



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Faculté de Sciences de la Terre et de l'Univers
Université d'Oran 2

Département de Sciences de la Terre

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master 2.

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires.

Thème :

La limite Jurassique moyen-supérieur (Callovien-Oxfordien). Interaction eustatique et tectonique sur la sédimentation carbonatée, dans la région de Tiaret (Bechtout et Bou Rheddou) au Nord-Ouest de l'Algérie.

Présenté par : Mme. TAOUAF Khawla.

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. OUALI MEHADJI Aek.	Professeur	Université d'Oran 2
Encadrant :	Mr. SADJI R.	M.C.B	Université d'Oran 2
Examineur :	Mr. BOUTERFA B.	M.A.A	Université d'Oran 2

Année universitaire : 2021/2022.

Avant-propos

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude au rapporteur de ce travail, Mr. **SADJI Radouane** qui m'a fait confiance en me proposant cette thématique forte intéressante, pour sa disponibilité malgré ses nombreuses obligations, et surtout ses judicieux conseils et de maitre à ma disposition leur données et résultats de recherche.

Je remercie Mr. **OUALI MEHADJI Aek** d'avoir fait l'honneur de présider les jurés de ce travail, et pour leurs encouragements durant mon cursus universitaire.

J'exprime mes sincères remerciements à Mr. **BOUTERFA Boumediene**, d'avoir accepté d'examiner ce travail malgré ses nombreuses préoccupations.

J'adresse mes sincères remerciements à Mr. **SEGHER Sid Ahmed** pour leur soutien inestimable durant la rédaction de ce manuscrit.

Je souhaite particulièrement remercier Mr. **BELKHEDIM Salim** qui n'a jamais cessé de me soutenir et de m'encourager durant la réalisation de ce travail et pendant mon cursus universitaire.

Mes sincères remerciements à Mr. **BENDELLA Mohammed** et à mes professeurs du département de science de la terre.

Dédicaces

J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à ce travail de près ou de loin.

Quoi que je dise ou que je fasse, je n'arrivai jamais à vous remercier comme il se doit. C'est grâce à vos encouragements, vos bienveillances et votre présence à mes côtés, que j'ai réussi ce respectueux parcours. Je souhaite que vous soyez fière de moi, et que j'ai pu répondre aux espoirs que vous avez fondés en moi.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à ma petite famille, **mes parents**, mes frères **Fouzi, Moussab** et **Abd El Kader** ; ma sœur **Zahra** et ma nièce **Lyna** pour leur amour, leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique, qui m'a permis de réaliser ce mémoire.

Mes profonds remerciements s'adressent à mes deux familles maternelle et paternelle **TAOUAF** et **SELLAF**.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers mes amis et mes collègues de **la promotion 2022** sans exception, qui m'ont apporté leur soutien moral tout au long de ma démarche.

Merci notamment à **(CHOUAT ; N)**, **(RECHIDI ; H)**, **(TELLI ; N)**, **(AKRICH ; I)**, **(GHENNI ; R)**, et **(DAHMANI ; M)** avec qui j'ai partagé de bons moments.

Je souhaite particulièrement remercier **AISSOU Kamar Eddine**, **RAHMANI Hiba**, pour leur soutien inestimable durant la rédaction de ce manuscrit.

Khawla

À la mémoire de ma grande mère.

Résumé

Le passage Jurassique moyen –Jurassique supérieur de la région de Tiaret (la bordure sud-tellienne, Algérie NW) est caractérisé par la superposition du fameux faciès "Calcaires noduleux rouges" (ammonitico rosso) sur des dépôts de plateforme carbonatée d'eau peu profonde. Notre thématique consiste à étudier ce passage (Callovien-Oxfordien) en se basant, essentiellement, sur une investigation microscopique (lames minces). La sédimentation carbonatée pendant le Callovien et l'Oxfordien a été contrôlée, principalement par l'eustatisme (Callovien inférieur) puis par l'interaction eustatique et tectonique pendant le Callovien supérieur et l'Oxfordien.

Le Callovien de Bechtout (Tiaret) se caractérise par des dépôts carbonatés reflétant une sédimentation dans un environnement d'eau peu profonde (conglomérat, oncoïdes, péloïdes, foraminifères benthiques, spécules et cyanobactéries), et par des dolomies, uniquement, à Bou Rheddou. Ces dépôts représentent une phase de pré-ennoïement « *pre-drowning phase* ». Ces dépôts carbonatés « d'eau peu profonde » sont surmontés par quelques mètres (5 à 11 m) de carbonates à un mélange de caractères benthiques et pélagiques (ammonites, bélemnites, foraminifères planctonique « *Globuligerina* », ooïdes, oncoïdes et foraminifères benthiques). Ce mélange de benthos et pélagos représente la phase d'ennoïement « *drowning phase* ». Puis les calcaires noduleux rouges (ammonitico rosso) d'âge Oxfordien moyen, qui sont considérés comme un faciès condensé (abondance d'ammonites) annoncent la fin de la phase d'ennoïement, et le début de la phase post ennoïement « *post drowning* ».

Mots clés : Callovien, Oxfordien, ammonitico rosso, Eustatique, Tectonique, *Drowning*

Abstract

The boundary Middle-Late Jurassic from Tiaret area, northwestern Algeria (the southern Tellian border) characterized by the superposition of the famous facies of red nodular limestone (ammonitico rosso) on the shallow-water carbonates deposits. The present work based, mainly, on the microscopic study of the Callovian-Oxfordian carbonates deposits. The sedimentation, during the lower Callovian was controlled by the sea-level fluctuations (eustasy), by the interaction of the sea-level and tectonic during the upper Callovian and the Oxfordian.

The lower Callovian of Bechtout (Tiaret) displays shallow-water carbonates (conglomerate, oncoids, peloids, benthic foraminifera, sponge's spicules and cyanobacteria) and, only, dolostones from Bou Rheddou. These shallow-water carbonates deposits represent the pre-drowning phase. This later is overlying by few meters (5 to 11 m) of carbonates displaying a mixture of benthic and pelagic factories (ammonites, belemnites, planktonic foraminifera, ooids, oncoids and benthic foraminifera). This mixture of benthic and pelagic factories represents the drowning phase. Whereas, the middle Oxfordian red nodular limestone (ammonitico rosso), which is considered as condensed sediments (condensation of ammonites), announces the end of the drowning phase and the onset of the post-drowning phase.

Keywords: Callovian, Oxfordian, Ammonitico-rosso, Eustasy, Tectonic, Drowning.

Table de matière

Préambule.	I
Dédicaces.	II
Résumé.	III
Abstract.	III
Table De Matière.	IV

Premier chapitre: Généralité

I.	Introduction..	01
II.	Cadre géographique..	02
	a. Cadre géographique général.	02
	b. Cadre géographique locale.	02
III.	Cadre géologique..	02
IV.	Cadre structural.	06
V.	Les unités tectono-stratigraphiques..	01
	1.Subdivision de Mattauer (1958)..	07
	2.Les subdivisions de Polvèche (1960)..	07
VI.	Historique des recherches.	09
	a. Les premières reconnaissances de terrains :(1890-1895)..	09
	b. les explorations modernes :(1942-à l'actuel)..	09
VII.	Matériels, méthodes et objectifs.	10
	a. Étude bibliographique.	10
	b. Travail de terrain.	10
	c. Travail du laboratoire.	10
VIII.	Objectif de l'étude.	11

Deuxième chapitre: Lithostratigraphie

I.	Historique..	12
II.	Description lithostratigraphique.	14
	1. Formation de calcaire du Bechtout.	14
	2. Formation d'ammonitico rosso de Frid.	16
	3. Formation d'Alternance, Marne et calcaire rouge de Kheneg.	19
III.	Conclusion..	19

Troisième chapitre

I. Introduction.....	21
II. Classifications des roches carbonatées.....	21
III. État de connaissance.....	23
1. Définition.....	23
1. Résultat.....	23
2. Jurassique moyen (Callovien).....	23
A. Dolomies (Bou Rheddou).....	23
Description.....	23
Interprétation.....	23
B. Calcaire (Bou Rheddou).....	26
Description.....	26
Interprétation.....	26
C. Calcaire (Bechtout).....	28
Description.....	28
Interprétation.....	28
3. Jurassique Supérieur (Oxfordien).....	31
A. Ammonitico Rosso.....	31
Description.....	31
Interprétation.....	31
IV. Discussion.....	33
2. Phase de pré <i>drowning</i> (pré-ennoïement).....	33
3. Phase de <i>drowning</i> (ennoïement).....	33
4. Phase post <i>drowning</i> (post-ennoïement).....	34
V. Conclusion.....	34

Conclusion générale

Conclusion générale.....	35
--------------------------	----

Références bibliographiques

Références bibliographiques.....	36
----------------------------------	----

Listes des figures et tableaux

Liste Des Figures.....	V
Liste Des Tableaux.....	VI



Premier chapitre

Généralités



I. Introduction

Les séries sédimentaires connues dans l'archive géologique, surtout, dans les dépôts carbonatés montrent une succession progressive et graduelle (transgressive ou régressive). Ces successions (cortèges sédimentaires) sont contrôlées, essentiellement, par l'eustatisme et par la tectonique.

Plusieurs recherches, tout autour de la Méditerranée (Téthys de l'Ouest), ont signalé un passage rapide d'un dépôt carbonaté d'eau peu profonde à un dépôt pélagique (Santantonio, 1993, 1994 ; Marino et Santantonio, 2010 ; Santantonio et Carimanti, 2011 ; Fabbi et Santantonio, 2012 ; Castro *et al.*, 2008 ; Blomeier et Reijmer, 1999 ; Oscar *et al.*, 201 ; Soussi et Ben Ismail, 2000 ; Said *et al.*, 2013). Malheureusement ce phénomène n'est pas étudié en Algérie, à l'exception d'une tentative de reconstruire les environnements sédimentaires du Jurassique moyen-Jurassique supérieur (depuis le Callovien jusqu'au Tithonien) des Monts de l'Ouarsenis (Sadjji, 2021). Où le passage brutal des dépôts carbonatés d'eau peu profonde (calcaires à oncoïdes, ooïdes, dolomies etc.) à des dépôts pélagiques condensés (ammonitico rosso) a été étudié mais pas en détail.

Ce passage brutal d'un dépôt carbonaté d'eau peu profonde à un dépôt carbonaté pélagique condensé est connu par le « *Carbonate Platform Drowning* » qui signifie « les plateformes carbonatées noyées ». Ce *drowning* est contrôlé par une transgression rapide et/ou par une tectonique extensive (Schlager, 1981 ; Santantonio, 1993, 1994).

Notre étude est basée sur la reconstitution des conditions environnementales de deux coupes; celle de Bechtout et de Bou Rheddou (Nord de Tiaret), et le décryptage de la superposition d'un faciès pélagique condensé directement sur un faciès carbonaté d'eau peu profonde, c'est-à-dire l'ennoiement « *Drowning* » (Cf. chapitre 3).

Les deux coupes de Bechtout et Bou Rheddou sur la bordure sud-tellienne (Nord de Tiaret) ont attiré notre attention pour entamer cette recherche pour les critères suivants : 1) l'existence et l'extension horizontale des deux coupes bien exposées, ce qui permet de faire une corrélation lithostratigraphique ; 2) les deux coupes sont relativement bien datées par des ammonites (Atrops et Benest, 1986, 1994; Tchoumatchenco *et al.*, 1992 ; 1995 ; Benosmane, 1990 ; Sadjji, 2021).

II. Cadre géographique

a. Cadre géographique général

Les Monts de l'Ouarsenis font une partie intégrale du domaine tellien, ce dernier est considéré comme une branche de l'orogénèse alpine. Paléogéographiquement ce domaine tellien fait partie de la marge sud de l'océan téthysien (Fig. 1A). Le domaine tellien correspond à une zone montagneuse relativement parallèle à la côte, s'étendant sur 1200 km depuis le Maroc à l'Ouest au Tunisie à l'Est. Ce domaine tellien est subdivisé paléogéographiquement en deux principaux ensembles ; interne (Tell septentrional) et externe (Tell méridional) séparés par les plaines médianes. L'ensemble externe est représenté d'Ouest en Est par ; les Monts de Tessala, Béni Chougrane, L'Ouarsenis, les Bibans et la chaîne numidique (région constantinoise)

b. Cadre géographique locale

La zone d'étude (Bechtout et Bou Rheddou) est située dans la partie sud du massif de l'Ouarsenis (Fig. 1B) dans le domaine externe ; ce massif compris entre les méridiens de Boghari et de Relizane, il est limité au Nord par les plaines néogènes (plaine de Chéelif) et au Sud par le plateau de Sersou, à l'Ouest par les Monts de Mina dans la région de Relizane, à l'Est par les monts de Médéa (Fig. 1C et D). Les Monts de l'Ouarsenis s'étendent sur les wilayas de Relizane, Chlef, Tiaret, Médéa et Ain Defla (Fig. 1C).

Il est à noter que certains auteurs ont attribué Bechtout et Bou Rheddou aux Monts de Tiaret, mais d'autres les considèrent comme une partie intégrale de l'Ouarsenis (Polvêche, 1960, Sadjji *et al.*, 2021). Selon l'agence nationale des ressources hydrauliques la partie septentrionale de Tiaret (y compris Bechtout et Bou Rheddou) fait partie de l'Ouarsenis (Fig. 1C).

III. Cadre géologique

Dans l'Ouarsenis, le Jurassique est caractérisé par des roches carbonatées (dolomies et calcaire); parfois avec des intercalations de grès (Fig. 2). Le début du Jurassique supérieur est annoncé par l'apparition du faciès ammonitico rosso d'âge Oxfordien moyen. L'Oxfordien supérieur est représenté par une alternance de calcaire et marne rouge. Le Kimméridgien est formé par des bancs décimétriques à micritique, massifs d'une couleur grisâtre à bleuâtre alternés avec des lits d'ammonitico rosso, tandis que le Tithonien correspond à des alternances de calcaire et de marnes à passées d'ammonitico rosso (Fig. 3). Il est à noter que le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur sont absents (Atrops et Benest, 1994).

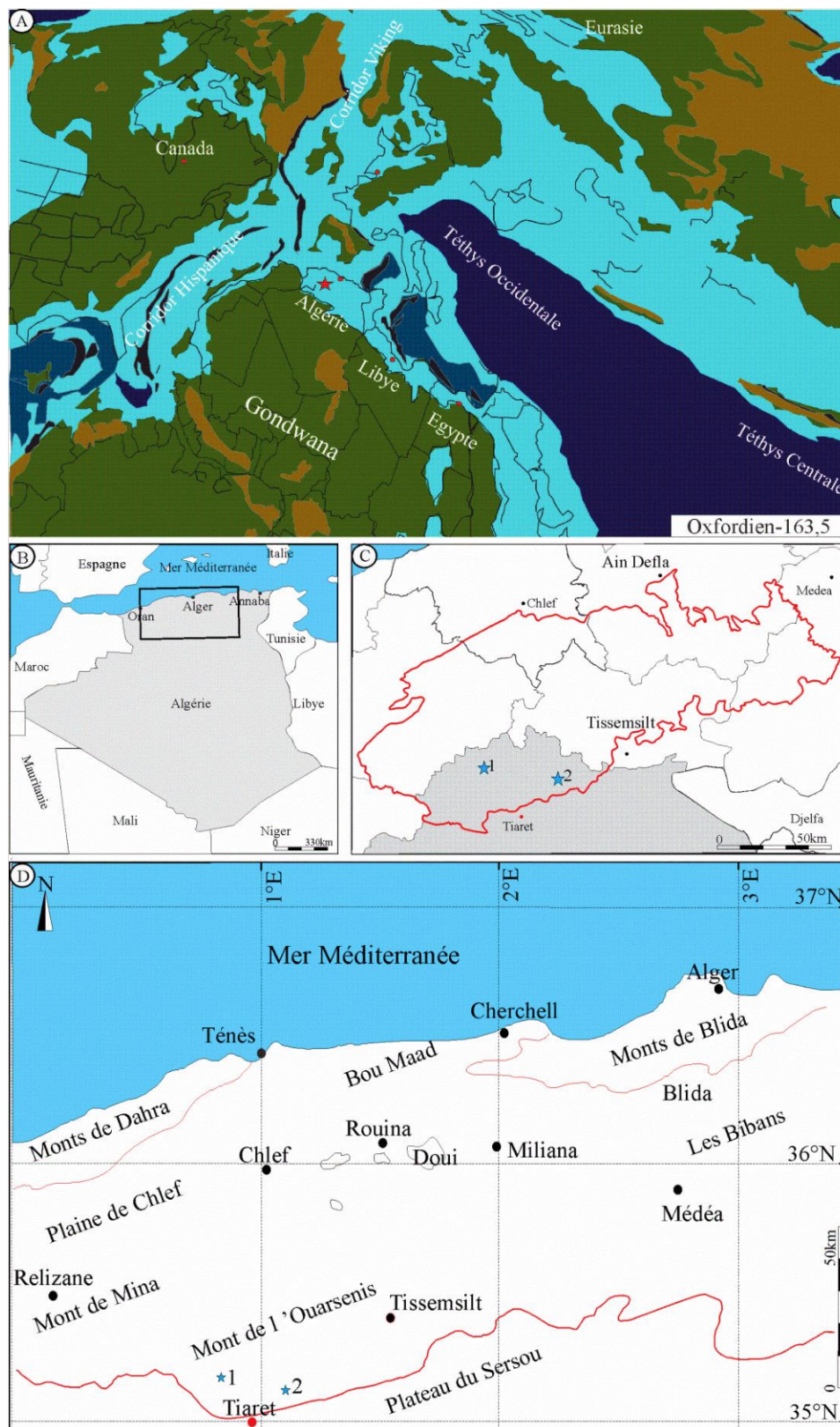


Fig. 1 :(A) Carte paléogéographique de la Téthys occidentale pendant le Jurassique supérieur (Oxfordien) Modifié, étoile rouge : position de l'Algérie ;(B) Carte géographique de l'Algérie ;(C) Délimitation géographique des Monts de l'Ouarsenis selon le B.N.E.D.R (Bureau National d'Étude pour le Développement Rural) ;(D) Les limites géographiques de l'Ouarsenis et la localisation des coupes étudiées ; (1) Bechtout, (2) Bou Rheddou.

