

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
Faculté de Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département de la Géologie  
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et de Paléoenvironnement



## Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master académique en Sciences de la Terre.

**Option :** Géologie des Bassins Sédimentaires.

**Thème :**

**Étude lithostratigraphique et pétrographique de la Formation des Marno-Calcaires de Bénia d'âge Pliensbachien-Toarcien des Monts du Nador, Tiaret, NW de l'Algérie.**

Présenté et soutenu par :

**Mr. BELLOUMOU Djamel Eddine.**

Devant la commission pédagogique composée de :

**Mr. BENDELLA M.** Professeur. Université d'Oran 2 ..... Président.

**Mr. SADJI R.** MCB. Université d'Oran 2 ..... Rapporteur.

**Mr. BOUALEM N.** MCA. Université d'Oran 2 ..... Examineur.

**ORAN 2024**

## AVANT-PROPOS

---

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude au directeur de ce mémoire, **Mr. SADJI Radouane**. (Maître de Conférences B à l'université d'Oran 2) qui m'a fait confiance en me proposant cette thématique forte intéressante, pour sa disponibilité malgré ses nombreuses obligations, et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Je le remercie pour son encouragements et de l'opportunité offerte afin d'élargir nos horizons et voir les choses différemment.

J'adresse mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance à **Mr. BENDELLA Mohammed** (Professeur à Université d'Oran 2) pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury, et pour les encouragements durant mon cursus universitaire, ses conseils et son aide à la détermination et l'interprétation des traces fossiles.

J'exprime mes sincères remerciements à **Mr. BOUALEM Noureddine**. (Maître de Conférences A à l'université d'Oran 2) d'avoir accepté d'examiner ce travail malgré ses nombreuses préoccupations, et pour leurs encouragements durant la mission de terrain et mon cursus universitaire.

Je souhaite particulièrement remercier Mr. **OUALI MEHADJI Aek** et Mr. **BELKHEDIM Salim**. Qui n'ont jamais cessés de me soutenir et de m'encourager durant la réalisation de ce travail.

Mes profonds remerciements s'adressent à Mr. **BOUZA Hocine** et Mme. **LEFTAS Houaria** pour leur soutien inestimable durant la phase de collection des données bibliographiques et la réalisation de mes lames minces dans l'Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.

Enfin, je remercie tous(tes) mes collègues de promotion pour leur soutien.

Merci à tous

**BELLEMOU Djamel**

---

## DÉDICACES

---

Je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce travail de près ou de loin.

Je dédie ce mémoire :

À **mes parents**, et mon **cher grand père** Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

À **mes frères** : Sid Ahmed et Abdelkader

À **ma chère sœur** Rayhana

Il m'est agréable de remercier l'ensemble de **mes enseignants** sans citer les noms, qui m'ont aidé et suivie depuis ma première année de mes études universitaires.

Je tiens à remercier vraiment **mes camarades**, qui m'ont apporté le soutien nécessaire quand j'en avais besoin.

À **mes amis** proches pour ces soutiens moraux et leurs conseils précieux tous au long de mes études. À toutes personnes que j'aime beaucoup

Et toute la famille **BELLEMOU**.

---

## RÉSUMÉ

---

La Formation des Marno-calcaire de Bénia des monts Nador (nord-ouest de l'Algérie) a été étudiée pour ses aspects lithologiques et sédimentologiques. Cette Formation a été attribuée au Pliensbachien-Toarcien, lithostratigraphiquement cette Formation a été subdivisée en quatre membres; membre 1 : du Pliensbachien supérieur (Zone à *Emaciatum*) : il correspond à une alternance de marnes et de calcaires serrée puis dilatée, membre 2 : correspond à des marnes jaunâtres, ce membre est attribué au Toarcien inférieur (Zone à *Polymorphum-Levisoni*), membre 3 d'âge Toarcien inférieur (Zone à *Levisoni*) : ce membre est représenté par une alternance de calcaire et de marne rouge (Ammonitico-Rosso marneux). Tandis que, le quatrième membre d'âge Toarcien moyen à supérieur, est représenté par des calcaires bleuâtres alternant avec des marnes.

L'étude pétrographique a révélé des textures mudstone à packstone avec des ammonites, des bélemnites, des radiolaires, des filaments et des fragments de *Saccocoma*, associés à une faune benthique. Cette faune est représentée par des foraminifères et des ostracodes. La sédimentation s'est produite dans un environnement purement pélagique (plate-forme externe/pente). Au cours de la période Pliensbachien-Toarcien, la sédimentation a connu des épisodes de croissance et de diminution de production carbonatée..

**Mots-clés :** Algérie, Nador, Bénia, Ammonitico-Rosso, Pliensbachien-Toarcien, Téthys.

---

## ABSTRACT

---

The Marno-calcaire de Bénia Formation from Nador Mountains (north-western Algeria) has been studied for its lithological and sedimentological aspects. This formation has been ascribed to the Pliensbachian-Toarcian age, lithostratigraphically it has been subdivided into four members; member 1: of upper Pliensbachian (Emaciatum Zone): it corresponds to a marl limestone alternation, member 2: corresponds to yellowish marl, this member is ascribed to the lower Toarcian (Polymorphum-Levisoni Zone), member 3 of lower Toarcian age (Levisoni Zone): this member is represented by red marl limestone alternation (marly Ammonitico-Rosso). Whereas, the fourth member of middle to upper Toarcian age, is represented by blueish limestone alternating with marl.

The petrographic study revealed mudstone to packstone textures with ammonites, belemnites, radiolarian, filaments, and *Saccocoma* fragments, associated accessory with benthic fauna. These later are represented by foraminifers and ostracods. The sedimentation occurred in a fully pelagic environment (external platform to slope). During the Pliensbachian-Toarcian time span, sedimentation experienced episodes of carbonate production growth and demise.

**Keywords:** Algeria, Nador, Bénia, Ammonitico-Rosso, Pliensbachian-Toarcian, Tethys.

---

## SOMMAIRE

PRÉAMBULE.

DÉDICACES.

RÉSUMÉ.

ABSTRACT.

SOMMAIRE.

### Chapitre premier : Généralités.

<b>I. Introduction</b>	<b>01</b>
<b>II. Cadre géographique</b>	<b>01</b>
<b>II.1. Cadre géographique général</b>	<b>01</b>
<b>II.2. Cadre géographique local</b>	<b>02</b>
<b>III Cadre géologique</b>	<b>04</b>
<b>IV. Le cadre stratigraphique</b>	<b>05</b>
<b>IV.1. Le Trias</b>	<b>05</b>
<b>IV.2. Le Jurassique jusqu'au Crétacé</b>	<b>07</b>
<b>V. Le cadre structural</b>	<b>10</b>
<b>V.1. Les accidents transversaux subméridiennes</b>	<b>10</b>
<b>V.2. Les accidents de direction atlasique</b>	<b>10</b>
<b>V.3. Des cassures de direction NW-SE</b>	<b>10</b>
<b>VI. Historiques des travaux</b>	<b>11</b>
<b>VII. Matériels, méthodes et objectifs</b>	<b>15</b>
<b>VII.1. Étude bibliographique</b>	<b>15</b>
<b>VII.2. Travail de terrain</b>	<b>15</b>
<b>VII.3. Travail du laboratoire</b>	<b>16</b>
<b>VII.4. Objectif d'étude</b>	<b>16</b>

## Chapitre deuxième : Lithostratigraphie.

<b>I. Introduction</b>	18
<b>II. Historique des travaux</b>	18
<b>III. Localisation des coupes</b>	19
<b>III.1. La première coupe</b>	19
<b>III.2. La deuxième coupe</b>	19
<b>III.3. La coupe de référence</b>	19
<b>IV. Description lithostratigraphique</b>	19
<b>IV.1. La première coupe</b>	20
<b>IV.1.1. Membre 1</b>	20
<b>IV.1.2. Membre 2</b>	20
<b>IV.1.3. Membre 3</b>	23
<b>IV.1.4. Membre 4</b>	23
<b>IV.2. La deuxième coupe</b>	27
<b>IV.2.1. Membre 1</b>	27
<b>IV.2.1.1. Partie basale</b>	27
<b>IV.2.1.2. Partie sommitale</b>	27
<b>IV.2.2. Membre 2</b>	29
<b>IV.2.3. Membre 3</b>	29
<b>V. Conclusion</b>	32

## Chapitre troisième : Tectonique et tectogenèse.

<b>I. Introduction</b>	34
<b>II. Classifications des roches carbonatées</b>	34

<b>III. Description microscopique (Coupe 1)</b>	.....	<b>35</b>
<b>III.1. Membre 1</b>	.....	<b>35</b>
<b>III.2. Membre 2</b>	.....	<b>36</b>
<b>III.3. Membre 3</b>	.....	<b>39</b>
<b>III.4 Membre 4</b>	.....	<b>39</b>
<b>IV. Description microscopique (Coupe 2)</b>	.....	<b>41</b>
<b>V. Discussion</b>	.....	<b>43</b>
<b>VI. Conclusion</b>	.....	<b>47</b>
<b>Conclusion générale.</b>		
<b>Conclusion générale</b>	.....	<b>48</b>
<b>Références bibliographiques.</b>		
<b>Références bibliographiques</b>	.....	<b>50</b>

**LISTE DES FIGURES**

**LISTE DES TABLEAUX**



---

# **Premier chapitre**

## **Généralités**

---



## I. Introduction

Située dans les Monts du Nador (Tiaret, Algérie nord occidentale), la coupe de Bénia offre un intérêt particulier pour l'étude du passage Pliensbachien-Toarcien.

La Formation des « Marno-calcaires de Bénia » dans le secteur de Djebel Es Saffeh, correspond à une sédimentation carbonatée, caractérisée essentiellement par des alternances marno-calcaires. L'enchaînement lithostratigraphique montre l'empilement de quatre membres, la limite Pliensbachien-Toarcien se situe précisément dans le deuxième membre. Elle s'est avérée très importante car dans la littérature et dans plusieurs régions de la Méditerranée (Téthys occidentale), plusieurs auteurs signalent un événement anoxique (e.g. [Hallam, 1997](#); [Hardenbol et al. 1998](#), [Ait-Itto et al. 2016](#)). Cet événement caractérisé par l'absence d'oxygène dans les bassins de la Téthys occidentale (**Oceanic Anoxic Event, OAE**).

## II. Cadre géographique

### II.1. Cadre géographique général

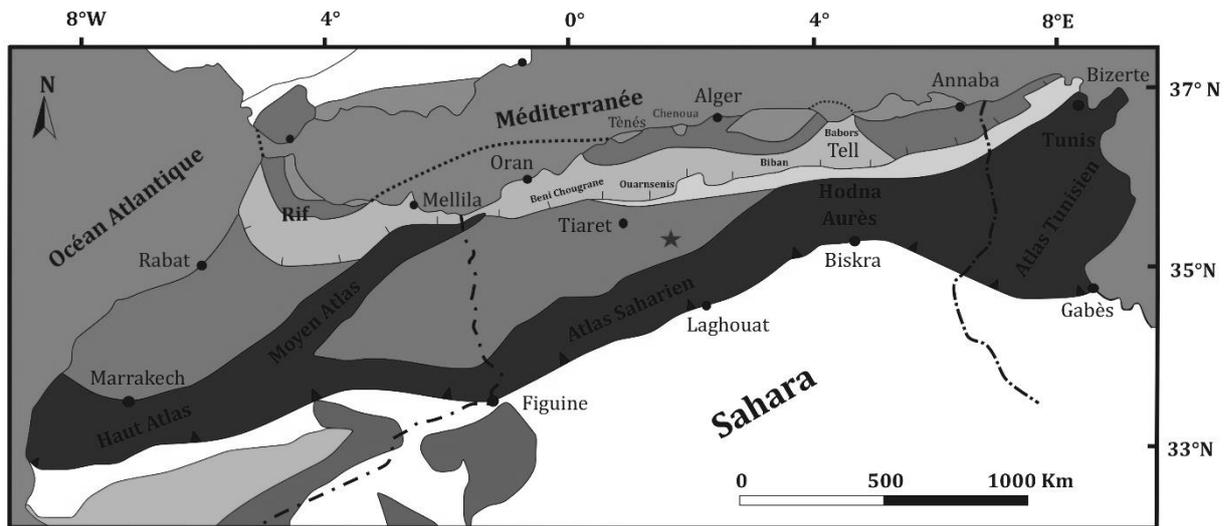
Les Monts du Nador sont situés à environ 256 Km au sud-est de la ville d'Oran, et à 40 km au SE de la ville de Tiaret. Ils sont limités au NW par le plateau de Sersou et au SE par le plateau d'Aïn Taga ([Fig.2](#)). Ces Monts font partie des hautes plaines Orano-algériennes ([Fig.1](#)), elles correspondent à une succession de chaînes de montagnes orientées SW-NE et s'étendant sur 45 Km environ depuis le Djebel Goudjila à l'Est jusqu'au Djebel En Nadour à l'Ouest ([Fig.2](#)).

Cette chaîne de montagne est subdivisée structurellement en trois principaux ensembles de chaînon ([Fig.5](#)), allongés selon trois directions principales ([Ouared, 1987](#)) :

- i- *Le chaînon oriental de « Bezzez »* ayant une direction WSW-ENE, et présentant une succession de lignes de reliefs ([Fig.2](#)) : Djebel El Medloun (1385 m) ; Djebel Chemeur (1500 m) ; Djebel Harchaou oriental (1380 m) et Djebel Goudjila (1232 m).
- ii- *Le chaînon central « Harmela »* de direction SSW-NNE, il comprend une série de montagnes de direction N 30° à N 50° ([Fig.2](#)), qui sont: Djebel Harchaou occidentale (1479 m) ; Djebel Es Saffeh (1475 m) ; Djebel Feratis (1494 m) et Djebel Sekouma (1371 m).

iii- *Le chaînon occidental « Beloulid »* de direction N.70°E, il est formé par plusieurs reliefs (Fig.2) : Djebel En Nadour (1455 m) ; Djebel Ben En Nsour (1474 m) ; Djebel Rekkbet Er Retem (1428 m).

Le réseau hydrographique est bien développé sur le flanc sud du Djebel Reknet Er Retem (Oued Souslem, Oued Bou Loual et Oued El Faïdja) (Fig.2).



La légende:

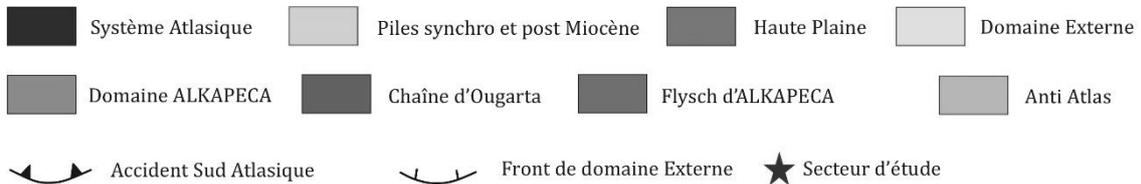


Fig. 1 : Grands traits géographiques de la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985).

## II.2. Cadre géographique local

Le secteur d'étude s'inscrit dans la partie Nord-Est de Djebel Es Saffeh, il se situe à 5 km environ au Nord du village de Faïdja et à 40 km environ au SE de la ville de Tiaret. Il est limité au Nord par Djebel Harchaou et Djebel Feratis, au Sud par le village et la vallée de Faïdja (Ex Bénia), à l'Ouest par la route Sougeur- Faïdja et à l'Est par Marabout de Sidi Saâdoune et le Djebel Chemeur (Fig.2).

