الجمهوريـــــــة الجزائـريـة الديمقـراطيـة الشـعبيـــــــة

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التـــعليـم العـــــالـــي و البـحـث الـعـلـمـــــــــي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Faculté des Sciences de la Terre & de l'Univers

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Département des Sciences de la Terre

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences de la Terre

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires

Thème *:*

Analyse pétrographique des ooïdes de la Formation de Tifkirt (Jurassique moyen, Bajocien-Bathonien) d'Ain Ouarka, Atlas Saharien Occidental

Présenté par : Elgheribi Kheira

Soutenu le : *03/07/2025*

Devant le jury composé de :

M.KHALDI Ahmed Yacine.	Université d'Oran 2	MAA	Président
M. MAHBOUBI CHIKH YOUNES	Université d'Oran 2	MCA	Encadrant
M. BELKHEDIM Salim	Université d'Oran 2	MCA	Examinateur

Année universitaire : 2024/2025

DEDICACE

À ceux qui m'ont aimée sincèrement, qui m'ont accompagnée dans mes moments de faiblesse comme de force, dans la maladie comme dans la santé, dans la peine comme dans la joie…
À ceux qui ont été un véritable soutien, une prière fidèle, une main qui ne m'a jamais lâchée.

À mes chers parents, qui ont semé en moi l'amour du savoir, veillé sur moi avec patience et tendresse, et furent toujours la lumière qui guidait mon cœur...
Je vous dédie ce travail, en témoignage d'une gratitude éternelle.

À ma famille bien-aimée, à ma précieuse sœur **Sara**, à mes frères attentionnés **Kamel** et **Abdelkader**, vos prières m'ont portée à chaque étape tout mon amour pour vous.
À la fille de ma sœur, la douce **Jinane**, et au fils de ma sœur, **Achraf**,
vous êtes les bougies de l'espoir dans le chemin de la vie.
Puisse Dieu vous protéger et vous accorder la réussite.

Je n'oublie pas d'adresser ma profonde reconnaissance à celui qui fut la plus belle coïncidence de mon parcours universitaire,
mon camarade et cher ami **Ghallel boujellal**, merci pour chaque moment de soutien, chaque mot d'encouragement, chaque geste sincère,
surtout durant cette année décisive.

Je dédie aussi ce couronnement à mes chères compagnes de route **Chaima, Nour El Houda et la précieuse Badia**,
et plus particulièrement à celle que je considère comme une sœur avant d'être une amie **Boutaraa Nour El Houda**, qui m'a soutenue malgré la distance…
Ta présence dans ma vie est un don que je chéris profondément.

Avant-propos

Avant toute chose, je rends grâce à Dieu Tout-Puissant, Le Clément, Le Miséricordieux, pour M'avoir accordé la santé, la force et la patience nécessaires à l'achèvement de ce mémoire. C'est par Sa volonté que ce travail a pu voir le jour.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à Monsieur **M. MAHBOUBI CHIKH YOUNES**, mon encadrant, pour son accompagnement précieux, sa rigueur scientifique, sa disponibilité Constante et la confiance qu'il m'a accordée tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ses Conseils éclairés ont grandement enrichi la qualité de ce travail.

Je remercie également Monsieur **M. KHALDI AHMED YACINE,** président du jury, pour avoir Accepté de présider cette soutenance. Je lui suis profondément reconnaissant pour la qualité de son enseignement, sa disponibilité, ainsi que pour l'intérêt qu'il accorde à la formation des Étudiants. Mes remerciements vont aussi à **M. SALIM BELKHEDIM**, examinateur de ce Mémoire, pour avoir accepté d'en assurer l'évaluation et pour l'attention qu'il a portée à ce Travail.

Je tiens enfin à remercier l'ensemble des enseignants du département de géologie, et tout Particulièrement ceux du parcours **GBS (Géologie des Bassins Sédimentaires)**, pour leur Engagement, la qualité de leur enseignement, ainsi que la richesse des connaissances qu'ils Ont su transmettre tout au long de ma formation.

Résumé

Cette étude porte sur la caractérisation pétrographique des ooïdes de la Formation de Tifkirt (Jurassique moyen, Bajocien-Bathonien), affleurant dans la région d'Aïn Ouarka (Atlas saharien occidental). Elle vise à définir leur morphologie, microstructure et origine, afin d'en tirer des interprétations paléoenvironnementales. La coupe étudiée est subdivisée en trois unités lithologiques : (1) un membre inférieur de 137 m à dominante carbonatée (calcaires oolithiques, marnes, grès) ; (2) un membre intermédiaire de 22 m, plus détritique, avec grès chenalisés et niveaux argileux localement oolithiques ; (3) un membre supérieur de 113,1 m constituée d'une alternance gréso-carbonatée à argiles verdâtres et grès massifs, traduisant une séquence strato-croissante.

L'analyse de 24 lames minces a révélé la présence d'ooïdes à cortex radial, tangentiel et micritique, associés à différentes textures sédimentaires (grainstone, packstone, rudstone, floatstone) et à une faune bioclastique bien conservée (bivalves, brachiopodes, échinodermes). Deux microfaciès dominants ont été identifiés : un grainstone à packstone ooïdique-bioclastique typique d'un environnement marin à haute énergie de type shoal, et un rudstone à floatstone bioclastique, correspondant à un milieu intertidal à subtidal plus calme, parfois influencé par des tempêtes.

Les résultats montrent une deux origines des ooïdes : certains ooïdes radiaux se seraient formés dans un milieu marginal calme (lacustre ou hypersalin) avant d'être transportés, tandis que les ooïdes tangentiels se sont formés in situ dans un milieu agité. Les ooïdes micritisés résultent d'une altération microbienne postérieure. Ces observations soulignent l'importance des ooïdes comme indicateurs fiables pour reconstruire les environnements et les dynamiques des plateformes carbonatées jurassiques.

Mots-clés : Formation de Tifkirt, Bajocien-Bathonien, ooïdes, pétrographie, structures internes, microfaciès, Atlas saharien occidental.

Abstract:

This study focuses on the petrographic characterization of ooids from the Tifkirt Formation (Middle Jurassic, Bajocian–Bathonian), outcropping in the Aïn Ouarka region (Western Saharan Atlas). It aims to define their morphology, microstructure, and origin in order to derive paleoenvironmental interpretations. The studied section is subdivided into three lithological members: (1) a lower member (137 m) dominated by carbonate deposits (oolithic limestones, marls, and sandstones); (2) a middle, more detrital member (22 m), consisting of channeled sandstones and locally oolitic clayey levels; and (3) an upper member (113.1 m) composed of a mixed sandstone-carbonate succession with greenish clays and massive sandstones, reflecting a shallowing upward sequence.

The analysis of 24 thin sections revealed the presence of ooids with radial, tangential, and micritic cortices, associated with various sedimentary textures (grainstone, packstone, rudstone, floatstone) and a well-preserved bioclastic fauna (bivalves, brachiopods, echinoderms). Two dominant microfacies were identified: an oolitic-bioclastic grainstone to packstone typical of a high-energy shoal environment, and a bioclastic rudstone to floatstone, corresponding to a calmer intertidal to subtidal setting, occasionally influenced by storms.

The results highlight a dual origin of the ooids: some radial ooids likely formed in marginal, calm, hypersaline (lacustrine or restricted marine) settings and were later transported, while tangential ooids formed **in situ** in high-energy marine conditions. Micritized ooids are interpreted as resulting from microbial alteration during early diagenesis. These findings underscore the value of ooids as reliable paleoenvironmental indicators for reconstructing the depositional dynamics and sea-level fluctuations of Jurassic carbonate platforms.

Keywords: Tifkirt Formation, Bajocian–Bathonian, ooids, petrography, internal structures, microfacies, Western Saharan Atlas

SOMMAIRE

CHAPITRE 01 ……
Introduction……...9
Différence entre Peloids, Ooïds et oncoids ……..... 9

Définition des Ooïdes ……. …… .. 11

1. Origine et formation des Ooïdes ……. ……11
   1.1 Enivrement de formation …….....11
   1.2 Minéralogie originelle…….11
2. Les types des Ooïdes …….……..….11
3. Types des Ooïdes selon la composition chimique ……..…….16
   3.1 Ooïdes carbonatés …….……....16
   3.2 Ooïdes ferrugineux ……16
   3.3 Ooïdes siliceux……...17
4. Les environnements des Ooïdes ……17
5. Paléoclimat et paléceanographie……...……...20

Cadre géographique ……..……21

1. Cadre géographie local ……..…….21

Cadre géologique …… ……..22

1. Cadre géologie général ……..22
2. Cadre géologie local ……..……23
3. Méthodologie de ce travail ……...……..……...25

CHAPITRE 02
……...26

I. Localisation de la coupe levée ……..…27
II. Description lithologique de Formation de Tifkirt…….28
La coupe ……..30
III. Classification des Ooïdes……..……....32

CHAPITRE 03 ……..55.

I. Interprétation……..…… ……56
II. Microfaciès type et environnement sédimentaire…… ……..56
1. MFT1 Ooïdes bioclastique packestone à grainstone ……56
2. MFT2 Ooïdes bioclastique rudstone à floastone…… …..56
III. Mode de formation des Ooïdes de la Formation de Tifkirt …… 57

Conclusion …….60
Référence bibliographie ……...……..62
Liste des figures …….68

Chapitre I

Généralités

Introduction :

Le présent travail a pour objectif principal l'analyse pétrographique détaillée des ooïdes issus de la Formation de Tifkirt, datée du Jurassique moyen (Bajocien–Bathonien), affleurant dans la région d'Aïn Ouarka, au sein des Monts des Ksour (Atlas saharien occidental). Cette étude vise à caractériser les ooïdes sur les plans morphologique, textural et minéralogique, en mettant en évidence leurs structures internes (radiales, tangentielle, micritique), leur état de conservation, ainsi que les transformations diagénétiques qu'ils ont pu subir.

En parallèle, une attention particulière est portée à l'interprétation de leur mode de formation et de leur signification paléoenvironnementale. Les ooïdes, en tant qu'indicateurs sensibles des conditions physico-chimiques de dépôt, permettent de reconstituer les environnements sédimentaires anciens, notamment les hydrodynamiques, la chimie des bassins, la profondeur et la nature des plateformes carbonatées

À travers l'étude de lames minces, cette recherche entend contribuer à une meilleure compréhension des conditions de formation des ooïdes de la Formation de Tifkirt, tout en intégrant les implications paléogéographiques et stratigraphiques associées à leur présence.

Différence entre Peloids, ooids et oncoids :

PELOÏDES 		Petits grains micritiques, communément sans structure interne. Subrond, sphérique, ovoïde ou de forme irrégulière. Taille entre <0,02 et environ 1 mm, communément 0,10 à 0,50 mm.
	CORTOÏDES 	Grains squelettiques arrondis et autres grains recouverts d'une fine enveloppe micritique. La limite entre le grain central et l'enveloppe est indistincte. Taille entre <1 mm et quelques centimètres.
	ONCOÏDES 	Grains grands et petits constitués d'un noyau plus ou moins distinct (ex. un fossile) et d'un cortex épais formé par des lamines irrégulières, non concentriques, partiellement chevauchantes micritiques. Les lamines peuvent présenter des structures biogéniques. Pas de tendance à l'augmentation de la sphéricité pendant la croissance. Taille de <1 mm à quelques décimètres.
	OOÏDES 	Grains sphériques ou ovoïdes, constitués de lamines lisses et régulières formées par des couches concentriques successives autour d'un noyau. Les

		lamines peuvent présenter des microfabrics tangentiels et radiaux. Taille entre 0,20 et environ 2 mm, communément entre 0,5 et 1 mm.
	PISOÏDES 	Grains sub-sphériques et irréguliers, constitués d'un noyau majoritairement non biogénique et d'un cortex épais formé par des lamines espacées, souvent visibles, présentant des microfabrics tangentiels et radiaux. Les pisoïdes se trouvent isolés ou incorporés dans des croûtes. Taille généralement >2 mm, jusqu'à >1 cm.
AGRÉGATS DE GRAINS 		Grains composés de deux ou plusieurs particules originellement séparées (ex. ooïdes, grains squelettiques) liées et cimentées ensemble, formant des grappes ou des masses arrondies. Les espaces intergranulaires sont remplis de micrite ou de spar. Contour irrégulier lobulaire ou arrondi. Taille de 0,5 à plus de 2 mm.
CLASTES 		Clastes de calcaire synsédimentaires ou postsédimentaires, remaniés, partiellement consolidés, sédiment carbonaté ou matériel lithifié. Forme et taille très variables : angulaire à arrondie. Taille entre <0,2 mm et plusieurs décimètres. Les très petits clastes sont difficiles à distinguer des peloïdes
GRAINS SQUELETTIQUES 		Squelettes fragmentés ou complets d'organismes. Taille de 0,05 mm à plusieurs centimètres

Fig.1 : Terminologie descriptive des principales catégories de grains de carbonate (Flügel,2010)

Définition des ooïdes :

Les ooïdes sont de petits grains sédimentaires de forme sphérique ou ellipsoïdale, mesurant en général entre 0,2 mm et 2 mm de diamètre. Ils sont composés de deux éléments principaux :

- Un noyau central, appelé nucleus, qui peut être : Un fragment de coquille, Un grain de quartz, Un micro-débris organique ou minéral.
- Des couches concentriques successives, aussi appelées lamines, formées par précipitation chimique de carbonate de calcium (souvent aragonite ou calcite) autour du noyau, dans un environnement marin peu profond, chaud et agité. (Selon flugel 2010)

1. Origine et formation des ooïdes :

1.1 : Environnement de formation :

Les ooïdes se forment dans des milieux marins peu profonds, caractérisés par :

- Température chaude
- Forte agitation de l'eau (houle, vagues, courants)
- Sursaturation en carbonate de calcium ($Caco_3$) dans l'eau de mer

Environnements typiques : plateformes carbonatées, plages oolitiques, shoals, barres tidales. L'agitation favorise la rotation des grains, permettant la précipitation régulière de fines couches de carbonate autour du noyau.

1. 2 : Minéralogie originelle :

- Ooïdes modernes : formés principalement d'aragonite, sous forme de cristaux en aiguilles disposés tangentiellement autour du noyau.
- Ooïdes anciens : souvent transformés en calcite, formant des cristaux équants à structure radiale.

2. Les Types d'ooïdes :

	Microfabrics du cortex	Minéralogie, exemples modernes	Environnement
Concentrique (tangentielle)	Lamine concentriques composées de cristaux	Aragonite : Bahamas, Yucatan, Abu Dhabi, Golfe	Très peu profond, mers chaudes de basse latitude ; *commun en milieux*

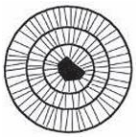
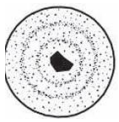
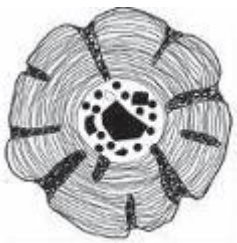
ooïdes 	disposés tangentiellement, dont les axes longs sont alignés à la surface des lamines. Micro-porosité élevée.	Persique (Great Salt Lake/Utah) Calcite à faible teneur en Mg : ooïdes de caliche*	*à haute énergie* Lacustre-hypersalin Terrestre
Radial (radial-fibreux) ooïdes 	Lamine composées de cristaux disposés radialement ; axes longs perpendiculaires à la surface des lamines	Aragonite : Golfe Persique, Grande Barrière de Corail, (Yucatan, Shark Bay, Méditerranée) Golfe d'Aqaba Great Salt Lake/Utah Mg-calcite : (Baffin Bay/Texas) Calcite et calcite à faible teneur en Mg : ex. perles de grotte*	Marin peu profond, *fréquent en milieux à faible énergie* Piscine hypersaline marginale Lacustre-hypersalin Marin-hypersalin Non-marin
Micritique (aléatoire) ooïdes 	Lamine composées de cristaux microcristallins disposés aléatoirement ou lamines oblitérées ou absentes, suite à une micritisation du cortex	Aragonite : Bahamas	Marin peu profond

Fig.2 : Principaux types d'ooïdes structurels (Flügel, 2010)

2.1.Types d'ooids spécifiques courants (selon Flügel 2010)

2.1.1. Les ooïdes cérébroïdes



Critères : Périphérie dentelée. Aspect tacheté du cortex. Secteurs en lami disposés tangentiellement
Secteurs micritiques NAE et radiaux qui commencent souvent à d'anciennes dépressions de la surface du noyau.
Occurrence : Marine et Continetales . Souvent associé à des stromatolites.
Interprétation : La périphérie dentelée des ooïdes a été expliquée à la suite d'un remplacement

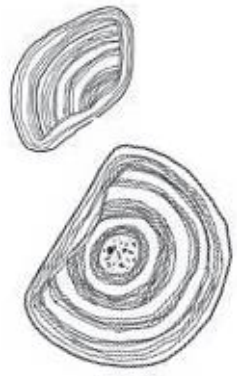
périphériquement. La formation des secteurs micritiques est attribuée à la dissolution bactérienne et à la précipitation

2.1.2.Ooids asymétriques et excentriques



Critères : Grains composites sphériques et ovoïdes de petite taille constitués d'ooïdes superficiels agissant comme noyaux excentriques pour des ooïdes formés successivement dont la croissance se produit de manière préférentielle vers le haut. Alternance de très fines lamines oolithiques (blanches) et d'enveloppes de micrite (noires). Taille des ooïdes communément < 0,30 mm. Rares dans les wackestones et les grainstones, communs dans les packstones, associés à des peloïdes abondants. Les ooïdes excentriques ne doivent pas être confondus avec des oomolds à noyaux excentriques. Occurrence : Environnements lagunaires marins peu énergétiques et lacustres, périodiquement sans agitation. Interprétation : Les lamines d'ooïdes s'expliquent par des périodes brèves d'agitation de l'eau, les enveloppes micritiques correspondent à des périodes non turbulentes plus longues. La croissance excentrique est contrôlée par des changements de suspension à des processus de saltation et de traction au fond marin. En haut : Un ooïde superficiel formé en suspension et déposé sur le fond marin est la base d'une enveloppe micritique et forme le noyau excentrique d'un nouvel ooïde superficiel. En bas : Formation continue d'ooïdes après le roulement et le retournement.