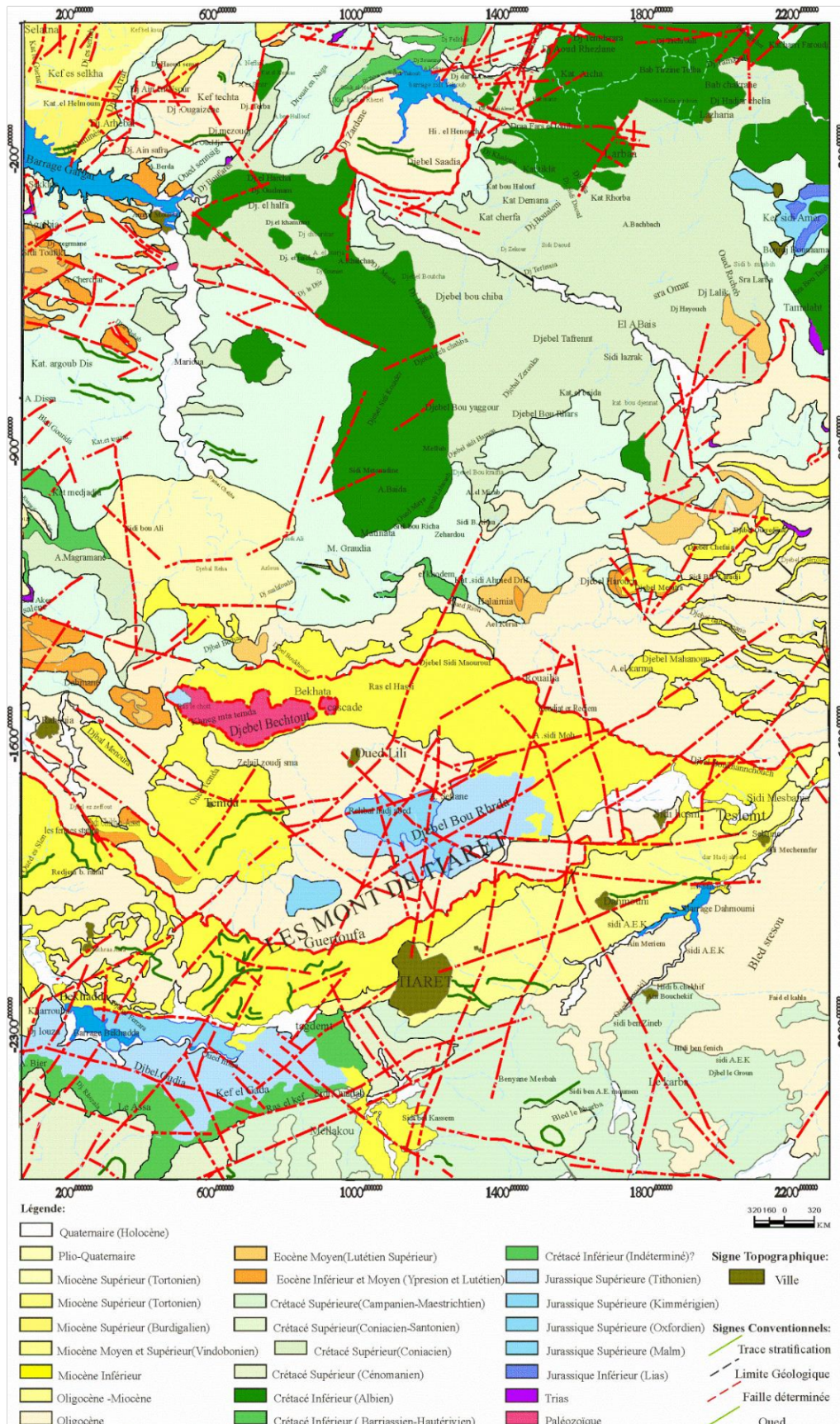


Fig. 2 : Extrait de la carte géologique interprétative de Tiaret 1/20000 (la feuille NI-31-XX), modifiée, publiée par l’A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques).

Age		Log	Formation	Description			
Jurassique supérieur	Thitonien		Marno-Calcaire du Bou Rheddou	la base de cette formation est à dominance marneuse tandis que la partie supérieure est à dominance calcaire avec des niveaux de calcaires oolithiques.			
			Calcaire de Guelt Hallouf	elle correspond à des calcaires et de la dolomie avec silex. riche en microfaunes benthiques, forte bioturbation. Les ammonites sont absentes.			
			Marne de Gratene	la partie supérieure de cette formation a livré de nombreuses brachiopodes, bélemnites et ammonites pyriteuse.			
	Kimméridgien			Calcaire de Bou Rheddou	La base commence par des bancs gréseux et le sommet représenté par des bancs calcaire massif grisâtre à bleuâtre et les ammonites sont rares l'étude microscopique a révélé une texture Mudstone à Packstone avec des oncoïdes oïdes et foraminifères benthiques. quelques brachiopodes et ostracodes		
		Oxfordien	supérieur			Marne et calcaire rouge de Kheneg	
						Ammonitico Rosso de Frid	Alternance de marne et de calcaire avec des passées gréseuses cette formation est riche en Céphalopodes (ammonites, bélemnites et aptychus) associés avec des foraminifères pélagiques et benthiques, et quelques ostracodes. La partie supérieure montre une abondance de traces fossiles
						Lacune sédimentaire	Calcaire noduleux rouge avec des filaments
	Jurass moyen	Callovien	supérieur			Calcaire du Bechtout	Carbonate d'eau peu profonde

La légende:

	Carbonates d'eau peu profonde		Dolomie		Ammonitico Rosso	Jurass:Jurassique
	Grès		Calcaire micritique		Marne	Callov:Callovien
	Marne rouge					

Fig. 3 : Colonne lithostratigraphique synthétique de la région d'étude (Bechtout et Bou Rheddou). (Sadji, 2021).

Dans les deux zones d'étude Bechtout et Bou Rheddou, la succession commence par le Callovien qui est bien individualisé à Bechtout par des calcaires d'eau peu profonde (conglomérat, calcaire à oncoïdes, foraminifères benthiques) (Sadji, 2021 ; Sadji *et al.*, 2021) et des dolomies à Bou Rheddou. L'Oxfordien (moyen et supérieur) est représenté par le faciès ammonitico rosso (litho-type calcaire et marneux), ce dernier est intercalé par des grès. Le Kimméridgien correspond à des bancs calcaires micritiques massifs. Le Tithonien affleure uniquement à Bou Rheddou (Fig. 2), il est généralement formé par des marnes et des calcaires (Fig. 3).

IV. Cadre structural

La structure et le style tectonique de l'Ouarsenis est très complexe, cette complexité comporte des contacts anormaux, elle est liée aux mouvements intra-miocènes (phase paroxysmale), (Caire et Mattauer, 1953a et b ; Polvêche, 1960). Le massif de l'Ouarsenis est, comme la grande majorité du tell algérien, et un pays de nappes.

Plusieurs mouvements tectoniques ont été signalés ;

- 1) *Les mouvements paléozoïques* : ont eu probablement, lieu dans l'Ouarsenis oriental (Polvêche, 1960). La phase rhyolitique à Bechtout (Lucas, 1952), et les mouvements anté-permiens à Tafna (Gentil, 1902). À l'Ouarsenis, une discordance a été signalée entre le Trias et le Permo-Carbonifère (Mattauer, 1958).
- 2) *Les mouvements secondaires* : correspondent, probablement, à des plissements connus dans les régions de Chélif-Nador entre le Jurassique et le Crétacé moyen. Par ailleurs, la phase Crétacé inférieur (*anté-néocomienne*) a touché les massifs côtiers (Durand-Delga, 1954). La phase cénomaniennne qui affecte surtout la zone de Chouala et la phase anté-sénonienne Polvêche (1960).
- 3) *Les mouvements tertiaires* : Il s'agit de la phase fini-lutétienne qui se déroulait pendant le Lutétien supérieur (Deleau, 1938). les auteurs ont admis que des mouvements tangentiels (phase pyrénéenne) au dépend desquels le massif de l'Ouarsenis est affecté par des chevauchements.

La mise en place des nappes est effectuée grâce à des mouvements compressifs horizontaux (Fallot, 1952 ; Goguel, 1952 ; Polvêche, 1960). Une onde de glissement/plissement du Nord vers le sud a été proposée (Glangeaud, 1951 ; Caire et Mattauer, 1953a ; Mattauer, 1958).

V. Les unités tectono-stratigraphiques

Trois subdivisions principales ont été proposées ; la subdivision de [Mattauer \(1958\)](#), [Polvêche \(1960\)](#) et la subdivision de [Benhamou \(1996\)](#) qui a proposé un schéma structural du tell algérien y compris l'Ouarsenis ([Fig. 4](#)).

a. Subdivision de Mattauer (1958)

Mattauer a subdivisé les unités structurales de l'Ouarsenis en trois catégories (ensembles) : 1) l'autochtone ; 2) complexe A ; 3) le complexe B.

- L'autochtone, il englobe les terrains d'âge primaire et jurassique, il est représenté particulièrement dans les régions de Theniet el Haâd, Chlef et notre secteur d'étude (Bechtout et Bou Rheddou).

- Le complexe A : appelé aussi autochtone ou paraautochtone, il est constitué surtout par des terrains du Crétacé moyen.

- La nappe B : édiflée par des formations d'âge Crétacé supérieur, Éocène, Oligocène (à faciès Boghari) et Miocène inférieur.

b. Les subdivisions de Polvêche (1960).

On distingue les unités structurales suivantes :

- La nappe oligo-miocène, comme l'indique son nom, c'est une nappe de charriage formée presque uniquement par des dépôts oligo-miocènes.

- L'unité de Chaouala : « Chaouala » étant le nom d'une tribu qui occupait la région où les affleurements qui représentent cette nappe sont les mieux exposés. L'unité de Chaouala est formée essentiellement par des dépôts marno-calcaires d'âge Néocomien et Barrémien, ces dépôts carbonatés montrent des fossiles les plus souvent pyriteux. Le terme « Chaouala » a été utilisé aussi, ultérieurement, pour définir des autres unités dans le Tell algérien, dans les Monts de Tessala et de la Tafna ([Fenet et J. Magné, 1973](#) ; [Guardia, 1975](#)).

- La nappe sénonienne, définie dans la région de Relizane (Mendez), elle est formée en quasi-totalité par un matériel sénonien;

- L'unité albo-cénomanienne, représentée par des flyschs d'âge albo-aptien et des dépôts marno-calcaires cénomaniens.

- la "Nappe de Caire" ou "Unité médjanienne" de Mattauer formée par des dépôts oligocènes à faciès numidiens. Elle s'étend sur une longueur de 300 km environ ; depuis l'Est (Sétif) à l'Ouest (Ammi Moussa dans la Wilaya de Relizane). Cette nappe a été signalé par plusieurs auteurs (Mattauer, 1958 ; Polvêche, 1960 ; Bouillin et Raoul, 1971 ; Guardia, 1975).

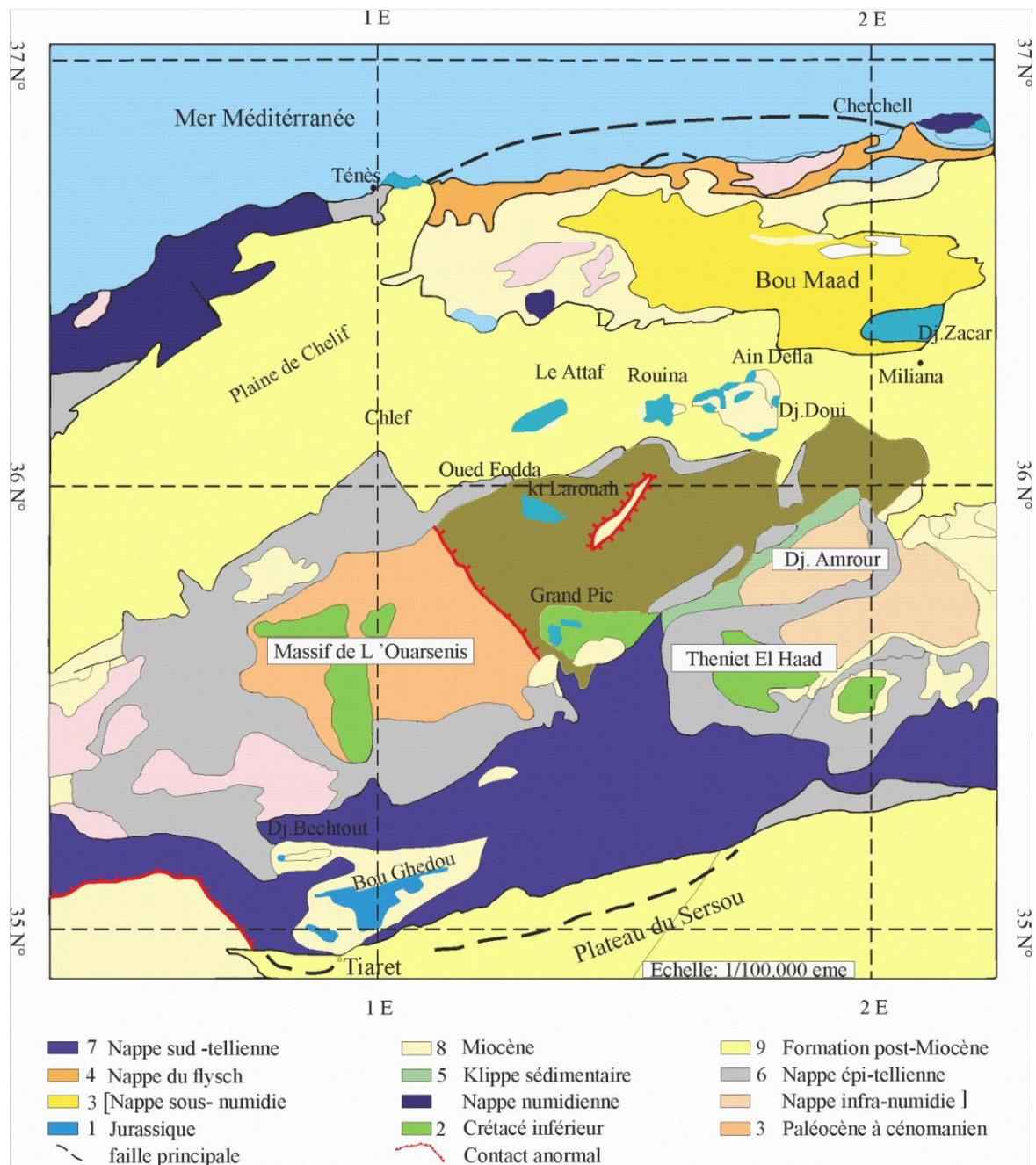


Fig. 4 : Schéma structural (unités structurales) du Tell (in. Benhamou 1996).

VI. Historique des recherches

a. Les premières reconnaissances de terrains :(1890-1895)

- **Welsch, 1890** : c'est le premier qui a donné les grandes lignes de la succession du massif de Bechtout et Bou Rheddou. Il a fait la corrélation entre les facies affleurant sur les Hauts Plateaux et dans l'Atlas tellien ainsi avec les Alpes françaises. En se basant sur une riche collection faunistique, cet auteur a édifié une stratigraphie au niveau zonal.

Il a travaillé, également, sur la région occidentale de l'Ouarsenis en donnant une description des terrains cristallophylliens primaires.

