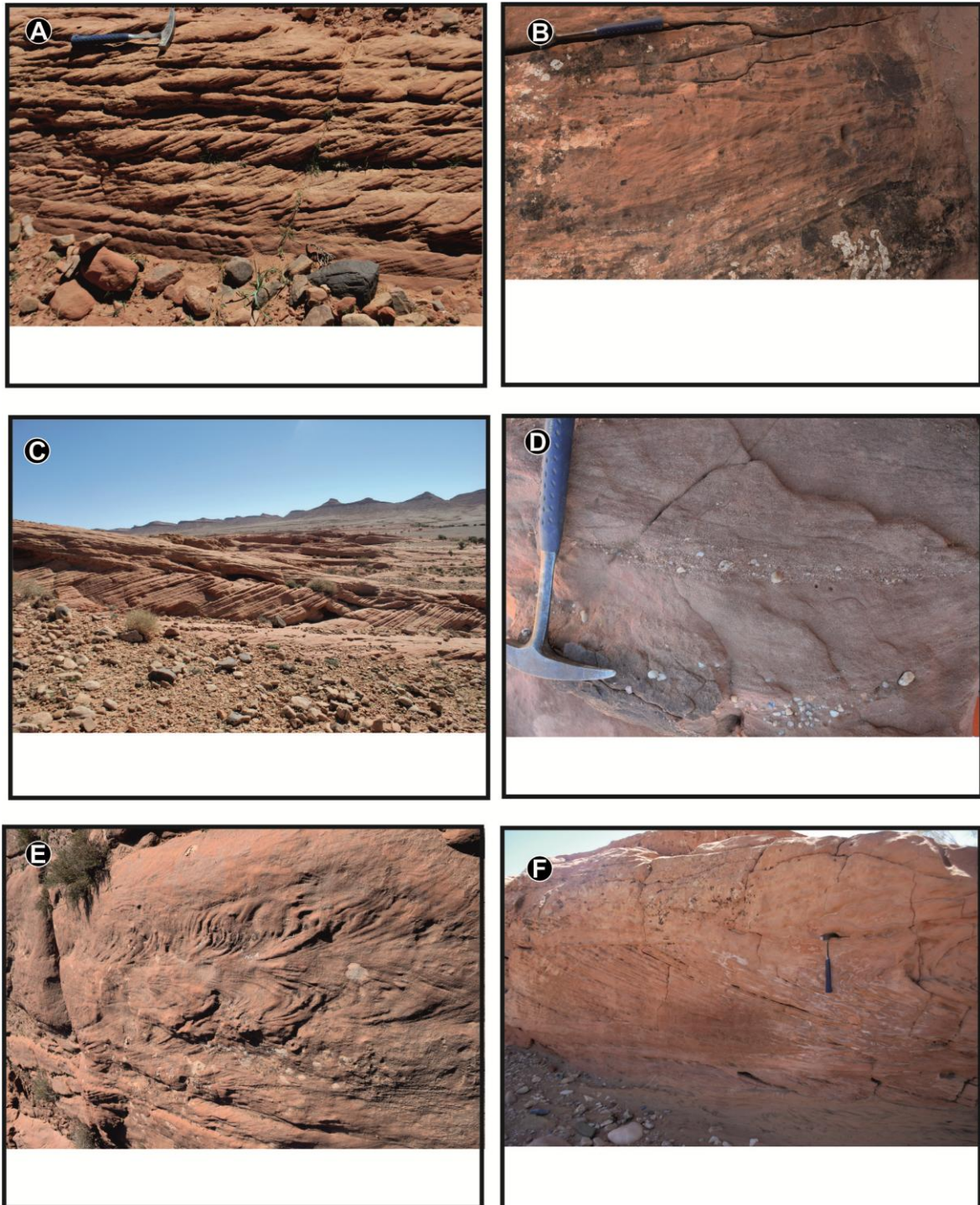


Fig.21. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT2 g, h, i, j) (A. Litage de rides de courant ; B. Stratifications entrecroisées en arêtes de poisson «*Herringbone Cross-stratification*»; C. Starifications obliques; D. Granoclassement normal; E. Stratifications obliques rebroussées; F. Stratifications obliques rebroussées ou plissotées vers l'aval).

FT2l. Grès à ride de courants chevauchants

Description

Ce sous-faciès a été identifié au sommet de la Formation de Tiout. Il est représenté par deux bancs gréseux d'épaisseur décimétrique, de couleur beige, extrêmement réguliers. L'interface est marquée par des lamines planes et parallèles, souvent oblitérées et à rides de courant chevauchantes.

Interprétation

Les rides de courant chevauchantes laissent entrevoir un milieu de dépôt où domine un écoulement unidirectionnel fortement chargé en matériel, similaires des débouchés de grands distributaires (Proust, 1992).

FT2m. Grès à déformations syn-sédimentaires «*slumps*»

Description

Ce sous-faciès a été repéré le long des deux formations étudiées. Il est représenté par des bancs gréseux d'épaisseur décimétriques déformée (*slumps*) intercalés dans des niveaux gréseux ou argileux non perturbés. (Fig. 22C)

Interprétation

Le phénomène de «*slumping*» suggère un dépôt en charriage syn-sédimentaire, lié à une déstabilisation, en relation avec des poussées tectoniques (Collinson et *al.*, 2006). Récemment, ces structures sont interprétées comme étant des séismites (*SSDS*) (Hadj Fateh, 2014 et 2015).

Faciès FT3. Argiles

Ce faciès est très répandu dans la succession étudiée, sous forme de combs métriques ou d'intercalation centimétriques à décimétriques. En fonction de sa couleur, ce faciès argileux peut être divisé en deux sous-faciès:

FT3a. Argiles vertes

Description

Ce sous-faciès est le plus dominant, il se présente sous-forme de couches verdâtres qui peuvent atteindre plusieurs décimètres d'épaisseur (Fig. 22D).

Interprétation

Les argiles sont des faciès détritiques de la classe des lutites. La mise en place des particules fines en suspension s'effectue par le phénomène de floculation et de décantation des flocons (Cojan et Renard, 1999), dans un milieu aquatique à de faible énergie hydrodynamisme. Le sous-faciès FT3a exprime de longues périodes de calme hydrodynamique permettant la décantation des particules les plus fines (Cojan et Renard, 1999).

FT3b. Argiles rouges

Description

Ce sous-faciès marque surtout la partie sommitale de la Formation de Tiloula et la partie basale de Formation de Tiout. Il se présente sous forme de couches centimétriques ou pluri-métriques intercalées entre les faciès gréseux, de couleur rouge. Ce sous faciès est caractérisé par l'absence des structures sédimentaires hydrodynamiques, aucune faune entière ou brisée n'a été inventoriée (Fig. 22D).

Interprétation

Leur texture et leur granulométrie est dû au processus de décantation, témoignent d'un milieu de dépôt à régime hydrodynamique faible (Allen, 1985) voire nul. Ce faciès a été supposé continental par nos prédécesseurs, en raison

- la couleur rougeâtre ;
- le remplissage de chenaux gréseux ayant une origine fluviale (Bassoullet, 1973).

Faciès FT 4. Calcaires

Ce faciès peut être subdivisé en deux sous-faciès:

FT4a. Calcaires dolomitiques

Description

Ce sous-faciès est observé au sein de la partie basale de la Formation de Tiloula. Il est agencé en strates calcaéro-dolomitiques beiges à verdâtres, dépourvues de faune, intercalés dans des argiles verdâtres. Les calcaires montrent aussi une épaisseur régulière (3-20 cm) et une bonne continuité latérale. Elles présentent des vacuoles cubiques d'ordre

centimétrique, des laminations algaires, des fentes de dessiccation polygonales et des rides de courant asymétriques. (Fig.22E).

Interprétation

Par analogie avec les environnements actuels spécialement dans le golfe persique, Purser, 1983), attribue ce type de faciès à des milieux supralittoraux en climat aride (Sebkha). La dolomitisation indique également un échange faible de l'eau avec l'océan ouvert et une élévation concomitante de la salinité (Sass et Bein, 1982). Les lamines algaires évoquent l'activité des cyanobactéries vivant en communautés complexes et interprétées, de manière similaire à la lamination cryptoalgale actuelle (Golfe parisien, persique et des Bahamas), comme des tapis algaires stromatolithiques caractéristiques de la zone coincée entre l'intertidal haut et le supratidal (Logan *et al.*, 1964 ; Laporte, 1967 ; Bathurst, 1971; Ginsburg, 1975; Purser, 1980; Shinn, 1983 ; James, 1984a,b; Scholle *et al.*, 1983 ; Chaodumrong et Rao, 1992).

FT4b. Calcaires bioclastiques

Description

Ce sous-faciès est identifié dans la partie terminale de la Formation de Tiloula, sous forme de bancs grisâtres, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, de calcaires bioclastiques (packstone) riche en huîtres (*Ostréidés*) désarticulés et brisés. La faune associée est composée de bivalves et de gastéropodes (*Nérinées*). (Fig.22F)

Interprétation

Ce faciès témoigne d'une sédimentation soumise ponctuellement sous l'action d'un courant de haute énergie assimilé à des tempêtes. Il correspond aux niveaux coquilliers de type A au sens de Botquelen *et al.* (2004).