2.1.3 Ooïdes brisés et régénérés



Critères : Les fragments d'ooïdes radiaux ou tangentiels qui agissent comme des noyaux pour de nouveaux ooïdes sont entourés d'oïdes Lamelles. Les ooïdes sont caractérisés par une alternance de lames concentriques et de lames micritiques (blanches). Occurrence : Fréquente dans les milieux à haute et basse énergie, se produisant en même temps que des ooïdes partiellement fissurés et ooids réguliers.

Interprétation : Ces ooïdes indiquent de multiples remaniements synsédimentaires et des

ruptures dans la formation d'ooïdes, Généralement associé à la redéposition. Aussi connu sous forme d'ooïdes ferrugineux

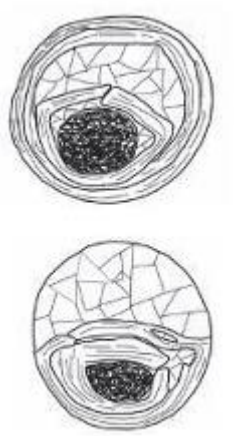
2.1.4.Des ooïdes déformés



Critères : Caractérisé par des grains oïdes entaillés et étirés, parfois aplatis, ou des grains reliés par apophyses étroites, ou série de grains reliés en chaînes en zigzag parallèlement au litage. La distorsion a com Monly a précédé la cimentation et un fort compactage. Ces ooïdes se produisent avec d'autres grains distendus (par ex. intraclastes micritisés) dans des poches irrégulières ou dans des zones parallèles à la litière. Répartition : Limitée à des horizons calcaires spécifiques, influencée par de fortes vagues ou des courants. Com Mon aussi dans les dépôts oolithiques nonarbonates.

Interprétation : Les formes des ooïdes déformés illustrent une gradation complète à partir de la rupture initiale et la déformation plastique des grains mous jusqu'à la rupture des corps rigides. Les explications incluent la fracture et l'altération plastique des ooïdes mous dans un environnement turbulent, le glissement des sédiments ou le compactage. La déformation se produit lorsque des ooïdes non cimentés ou mal cimentés sont enterrés Le terme est également utilisé pour les ooïdes piqués et les ooïdes fissurés qui résultent d'une distorsion mécanique et la solution de pression. Ces ooïdes présentent des limbes déplacés et parfois brisés.

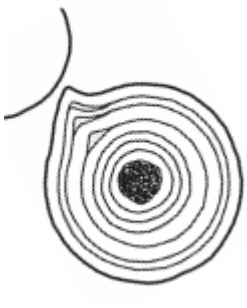
2.1.5. Demi-lune et ooïdes rétrécis



Critères : Ooïdes dans lesquels les noyaux intérieurs sont tombés au fond des couches externes concentriques, formant un tissu Geopetal. Les sections transversales présentent généralement un aspect allongé caractérisé par une division interne ligne convexe vers le haut qui sépare une partie supérieure claire (souvent calciteillée) et une partie inférieure sombre. Occurrence : Rare dans les séries de vaporites carbonatées, mais également connu pour les carbonates influencés par les météores. Interprétation : Ces ooïdes peuvent être des produits de la solution diagénétique d'évaporitearbonate ou d'aragonite. pro-cesses et peut indiquer des évaporites disparues dans

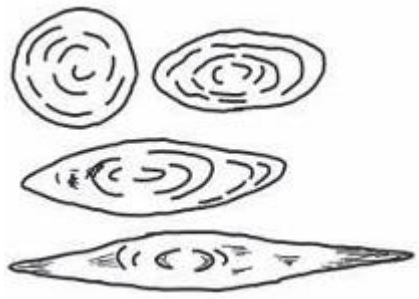
les roches associées Folk et Siedlecka 1974). Cependant, les ooïdes géopétaux peuvent également résulter de l'aggradation sélective des recristallis Augmentation des noyaux oïdiques au cours d'une période de diagenèse météorique

2.1.6. Oïdes épineux



Critères : Caractérisé par des cortex externes présentant des épines. Les cortex externes sont détachés de la cortex sous-jacents près des points de contact entre les grains d'ooïde, suggérant une origine post-dépôt les épines. Les cortex externes (blancs) ne sont ni étirés ni cassés et s'intègrent parfaitement dans le sous-jacent cortex (lames densément disposées) dans les zones non déformées. Répartition : Sables de plage lagunaires cimentés dans un environnement vadose. Interprétation : Les ooïdes s'expliquent par une déformation de compression tangentielle due à la croissance cristalline dans le cortex externes au cours de la déformation subaérienne précoce. Les ooïdes épineux diffèrent des ooïdes déformés formés lors de l'enterrement compactage; Ces ooïdes présentent des formes convexes pointant vers l'espace interstitiel.

2.1.7.Des ooïdes difformes



Critères : À l'origine, les ooïdes sphéroïdaux sont nettement allongés, aplatis et étirés. Microtissu structures reconnaissables à l'état de traces ou complètement détruites. Occurrence : Décrit à partir d'une série de carbonates plissés. Indiquer le style tectonique et le moment de la plastique Déformations.

Interprétation : Une contrainte tectonique intensive entraîne des élongations parallèles aux plans de schistosité.

Autre type :



Fig.3. Microtissu oïde diversifié dans les strates jurassiques de l'In
(Bassin de Dus, Pakistan. Bi-minérale (1–7), mosaïque (8–10, 14–16, 20),
le remplacement de la maçonnerie mollifiée (11–13) (17–19), la pierre à raisin (22), et
finement laminé, radial-concentrique, lessivé (21, 23–26).

(CURRENT SCIENCE, VOL. 119, NO. 5, 10 SEPTEMBER 2020)

3. Types d'ooïdes selon la composition chimique :

Les ooïdes se distinguent aussi selon leur composition minérale, qui dépend de la chimie de l'eau de mer, des conditions de dépôt, et parfois de la diagenèse.

3.1. Ooïdes carbonatés

Les plus fréquents. Composés de carbonate de calcium ($Caco_3$) : Aragonite dans les ooïdes modernes. Calcite dans les ooïdes anciens (souvent transformés par diagenèse). Environnements : tropicaux peu profonds, plateformes carbonatées.

3.2. Ooïdes ferrugineux

- Riche en oxydes ou hydroxydes de fer (Fe^{2+} / Fe^{3+}).
- Couleur : rouge, brun à noir.
- Témoins d'un environnement riche en fer ou soumis à une altération.
- Fréquents dans certaines formations continentales ou marines transgressives.

3.3. Ooïdes siliceux

- Constitués de quartz (SiO_2).
- Très rares, souvent formés par remplacement diagenétique de carbonates.
- Environnements siliceux (lacustres ou marins particuliers).

3.4. Ooïdes phosphatés

- Composés d'apatite (phosphate de calcium).
- Témoins d'environnements riches en matière organique ou en phosphore

4. Les environnent des ooids :

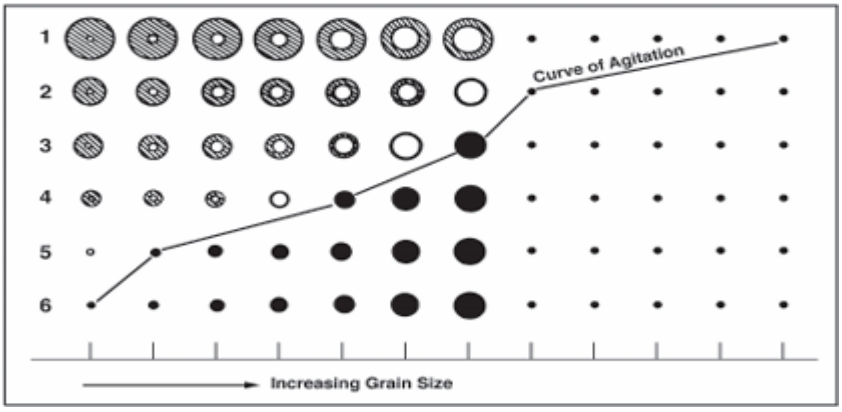


Fig.4 : Modèle des relations possibles entre l'énergie de l'eau, la taille maximale et moyenne des grains, et l'épaisseur des cortex des ooïdes (superficiels vs normaux).

Légende :

- Cercles noirs : grains carbonatés non enrobés (lithoclastes ou bioclastes transportés, souvent arrondis et micritiques).
- Cercles vides : ooïdes superficiels.
- Cercles hachurés : ooïdes normaux (selon Flügel 2010)

Ce modèle, initialement développé à partir des ooïdes du Great Salt Lake a été amélioré lors de l'étude des bancs d'ooïdes marins peu profonds du Mississippien dans le bassin de l'Illinois. La taille maximale des ooïdes et des grains micritiques non enrobés est utilisée comme indicateur du niveau d'énergie hydrodynamique nécessaire pour leur transport, soit par traction, soit en suspension.

Le modèle décrit six situations illustrant différentes intensités hydrodynamiques favorisant ou non la formation des ooïdes :

- **Situations 1 et 2** : L'agitation locale est supérieure à l'intensité du courant ayant transporté les grains. Tous les grains disponibles peuvent être enrobés, jusqu'à ce que la taille des plus gros ooïdes égale celle des grains les plus gros pouvant être déplacés. Le dépôt résultant est une oolite contenant des ooïdes normaux et superficiels de taille maximale constante, indépendamment de la taille des noyaux initiaux.
- **Situation 3** : L'énergie locale de l'eau correspond à la taille maximale des grains non enrobés. Tous les grains plus petits sont enrobés jusqu'à atteindre cette taille. Le sédiment contient des ooïdes (normaux et superficiels) et des grains non enrobés arrondis de même taille.
- **Situation 4** : L'énergie locale est inférieure à celle des courants qui ont apporté les grains les plus gros. Ces derniers, trop lourds pour être remobilisés, se déposent sans enrobage. Les autres grains, plus petits, peuvent être enrobés, formant un sédiment hétérogène avec des grains non enrobés de tailles diverses et de petits ooïdes principalement normaux.
- **Situation 5** : L'énergie de l'eau ne permet de déplacer que les grains les plus petits. Cela conduit à la formation de très petits ooïdes superficiels associés à des grains non enrobés arrondis de tailles variées.
- **Situation 6** : L'agitation est insuffisante pour mobiliser même les plus petits grains. Le dépôt est alors composé uniquement de grains non enrobés arrondis, sans ooïdes

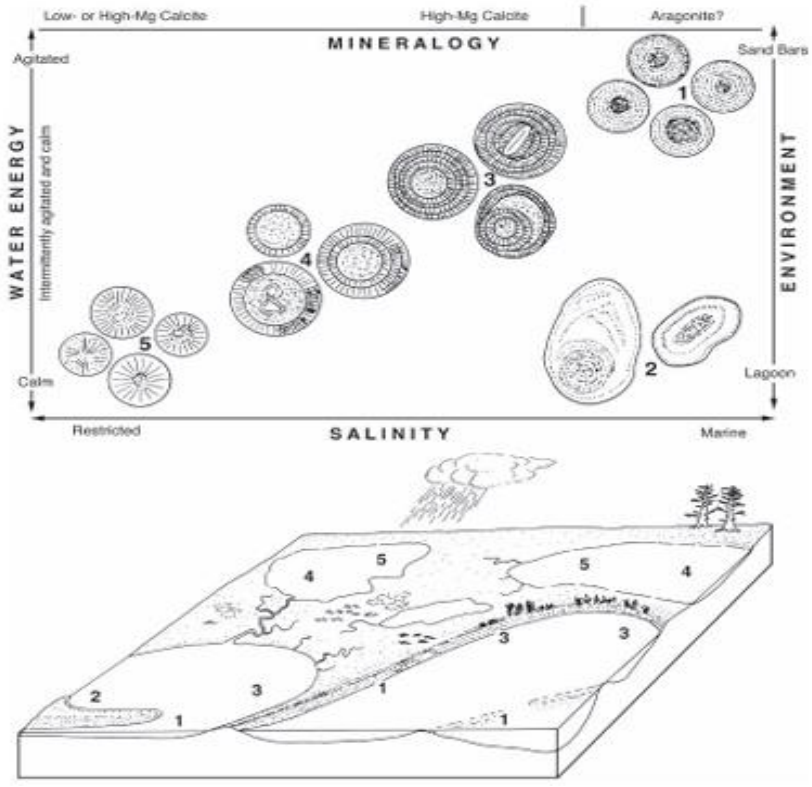


Fig.5 : Tous les types présentent des transitions. Les types 1 et 4 peuvent évoluer vers ooïdes superficiels, de type 2 aux oncoïdes et de type 3 aux gros grains à revêtement asymétrique.

1 - Ooïdes micritiques sphériques avec des cortex tangentiels finement stratifiés formant des granulogrammes bien triés avec jusqu'à 90 % d'ooïdes et seulement quelques fossiles (intertidaux)

2 - ooïdes micritiques irréguliers avec des cortex finement stratifiés formant des packstones (peu profonds Marin à lagunaire)

3 - ooïdes avec des cortex fins-radiaux finement stratifiés contribuant à des granuloses squelettiques mal triées (dépôt dans des environnements d'eau calme)

4 - ooïdes avec quelques fines lamelles radiales se produisant dans des packstones et des wackestones bien triés (environnement lagunaire saumâtre)

5 - ooids avec des cortex radiaux grossiers contribuant à des grains et des packstones bien triés (lagunes avec une énergie hydrique variable).

En bas : Environnements où des ooïdes peuvent s'être formés. Ooïdes de type 1 formés dans les eaux marines normales peu profondes dans des conditions de haute énergie dans de petits bancs de sable sous l'influence de la marée

5. Paléoclimat et paléoceanographie (selon Flügel)

Les ooïdes sont souvent utilisés comme des indicateurs pour les environnements d'eaux chaudes ou les milieux tropicaux (par exemple, Opdyke et Wilkinson 1990, L'hypothèse principale est que les ooïdes carbonatés favorisent les eaux chaudes avec une salinité élevée Les dépôts oolithiques semblent être de bons indicateurs paléoclimatiques. Pendant le Phanérozoïque, ils étaient généralement concentrés dans les tropiques et les basses subtropiques, mais pas à ou très près de l'équateur. Les différences dans le style diagenétique des anciens ooïdes sont attribuées au climat prévalent. La rareté des ciments météoriques précoces s'explique par un climat aride, tandis que l'abondance des ciments météoriques devrait refléter un climat plus humide. Des modèles paléoocéaniques et paléoclimatiques intégrés ont été développés sur la base des critères minéralogiques et géochimiques des ooïdes

1. CADRE GEOGRAPHIQUE

1. Cadre géographique général

Le système atlasique en Algérie constitue une chaîne intracratonique orientée du nord-est au sud-ouest sur environ 1200 km, formant plusieurs ensembles montagneux. Il s'étend entre la Meseta oranaise, située au nord et rattachée au domaine des Hauts Plateaux, et la plate-forme saharienne au sud, deux régions géologiquement stables.

Ce système est composé du Haut Atlas marocain, de l'Atlas saharien proprement dit, des Aurès, des Monts de Nemencha et de l'Atlas tunisien.

L'Atlas saharien, quant à lui, se subdivise en trois grands ensembles plissés, **selon la classification établie par** (Ritter en 1901)

Les Monts des Ksour, correspondant à l'Atlas saharien occidental.

Le Djebel Amour, représentant l'Atlas saharien central.

Les Monts des Ouled Nail, formant l'Atlas saharien oriental.