- **Ficheur, 1891** : il a donné une conception stratigraphique sur le massif de Bechtout et Bou Rheddou. Il a expliqué, aussi, certains effets par le jeu des failles verticales.

- **Replin, 1895**: il a contribué à l'affinité stratigraphique du Jurassique.

b. Les explorations modernes :(1942-à l'actuel)

- **Ranoux, 1952** : il a étudié Djebel Bechtout, où il a apporté des preuves faunistiques complémentaires de la position stratigraphique des sédiments.

- **Polvêche, 1960** : il a étudié le Crétacé inférieur qui est représenté par des séries marno-calcaires dans l'autochtone et surtout dans l'allochtone, dont l'unité de Chouala.

- **Atrops et Benest : 1986 à 1994** : ils ont publié une série d'articles sur la lithostratigraphie du Jurassique et surtout le Jurassique supérieur de l'Ouarsenis. Ils ont travaillé également sur la stratigraphie de la région de Tlemcen et Nador. En 1994 ils ont publié un article synthétique sur les formations du Malm (Jurassique supérieur) dans le bassin tellien, où une corrélation lithostratigraphique entre Bou Rheddou, les Monts de Tlemcen, Chellala et Nador a été établie.

- **Benosmane, 1990** : elle a fait une étude stratigraphique et systématique des ammonites de Bechtout et de Bou Rheddou.

- **Tchoumatchenco : 1992 à 1995** : il a effectué le levé géologique et il a élaboré et décrit les coupes géologiques dans l'Ouarsenis occidental. Il a étudié aussi la stratigraphie du Crétacé inférieur de l'Ouarsenis. En outre, il a proposé un modèle structurel (géodynamique) pour la série renversée du Grand Pic.

- **Chabani, 2020** : Il a abordé la pétrologie, la pétrographie et la géochimie des roches magmatiques d'âge Viséen « rhyolithes » dans la région de Bechtout.
- **Sadji, 2021** : dans sa thèse il a abordé différents aspects ; stratigraphique, chimio-stratigraphique, paléoclimatique et sédimentologique. De point de vue sédimentologique, il a reconstitué les environnements sédimentaires des dépôts Jurassique supérieur de Tiaret et de Tissemsilt. Il a aussi reconstitué les conditions climatiques pendant le Jurassique supérieur en utilisant les isotopes stables d'oxygène et finalement il a abordé le sujet de l'origine du faciès rouge noduleux (ammonitico rosso).

VII. Matériels, méthodes et objectifs

Cette étude est basée sur trois axes ; travail bibliographique, travail de terrain et un travail de laboratoire.

a. Étude bibliographique

Toutes les recherches publiées (articles, thèses... etc.) sur le Jurassique supérieur des monts de l'Ouarsenis et les thèses de doctorat non publiées ont été consultées et critiquées. Les références de bases que nous avons adoptées sont celles de [Benosmane, 1990](#) ; [Tchoumatchenco \(1992-1994\)](#), [Atrops & Benest \(1986 ; 1994\)](#) ; [Sadji \(2021\)](#).

b. Travail de terrain

Deux coupes ont été levées banc par banc, avec toutes les caractéristiques lithologiques, stratigraphiques et sédimentologiques. Ces deux coupes correspondent à celle de Bechtout (N 35°33'39 ; 24.90, E 1° 8'39 ; 17.04, 784 m) et de celle Bou Rheddou (N 35°29'39 ; 5.71, E 1°21'39 ; 56.49, 787 m).

Plusieurs échantillons de roches dures et de marnes ont été prélevés pour faire des lames minces et de lavage respectivement. Plusieurs spécimens d'ammonites ont été récoltés aussi pour affiner l'attribution stratigraphique proposée par les auteurs qui ont été travaillés sur cette région.

c. Travail du laboratoire

Il vise à compléter le travail de terrain, plusieurs échantillons ont été prélevés, afin de réaliser **dix lames minces**, ces dernières ont été préparées et étudiées sous microscope optique au niveau du laboratoire pédagogique de **l'Université d'Oran 2**. Plus de **50 lames minces** fournies par **M. Sadji Radouane**, ces lames minces ont été réalisées au laboratoire de

GeoZentrum (Nordbayern, Erlangen, Nuremberg, Allemagne) ; dans le cadre de la réalisation de sa thèse de doctorat.

Les lames minces ont été photographiées par une caméra digitale reliée au microscope Zeiss Axiocam 506 au sein du même laboratoire. Les échantillons de la marne ont été lavés par un tamis de taille de 60 μm , mais malheureusement les échantillons n'ont pas fourni des microfossiles. Concernant les ammonites, les spécimens récoltés ont été bien nettoyés et photographiés pour la détermination.

VIII. Objectif de l'Étude

L'objectif de ce travail est de réaliser une étude sédimentologique sur la limite Jurassique moyen-Jurassique supérieur (Callovien-Oxfordien). Cette étude est basée sur des données macroscopiques et beaucoup plus microscopiques « lames minces » pour comprendre l'interaction eustatique et géodynamique et leurs influences sur la sédimentation carbonatée.



Deuxième chapitre

Lithostratigraphie



IV. Historique

Dans ce chapitre, on traite l'aspect lithostratigraphique du passage Jurassique moyen-Jurassique supérieur (Callovien et Oxfordien) du domaine tellien externe (Bechtout et Bou Rheddou). Le Jurassique de la région étudiée a fait l'objet de plusieurs investigations, principalement, stratigraphiques et en deuxième lieu sédimentologiques et tectoniques. Ces investigations ont été menées par deux équipes ; une équipe bulgare représentée par Tchoumatchenco, (1985); Tchoumatchenco *et al.*, (1992 ; 1995), et par une équipe française représentée par Atrops et Benest (1986 ; 1994). On note également quelques thèses de doctorat de l'Université de Claude Bernard, Lyon 1, France (Benosmane, 1990).

Les deux équipes (bulgare et française) ont utilisé, simultanément mais indépendamment, presque une nomenclature différente pour les mêmes formations géologiques et parfois la même nomenclature pour des formations différentes (Tab. 1).

Sadji (2021) a mené une étude comparative en se basant sur :

- 1) Des données publiées par les deux équipes française et bulgare (articles, séminaires et des thèses de doctorat soutenues à l'Université de Claude Bernard, Lyon, France);
- 2) Des nouvelles données paléontologiques (ammonites, foraminifères, *Saccocoma*) et des données chimio-stratigraphiques basées sur les isotopes stables du carbone (δC^{13});
- 3) Guide stratigraphique international (Hedberg, 1979).

Par conséquent, Sadji (2021) a adopté la nomenclature et aussi l'attribution stratigraphique proposée par l'équipe française (Atrops et Benest, 1994). Mais, il a également apporté quelques modifications (mise-à-jour) de point de vue stratigraphique, données paléontologiques (foraminifères benthiques dans une formation considérée auparavant stérile) et de point de vue nomenclature (Tab. 1).

Notre présent travail est basé sur :

- 1) Une investigation macroscopique détaillée des deux coupes (Bechtout et Bou Rheddou) et de faire une nouvelle récolte d'ammonites ;
- 2) Une investigation microscopique en se basant sur des lames minces pour la recherche d'une microfaune (foraminifères, ostracodes etc.).

Tab. 1 : tableau résume les différentes nomenclatures proposées pour le Jurassique supérieur du secteur d'étude.

Tchoumatchenco (1992)				Atrops & Benest (1994)				Sadji (2021)					
Age		Formation		Age		Formation		Age		Formation			
Jurassique moyen	Bathonien	Callovien	inférieur	Cordatum	Jurassique supérieur	Oxfordien	moyen	Plicatilus	Jurassique supérieur	Oxfordien	moyen	Transversarium	Bimammatum
Formation Nador				Calcaire noduleux d'Ain el Hamra									
Jurassique moyen	Callovien	moyen	supérieur	inférieur	Jurassique moyen	Callovien	moyen	Transversarium	Jurassique supérieur	Oxfordien	moyen	Bifurcatus	Argile rouge de Kheneg
Calcaire du Bechtout				Lacune sédimentaire				Ammonitico Rosso de Frid					
Jurassique moyen	Callovien	moyen	supérieur	inférieur	Jurassique moyen	Callovien	moyen	Plicatilus	Jurassique supérieur	Oxfordien	moyen	Bifurcatus	Marne et calcaire rouge de Kheneg
Calcaire du Bechtout				Lacune sédimentaire				Ammonitico Rosso de Frid					

V. Description lithostratigraphique

1. Formation de calcaire du Bechtout

La formation de calcaire du Bechtout, définie par [Atrops et Benest \(1994\)](#). Elle correspond à des calcaires bleuâtres à grisâtres ([Fig. 5 D ; E](#)). Cette formation repose sur un socle magmatique rhyolitique d'âge Viséen, ce socle magmatique n'est pas visible dans la coupe de Bou Rheddou ([Fig. 5 A](#)). La succession lithologique de la formation de calcaire du Bechtout commence par des conglomérats (brèches) à Bechtout ([Fig. 5 B](#)) ; et par des dolomies à Bou Rheddou ([Fig. 5 C](#)). Les dolomies sont massives et jaunâtres, ces dolomies sont dépourvues de faunes et flores ([Cf. chapitre 3](#)).

La succession lithologique dans la région de Bechtout, est représentée par des calcaires à oncoïdes alternent avec des conglomérats, puis des dolomies surmontées par des calcaires à oïdes, calcaires micritiques montrent des rares gastéropodes très altérés. La partie supérieure de cette formation est représentée par des calcaires micritiques à spicules d'éponges. Ces calcaires contiennent quelques rostrés de bélemnites ([Fig. 5 F](#)).

Dans la région de Bou Rheddou, la succession correspond à des dolomies surmontées par des bancs calcaires d'ordre centimétriques, micritiques et oolithiques. La faune est représentée, essentiellement, par quelques rostrés de bélemnites. Cette formation correspond uniquement à la partie inférieure de la formation du Nador de [Tchoumatchenco \(1992\)](#), avec un âge allant du Bathonien à l'Oxfordien inférieur. Tandis que [Atrops et Benest \(1994\)](#) ont daté cette formation par analogie avec le bloc de Bou Hadjar (10 km au Nord de Tiaret). Ce bloc a livré plusieurs brachiopodes d'âge Callovien inférieur et moyen (*Septocrurella acutiloba* (Desl.), *Gnathorhynchia trigona* (Qu.), *Linguithyris bifrons* (Opp.), *Aromasithyris balinensis* (Szajn.), *Antiptychina* sp. cf *teisenbergensis* (Winkler), *Parvirhynchia balinensis* (Szajn.) et « *Rhynchonella* » cf *tremensis* Gilliéron) [Benest et al., \(1990\)](#).

La coupe de Bechtout qui est considérée comme une formation stérile pour [Atrops et Benest, \(1994\)](#), a livré plusieurs foraminifères benthiques ([Fig. 5G ; H](#)) (*Nodosaria* ; *Textularia* ; *Lituosepta* ; *Verminilides* ; *Textularia* ; *Frondicularia*) [Sadji \(2021\)](#). Les épaisseurs de cette formation sont variées d'un auteur à autre. Selon [Atrops et Benest \(1994\)](#), elle fait 17 m, 22 m ; selon [Tchoumatchenco \(1992\)](#) et 29 m selon [Sadji \(2021\)](#).

Notre investigation a montré des foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) dans la partie supérieure de cette formation ([Fig. 5 G et H](#)).

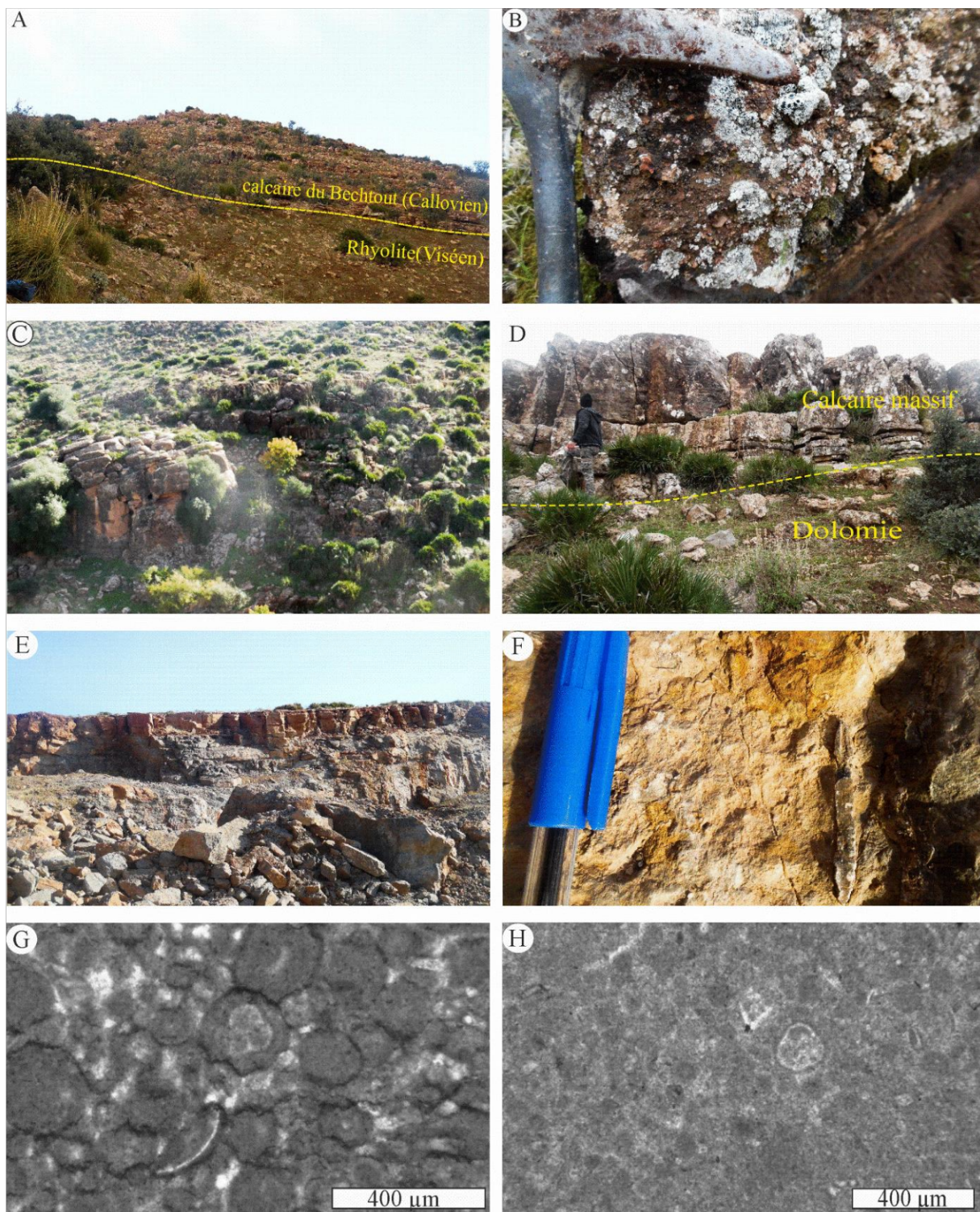


Fig. 5 : La formation de calcaire du Bechtout, Callovien : **(A)** Vue panoramique rhyolite (Viséen) et calcaire du Bechtout, coupe de Bechtout ; **(B)** Contact rhyolite et conglomérat, coupe de Bechtout ; **(C)** Dolomie massif jaunâtre, coupe de Bou Rheddou ; **(D)** La partie médiane de calcaire du Bechtout, coupe de Bechtout ; **(E)** Calcaire micritique massif grisâtre à bleuâtre, la partie supérieure de calcaire du Bechtout, coupe de Bechtout ; **(F)** calcaire micritique à rostre de bélemnite, coupe de Bechtout. **(G)** Packstone avec des oïdes et péloïdes et avec des foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) et Ostracode, coupe Bechtout ; **(H)** Mudstone a péloïdes foraminifère planctoniques (*Globuligerina*), coupe Bou Rheddou.

2. Formation d'ammonitico rosso de Frid

Cette formation a été définie par [Atrops et Benest \(1986 à 1994\)](#) dans le Kef el Frid. Elle est représentée par des calcaires rouges noduleux (faciès ammonitico rosso). Elle correspond à des nodules d'ordre centimétrique, d'une forme sphérique à sub-sphérique et d'une couleur rouge et parfois grise. Les nodules sont parfois jointifs et parfois dispersés dans une matrice micritique rouge, parfois la matrice correspond à des argiles rouges ([Fig. 6 B](#)). Le faciès ammonitico rosso est riche en ammonites mal conservées, associées à des rostrés de bélemnites et quelques aptychus ([Fig.6 C ; D](#)). Le passage de la formation de calcaire du Bechtout à la formation d'ammonitico rosso de Frid est matérialisé par un changement lithologique net. Tandis que la limite supérieure est matérialisée par un changement lithologique d'un faciès calcaire « ammonitico rosso » à un faciès marneux « ammonitico rosso » (litho-type calcaire à litho-type marneux rouge). Cette formation correspond à la partie inférieure de la formation de calcaire noduleux de « Ain el Hamra » de [Tchoumatchenco, \(1992\)](#). Cette dernière est datée de l'Oxfordien inférieur, moyen et supérieur par le même auteur.