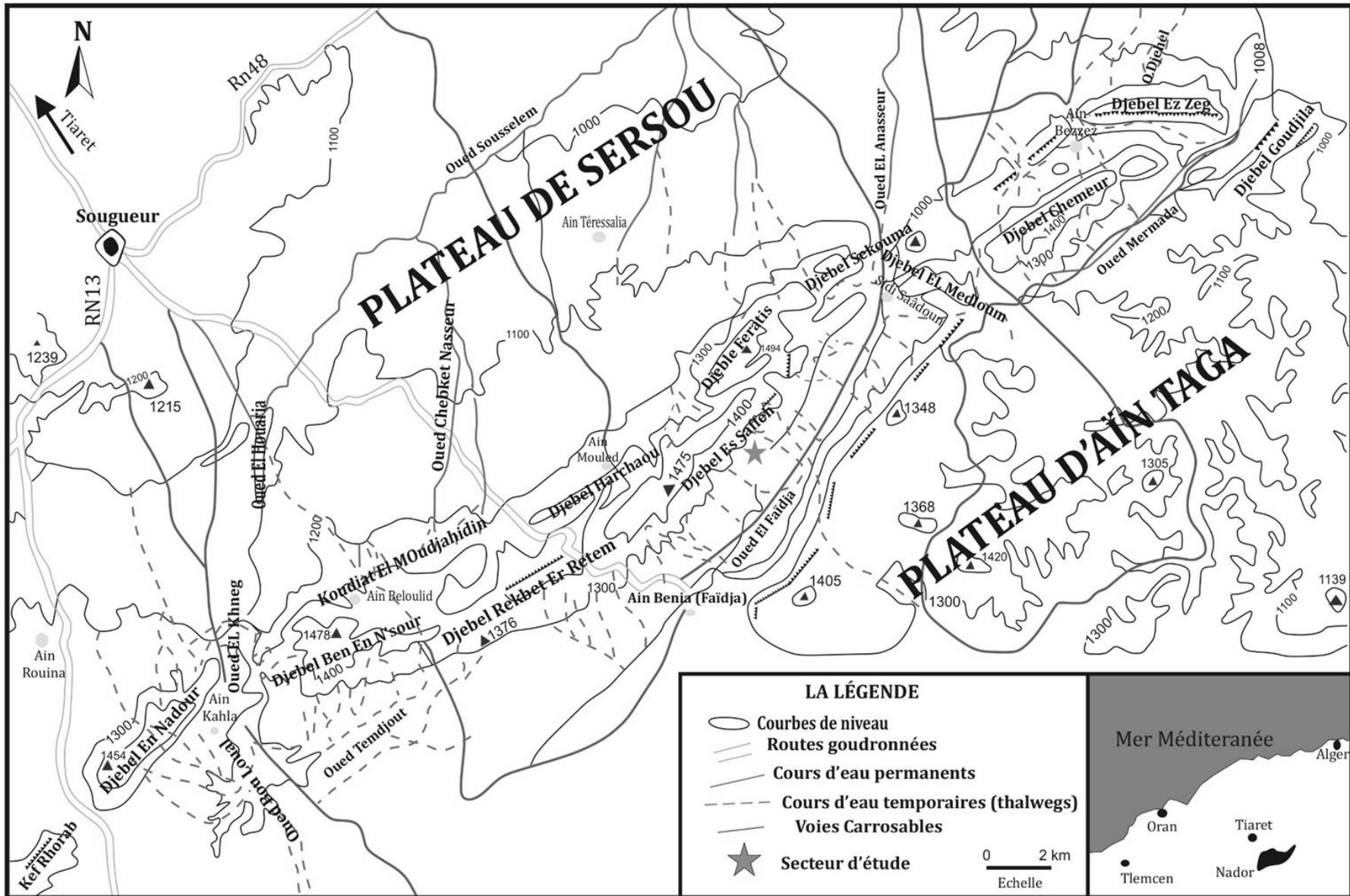


Fig.2 : Situation géographique des Monts du Nador (Ouaed, 1987) (modifiée).

### III Cadre géologique

Les Monts du Nador correspondent à un domaine mixte (Fig. 5) appelé communément, le domaine pré-atlasique (Caratini, 1970 ; Guiraud, 1973 ; Elmi, 1978-1984) ou atlasico-tlemcenien (Ouared, 1987), qui est bordé au Sud par les Hautes Plaines oranaises et au Nord par le plateau de Sersou, au SE par le domaine atlasique et à l'Ouest par le Domaine tlemcenien.

Ces Monts montrent une série de reliefs alignés SW-NE qui s'étalent sur environ 40 km de longueur ayant un âge jurassique:

- I. *La Chaîne du Nador* : un anticlinal à cœur dominé par les terrains triasique et liasiques (Jurassique inférieur) généralement déversé vers le NW et occupe la partie méridionale. La partie septentrionale correspond un bon développement de la série Jurassique moyen jusqu'au Crétacé inférieur (Elmi et al. 1974).
- II. *La vallée de Faïdja* : Elle est occupée par les terrains détritiques du Jurassique supérieur (Oxfordien). Ces terrains sont parfois marqués par des dépôts carbonatés avec une faible couverture du Miocène et du Plio-Quaternaire.
- III. *Le plateau d'Aïn Taga* : il est dominé par des formations dolomitico-calcaires. Ces derniers sont affleurés au flanc méridional de la structure anticlinale du Nador et montrant une vaste extension vers le Sud.

Selon la lithologie, le Jurassique est subdivisé en trois groupes (Deleau, 1948 ; Auclair et al. 1967 ; Augier, 1967 ; Caratini, 1970 ; Ouared, 1987) :

Le groupe carbonaté inférieur : Jurassique inférieur-Jurassique moyen (Caratini, 1970), Ce groupe est représenté par quatre formations essentiellement carbonatée :

- *La Formation des Dolomies de Bou-Loual* qui occupe le cœur de l'anticlinal du Nador, cette Formation s'étend du Hettangien jusqu'au Sinémurien supérieur.

- *La Formation des Calcaires à silex inférieurs de sidi Laoumi*, d'âge Pliensbachien inférieur.

- *La Formation des Marno-calcaires de Bénia*. Elle appartient probablement au Pliensbachien supérieur jusqu'au Toarcien supérieur.

-En fin le groupe est couronné par *la Formation des Calcaires à filaments du Nador* d'âge Aalénien inférieur-Callovien moyen.

La limite supérieure est marquée par un changement lithologique très net, il est traduit par la disparition des faciès carbonatés et l'apparition des faciès détritiques.

Le groupe détritique intermédiaire (Callovien supérieure -Kimméridgien): il représenté par les deux formations silico-clastiques :

- *La Formation des Grès de Sidi Saâdoun*. Elle pourrait être rattachée au Callovien supérieur jusqu'au l'Oxfordien moyen.

- *La Formation des Argiles de Faïdja*. Cette Formation a été attribuée au l'Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur.

Le groupe carbonaté supérieur : occupé par la série carbonatée d'Aïn Taga d'âge Kimméridgien supérieur à Valanginien *proparte* (Caratini, 1970), à faciès essentiellement carbonaté, formant le monoclinal à pente faible du plateau d'Aïn Taga.

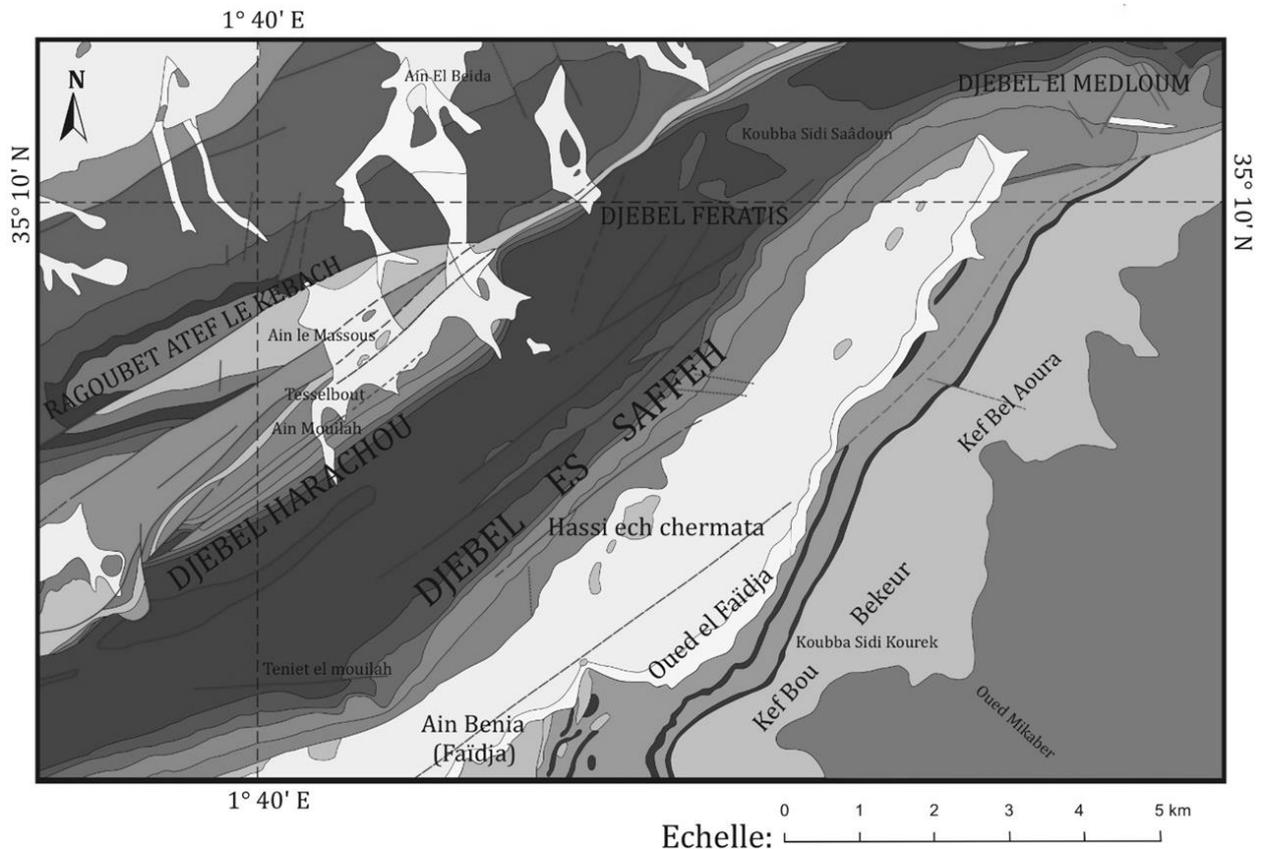
### IV. Le cadre stratigraphique

Dans les Monts du Nador, le Jurassique est caractérisé par des faciès généralement carbonatés (dolomies, calcaires et marnes), parfois par des formations détritiques (Fig. 4). Selon (Caratini, 1970), la série stratigraphique des Monts du Nador montre de bas en haut :

#### IV.1. Le Trias :

Le Trias est dominé essentiellement par des argiles rouges violacés, schistes rouges, des gypses, cargneules, sel gemme, avec des grès rouges et des calcaires jaunes. Ces faciès n'apparaissent qu'au centre de l'axe du Nador en position normale dans la boutonnière du Djebel Es Saffeh et au Sud de la maison forestière d'Harmela (le Sud de Sougueur).

Le contact Trias-Lias inférieur est marqué par une zone bréchique indiquant une limite tectonique. (Ouard, 1987).



## Légende:

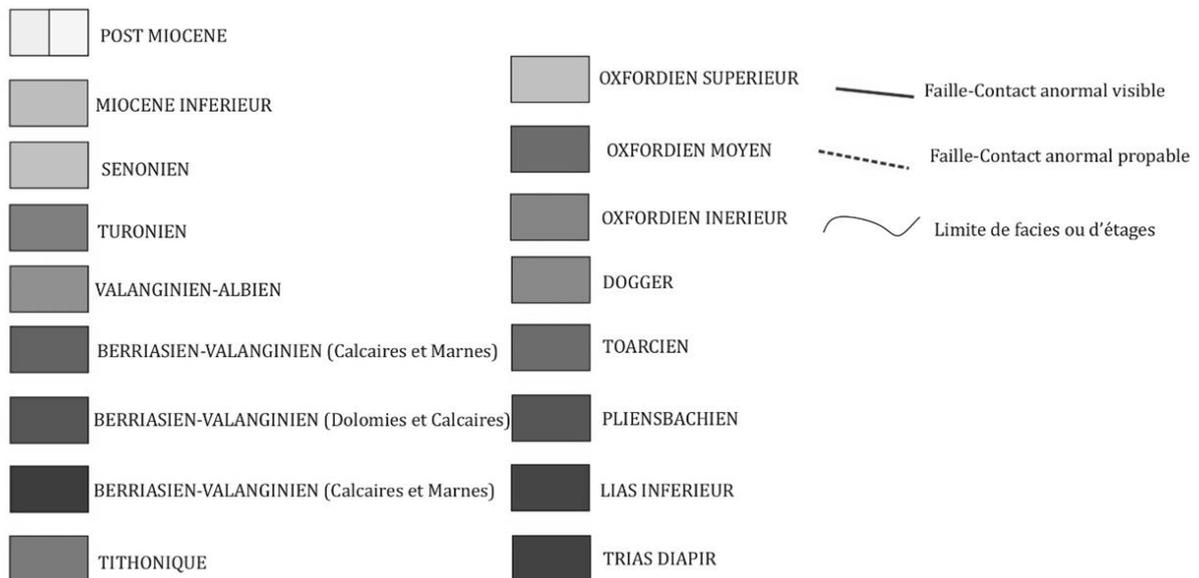


Fig. 3 : Extrait de la carte géologique (SAHARI, 248) 1/ 50 000. Établie en 1969, publiée en 1980 par la sous-direction de la géologie.

## IV.2. Le Jurassique jusqu'au Crétacé

De bas en haut, on observe :

1. *La Formation des Dolomies de Bou-Loual* (Caratini, 1970) : elle correspond à une série dolomitique épaisse, représentée généralement par des dolomies calcarifères cristallines à microcristallines, gris bleu, en gros bancs épais et bien litées (Caratini, 1970). Cette Formation se repose d'une façon normale sur les argiles gypseuses du Trias qui permettent l'attribution d'un âge Hettangien au Sinémurien supérieur. C'est aux environs de l'Ain Mouilah que l'on peut avoir le contact entre les dolomies liasiques du Djebel Saleh et les termes plastiques du Trias.

2. *La Formation des Calcaires à silex inférieurs de Sidi Laoumi* (Caratini, 1970) : représentée par des calcaires marneux à silex, en petits bancs gris à bleu, suivant les plans de la stratification, cette Formation attribuée aux Pliensbachien inférieur.

3. La Formation Marno-calcaires de Bénia (Caratini, 1970) : dominée par une alternance marno-calcaires d'âge Pliensbachien supérieur au Toarcien supérieur (Caratini, 1970). Elle est subdivisée en cinq termes (terme « a » -terme « e ») (Caratini, 1970). Le terme « d » de cette Formation marque l'apparition du faciès « Ammonitico-Rosso » du Toarcien supérieur. (Elmi et al. 1974). Elmi et al. (1974) ont ajouté le terme « f » a restructuré (calcaires à *Zoophycos*) d'Age Toarcien supérieur et Aalénien. Cette Formation n'est guère visible dans le Djebel du Nador. Ce n'est qu'au Nord du four à chaux de Bénia (Caratini, 1970).

4. La Formation des Calcaires à filaments du Nador (Caratini, 1970) : d'âge Aalénien inférieur-Callovien moyen. Selon Caratini, 1970 elle est subdivisée en deux parties:

- Partie inférieure : elle correspond à des calcaires gris bleu, à petites dalles de silex riche en *Zoophycos* et des bélemnites.
- Partie supérieure : formée par des calcaires légèrement marneux où les bélemnites sont abondantes alors que, les ammonites sont rares.

5. La Formation des Grès de Sidi Saâdoun (Atrops et Benest, 1981) : cette Formation est annoncée par l'apparition des dépôts silico clastiques d'âge Callovien supérieur- Oxfordien moyen, elle est constituée par des bancs métriques de grès roux ou blanc. Cette Formation est bien visible dans la cluse de la vallée du Faïdja à proximité du Marabout de Sidi Saâdoun et s'étend sur environ une centaine de mètres.

6. La Formation des Argiles de Faïdja d'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur : définie par (Augier, 1967). Elle correspond à des argiles généralement verdâtres en affleurement à intercalations gréseuses, l'âge de cette Formation a été actualisé par (Bouchemla et al. 2020) au Kimméridgien inférieur à supérieur. Cette Formation est subdivisée en trois membres (Bouchemla et al. 2019) :

- Membre Argilo-gréseux de Faïdja: il est caractérisé par la présence des passées gréseuses, verts à la patine, avec la présence de figures de semelles telles que les « flute- casts ».
- Membre Argilo-Calcaires de Bel Aoura: marqué par l'intercalation de quelques horizons marno-calcaires (Caratini, 1970 ; Atrops et Benest, 1981 ; Benest, 1985). Les niveaux marno-calcaires ont fourni une faune d'ammonite permettant d'attribuer un âge Kimméridgien inférieur à cette Formation (Atrops et Benest, 1981). Ces deux membres inférieurs sont corrélés avec la Formation des « Argiles de Saida ».
- située dans le domaine tlemcénien (Elmi et Benest, 1978).
- Membre Gréso-argileux de Douaouda : caractérisé par la dominance des barres gréseuses massives à quelques passées d'argiles, cette partie est l'équivalente à la Formation des Grès de Bou Médine dans la région de Tlemcen (Elmi et Benest, 1978 ; Mangold et al. 1974).

7. La série carbonatée d'Aïn Taga (Augier, 1967) : Dans les Monts du Nador le Kimméridgien supérieur jusqu'au Vallanginien (Caratini, 1970), la sédimentation est dominée par une série carbonatée (dolomitico-calcaires) qui surmonté la Formation précédente des « Argiles de Faïdja ». Cette série est représentée par trois formations (Elmi et Benest, 1978): La Formation Carbonatée d'Aïn Taga, la Formation des Dolomies de Tlemcen et la Formation des Calcaires de Remailia.

Age		Log	Formation	Description
Jurassique supérieur	Tithonien		série carbonatée d'Aïn Taga	série carbonatée (Dolomitico-calcaires)
	Kimméridgien		Argiles de Faïdja	Argiles verdâtres à intercalations gréseux. La partie médiane montre quelques horizons carbonatés
	Oxfordien		Grès de Sidi Saâdoun	Des bancs métriques de grès roux ou blanc
Jurassique moyen	Callovien		Calcaires à filaments du Nador	La base est occupée par des calcaires gris bleu, à petites dalles de silex, cette partie montre une abondance de <i>zoophycos</i> . Au sommet les calcaires devenant marneux à bélemnites
	Bathonien			
	Bajocien			
	Aalénien			
Jurassique inférieur	Toarcien		Marno-calcaires de Bénia	Alternance des calcaires avec les marnes. montre l'apparition de Ammonitico Rosso
	Pliensbachien		Calcaires à silex inférieurs de Sidi Laoumi	Des calcaires marneux à silex, en petits bancs gris bleu
	Sinemurien		Dolomies de Bou-Loual	Ce sont des dolomies calcarifères gris bleu, en gros bancs épais et bien litées
	Hettangien			
Trias				Grès, argiles et des évaporites

La légende:

	Les faciès rouges de Trias		Dolomie		Calcaire à silex		Calcaire à filaments
	Marne		Grès		Ammonitico Rosso		Calcaire
	Argile						

Fig. 4 : Colonne lithostratigraphique synthétique de la région d'étude (Monts du Nador) (Trias-Jurassique supérieur).