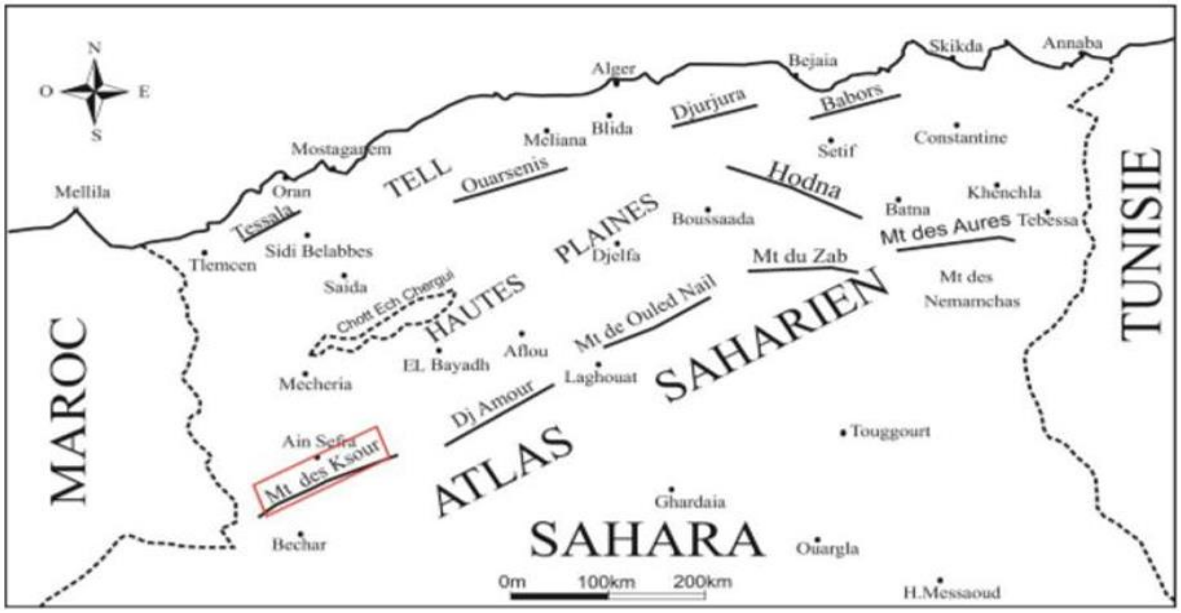


Fig.6 : Situation générale des monts des ksour (d'après Douihasni, 1976)

2. Cadre géographique local

Les Monts des Ksour occupent la partie la plus méridionale du domaine externe (l'Atlas saharien occidental), de l'avant pays de la chaine tello-rifaine. Ils font partie du domaine

atlasique maghrébin. Ils constituent le segment occidental de l'Atlas saharien. Ce dernier, orienté NE-SW, s'étend sur plus de 1000 kilomètres depuis la terminaison orientale du Haut-Atlas marocain jusqu'aux Aurès. Il s'intercale entre deux domaines stables, le domaine des Hautes Plaines oranaises au Nord et celui de la plate-forme saharienne au Sud. Le secteur de Ain Ourka se trouve dans la partie médiane des Monts des Ksour. Celle-ci est située à environ 60 km à l'ESE de la ville d'Ain Sefra.

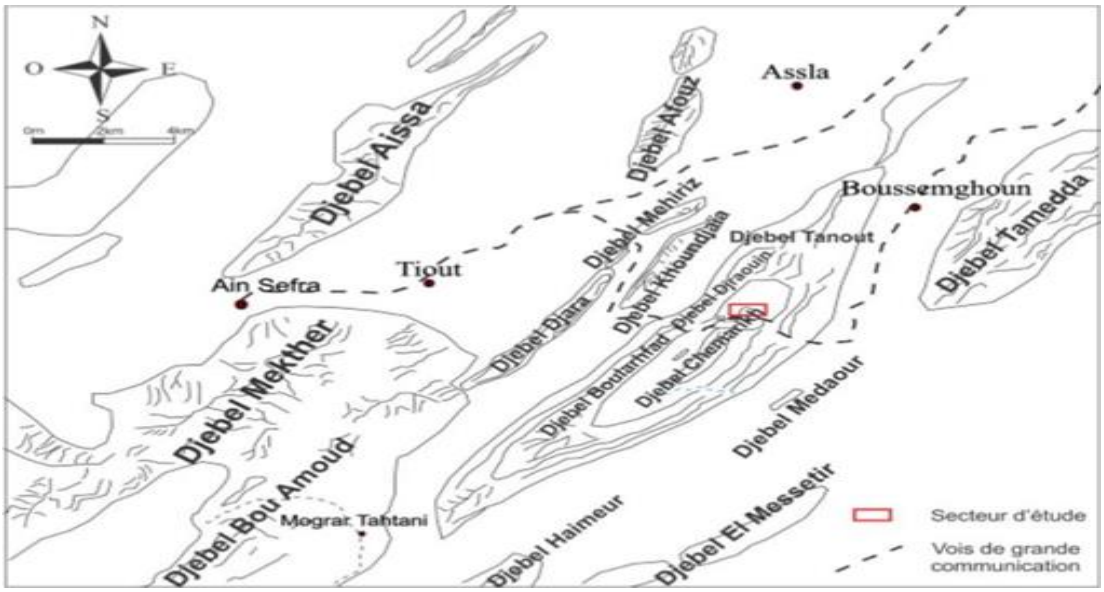


Fig.7 : Situation du Secteur d'étude

2. CADRE GEOLOGIQUE

1. Cadre géologique général

L'Atlas saharien occupe la partie centrale du domaine atlasique maghrébin. Il est constitué d'une épaisse série sédimentaire méso-cénozoïque, allant du Trias au Quaternaire, atteignant plus de 10 000 mètres d'épaisseur (Djebbar, 2000). Cette série, affectée par des plissements et des failles, présente une orientation structurale dominante NE-SW.

De nombreuses études ont permis de caractériser les différentes formations géologiques de cet ensemble (Bassoullet, 1973 ; Douihasni, 1976 ; Delfaud et al, 1974 ; Kazi Tani, 1986 ; Ait Ouali, 1991 ; Ouali Mehadji, 1995 ;Mekahli, 1998 ; Kacemi, 2013, Mahboubi C Y, 2021). Le Trias y affleure sous forme de diapirs composés de couches argileuses rouges, riches en gypse et en sel, recoupées localement par des coulées basaltiques de type tholéitique à texture ophitique (Meddah, 2010).

Le Jurassique inférieur (Lias) est essentiellement représenté par des dépôts carbonatés marins surmontés de niveaux marneux (Mekahli, 1998). Au Jurassique moyen et supérieur (Dogger et

Malm), le secteur est marqué par la mise en place du complexe deltaïque des Ksour à partir du Bathonien-Callovien. (Bassoullet, 1973)

Le Crétacé inférieur est constitué de formations argilo-gréseuses (Bassoullet, 1973) d'origine continentale, atteignant localement plus de 1000 mètres d'épaisseur.

Le Crétacé moyen comprend trois principales formations : les dépôts siliciclastiques et carbonatés de la Formation d'El Rhelida, les niveaux évaporitiques et argilo-carbonatés de la Formation de M'daouer, ainsi que les assises carbonatées de la Formation de Rhoundjaia.

Enfin, le Tertiaire est représenté par une série continentale composée de grès, d'argiles rouges et de conglomérats, Ces formations détritiques visibles notamment au sud du Djebel Rhelida, dans les environs de Djebel Boulerhfad et au sud d'Abiodh Sidi Cheikh (Mahboubi, 1983).

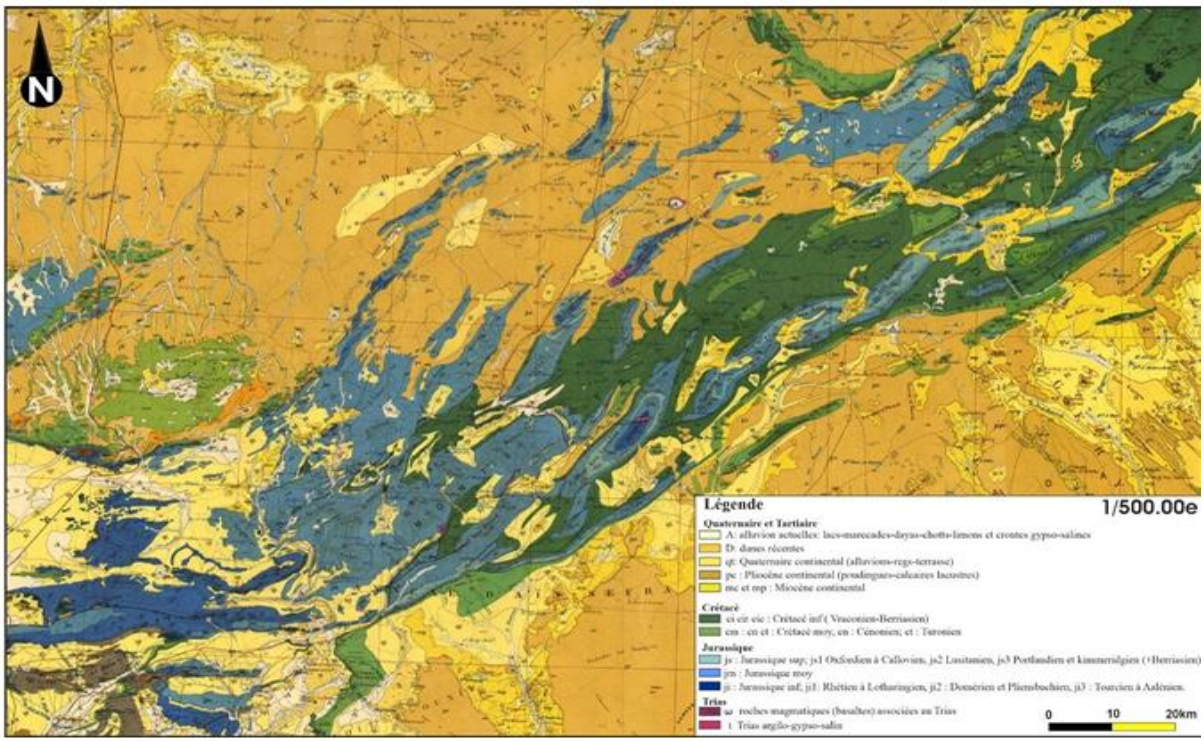


Fig.8 : Carte géologique de l'Atlas saharien occidental et central (Extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000).

2. Cadre géologique local

Aïn Ouarka se présente sous la forme d'un anticlinal orienté SW-NE, dont le cœur est constitué de terrains triasiques versicolores et d'une ossature dolomitique liasique (Meddah, 2010). La

série jurassique y est bien développée et comprend plusieurs formations sédimentaires successives.

La **(Dolomie de Chemarikh)** constitue la base de la série avec une épaisseur variant de 150 à 200 mètres de l'Hettangien inférieur (Mekahli; 1998). Elle se compose de bancs massifs de dolomies riches en lithoclastes, pellets et bioclastes. Vers le sommet, ces dolomies évoluent en calcaires dolomitiques bioclastiques présentant des figures de dessiccation (birdeyes et loférites) et se terminent par une surface durcie ferrugineuse.

Les **(Alternances d'Aïn Ouarka)** lui succèdent. Il s'agit d'une série de 170 mètres d'épaisseur constituée d'une alternance de marnes et de calcaires Elle est d'âge Sinémurien-Domérien supérieur (Mekahli, 1998). Cette formation se distingue par des niveaux supérieur bioturbés et la présence ponctuelle d'ammonites et de brachiopodes

Les **(Marno-calcaires d'Aïn Rhézala)** apparaissent ensuite. Ils sont formés d'une alternance de marnes et de calcaires blanchâtres renfermant des ammonites, des microfilaments et des traces de Zoophycos. L'épaisseur de cet ensemble varie entre 70 et 140 mètres, Elle est d'âge Lias supérieur Début de l'Aalénien et se termine par un banc de calcaire bréchique. (Mekahli, 1998).

Par la suite, la **(Brèche de la Raknet el Kahla)** couronne la série. Elle est constituée de brèches de calcaire noir et de marnes noires consolidées, localement affectées par des slumps. Son épaisseur avoisine les 100 mètres Elle est de l'Aalénien-Bajocien supérieure (Mekahli, 1998), et elle marque la transition avec les premiers niveaux gréseux de la formation du Téniet el Klakh.

Tandis que La **(Formation du Téniet el Klakh)** est constituée d'une alternance d'argiles, de marnes, de grès et de calcaires. Son épaisseur est variable, atteignant jusqu'à 1100 mètres dans certains secteurs et diminuant à environ 200 mètres dans la région d'Aïn Rhézala (Oudjoudi ,2003), notamment au niveau de Raknet el Kahla. Cette formation est d'âge du Bajocien supérieur (Bassoullet, 1973 ; Almeraset al., 1994 ; Tlili, 1995 ; Ouali Mehadji, 1995 ; Elmi et al., 1998).

Enfin, Elle est surmontée par la **(Formation du Tifkirt)**, qui débute par des calcaires récifaux et leurs équivalents latéraux. Cette base est suivie par une alternance de calcaires bioclastiques et oolitiques, de grès et d'argiles. L'épaisseur de cet ensemble atteint environ 350 mètres,

notamment au Djebel Djeraouine (Oudjoudi, 2003). Son âge est attribué au Bajocien supérieur–Bathonien inférieur (Bassoullet, 1973 ; Almeraset al., 1994 ; Ouali Mehaji, 1995).

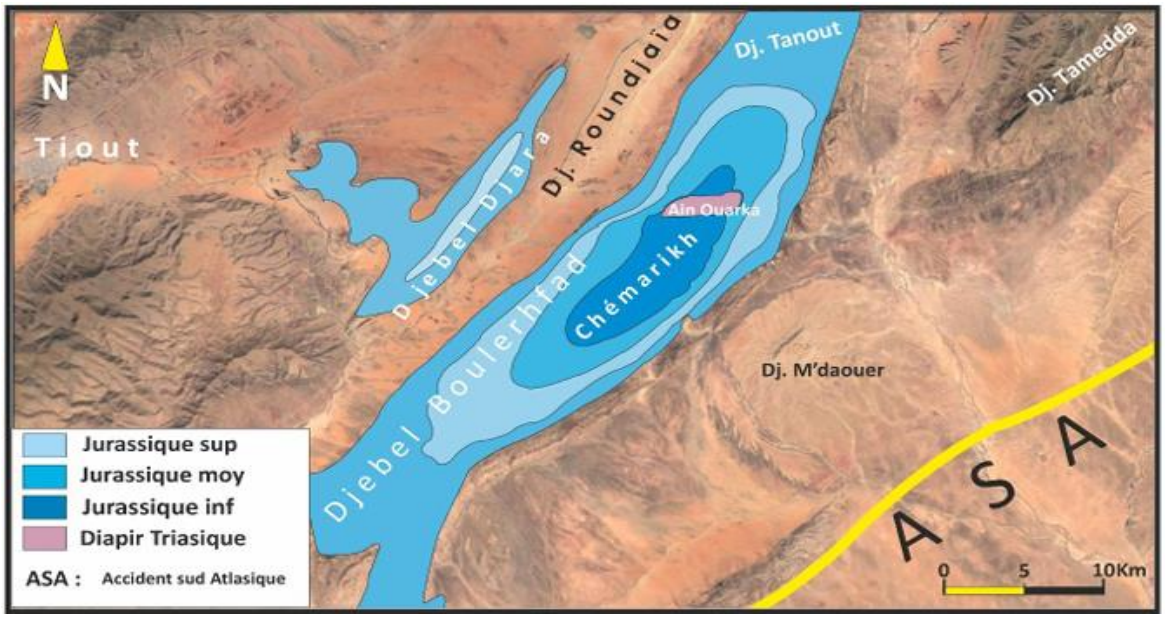


Fig.9 : Image satellitaire (d'après Google Earth) montrant la position géographique et les grandes unités litho stratigraphiques du Jurassique dans l'anticlinal d'Ain Ouarka (Bouazza, 2022).

3. La méthodologie de ce travail

La méthodologie de ce travail repose principalement sur une étude bibliographique approfondie et une analyse de lame mince. L'essentiel de la recherche s'est appuyé sur des travaux antérieurs de référence, notamment ceux de (Sabri 2023 et Flügel2010), afin de mieux comprendre les caractéristiques, la genèse et la classification des ooïdes. Par ailleurs, des photos de lames minces ont été observées. Leur description détaillée a permis d'identifier les structures internes des ooïdes, la nature du ciment, ainsi que les textures microfaciès. Ces observations ont ensuite été interprétées à la lumière des modèles classiques pour proposer une lecture microfacielle des échantillons étudiés.

Chapitre 02

Lithologie et classification des ooïdes

I. Introduction

Ce chapitre analyse la Formation de Tifkirt (Bajocien-Bathonien) dans l'Atlas saharien occidental (secteur d'Ain Ouarka). Une coupe détaillée, intégrant lithologie, couleur, épaisseur, biodiversité et variations latérales, permet de reconstituer les conditions de dépôt et les interrelations entre facteurs paléontologiques et sédimentaires.

II. Localisation De La coupe levée : (Sabri 2023)

Cette coupe orientée SW-NE est localisée dans le secteur « d'Teniet Bou-Rdoud » parallèle à la route qui relie Ain Ouarka à Boussemghoun.

De coordonnées géographiques :

Sur latitude 32°44'11.60'' Nord longitude 00°05'29.31 W

UTM : x= 772556 ; y = 3625825



Fig.11 : Image satellitaire du secteur d'étude

III. Description lithologique de la Formation de Tifkirt :

La Formation de Tifkirt comprenant trois membres distincts superposés chronologiquement des strates les plus anciennes aux plus récentes. Chaque membre se caractérise par des faciès sédimentaires spécifiques, témoignant de l'évolution dynamique des environnements de dépôt au cours du Jurassique moyen.

1) *Membre 1 (137 m)* :

Ce membre distingue par la présence de barres de calcaire oolithique d'épaisseur métrique, bien visibles à l'affleurement. Il s'agit d'une alternance marno-calcaire, où les calcaires se présentent sous forme de barres composées de plusieurs bancs dont l'épaisseur varie de 0,3 à 0,6 mètre, séparés par de fins diastèmes. Ces bancs sont constitués de calcaires oolithiques à patine jaunâtre et à cassure grisâtre, généralement massifs, parfois laminés, et renferment de nombreux bioclastes, dont des fragments de brachiopodes.