La formation d'ammonitico rosso de Frid a été attribuée à l'Oxfordien moyen, zone à *Transversarium* en se basant sur la faune d'ammonite ([Atrops et Benest 1986 ; 1994](#)). [Sadji \(2021\)](#) a signalé la zone à *Plicatilis* en se basant sur les ammonites suivantes ; *Campylites* (*Neoprionoceras*) sp, ([Fig. 7 A](#)) ; *Prososphinctes bourseau* MELENDEZ et *Passendorferia* sp et *Sowerbyceras torisulcatium* ([Fig. 7 B ; C](#)). Notre nouvelle récolte a livré les ammonites suivantes de la zone à *Transversarium* ; *Subdissosphinctes* sp ([Fig. 7 F](#)), des fragments de *Passendorferia* sp ([Fig. 7 G](#)), et de *Grygoreceras* sp, ([Fig. 7 H](#)). On note également une abondance d'ammonites indéterminables ([Fig.7 E](#)). Les épaisseurs sont variables ; 2 m à Bechtout et 3 m à Bou Rheddou ([Sadji, 2021](#)).

Malheureusement, aucune faune d'ammonite récoltée (*Passendorferia* sp, *Grygoreceras* sp etc.) n'a pas prouvé la présence de l'Oxfordien inférieur signalé par [Tchoumatchenco \(1992\)](#). Le microfaciès a montré quelques foraminifères benthiques, planctoniques et quelques ostracodes (*faunes indéterminées*).

L'absence d'une preuve n'est pas une preuve d'absence, et par conséquent la recherche reste ouverte pour prouver définitivement l'absence ou la présence de l'Oxfordien inférieur et le Callovien supérieur.

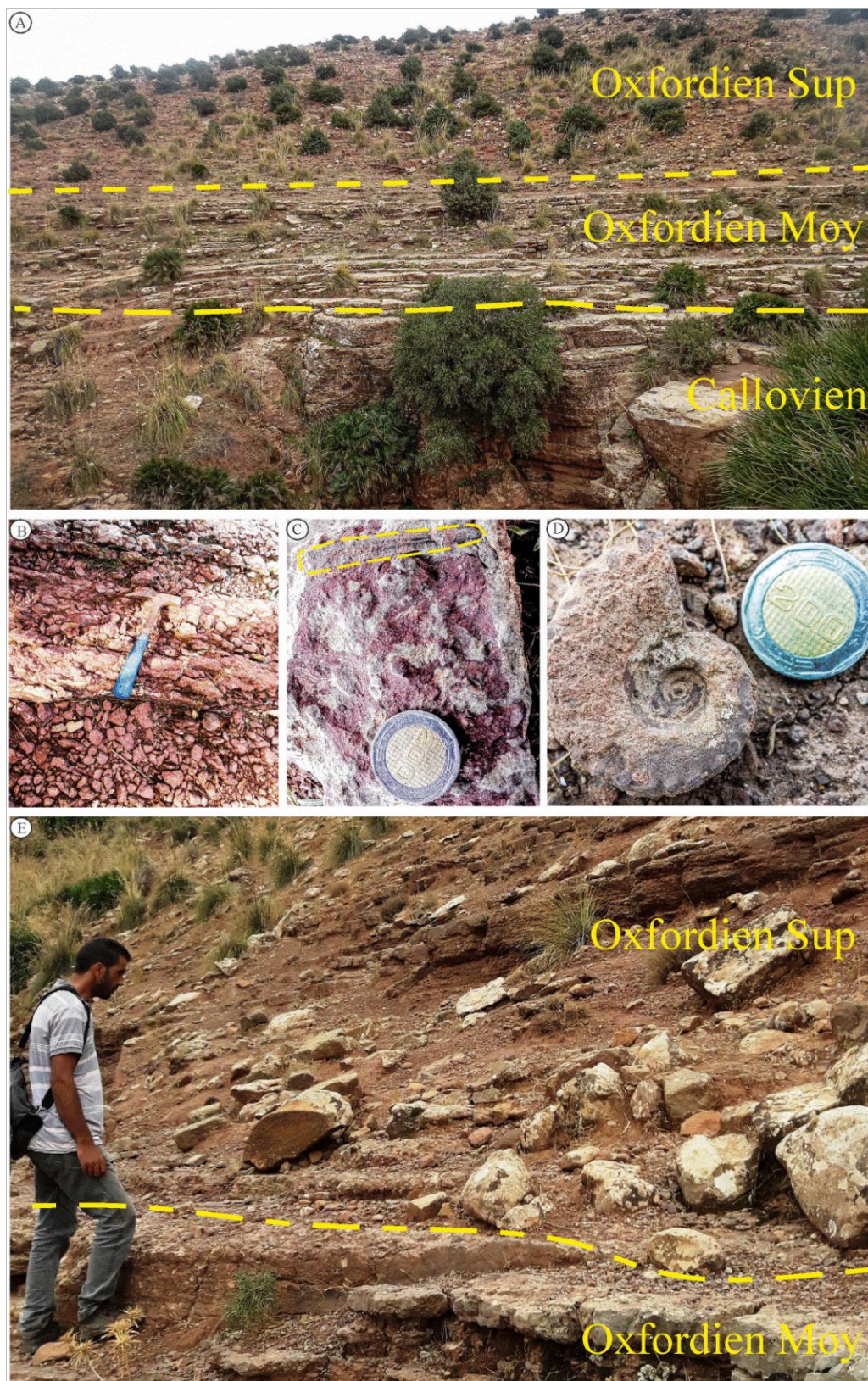


Fig. 6 : La formation d'ammonitico rosso de Frid, Oxfordien moyen : **(A)** La limite Callovien-Oxfordien, affleurement de Bou Rheddou ; **(B)** Le faciès ammonitico rosso rouge, montre des nodules jointifs reliées par une micrite/argile rouge ; **(C)** ammonitico rosso à bélemnite ; **(D)** ; Ammonite (*Lythoceras*) ; **(E)** la limite Oxfordien moyen-Oxfordien supérieur.

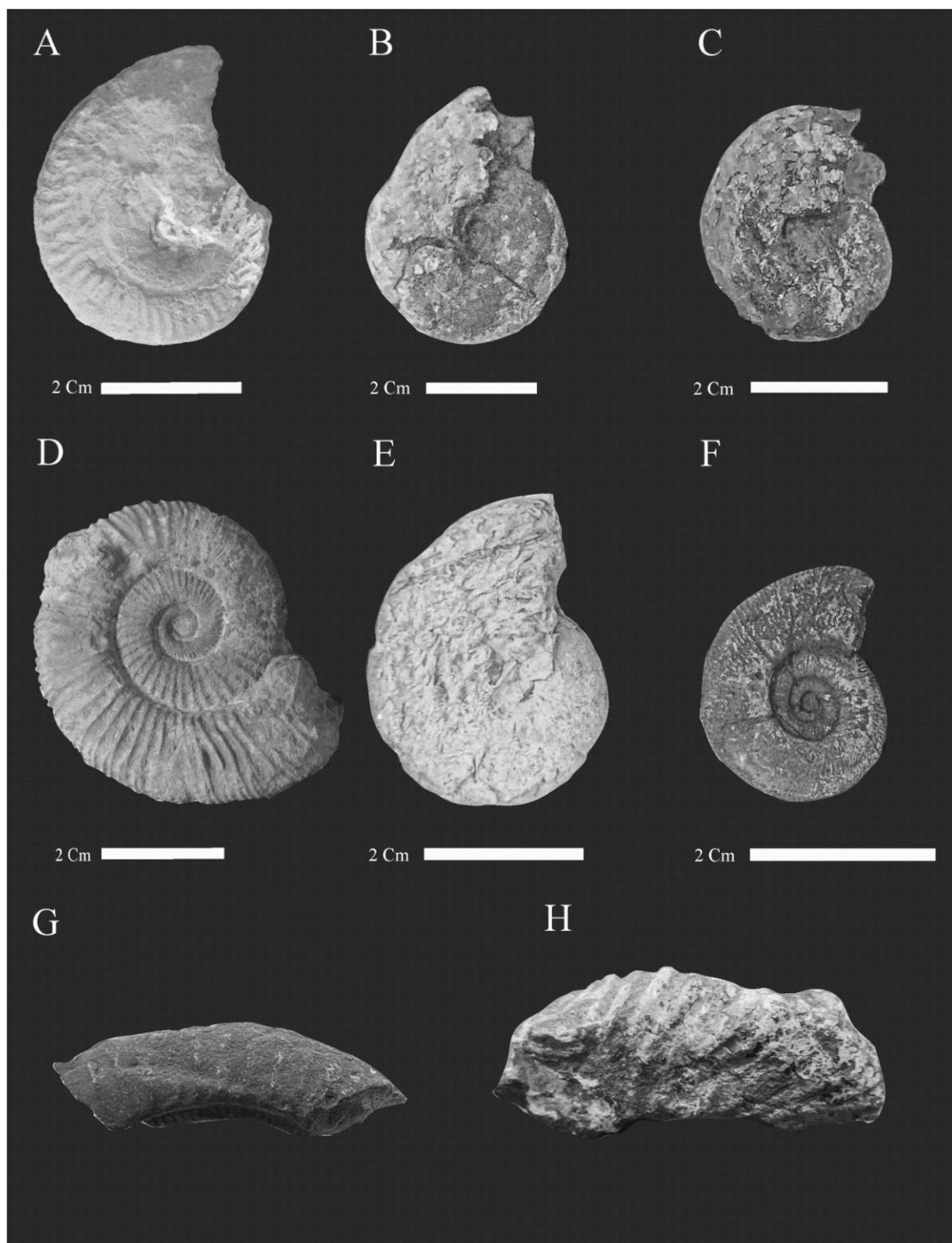


Fig. 7 : Les ammonites de l'Oxfordien moyen de la formation d'ammonitico rosso de Frid : (A) *Campilithes neoprotoceras* sp. Zone à Plicatilis (Bechtout) ; (B) et (C) *Sowerbyceras Torisulcatium*, (A, B et C : collection de Sadji) ; (D) *Perisphinctes (dichotomeceras)* QUENSTEDT, Bou Rheddou (collection d'Atrops) ; (E) ammonites indéterminée ; (F) *Subdissosphinctes* sp. ; (G) fragment de *Passendorferia* sp, Bechtout ; (H) Fragment de *Grygoreceras* sp, Bou Rheddou.

3. Formation d'Alternance, Marne et calcaire rouge de Kheneg :

Elle a été définie par [Atrops et Benest \(1994\)](#) autant que la formation des argiles rouges de Kheneg, le nom proposé par [Atrops et Benest \(1994\)](#) a été changé par [Sadji \(2021\)](#) à la formation d'Alternance, Marne et calcaire rouge de Kheneg. C'est une alternance de calcaire micritique rouge et de marne/argile rouge. Cette intercalation admet des passées gréseuses d'environ 5 m d'épaisseur à Bechtout, et de 15 m à Bou Rheddou. Au sommet, cette formation montre une dominance marneuse au sommet.

L'épaisseur de cette formation varie entre Bechtout et Bou Rheddou, elle est respectivement 59 m et 80 m. Cette formation représente la partie moyenne et supérieure de la formation des calcaires d'Ain el Hamra d'âge Oxfordien supérieur [Tchoumatchenco \(1992\)](#).

Cette formation est datée de l'Oxfordien supérieur et le Kimméridgien inférieur ;

- Oxfordien supérieur (Bifurcatus)
- Kimméridgien inférieur (Bimammatum et Planula)

VI. Conclusion

La corrélation entre les deux coupes (Bechtout et Bou Rheddou) a montré une similitude entre les deux localités de point de vue lithologique et contenu fossilifère ([Fig. 8](#)). Les deux formations d'âge Oxfordien moyen et supérieur sont très bien datées par la faune d'ammonites (voire, [Atrops et Benest, 1986](#) ; [Benosmane, 1990](#) ; [Sadji, 2021](#)).

Les différences entre les deux localités peuvent être résumées dans les points suivants :

- 1) La partie inférieure de la formation de Calcaire du Bechtout à Bou Rheddou qui est dolomitique.
- 2) Le substratum rhyolitique (Viséen) n'est pas visible dans la coupe de Bou Rheddou.

Une investigation microscopique détaillée basée sur l'étude des peuplements des foraminifères, des ostracodes, et des nannofossiles est recommandée pour mieux dater les deux coupes (Bechtout et Bou Rheddou).



Troisième chapitre
Sédimentologie



I. Introduction

Ce chapitre est consacré à l'étude sédimentologique détaillée de la succession carbonatée du passage Jurassique moyen-supérieur (Callovien-Oxfordien) de Bechtout et Bou Rheddou (la bordure sud tellienne). Elle est basée sur des observations macroscopiques (structures sédimentaires et contenus fossilifères), et ensuite cette investigation est complétée par une étude pétrographique (microscopique) détaillée.

II. Classifications des roches carbonatées

Plusieurs classifications ont été proposées pour l'étude microscopique des roches carbonatées (Folk, 1959 ; Dunham, 1962) ; Embry et Klovan, (1971) ont complété la classification de Dunham. Pour le présent travail la classification de Dunham (Fig. 9) a été adoptée, parce que cette classification est la plus pratique et la plus adoptée par les géologues dans les deux domaines ; académique et pétrolier (Lokier et Junaibi, 2016).

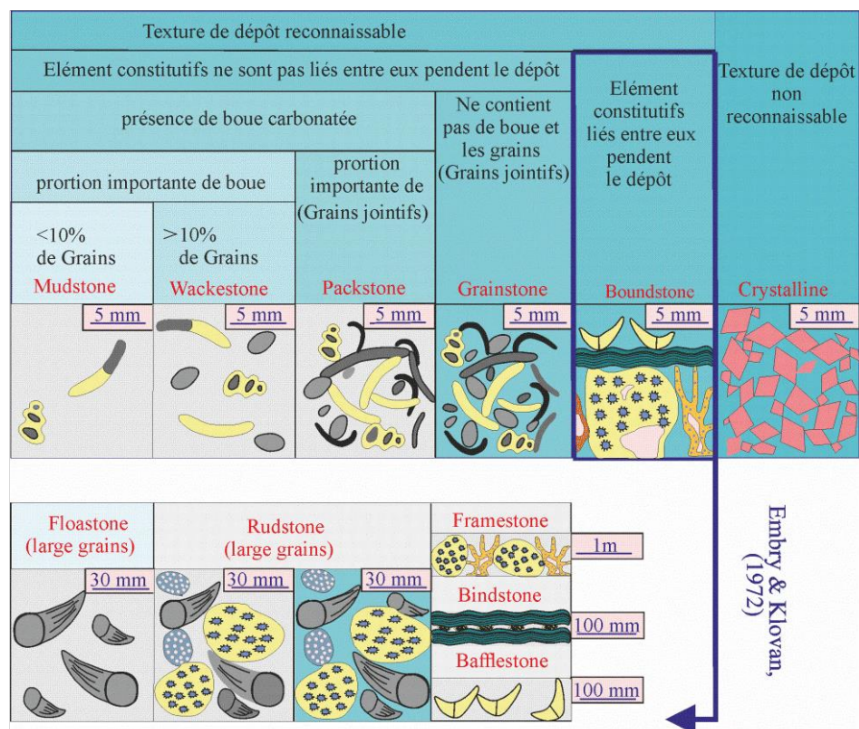


Fig. 9: La classification des roches carbonatées de Dunham (1962), complétée par, Embry & Klovan, (1972).

Pour les Dolomies, plusieurs classifications ont été proposées, pour la taille des cristaux de dolomies nous avons adopté la classification de Lucia (1995) (Tab. 2). Cette classification est utilisée, surtout, par les géologues pétroliers. Où l'auteur a proposé deux classes : 1) Cdol (*Coarse dolomite* : cristaux de dolomies grossiers) d'une taille supérieure à

100 μm ; 2) FMdol (*Fine-medium dolomite* : cristaux fins à moyens de dolomie) d'une taille supérieure à 20 μm et inférieur à 100 μm .

Tab 2 : Classification des dolomies, les calasses pétrophysiques de Lucia (1995).

Fine-Medium (FMdol)	Coarse (Cdol)
< 20 μm à 100 μm	\sim 100 μm

Concernant les textures et la classification des textures des dolomites, la classification de G.M. Friedman (1965) a été adoptée.