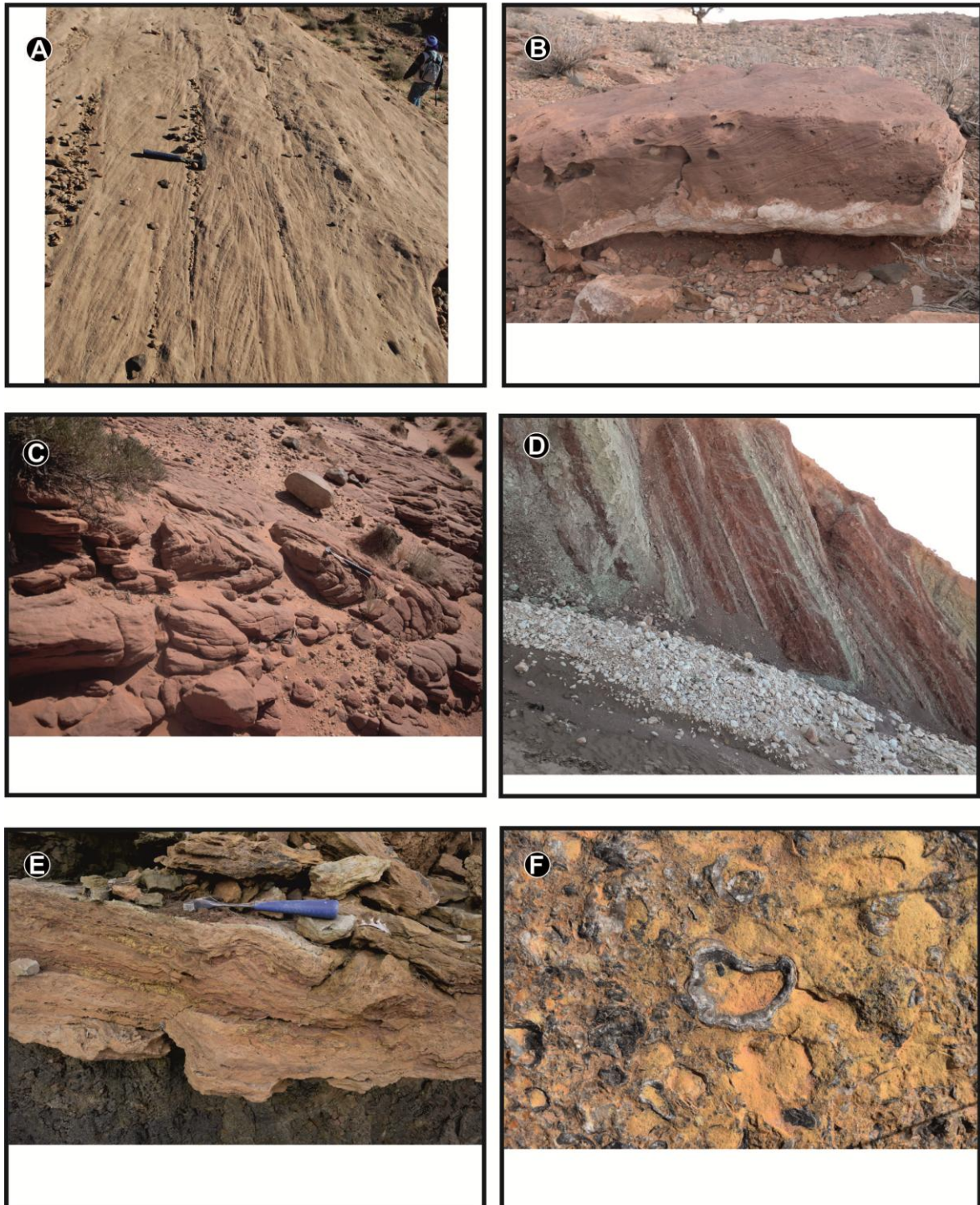


Fig.22. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT2 k, l, m; FT3 a, b; FT4 a, b): (A et B. «Climing ripple cross lamination»; C .Grés slumpé; D. Alternance d'argiles vertes et rouges; E. Calcaires dolomitiques; F. Calcaires bioclastiques.

3. Associations de faciès et environnements de dépôt (Fig. 23)

L'étude et l'interprétation d'un seul faciès ne peut pas déterminer le milieu de dépôt avec précision (Homewood *et al*, 1992). C'est la succession de plusieurs faciès (association de faciès) qui permet de lever cette indétermination. Il est donc nécessaire de regrouper les faciès définis en assemblages représentant les différents dépôts associés à un même milieu de sédimentation. Ainsi, trois associations de faciès (AF. 1 à AF. 3) peuvent être distinguées :

Association AF. 1. Estran carbonaté (*Carbonate tidal zone*)

Les dépôts de cette association de faciès occupent les parties basale et sommitale de la Formation de Tiloula. Ils sont formés d'une alternance d'argiles verdâtres (FT3a) avec des calcaires dolomitiques (FT4a), déposé dans un milieu intertidal à supratidal. Les argiles verdâtres (FT3a) associée à des calcaires bioclastiques à *Ostréidés* et des calcaires à laminations entrecroisées en mamelon (*HCS*, FT4b) mis en place dans un milieu marginal à influence de tempêtes (Fig. 23)

Association AF. 2. Fluvatile

Cette association est composée des dépôts de la partie médiane de la Formation de Tiloula et de la partie basale de la Formation de Tiout. Elle est caractérisée par :

- (i) La géométrie générale des barres en bonne continuité latérale ;
- (ii) laminations quasi-planaires ou légèrement ondulées (FT2a) ;
- (iii) surcreusements (surfaces d'érosion) peu profondes et de grande taille ;
- (iv) (fréquence de stratifications obliques angulaires (FT2b) ;
- (v) tendance granulométrique décroissante, indiquant la diminution du régime hydrodynamique (FT2i) ;
- (vi) l'absence de faune marine et des figures sédimentaires caractéristiques d'écoulement oscillatoire ou de marées.

Les dépôts de cette association, suggèrent qu'il puisse s'agir d'un système fluvatile en tresse de rivières larges et peu profondes (écoulements laminaires de type oued). En plus, Les successions de stratifications obliques angulaires (FT2c) pourraient correspondre à des empilements de barres transverses fluviatiles. La couleur ocre à rougeâtre du sédiment témoigne d'une importante oxydation, marquée par la présence, au sein de ce faciès gréseux, de petites concrétions limonitisées (Fig. 23).

Association AF. 3. Estran sablo-vaseux (*Sandy and muddy tidal zone*)

Les dépôts de cette troisième association de faciès sont bien marqués par des barres gréseuses saillantes dans la topographie, de plusieurs kilomètres d'extension latérale et intercalées de combes argileuses rouges ou verdâtres dépourvues de faune (FT3a). Ces dernières peuvent être considérées comme le résultat d'une sédimentation sur une plaine alluviale. Les barres gréseuses (FT2a à FT2m) peuvent être interprétées comme un dépôt littoral peu profond ("*shoreface*") à influence mixtes, de marées et de tempêtes. L'influence tidale est attestée par la fréquence des surfaces de réactivation et des stratifications entrecroisées en arêtes de poissons (FT2h) qui marquent la bidirectionnalité des courants de marée. L'influence des tempêtes est marquée par la présence des stratifications entrecroisées en mamelons (*HCS*).

Dans de nombreux cas, le faciès gréseux est affecté de diverses déformations de type «*slumps*» indiquant généralement une sédimentation rapide et une instabilité gravitaire. Elle est due probablement à la propagation des ondes sismiques. La genèse des structures en coupelles «*dish structures*» et des stratifications obliques rebroussées «*overturned cross-stratification*» sont actuellement liées à l'activité sismique (séismites) (Seilacher, 1969; Hadj Fateh, 2014; 2015; Shanmugam, 2016) (Fig. 23).

Age	Stratigraphie		Colonne lithologique	Faciés	Associations de faciés	Milieux de dépôts
	Formations	Membres				
Albien - Cénomannien inférieur	Formation de Tiout	4	1600m	Ft2a, b, c, i -FT3a,b	AF. 2	fluviale en tresse
		3	1400m	Ft3a- FT2a à FT2m	AF. 3	littoral peu profond <i>shoreface</i> à influence mixtes, de marée et de houle
		2	1300m			
		1	1000m 600m 500m	Ft2a, b, c, i -FT3a,b	AF. 2	fluviale en tresse
Thitonien	Formation de Tiloula	4	300m			
		3	250m 200m	FT3a-FT4b	AF. 1	marginal à influence de tempêtes
		2	100m	Ft2a, b, c, i -FT3a,b	AF. 2	fluviale en tresse
		1	50m	FT3a -Ft4a	AF. 1	intertidale à supratidal
			10m 0m			

Fig. 23. Représentation schématique des deux Formations étudiées, les associations de faciés et milieux des dépôts.

Chapitre IV
Paléontologie et
Ichnologie

1. Introduction

L'étude des Formations de Tiloula et de Tiout dans la région de Toulil nous a permis de repérer des niveaux à vertébrés et des traces fossiles. L'objectif de ce chapitre est de définir les assemblages paléontologiques et ichnologiques des deux formations, à des fins biostratigraphiques, paléo-biogéographiques et paléo-environnementaux.

2. Inventaire des fossiles

Des restes de vertébrés ont été récoltés dans la partie sommitale de la Formation de Tiout. La liste faunique se compose des taxons suivants :

2.1. Poissons

2.1.1. Chondrichthyes

Onchopristis numidus Haug, 1905

Ce poisson rajiformes est représenté par quelques dents rostrales faisant quelques centimètres de hauteur, rarement complètes et montrant un apex caractéristique pointu avec un seul crochet (Fig. 24). Ces dents de raie-scie ont été trouvées uniquement dans la partie sommitale de la série étudiée.

Les *Onchopristis* comprend deux espèces, *O. numidus* et *O. dunklei*, qui montrent une même histologie (McNulty *et al.*, 1962). Haug (1905) décrit pour la première fois le genre *Onchopristis* sur la base d'une forme du Crétacé du Djoua (Sahara algérien) sous le nom de *Gingantichthys numidus*. Quelques années plus tard, Strömer (1917) fonde le genre *Onchopristis* sur la base de restes qui proviennent du Crétacé inférieur d'Egypte.