Les niveaux marneux, de couleur jaunâtre, affleurent sous forme de combes métriques et sont ponctués par des bancs centimétriques de calcaire oolithique également riches en bioclastes. On observe par ailleurs, à certains niveaux, des passées de grès qui présentent diverses figures sédimentaires telles que des laminations horizontales ou obliques, des rides de courant et des structures de type flaser bedding.

Il est à noter que l'épaisseur des barres oolithiques diminue progressivement vers le sommet du membre, traduisant une séquence strato-décroissante. Cette évolution verticale suggère une diminution progressive de l'énergie hydrodynamique ou une augmentation des apports détritiques au cours du temps.

2) Membre 2 (22 m) :

Ce membre présente une composition essentiellement détritique. Il débute par une combe de trois mètres d'épaisseur, suivie de grès massifs, eux-mêmes disposés en barres argileuses d'épaisseur métrique. La succession est caractérisée par l'alternance de niveaux de grès massifs, souvent chenalisés, et de combes métriques dans lesquelles apparaissent ponctuellement des bancs oolithiques. Sur le plan des figures sédimentaires, ce membre conserve les mêmes structures observées dans le membre 1.

3) Membre 3 (113.1m) :

Ce membre présente une composition mixte gréso-carbonatée et débute par une séquence de quatre mètres d'argile verdâtre. Il se caractérise par une alternance d'argiles, de grès et de calcaires. Les niveaux argileux, de teinte verdâtre et d'épaisseur métrique (variant de 1,5 à 6 mètres), sont particulièrement riches en brachiopodes. Les grès, massifs et souvent chenalisés, présentent des figures sédimentaires telles que des laminations horizontales et des structures de type flaser bedding. La partie sommitale du membre est marquée par la présence de surfaces de hard grounds et, localement, par quelques traces de bioturbation.

Les niveaux calcaires sont généralement oolithiques, plus rarement oncolithiques, et peuvent présenter des structures de type HCS. Ce membre se termine par une dernière barre de grès massif, qui marque la limite supérieure de la formation. On observe également une augmentation progressive de l'épaisseur des barres gréseuses vers le sommet, traduisant une séquence strato-croissante.

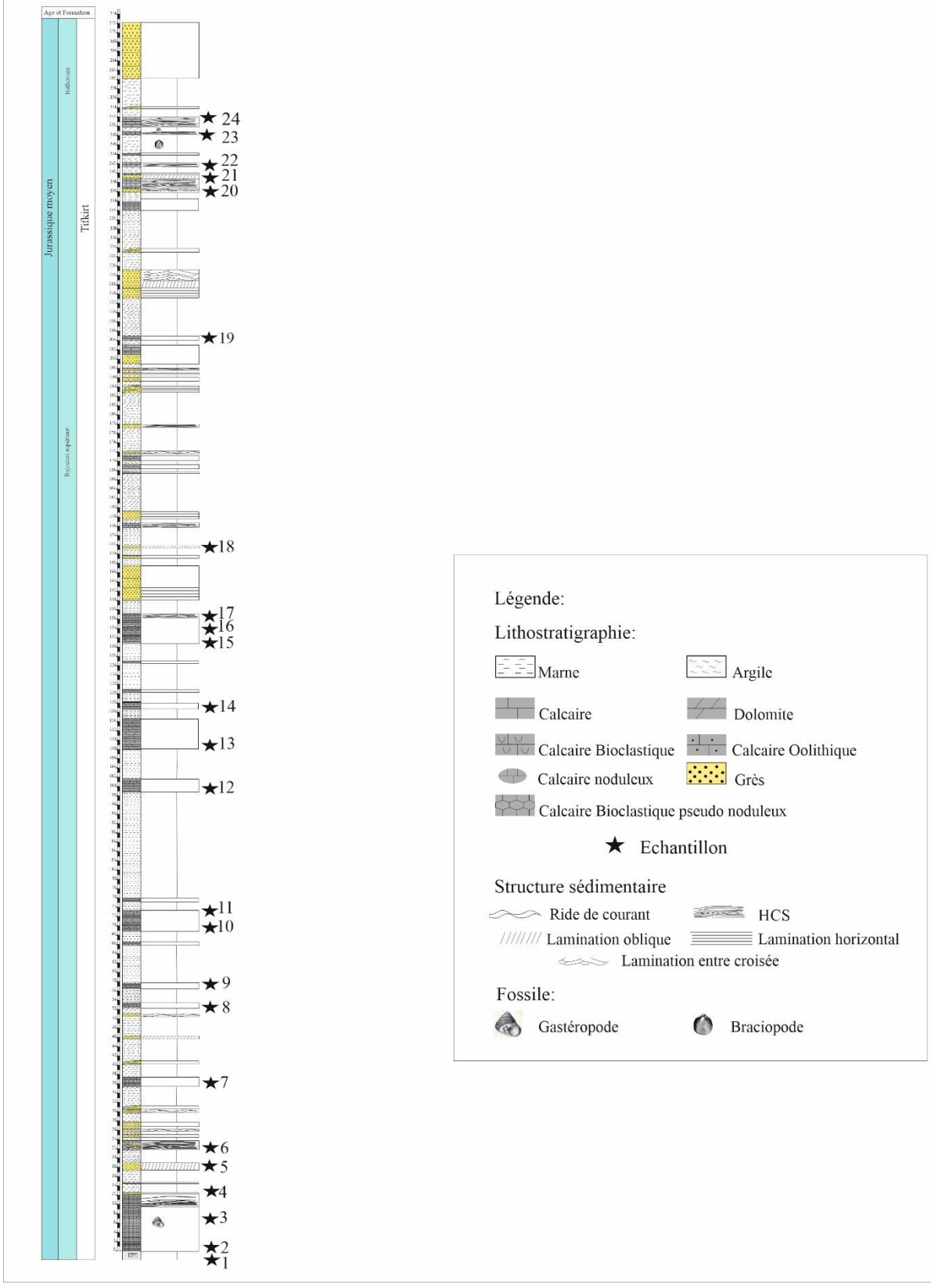
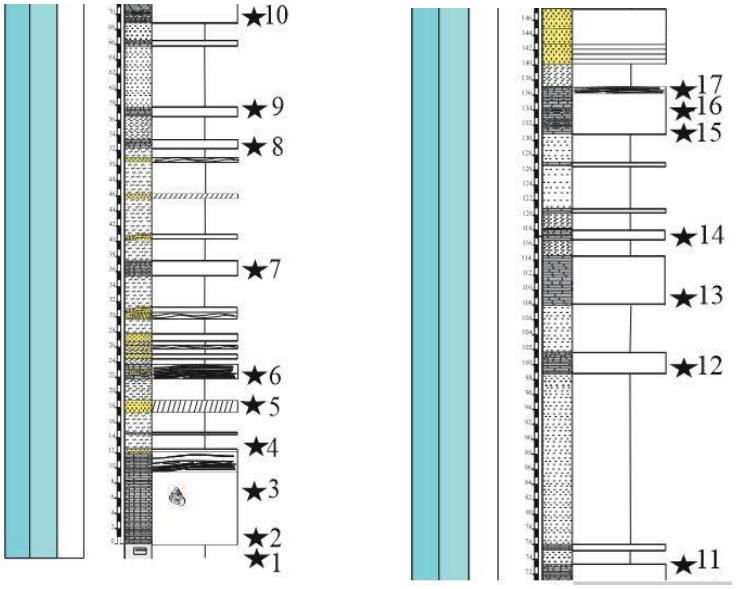
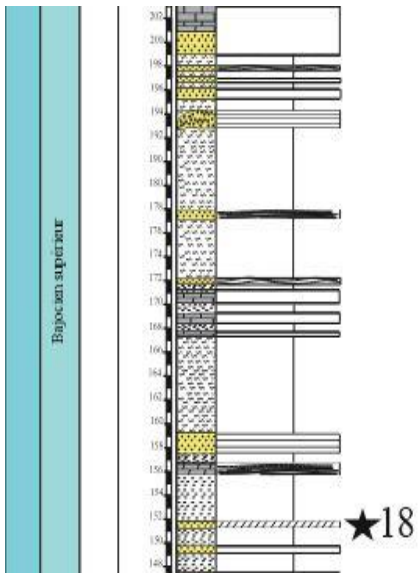


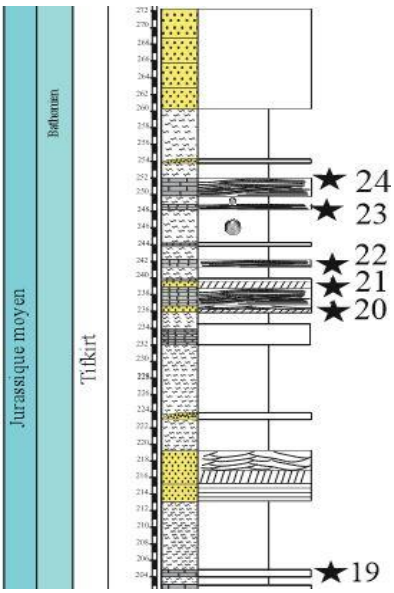
Fig.12 : la coupe lithologique de la Formation de Tifkirt (Sabri, 2023)



MEMBRE 01 (137m)



MEMBRE 02 (22m)



MEMEBRE 03 (113,1m)

IV. Classification des ooïdes :

- **Lame 1 :**

Diamètre : la majorité des éléments compris entre 0,3 et 0,6 mm

Forme : les grains sphériques à subsphériques

Cortex : la majorité des ooïdes un cortex concentrique (30%) et micritique (50%) radial (20%)

Noyau : le noyau sombre micritique avec quartz angulaire

Texture : les ooïdes sont abondants, jointives à sub-jointives, une structure grainstone à packstone

Trié : La taille des grains est relativement homogène, ce qui indique un bon tri granulométrique

Association : La présence des fossiles est rare avec de quelque plaque échinoderme et bivalve

Couleur : les oolithes apparaissent bruns à brun foncé, avec des cortex plus clairs. La matrice est blanche à gris clair, accentuant le contraste avec les grains.

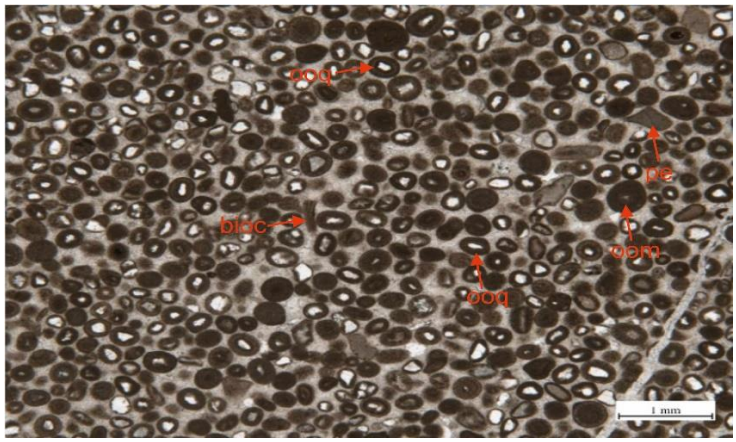


Fig.13 : microfaciès montre le détaillée lame 1 : **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **oom** : ooïde micritique, **bioc** : fragment de bioclaste et **pe** : plaque échinoderme

- **Lame 2 :**

Diamètre : majoritairement entre 0,2 à 0,7 mm

Forme : dominance de grains sphériques à subsphériques, et parfois composite (grape-stone)

Cortex : La majorité des ooïdes un cortex micritique (40%), ooïdes concentrique (30%) et radial (10%)

Noyau : Quartz anguleux. Micritique, parfois bioclastique

Texture : Grainstone

Trie : moyen à faible

Association : Quelques fragments bioclastiques visibles (bivalves et plaque échinoderme)

Couleur : grains brun foncé à noir dans une matrice plus claire

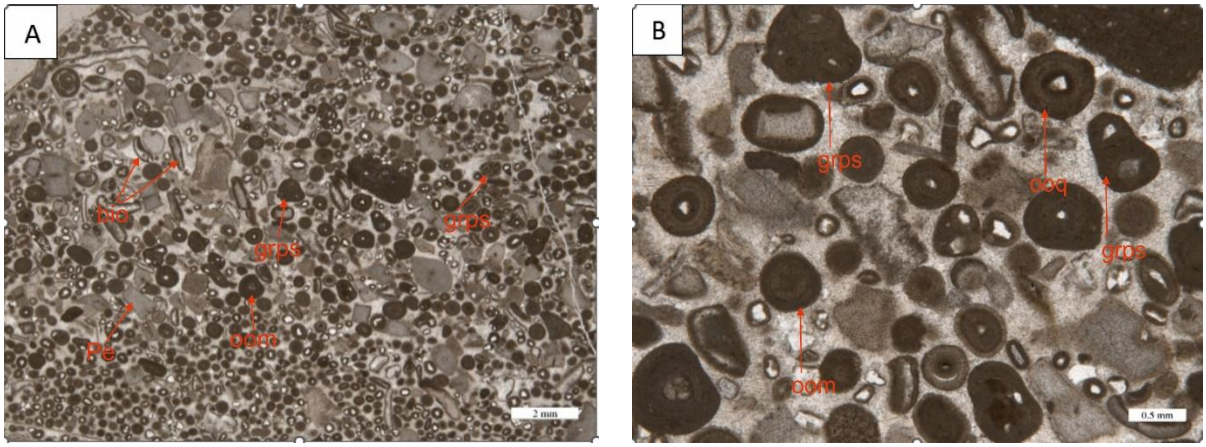


Fig.14 : microfaciès montre le détaillée lame 2 : **grps** : grapstone, **ooq** : ooïdes de nucleus quartzite, **oom** : ooïde micritique, bio : bioclaste, **pe** : plaque échinoderme

- **Lame 3 :**

Diamètre : Les grains mesurent en moyenne entre 0,2 et 0,4 mm.

Forme : Les grains sont majoritairement sphériques à sub-sphériques

Cortex : La majorité les ooïdes montrent micrite (90%) et quelque concentrique (10%)

Noyau : micritique avec quartz angulaire

Texture : grainstone oolithique, avec très peu de matrice micritique visible.

Trié : Les ooïdes sont jointifs, avec très peu d'espace intergranulaire donc c'est bon

Association : Grain de quartz avec quelques fragments bioclastes

Couleur : brune à grisâtre, avec des ooïdes plus sombres que la matrice interstitielle claire.

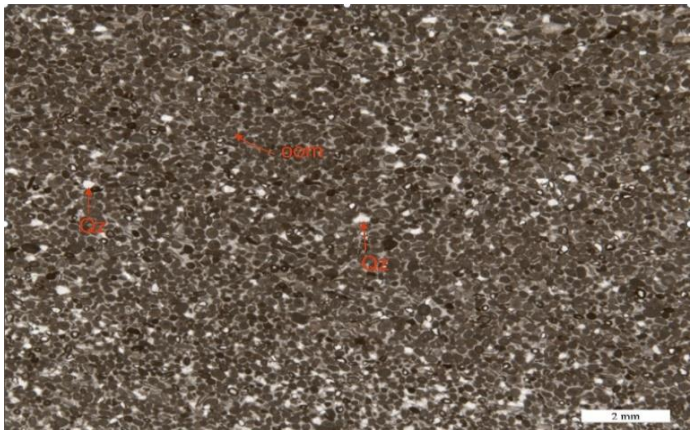


Fig.15 : microfaciès montre le détaillée lame 3 : **oom** : ooïde micritique, **Qz** : grain de quartz

- **Lame 4**

Diamètre : les ooïdes visibles mesurent en moyenne de 0,2 à 0,5 mm, certains d'entre eux atteignant ~0,8 mm

Forme : Les grains sont de forme sphérique à sub-sphérique.

Cortex : La majorité des ooïdes présentent un cortex radial (70%), tangentiels (20%) et quelques micritique (10%)

Noyau : Micritique

Texture : packstone à grainstone.

Trié : moyen

Association : Présence abondante de bioclastes (fragments de bivalves, plaque d'échinoderme)

Couleur : La couleur est brun-gris en général

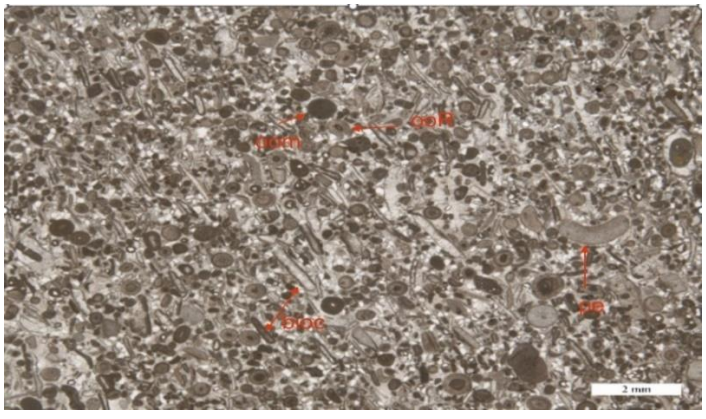


Fig.16 : microfaciès montre le détaillée lame 4 : **oom** : ooïde micritique, **bioc** : bioclaste, **pe** : plaque échinoderme, **ooR** : ooïde radial

- **Lame 5**

Diamètre : Les grains des peloides mesurent en moyenne entre 0,1 et 0,3 mm, avec quelques individus atteignant 0,4 à 0,5 mm (on note la présence rare les ooïdes)

Forme : Les grains peloides sont majoritairement sphériques à sub-sphériques, certains légèrement elliptiques ou déformés.