## V. Le cadre structural

Selon [Ouared, \(1987\)](#) trois lignes d'accidents majeurs caractérisent les Monts du Nador:

**V.1. Les accidents transversaux subméridiennes** ([Glangeaud, 1951](#)) : sont deux grandes transversales parallèles de direction N 10, qui ont situé entre les failles 3 et 4 ([Fig. 5](#)) selon les grands traits structuraux, du Nord-Ouest africain ([Elmi, 1978](#)). Elles correspondent à des décrochements dextres et sénestres ([Lucas, 1952 ; Caratini, 1970](#)) :

1 - Transversale de Theniet El Had : elle est marquée à la partie orientale du Djebel En Nador.

2 - Transversale d'El Bayadh-Tiaret : elle affecte la partie occidentale du Djebel En Nador et marque la frontière entre le domaine tlemcénien à l'Ouest et le domaine pré atlasique à l'Est ([Guiraud, 1973](#)).

- On peut distinguer trois principaux chaînons formés par Les accidents transversaux sub-méridiennes ([Fig. 5](#)) :

- a. Un chaînon oriental de « Bezzez » d'une direction WSW-ENE.
- b. Un chaînon médian représenté par « Harmela » de direction SSW-NNE.
- c. Un chaînon occidental représenté par « Beloulid » de direction N.70°E.

## V.2. Les Accidents de direction atlasique

Une famille d'accidents orientés NE-SW subdivisées en trois groupes subparallèles :

1- Un groupe qui sépare la chaîne du Nador et le Plateau de Sersou, il représente *le faisceau d'Ain El Adjar-El Kebar*.

2- Un groupe qui forme une limite entre les formations liasiques et celles du Jurassique supérieur correspondant au *faisceau de la zone de Harmela*.

3- Un groupe qui correspond à la limite entre la chaîne plissée du Nador et le Plateau d'Aïn Taga définissant ainsi Le faisceau de Faïdja.

## V.3. Des cassures de direction NW-SE

Elles affectent essentiellement les formations de la série carbonatée d'Aïn Taga d'âge Jurassique supérieur et Crétacé inférieur qui est dominée par des faciès dolomitico-calcaires. Ces accidents sont peu marqués dans le Djebel En Nador ([Deleau, 1935, 1948 ; Caratini, 1970 ; Elmi, 1970, 1978](#)).

## VI. Historiques des travaux

### a. Les premières reconnaissances de terrains (1843-1952)

**Renou, 1843 et Ville, 1852** : sont les premiers géologues qui ont étudié les Monts du Nador, l'étude régionale de la partie occidentale de la province d'Oran entreprise par **Ville (1852)** lui permet de déduire l'aspect métallifère des dolomies du Jurassique.

**Deleau, 1935-1948** : c'est le premier qui a édité la carte géologique du Nador et découvre les grands traits structuraux de la chaîne, il a trouvé une faune d'ammonite qui lui ont permis de reconnaître un âge allant du Domérien (Pliensbachien supérieur) au Toarcien.

**Lucas, 1952** : il a effectué une étude sur la bordure des Hautes Plaines oranaises, en donnant des précisions sur la stratigraphie et la paléogéographie du Jurassique du Djebel En Nador.

### a. Les explorations modernes (1965-à l'actuel)

**Lasnier, 1965** : il a étudié les séries du Jurassique des Hautes Plaines algériennes. Il a travaillé sur la micropaléontologie (les foraminifères et les ostracodes) dans les séries liasiques du Djebel En Nador.

**Augier, 1967** : effectué des études stratigraphiques de la couverture mésozoïque des Hautes plaines. Ses travaux lui permettent de distinguer trois grands groupes d'âge Jurassique à Crétacé :

- Groupe carbonaté inférieur : Lias inférieur et moyen.
- Groupe détritique : Callovien à Séquanien.
- Groupe carbonaté supérieur : Kimméridgien à Barrémien

**Auclair et Biehler, 1967** : ont effectué une étude lithostratigraphique et structurale sur les Hautes Plaines oranaises. Ces deux auteurs confirmèrent les résultats d'**Augier, 1967** sur la présence des trois groupes pour la couverture sédimentaire Jurassique des hauts plateaux.

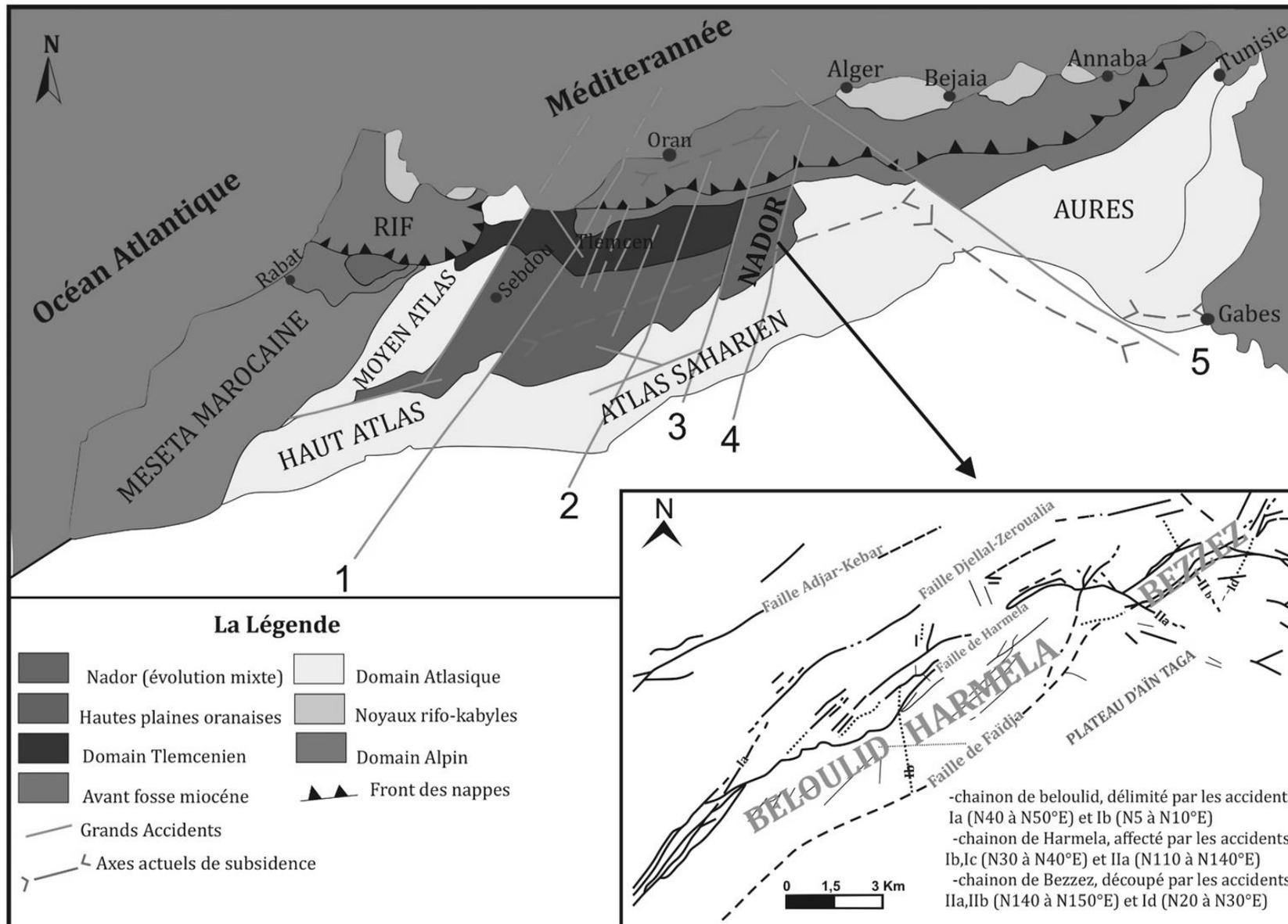


Fig. 5 : Grands traits structuraux de la mosaïque atlasique de l'Afrique du Nord-Ouest (Elmi, 1978), simplifiée par (Ouared, 1987) (modifiée).

**Caratini, 1970** : il a publié sa thèse sur la région Chellala-Reibell et du Nador, et donne des synthèses stratigraphiques qui lui permettent de subdiviser le groupe carbonaté inférieur en quatre formations. Son étude paléontologique de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia » lui a permis de subdiviser celle-ci en cinq termes (terme « a » - terme « e »).

**Elmi et Faugeres, 1973** : ils marquent la présence d'un *Amaltheus margaritatus* (faune boréale) dans le Djebel En Nador. Ce dernier se rattache au domaine atlasique (secteur mésogéen) caractérisé essentiellement par une abondance des *Hildoceratidae* et des *Harpoceratidae*.

**Elmi, et al. 1974**: leur travail consiste à établir une biostratigraphie précise sur les formations Domérien-Toarcien de l'Algérie occidentale qui lui permettent de compléter les travaux de (Caratini, 1970) sur la Formation des « Marno-calcaires de Bénia », en y ajoutant le terme f (calcaire à silex et à *Zoophycos*).

**Baloge, 1981** : Il a effectué une étude micropaléontologique (les foraminifères et les ostracodes) du (Domérien-Toarcien) dans la région « Djebel Es Saffeh ».

**Atrops et Benest, 1981** : Ils ont étudié deux passées de marno-calcaires situées à la partie supérieure de la Formation des « Argiles de Fadja ». Ils ont apporté des preuves faunistiques « ammonites » qui lui permettent d'établir pour la première fois des corrélations précises avec les formations sans ammonites définies plus à l'Ouest.

**Sebban, 1984** : Il a fait une étude systématique et paléo-écologique de la microfaune au Lias moyen et supérieur du secteur médian du Nador (Djebel Es Saffeh). Cette étude lui a permis de distinguer deux grandes conséquences, l'une correspondant à un mouvement d'enfoncement, l'autre à un mouvement d'aplanissement dans l'aire de dépôt Toarcien.

**Bourezg, 1984** : réalisa une étude structurale des Monts du Nador. Cette étude lui a permis de subdiviser le Jurassique en trois grandes unités délimitées chacune par une discontinuité majeure.

- Le groupe éoalpin inférieur (Trias à Lias moyen).
- Le groupe éoalpin médian (Toarcien à Oxfordien).
- Le groupe éoalpin supérieur (Jurassique supérieur).

**Elmi et Callo-fortier, 1985 :** Ils ont fait une étude stratigraphique et systématique des ammonites à partir des coupes du Toarcien et de l'Aalénien du Djebel Es-Saffeh (*in Elmi et al. 1974*). Ils ont établi la position stratigraphique de plusieurs groupes d'ammonites à affinités mésogéennes (*Paradumortieria* & *Pleydellia flamandi* du début de la zone à *Aalensis*, relais *Nadorites vacekia* à la fin du Toarcien).

**Atrops et Benest, 1986 à 1994 :** ils ont publié une série d'articles dans le cadre d'une thèse de doctorat 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.

**Ouared, 1987 :** Elle a fait une étude sédimentologique de la transition « plate-forme carbonatée – Bassin » du Jurassique inférieur et moyen des Monts du Nador ce qui a permis de subdiviser la série carbonatée du Lias – Dogger en trois grands groupes:

- groupe carbonaté inférieur.
- groupe médian calcaire et marno-calcaire.
- groupe carbonaté supérieur.

**Bendella et al. 2008 :** ont fait résumer détaillé concernant les ichnofaciès du Callovo-Oxfordien et le Kimméridgien des Monts du Nador. Ils ont défini trois ichnofaciès répartis sur trois environnements différents :

- L'ichnofaciès à *Zoophycos* qui caractérise la Formation des « Calcaires du Nador ».
- L'ichnofaciès à *Nereites* qui définit la Formation des « Grès de Sidi Saâdoun ».
- L'ichnofaciès à *Cruziana* dans la puissante Formation des « Argiles de Faïdja ».

**Othmane, 2008 :** dans son mémoire d'ingénieur elle a travaillé sur les ichnofaciès du Callovo-Oxfordien et du Kimméridgien des Monts du Nador. Le travail consiste à étudier les formations détritiques du Jurassique supérieur du Nador les « Grès de Sidi Saâdoun » et des « Argiles de Faïdja ».

**Douas Bengoudira, 2012 :** elle a établi une étude biostratigraphique et paléontologique sur les ammonites de la Formation Marno-calcaires de Bénia. Elle a défini quatre familles

d'ammonites (les *Dactylioceratidae*, les *Hildoceratidae*, les *Phylloceratidae* et les *Lytoceratidae*).

**Sebban et Touahria, 2017** : Ils ont fait une étude micropaléontologique et géochimique pour comprendre l'effet de la crise anoxique du Toarcien inférieur sur le comportement des foraminifères benthiques.

**Bouchemla et al. 2020** : il a présenté un travail sur l'ichnofacies à *Curzana* dans la Formation des « Argiles de Faïdja » d'âge Oxfordien-Kimméridgien.

**Douas et al. 2022**: ils ont publié un article traitant l'évènement anoxique du Toarcien dans la région de djebel Es Saffeh en se basant sur les ammonites.

## VII. Matériels, méthodes et objectifs

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

### VII.1. Étude bibliographique

Avant la programmation des missions de terrain et pour récolter le maximum d'informations, une recherche bibliographique minutieuse a été réalisée concernant surtout le Jurassique inférieur et moyen de Djebel Es Saffeh (Toutes les recherches publiées : articles, thèse etc.). Les références de bases que nous avons adoptées sont celles de [Caratini \(1970\)](#), [Elmi, Atrops et Mangold \(1974\)](#), [Ouared \(1987\)](#), [Douas Bengoudira, Touahria et Sebane \(2022\)](#).

### VII.2. Travail de terrain

Deux missions de terrain ont été effectuées, où le travail a été axé essentiellement sur le levé de deux coupes détaillées, du « banc par banc », en montrant toutes les particularités sédimentaires de chaque banc (textures, couleurs, figures, structures, contenu fossilifère et traces fossiles etc.).

Plusieurs échantillons de roches dures ont été prélevés pour la confection des lames minces. Plusieurs lavages ont été effectués représentant plus de 350 g de marnes prélevées de plusieurs niveaux.

Le travail de terrain consiste également à la récolte d'une faune d'ammonite pour plus de précision stratigraphique. Enfin, plusieurs photos de terrain ont été prises, représentant des vues panoramiques, traces fossiles, figures hydrodynamiques.

### **VII.3. Travail du laboratoire**

Le travail de laboratoire consiste à :

Réaliser dix lames minces, dont la confection a été faite étudiées sous microscope optique au niveau du laboratoire pédagogique de l'**Université d'Oran 2**.

Des lavages ont été effectués les échantillons de la marne par un tamis de taille de 60  $\mu\text{m}$ .

Les ammonites récoltées ont été bien nettoyées et photographiés.

Les lames minces ont été photographiées par une caméra digitale reliée au microscope.

50 lames minces ont été fournies par Mr. Sadjji (préparées et photographier au laboratoire du *Geozentrum* Nordbayern, Erlangen, en Allemagne).

### **VII.4. Objectif d'étude**

L'objectif de cette étude est de traiter l'aspect sédimentologique de la Formation des Marno-calcaires de Bénia d'âge Pliensbachien inférieur au Toarcien. Elle est basée essentiellement sur le microfaciès pour comprendre l'interaction eustatique et identifier leurs influences sur les dépôts carbonatés du passage Pliensbachien-Toarcien.



---

# **Deuxième chapitre**

## **Lithostratigraphie**

---



## I. Introduction

Cette étude est menée lors d'une mission de terrain dans les Monts du Nador, elle est consacrée à l'étude lithostratigraphique de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia ». Cette Formation est décrite la première fois par [Caratini, 1970](#) qui est située sur le flanc Sud du Djebel Es Saffeh et elle d'âge Pliensbachien supérieur au Toarcien supérieur.

## II. Historique des travaux

Cette Formation a été étudiée dans plusieurs investigations, principalement stratigraphiques (e.g. [Caratini, 1970](#) ; [Elmi et al. 1974](#) ; [Sebane, 1984](#)). Les différents auteurs ont proposé différents découpages lithostratigraphiques de cette Formation. ([Tab1](#)).

Notre travail consiste à faire une étude comparative en se basant sur :

- 1) Les données publiées par nos prédécesseurs, 2) des nouvelles données à partir de cette étude, finalement les différents travaux seront basés sur le guide stratigraphique international ([Hedberg, 1979](#)).