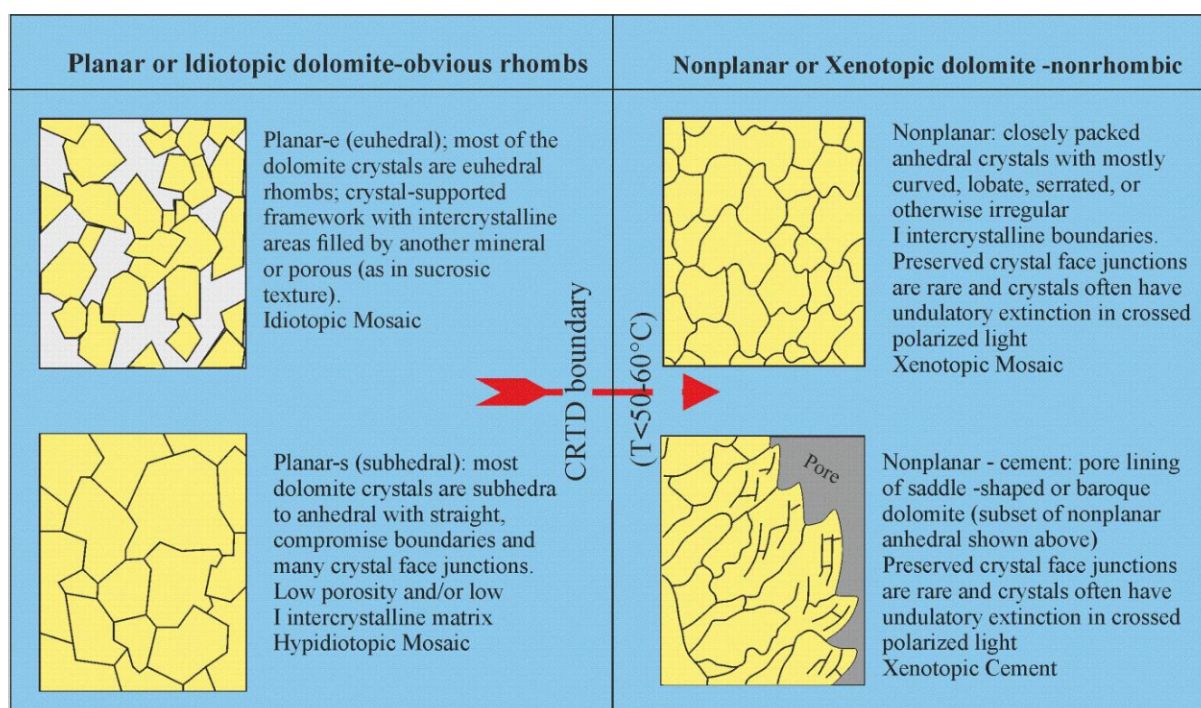


Fig. 10 : classification des textures des dolomies G.M. Friedman (1965).

III. État de connaissance

1. Définition

L'ennoiement des plateformes carbonatées : « *Carbonate Platform Drowning* » c'est le changement rapide et brutal d'une sédimentation carbonatée d'eau peu profonde « *bentic factory* » à une sédimentation pélagique condensée « *pelagic factory* » (Schlager, 1981 ; Santantonio, 1993 ; 1994). Selon Schlager et Camber (1986) ; et Schlager, (1989) le « *Drowning* » est subdivisé en deux types :

- A- *Drowning unconformity* : où le passage d'une sédimentation d'eau peu profonde à une sédimentation pélagique est matérialisé par une surface nette (*Hard-Ground* par exemple).
- B- *Drowning succession* : où le passage d'une sédimentation d'eau peu profonde à une sédimentation pélagique est matérialisé par des sédiments intermédiaires, composés à la fois par des caractères benthiques et pélagiques « *bentic and pelagic factories* ».

IV. Résultat

1. Jurassique moyen (Callovien)

Il est représenté par la formation de Calcaire du Bechtout. Cette dernière correspond à des calcaires dans la coupe de Bechtout (Fig. 14) et par des dolomies surmontées par des calcaires micritiques dans la coupe de Bou Rheddou (Fig. 11).

A- Dolomies (Bou Rheddou)

Description

Bancs massifs, épais à très épais dépourvus des structures sédimentaires et fossiles. L'étude microscopique a montré trois types de microfaciès : dolomite (Fig. 12 A ; B), dolomite avec péloïdes et reliques de crinoïdes (Fig. 12 mfs H), et de la micrite, probablement, microbienne avec des petits pores remplis de dolomies (Fig. 12 mfs E).

Selon la classification de Lucia (1995), les deux catégories des cristaux de dolomites sont reconnues : 1) des cristaux fins à moyen (Fig. 12 C ; E), 2) des cristaux grossiers (Fig. 12 mfs F, G, H). L'étude microscopique a montré aussi deux types de porosité ; une porosité intercrystalline (Fig. 12 mfs C), et intracrystalline (Fig. 12 mfs H).

Interprétation

Les lames minces montrent, clairement, un remplacement des carbonates d'eau peu profonde (calcites) ; (crinoïdes, péloïdes etc.) par des cristaux de dolomies (dolomitisation). La dolomitisation a été reportée dans différentes séries géologiques, elle correspond à l'addition du magnésium (Mg) à la calcite préexistante (CaCO_3) (exp : Machel, 2004 ; Flügel, 2010).

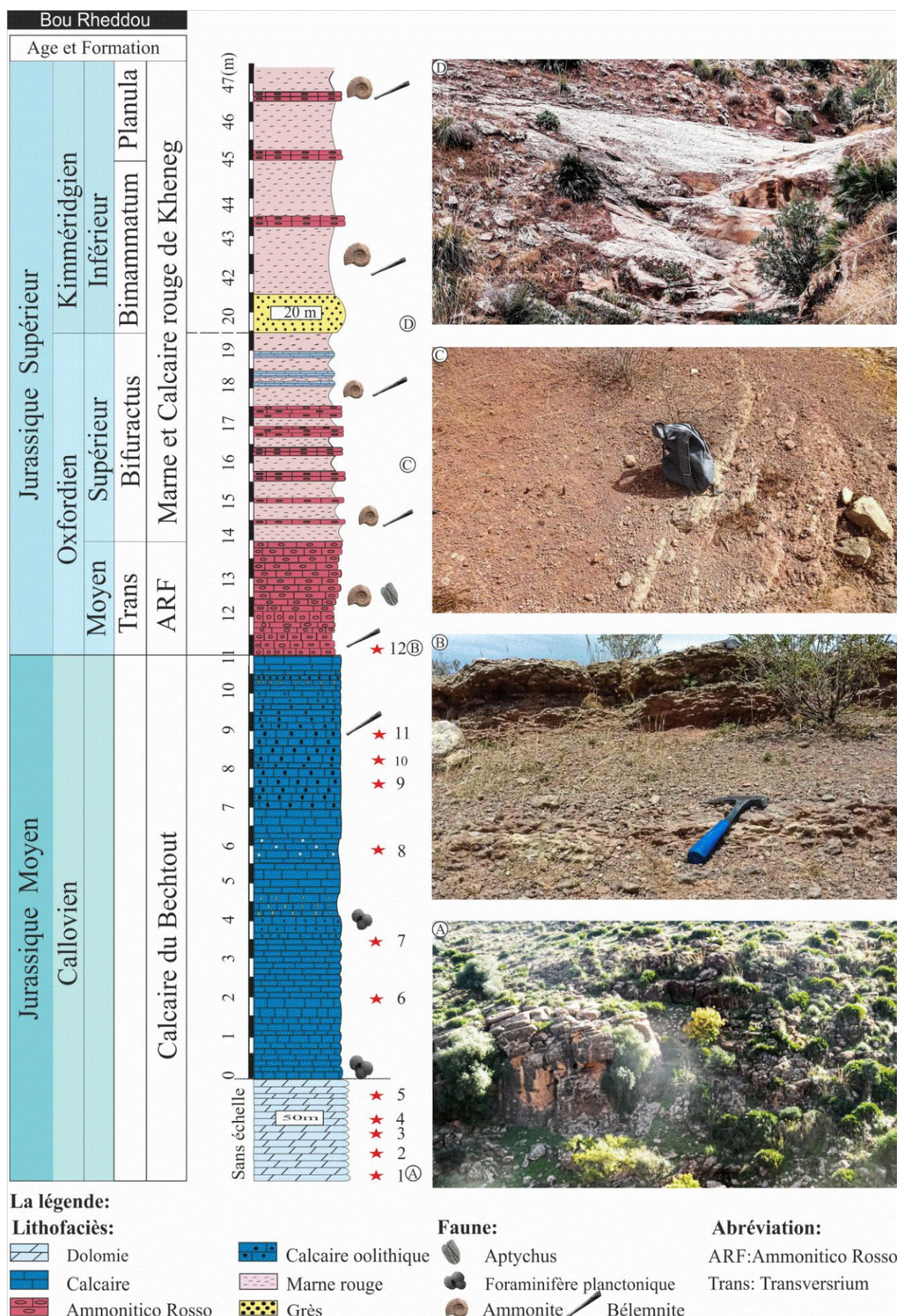


Fig. 11 : Coupe lithostratigraphique (Callovien- Oxfordien) de la succession carbonatée de Bou Rheddou. (A) Bancs dolomitiques massifs jaunâtres (Callovien), (B) Ammonitico rosso calcaire (Oxfordien moyen), (C) Ammonitico rosso marneux (marnes et calcaires rouges) Oxfordien supérieur, (D) Grès massif jaunâtre (la base du Kimméridgien).

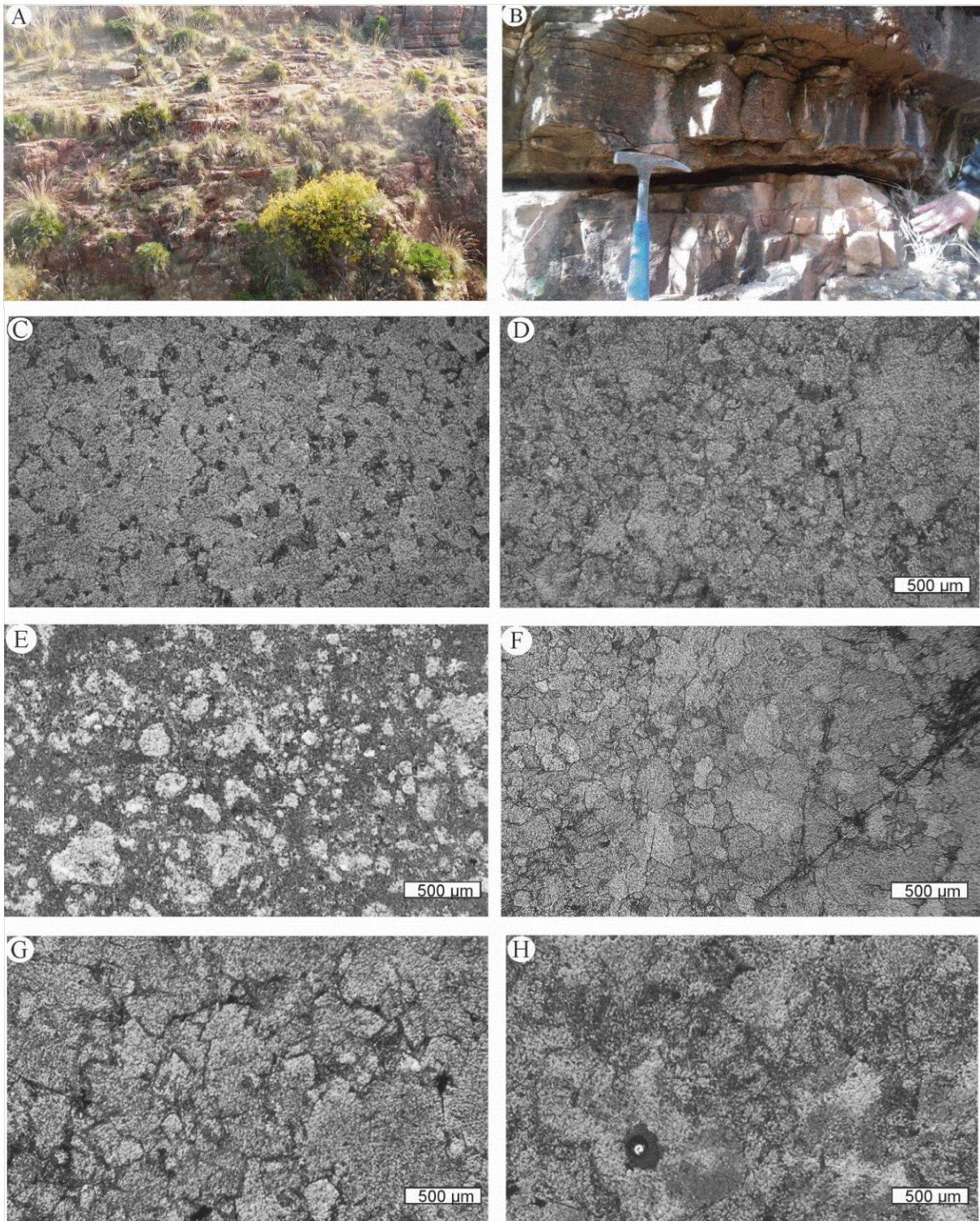


Fig. 12 : Dolomies de Bou Rheddou d'âge Callovien ; la partie basale de la formation de Calcaire de Bechtout. **(A)** Bancs massifs épais à très épais jaunâtres ; **(B)** Banc d'épaisseur moyenne ; **(C)** des petits cristaux et une porosité intercrystalline (échantillon N°1) ; **(D)** des cristaux de dolomie taille moyenne (échantillon N°2) ; **(E)** Dolomicrite, micrite, probablement, microbienne montre des pores remplis par des petits cristaux des dolomies microcristallines, (échantillon N°3) ; **(F)** des cristaux de dolomie de taille moyenne et grossière (échantillon N°4) ; **(G)** des cristaux de dolomie grossiers ; **(H)** dolomie avec des reliques de crinoïdes et une porosité intracrystalline (échantillon N°5). Note : la couleur bleue représente la porosité (bleu de méthylène).

Cette dolomitisation n'est pas toujours complète (Fig.12, H) et d'autres fois la dolomitisation détruisait toute la structure primaire où on observe une structure mosaïque euhedral à subhedral (Fig. 12 F).

La dolomitisation précoce est un processus commun dans les carbonates des environnements péri-tidaux (Zenger *et al.*, 1980 ; Sun, 1995 ; Yoo et Lee, 1998 ; Warren, 2000). Cette dolomitisation a lieu particulièrement dans des environnements hypersalines (Machel, 2004), aussi dans le subtidal via le modèle de *reflux* (Adams et Rhodes, 1960), ou via le modèle *reflux/pumping* dans la zone intertidale à supratidale (le modèle de sebkha (McKenzie *et al.*, 1980).

B- Calcaire (Bou Rheddou)

Description

Bancs massifs de calcaire micritique et de calcaire oolithique, de couleur bleuâtre à grisâtre. Les épaisseurs varient entre 15 cm et 50 cm, les derniers bancs de cette succession montrent la présence des céphalopodes (traces d'ammonites et rostrés de bélemnites). Les lames minces ont montré trois textures : mudstone, wackestone et rarement packstone (Fig. 13 A).

- Mudstone avec péloïdes (Fig. 13 F, G et H); wackestone avec des foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) et quelques formes benthiques associées à des oncoïdes micritiques. On note également quelques gastéropodes (Fig. 13 B, D, et E).

Interprétation

Les lames minces reflètent une sédimentation dans une mer ouverte (domaine pélagique) (ammonites, *Globuligerina*, bélemnites), mais cette sédimentation montre la coexistence des caractères benthiques (ooïdes, oncoïdes et foraminifères benthiques).

Ce mélange benthique et pélagique a été enregistré dans des hauts-fonds pélagiques. La sédimentation s'effectuait dans une mer ouverte, mais dans une faible tranche d'eau permettant une certaine turbulence d'eau et la pénétration de la lumière (ooïdes, oncoïdes) (Schlager, 1981 ; Santantonio, 1993 ; 1994 ; Marino et Santantonio, 2010 ; Flügel, 2010).