Cortex : La majorité des ooïdes présente un cortex micritique et rare tangentielle

Noyau : micritique et rare des grains de quartz

Texture : grainstone à packstone (ooïdes jointifs, matrice peu abondante).

Trié : moyen à faible

Association : grains de quartz et quelques fragments bioclastiques

Couleur : Les ooïdes apparaissent bruns à gris foncé, la matrice interstitielle est plus claire (blanc à beige).

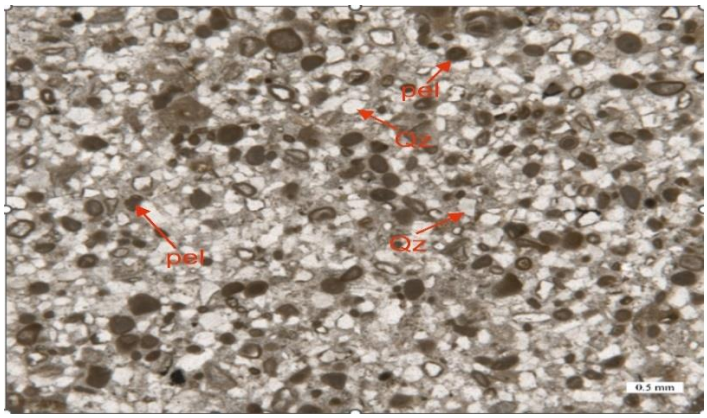


Fig.17 : microfaciès montre le détaillée lame 5 : **pel** : peloide, **Qz** : grain de quartz

- **Lame 6**

Diamètre : Les ooïdes ont un diamètre compris entre 0,1 et 0,3 mm avec la présence de les peloides (50 % ooïde et 50 % peloide)

Forme : Les ooïdes sont majoritairement sphériques à sub-sphériques, bien arrondis. Quelques ooïdes montrent des formes légèrement elliptiques ou irrégulières

Cortex : la majorité micritique ~ 99% et quelques tangentielle

Noyau : la majorité les ooïdes sont micritique, certains ooïdes possèdent un noyau quartz angulaire

Texture : grainstone à packstone (ooïdes jointifs, matrice peu abondante).

Trié : bon triés

Association : quelques fragments bioclases mais très peu

Couleur : Les ooïdes apparaissent bruns à gris foncé, tandis que la matrice interstitielle est plus claire (blanc à beige)

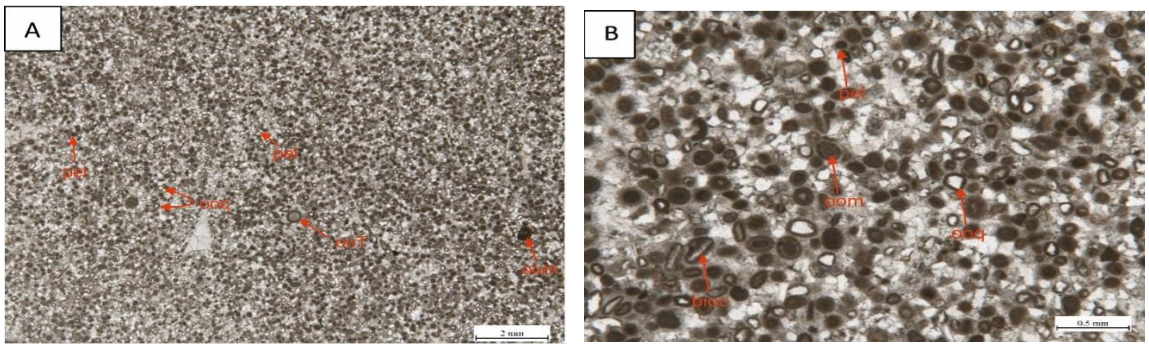


Fig.18 : microfaciès montre le détaillée lame 6 : **pel** : peloide, **ooq** : ooïdes de nucleus quartzite, **oom** : oode micritique, **bioc** : bioclaste, **ooT** : ooïde tangentielle

- **Lame 7**

Diamètre : Les ooïdes mesurent généralement entre 0,1 et 0,3 mm, certains atteignant jusqu'à 0,4 mm. On note la présence quelque oncoide

Forme : Les grains sont majoritairement sphériques à sub-sphériques, et parfois composite (grape-stone)

Cortex : La plupart des ooïdes présentent un cortex radial environ (90%)

Noyau : micritique

Texture : grainstone à packstone (ooïdes jointifs, matrice peu abondante).

Trié : bien à moyen

Association : Quelques fragments bioclastiques et grain de quartz

Couleur : les ooïdes apparaissent bruns à gris foncé, la matrice interstitielle est plus claire (blanc à beige).

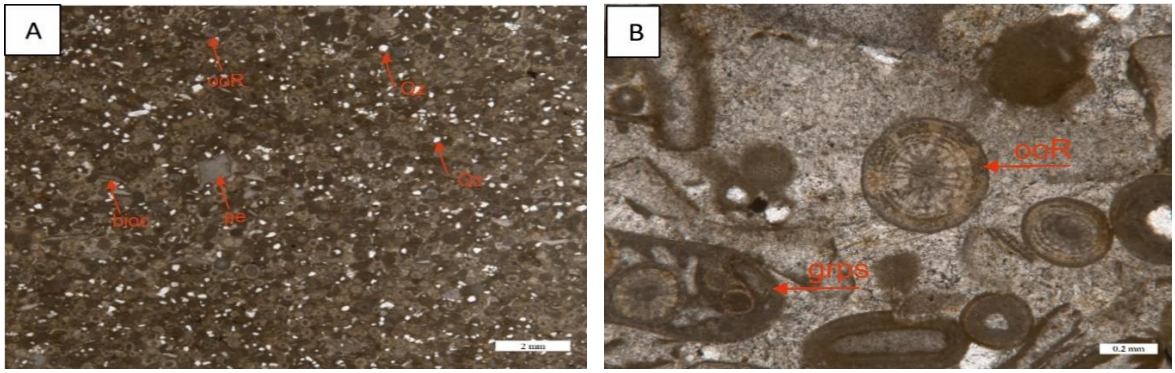


Fig.19: microfaciès montre le détaillée lame 7 : **grps** : grapstone, **Qz :** grazin de quartz, **bioc** : bioclaste, **ooR** : ooïde radial, **pe** : plaque échinoderme

- **Lame 8**

Diamètre : les ooïdes mesurent en moyenne entre 0,1 et 0,2 mm, avec quelques individus atteignant jusqu'à 0,3 mm.

Forme : Les grains sont majoritairement sphériques à sub-sphériques, bien arrondis.

Cortex : sont majoritairement micritique (70%), radial (20%) et concentrique (10%)

Noyau : micritique

Texture : grainstone (ooïdes jointifs, matrice peu abondante)

Trié : bon

Association : Quelques fragments bioclastiques et grains de quartz

Couleur : bruns à beige

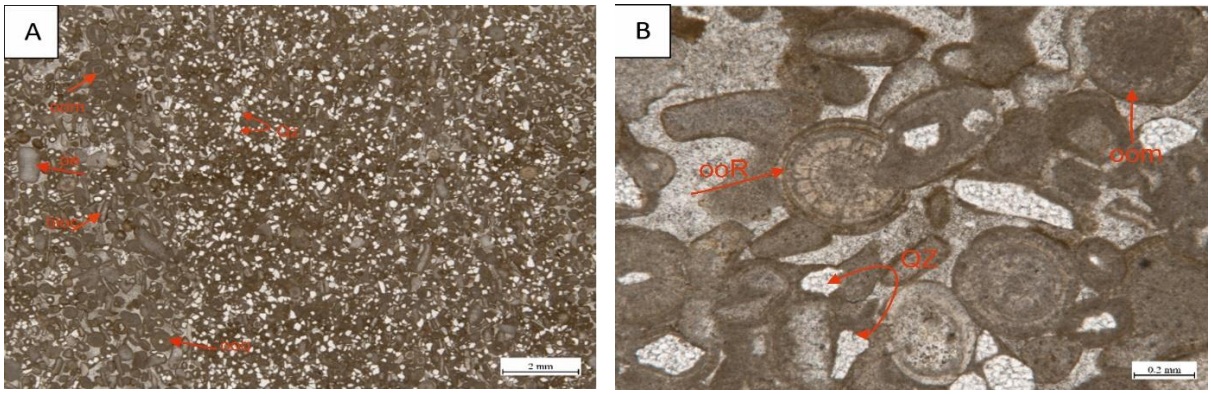


Fig.20 : microfaciès montre le détaillée lame 8 : **ooR** : ooïde radial, **Qz** : grain de quartz, **oom** : ooïdes micritique, **bioc** : bioclaste, **pe** : plaque échinoderme, **ooq** : ooïdes de nucleus quartzite

- **Lame 9**

Diamètre : rare ooïde de diamètre en moyenne entre 0,1 et 0,3 mm, avec quelques individus atteignant 0,4 mm.

Forme : Les ooïdes sont majoritairement sphériques à sub-sphériques, bien arrondis. Quelques grains montrent une forme légèrement ellipsoïdale ou déformée.

Cortex : sont Ooids concentrique (50%), micritique (30%) et rare radial environ 1%

Noyau : micritique et quelques grains de quartz angulaire

Texture : Floatstone (10% des bioclastes et supérieur à 1 mm)

Trié : faible

Association : présence de nombreux bioclastes (fragments de coquilles et plaque échinoderme).

Couleur : Les ooïdes apparaissent bruns à beige foncé, Les bioclastes sont également bruns à gris.

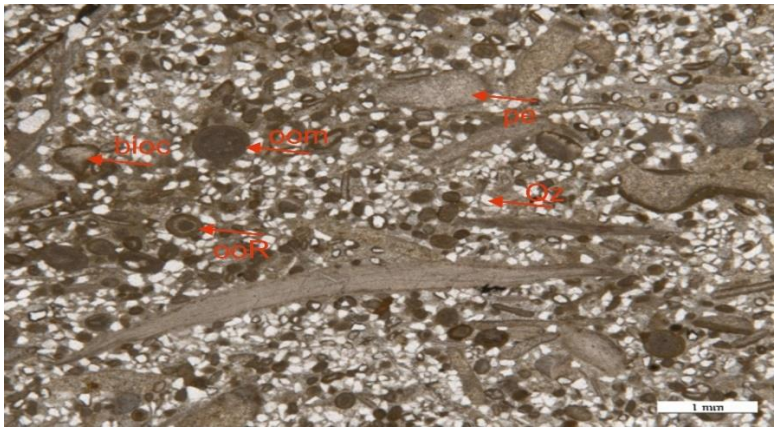


Fig.21 : microfaciès montre le détaillée lame 9 : **ooR** : oodes radieux, **Qz** : grain de quartz, **pe** : plaque échinoderme, **oom** : ooïdes micritique, **bioc** : bioclaste

- **Lame 10**

Diamètre : Les ooïdes en moyenne entre 0,1 et 0,4 mm, avec quelques individus atteignant 0,5 mm

Forme : Les grains sont majoritairement sphériques à sub-sphériques, bien arrondis. Quelques ooïdes allongé.

Cortex : Les cortex sont principalement radial (70%), tangentielle (10%) et quelque rare micritique (5%).

Noyau : micritique et rare bioclastique

Texture : grainstone (ooïdes jointifs, matrice peu abondante)

Trié : bon

Association : présence de quelques bioclastes (fragments de coquilles et plaque d'échinoderme)

Couleur : Les ooïdes et la matrice apparaissent dans des tons bruns à beige clair

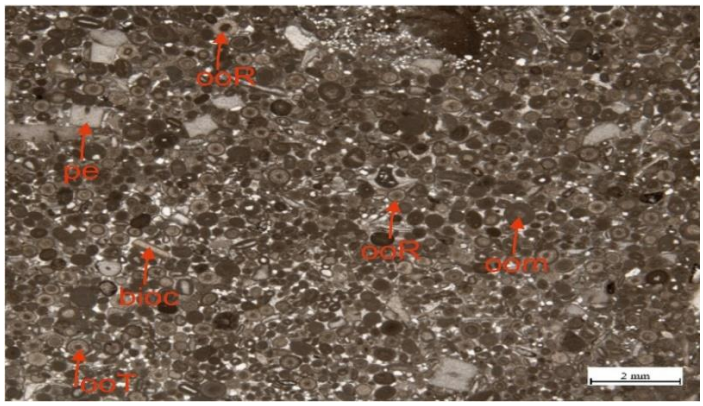


Fig.22 : microfaciès montre le détaillée lame 10 : **ooR** : ooide radial, **pe** : plaque échinoderme, **oom** : ooïdes micritique, **bioc** : bioclaste, **ooT** : ooïdes tangentielles

- **Lame 11**

Diamètre : les ooïdes sont rare (20%) en moyenne entre 0,1 et 0,4 mm. Plus 60% oncoides

Forme : Les grains sont globalement arrondis à sub-arrondis, certains sont sphériques, d'autres légèrement elliptiques ou sub-anguleux.

Cotex : micritique (80%) et radial (20%)

Noyau : micritique

Texture : jointifs à sub-jointifs (grainstone)

Trié : Le tri granulométrique est moyen à bon : la plupart des grains sont de taille similaire, avec quelques exceptions plus grosses ou plus petites.

Association : quelque rare plaque d'échinoderme et fragments bioclastes

Couleur : brun-gris

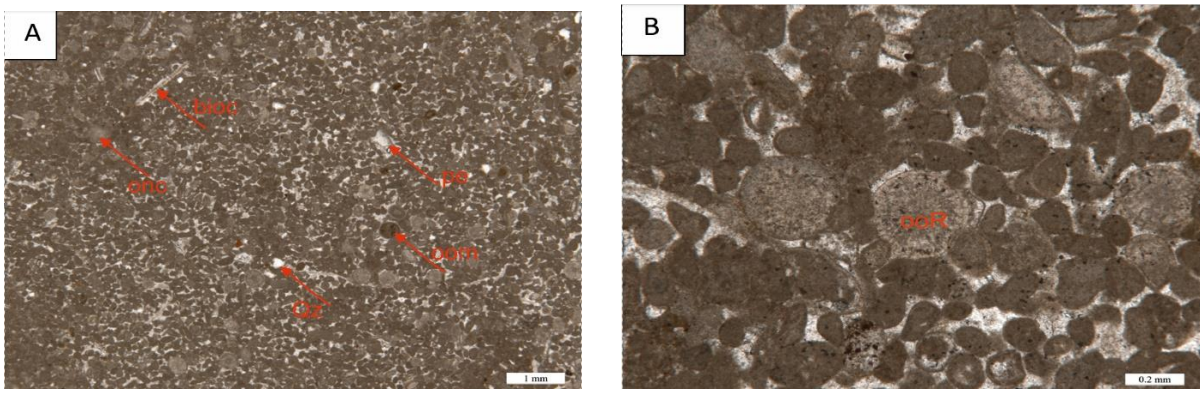


Fig.23 : microfaciès montre le détaillée lame 11 : **ooR** : ooide radial, **Qz** : grain de quartz, **pe** : plaque échinoderme, **oom** : ooïdes micritique, **bioc** : bioclaste, **onc** : oncoide

- **Lame 12**

Diamètre : La majorité peloïde (90 %) entre 0,1 et 0,3 mm, avec quelques ooïdes environ 0,5 mm (10 %)

Forme : Les grains sont globalement arrondis à sub-arrondis

Cortex : les ooïdes concentrique, peu développé

Noyau : micritique

Texture : grainstone

Trié : Bien à moyen

Association : grain de quartz avec quelques fragments de fossiles (rare foraminifères, fragments de coquilles) avec rare plaque échinoderme.

Couleur : Brun-gris à gris clair

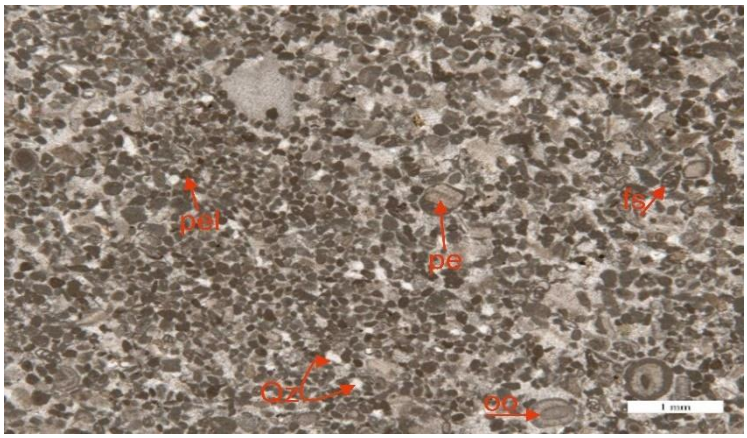


Fig.24 : microfaciès montre le détaillée lame 12 : **Oo** : ooïde, **Qz** : grain de quartz, **pe** : plaque échinoderme, **Fs :** fragments de fossile**, pel** : peloide

- **Lame 13**

Diamètre : Les grains mesurent généralement entre 0,3 et 0,6 mm

Forme : Les grains sont majoritairement arrondis à sub-arrondis, elliptiques avec des contours nets et réguliers et parfois composite (grape-stone)

Cortex : variété de type de cortex il a y a cortex radial (70%) et tangetielle (20%) et micritique environ (10%)

Noyau : La plupart des ooïdes montrent un noyau micritique.