Age		Auteurs		Caratini, 1970	Elmi <i>et al.</i> , 1974	Sebane, 1984
Jurassique moyen	Bathonien			Calcaires à filaments du Nador	Calcaires à silex supérieurs	Unité lithologique III
	Bajocien					
	Aalénien					
Jurassique inférieur	Toarcien	Marno-calcaires de Bénia	Terme e	Marno-calcaires de Bénia	Terme e	Unité lithologique II
			Terme d		Terme d	
			Terme c		Terme c	
	Pleinsbachien supérieur		Terme b		Terme b	Unité lithologique I
			Terme a		Terme a	
			Calcaires à silex inférieurs			

**Tab.1** : Tableau résume les différents découpages lithostratigraphiques proposées pour la Formation des « Marno-calcaires de Bénia ».

### III. Localisation des coupes

Deux coupes ont été retenues pour obtenir un aperçu global de la succession lithostratigraphique de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia », et pour déduire les variations latérales de faciès et d'épaisseur (Corrélation), ce qui nous a permis de donner une description synthétique du secteur d'étude.

#### III.1. La coupe 1

La coupe a été levée à 9 km au NE du village de Faïdja, ses coordonnées géographiques sont  $35^{\circ}09'22''\text{N}$  ;  $1^{\circ}44'05''\text{E}$ .

#### III.2. La coupe 2

Cette coupe a été levée à l'extrémité est de la chaîne du Nador, exactement à proximité du Marabout de Sidi Saâdoun, il se situe à 15 Km au NW du village de Faïdja. Ses coordonnées géographiques sont  $35^{\circ}10'53''\text{N}$  ;  $1^{\circ}46'19''\text{E}$ .

#### III.3. La coupe de référence

La coupe a été levée par [Douas Bengoudira et al.2022](#).



**Fig.6** : Image satellitaire montrant la localisation des coupes ([Google Earth-2024](#)).

### IV. Description lithostratigraphique

Les deux coupes étudiées s'intéressent beaucoup plus à la Formation des « Marno-calcaires de Bénia ». Elles présentent la même succession lithostratigraphique mis à part quelques différences liées aux variations latérales du faciès et d'épaisseur. Cette étude a permis de

subdiviser cette Formation en quatre membres. Il faut noter que la deuxième coupe n'est représentée que par trois membres.

### IV.1. La coupe 1

#### IV.1.1. Membre 1

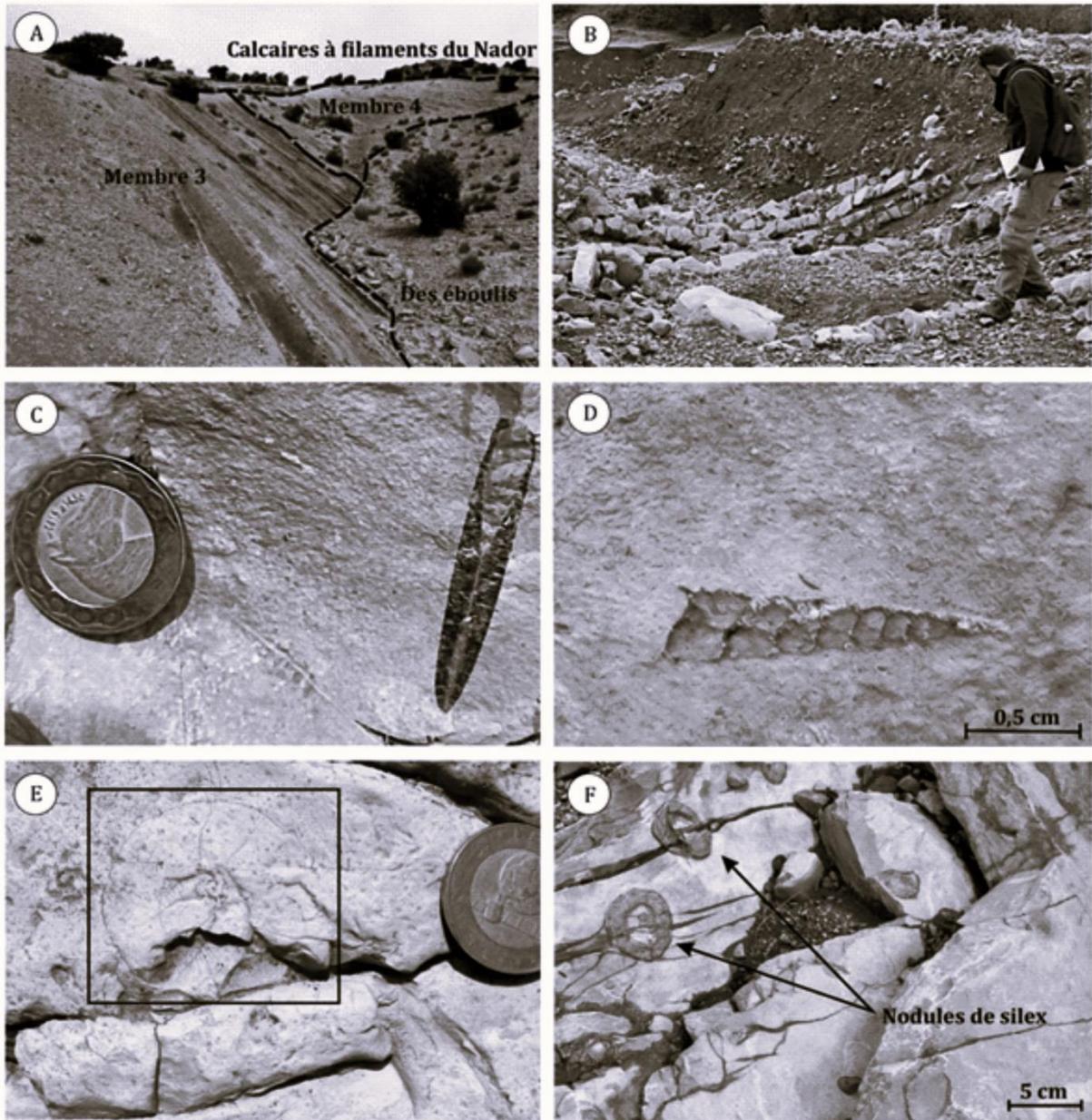
Ce membre repose directement sur la Formation des « Calcaires à silex inférieurs », où il affleure que dans de rares endroits (masqué par les éboulis de pente) (Fig. 7 A). L'on épaisseur atteint par endroit les 32 m. La partie inférieure de ce membre (5 m), est matérialisée par une alternance rapprochée de calcaires gris-bleuâtres séparés par des joints marneux jaunâtres et par fois par des diastèmes (Fig. 7 B). Les calcaires se présentent en bancs pseudo-noduleux centimétriques (10 à 30 cm), ils sont marqués par la présence des rostrés de bélemnites (Fig. 7 C), de gastéropodes (Fig. 7 D) et des ammonites associées à de la bioturbation (Fig. 7 E). La base de ce membre est marquée par l'abondance de nodules de silex (Fig. 7F). Cette alternance serrée équivaut le **terme a** de Caratini, 1970 (Tab.1).

Vers le haut, cette alternance devient dilatée s'étendant sur une épaisseur de 27 m, (Fig. 8 A) qui est correspond au **terme b** de Caratini (1970). Les bancs de calcaires sont plus ou moins marneux, et s'alternent avec des marnes d'ordre centimétriques (jusqu'à 50 cm) de couleur verdâtre. Elles contiennent quelques bivalves (Fig. 8 B) et des traces fossiles. Les calcaires montrent une richesse en bélemnites (Fig. 8 C) et en ammonites, ces dernières sont parfois ferrugineuses (Fig. 8 D). Vers le sommet de ce membre apparaît un niveau de calcaire montrant une concentration des globules de fer (Fig. 8 E). Le passage du « Membre 2 » est bien marqué au sommet de ce membre (Fig. 8 F).

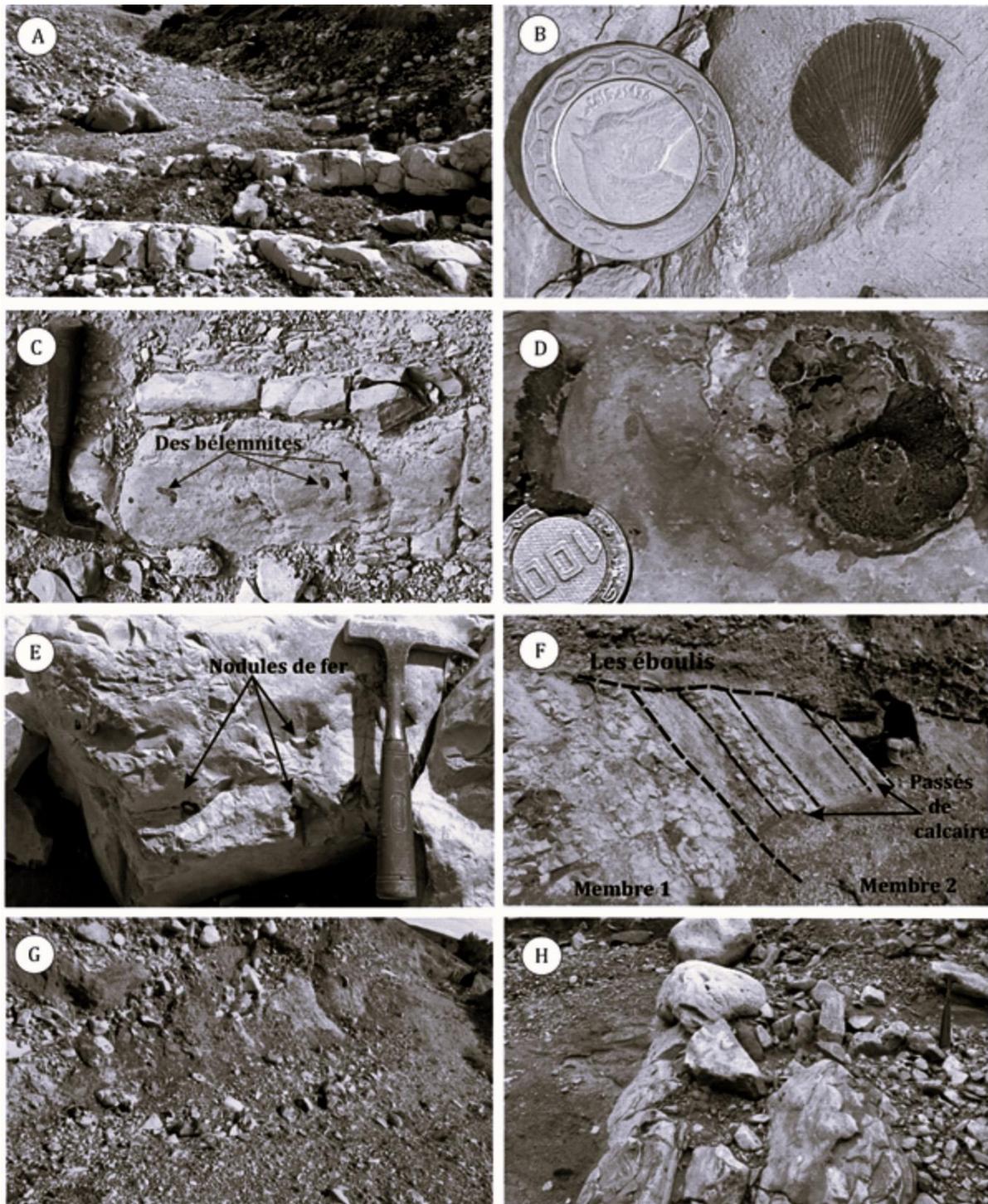
#### IV.1.2. Membre 2 (7 m)

Ce membre est marqué par une lacune de visibilité (des éboulis), il n'apparaît que dans une petite vallée (Fig. 8G) dominé généralement par une sédimentation marneuse, il montre de bas en haut :

- la base : est marquée par une combe marneuse de couleur verdâtre, plus ou moins tendre, à rares passées de calcaires marneux (5 à 15 cm), grisâtres (Fig. 8 G).
- Au sommet : les marnes deviennent plus claires et plus compactes à quelques bancs de calcaires marneux centimétriques (jusqu'à 30 cm) généralement discontinus (Fig. 8 H). Ces calcaires sont d'aspects grumeleux et parfois noduleux. Cette combe marneuse correspond au **terme c** de Caratin (1970).



**Fig. 7 :** La partie inférieure du membre 1 : (A) Illustration photographique des deux membres (3 et 4) de la coupe ; (B) Alternance rapprochée de marnes et calcaires ; (C) Calcaires à rostre de bélemnites ; (D) Calcaire à gastéropodes ; (E) Ammonites (carreau noir) associée à une trace fossile ; (F) Calcaires à nodules de silex.



**Fig. 8 :** La partie supérieure du membre 1 : **(A)** Alternance dilatée des marnes et calcaires; **(B)** Calcaires à bivalves ; **(C)** Calcaires à rostrés de bélemnites ; **(D)** Ammonite ferrugineuse ; **(E)** Globules de fer. Membre 2 ; **(F)** Le passage Membre 1- Membre 2 ; **(G)** Marnes à passées de calcaires ; **(H)** Banc de calcaire discontinué.

### IV.1.3. Membre 3 (17 m)

Il est représenté par le faciès Ammonitico-Rosso (lithotype marneux). Ce membre est constitué par une alternance de calcaires et de marnes de couleur rougeâtre à lit de vin. Les bancs de calcaires correspondent à des calcaires micritiques parfois noduleux à pseudo-noduleux. La forme des bancs est généralement irrégulière, d'une épaisseur qui varie entre 5 et 20 cm. Cet ensemble est à prédominance marneuse (Fig. 9 A), la teinte des bancs calcaires est verdâtre (Fig. 9 B) devenant plus rougeâtre au sommet. Ces niveaux calcaires sont d'aspect grumeleux et de couleur rougeâtre, ils sont séparés par des marnes plus épaisses (15 cm jusqu'à 1 m) et parfois verdâtre (Fig. 9 C). Leurs surfaces supérieures sont soulignées par des accumulations d'ammonites (Fig. 9 D). Les traces fossiles sont représentées par quelques formes. *Ophiomorpha* (Fig. 9 E). Ce membre correspond au **terme d** de Caratini, (1970). Le sommet de l'Ammonitico-Rosso est marqué par le contact membre 3 - membre 4 (Fig. 9 F).

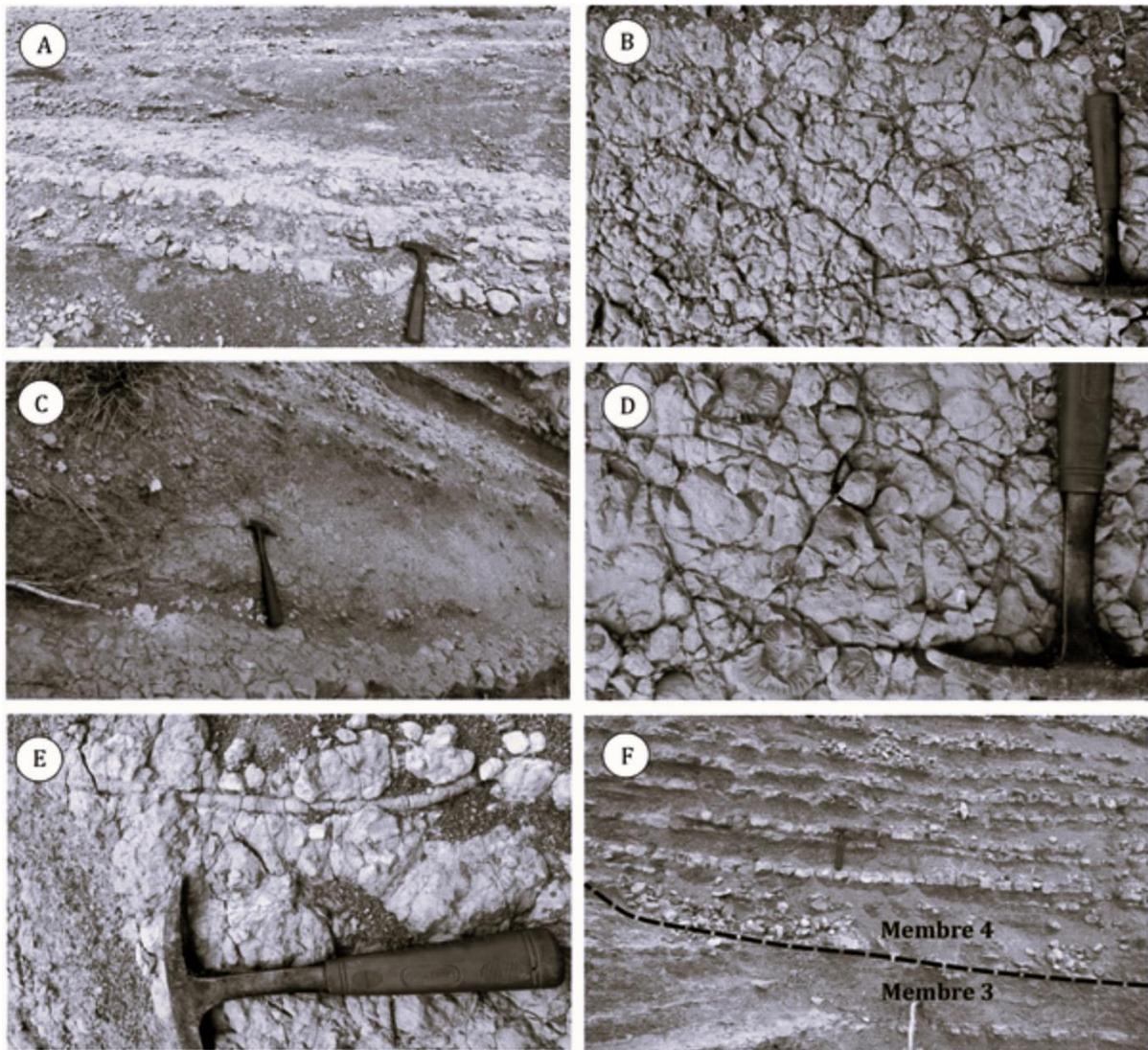
### IV.1.4. Membre 4 (12 m)

Il s'agit d'une alternance marno-calcaires ayant une puissance de 12 m.