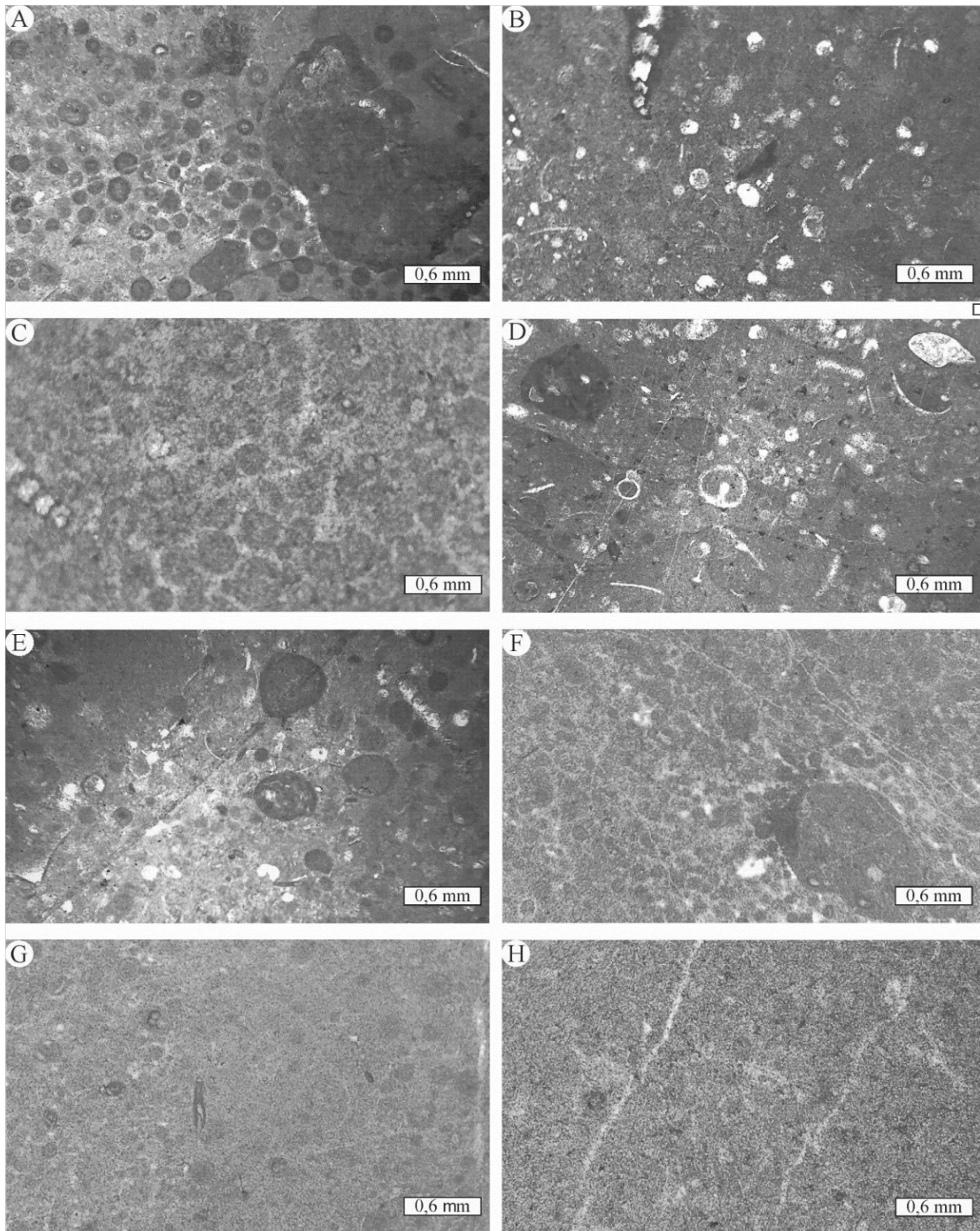


Fig. 13 : Calcaire de Bou Rheddou la partie sommitale de la formation Calcaire de Bechtout. **(A)** packstone avec des oïdes, péloïdes et oncoïdes (échantillon N° 6), **(B)** wackestone à foraminifères planctoniques et benthiques (échantillon N° 7) ; **(C)** wackestone à péloïdes, oïdes micritisés et foraminifère benthique (échantillon N° 8) ; **(D)** wackestone à foraminifères planctoniques, benthiques et gastéropodes (échantillon N° 9) ; **(E)** wackestone à petits oncoïdes micritiques, péloïdes et foraminifères planctoniques (échantillon N° 10) ; **(F)** wackestone avec des péloïdes et oncoïdes (échantillon N° 11) ; **(G)** mudstone à wackestone avec péloïdes et quelques foraminifères benthiques (échantillon N° 12) ; **(H)** mudstone avec péloïdes (échantillon N° 13).

C. Calcaire (Bechtout)

Description

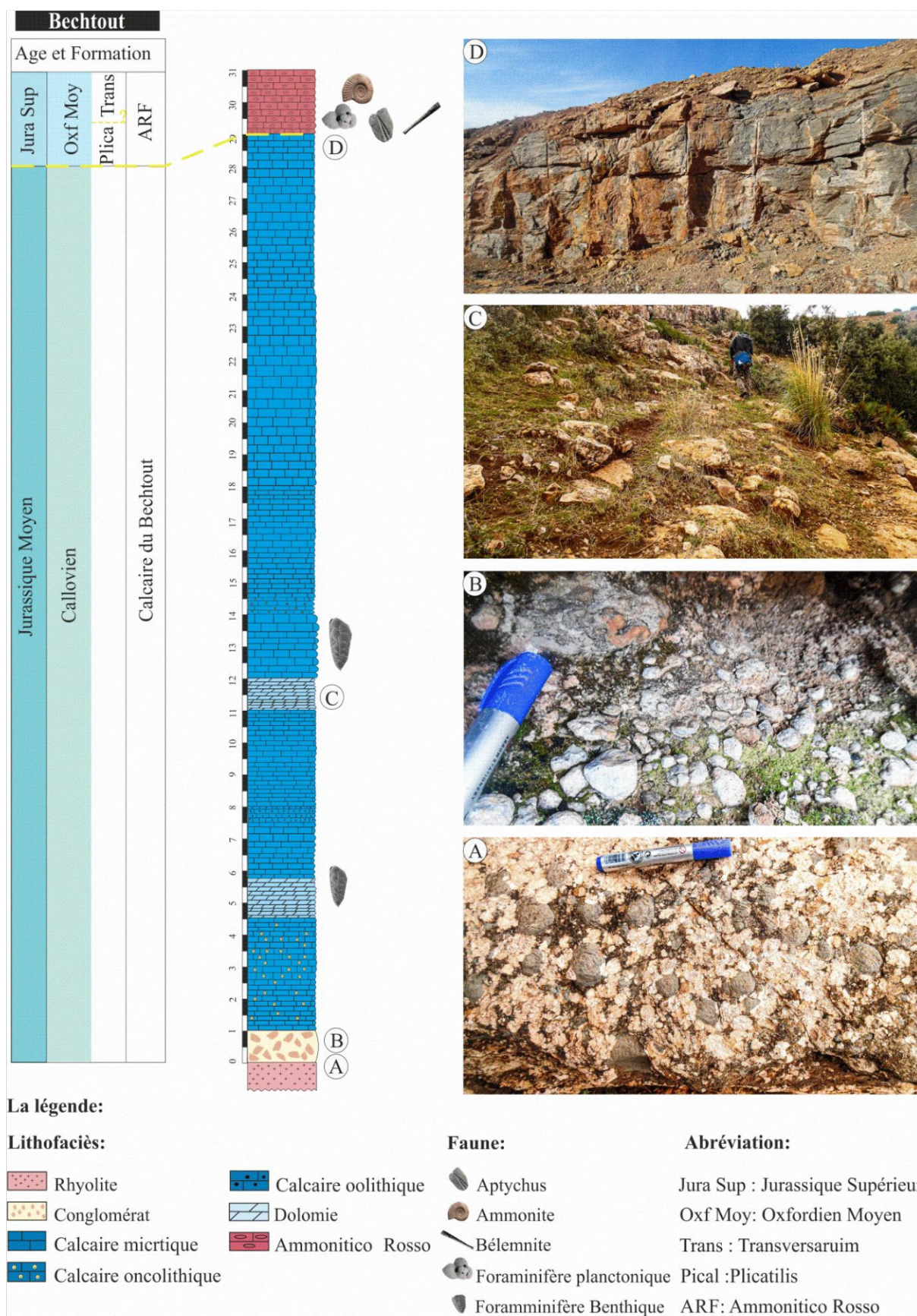
La partie basale de cette formation commence par des conglomérats calcaires, qui reposent sur le socle rhyolitique d'âge Carbonifère (Viséen) (Fig. 14). Ces conglomérats correspondent à des éléments bréchiques d'ordre centimétrique avec des tailles différentes (hétérométriques) et homogéniques de forme anguleux à sub-anguleux, éparpillés dans une matrice dolomitique. Les éléments sont issus de l'altération du massif rhyolitique (Fig., 15 A). Ces conglomérats sont surmontés par des bancs massifs bleuâtres/grisâtres à oncoïdes, les lames minces montrent une texture rudstone à oncoïdes associés à des grains de quartz (Fig., 15 B ; C). Les calcaires à oncoïdes sont surmontés par des dolomies (Fig., 15 D).

Les dolomies sont surmontées par des bancs massifs généralement micritiques. L'étude microscopique a montré une texture allant de wackestone à packstone avec des péloïdes (Fig. 16 B), cortoïdes (Fig. 16 A), oncoïdes et foraminifères benthiques et silt vadoses (Fig. 16 C). Une texture wackestone/packstone à spicules d'éponges et des cyanobactéries (Fig. 16 D). Les derniers bancs montrent un mélange de faunes benthiques et pélagiques comparable au faciès décrit dans la coupe de Bou Rheddou.

Interprétation

Le conglomérat calcaire reflète les premières vagues qui ont touché le socle rhyolitique (conglomérat de transgression). Cette sédimentation s'effectuait probablement dans une plage fermée. Tandis que la présence des grands oncoïdes, foraminifères benthiques, silt vadoses ; indique un environnement d'eau peu profonde allant de l'intertidal et au subtidal (Flügel, 2010).

En allant vers le haut de la coupe, l'énergie (l'hydrodynamisme) diminue progressivement, où on constate des cyanobactéries, des péloïdes et quelques foraminifères benthiques reflétant un environnement de lagon (Flügel, 2010). Les spicules reflètent un environnement d'eau peu profonde, riche en nutriments, avec un hydrodynamisme faible et une température relativement chaude (Gammon *et al.*, 2000).



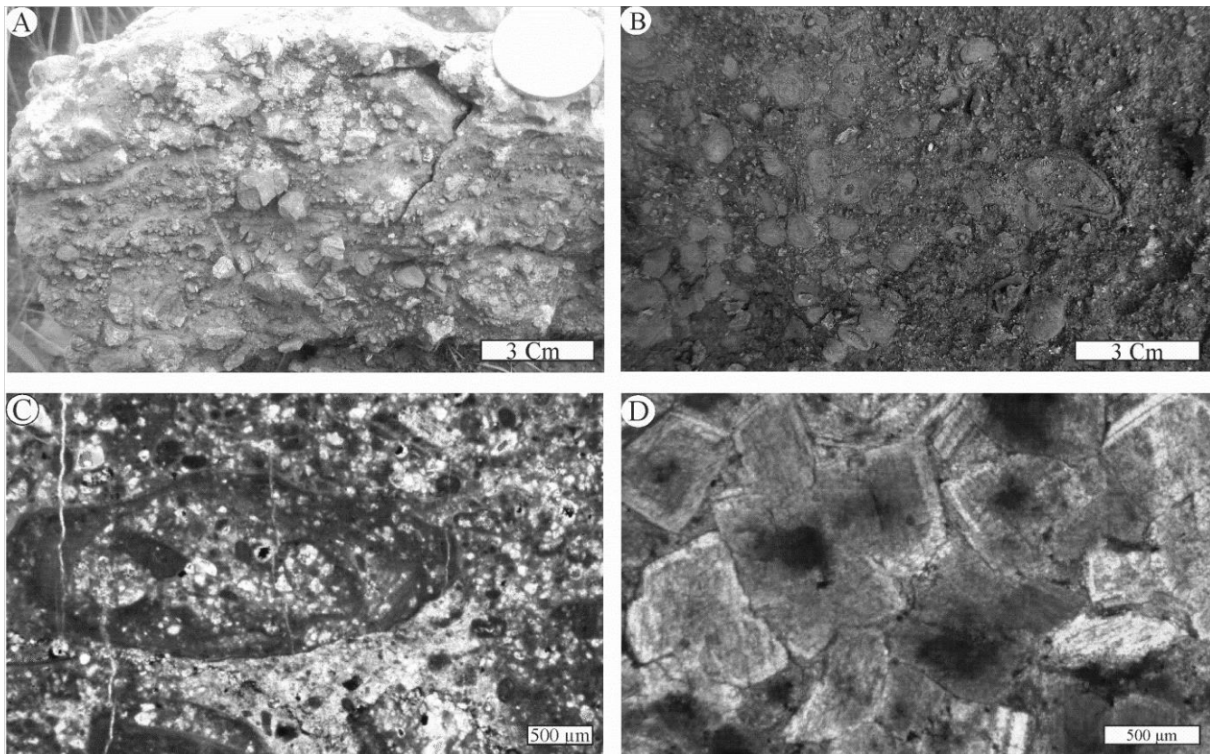


Fig 15 : La partie basale de la formation calcaire de Bechtout à Bechtout : **(A)** Conglomérat (des éléments bréchique d'origine rhyolitique) ; **(B)** Banc massif épais à oncoïdes de différentes tailles et formes ; **(C)** Rudstone à oncoïdes entourés par des petits grains de quartz ; **(D)** Des cristaux de dolomies.

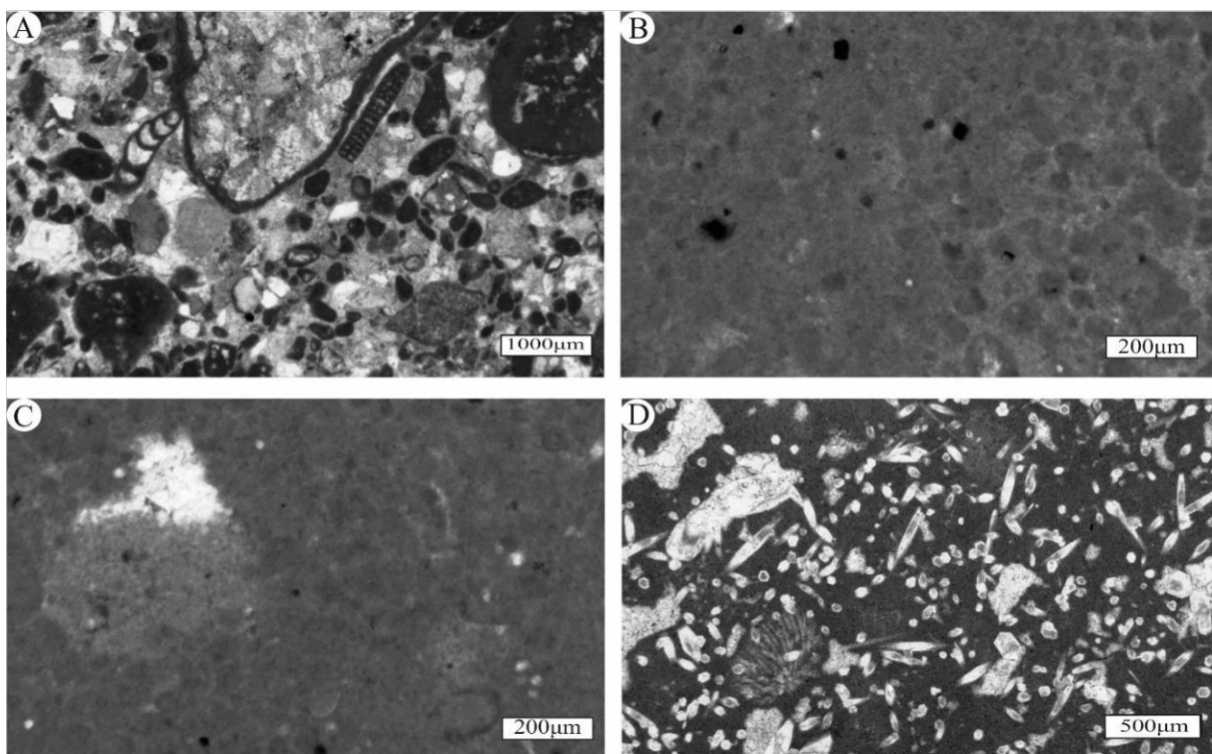


Fig 16 : **(A)** packstone avec des péloïdes, cortoïdes, oncoïdes et foraminifères benthiques ; **(B)** wackestone avec des péloïdes ; **(C)** wackestone à packstone avec es péloïdes et silt vadose ; **(D)** wackestone à packstone à spicules d'éponge et des cyanobactéries.

2. Jurassique Supérieur (Oxfordien)

L'Oxfordien est représenté dans les deux localités par des calcaires rouges noduleux (faciès ammonitico rosso calcaire «formation d'ammonitico rosso de Frid » d'âge Oxfordien moyen. Ammonitico rosso marneux d'âge Oxfordien supérieur (partie inférieure de la formation d'Alternance de Marne et Calcaire Rouge de Kheneg) (Fig. 11; 14).