Les dents rostrales d'*Onchopristis* constituent souvent été enregistrées dans des séquences fluviatiles et littorales du Crétacé d'Afrique du Nord une base prépondérante pour la biostratigraphie de l'Aptien-Albien et du Cénomani en Egypte, Libye, Algérie et au Maroc (Strömer, 1917 ; Cappetta, 2002; Bassoulet et Iliou, 1967; de Broin *et al.*, 1971 ; Werner, 1989, 1990; Duteil, 2000; Martill *et al.*, 2011; Benyoucef *et al.*, 2015).

Cette espèce sus citée été supposée existante uniquement en Afrique. Dans le gisement des Kem-Kem beds au Maroc, les restes de vertébrés les plus abondants sont de grandes dents

rostrales isolées attribuées à cette espèce (Serenio *et al.*, 1996 ; Dutheil, 1999). Des dents rostrales également ont été signalées dans la Formation de Tiout (Bassoullet et Iliou, 1967) et la base de la Formation de Rhelida (Benyoucef *et al.*, 2017) des environs d'Oued Boudjihane (Monts des Ksour), dans le bassin du Guir (Benyoucef, 2012 ; Benyoucef *et al.*, 2015) et dans le Tinrhert (Foureau, 1904 ; Haug, 1904, 1905).



Fig.24. d'*Onchopristis numidus*, x2.

2.1.2. Osteichthyes

Lepidotes sp Huxley, 1880

Ce genre de poisson est représenté par des écailles ganoïdes isolées en forme de losange (Fig. 24). Il caractérise la partie sommitale de la Formation de Tiout.



Fig.25. Reconstitution (d'après http://vertebresfossiles.free.fr/maroc/lepidotes_kemkem_maroc.html) et écaille ganoïde (barre d'échelle = 1 cm) de *Lepidotes* sp. Récoltée dans la partie terminale de la Formation de Tiout, x1.

2.2. Dinosaurien

Les restes de dinosauriens sont très abondants dans le tiers supérieur de la Formation de Tiout. Ces fossiles sont représentés surtout par des dents isolées et par des fragments d'os indéterminés. On peut distinguer les taxons suivants :

Théropodes

Spinosaurus aegyptiacus Stromer, 1915

Ces dents sont très répandues dans les dépôts détritiques légèrement grossiers sous forme de chenaux à base ravinante associées à des débris osseux. Ces sédiments caractérisent la partie supérieure de la Formation de Tiout. Ces dents sont de formes coniques, allongées et présentant des crénulations sur les carènes (Fig. 26).

Spinosaurus aegyptiacus a été identifiée pour la première fois par Stromer (1915) dans la Formation de Bahariya en Egypte. Elle a été trouvée aussi dans la Gara Samani au Nord-Ouest du Tademaït (Taquet et Russell, 1998), à Djoua (Stromer, 1915), à Béchar (Benyoucef *et al.*, 2015) en Algérie.

La répartition paléogéographique des *S. aegyptiacus* est exclusivement nord-africaine. Leur absence sur le continent Sud-Américain confirme que la barrière marine créée par l'ouverture de l'Atlantique sud était déjà suffisamment importante au moment des dépôts crétacés de la région de Béchar, pour empêcher le passage des animaux terrestre d'un continent à l'autre. Les dernières connexions continentales entre les continents Africain et Sud-Américain (entre le fond de l'actuel Golfe de Guinée et l'extrémité orientale du Brésil) datent de l'Albien supérieur (Reyment et Dingle, 1987).



Fig.26.*Spinosaurus aegyptiacus*, x1.

Carcharodontosaurus saharicus Depéret et Savornin, 1927

Carcharodontosaurus saharicus est représenté par des dents particulièrement longues, arquées et ornementées avec de larges rainures formées par des plissements dans l'émail de la dent. La dent est légèrement concave (Fig. 27). Il s'agissait d'un grand dinosaure carnivore terrestre.

Auparavant, cette espèce est nommée par Depéret et Savorin (1927) *Megalosaurus saharicus*, elle a été décrite pour la première dans l'Albien du «Continental Intercalaire» de la région de Timimoun (Depéret et Savornin, 1927).

Les théropodes sont présents en Afrique du nord dès l'Albien où ils sont notamment représentés par le genre *Carcharodontosaurus*. Des dents isolées et un crâne bien conservé ont été découverts dans les Kem-Kem beds au Maroc (Serenio *et al.*, 1996). En Algérie, ce genre a été découvert également dans les sédiments gréseux de la région d'Oued Boudjihane, dans les Monts des Ksour. Dans la région de la Gara Samani, une occurrence du genre *Carcharodontosaurus* a été signalée par Broin *et al.*, 1971. Des fragments de crânes et des os post-crâniens de *C. saharicus* ont été découverts dans la Formation d'âge Cénomaniens inférieur de Bahariya en Egypte (Stromer, 1931) ainsi que des dents dans la Formation d'In Abangharit d'âge cénomaniens au Niger (Lapparent, 1960). Cet espèce a été également signalée dans dépôts albiens en Tunisie (Bouaziz *et al.*, 1988 ; Serenio et Brusatte, 2008).



Fig. 27. *Carcharodontosaurus saharicus*, x1.

2.3. Les coprolithes

Dans la partie supérieure de la Formation de Tiout, certains passées microconglomératiques ont livré des galets phosphatés millimétriques, correspondant pour la plupart à des coprolithes spiralés de vertébrés (Fig. 28)

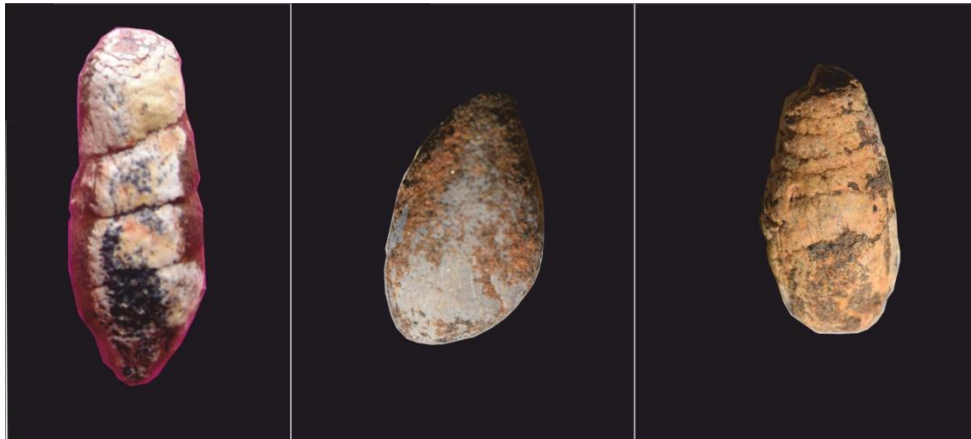


Fig. 28. Les coprolithes, x1.

3. Inventaire des traces fossiles

3.1. Ichnogenres :

Ichnogenre: *Arenicolites* Salter, 1857 (Fig.29)

Description:

Il s'agit d'un-terrier vertical, préservé en position endichnial et en forme de U. A la surface supérieure du banc, il est reconnaissable par des ouvertures du terrier qui sont toujours en paires (Fig. 29). En réalité, à l'interface des bancs il s'agit de deux tubes plus ou moins parallèles—La largeur du terrier ainsi que le diamètre des tubes sont souvent uniformes sur toute la hauteur du terrier. La distance entre les deux bras est de 1 à 6 cm, la profondeur du terrier est de quelques centimètres et le diamètre du tube cylindrique est de 5-10 mm.

Remarque : *Arenicolites* diffère des *Diplocraterion* par l'absence des spreites entre les deux tubes du terrier.

Occurrence : Cette trace est assez fréquente dans la partie basale (membre 2) de Formation de Tiloula.

Discussion :

La plupart des *Arenicolites* correspondent à des traces d'habitats d'organismes suspensivores tel que les vers polychètes et les crustacés amphipodes (Buatois et Mángano, 2011; Knaust, 2017). C'est une trace eurybathique connue dans des environnements continentaux et dans des environnements marins peu profonds à profonds (Ekdale *et al.*, 1984; Uchman, 1995; Knaust, 2017). *Arenicolites* est généralement associé aux dépôts de haute énergie, tel que les dépôts de tempêtes, les dunes de sable en migration, shoreface supérieur à moyen (Knaust, 2017).

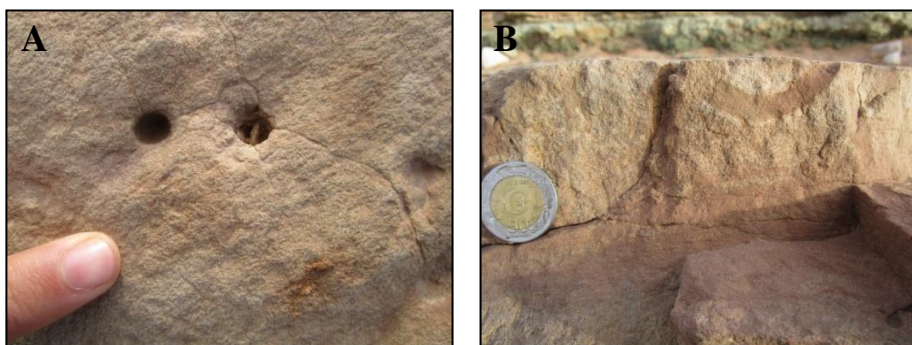


Fig. 29: *Arenicolites* **A:** vue de la face supérieure, **B:** vue d'interface, x1.

Ichnogenre: *Ophiomorpha* Lundgren, 1891(Fig. 30)

Ophiomorpha isp.

Description:

C'est une trace attribuée à des crustacés qui créent un terrier à paroi munie de pellets préservés en moulage (cavités). Les terriers observés ont un diamètre de 0,8 à 1cm et une longueur de 15cm.

Occurrence: Cet ichnogenre est présent en faible proportion surtout à l'interface des corps gréseux de la partie basale du deuxième membre de la Formation du Tiloula.