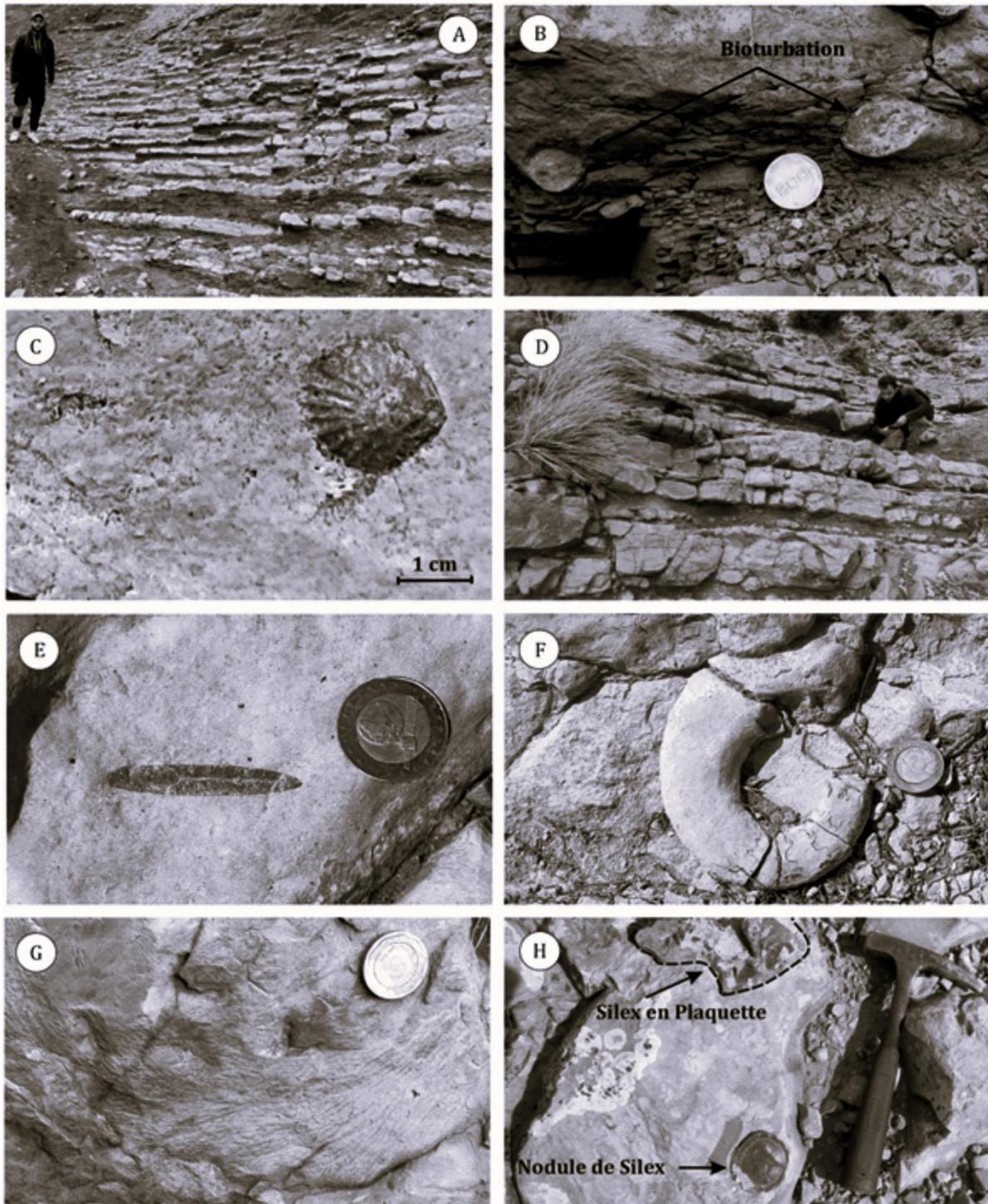
La partie basale (4 m), est constituée par des niveaux marneux d'aspect schisteux, de couleur verdâtre, alternant avec des calcaires pseudo-noduleux de couleur jaunâtres à la patine et grisâtres à la cassure (Fig. 10 A). Les niveaux marneux sont bioturbés (Fig. 10 B). Tandis que, les bancs calcaires sont à bivalves millimétriques (Fig. 10 C) et ils sont mieux délimités et leurs épaisseurs sont très réduites (jusqu'à 15 cm).

La partie sommitale (8 m): est à dominance de calcaires d'une couleur bleuâtre séparés par des joints marneux et parfois par des diastèmes (Fig. 10 D). Cette partie a livré des bélemnites (Fig. 10 E) et quelques ammonites (Fig. 10 F). Il s'agit de bancs calcaires à surfaces irrégulières marquées par des *Zoophycos* et des nodules de silex (Fig. 10 G- H). Ce membre correspond au **terme e** de Caratini, (1970).

Au-dessus, la sédimentation est dominée par des calcaires bleu et épais riche en *Zoophycos* et silex. Les bancs de calcaires sont séparés par des inter-lits de marne indurée. Cette succession représente la Formation des « Calcaires à filaments du Nador ».



**Fig. 9 :** Le Membre 3 : (A) Le faciès « Ammonitico-Rosso » ; (B) Les calcaires verdâtres ; (C) Les marnes verdâtres (localisées) ; (D) Accumulation des ammonites à la surface du banc ; (E) Bioturbation (*Ophiomorpha*) ; (F) Contact membre 3- membre 4.



**Fig. 10** : Le Membre 4 : (A) La partie basale du membre 4 ; (B) Trace fossile (*Palaeophycus tubularis*); (C) Calcaires à bivalves; (D) La partie sommitale du membre 4 ; (E) Les calcaire à rostres de bélemnites ; (F) Calcaires à ammonites (G) Calcaire à *Zoophycos*; (H) Calcaires à silex.

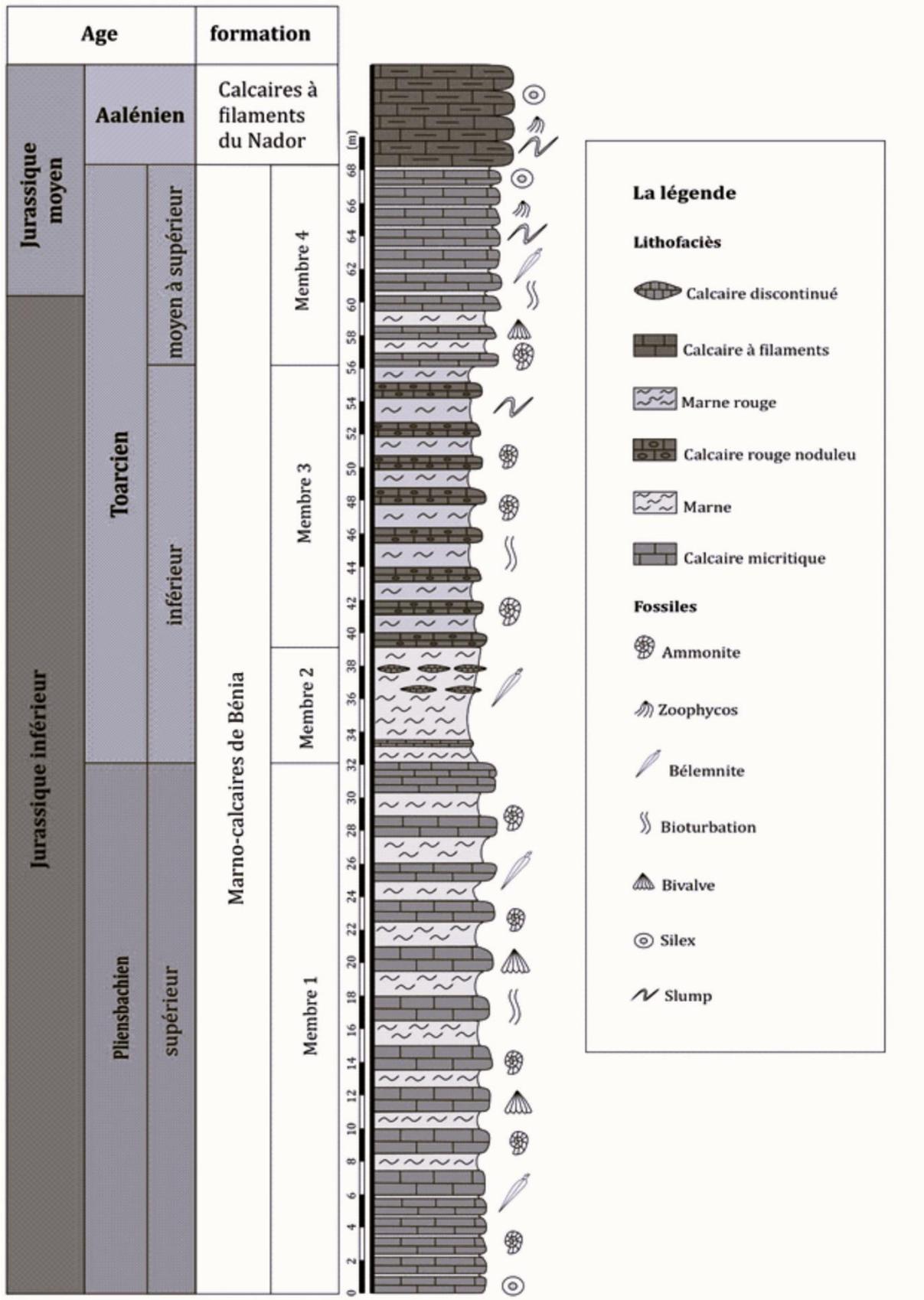


Fig. 11 : Colonne lithostratigraphique de la Formation des « Marno-calcaires de Bénià » (La coupe 1).

### IV.2. La coupe 2

Elle correspond à un affleurement relativement accessible et une succession lithologique plus claire (Fig. 12 A). On peut distinguer uniquement trois membres au niveau de cette coupe.

#### IV.2.1. Membre 1

Ce membre est formé par une alternance de calcaires gris à bleu et des marnes verdâtres, d'une puissance totale estimée à 44 m. Les bancs de calcaires sont plus ou moins marneux. Cette alternance englobe les termes a et b de Caratini, (1970).

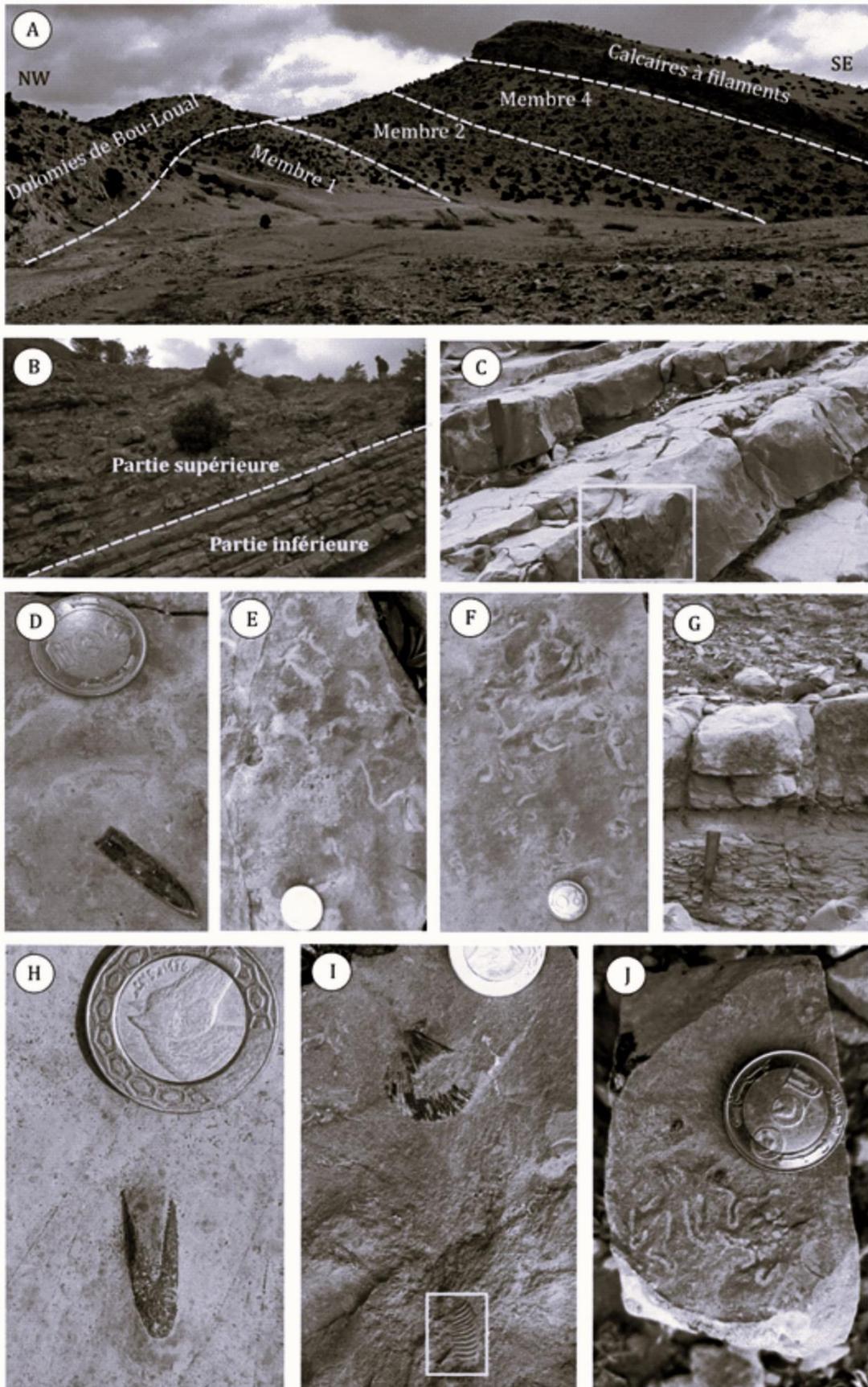
Vers le sommet, Les niveaux marneux sont indurés et deviennent plus épais. On peut subdiviser ce membre en deux parties (Fig. 12 B). :

##### IV.2.1.1. Partie basale

Elle est matérialisée par une alternance serrée à prédominance de calcaires bleuâtres (Fig. 12 C), massifs avec une surface irrégulière soulignée par l'abondance des nodules de silex (Fig. 12 C) et de rostrés de bélemnites (Fig. 12 D). Les marnes sont de couleur verte et d'ordre centimétriques (0.5 m). Les traces d'activité biologiques sont bien marquées au sommet des bancs (Fig. 12 E-F).

##### IV.2.1.2. Partie sommitale

Elle correspond à une alternance espacée, représentée par des bancs de calcaires épais (0.2 m - 0.5 m), grisâtres, ils montrent une allure noduleuse (Fig. 12 G). Ils alternent avec des niveaux marneux verdâtres plus tendres, les épaisseurs des niveaux marneux peuvent atteindre jusqu'à 0.8 m. La faune dans cette partie est surtout présentée par des bélemnites (Fig. 12 H), Traces d'ammonites et des bivalves (Fig. 12 I). La bioturbation est rare à l'exception de quelques traces fossiles (*Phycosiphon*) enregistrées dans sa partie supérieure (Fig. 12 J).



**Fig. 12 :** (A) Illustration photographique de la coupe 2. (Membre 1) : (B) La limite de la partie inférieure-et la partie supérieure; (C) Alternance rapprochée à silex (carreau jaune) ; (D) Rostre de bélemnite ; (E, F) Bioturbation. Membre B : (G) Banc de calcaire pseudo-nodulaire; (H) Rostre de bélemnite ; (I) Bivalve + Trace d'ammonite (rectangle jaune) ; (J) Bioturbation (*Phycosiphon*).

### IV.2.2. Membre 2

Ce membre est plus marneux, il s'étale sur une trentaine de mètres (30 m) généralement masquée par la végétation et les éboulis (Fig. 13 A). Les marnes sont plus tendres d'une teinte grise parfois jaune-verdâtres. Au-dessus, on constate des passés de calcaires massifs, épais (0.2 - 0.5 m), et discontinués (Fig. 13 A). Au sommet, les marnes deviennent de plus en plus compactes, elles admettent quelques bancs de calcaires marneux pseudo-noduleux d'ordre centimétrique (jusqu'à 0.25 m) (Fig. 13 B). Cette combe marneuse correspond au **terme c** de Caratini, (1970).