A. Ammonitico Rosso

Description

Calcaires rouges noduleux (ammonitico rosso) riches en ammonites (Fig. 11 ; 14). Ce faciès admet des lacunes sédimentaires. L'ammonitico rosso montre deux zones différentes ; une zone nodulaire dure et généralement d'une couleur claire, et une deuxième zone inter-nodulaire d'une couleur foncée et moins dure (Fig.17 H). L'investigation microscopique a montré une texture mudstone à packstone avec des foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) (Fig. 17 A, D et G), des foraminifères benthiques (Fig. 17 B et C), associés à des fragments d'aptychus et ammonites (Fig.17 E); on note également la présence des oncoïdes micritiques (Fig. 17 C et G) et des silts vadoses (Fig.17 F).

Interprétation

Le faciès d'ammonitico rosso riche en ammonites, est considéré comme un faciès condensé (Schlager, 1981 ; Santantonio, 1993 ; 1994 ; Marino et Santantonio, 2010). Ce faciès reflète un faible taux de sédimentation. Cette dernière est prouvée par la concentration des ammonites, leurs états de conservation et les lacunes sédimentaires. Le faible taux de sédimentation est traduit aussi par l'épaisseur réduite de la formation.

L'abondance de la faune pélagique (ammonites, bélemnites) et la faune planctonique (*Globuligerina*) reflète que la sédimentation s'est effectuée dans une mer ouverte (Flügel, 2010 ; Sadjji, 2021 ; Sadjji *et al.*, 2021). La présence des caractères benthiques (*bentic factory*) (foraminifères benthiques, quelques oncoïdes, péloïdes, silt vadoses) en association avec la faune pélagique et planctonique reflète que la tranche d'eau est faible. Cela est traduit par une sédimentation sur des surfaces d'un haut-fond pélagique (Jenkyns, 1974 ; 1991 ; Farinacciet *al.*, 1981a et b ; Raif et Cemil, 2009 ; Reolid *et al.*, 2015 ; Sadjji *et al.*, 2021) (Cf, Discussion).

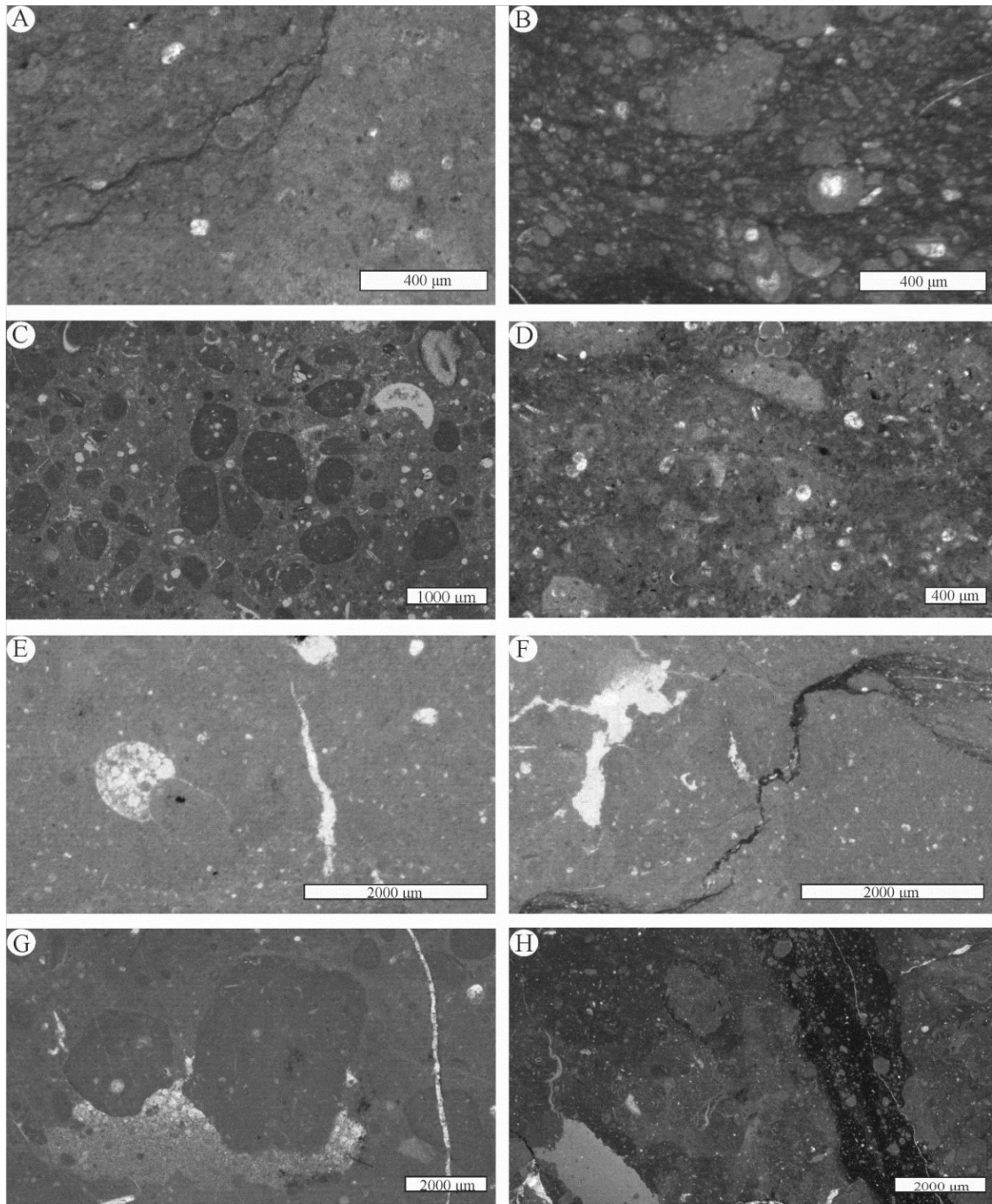


Fig 17 :(A) mudstone avec des foraminifères planctoniques et quelques péloïdes ; (B) wackestone à packstone avec des foraminifères benthiques, quelques bioclastes et lithoclastes/nodules ; (C) wackestone avec des petits oncoïdes micritiques, foraminifères benthiques et bioclastes ; (D) mudstone à foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) dans une micrite légèrement rougeâtre ; (E) mudstone avec des ammonites, (F) mudstone à silt vadose (*photo renversée* !) ; (G) mudstone à wackestone avec quelques oncoïdes micritiques (petite taille) et quelques foraminifères planctoniques ; (H) wackestone montre une micrite rouge avec les deux zones du faciès noduleux (zone nodulaire et internodulaire).

V. Discussion

En se basant sur les caractéristiques macroscopiques et microscopiques, la sédimentation pendant la transition Jurassique moyen- supérieur (Callovien-Oxfordien) dans la région de Tiaret (Bou Rheddou et Bechtout) est subdivisée en trois phases: 1) phase de *pre-drowning* (phase pré-ennoiement) ; phase de *drowning* « phase de l'ennoiement » et *post-drowning* « post ennoiement ».

1. Phase de *pre-drowning* (pré-ennoiement)

Avant l'ère callovien, les secteurs de Bechtout et Bou Rheddou (Tiaret) étaient une zone émergée (socle de rhyolite). Cette zone a connu les premières vagues marines pendant le Callovien inférieur, ces vagues ont été reflétées par les conglomérats (Transgression calloviennes, enregistrée aussi dans le bloc de Bou Hadjar) (Benest *et al.*, 1990 ; Sadj, 2021). La transgression callovienne est documentée dans le domaine téthysien (Ramajo et Aurell, 2008 ; Haq *et al.*, 1987 ; Dromart *et al.*, 2003). La phase *pre-drowning* est caractérisée par une sédimentation purement benthique (*bentic-factory*) (ooïdes, oncoïdes, foraminifères benthiques, etc.).

2. Phase de *drowning* (ennoiement)

Cette phase est représentée par des dépôts carbonatés. Des bancs massifs micritiques avec une texture mudstone à packstone avec un mélange de : 1) caractère benthique (ooïdes, oncoïdes, gastéropodes, foraminifères benthiques) et 2) faunes pélagiques (foraminifères planctoniques et quelques bélemnites). Ces sédiments représentent ce qu'on appelle « *drowning succession* ». Le changement de la sédimentation coïncidait probablement avec des mouvements tectoniques extensifs qui ont touché la marge nord-africaine au cours du Jurassique supérieur. Cette phase tectonique a commencé probablement à la fin du Callovien (Benest, 1985). L'ouest de Téthys a également connu cette activité tectonique pendant la même période (Ziegler, 1989 ; Vera, 2001). En outre de la tectonique extensive active, l'Ouest de Téthys a connu pendant cette période une montée de niveau marin (transgression), qui a été enregistrée dans différentes localités (Wierzbowski *et al.*, 2009 ; Ramajo et Aurell, 2008 ; Haq, 2018).

3. Phase *post-drowning* (post-ennoisement)

Elle est représentée par le faciès condensé ammonitico rosso (Oxfordien moyen), où la sédimentation s'effectuait sur le sommet des haut-fonds pélagiques. Cette architecture est le résultat de la tectonique extensive qui a fragmenté la plateforme callovienne préexistante. L'interaction tectonique (par la tectonique extensive) et la transgression oxfordienne sont documentées par plusieurs auteurs (Bartolini *et al.*, 1999 ; Cecca *et al.*, 2005 ; Rais *et al.*, 2007 ; Coimbra *et al.*, 2009). Cette interaction n a conduit à la formation de ce faciès condensé (ammonitico rosso).

Les premiers centimètres de l'ammonitico rosso sont considérés comme indicateurs de la fin de la phase de « *drowning* » et le début de la phase « *post drowning* ».

VI. Conclusion

L'étude sédimentologique de Bechtout et Bou Rheddou reflète une sédimentation carbonatée sous influence eustatique pendant le Callovien inférieur. Ce dernier est caractrisé par une sédimentation purement benthique (conglomérat, oncoïdes, ooïdes, dolomie, etc.). Dans le Callovien supérieur, le contrôle est à la fois eustatique et tectonique (mélange de caractères benthique et pélagique), qui représente la phase d'ennoisement. L'Oxfordien moyen est annoncé par le faciès ammonitico rosso, ce dernier est contrôlé par l'eustatisme (transgression oxfordienne). Il représente la phase *post-drowning*.



Conclusion générale



Conclusion générale

Au terme de ce travail, l'étude de la limites Jurassique moyen-Jurassique supérieur sur la bordure sud-tellienne; Bou Rheddou et Bechtout dans la région de Tiaret, a fait appel à deux approches ; lithostratigraphique et sédimentologique.

- 1) De point de vue lithostratigraphique : le cadre lithostratigraphique et biostratigraphique récemment proposé par [Sadji \(2021\)](#) a été repris ; et aucune modification n'a été apportée. Trois formations du Callovien-Oxfordien ont été reconnues et elles se succèdent aux "Calcaires de Bechtout" d'âge Callovien, ammonitico rosso de Frid (Oxfordien moyen), Alternance rouge de marnes et calcaire d'âge Oxfordien supérieur.

La nouvelle récolte des ammonites n'a pas permis de confirmer ou rejeter l'Oxfordien inférieur proposé par [Tchoumatchenco \(1991\)](#).

- 2) De point de vue environnemental : les données microscopiques ont montré trois ensembles sédimentaires ou trois phases :
 - 1) Phase pré-ennoiement « *Pre-drowning* » : représentée par des dépôts de carbonates néritiques d'eau peu profonde (conglomérat de transgression, oncoïdes, péloïdes, foraminifères benthiques, dolomies), cette phase est tectoniquement stable.
 - 2) Phase d'ennoiement « *Drowning succession* » : représentée par un mélange de caractères benthiques et pélagiques (*Globuligerina*, foraminifères benthiques, ooïdes, péloïdes, oncoïdes, bélemnites). Cette succession est moins épaisse par rapport à la phase précédente. Cette phase est tectoniquement active.
 - 3) Phase post-ennoiement « *Post-drowning* » : c'est la phase de l'ennoiement définitive où la sédimentation est essentiellement pélagique ; ammonites, bélemnites et foraminifères planctoniques associées à des formes benthiques. Cette phase est caractérisée par un faible taux de sédimentation. De point de vue tectonique cette phase est considérée comme une phase relativement stable.



Références bibliographiques



Références bibliographiques :

- Adams, J.E., Rhodes, M.L., 1960. Dolomitization by seepage refluxion. *AAPG Bulletin* 44, 1912–1920.
- Atrops, F., Benest, M., 1986. Stratigraphie du Jurassique supérieur du Djebel Bechtout au nord-ouest de Tiaret (bordure sud-tellienne, Algérie) ; comparaison avec le Bou Rheddou. *Geobios* 19, 855-862.
- Atrops, F., Benest, M., 1994. Les formations à ammonites du Malm dans le bassin Tellien, au nord de Tiaret : leur importance pour les corrélations avec les séries de l'avant-pays de l'Ouest algérien. *Geobios* 27, 79-91.
- Bartolini, A., Baumgartner, P. O., Guex, J., 1999. Middle and Late Jurassic radiolarian palaeoecology versus carbon-isotope stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145, 43-60.
- Benest, M., 1985. Evolution de la plate-forme de l'Ouest Algérien et du Nord-est Marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du crétacé : stratigraphie et milieux de dépôt et dynamique sédimentaire. *Document du laboratoire de Lyon*. Fasc.1n95.
- Benest, M., Atrops, F., Almeras, Y., Benosmane, B., 1990. Découverte et dynamique d'une transgression au Callovien sur le socle tardihercynien dans le domaine sud-tellien (Ouarsenis-Algérie) *Compt Rendus Acad Sci Paris* 313 (13); 1555-1562.
- Benhamou, M., 1996. Evolution tectono-eustatique d'un bassin de la Téthys maghrébine: L'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen. *Thèse. Doct. Etat*. Univ. Oran, 434 p., 139 fig., 27 pl.
- Benosmane. B., 1990. Le Jurassique supérieur de la région de Tiaret (Algérie): Stratigraphie et faunes d'ammonites. *Thèse Doct*. Univ. Lyon, 204 p.
- Blomeier, D.P.G., Reijmer, J.J.G., 1999. Drowning of a Lower Jurassic carbonate platform: Djbel Bou Dahar, High Atlas, Morocco. *Facies* 41, 81–110.
- Bouillin.JP., Raoul. JF., 1971. Présence sur le socle kabyle du Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs ; Le Numédien peut-il être néo-autochtone ?. *Bull. Soc. Géol. France*, 13 (3-4), pp. 338-359., 8. fig.
- Caire. A., Mattauer, M., 1953a. Note préliminaire sur la nappe de glissement medjanienne du Tell algérien méridional. *C. R. Ac. Sc.*, t. 237, pp. 653-657.
- Caire, A., Glangeaud, L., Mattauer. M., Polvêche. J., 1953b. Essai de coordination de l'autochtone et de l'allochtone dans l'Atlas tellien de l'Algérie centrale. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), t. 3, pp. 941-972.

- Castro, J.M., de Gea, G.A., Ruiz-Ortiz, P.A., Nieto, L.M., 2008. Development of carbonate platforms on an extensional (rifted) margin: the Valanginian–Albian record of the Prebetic of Alicante (SE Spain). *Cretaceous Research* 29, 848–860.
- Cecca, F., Martin Garin, B., Marchand, D., Lathuiliere, B., Bartolini, A., 2005. Paleoclimatic control of biogeography and sedimentary events in Tethyan and peri-Tethyan areas during the Oxfordian (Late Jurassic). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 222 (1-2), 10-32.
- Coimbra, R., Immenhauser, A., Olóriz, F., 2009. Matrix micritized $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ reveals syndepositional marine lithification in Upper Jurassic Ammonitico Rosso limestones (Betic Cordillera, SE Spain). *Sedimentary Geology* 219, 332–348.
- Deleau, P., 1938. Etude géologique des régions de Jemmapes, hammam Meskhoutine et du Col des Oliviers. *Bull. Serv. Géol*, 2^e série, n° 14, Alger, Carbonel, 583 p., 33 fig., atlas, 43 fig.
- Dromart, G., Garcia, J.-P., Picard, S., Atrops, F., Lécuyer, C., Sheppard, S.M.F., 2003. Ice age at the Middle-Late Jurassic transition? *Earth Planet. Sci. Lett.* 213, 205-220. [http://dx.doi.org/10.1016/S0012-821X\(03\)00287-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0012-821X(03)00287-5).
- Embry A.F. & Klovan, J.E. 1971. A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, N.W.T. *Bulletin of Canadian Petroleum geology*, v.19, p. 730-781.
- Fabbi, S., Santantonio, M., 2012. Footwall progradation in syn-rift carbonate platform-slope systems (Early Jurassic, Northern Apennines, Italy). *Sedimentary Geology* 281, 21–34.
- Fallot, P., 1952. Sur la partie occidentale de la zone marno-schisteuse du Rif. Espagnol. *Atti del VII Conv. Na. Mel. Del. Petrolio*, Toarmina, Sez1, 11 pl.
- Farinacci, A., Malantrucco, G., Mariotti, N., Nicosia, U., 1981a. Ammonitico Rosso facies in the framework of the Martani Mountains paleoenvironmental evolution during Jurassic. In: Farinacci, A., Elmi, S. (Eds.), Rosso Ammonitico Symposium Proceedings, Tecnoscienza, Roma, pp. 311–334.
- Farinacci, A., Mariotti, N., Nicosia, U., Pallini, G., Schiavinotto, F., 1981b. Jurassic sediments in the UmbroMarchean Apennines: an alternative model. In: Farinacci, A., Elmi, S. (Eds.), Rosso Ammonitico Symposium Proceedings, Tecnoscienza, Roma, pp. 335–398.
- Fenet, B., Magné, J., 1973. Aperçu sur le bassin miocène synchro-nappes et les conditions de mise en place des unités allochtones dans les Monts de Tessala Dép. d'Oran, Algérie). *B. S. G. F.*, (7), XV, n03-4, pp. 345-351.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, 2nd edition. *Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg.