Texture : les ooïdes sont abondants, jointives à sub-jointives (grainstone)

Trié : bien

Association : Fragments bioclastiques supérieur à 1mm

Couleur : Brun-gris à gris clair

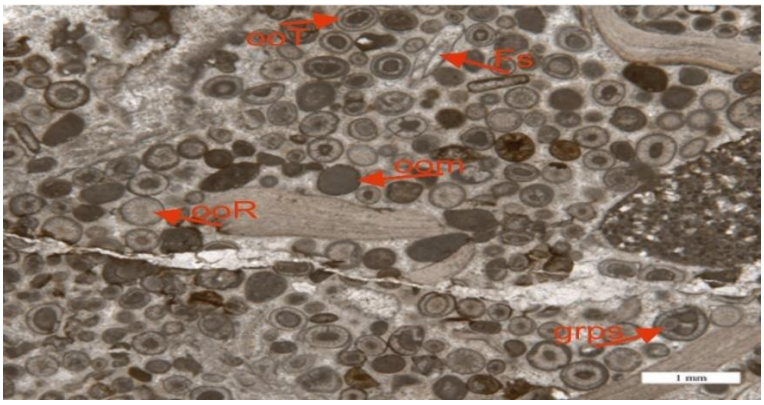


Fig.25 : microfaciès montre le détaillée lame 13 : **ooR** : ooïde radial, **oom** : ooïde micritique, **ooT** : ooïde tangentielle, **Fs** : fragment de fossile, **grps** : graipstone

- **Lame 14**

Diamètre : Ooïdes : généralement 0,1 à 0,4 mm. Rare peloide.

Forme : Ooïde : sphériques ou ellipsoïdales, avec rare composite (graipstone)

Cortex : la majorité radial (80%) et parfois tangentielle (20%)

Noyau : micritique, quelques grains de quartz angulaire

Texture : grainstone

Trié : faible à moyen

Association : Présence d'éléments bioclastiques superieur à 1mm fragments plaque d'échinodermes et gastéropode

Couleur : brun-gris à gris clair

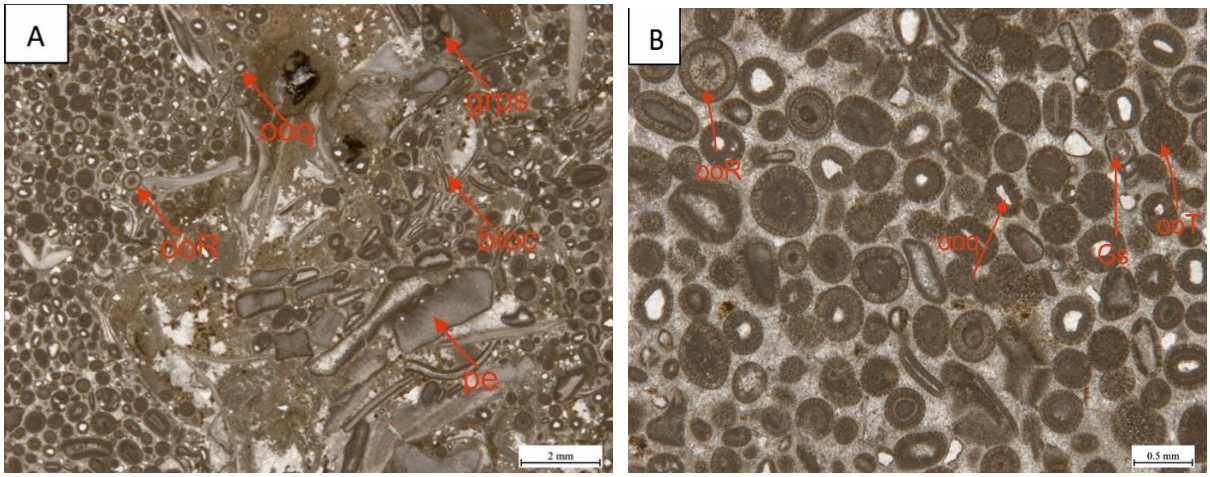


Fig.26 : microfaciès montre le détaillée lame 14 : **grps** : grapstone, **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **ooR** : ooïde radial, **ooT** : ooïde tangentielle, **bioc** : bioclaste, **pe** : plaque échinoderme, **Gs** : gastéropode

- **Lame 15**

Diamètre : 0,1 à 0,4 mm

Forme : arrondis à sub-arrondis

Cortex : micritique (70%) et concentrique (30%)

Noyau : micritique avec des grains de quartz angulaire

Texture : grainstone, avec ciment sparitique

Trié : bien à moyen

Association : absent.

Couleur : Brun à brun-grisâtre

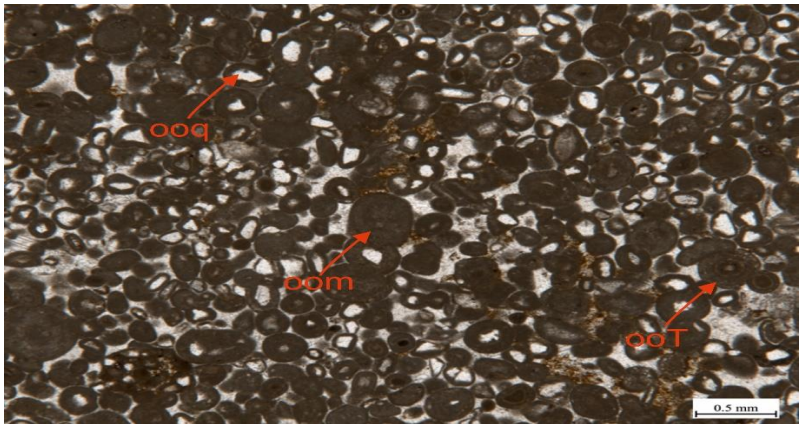


Fig.27 : microfaciès montre le détaillée lame 15 : **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **oom** : ooïde micritique, **ooT** : ooïde tangentielle

- **Lame 16**

Diamètre : généralement comprise entre 0,2 et 0,8 mm.

Forme : majoritairement sub-sphériques à sphériques

Cortex : variable : cortex radial (50%), tangentiele (40%) et micritique (10%)

Noyau : micritique

Texture : grainstone

Trié : moyen à bon

Association : bioclaste sont rare

Couleur : gris-brun à beige

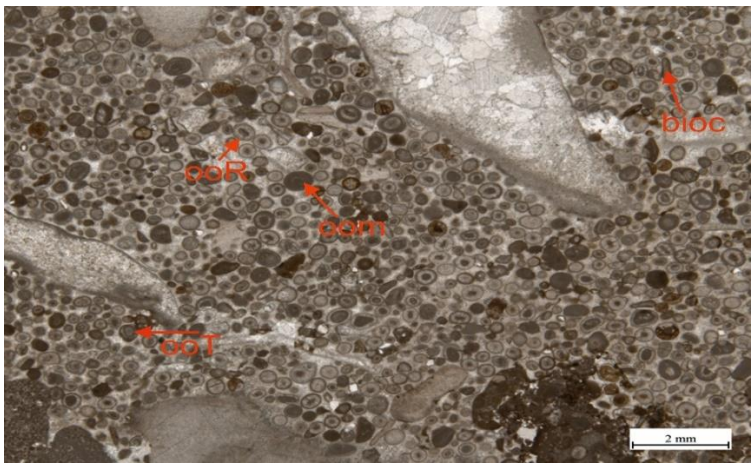


Fig.28 : microfaciès montre le détaillée lame 16 : **ooR** : ooïde radial, **oom** : ooïde micritique, **ooT** : ooïde tangentielle, **bioc** : bioclaste

- **Lame 17**

Diamètre : variant de 0,05 à 1 mm

Forme : sub-sphériques à ovales, certains aplatis.

Cortex : concentrique (60%), radial (20%) et micritique (10%)

Noyau : micritique et quelques grains de quartz

Texture : Rudstone

Trié : moyen à bon

Association : Des fragments bioclastiques sont très fréquent

Couleur : brun clair à brun foncé.

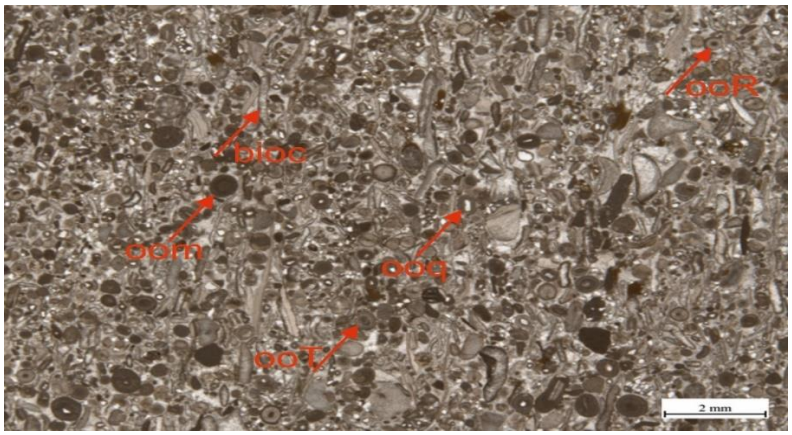


Fig.29 : microfaciès montre le détaillée lame 17 : **ooR** : ooïde radial, **ooT** : ooïde tangentielle, **oom** : ooïde micritique, **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **bioc** : fragment de bioclaste

- **Lame 18**

Diamètre : absent

Forme : absent

Cortex : absent

Noyau : absent

Texture : wackestone

Trié : faible à moyen

Association : quelques fragments bioclastiques et dominance des grains de quartz

Couleur : brun clair à grisâtre

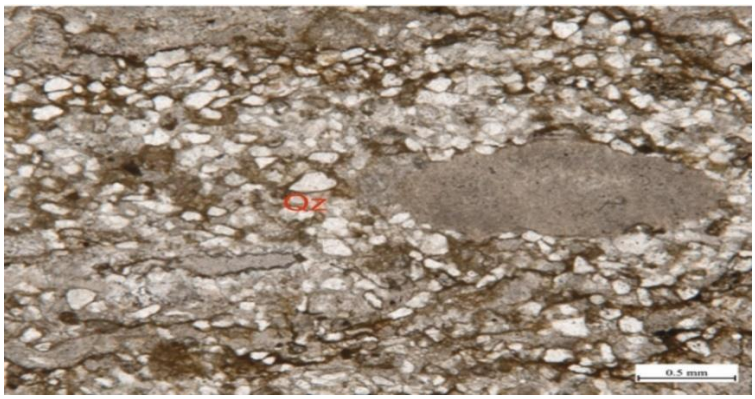


Fig.30 : microfaciès montre le détaillée lame 18 : **Qz** : grain de quartz

- **Lame 19**

Diamètre : moyen de 0,2 à 0,6 mm.

Forme : majoritairement ronds à sub-ronds

Cortex : micritique (70%) et tangentielle (30%)

Noyau : micritique, quartz anguleux et fragment bioclaste

Texture : grainstone

Trié : moyen à bon

Association : rare fragments des bioclastiques

Couleur : brun-gris à beige

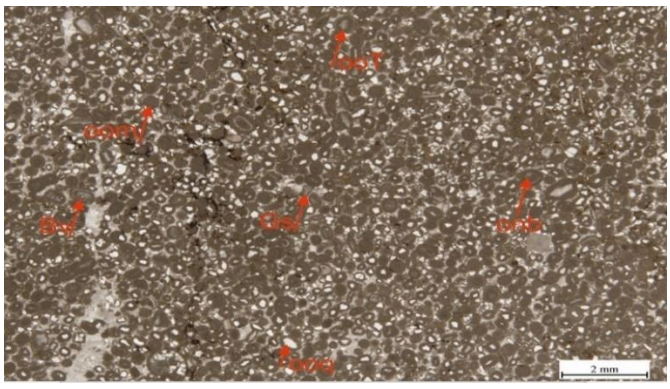


Fig.31 : microfaciès montre le détaillée lame 19 : **ooT** : ooïde tangentielle, **oom** : ooïde micritique, **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **onb** : ooïde de noyau fragment de bioclaste, **Gs** gastropode, **Bv** : fragment de bivalve

- **Lame 20**

Diamètre : majorité entre 0,2 à 0,8 mm.

Forme : majoritairement sphériques à sub-sphériques, avec des contours bien arrondis

Cortex : micritique (70%) et quelque tangentielle (20%)

Noyau : micritique et grains de quartz

Texture : grainstone à packstone

Trié : moyen à bon

Association : Fragments bioclastiques (bivalves, brachiopodes et plaque d'échinoderme).

Couleur : brun-beige à gris clair

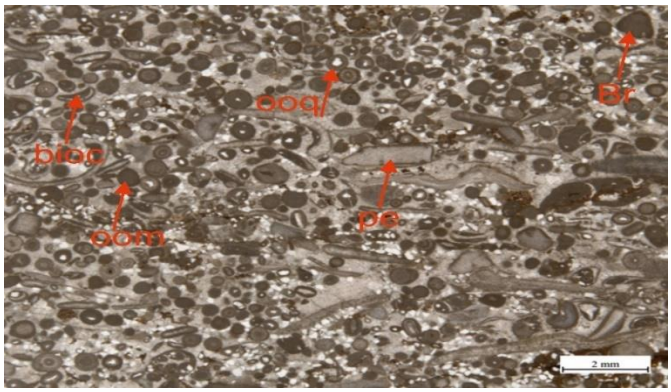


Fig.32 : microfaciès montre le détaillée lame 20 : **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **oom** : ooïde micritique, **Br** : brachiopode, **pe** : plaque échinoderme, **bioc** : bioclaste

- **Lame 21**

Diamètre : 0,2 à 0,7 mm

Forme : sphériques à sub-sphériques, et composite (grape-stone)

Cortex : concentriques (40%) micritique (40%) et radiales (20%)

Noyau : micritique, grain de quartz angulaire

Texture : grainstone

Trié : bon à moyen

Association : fragments de bivalves, plaque échinoderme et grain de quartz

Couleur : brun-gris à beige

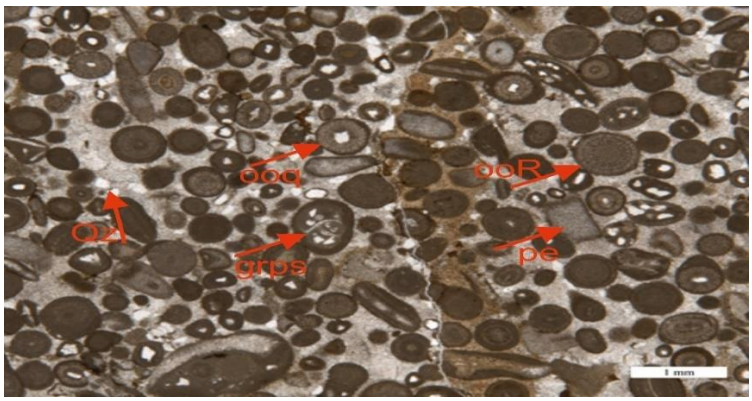


Fig.33 : microfaciès montre le détaillée lame 21 : **Qz** : grain de quartz, **ooR** : ooïde radial, **ooq** : ooïde de nucleus quartzite, **pe** : plaque d'échinoderme, **grps** ; grapestone

- **Lame 22**

Diamètre : tailles homogènes entre 0,3 à 0,7 mm.

Forme : majoritairement sphériques à subsphériques et parfois composite(grape-stone)

Cortex : majorité micritique (90%) et quelque tangentielle environ (5 à 10 %)

Noyau : centraux micritiques et quelque grain de quartz

Texture : grainstone

Trié : bon

Association : Quelques bioclastes bivalves, gastropode et plaque échinoderme

Couleur : brun-gris à gris foncé

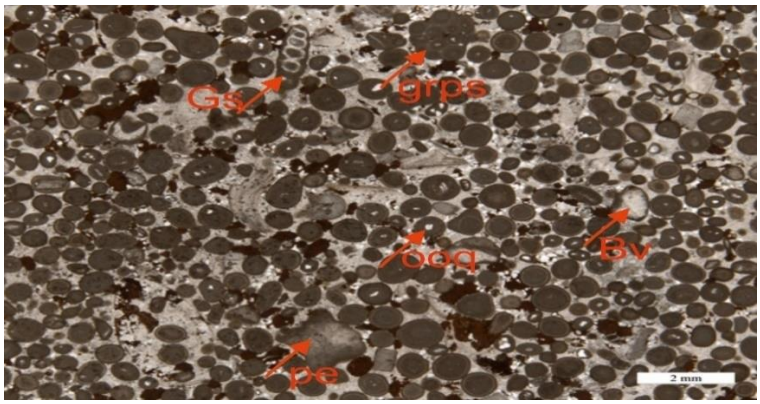


Fig.34 : microfaciès montre le détaillée lame 22 : **Gs** : gastéropode, **grps** : grapstone, **Bv** : bivalve, **pe** : plaque échinoderme, **ooq** : ooïde de nucleus quartzite

- **Lame 23**

Diamètre : absent

Forme : absent

Cortex : absent

Noyau : absent

Texture : Packstone

Trié : pas de trié

Association : Bioclastes très abondants notamment Fragments de coquilles (bivalves et brachiopode), rare plaque Échinodermes et grain de quartz

Couleur : brun foncé à gris-brun

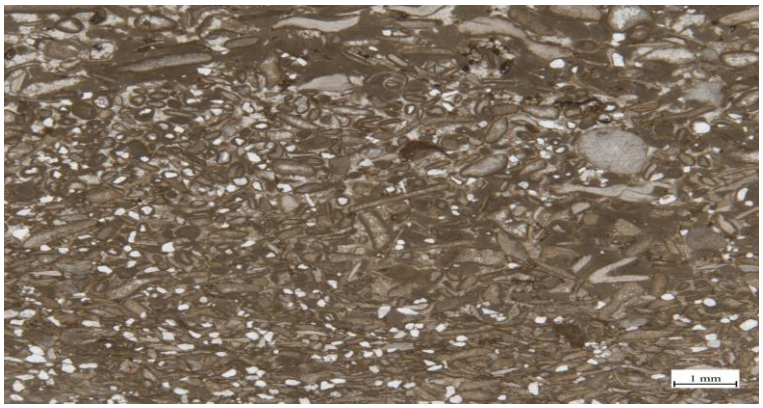


Fig.35 : microfaciès montre le détaillée lame 23 : les bioclastes très abondants

- **Lame 24**

Diamètre : entre 0,2 mm et 1,5 mm.