Discussion:

Cette trace est très souvent observée dans des environnements peu profonds à forte énergie (Pemberton et Frey, 1982; Frey *et al.*, 1984; Howard et Frey, 1985; Ekdale, 1988), mais aussi dans les dépôts turbiditiques sableux (Ksiazkiewicz, 1977; 1996; Uchman, 1995, 1998).

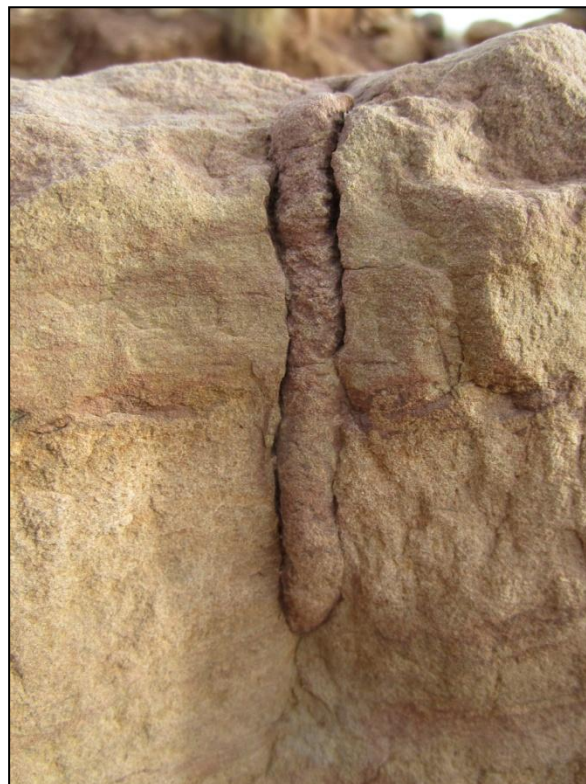


Fig. 30: *Ophiomorpha* isp, x2.

Ichnogénre: *Psilonichnus* Fürsich, 1981 (Fig.31)

Description :

C'est un terrier vertical, branchu, cylindrique à subcylindrique ne présentant aucune ornementation. Il se présente en forme Y; les branches ont un diamètre différent.

Occurrence: cette trace est très abondante dans les combes argileuses de la partie sommitale de la Formation de Tiout.

Discussion:

Psilonichnus est attribué à des crustacés suspensivore (Fürsich, 1981), brachyures (crabes, Frey *et al*, 1984). C'est une trace caractéristique de l'ichnofaciès à *Psilonichnus* mais également signalé dans l'ichnofaciès à *Skolithos* (Fürsich, 1981; Frey *et al*, 1984; Frey et Pemberton, 1987; Curran, 1992).



Fig. 31: *Psilonichnus*, x1.

Ichnogénre: *Skolithos* Haldeman, 1840

Skolithos linearis Haldeman, 1840 (Fig. 32)

Description:

C'est un terrier vertical droit ou légèrement oblique, non branchu, cylindrique ou subcylindrique. Le diamètre assez uniforme varie de 5 à 15mm (moyenne 10mm). La longueur est plus variable, mais en moyenne de 10cm, mais atteignant parfois 15cm. La partie externe du terrier est compatible à la texture du sédiment encaissant.

Occurrence: Cet ichnogénre est très fréquent, préservée à l'interface des bancs dans la partie basale (membre 2 et 3) de la Formation, du Tiloula.

Discussion:

Pendant de nombreuses années *Skolithos* a été considéré comme un indicateur d'un milieu de dépôt littoral ou milieu marin peu profond, et son nom a été utilisé pour définir l'ichnofaciès à *Skolithos* (Seilacher, 1967). Ces terriers sont généralement considérés comme des structures d'habitation d'organismes vermiformes sessiles: phoronidiens (Fenton et Fenton, 1934); polychète (Curran et Frey, 1977).

En réalité, *Skolithos* a été décrit dans des environnements différents côtiers, estran, barres deltaïques, estuaires (Seilacher, 1967; Alpert, 1974; Fillion et Pickerill, 1990), fluviale (Stanley et Fagerstrom, 1974, Mangano et Buatois, 1991; Buatois *et al*, 2001). Des structures similaires du Trias en Groenland ont été attribuées à des terriers d'insectes (Bromley et Asgaard, 1979). Cependant, Frey et Pemberton (1984), associent ces traces à des faciès de haute énergie généralement de tempête. Ces conditions sont typiques des plages aériennes et sous-marines.



Fig. 32: *Skolithos linearis*, x1.

Ichnogenre: *Taenidium* Heer, 1877

Taenidium barretti Bradshaw, 1981 (Fig. 33)

Description:

C'est un terrier simple, cylindrique, horizontal, droit à légèrement courbé. Il présente un remplissage en ménisque, le diamètre varie entre 0,5 et 0,8cm alors qu'il atteint plusieurs centimètres de long.

Occurrence: C'est une trace qui caractérise la partie supérieure ou l'interface des bancs gréseux rougeâtres; elle est très fréquente dans la partie médiane (membre 2 et 3) de la Formation de Tiout.

Discussion:

C'est une trace de nourriture due à des organismes vermiformes limivores (D'Alessandro et Bromley, 1987; Schlirf, 2003; Buatois *et al.*, 2011). Cette trace caractérise des environnements différents : shoreface à influence de tempête (Schlirf, 2003); ichnofaciès à *Cruziana* (Patel *et al.*, 2009); offshore (Frey et Howard, 1985), même continental (fluviale et lacustre) (Maulik et Chaudhuri, 1983; Keighley et Pickerill 1994; Schlirf *et al.*, 2001).



Fig. 33. *Taenidium barretti*, x1.

3.2. Association des traces fossiles:

Cette étude ichnologique et les résultats obtenus sont préliminaires. L'inventaire des traces fossiles révèle une bioturbation faible à modérée, mais très significative du point de vue environnementale. En effet, La Formation de Tiloula montre l'association des traces suivantes *Arenicolites*, *Ophiomorpha* et *Skolithos*. Ces trois traces ont souvent été rattachées à des environnements côtiers de haute énergie à influence de tempêtes (Uchman, 1995; Knaust, 2017). Cette association peut correspondre à l'ichnofaciès à *Skolithos*.

La Formation de Tiout est dominée par *Psilonichnus Taenidium*. La première trace est généralement signalée dans l'ichnofaciès à *Psilonichnus* (dune littorale) (Fürsich, 1981; Frey *et al.*, 1984; Frey et Pemberton, 1987; Curran, 1992). La seconde correspond à trace des

traces de nourriture d'organismes limivores, elle est surtout signalée dans des environnements continentaux spécialement fluviaux. Il correspond à l'ichnofaciès à *Coprinisphaera* (Maulik et Chaudhuri, 1983; Keighley et Pickerill 1994; Schlirf *et al.*, 2001).

Chapitre V

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but principal du travail présenté dans ce manuscrit consiste en l'étude de l'évolution faciologique, environnementale du «Continental Intercalaire» dans l'Atlas Saharien, il s'appuie essentiellement sur des données sédimentologiques, paléontologiques et ichnologiques. Cette étude a été effectuée dans le secteur de Toualil au Sud-Ouest de la ville d'El Bayadh.

La succession lithostratigraphique du «Continental Intercalaire» dans l'Atlas Saharien, montre une sédimentation à dominance détritique, avec une importante variation de faciès et d'épaisseurs.

Dans la région de Toualil l'étude lithostratigraphique a permis de distinguer deux formations attribuées à Tithonien-Albien: (i) La Formation de Tiloula, argilo-gréseuse, formée essentiellement par une alternance d'argiles, de grès et des bancs dolomitiques minces, avec une diversité des structures sédimentaires; (ii) la Formation de Tiout, gréseuse, riche en figures hydrodynamiques (d'affouillements, d'érosions et de déformations) intercalées par des niveaux micro-conglomératiques à ossements et reste de vertébrés. Cette récolte découverte à la partie sommitale de la Formation de Tiout a permis de lui confère un âge Cénomanién inférieur.

La bioturbation est faible à modérée représentée par des terriers obliques et verticaux.

L'étude sédimentologique du Crétacé inférieur de l'Atlas saharién occidentale a permis de mettre en évidence quatre (4) faciès (treize, 13 sous faciès), regroupés en trois (3) associations:

- Une première association (AFI) où le milieu est inséré entre l'intertidal à supratidal évoluant à un milieu marginal à influence de tempêtes (*Carbonate tidal zone*);
- Une deuxième association (AFII) où le milieu correspond à un système fluvial en tresse de rivières larges et peu profondes (fluvial);
- Une troisième association (AFIII) coïncidant avec un milieu littoral peu profond «*shoreface*» à influence mixtes (*Sandy and muddy tidal zone*).

Du point de vue paléontologique et ichnologique:

La faune des restes de vertébrés dans la série étudiée montre la présence: Des poissons Chondrichthyes (*Onchopristis numidus*) et Osteichthyes; des Dinosaures Théropodes (*Spinosaurus aegyptiacus*), (*Carcharodontosaurus saharicus*) et Sauropodes (*Rebbachisaurus garasbae*) et des coprolithes. Ces restes de vertébrés se sont accumulés dans un contexte fluvial ou côtier à influence de marées.

Sur le plan ichnologique, la série étudiée est caractérisée par la présence des terriers surtout verticaux (*Arenicolites*, *Ophiomorpha*, *Psilonichnus*, *Skolithos*) et horizontaux en ménisque (*Taenidium*). Cette étude confirme les données sédimentologiques où l'association des traces fossiles reflète trois zones d'ichnofaciès: l'ichnofaciès à *Skolithos*, l'ichnofaciès à *Psilonichnus* et l'ichnofaciès à *Coprinisphaera*

Références
Bibliographiques

Allen, J.R.L., Banks, N.L., 1972. An Interpretation And Analysis Of Recumbent-Folded Deformed Cross-Bedding. *Sedimentology*, 19, 257-283.