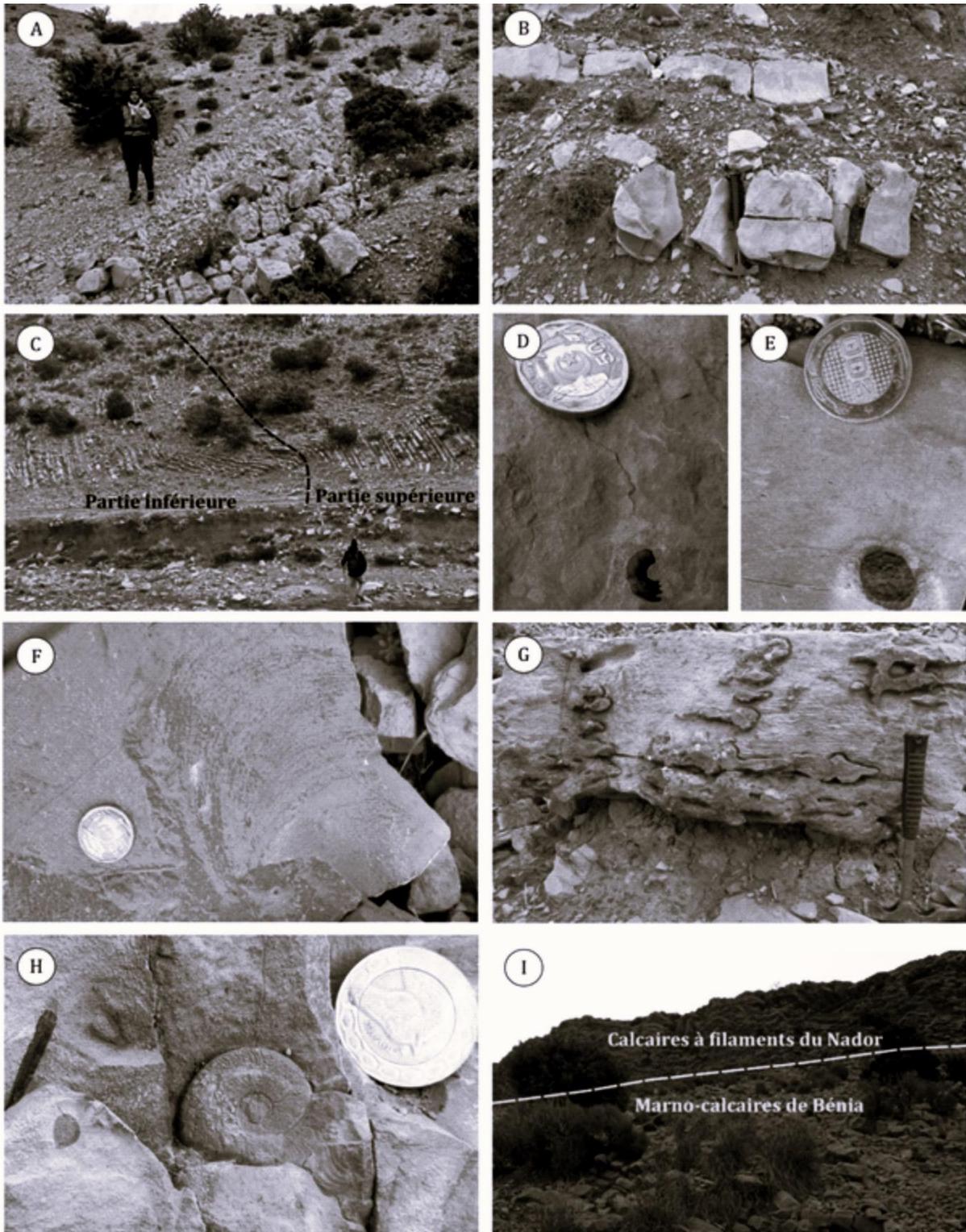
### IV.2.3. Membre 4 (35 m)

Ce membre est formé par des calcaires séparés par des niveaux marneux strato-décroissantes vers le sommet (Fig. 13 C).

-A la base, l'ensemble est à prédominance marneuse, il s'agit d'une alternance légèrement dilatée (Fig. 13 C) de marnes verdâtres et très compacts intercalées par des bancs massifs de calcaires gris-jaunâtres, contenant des ammonites et quelques rostrés de bélemnites. Ces dernières sont parfois ferrugineuses (Fig. 13 D, E).

- Le sommet de ce membre est caractérisé par une alternance très rapprochée de calcaires gris à *Zoophycos* et à silex (Fig. 13 F- G) et des marnes verdâtres d'aspect schisteux. Les bancs de calcaires renferment quelques ammonites associées à des rostrés de bélemnites (Fig. 13 H). Le contact entre la Formation des « Marno-calcaires de Bénia » et la Formation des « Calcaires à filaments du Nador » représenté par des bancs de calcaires jaunâtres, riche en silex et *Zoophycos* (Fig. 13 I).

Ce membre correspond au **terme e** de Caratini, (1970).



**Fig. 13 :** Membre 2: (A) Marnes à passées de calcaires discontinués ; (B) Passées de calcaires continues. Membre 4 : (C) L’affleurement du membre 4; (D, E) Ammonites, rostres de bélemnites ferrugineuses ;(F) Calcaires à *Zoophycos* ; (G) Calcaires à silex ; (H) Ammonites associées à un rostre de bélemnite ; (I) Le contact Marno-calcaires de Bénià / Calcaires à filaments du Nador.

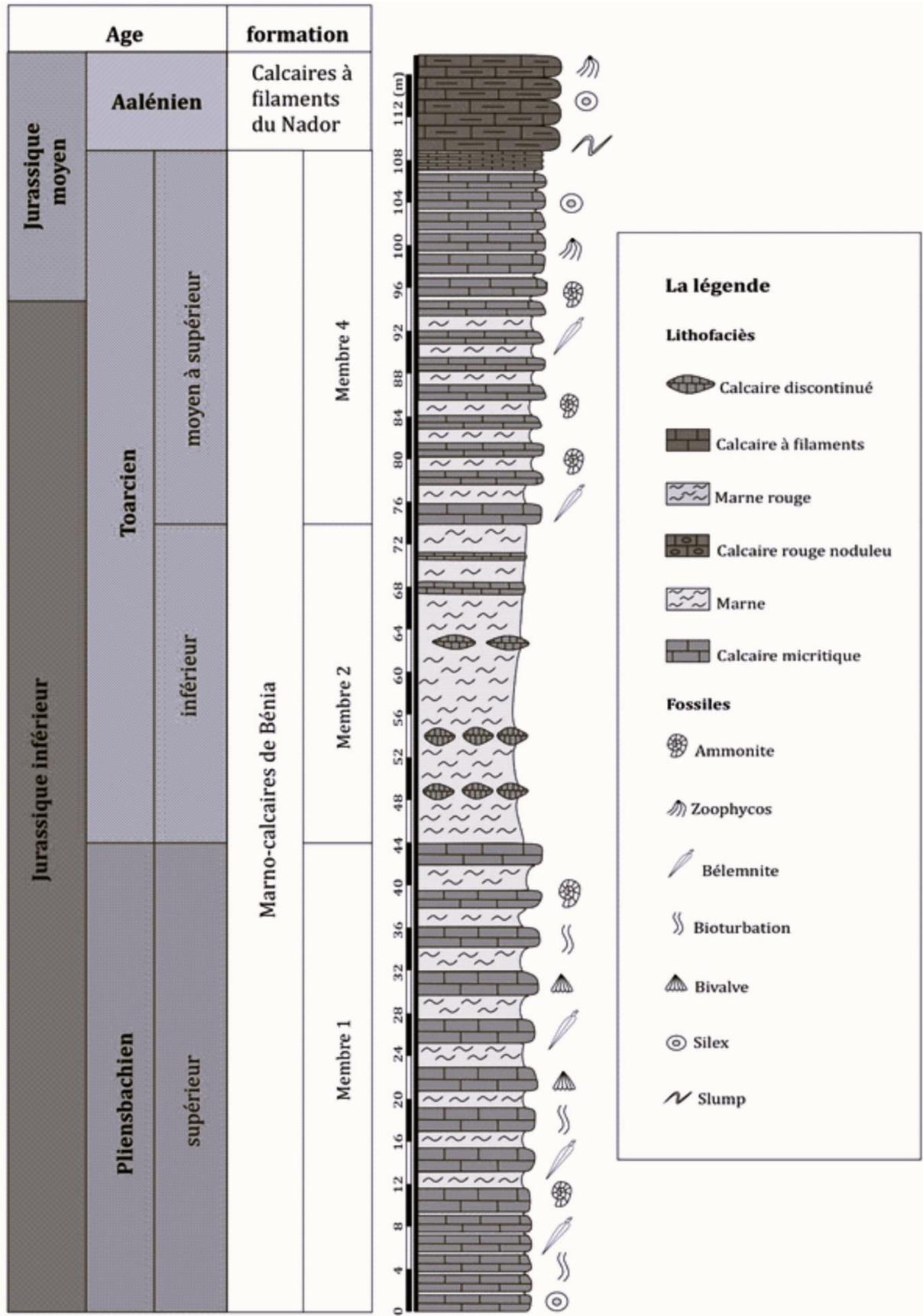


Fig. 14 : Colonne lithostratigraphique de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia » (La coupe 2).

### V. Conclusion

L'étude lithostratigraphique de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia » d'âge Pliensbachien supérieur-Toarcien supérieur est caractérisée par une puissante sédimentation carbonatée, marquée majoritairement par des alternances marno-calcaires. Cette formation comprend quatre membres qui sont de bas en haut :

Le premier membre, est caractérisé par une alternance rapprochée des marnes verdâtres et de bancs calcaires micritiques d'une couleur bleuâtre à grisâtre. Cette alternance devienne dilatée au sommet, les bancs calcaires sont mieux délimités et leurs surfaces supérieures sont soulignées par des accumulations d'ammonites, de bélemnites et des traces fossiles. Ce membre est daté de Pliensbachien supérieur (Caratini, 1970 ; Elmi, 1974 ; Sebane et al. 2017).

Le deuxième membre correspond à une combe marneuse à rare passés de calcaires généralement discontinués. Les calcaires sont représentés par des bancs pseudo-noduleux.

Le troisième membre est matérialisé par une alternance de marnes et de calcaires marneux noduleux riche en ammonites, de couleur rougeâtre. Il correspond au faciès « Ammonitico-Rosso ».

Ces deux derniers membres sont attribués au Toarcien inférieur (Caratini, 1970 ; Elmi, 1974 ; Sebban et al. 2017).

Le quatrième membre est représenté par une alternance de marnes verdâtre et de calcaires d'âge Toarcien moyen-Toarcien supérieur (Caratini, 1970 ; Elmi, 1974 ; Sebane et al. 2017). Les inter-bancs marneux sont compacts à la base, montrant un aspect schisteux au sommet dont les épaisseurs diminuent progressivement vers le haut.

La corrélation entre les trois coupes présente la même succession lithostratigraphique de point de vue lithologique et contenu fossilifère. Les différences entre les trois affleurements peuvent être résumées dans les points suivants :

- Des variations latérales d'épaisseur.
- L'absence du membre 3 « Ammonitico-Rosso » dans la deuxième coupe.
- La bioturbation est plus important dans la première coupe.

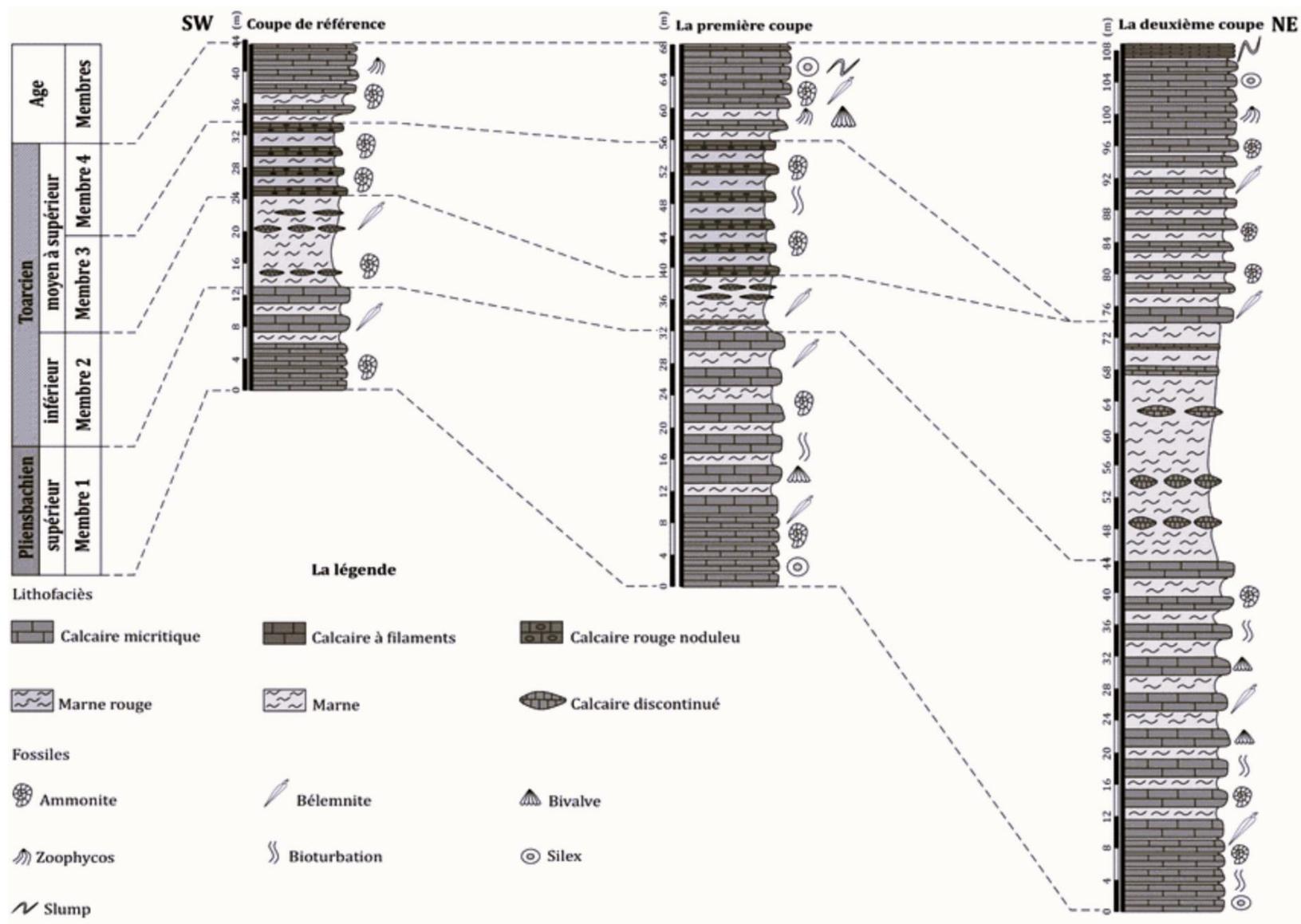


Fig. 15 : Corrélation lithostratigraphique des trois coupes étudiées de la Formation des « Marno-Calcaires de Bénia ».



---

# Troisième chapitre

## Sédimentologie

---



## I. Introduction

Ce chapitre est consacré à l'étude sédimentologique « pétrographique » de la Formation des « Marno-Calcaires de Bénia ». Cette étude est basée sur deux démarches : données macroscopiques (e.g. structures sédimentaires, traces fossiles et contenu fossilifère), et des données pétrographiques (lames minces) détaillées.

## II. Classifications des roches carbonatées

Il existe plusieurs classifications dans le domaine du microfaciès des roches carbonatées, telles que les classifications de Folk, (1959) et Dunham, (1962) qui ont été complétées par celle d'Embry et Klovan, (1971). Ces classifications se basent sur l'abondance des éléments figurés et le rapport micrite / sparite pour déterminer le type de texture.

Dans notre travail, on a adopté la classification de Dunham, (1962) (Fig. 16), par ce qu'elle est la plus pratique et la plus adoptée par les géologues dans les deux domaines ; académique et pétrolier (Lokier et Junaibi, 2016). Cette classification est fondée sur trois critères principaux: 1) la présence ou l'absence de la boue carbonatée (micrite), 2) la proportion des grains (inférieure ou supérieure à 10%), 3) la disposition des grains (jointive ou non jointive) (Fig. 16).