Forme : majoritairement arrondis à ovales, parfois sub-elliptiques et Certains ooïdes allongées

Cortex : micritique (80%) et concentrique (10%)

Noyau : micritique et petits fragments des bioclastes.

Texture : Grainstone

Trié : mal trié

Association : Présence de quelques bioclastes (fragments des bivalves, gastéropodes et échinoderme)

Couleur : gris-brun à beige

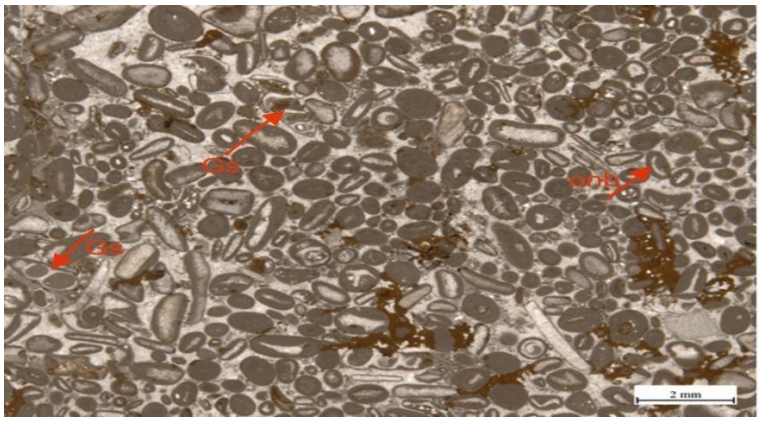


Fig. 36 : microfaciès montre le détaillée lame 24 : **Gs** : gastropode, **onb** : ooïde de nucleus fragments bioclastes

Tableau 1 : Description des lames minces étudiées

Lame	Diamètre (mm)	Forme	Cortex	Noyau	Texture	Trié	Association	Couleur
01 (Mbr1)	0,3 à 0,6	-sphérique à subsphérique	Concentrique (30%) -micritique (50%) -radial (20%)	-micritique - quartz angulaire	Grainstone Packstone	Bien	-Rare bioclastiques -quelque plaque échinoderme et bivalves	Bruns à brun foncé. La matrice est blanche à gris clair
02 (Mbr1)	0,2 à 0,7	-sphérique à subsphérique -composite	-micritique (40%) -concentrique (30%) -Radial (10%)	-Quartz anguleux - micritique - bioclastique	Packstone	Moy en à faible	Fragments bioclastique (bivalve et plaque échinoderm)	Brun foncé à noir
03 (Mbr1)	0,2 à 0,4	- sphérique à subsphérique	-Micritique (90%) -Concentrique (10%)	-Quartz anguleux - micritique	Grainstone	Bien	-Grain de quartz -fragments bioclaste	Brune à grisâtre
04 (Mbr1)	0,2 à 0,8	- sphérique à subsphérique	-Radiaux (70%) -tangentiel (20%) -micritique (10%)	-Fragments De bivalves -plaque Échinoderme	Packstone à grainstone	Moy en	-Fragments de bivalves -plaque échinoderme	Brun-gris
05 (Mbr1)	-0,1 à 0,5 (peloide) -rare les ooïdes	-Sphérique à subsphérique	-micritique - rare tangentielle	-micritique - Quartz arrondis et régulaire	Grainstone à packstone	Moy en à faible	-grain de quartz -Fragments bioclastique	Brun à gris foncé
06 (Mbr1)	0,1 à 0,5 (Ooïde) -50% ooïde -50% peloide	-Sphérique à subsphérique	-micritique (99%%) - tangentiel (1%)	-quartz angulaire - micritique	Granstone à packstone	Bien triés	Quelques fragments bioclastes mais très peu	Brun à gris foncé

07 (Mbr1)	0,1 à 0,4	-Sphérique à subsphérique -composite	-radial (90%)	Micritique	Grainstone à packstone	Bien à moyen	-Fragments bioclastique -Grain de quartz	Bruns à gris foncé
08 (Mbr1)	0,1 à 0,3	-Sphérique à subsphérique	-micritique (70%) -radial (20%) -tangentielle (10%)	-fragments des fossiles ou coquilles - micritique - quartz angulaires	grainstone	Bien	-Fragments bioclastique -grain de quartz	Brun à beige
09 (Mbr1)	0,1 à 0,4 (Rare ooïde)	-Sphérique à subsphérique	-tangentiel (50%) -micritique (30%) -radial (1%)	-quartz angulaire - micritique	Floatstone (10% des bioclastes >1mm)	Faible	-Fragments de coquilles -plaque échinoderme	Brun à beige foncé
10 (Mbr1)	0,1 à 0,5	-Sphérique à subsphérique - allongé	-radial (70%) -tangentiel (10%) -micritique (5%)	-micritique - rare bioclaste	Grainstone	Moyen	-Fragments de coquilles -plaque échinoderme	Bruns à beige clair
11 (Mbr1)	0,1 à 0,4	-Arrondis à subarrondis	-micritique (80%) -radial (20%)	-micritique	grainstone	Moyen à bon	-fragments des bioclastes -plaque échinoderme	Brun-gris
12 (Mbr1)	0,1 à 0,3 (peloide 90%) Environ 0,5 (ooïde 10%)	-Arrondis à subarrondis	-concentrique	-micritique	grainstone	Bon à moyen	-fragments de coquille -rare foraminifère - rare plaque échinoderme	Brun-gris à gris clair
13 (Mbr1)	0,2 à 0,6	-Arrondis à subarrondis	-radial (70%)	-micritique	Grainstone	Bon	-Fragments de bivalves	Brun-gris à gris clair

		-grapestone	-tangentielle (20%) -micritique (10%)				Sup >1mm	
14 (Mbr1)	0,1 à 0,4	-sphériques, ellipsoïdales -composite	-radial (80%) -tangentielle (20%)	-micritique -fragment d'organisme -quartz angulaire	Grainstone	Faible à moyen	-bioclaste >1mm -plaque échinoderme -gastéropode	Brun-gris à gris clair
15 (Mbr1)	0,1 à 0,4	Arrondis à subarrondis	-micritique (70%) -Concentrique (30%)	-micritique -quartz angulaire	Grainstone -ciment sparitique	Bien à moyen	Absent	Brun à brun-grisâtre
16 (Mbr1)	0,2 à 0,8	Sphérique à subsphérique -composite	-tangentiel (40%) -radial (50%) -micritique (10%)	Micritique	Grainstone	Moyen à bon	-bioclaste sont rare	Gris-brun à beige
17 (Mbr1)	0,05 à 1	subsphérique À ovale	-tangentielle (60%) -radial (20%) -micritique (10%)	-micritique -quartz	Rudstone	Moyen à bon	Fragments bioclastiques sont très fréquent	Brun clair à brun foncé
18 (Mbr2)	Absent	Absent	Absent	Absent	Wackestone	Faible à moyen	Fragments bioclastes dominance des grains de quartz	Brun clair à grisâtre
19 (Mbr3)	0,2 à 0,6	Ronds à subronds	-micritique (70%) -tangentielle (30%)	-Micritiques -quartz anguleux -fragment bioclaste	Grainstone	Moyen à bon	Rare Fragments des bioclastique	Brun gris à beige
20 (Mbr3)	0,2 à 0,8	Sphérique à subsphérique	-Concentrique (20%) -micritique (70%)	-micritique -grains de quartz	Grainstone à packestone	Moyen à bon	-bivalves, Échinoderme -brachiopode	Brun-beige à gris clair

21 (Mbr3)	0,2 à 0,7	Sphérique à subsphérique -composite	-concentrique (40%) -micritique (40%) - radial (20%)	-Micritique -Quartz angulaire	Grainstone	Bon à moyen	-Fragments de bivalve -plaque échinoderme -grain de quartz	Brus-gris à beige
22 (Mbr3)	0,3 à 0,7	-Sphérique à subsphérique -composite	-micritique (20%) -tangentielle (5à10%)	-Micritique -grain de quartz	Grainstone	Bon	-bioclaste - bivalve -gastéropode, échinoderme	Brun-gris à gris foncé
23 (Mbr3)	Absent	Absent	Absent	absent	Packestone	Pas de trié	-grain de quartz -bioclaste très abondant (bivalve, brachiopode et rere plaque échinoderme	Brun foncé à gris-brun
24 (Mbr3)	0,2 à 1,5	Arrondies à ovale	-micritique (80%) -tangentielle (10%)	-micritique -petits fragments bioclastes	Grainstone	Mal trié	-fragments de coquilles des bivalves -gastéropode, échinoderme	Gris-brun à beige

Chapitre 03

Interprétation Et mode de formation

I. Interprétation :

L'analyse des 24 lames minces issues de la formation du Tifkirt dans le secteur d'Aïn Ouarka met en évidence une diversité significative dans la morphologie, la texture et la composition des grains ooïdiques, révélatrice d'un environnement de sédimentation marin peu profond à énergie variable.

II. Microfaciès type et environnement sédimentaire

1) MFT1 ooïdes bioclastique packestone à grainstone :

La caractéristique principale de ce microfaciès est une texture packstone-grainstone (toutes les lames à part 9 et 17) membre 1,2 et 3. Et ooïdes des bioclastiques, une grande richesse en fragments de coquilles, bivalves, fragment de quartz, plaque échinodermes et gastéropodes.

Les ooïdes sont les cortex radiaux ou tangentielles et micritique avec un noyau grain de quartz et parfois à bioclastique. Ce microfaciès est attribué au SMF 15-M « Ooid grainstone with micritic ooids » de Flügel (2010).

Interprétation :

La présence des ooïdes radieux, tangentielle et micritique, ainsi que des fragments de bivalves, gastéropodes et échinodermes suggéré un environnement de haute énergie, typique d'une zone de barrière oolitique ou d'un shoal (haut-fond carbonaté) (flugel 2010 et Tucker 1991). La présence de bioclastes marins bien préserves indique un milieu peu profond, bien éclaire, bien oxygéné et salinité normale, propice à la présentation d'ooïdes et au développement d'un faune benthique diversifie

2) MFT2 ooïdes bioclastique rudstone à floastone

La caractéristique principale de ce microfaciès est une texture floastone à rudstone (lame 9 et 17), membre 1 la partie inférieure et supérieur. Composée de micrite et partiellement parfois sparitique, avec certains bioclastes caractérisés par une taille Sup à 2 mm. Les bioclastes sont principalement constitués fragments bioclastes et plaque échinoderme.

Ce microfaciès est attribué au SMF 5 « Allochthonous bioclastic »

Grainstone/rudstone/packstone/floatstone breccia de (Flügel 2010)**.**

Interprétation :

La présence des bioclastes de grande taille (>2 mm) tels que les brachiopodes et bivalves, suggéré un environnement moins agité, probablement de type intertidal inférieur à subtidal moyen. La taille des bioclastes et leur nature allochtones laissent supposer un transport depuis une zone à plus forte énergie, suivi d'un dépôt dans un contexte plus calme. Ce type de faciès peut également témoigner de phénomènes de remaniement sédimentaire liés à des tempêtes, responsables du déplacement ponctuel de matériel bioclastique vers des zones plus profondes ou abritées.

L'association de ces deux microfaciès traduit une fluctuation du niveau marin relatif au sein d'un système de plateforme carbonatée ouverte. Les alternances entre faciès de haute énergie (shoal oolithique) et faciés plus calmes (dépôts bioclastiques remaniés en milieu subtidal) suggèrent des variations environnementales liées à des phases de transgression-régression, voire à des événements de type tempête responsables du transport sédimentaire.

III. Mode de formation des ooïdes de la Formation de Tifkirt

Dans notre cas d'étude, la coexistence de différentes morphologies d'ooïdes (radiaux, tangentiels et micritisés) suggère, selon l'approche de (DIAZ, M.R., EBERLI, G.P., 2019) un impliquant un dynamique sédimentaire multistade et une variation des conditions environnementales.

Les ooïdes à cortex radial se forment généralement dans des milieux à faible énergie et à salinité élevée, souvent non marins (lacustres, hypersalins ou dulçaquicoles) par exemple : Le Grand Lac Salé, Utah (Halley, 1977), la Laguna Madre, Texas (Freeman, 1962), le lac Pyramide, Nevada (Popp et Wilkinson, 1983), le Petit Lac à l'ouest du lac Léman, Suisse (Davaud et Girardclos, 2001 ; Plée et al., 2008 ; Ariztegui et al., 2012) et le lac Tanganyika, en Afrique de l'Est centrale (Cohen et Thouin, 1987). Leur présence dans notre cas pourrait donc indiquer une origine allochtone, c'est-à-dire une formation initiale dans un environnement calme, tel qu'un lac ou une zone marginale hypersaline, suivie d'un transport par un système fluviatile actif vers une zone plus énergétique.

En effet, le dépôt final de ces ooïdes s'observe dans un environnement de haut d'énergie, de type intertidal à subtidal, caractérisé par une agitation (tempête) par exemple Le banc des Bahamas (Rankey et Reeder, 2011) et de plus petites plates-formes comme le haut-fond d'Ambergris aux îles Turques-et-Caïques (Wanless et Davies, 1989 ; Wanless et Tedesco, 1993

; Rankey et al., 2008). D'autres hauts-fonds à ooïdes bien documentés proviennent de la baie Shark, en Australie (Davies, 1970) ; du plateau du Yucatán, au Mexique (Ward et Brady, 1973) ; du golfe Persique (Loreau et Purser, 1973) ; et de la mer Rouge (Rothpletz, 1892). Ce contexte favorise typiquement la formation d'ooïdes à cortex tangentiel, dont la croissance est associée à une agitation continue et un roulage répété des grains.

La présence simultanée d'ooïdes à cortex radial et tangentiel dans les mêmes niveaux suggère donc une superposition de deux processus :

- Un transport d'ooïdes radiaux depuis un milieu externe via un système fluviatile
- Une formation in situ d'ooïdes tangentiels sous l'effet d'une énergie hydrodynamique importante.

Enfin, les ooïdes micritisés, qu'ils soient initialement radiaux ou tangentiels, témoignent d'une altération postérieure probablement liée à une activité microbienne intense lors ou après leur dépôt. Cette micritisation est favorisée dans des conditions d'enfouissement peu profond, où les biofilms microbiens induisent la recristallisation du cortex original, effaçant parfois sa structure interne d'origine.

Tableau 2 : mode de formation des types de formation

Type d'ooïde	Morphologie	Conditions de formation	Origine dans le cas d'étude	Indicateurs clés
Radial	Cortex à cristaux rayonnants	- Milieux calmes (faible énergie) - Salinité élevée - Environnements lacustres/hypersalins	**Allochtone** (Transport fluviatile depuis milieux externes : lacs, zones marginales)	- Grand Lac Salé (USA) - Lac Léman (Suisse) - Lac Tanganyika (Afrique)
Tangentiel	Cortex à lamines parallèles	- Haute énergie hydrodynamique - Agitation continue - Roulage répété des grains	**Autochtone** (Formation in situ en zone énergétique)	- Bancs des Bahamas - Golfe Persique - Mer Rouge
Micritisé	Cortex homogène microcristallin	- Altération post-dépôt - Activité microbienne intense - Enfouissement peu profond	**Diagenèse précoce** (Recristallisation postérieure)	- Effacement des structures internes

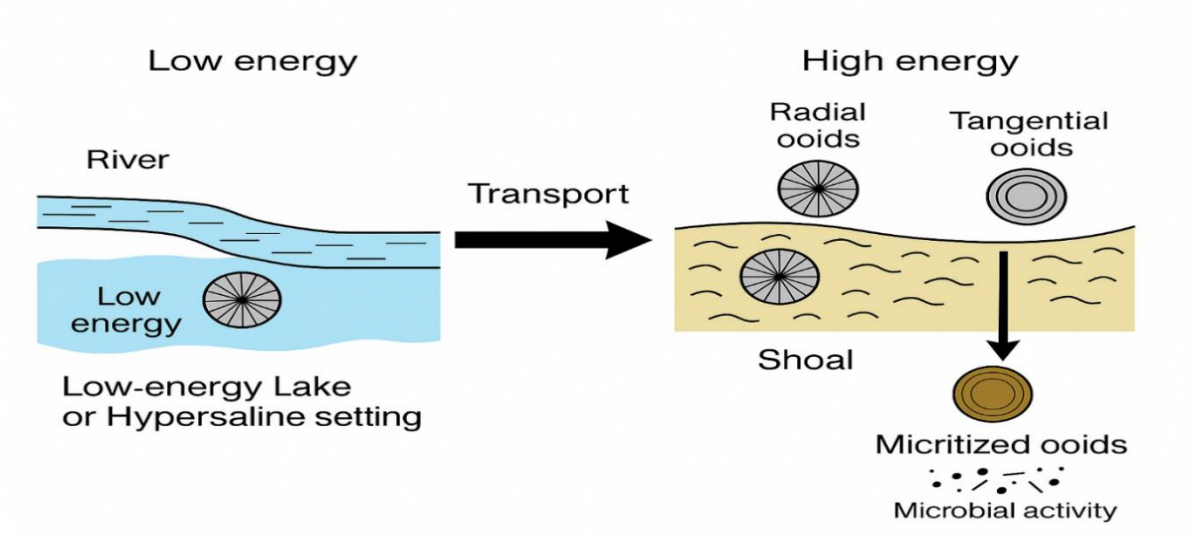


Fig.37 : Modèle propose de mode de formation d'ooïdes de la Formation Tifkirt

Conclusion

Conclusion

L'étude réalisée sur la Formation de Tifkirt, affleurant dans le secteur d'Aïn Ouarka (Monts des Ksour, Atlas Saharien occidental), a permis de reconstituer avec précision les environnements de dépôt du Jurassique moyen. Cette reconstitution repose sur une approche intégrée, combinant des analyses stratigraphiques, sédimentologiques, pétrographiques et interprétatives.