Allen, J.R.L., 1980. Sand Waves: A Model Of Origin And Internal Structure. *Sedimentary Geology*, 26, 281-328.

Allen, J.R.L., 1985. Principe Of Physical Sedimentology. Allen Et Unwin Ltd, London, 272p.

Alpert, S.P., 1974. Systematic Review Of The Genus *Skolithos*. *J. Paleontol.* 48 (4), 661–669.

Ambroggi, R., 1963. Etude Géologique Du Versant Meridional Du Haut Atlas Occidental Etde La Plaines Du Souss :Notes Et Mémoires Du Service Géologique Du Maroc, 157 ,153-225.

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, 5-12.

Arnott, R.W.C., 1993. Quasi-Planar-Laminated Sandstone Beds Of The Lower Cretaceous

Bassoullet, J.P., 1973. Contribution À L'étude Stratigraphique Du Mésozoïque De L'atlas Saharien Occidental (Algérie). *Thèse De Doctorat D'état Es-Sciences Naturelles. Université De Paris Vi*, France497p, 43-45p.

Bassoullet, J.P., Iliou, J., 1967. Découverte De Dinosauriens Associés À Des Crocodiliens Et Des Poissons Dans Le Crétacé Inférieur De L'atlas Saharien (Algérie). *Compte Rendu Sommaire,Séance De La Société Géologique De France*, 7, 294-29.

Bathurst, R.G.C., 1971. Carbonate Sediments And Their Diagenesis. *Developments In Sedimentology*, 12. Elsevier Publishing Company. 620p

Benadla. M., Marok. A., Matias. R. 2019. Ostracods of the Cenomanian-Turonian Transition (*Whiteinella archaeocretacea* Zone) in the Ksour and Amour Mountains (Saharan Atlas, Algeria): *Paleobiogeographic Implication: IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development*

Benyoucef, M., 2012. Le Bassin Crétacé Du Guir (Sud-Ouest Algerien) : Caracterisations Lithobiostratigraphiques, Sedimentologiques & Paleogeographiques, Thèse De Doctorat, Université De Tlemcen, 220p.

Benyoucef, M., Adaci, M., Meister, C., Läng, E., Malti, F. Z., Mebarki, K., Cherif, A., Zaoui, D., Benyoucef, A., Bensalah, M., 2014. Le « Continental Intercalaire » Dans La Région Du Guir (Algérie):Nouvelles Données Paléontologiques, Ichnologiques Et Sédimentologiques. *Revue De Paléobiologie*, 33,281-297.

- Benyoucef, M., Lang, M., Mebarki, K., Adaci, M., Bensalah, M., 2015.** Overabundance Of Piscivorous Dinosaurs (Theropoda: Spinosauridae) In The Mid-Cretaceous Of North Africa: The Algerian Dilemma. *Cretaceous Research* 55, 44-55.
- Benyoucef, M., Mebarki, K., Ferre, B., Adaci, M., Bulot, L., Desmares, D., Villier Loi., Bensalah, M., Frau, C., Ifrim C., Malti, F-Z., 2017.** Litho- And Biostratigraphy, Facies Patterns And Depositional Sequences Of The Cenomanian-Turonian Deposits In The Ksour Mountains (Saharan Atlas, Algeria) *Cretaceous Research* 78, 34-55.
- Beuf, S., Biju-Duval, B., De Charpal, O., 1971.** Les Grès Du Paléozoïque Inférieur Au Sahara : Sédimentation Et Discontinuités, Évolution Structurale D'un Craton. Technip (Edi). 484 P.
- Blakey, R.H., 2011.** Global Paleogeography Available From Website <Http://Www2.Nau.Edu/Rcb7/65moll.Jpg> Bootlegger Member, North-Central Montana: Evidence Of Combined-Flow
- Bordy E.-M., Linkermann, S., Prevec, R., 2011.** Palaeoecological Aspects Of Some Invertebrate Trace Fossils From The Mid- To
- Botquelen, A., Loi, A., Gourvenec, R., Leone, F., Dabard, M., 2004.** Formation Et Signification paléo-Environnementale Des Concentrations Coquillières : Exemples De l'Ordovicien De Sardaigne Et Du Dévonien Du Massif Armoricain. *Comptes Rendus Paleoval* 3, 353-360.
- Bouaziz, S., Buffetaut, E., Ghanmi, M., Jaeger, J.-J., Martin, M., Mazin, J.-M., Tong, H., 1988.** Nouvelles Découvertes De Vertébrés Fossiles Dans L'albien Du Sud Tunisien. *Bulletin De La Société Géologique De France* 4, 335-339.
- Brenchley, P.J., 1985.** — Storm influenced sandstone beds. *Modern Geology* 9, 369-396.
- Broin, F., De Grenot, C., Vernet, R., 1971.** Sur La Découverte D'un Nouveau Gisement De Vertébrés Dans Le Continental Intercalaire Saharien: La Gara Samani (Algérie). *Comptes Rendus De L'académie Des Sciences À Paris. Série D* 272, 1219-1221.
- Bromley, R.G., Asgaard, U., 1979.** Triassic Fresh Water Ichnocoenosis From Carlsberg Fjord, East Greenland. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 28, 39-80.
- Buatois L., Mangano M.G., Sylvester, Z., 2001.** A Diverse Deep-Marine Ichnofauna From The Eocene Tarcau Sandstone Of The Eastern Carpathians, Romania. - *Ichnos*, 8(1), 23-62.
- Buatois, L., Mángano, M.G., 2011.** Ichnology: Organism-Substrate Interactions In Space And Time. Cambridge University Press, Cambridge 358p.

- Buffetaut, E., Ouaja, M., 2002.** A New Specimen Of Spinosaurus (Dinosauria, Theropoda) From The Lower Cretaceous Of Tunisia, With Remarks On The Evolutionary History Of The Spinosauridae. *Bulletin De La Société Géologique De France*, 173 (5), 415-421.
- Campbell, C.V., 1960.** Truncated Wave-Ripple Laminae. *Journal Of Sedimentology And Petrol.*41, 395-409p.
- Cappetta, H., 1974.** Sclerorhynchidae nov. fam., Pristidae et Pristiophoridae : un exemple de parallélisme chez les sélaciens. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, série Ila 278, 225-228.
- Cavin, L., Tong, H., Boudad, L., Meister, M., Piuz, A., Tabouelle, J., Aarab, M., Amiot, R., Buffetaut, E., Dyke, G., Hua, S., Le Loeuff, J., 2010.** Vertebrate Assemblages From The Early Late Cretaceous Of Southeastern Morocco: *An Overview. Journal Of African Earth Sciences*, 57, 391-412.
- Chameley, H., 2000.** Base De Sédimentologie. *Dunod (Édit.)*, Paris, 178p.
- Chaodumrong, P., Rao, P., 1992.** Depositional Environments Of Triassic Carbonates, Lampang Group, Central North Thailand. National Conference On "Geologic Resources Of Thailand: Potential For Future Development", 17-24 November, 1992, *Bangkok, Thailand*, 355-362p.
- Coifait, B., Jaeger, J., Mahboubi, M., 1984.** Un Nouveau Gisement À Mammifères Fossiles D'âge Éocène Supérieure Sur Le Versant Sud Des Nementcha (Algérie Orientale). *Comptes-Rendus Des Séances De L' Académie Des Sciences .,Paris .,Sér 2.,893-898.*
- Cojan, I., Renard, M., 1999.** *Sédimentologie*. Dunod, Paris, 418p.
- Collinson, J.D., Thompson, D.B., 1982.** Sedimentary Structures. *George Allen And Unwin*, London, 194p.
- Cornet, A., 1952.** L'atlas Saharien Sud-Oranais. Xixème Congr. Géol. Intern., Alger. Monographie Régionale, 1ère Sér., 12, 51 P., 9 Fig., 1 Pl.
- Cornet, A., 1974.** Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar, Tananarive, ORSTOM, notice explicative, no55
- Curran, H.A., Frey, R.W., 1977.** Pleistocene Trace Fossils From North Carolina (U.S.A.), And Their Holocene Analogues.,139-162p. *In* T.P., Crimes, J.C., Harper (Eds.). Trace Fossils 2. - *Geol. Journ. Spec. Issue 9. Seel House Press*, Liverpool.
- Curran, H.A., 1992.** Trace Fossils In Quaternary, Bahamian-Style Carbonate Environments: The Modern To Fossil Transition. *In* Maples E.G. & West R.R. (Eds), Trace Fossils. - *Short Courses In Paleontology*. 5, 105-120.