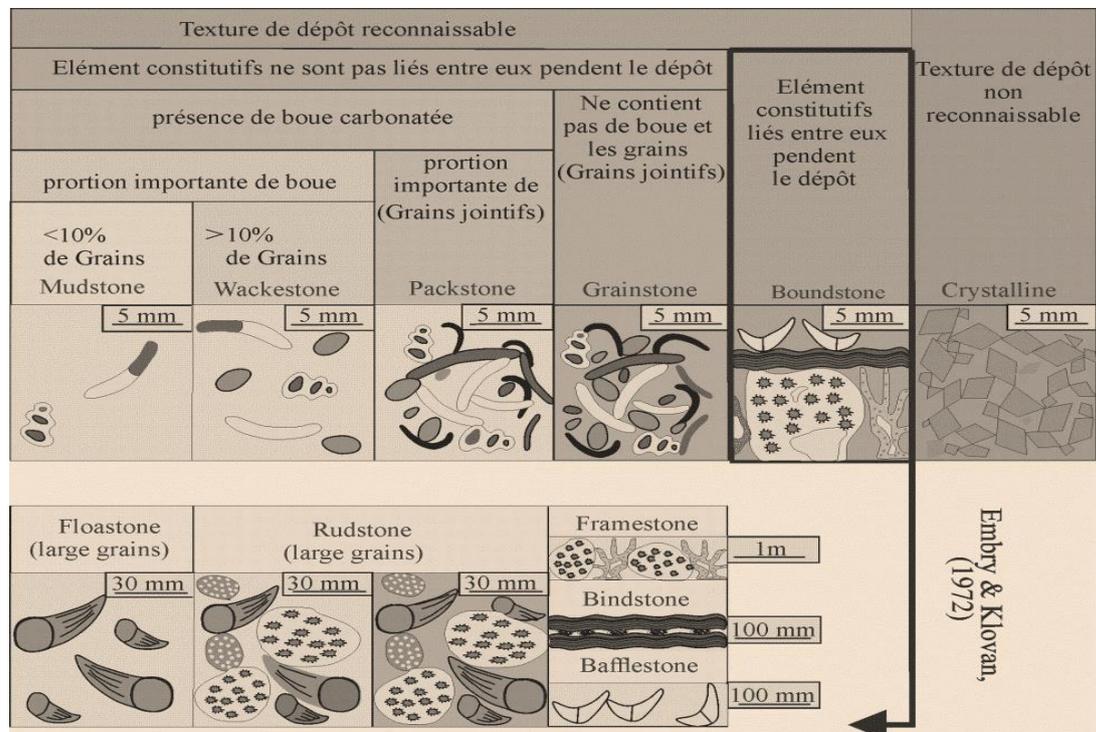


Fig. 16 : La classification des roches carbonatées de Dunham, (1962), complétée par Embry & Klovan, (1972).

### III. Description microscopique (Coupe 1)

#### III.1. Membre 1 (Pliensbachien supérieur, Zone à *Emaciatum*, Elmi et al. 1997)

##### ➤ Description

Ce membre est matérialisé par une alternance de marnes jaunâtres et des bancs de calcaires micritiques. Cette alternance est d'abord serrée à la base, devenant de plus en plus dilatée. Il est riche en bélemnites et en ammonites, les bancs calcaires sont bioturbés.

L'investigation microscopique (Fig. 18) a montré les textures suivantes : mudstone, wackestone et packstone à bioclastes. Ces derniers sont représentés principalement par des radiolaires, des filaments, des ammonites, des bélemnites et des fragments de *Saccocoma*. Ils sont associés à des ostracodes et quelques foraminifères benthiques. La texture wackestone montre une microfaune d' ostracodes (Fig. 18 B) ; les niveaux à texture mudstone montre une bioturbation relativement intense (Fig. 18 C) ; alors que les bancs calcaires ayant une texture wackestone sont matérialisés par une association d'ostracodes et des foraminifères benthiques (formes unisériées) (Fig. 18 D).

Les bancs à texture mudstone sont riche en ammonites (Fig. 18 E), les textures wackestone inventoriées dans ce membre montrent l'association d'ostracodes et de radiolaires (Fig. 18 G), ou les radiolaires seuls (Fig. 18 F, H), parfois, à rare fragments de *Saccocoma*, c'est la texture la moins abondante.

L'étude microscopique des derniers bancs de ce membre montre que la taille des radiolaires diminue progressivement vers le sommet ainsi qu'une rareté de la bioturbation (Fig. 18 H).

##### ➤ Interprétation

L'étude microscopique reflète une sédimentation dans un environnement pélagique. Selon Flügel (2010) les calcaires à ammonites ont été documenté dans différents environnements sédimentaires; depuis la plateforme externe jusqu'au bassin. Ce faciès est enregistré aussi sur les pentes ou sur les sommets des PCP (*Pelagic Carbonate Platforme*) (Santantonio, 1993, 1994 ; Elmi et al. 1974). L'abondance de la bioturbation, à la base de ce membre, indique une activité organique relativement importante sur le fond marin qui reflète une bonne oxygénation de l'environnement. Cependant, vers le sommet de ce membre, la rareté de l'activité biologique est relié directement à une faible activité d'organismes benthiques ce qui traduit t par conséquence une diminution notable du taux d'oxygène (e.g. Bendella, 2012).

Vers la fin du Pliensbachien, la diminution de la taille des radiolaires et des bélemnites pourrait être, probablement liée, à un faible taux d'oxygène (*Cf. discussion*). Les caractéristiques microscopiques et macroscopiques reflètent des conditions transitionnelles d'un environnement de plateforme interne-plateforme externe. Les derniers bancs de ce membre indiquent incontestablement une sédimentation dans une plateforme externe.

### III.2. Membre 2 (Toarcien inférieur, Zone à *Polymorphum-Levisoni*, Elmi et al. 1997)

#### ➤ Description

Ce membre est dominé par un niveau marneux épais, de couleur gris verdâtre à la base, devenant plus claire au sommet. Cette combe marneuse admet quelques passées calcaires pseudo-noduleux, sans aucune discontinués notables et dont le contenu fossilifère est presque négligeable. L'analyse microscopique des passées calcaires (*Fig. 18*) a montré les textures suivantes : mudstone et wackestone avec des bioclastes indéterminables (de très petites tailles) (*Fig. 18 I, J*). *Sebane (2007)* a documenté des foraminifères benthiques tel que les *Nodosariides* associés à des ostracodes.

#### ➤ Interprétation

Le début de ce membre coïncide avec une phase transgressive majeure enregistrée partout dans la Téthys dont différentes localités en Europe et en Afrique (e.g. *Hallam, 1997; Hardenbol et al. 1998, Ait-Itto et al. 2016*). Cette transgression est accompagnée avec une élévation de température. L'absence ou la rareté des fossiles est fort probablement reliée à la phase anoxique du Toarcien inférieur (*Cf. Discussion*). Pendant le Toarcien inférieur, la sédimentation s'est mise en place dans une plateforme externe.

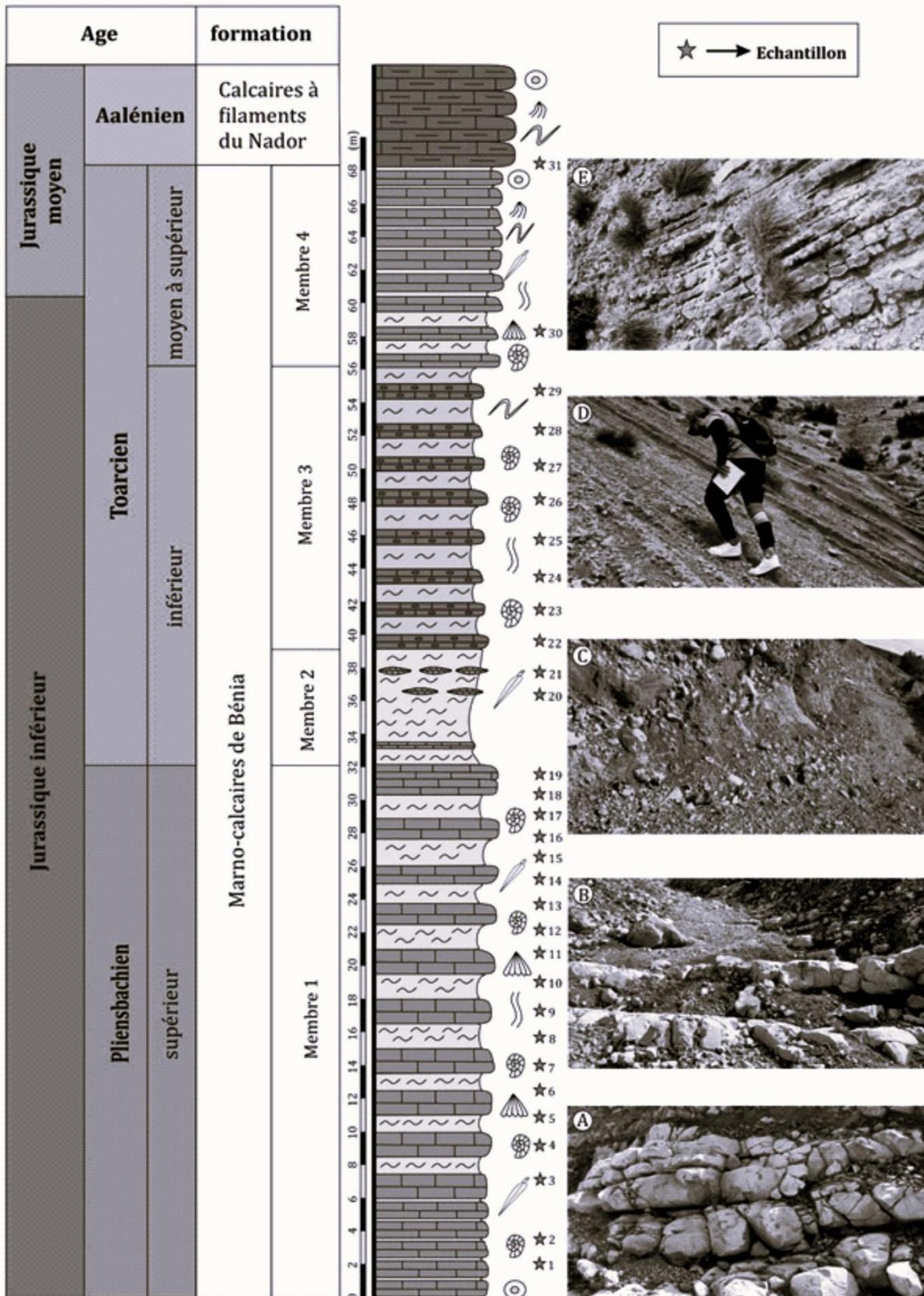
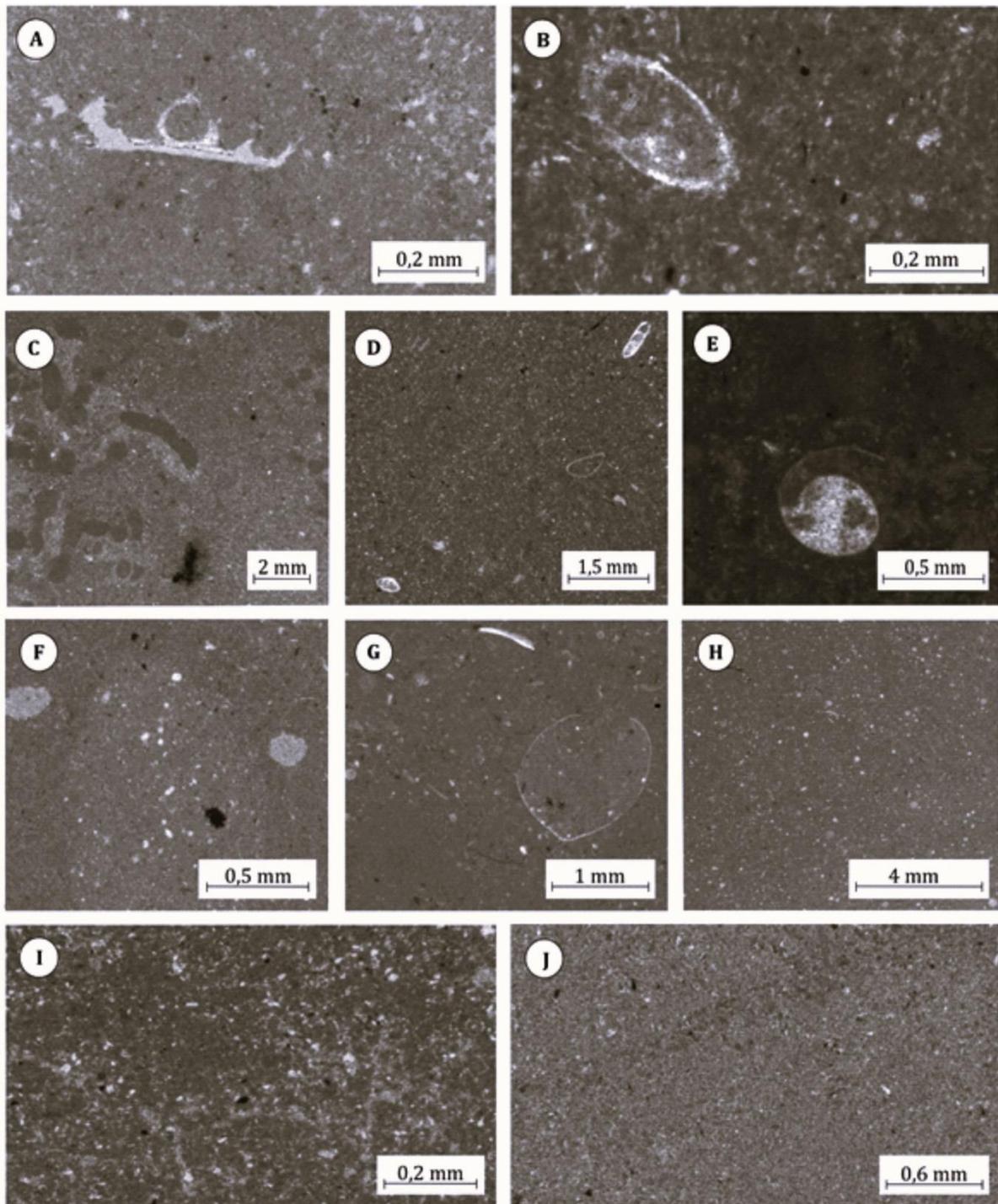


Fig. 17 : Colonne lithostratigraphique de la succession carbonatée de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia » coupe 1. (A) La partie inférieure du membre 1 (alternance marno-calcaires rapprochée), (B) La partie supérieure du membre 1 (alternance dilatée), (C) Combe marneuse, (D) Ammonitico-Rosso, (E) Membre 4 : des calcaires pseudo-noduleux alternent avec des marnes d'aspect schisteux.



**Fig. 18** : Photos microscopiques du membre 1 (A-H). (A) Mudstone avec un fragment d'ammonite recristallisé (échantillon 1); (B) Wackestone à ostracode (échantillon 3); (C) Wackestone avec bioturbation (échantillon 4); (D) Wackestone avec des foraminifères benthiques (unisériés) et des ostracodes (échantillon 5); (E) Mudstone à ammonite (échantillon 7); (F) Wackestone avec des radiolaires (échantillon 11); (G) Wackestone avec ostracode et quelques radiolaires (échantillon 14); (H) Wackestone avec des radiolaires à petite taille. Membre 2 (I-J). (I) Wackestone à bioclastes (échantillon 20); (J) Mudstone (échantillon 21).

### III.3. Membre 3 (Toarcien inférieur, Zone à *Levisoni*, Elmi et al. 1997)

#### ➤ Description

Ce membre correspond à l'Ammonitico Rosso marneux d'âge Toarcien inférieur (lithotype marneux). Ce faciès est matérialisé par des calcaires marneux noduleux très riches en ammonites, intercalés avec les marnes rouges.

L'étude microscopique des bancs calcaires de ce membre (Fig. 19) révèle des textures allant du mudstone à wackestone/packstone à faunes essentiellement pélagiques et accessoirement benthiques. La texture mudstone à ostracodes et bioclastes (Fig. 19 A) ; la texture mudstone avec des foraminifères benthiques unisériées (Fig. 19 B, C), un wackestone avec des radiolaires (Fig. 19 D) ; un mudstone avec des ammonites (Fig. 19 E) ; un wackestone avec des ammonites associées à des filaments (Fig. 19 F). Vers le sommet de ce membre, on enregistre une dominance des filaments qui sont accessoirement associés avec des radiolaires (Fig. 19 G, H).

#### ➤ Interprétation

Ce lithofaciès est décrit par de nombreux auteurs autour de la Téthys (Elmi et Ameer, 1984 ; Elmi et Rulleau, 1988; Jenkyns, 1991; Farinacci et al. 1981; Raif et Cemil, 2009 ; Sadji, 2021 ; Sadji et al. 2021).

Cette alternance de calcaires et marnes rouges montre des caractéristiques typique d'une sédimentation pélagique (faunes pélagiques dominantes) le long d'une pente attestée par la présence des slumps. Ce faciès marneux d'Ammonitico-Rosso est aussi interprété comme étant un faciès indicateur d'évènements géodynamiques correspondant à la dislocation et l'affaissement des plateformes carbonatées. Ce dépôt est intimement lié à une sédimentation de type pente sur les flancs des blocs basculés (Elmi 1991 ; Santantonio, 1993, 1994 ; Reolid et al. 2015). Ce lithofaciès a été déposé dans la partie distale de la plateforme externe (richesse en ammonites), sur une pente (slumps).

### III.4 Membre 4 (Toarcien moyen à supérieur)

#### ➤ Description

Il s'agit d'une alternance de marnes gris-verdâtres d'aspect schisteux, et des calcaires grisâtres parfois pseudo-noduleux. Le contenu fossilifère est représenté par des ammonites, des bélemnites et quelques bivalves. La partie supérieure de ce membre comporte des traces

fossiles représentées essentiellement par des *Zoophycos* et des *Palaeophycus tubularis*, associés à des nodules de silex. Cette alternance montre des indices de la tectonique syn-sédimentaires (slumps).