Sur le plan lithologique, la coupe étudiée révèle une organisation marquée par l'alternance de dépôts carbonatés, marneux et gréseux.

Sur le plan sédimentologique, l'analyse pétrographique de 24 lames minces a mis en évidence une grande diversité d'ooïdes (radiaux, tangentiels et micritiques), associés à différentes textures sédimentaires (grainstone, packstone, rudstone, floatstone) ainsi qu'à une faune bioclastique relativement bien préservée. Ces caractéristiques traduisent des conditions de dépôt en milieu marin peu profond, bien oxygéné, à salinité normale et soumises à des variations d'énergie hydrodynamique.

L'origine multiple des ooïdes — certains formés in situ, d'autres transportés —, leur micritisation post-dépositionnelle et leur distribution dans la série stratigraphique confirment l'existence d'un système sédimentaire ouvert. Ce dernier est marqué par des cycles de transgression-régression, avec une influence continentale ponctuelle possible.

Ainsi, cette étude souligne le rôle fondamental des ooïdes en tant qu'indicateurs paléoenvironnementaux fiables, permettant de reconstruire les dynamiques des plateformes carbonatées jurassiques et de mieux comprendre l'évolution géodynamique de cette portion de l'Atlas Saharien occidental.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

AIT OUALI (1991) Le rifting des monts des Ksour au lias. Organisation du bassin, diagénèse desassises carbonatées. Place dans les ouvertures mésozoïque du Maghreb, thèse de Doctorat ès_ sciences, Alger, 297 p, 297p, 147 fig., 16 tab, 16 pl.

ALMERAS, Y., ELMI, S., MEKAHLI L., OUALI MEHADJI, A., SADKI, D., & TLILI, M (1994) Biostratigraphie des Brachiopodes du Jurassique moyen dans le domaine atlasique (Maroc Algérie). Contraintes environnementales et relation avec l'évolution verticale des peuplements d'ammonites. In: Cresta, S., Pavia, S. (Eds.), Proceedings of 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Marrakech, 25–31 May 1994. Miscellanea 5, Roma 219–241

ARIZTEGUI, D., PLEE, K., FARAH, R., MENZINGER, N., PACTON, M., (2012). Bridging the gap between biological and sedimentological processes in ooid formation: crystalizing F. A. Forel's vision. Arch. Sci. 65, 93-102.

BASSOULLET, J.P (1973) Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). Thèse. SCI. Nat., Paris VI, 497p.50, 32pl.

BOUAZZA S (2022). Lithostratigraphie et environnements sédimentaires du jurassique superieur dans le secteur d'Ain Ouarka (dj. Teniet bou-rdoud), atlas saharien occidental, Algérie. Mémoire master, Univ. Oran 2,

COHEN, A.S., THOUIN, C., (1987). Nearshore carbonate deposits in Lake Tanganyika. Geology 15, 414-418. (Rankey et Reeder, 2011)

CORNET, A (1952) L'Atlas saharien sud-Oranais- XIX ème Cong. Géol. Intern., Alger, Monographiesrégionales.1ère séré., 12, 51p. 9 fig., 1 pl.

DAVAUD, E., GIRARDCLOS, S., (2001). Recent freshwater ooids and oncoids from Western Lake Geneva (Switzerland): indications of a common organically mediated origin. J. Sedim. Res. 71, 423-429.

DAVIES, G.R., (1970). Carbonate bank sedimentation, Eastern Shark Bay, Western Australia, in: Logan, Davies, B.W., Read, J.R., Cebulski, J.F., (Eds.), Carbonate Sedimentation and Environments, Shark Bay, Western Australia: AAPG Memoir 13, 85-168.

DELFAUD, J (1975) Considérations sur la zonation climatique des plates-formes du Jurassique autour de la Mésogée. Géologie MéditerranéenneAnnée19829-3 pp. 239-245

DIAZ, M.R., EBERLI, G.P., (2019). Decoding the mechanism of formation in marine ooids: a review. Earth-Science Reviews 190, 536–556.DJEBBAR T. (2000) – Structural evolution of the Algerian Saharan Atlas. Thèse de Doctorat, Royal Holloway University of London: 373 p.

DOUIHASNI M. (1976) Etude géologique la région d'Aïn Ouarka-Boussemghoun (partie centrale desMonts des Ksour). Analyse structurale. Thèse 3éme cyc., univ.Oran, 2 t.,272 p.,52fig.,4 pl.(inédit).

ELMI, S., ALMERAS, Y., AMEUR, M., BASSOULLET, J.B., BOUTAKIOUT, M., BENHAMOU, M., MAROK, A., MEKAHLI, L., MEKKAOUI, A., & MOUTERDE, R (1998) Stratigraphic and paleogeographic survey of the Lower and Middle Jurassic along a north-south transect in western Algeria. Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, 179, 14 5 -211.

FLAMAND, G. B. M. (1911). Recherches géologiques et géographiques sur le "Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du sud)". Thèse de doctorat : Sciences naturelles, n47. Lyon, France : A. Rey 1001 p, 157 Figure, 6 cartes et dpt, 16pl.

FLÜGEL, E (2010) Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Springer, Heidelberg.

FOLK, R.L. (1974): The natural history of calcium carbonate: effect of magnesium content and salinity. – J. Sed. Petrol., 44, 40-53

FOLK, R.L., Chafetz, H.S. (1983): Pisoliths (pisoids) in Qua ternary travertines of Tivoli, Italy. – In: Peryt, T.M. (ed.): Coated grains. – 471-487, Berlin (Springer)

FREEMAN, T., (1962). Quiet water oolites from Laguna Madre, Texas. J. Sediment. Petrol. 32, 475-483.

HALLEY, R.B., (1977). Ooid fabric and fracture in the Great Salt Lake and the geological record. J. Sediment. Petrol. 47,1099-1120.

KACEMI, A (2013) - Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. Thèse Doc. SCI. Tlemcen : Universitéa. b. b Tlemcen, 229p, p.32, fig. 06.

KAZI TANI, (1986) Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien. Approche méga-séquentielle. Thèse Doctorat d'Etat, Pau, 2 tomes, 784 p., 361 fig.

LOREAU, J.P., PURSER, B.H., (1973). Distribution and ultrastructure of Holocene ooids in the Persian Gulf, in: Purser, B.H. (Ed.) The Persian Gulf. Springer, New York, pp. 279-328.

MAHBOUBI C. Y (2021) Les indices de fluides et diagenèse précoce dans les terrains du Jurassique dela région d'Aïn-Ouarka et d'El-Bayadh (Atlas Saharien, Algérie) Thèse Doctorat d'Etat, Univ.Oran, p67.

MAHBOUBI M. (1983) Etude géologique et paléontologique du Crétacé post-Aptien et du Tertiaire de la bordure méridionale du Djebel Amour (Atlas saharien central, Algérie). Thèse de Doctorat 3e cycle, Université d'Oran : 114 p.

MEDDAH, A. (2010) La Provence magmatique de l'atlantique central (CAMP) dans le bassin des ksour (A'tlas saharien occidental, Algérie) Thèse Doctorat d'Etat, Univ. Oran

MEKAHLI, L (1998) Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratig raphie, sédimentologie, évolution paléogéographique stratigraphique séquentielle. Doc um.Lab. Géo. Lyon, France, n°147,319 p., 67. Figure, 49pl.

OPDYKE, B.N., WILKINSON, B.H., (1990). Paleolatitude distribution of Phanerozoic marine ooids and cements. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 78, 135–148.

OUALI MEHADJI, A (1995) : Brachiopodes des Monts des Ksour (Bajocien supérieur, Bathonien inférieur) (Atlas saharien occidental, Algérie). Mémoire de Magister Univ. Oran. 220p, 90fig,3pl

PLEE, K., ARIZTEGUI, D., MARTINI, R., DAVAUD, E., (2008). Unravelling the microbial role in ooid formation–results of an in-situ experiment in modern freshwater Lake Geneva in Switzerland. Geobiology 6, 341–350.

POPP, B.N., WILKINSON, B.H., (1983). Holocene lacustrine ooids from Pyramid Lake, in: Perty, T.M. (Eds) Coated Grains. Springer, Berlin, Heidelberg, pp.142-153.

RANKEY, E.C., REEDER, S.L., CORREA, T.B.S., (2008). Geomorphology and sedimentology of Ambergris ooid shoal, Caicos Platform, in: Morgan, W.A., Harris, P.M. (Eds), Developing models and analogs for isolated carbonate platforms-Holocene and

Pleistocene carbonates of Caicos Platform, British West carbonates of Caicos Platform, British West Indies, SEPM Core Workshop 22, 127-132.

RICHTER, D.K. (1983): Calcareous ooids: a synopsis. – In: Peryt, T.M. (ed.): Coated grains. – 71-99, Berlin (Springer)

RITTER, E. (1901) Le Djebel Amour et les Monts des Oulad Nail. Mémoires et Bulletins du Service de la Carte Géologique de l'Algérie, 2ème série : stratigraphie. In-8°,102p, 16fig, 4pl.h.t.

ROTHPLETZ, A., (1892). Über die Bildung der Oolithe. Bot. Centralbl. 35, 1-4.

TLILI, M (1995) Le phénomène récifal du Bajocien de la bordure méridionale de l'Atlas saharien occidental (secteur d'Aïn Ouarka). -Mém.Magister, Univ., Oran, Algérie, 154p.48fig

TUCKER, M.E., WRIGHT, V.P., (1990). Carbonate Sedimentology. Willey-Blackwell, Oxford (496 pp.).

WANLESS, H.R. DAVIS, J.J., (1989). Carbonate Environments and Sequences of Caicos Platform, with an introductory evaluation of South Florida, 28th International Geological Congress field trip guidebook T374. Amer. Geophys. Union, Washington, DC. 75 pp.

WANLESS, H.R., TEDESCO, L.P., (1993). Comparison of oolitic sand bodies generated by tidal vs wind-wave agitation, in: Keith, B.D., Zuppann, C.W. (Eds), Mississippian oolites and modern analogs. AAPG Stud. Geol. 35, 199–225.

WARD, W.C., BRADY, M.J.,(1973). High-energy carbonates on their inner shelf northeastern Yucatan Peninsula, Mexico. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. 23, 226–238

Liste des figures

Fig.1. : Terminologie descriptive des principales catégories de grains de carbonate (Flügel,2010)

Fig.2 : Principaux types d'ooïdes structurels (Flügel, 2010)

Fig.3. Microtissu oïde diversifié dans les strates jurassiques de l'In

Fig.4 Modèle des relations possibles entre l'énergie de l'eau, la taille maximale et moyenne des grains, et l'épaisseur des cortex des ooïdes (superficiels vs normaux).

Fig.5. : Tous les types présentent des transitions. Les types 1 et 4 peuvent évoluer vers ooïdes superficiels, de type 2 aux oncoïdes et de type 3 aux gros grains à revêtement asymétrique

Fig.6. Situation générale des monts des ksour (d'après Douihasni, 1976)

Fig.7. Situation du Secteur d'étude

Fig.8 : Carte géologique de l'Atlas saharien occidental et central (Extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000).

Fig.9 : Image satellitaire (d'après Google Earth) montrant la position géographique et les grandes unités litho stratigraphiques du Jurassique dans l'anticlinal d'Ain Ouarka (Bouazza, 2022).

Fig.10 : Principales caractéristiques structurales de la mosaïque d'Afrique du Nord (d'après Elmi, 1978 ; dans Ameur, 1988).

Fig.11 : image satellitaire du secteur d'étude

Fig.12 : la coupe lithostratigraphie de la Formation de Tifkirt

Fig.13 : microfaciès montre le détaillée lame 1 : ooq : ooïde de nucleus quartzite, oom : ooïde micritique, bioc : fragment de bioclaste et pe : plaque échinoderme

Fig.14 : microfaciès montre le détaillée lame 2 : grps : grapstone, ooq : ooïdes de nucleus quartzite, oom : ooïde micritique, bio : bioclaste, pe : plaque échinoderme

Fig.15 : microfaciès montre le détaillée lame 3 : oom : ooïde micritique, Qz : grain de quartz

Fig.16 : microfaciès montre le détaillée lame 4 : oom : ooïde micritique, bioc : bioclaste, pe : plaque échinoderme, ooR : ooïdes radieux

Fig.17 : microfaciès montre le détaillée lame 5 : pel : peloide, Qz : grain de quartz

Fig.18 : microfaciès montre le détaillée lame 6 : pel : peloide, ooq : ooïdes de nucleus quartzite, oom : oode micritique, bioc : bioclaste, ooT : ooïde tangentielle

Fig.19 : microfaciès montre le détaillée lame 7 : grps : grapstone, Qz : grazin de quartz, bioc : bioclaste, ooR : ooïdes radiaux, pe : plaque échinoderme

Fig.20 : microfaciès montre le détaillée lame 8 : ooR : ooïdes radiaux, Qz : grain de quartz, oom : ooïdes micritique, bioc : bioclaste, pe : plaque échinoderme, ooq : ooïdes de nucleus quartzite

Fig.21 : microfaciès montre le détaillée lame 9 : ooR : oodes radieux, Qz : grain de quartz, pe : plaque échinoderme, oom : ooïdes micritique, bioc : bioclaste

Fig.22 : microfaciès montre le détaillée lame 10 : ooR : oodes radieux, pe : plaque échinoderme, oom : ooïdes micritique, bioc : bioclaste, ooT : ooïdes tangentielles

Fig.23 : microfaciès montre le détaillée lame 11 : ooR : oodes radieux, Qz : grain de quartz, pe : plaque échinoderme, oom : ooïdes micritique, bioc : bioclaste, onc : oncoide

Fig.24 : microfaciès montre le détaillée lame 12 : Oo : ooïde, Qz : grain de quartz, pe : plaque échinoderme, Fs : fragments de fossile, pel : peloide

Fig.25 : microfaciès montre le détaillée lame 13 : ooR : ooïde radial, oom : ooïde micritique, ooT : ooïde tangentielle, Fs : fragment de fossile, grps : graipstone

Fig.26 : microfaciès montre le détaillée lame 14 : grps : grapstone, ooq : ooïde de nucleus quartzite, ooR : ooïde radial, ooT : ooïde tangentielle, bioc : bioclaste, pe : plaque échinoderme, Gs : gastéropode

Fig.27 : microfaciès montre le détaillée lame 15 : ooq : ooïde de nucleus quartzite, oom : ooïde micritique, ooT : ooïde tangentielle

Fig.28 : microfaciès montre le détaillée lame 16 : ooR : ooïde radial, oom : ooïde micritique, ooT : ooïde tangentielle, bioc : bioclaste

Fig.29 : microfaciès montre le détaillée lame 17 : ooR : ooïde radial, ooT : ooïde tangentielle, oom : ooïde micritique, ooq : ooïde de nucleus quartzite, bioc : fragment de bioclaste

Fig.30 : microfaciès montre le détaillée lame 18 : Qz : grain de quartz

Fig.31 : microfaciès montre le détaillée lame 19 : ooT : ooïde tangentielle, oom : ooïde micritique, ooq : ooïde de nucleus quartzite, onb : ooïde de noyau fragment de bioclaste, Gs gastropode, Bv : fragment de bivalve

Fig.32 : microfaciès montre le détaillée lame 20 : ooq : ooïde de nucleus quartzite, oom : ooïde micritique, Br : brachiopode, pe : plaque échinoderme, bioc : bioclaste

Fig.33 : microfaciès montre le détaillée lame 21 : Qz : grain de quartz, ooR : ooïde radial, ooq : ooïde de nucleus quartzite, pe : plaque d'échinoderme, grps ; grapestone

Fig.34 : microfaciès montre le détaillée lame 22 : Gs : gastéropode, grps : grapstone, Bv : bivalve, pe : plaque échinoderme, ooq : ooïde de nucleus quartzite

Fig.35 : microfaciès montre le détaillée lame 23 : les bioclastes très abondants

Fig. 36 : microfaciès montre le détaillée lame 24 : Gs : gastropode, onb : ooïde de nucleus fragments bioclastes

Fig.37 : modelé propose de mode de formation d'ooïdes de la Formation Tifkirt

Liste de tableau

Tableau 1 : Description des lames minces étudiées

Tableau 2 : Mode de Formation des types de Formation