- D'alessandro, A., Bromley, R.G., 1987.** Meniscate Trace Fossils and The *Muensteria-Taenidium* Problem. *Palaeontology*, 30, 743–763.
- Delfaud, J., 1974.** La Sédimentation Deltaïque Ancienne. Exemples Sahariens. Bull. Centre. Recherches, Pau, Snpa, 8, 1,241-263.
- Delfaud, J., Michaux, J., Neurdin, J., Revert, J., 1973.** Un Modele Paleogéographique De La Bordure Méditerranéenne Evolustuin De La Région Oranaise (Algérie) Au Miocene Superieur .Bull.Soc.Hist.Nat.Afr.Nord 46, 219-241.
- Depéret, C., Savornin, J., 1927.** La Faune De Reptiles Et De Poissons Albiens De Timimoun (Sahara Algérien). *Bulletin De La Société Géologique De France, Paris*, 27, 257-256.
- Depéret, C., Savornin, J., 1925.** Sur La Découverte D'une Faune De Vertébrés Albiens À Timimoun (Sahara Occidental). Gauthier-Villars
- Doe, T.W., Dott, R.H., 1980.** Genetic Significance Ot Deformed Cross Bedding--With Examples From The Navajo And Weber Sandstones Of Utah. *J. Sediment. Petrol.*, 50 (3), 793-812.
- Dominik, W., 1985.** Stratigraphie Und Sedimentologie (Geochemie, Scwermineralanalyse) Der Oberkreide Von Bahariya Und Ihre Korrelation Zun Dakhla-Becken (Western Desert, Ägypten). *Berliner Geowiss. Abh.*, A, 62, 1-173.
- Douihassni, M., 1976.** Etude Géologique La Région D'aïn Ouarka-Boussemghoun (Partie Centrale Des Monts Des Ksour) - Analyse Structurale -Tome I : Stratigraphie. Thèse 3ème Cyc. Oran : Université D'oran, , P208, Fig. 49. 115p.
- Dumas,S., Arnott, R.W.C., 2006.** Origin of hummocky and swaley cross-stratification _the controlling influence of unidirectional current strength and aggradation rate. *Geology* 34, 1073-1076.
- Dutheil, D., 2000.** Les Cladistia Du Cénomaniens Continental Du Sud-Est Marocain Et Les Ichthyofaune Sassociees. Implications Biostratigraphiques, Taphonomiques, Paléoécologiques Et Paléobiogéographiques. Diplôme E.P.H.E., Inédit, 110p.
- Dutheil, D.B., 1999.** An Overview Of The Freshwater Fish Fauna From The Kem Kem Beds (Late Cretaceous: Cenomanian) Of Southeastern Morocco. *Mesozoic Fishes*, 2, 553-563.
- Ekdale, A.A., 1988.** Pitfalls of Paleobathymetric Interpretation Based On Trace Fossil Assemblages. – *Palaios.*, 3, 464-472.
- Ekdale, A.A., Bromley, R.G., Pemberton, S.G., 1984.** Ichnology: The Use of Trace Fossils In Sedimentology And Stratigraphy. Soc. Econ. Paleont. Miner. Schort Cours. Tulsa 15, 317 p.

- Fenton, E.C., Fenton, M.A., 1934.** *Scolithos* A Fossil *Phoronid*. - *Pau American Geologist.*, 61, 341-348.
- Ferry M., Meghraoui M., Abdou Kakari N., Al-Taj M., Amoush H., Al-Dhaisat S., Barjous M., 2007.** A 48-Kry-Long Slip Rate History For The Jordan Valley Segment Of The Dead Sea Fault. *Earth and Planetary Science Letters* 260, 3-4, 394-406.
- Fillion, D., Pickerill, R.K., 1990.** Ichnology of The Upper Cambrian? To Lower Ordovician Bell Island And Wabana Groups Of Eastern New Found Land, Canada. *Palaeontographica Canadiana* 7, 1-119p.
- Frey, R.W., 1975.** The Realm of Ichnology, Its Strengths and Limitation: In: Frey R.W., (Eds.), *The Study of Trace Fossils*. Springer Verlag, New York, 13-38p.
- Flamand, G.B.M., 1911.** Recherches Géologiques Et Géographiques Sur Le Haut-Pays De L'oranie (Algérie Et Territoire Du Sud). Thèse Ès-Sciences, Lyon, N°47, A. Rey (Ed), 1001p.
- Foureau, F., Haug, E., 1904.** Découverte De Gîtes Fossilifères Dans Le Djoua, À L'est De Timassanine (Sahara) : Suivi De : Sur La Faune Des Couches À *Ceratodus* Crétacés Du Djoua. Gauthier-Villars.
- Frey, R.W., Howard, J.D., 1985.** Trace Fossils from The Panther Member, Star Point Formation (Upper Crestaceous), Coal Creek Canyon, Utah. - *Journal of Paleontology.*, 59, 370-404.
- Frey, R.W., Pemberton, S.G., 1984.** Trace Fossil Facies Model. In: Walker R.G. (Ed.) *Facies Model*. - *Geoscience. Canada, Reprint Series*, 14, 189-207.
- Frey, R.W., Pemberton, S.G., 1987.** The *Ptilonichnus* Ichnocoenose And Its Relationship To Adjacent Marine And Nonmarine Ichnocoenoses Along The Georgia Coast: *Bulletin Of Canadian Petroleum – Geology.*, 35, 333–357.
- Frey, R.W., Curran, H.A., Pemberton, S.G., 1984.** Tracemaking Activities of Crabs and Their Environmental Significance: The Ichnogenus *Ptilonichnus*. *J. Paleont.* 58, 333-350.
- Frizon, De., Lamotte, D., Saint Bezar, B., Bracene, R., Mercier, E., 2001.** The Tow Main Steps Of The Atlas Building And Geodynamics Of The West Mediterranean. *Tectonics* ,19(4),740-761.
- Fürsich, F.T., 1981.** Invertebrate Trace Fossils from The Upper Jurassic Of Portugal. - *Comunicações Dos Serviços Geológicos De Portugal.*, 67, 153-168.
- Gabani, A., Mammeri, C., Adaci, M., Bensalah, M., Mahboubi, M., 2016.** Le Crétacé À Vertébrés De La Bordure Sud Du Plateau De Tihert. *Mémoire Du Service Géologique De L'algerie* 19,39-61.

Gallmier, D., 1951. Sur L'existence D'un Accident Tectonique Nord Atlasique Dans La Région De Forthassa.C.R.Acad. Sci., Paris, 232,999-1001.

Galmier, D., 1970. Photogéologie De La Région D'ain Sefra (Algérie). Thèse De Doctorat D'etat. Faculté Des Sciences, Paris, 320 Pp.*Geology* 9: 369-396.

Galmier, D., 1972. Photogéologie De La Région D'ain Sefra (Algerie), Service Géologique De L'algerie, 1972, 164.

Ginsburg, R.G., 1975. Tidal Deposits - A Case Book Of Recent Examples And Fossil Counterparts. *Springer-Verlag*, New York.

Guillocheau, F., Hoffert, M., 1988. Zonation Des Dépôts De Tempêtes En Milieu De Plate-Forme : Le Modèle Des Plates-Formes Nord-Gondwanienne Et Armoricaïne À L'ordovicien Et Au Dévonien. *Comptes Rendus De L'académie Des Sciences, Paris*, Série Ii, 307: 1909-1916.

Hadj Fateh, A., 2014. Inventaire, Interprétation Des Structures De Déformation (Soft Deformation Structures « Ssds ») Des Grès De Marhouma (Famennien V Et VI) Dans La Cluse De Marhouma (Saoura). Mémoire d'ingénieur Université d'Oran 2. 77p.

Hadj Fateh, A., 2015. Inventaire Et Essai D'interprétation Des Structures De Déformation (Ssds), De La Formation Des Argiles De Marhouma (Famennien V Et Vi) Dans Région De Tamtert (Nord-Ouest Algérie, Saoura). Mémoire de Master, Université d'Oran 2. 42p.

Haldeman, S.S., 1840. Supplement To Number One Of A Monograph Of The Limniades, Or Freshwater Univalve Shells Of North America", Containing Descriptions Of Apparently New Animals In Different Classes, And The Names And Characters Of The Subgenera In *Paludina* And *Anculosa*. J. Dobson, Philadelphia.

Harms, J.C., 1975. Stratification And Sequences In Prograding Shoreline Deposit. In : "Depositional Environments As Interpreted From Primary Sedimentary And Structures And Stratification Sequences", J. C. Harms ; J. B. Southard ; D. R. Spearing & R. G. Walker (Éds.).*Soc. Econ. Palaeontologists Mineralogists, Short Course*, 2, 81-102p.

Harold, G., Reading, 1996. Sedimentary_Environments. *Blackwell Publishing Company*.704p.

Haug, E., 1905. Palé'ontologie, P. 751–832. In F. Foureau (Ed.), Docu- Ments Scientifiques De La Mission Saharienne. Mission Foureau-Lamy 3, Paris.

Haug, N.K., 1904. Sur La Faune Des Couches À Ceratodus Crétacées Du Djoua, Près De Timassanine (Sahara).

Homewood, P., Guillocheau, F., Eschard, R., Cross., T.A., 1992. Correlation Haute Resolution Et Stratigraphie Génétique : Une Demarche Intégrée ,16(2), 357-381.

Howard, J.D., Frey, R.W., 1984. Characteristic Trace Fossils in Nearshore to Foreshore Sequences, Upper Cretaceous of East-Central Utah. - *Canadian Journal of Earth Sciences.*, 21, 200-219.

James, N.P., 1984a. Introduction To Carbonate Facies Models. In: Walker R. G. (Ed): Facies Models. *Geological Association Of Canada, Geoscience Canada Reprint, Serie 1*, 209- 211.

James, N.P., 1984b. Shallowing Upward Sequence In Carbonates. In: Walker R. G. (Ed): Facies Models. *Geological Association Of Canada, Geoscience Canada Reprint, Serie 1*, 213-226.

Collinson, J.D., Thompson, D.B., 2006. Sedimentary Structures *Terra Publishing, Harpenden, U.K.*, 292p.

Kacemi, A., 2005. Cartographie Et Dynamique Sédimentaires De La Série Fin Dogger Début Crétacé (Djara-Rhondjaia) Des Monts Des Ksour (Atlas Saharien, Algérie). Dipl.Mag. Univ.Oran 47fig. 15pl, 194p.

Kacemi, A., 2013. Évolution Litho Structurale 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

Kazi Tani, N., 1986. Évolution 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, 02, 871-970.

Laffitte, R. 1939. Etude géologique de l'Aurès. In –8, 484 p. 26 fig., 35 pl.

Keighley, D. G., Pickerill, R.K., 1994. The Ichnogenus *Beaconites* And Its Distinction from *Ancorichnus* And *Taenidium*. *Palaeontology*, 37, 305–337.

Knaust, D., 2017. Atlas Of Trace Fossils In Well Core: Appearance, Taxonomy And Interpretation. Springer International Publishing, Berlin, New York.

Kolli, O., 1984. Contribution À L'études Des Minéralisation Cuprifères Des Sédiments Détritiques Mésozoïque De La Région D'ain –Sefra (Mont Des Ksour –Algérie). Thèse 3eme Cyc. Univ. Alger, 67fig., 9pl, 202p.