- Folk, R.L. 1959. Practical petrographic classification of limestones. *Bulletin American Association of Petroleum Geologists*, v. 43, p. 1-38.
- Friedman, G.M. (1965). Terminology of Crystallization Textures and Fabrics in Sedimentary Rocks. *Journal of Sedimentary Research*, 35, 643-655.
- Gammon, P.R., James, N.P., Pisera, A., 2000. Eocene spiculites and spongolites in southwestern Australia: not deep, not polar, but shallow and warm. *Geology* 28, 855–858.
- Gentil, L., 1902. Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna. *Bull. Serv. Carte. géol. Alger.*, 2^{èmes}és. N° 4 et these Sci. Paris.
- Glangeaud, L., 1951. Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographique de la méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Géol. France*, (6), t. I, pp. 735-276.
- Goguel, J., 1952. Traité de tectonique. (éds.). *Masson et Cie*, Paris.
- Guardia, P., 1975. Géodynamique de la marge alpine du continent africain après l'étude de l'oranie nord occidentale (relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe et l'avant pays atlasique). *Thèse, Es-Sci*, Nice, 289 p.
- Haq, B. U., 2018. Jurassic sea-level variations: a reappraisal. *GSA Today* 28, 4-10.
- Haq, B. U., Hardenbol, J., Vail, P. R., 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* 235, 1156-1167.
- Hedberg, H., 1979. Guide stratigraphique international. Classification, terminologie et règles de procédure. *Doin (édit.)*, Paris, 233 p.
- Jenkyns, H.C. 1974. Origin of red limestones (Ammonitico-rosso, Knollenkalke) in the Mediterranean Jurassic ; a diagenetic model, Special Publication of *the international Association of Sedimentologists* (1974) 1, 249-271.
- Jenkyns, H.C., 1991. Impact of Cretaceous sea level rise and anoxic events on the Mesozoic carbonate platform of Yugoslavia. *AAPG Bull.* 75, 1007–1017.
- Lokier S W, Al Junaibi M 2016: The petrographic description of carbonate facies: are we all speaking the same language? *Sedimentology* 63, 1843–1885.
- Lucas, G., 1952. Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. *XIX^{ème} Congr. géol. Int. Alger*, Monogr. Rég., n° 21, 139 p.
- Lucia, F.J. (1995). Rock-Fabric Petrophysical Classification of Carbonate Pore Space for Reservoir Characterization. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 79, 1275-1300.

- Machel, H.G., 2004. Concepts and models of dolomitization: a critical reappraisal. *Geol. Soc. Lond. Special Publ.* 235 (1), 7–63.
- Marino, M., Santantonio, M., 2010. Understanding the geological record of carbonate platform drowning across rifted Tethyan margins: Examples from the Lower Jurassic of the Apennines and Sicily (Italy). *Sedimentary Geology* 225, 116–137.
- Mattauer, M., 1958. Étude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie. Monographie Régionale* 17, 534.
- McKenzie, J.A., Hsu, K.J., Schneider, J.E., 1980. Movement of subsurface waters under the Sabkha, Abu Dhabi, UAE, and its relation to evaporative dolomite genesis.
- Polvêche, J., 1960. Contribution à l'étude géologique de l'Ouarsenis Oranais. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 24, 577p.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In W.E. Ham (editor), *Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir* 1, p. 108-12.
- Raif, K. Cemil, Y., 2009. Lithostratigraphy, facies and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gumushane area, NE Turkey: implication for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. *J Asian Earth Sci* 34:586-598.
- Rais, P., Louis-Schmid, B., Bernasconi, S.M., Weissert, H., 2007. Palaeoceanographic and palaeoclimatic reorganization around the Middle–Late Jurassic transition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 251, 527–546.
- Ramajo, J., Aurell, M., 2008. Long-term Callovian-Oxfordian sea-level changes and sedimentation in the Iberian carbonate platform (Jurassic, Spain): possible eustatic implications. *Basin Research*. 20, 163e184.
- Ranoux, J., 1952. Étude géologique du Djebel Bechtout. *Bull. Serv. Carte. Geol. Algérie. Trav. Alger* 3, 177-188, 1 fig., 1 carte.
- Reolid M., Rivas, P; Rodriguez Tovar, FJ 2015 ;Toarcian ammonitico rosso facies from the South Iberian Paleomargin (Betic Cordillera, southern Spain): paleoenvironmental reconstruction, *Facies* 61:22.
- Sadji, R., 2021. Calcaires noduleux rouges du Jurassique supérieur (Ammonitico Rosso) du domaine tellien externe (Algérie NW) : approches sédimentologique, bio-chimiostratigraphique et paléoclimatique. *Thèse.Doct .Univ. Oran*, 136p, 59 fig.

- Sadji, R., Munnecke, A., Benhamou, M., Alberti, M., Belkhedim, S., Ramdane, N., 2021. Late Jurassic temperatures for the southern Tethyan margin based on belemnites $\delta^{18}\text{O}$ from the Ouarsenis Mountains, northwestern Algeria. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 566, 1–18.
- Said, L., Rabeh, A., Jamila, R., Moncef, M., 2013. A transition from carbonate shelf to pelagic basin environments of deposition: rifting and depositional systems in the Jurassic northeastern Tunisia. *AAPG Bulletin*, V. 97, n0.7, pp. 1051-1070.
- Santantonio, M., 1993. Facies associations and evolution of pelagic carbonate platform/basin systems: examples from the Italian Jurassic. *Sedimentology* 40, 1039–1067.
- Santantonio, M., 1994. Pelagic carbonate platforms in the geologic record: their classification, and sedimentary and paleotectonic evolution. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 78, 122–141.
- Santantonio, M., Carminati, E., 2011. Jurassic rifting evolution of the Apennines and Southern Alps (Italy): parallels and differences. *Geological Society of America Bulletin* 123, 468–484.
- Schlager, W., 1981. The paradox of drowned reefs and carbonate platforms. *GSA Bulletin* 106, 1143–1157.
- Schlager, W., 1989. Drowning unconformities on carbonate platforms. In: Crevello, P.D., Wilson, J.L., Sarg, J.F., Read, J.F. (Eds.), *SEPM Spec. Publ: Controls on Carbonate Platforms and Basin Development*, 44, pp. 15–25.
- Schlager, W., Camber, O., 1986. Submarine slope angles, drowning unconformities, and self-erosion of limestone escarpments. *Geology* 14, 762 – 765.
- Soussi, M., Ben Ismail, M.H., 2000. Platform collapse and pelagic seamount facies: Jurassic development of central Tunisia. *Sedimentary Geology*. 133, 93–113.
- Sun, S.Q., 1995. Dolomite reservoirs: porosity evolution and reservoir characteristics. *AAPG Bulletin* 79, 186–204.
- Tchoumatchenco, P., 1994. Brachiopodes Jurassiques du Kef Sidi Amar-massif culminant de l’Ouarsenis (Algérie du nord). *Geologica. Balcanica* 24 (1) : 25-61.
- Tchoumatchenco, P., Khrishev, K., 1992. Le Jurassique dans les Monts de Tiaret de de l’Ouarsenis occidental (Algérie). Stratigraphie. *Geologica. Balcanica* 22(5). 29-59.
- Tchoumatchenco, P., Nikolov, T., Kozhukharov, D., Benev, B., Gochev, P., Katzkov, N., Krishev, K., Moev, M., Nicolov, Z., Slavov, I., Tzankov, T., Zidarov, N., 1995. Le Crétacé inférieur dans le massif de l’Ouarsenis et les monts de Tiaret (Algérie du Nord). *Geologica. Balcanica* 25 (2), 27-59.

- Vera, J-A., 2001. Evolution of the South Iberian continental margin. *Mémoires Du Muséum National D'histoire Naturelle* 186: 109–143.
- Warren, J., 2000. Dolomite: Occurrence, evolution and economically important associations. *Earth Science Reviews* 52:1–81. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(00\)00022-2](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(00)00022-2).
- Wierzbowski, H., Dembicz, K., Praszkie, T., 2009. Oxygen and carbon isotope composition of Callovian-Lower Oxfordian (Middle-Upper Jurassic) Belemnite rostra from Central Poland: a record of a Late Callovian global sea-level rise? *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 283, 182–194.
- Yoo, C.M., Lee, Y. Il, 1998. Origin and modification of early dolomites in cyclic shallow platform carbonates, Yeongheung Formation (middle Ordovician), Korea. *Sedimentary Geology* 118, 141–157.
- Zenger, D.H., Dunham, J.B., Ethington, R.L. (1980.), Concepts and Models of Dolomitization. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Special Publications vol. 28, pp. 11–30.
- Ziegler, P.A., 1989. Evolution of the Arctic-North Atlantic Rift System. In: Earthquakes at North-Atlantic Passive Margins: Neotectonics and Postglacial Rebound. NATO ASI Series (*Series C: Mathematical and Physical Sciences*), vol 266. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-2311-9_3



Listes des figures et tableaux



Liste des figures

- Fig. 1 : (A) Carte paléogéographique de la Téthys occidentale pendant le Jurassique supérieur (Oxfordien) Modifié, étoile rouge : position de l'Algérie ;(B) Carte géographique de l'Algérie ; (C) Délimitation géographique des Monts de l'Ouarsenis selon le B.N.E.D.R (Bureau National d'Étude pour le Développement Rural) ; (D) Les limites géographiques de l'Ouarsenis et la localisation des coupes étudiées ; (1) Bechtout, (2) Bou Rheddou. 03
- Fig. 2 : Extrait de la carte géologique interprétative de Tiaret 1/20000 (la feuille NI-31-XX), Modifiée. Publiée par l'A.N.R.H (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques)... 04
- Fig. 3 : Colonne lithostratigraphique synthétique de la région d'étude (Bechtout et Bou Rheddou).(Sadji, 2021). 05
- Fig. 4 : Schéma structural (unités structurales) du Tell (*in.* Benhamou 1996). 08
- Fig. 5 : La formation de calcaire du Bechtout, Callovien : (A) Vue panoramique rhyolite (Viséen) et calcaire du Bechtout, coupe de Bechtout ; (B) Contact rhyolite et conglomérat, coupe de Bechtout ; (C) Dolomie massif jaunâtre, coupe de Bou Rheddou ; (D) La partie médiane de calcaire du Bechtout, coupe de Bechtout ; (E) Calcaire micritique massif grisâtre à bleuâtre, la partie supérieure de calcaire du Bechtout, coupe de Bechtout ; (F) calcaire micritique à rostre de bélemnite, coupe de Bechtout. (G) Packstone avec des ooïdes et péloïdes et avec des foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) et Ostracode, coupe Bechtout ; (H) Mudstone à péloïdes foraminifère planctoniques (*Globuligerina*), coupe Bou Rheddou. 15
- Fig. 6 : La formation d'ammonitico rosso de Frid, Oxfordien moyen : (A) La limite Callovien-Oxfordien, Bou Rheddou ; (B) Le faciès ammonitico rosso rouge, montre des nodules jointifs reliées par une micrite rouge ; (C) Bélemnite; (D) Ammonite (*Lythoceras*). 17
- Fig. 7 : Les ammonites de l'Oxfordien moyen de la formation d'ammonitico rosso de Frid : (A) *Campilithes neoprotocerassp.* Zone à Plicatilis (Bechtout) ; (B) et (C) *Sowerbyceras Torisulcatium*, (collection de Sadji) ; (D) *Perisphinctes (dichotomeceras)* QUENSTEDT, Bou Rheddou (collection d'Atrops) ; (E) ammonites indéterminable ; (F) *Subdissosphinctes sp.* ; (G) fragment de *Passendorferia sp.*, Bechtout, ; (H) Fragment de *grygorecerassp.*, Bou Rheddou. 18

Fig.8 : Corrélation lithostratigraphique des deux coupes étudiées du Jurassique supérieur (Monts de l'Ouarsenis, Algérie NW).	20
Fig. 9 : La classification des roches carbonatées de Dunham (1962), complétée par, Embry & Klovan, (1972).	21
Fig. 10 : classification des textures des dolomies G.M. Friedman (1965).	22
Fig. 11 : Coupe lithostratigraphique (Callovien- Oxfordien) de la succession carbonatée de Bou Rheddou. (A) Bancs dolomitiques massifs jaunâtres (Callovien), (B) Ammonitico rosso calcaire (Oxfordien moyen), (C) Ammonitico rosso marneux (marnes et calcaires rouges) Oxfordien supérieur, (D) Grès massif jaunâtre (la base du Kimméridgien).	24
Fig. 12 : Dolomies de Bou Rheddou d'âge Callovien ; la partie basale de la formation de Calcaire de Bechtout. (A) Bancs massifs épais à très épais jaunâtres ; (B) Banc d'épaisseur moyenne ; (C) des petits cristaux et une porosité intercrystalline (échantillon N° 1) ; (D) des cristaux de dolomie taille moyenne (échantillon N°2) ; (E) Dolomicrite, micrite, probablement, microbienne montre des pores remplies par des petits cristaux des dolomies microcristalline, (échantillon N° 3) ; (F) des cristaux de dolomie de taille moyenne et grossière (échantillon N° 4) ; (G) des cristaux de dolomie grossiers ; (H) dolomie avec des reliques de crinoïdes et une porosité intracrystalline (échantillon N°5).	25
Fig. 13 : Calcaire de Bou Rheddou la partie sommitale de la formation Calcaire de Bechtout. (A) packstone avec des ooïdes, péloïdes et oncoïdes (échantillon N°6), (B) wackestone à foraminifères planctonique et benthique (échantillon N°7) ; (C) wackestone à péloïdes, ooïdes micritisés et foraminifère benthique (échantillon N°8) ; (D) wackestone à foraminifères planctoniques, benthiques et gastéropodes (échantillon N° 9) ; (E) wackestone à petits oncoïdes micritiques, péloïdes et foraminifères planctoniques (échantillon N°10) ; (F) wackestone avec des péloïdes et Oncoïdes (échantillon N° 11); (G) mudstone à wackestone avec péloïdes et quelques foraminifères benthiques (échantillon N° 12) ; (H) mudstone avec péloïdes (échantillon N°13).	27
Fig. 14 : Coupe lithostratigraphique (Callovien-Oxfordien) de la succession carbonatée de Bechtout. (A) calcaire à oncoïdes ; (B) oncoïdes détachés ; (C) dolomie massive jaunâtre ; (D) calcaire micritique grisâtre à bleuâtre.	29

Fig. 15 :(A) packstone avec des péloïdes, cortoides, oncoïdes et foraminifères benthiques ; (B) wackestone avec des péloïdes ; (C) wackestone à packstone avec des péloïdes et silt vadose ; (D) wackestone à packstone à spicules d'éponge et des cyanobactéries. 30

Fig. 16 : (A) mudstone avec des foraminifères planctoniques et quelques péloïdes ; (B) wackestone à packstone avec des foraminifères benthiques, quelques bioclastes et lithoclastes/nodules ; (C) wackestone avec des petits oncoïdes micritiques, foraminifères benthiques et bioclastes ; (D) mudstone à foraminifères planctoniques (*Globuligerina*) dans une micrite légèrement rougeâtre ; (E) mudstone avec des ammonites, (F) mudstone à silt vadose ; (G) mudstone à wackestone avec quelques oncoïdes micritiques (petite taille) et quelques foraminifères planctoniques ; (H) wackestone montre une micrite rouge avec les deux zones du faciès noduleux (zone nodulaire et internodulaire). 32

Liste des tableaux

Tab. 01 : tableau résume les différentes nomenclatures proposées pour le Jurassique supérieur du secteur d'étude..	13
Tab. 02: Classification des dolomies, les classes pétrophysiques de Lucia (1995).	22