Książkiewicz, M., 1977. Trace Fossils in The Flysch Of The Polish Carpathians. *Palaeontol. Pol.* 36, 1-208.

Laporte, L.F., 1967. Carbonate Deposition Near Mean Sea-Level And Resultant Facies Mosaic: Manlius Formation (Lower Devonian) Of New York State. *The American Association Of Petroleum Geologists (AAPG), Bulletin*, 51, 73-101.

Lapparent, A. D., 1960. Les Dinosauriens Du “Continental Intercalaire” Du Sahara Central. *Mémoires De La Société Géologique De France*, 88, 1-57.

- Lefranc, J.Ph., 1976.** Etat Des Connaissances Actuelles Sur Les Zonations Biostratigraphiques Du Crétacé (Albien À Turonien Au Sahara). *Annales Du Muséum D'histoire Naturelle De Nice*, 4 (19).
- Liu, Z., Wang, C., 2001.** Faciès Analysis And Depositional Systems Of Cenozoic Sediments In The Hoh Xil Basin, Northern Tibet. *Sedimentary Geology* 140, 251-270.
- Logan, B.W., Rezak, R., Ginsburg, R.N., 1964.** Classification And Environmental Significance Of Algal Stromatolites. *Journal Of Geology*, 72, 68-83.
- Lundgren, B., 1891.** Studier Öfver Fossilförande Lösa Blok. Geologiska Föreningen I Stockholm Förhandlingar 13, 111-121.
- M.S., Barco, J.L., Bollati, R., 2009.** Upper Cretaceous Vertebrates From El Anfiteatro Area, Río Negro, Patagonia, Argentina. *Cretaceous Research*, 30 (3), 767-784.
- Maceachern, J.A., Pemberton, S.G., 1992.** Ichnological Aspects Of Cretaceous Shoreface Successions And Shoreface Variability In The Western Interior Seaway Of North America. In: Pemberton, S.G. (Ed.), *Applications Of Ichnology To Petroleum Exploration*, Volume 17, *SEPM Core Workshop*, 57-84.
- Mángano, M.G., Buatois, L.A., 1991.** Discontinuity Surfaces In The Lower Cretaceous Of The High Andes (Mendoza, Argentina): Trace Fossils And Environmental Implications. *J. S. Am. Earth Sci.* 4, 215-229.
- Martill, D.M., 2007.** The Age Of The Cretaceous Santana Formation Fossil Konservatlagerstätte Of North-East Brazil: A Historical Review And An Appraisal Of The Biostratigraphic Utility Of Its Biota. *Cretaceous Research*. 28 (6), 895-920.
- Martill, D.M., Ibrahim, N., Brito, P.M., Baider, L., Zhouri, S., Loveridge, R., Naish, D., Hing, R., 2011.** A New Plattenkalk Konservat Lagerstätte In The Upper Cretaceous Of Gara Sbaa, South-Eastern Morocco. *Cretaceous Research*, 32(4), 433-446.
- Maulik P.K., Chauduux, A.K., 1983.** Trace Fossils from Continental Triassic Red Beds of The Gondwana Sequence, Pranhita-Godavari Valley, South India. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 41, 17-34.
- McNulty, Jr. C.L., Slaughter, B.H., 1962.** A New Sawfish From The Woodbine Formation (Cretaceous) Of Texas. *Copeia*, 775-777p.
- McNulty, J.K., Work, R.C., Moore, H.B., 1962.** Some Relationships Between The Infauna Of The Level Bottom And The Sediment In South Florida. *Bulletin Of Marine Science*, 12(3), 322-332.

Mebarki, K., Adaci, M., Meister, C., Benyoucef, M., Ferre, B., Läng, E., Cavin, L., Zaoui, D., Desmares, D., Villier, L., Malti, F.-Z., Bensalah, M., 2016a. Lithostratigraphy, Paleoenvironments And Sequence Evolution Of The Cenomanian-Turonian Deposits From The Guir Area (SW-Algeria). In: Morel, N., Desmares, D., Néraudeau, D. (Orgs.), *Colloque Cénomanién*, Le Mans, Volume Des Résumés, Pp. 64-65 [Http://Www-Connexe.Univ - Brest. Fr/Geosciences/GFC/Pdf/LIVRE _ RESUME _ Colloque _ Cenomanien. Pdf]

Mebarki, K., Sauvagnant, J., Benyoucef, M., Zaoui, D., Benachour, H.B., Adaci, M., Mahboubi, M., Bensalah, M., 2016b. Ostracodes Cénomano-Turonien Dans L'atlas Saharien Occidental Et Le Bassin Du Guir (Sud-Ouest De L'algerie) : Systématique, Biostratigraphie Et Paléobiogéographie. *Revue De Paléobiologie* 35(1), 249–277.

Mebarki, K., Sauvagnat, J., Benyoucef, M., Zaoui, D., Benachour, H.B., Adaci, M., Mahboubi, M., Bensalah, M., 2016b. Ostracodes Cénomano-Turonien Dans l'Atlas Saharien Occidental Et Le Bassin Du Guir (Sud-Ouest De l'Algérie). *Revue de Paléobiologie*, 35 (1), 249-277.

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, P11, 143p.

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, 147(319), 24p.

Miall, A.D., 1981. Analysis Of Fluvial Depositional Systems. Aapg Educ. Course Note Ser. 20-75p.

Miall, A.D., 2006. The Geology Of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis, And Petroleum Geology.4th Corrected Printing, Springer

Miall, A.D., 1996. The Geology Of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, And Petroleum Geology: New York, Springer, 582p.

Nichols, G., 2009. *Sedimentology And Stratigraphy*. John Wiley & Sons (Edi.). 419p.

Patel, S.J., Desai B.G., Shukla R., 2009. Paleocological Significance of The Trace Fossils Of Dhosa Oolite Member (Jumara Formation), Jhura Dome, Mainland Kachchh, Western India. - *Journal. Geological Society of India.*, 74, 601-614.

Pattison, S.A.J., 1992. Recognition And Interpretation Of Estuarine Mudstones (Central Basin Mudstones) In The Tripartite Valley Fill Deposits Of The Viking Formation, Central Alberta; In, Applications Of Ichnology To Petroleum Exploration-A Core Workshop, S. G. Pemberton, Edition: *Society Of Economic Paleontologists And Mineralogists, Core Workshop*, 17, 223- 249.

Pemberton, S.G., Reinson, G.E., Maceachern, J.A., 1992. Comparative Ichnological Analysis Of Late Albian Estuarine Valley-Fill And Shelf-Shoreface Deposits, Crystal Viking Field, Alberta; In, Applications Of Ichnology To Petroleum Exploration-A Core Workshop, S. G. Pemberton, *Edition. Society Of Economic Paleontologists And Mineralogists, Core Workshop*, 17, 291-317p.

Pemberton, S.G., Wightman, D.M., 1992. Ichnological Characteristics Of Brackish Water Deposits; In, Applications Of Ichnology To Petroleum Exploration- A Core Workshop, S. G. Pemberton, Ed. *Society Of Economic Paleontologists And Mineralogists, Core Workshop*, 17, 141-167.

Pemberton, S.G., Frey, R.W., 1982. Trace Fossil Nomenclature and The *Planolites-Palaeophycus* Dilemma. *J. Paleont.* 56, 843-881.

Postma, G. ,1983. Water Escape Structures In The Context Of A Depositional Model Of A Mass Flow Dominated Conglomeratic Fandelta (Abrijoja Formation, Pliocene, Almeria Basin, Se Spain). *Sedimentology* 3091-103.

Proust, J.N., 1992. Expression Sédimentologique Et Modélisation Des Fluctuations Glaciaires. Exemple Des Dépôts Du Protérozoïque Terminal Au Mali Occidental. *Sciences Géologiques, Bulletins Et Mémoires. Publishing Ltd*, 320, 23-36.

Purser, B.H., 1980a. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents (Tome 2). *Publications de l'institut Français du Pétrole, 2. Société des EDITIONS Technip*, 366p.

Purser, B.H., 1983a. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. *Edition Technip*, Paris, tome I et II, 389p

Roe, S.L., 1987. Cross-Strata And Bedforms Of Probable Transitional Dune To Upper-Stage Plane-Bed Origin From A Late Precambrian Fluvial Sandstone, Northern Norway. *Sedimentology*, 34 (1), 89-101.

De Raaf, J.F.M., Boersma, J.R., 1971. Tidal deposits and their sedimentary structures. *Geologie en Mijnbouw*, 50, 479-504.

Ranger, M.J., Pemberton, S.G., 1988. Marine Influence In The McMurray Formation In The Primrose Area, Alberta; In, Sequences, Stratigraphy, Sedimentology: Surface And Subsurface, D. P. James, And D. A. Leckie, Eds.: *Canadian Society Of Petroleum Geologists, Memoir*, 15, 439-450.

Reineck, H.E., Singh, I.B., 1973. Despositinal Sedimentary Environemnts, *Terrigenous Clastics*

Reyment, R.A., Dingle, R.V., 1987. Palaeogeograaphy Of Africa During The Cretaceous Period. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoécology*. 59, 93-116.

Ritter, E., 1902. Le Djebel Amour Et Monts Des Ouleds Nail. Bull.Serv.Carte Géol. Algérie ,2°Série, N°3, 100p.

Rust, B.R., 1968. Deformed Cross-Bedding In Tertiary-Cretaceous Sandstone, Arctic Canada. *J. Sediment. Petrol.*, 38 (1), 87-91.

Salgado, L., Canudo, J.I., Garrido, A.C., Ruiz-Omeñaca, J.I., Garcia, R.A., De La Fuente, Salter, J.W., 1857. On Annelide-Burrows and Surface Markings from The Cambrian Rocks of Longmynd. *Quart. J. Geol. Soc.* 13, 199-206.

Sass, E., Bein A. 1982. The Cretaceous Carbonate Platform in Israel. *Cretaceous Research*, 3, 135-144.

Schlirf, M., 2003. Palaeoecologic Significance of Late Jurassic Trace Fossils from The Boulonnais, N France. - *Acta. Geologica. Polonica.*, 53(2), 123-142.

Schlirf M., Uchman A., Kummel, M., 2001. Upper Triassic (Keuper) Non-Marine Trace Fossils from The Habberge Area (Franconia, South-Eastern Germany). - *Palaontologische Zeitschrift.*, 75 (1), 71-96.

Scholle, P.A., Bebout., D.G., Moore, C.H., 1983. Carbonate depositional environments, *The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Memoir, Tulsa, Oklahoma*, **33**, 780p.

Schrank, E., 1991. Mesozoic Palynology And Continental Sediments In Ne Africa (Egypt And Sudan)-A Review. *Journal Of African Earth Sciences (And The Middle East)*, 12(1-2), 363-373.

Schrank, E., 1992. Nonmarine Cretaceous Correlations In Egypt And Northern Sudan: Palynological And Palaeobotanical Evidence. *Cretaceous Research*, 13(4), 351-368.

Seed, H.B., 1968. Landslides During Earthquakes Due To Soil Liquefaction. *Proc. Am. Soc. Civil Eng., J. Soil Mech. Found. Div.*, 94 (Sm5), 1055-1122

Seilacher, A., 1967. Bathymetry of Trace Fossils. *Mar. Geol.* 5, 413-428.

Seilacher, A., 1969. Fault-graded beds interpreted as seismites. *Sedimentology*,13, 155-159.

Sereno, P. C., Brusatte, S.L., 2008. Basal Abelisaurid And Carcharodontosaurid Theropods From The Lower Cretaceous Elrhaz Formation Of Niger. *Acta Palaeontologica Polonica*, 53(1), 15-47.

Sereno, P.C., Dutheil, D.B., Iarochene, M., Larsson, H.C.E., Lyon, G.H., Magwene, P.M., Sidor, C.A., Varricchio, D.J., Wilson, J.A., 1996. Predatory Dinosaurs From The Sahara And Late Cretaceous Faunal Differentiation. *Science* 272, 986-991.

Shanmugam, G., 2016. The seismite problem *Journal of paleogeography* 5, 318-362.

- Shinn, E.A., 1983a.** Tidal Flat Environment. In Scholle. A., Bebout. D.G., Moore. C.H (Eds) Carbonate Depositional Environments. *The American Association Of Petroleum Geologists (AAPG), Memoir 33*, 171-210.
- Shinn, E.A., 1983b.** Birdseyes, Fenestrae, Shrinkage Pores, And Loferites: A Reevaluation. *Journal Of Sedimentary And Petrology*, **56**, 619-628.
- Short, A.D., 1984.** Beach And Nearshore Facies: Southeast Australia. *Marine Geology* **60**, 261–282.
- Stanley, K.O., Fagerstrom, J.A., 1974.** Miocene Invertebrate Trace Fossils From A Braided River Environment, Western Nebraska, U.S.A. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* **15**, 63–82.
- Stow, D.A.V., 2010.** Sedimentary Rocks In The Field - A Colour Guide. *Manson*
- Stromer, E. 1917.** Die Sâge Des Pristiden *Onchopristis Numidus* Haug Sp. Und Die Sâge Der Sâgehaie. In : Ergebnisse Der Forschungsreisen Prof. E. Stromers In Den Wûsten Ägyptens. Ii. Wirbeltier-Resteder Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 4.Abh.Kgl. *Bayr.Akad.Wiss.*, **28(8)**, 1-28.
- Stromer, E., 1931.** Ergebnisse Der Forschungsreisen Prof. E. Stromers In Den Wûsten Ägypten. Ii. Wirbeltier-Reste Der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 10. Ein Skelett-Rest Von *Carcharodontosaurus* Nov. Gen. *Abhandlungen Der Bayerischen Akademie Der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Abteilung (N.F.)* **9**, 1-23.
- Sweet, I.P., 1988.** Early Proterozoic Stream Deposits: Braided Or Meandering--Evidence From Central Australia. *Sediment. Geol.*, **58**, 277-293.
- Taquet, P., 1976.** Géologie Et Paléontologie Du Gisement De Gadoufaoua (Aptien Du Niger). *Compte Rendue De L'académie Des Sciences.* Paris, **271**, 437-485.
- Taquet, P., Russell, D.A., 1998.** New Data On Spinosaurid Dinosaurs From The Early Cretaceous Of Thesahara. *Comptes Rendus De L'académie Des Sciences-Series Iia-Earth And Planetary Science*, **327(5)**, 347-353.
- Tucker, M.E., 2003.** Sedimentary Rocks In The Field (*Third Edition*). *John Wiley & Sons*
- Uchman, A., 1995.** Taxonomy and Paleoecology of Flysch Trace Fossils: The Marnoso-Arenacea Formation and Associated Facies (Miocene, Northern Apennines, Italy). *Beringeria* **15**, 1–115.
- Uchman, A., 1998.** Taxonomy and Ethology of Flysch Trace Fossils: Revision of The Marian Ksiazkiewicz Collection and Studies of Complementary Material. *Ann. Soc. Geol. Pol.* **68**, 105-218. Upper Permian Middleton Formation (Adelaide Subgroup, Beaufort Group, Karoo Supergroup), Eastern Cape, South

Visser, M.J., 1980. Neap-Spring Cycles Reflected In Holocene Subtidal Large-Scale Bedform Deposits. *Geology*, 8, 543-546.

Wenz, S., 1980. A Propos Du Genre *Mawsonia*, Cœlacanthe Géant Du Crétacé Inferieur D'afrique Et Du Bresil. *Mémoire De La Société Géologique De France*, 139, 187-190.

Werner, C., 1989. Die Elasmobranchier-Fauna Des Gebel Dist Member Der Bahariya Formation (Obercenomanan) Der Oase Bahariya, Ägypten. *Palaeo Ichthyologica* 5, 5-112.

Werner, C., 1990. Late Cenomanian Elasmobranchs Of Bahariya, Egypt : Their Paleocological And Biostratigraphical Significance. *Publ. Occas., Centr. Intern. Form. Echang. Géol.*, 20, 439.

Liste des Figures

Fig. 1. Position géographique de l'Atlas saharien (d'après Douihasni, 1976).....	05
Fig. 2. Position paléogéographique de l'Atlas saharien par rapport à la Téthys pendant le Cénomanién supérieur-Turonien inférieur (carte paléogéographique d'après Blakey, 2012).....	07
Fig. 3. Localisation du secteur d'étude.....	09
Fig. 4. .liste des figurés utilisés (figures sédimentaires, lithologie la faune et les ichnofossiles.....	13
Fig. 5. Position géographique de la région d'étude par rapport aux différents domaines géographiques de l'Algérie.....	15
Fig. 6. Principaux subdivisions lithostratigraphiques du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur de l'Atlas saharien central et occidental (Bassoullet, 1973).....	16
Fig. 7. Localisation géographique de la coupe étudiée (vue aérienne d'après <i>Google Earth</i>)	17
Fig. 8. Succession lithostratigraphie de la série crétacé dans le secteur Touali.....	18
Fig. 9. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques du premier membre de la Formation de Tiloula.....	20
Fig. 10. Photos de terrain montrant les principales caractéristiques du deuxième membre de la Formation de Tiloula.....	21
Fig. 11. Les caractéristiques lithologiques du troisième membre de la Formation de.....	23
Fig. 12. Photos de terrain montrant les principales caractéristiques du quatrième membre de la Formation de Tiloula.....	24
Fig. 13. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du premier membre de la Formation de Tiout.....	26
Fig. 14. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du deuxième membre de la Formation de Tiout.....	27
Fig. 15. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du troisième membre de la Formation de Tiout.....	28
Fig. 16. Illustrations photographiques montrant les principaux caractères lithologiques du quatrième membre de la Formation de Tiout.....	29
Fig.17. A, C. <i>Spinosaurus égyptiaques</i> , x1; B. <i>Carcharodontosaurus</i> , x1; E. <i>Onchopristis numidu</i> , x2s; D. <i>Onchopristis</i> sp, x1; F, G, H. Les coprolithes, x1.....	30
Fig.18. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT1, FT2a, b, c, d).....	35
Fig.19. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT2e-f).....	40
Fig.20. Présentation schématique des rides de courant « <i>climbing ripples cross lamination</i> ».....	41
Fig.21. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT2 g, h, i, j).....	42
Fig.22. Présentations photographiques montrant les principaux caractères sédimentologiques du secteur d'étude (FT2 k, l, m; FT3 a, b; FT4 a, b).....	46
Fig. 23. Représentation schématique des deux Formations étudiées, les associations de faciès et milieux des depots.....	49
Fig. 24. d' <i>Onchopristis numidus</i> , x2.....	51
Fig. 25. Reconstitution (d'après	

http://vertebresfossiles.free.fr/maroc/lepidotes_kemkem_maroc.html) et écaille ganoïde (barre d'échelle = 1 cm) de *Lepidotes* sp. Récoltée dans la partie terminale de la Formation de Tiout, x1..... 51

Fig. 26. *Spinosaurus aegyptiacus*, x1..... 53

Fig. 27. *Carcharodontosaurus saharicus*, x1..... 54

Fig. 28. Les coprolithes, x1..... 54

Fig. 29. *Arenicolites*, x1..... 55

Fig. 30. *Ophiomorpha isp*, x2..... 56

Fig.31. *Psilonichnus*, x1..... 57

Fig. 32. *Skolithos linearis*, x1..... 58

Fig. 33. *Taenidium barrette*, x1..... 59

Tab. 1: Attribution stratigraphique de Bassoullet (1973) en comparaison avec les données de présent travaille..... 30