Les lames minces (Fig. 19) ont montré une texture wackestone avec des filaments associés à des ostracodes et de fragment de coquilles indéterminables (Fig. 19 I, J).

### ➤ **Interprétation**

Ce membre montre une texture wackestone avec une abondance d'ammonites reflétant ainsi sédimentation purement pélagique, associé à de très peu organismes benthiques, caractérisant une sédimentation dans une plateforme externe (Flügel, 2010). Le faciès à filament est largement discuter par les chercheurs ; ils correspondent à des tests de bivalves pélagiques (e.g. *Bositra*). Ces filaments ont été décrits dans des dépôts carbonatés du Jurassique de la Téthys (Ettachfini et Andereu, 2004; Caron et al. 2006; Zagrani et al. 2008 ; Sadj, 2021).

Plusieurs interprétations controversées ont été suggéré pour ce faciès Selon Negra et al, (2011) la concentration de filaments est interprétée par une fort disponibilité de matière nutritive véhiculée soit par des courants ascendants (e.g. *upwelling*) soit d'origine continentale. Alors que, Navaro et al, (2009) interprètent ces concentrations coquillères comme étant un indice de diminution notable de la production carbonatée lors d'une phase transgressive coïncidant avec l'ennoiement (*drowning*) d'une plateforme carbonatée.

L'interprétation de Negra et al, (2011) est fortement critiquée et ne peut être adoptée car l'abondance de la nutrition attire une gamme très variée d'organismes et non seulement les bivalves. D'autant plus que dans la région d'étude ce faciès ne montre aucune association d'organisme avec les filaments hormis, quelques rares ammonites et bélemnites. De ce fait, on converge beaucoup plus vers l'interprétation de Navaro et al, (2009) et par conséquent ce faciès à filament est relié directement à une diminution de la production carbonatée pendant le Toarcien moyen à supérieur. L'abondance des figures sédimentaires de type slumps et la présence des *Zoophycos* et du silex plaident en faveur d'une sédimentation le long d'une pente.

#### IV. Description microscopique (Coupe 2)

##### ➤ Description sommaire

L'étude microscopique a montré les mêmes textures observées dans la coupe « 1 », à l'exception du faciès Ammonitico-Rosso qui est absent (Fig. 20). Les textures varient entre mudstone, wackestone et rarement wackestone à packstone.

Cette étude révèle plusieurs texture qui sont :

- une texture mudstone montrant quelques ostracodes et foraminifères benthiques unisériés (Fig. 21A) ;

- un mudstone à ammonites ;

- un mudstone avec des radiolaires ;

Enfin, une texture fluctuante entre le wackestone à packstone avec des filaments.

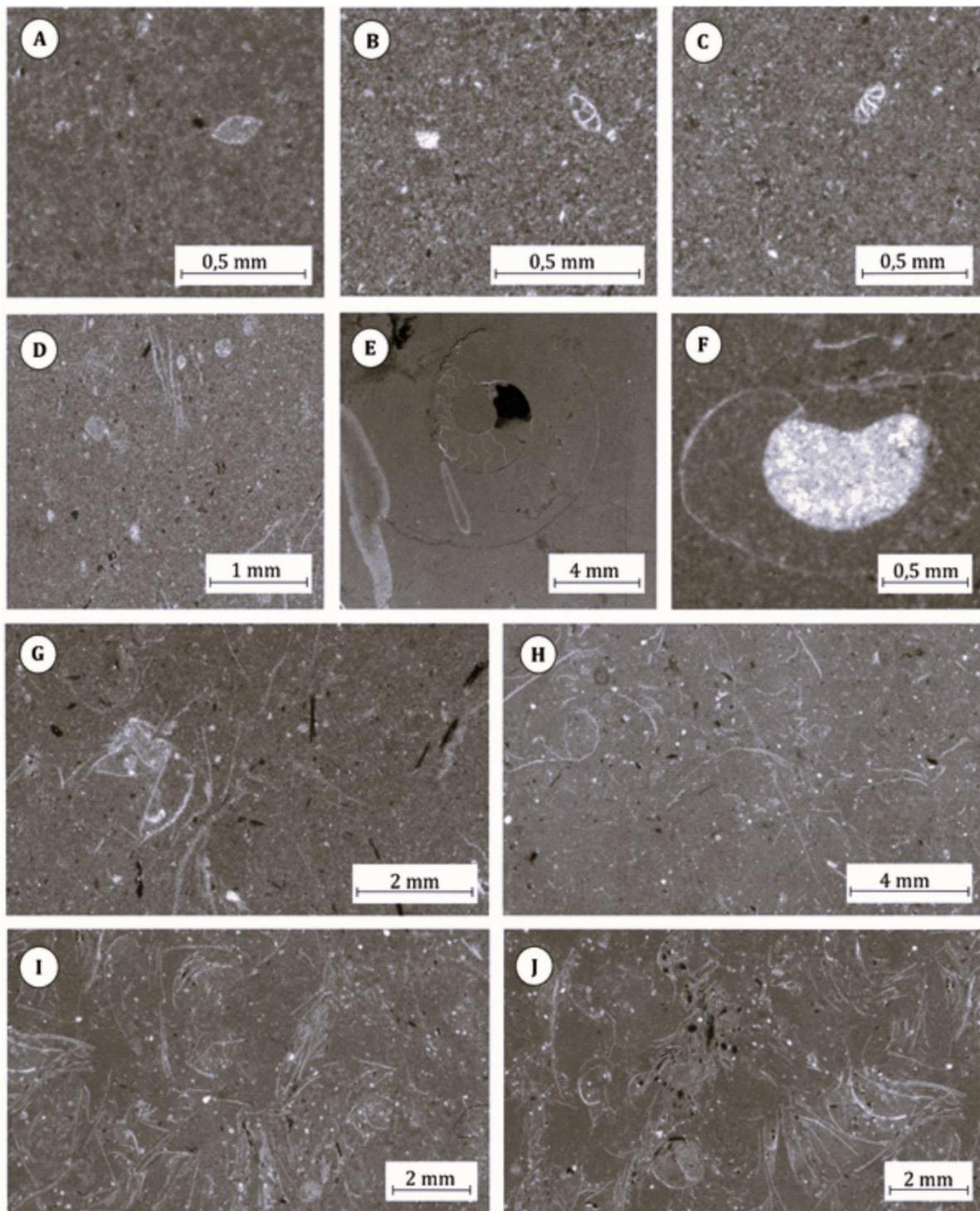
Le caractère remarquable au niveau de la coupe « 2 » est l'abondance des fragments de *Saccocoma* (Fig. 21B, C, D, F, G, H et J).

##### ➤ Interprétation

Les trois membres montrent des caractéristiques typiques d'une sédimentation pélagiques, plus précisément une sédimentation de plateforme externe (ammonites, bélemnites, filaments, radiolaires. etc.) avec des figures d'instabilité syn-sédimentaire de type slumps attestant la présence une pente.

Le faciès à *Saccocoma* c'est un faciès commun dans les bassins et les pentes du Jurassique supérieur de la Téthys (Santantonio, 1993; Gill et al. 2004). Il est également signalé dans des plateformes epicontinentales (Nicosiai, 1979; Flügel, 2010). Alors que, Kietzmann et al, (2009) proposèrent un milieu de dépôt de type ramps proximal à distal. Selon Hess 2002, Sadjj et al. 2024 « *in press* » l'abondance des fragments de *Saccocoma* est la conséquence directe d'une phase transgressive « *transgressive system tract* ».

Les caractéristiques macroscopiques et microscopiques de la coupe 2 sont comparables à la coupe 1. Les mêmes environnements de dépôts peuvent être proposés pour les trois membres.



**Fig. 19** : Photos microscopique du membre 3. (A) Packstone avec des ostracodes (échantillon 22); (B, C) Mudstone à foraminifères benthiques unisériés (échantillon 23, 24); (D) Wackestone avec des radiolaires (échantillon 25); (E) Mudstone avec ammonite (échantillon 26); (F), Wackestone à ammonite associée avec des filaments (échantillon 27); (G, H) Wackestone avec des filaments associés à quelques radiolaires (échantillon 28, 29). Membre 4. (I, J) Wackestone avec des filaments associés à des ostracodes et de fragment des coquilles (échantillon 30).

L'abondance des fragments de *Saccocoma* dans la coupe 2 (secteur ou orientation) et qui correspond à un indice de pélagisme témoigne que les caractéristiques paléoenvironnementales sont beaucoup plus distale par rapport à la coupe 1.

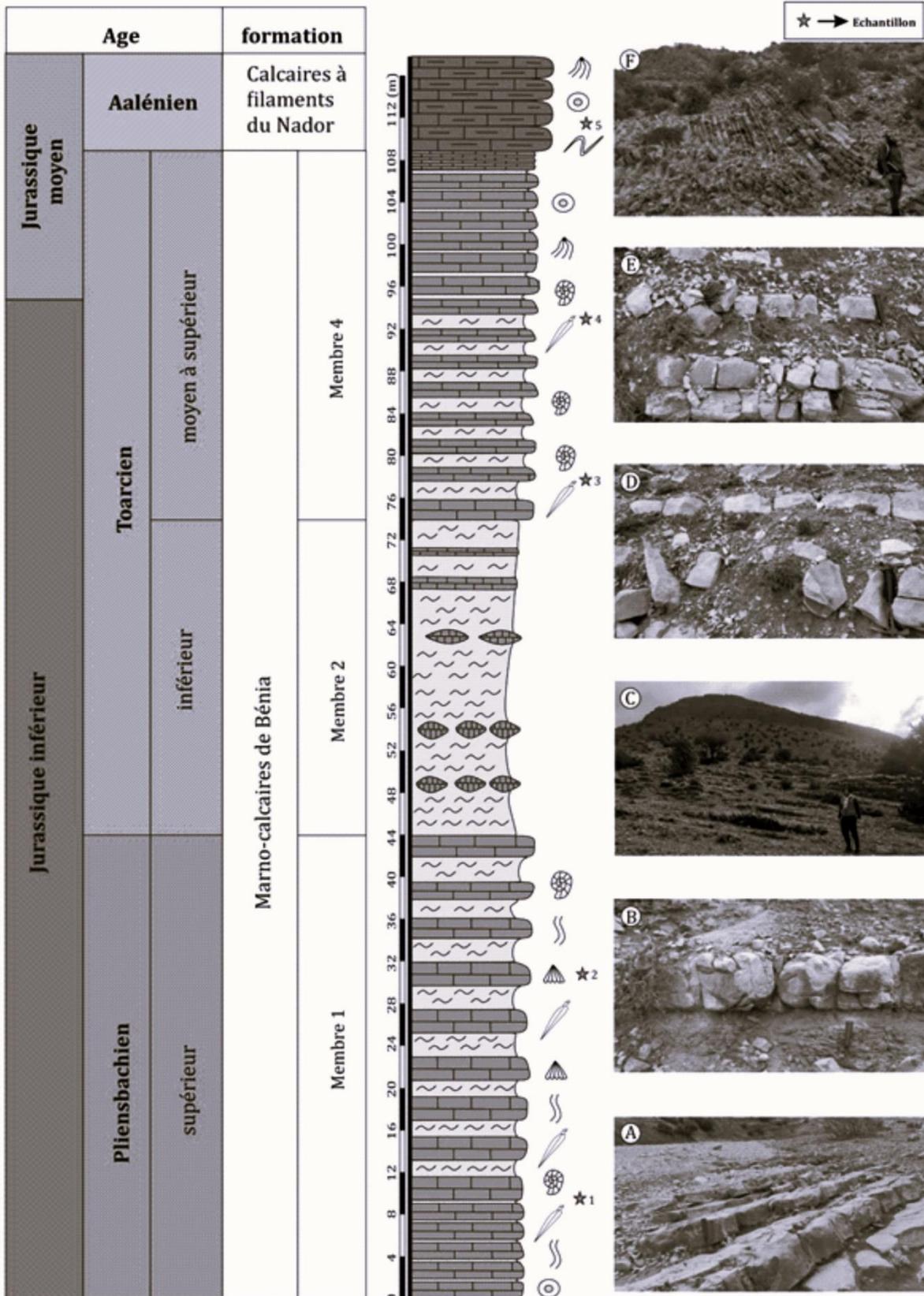
### V. Discussion

En se basant sur les caractéristiques macroscopiques (macro-faciès), microscopiques et faunistiques, la sédimentation pendant la transition Pliensbachian-Toarcien dans la région de Tiaret (En Nador) est subdivisée en quatre phases:

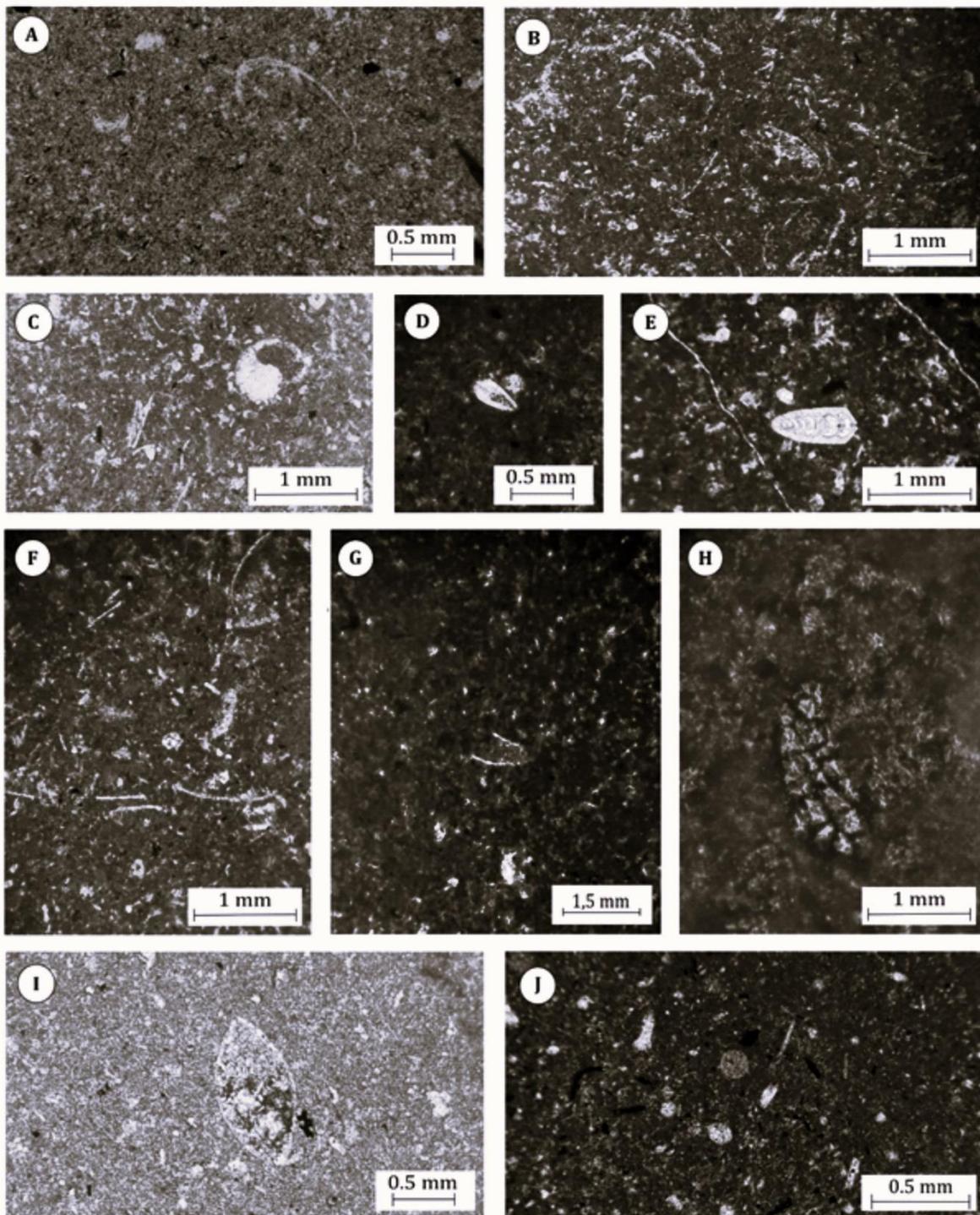
- 1) phase de production carbonatée « *period of carbonate growth* » d'âge Pliensbachian supérieur (Zone à *Emaciatum*).
- 2) phase d'arrêt de production carbonatée « *period of carbonate demise* » d'âge Toarcien inférieur (Zone à *Polymorphum-Levisoni*).
- 3) phase de production carbonatée « *period of carbonate growth* » d'âge Toarcien inférieur (Zone à *Levisoni*).
- 4) phase d'arrêt de production carbonatée « *period of carbonate demise* » d'âge Toarcien moyen à supérieur.

-La première phase d'âge Pliensbachian supérieur: *period of carbonate growth* ou correspond à une phase de production carbonatée représentée par le premier membre de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia ». Elle se caractérise par une alternance serrée de calcaires et de marnes renfermant une riche faune pélagique (ammonites et rostre de bélemnites) et une faune benthique (des foraminifères et des ostracodes). Vers le sommet, le matériel silico-clastique prend de l'ampleur, ce qui traduit l'augmentation d'épaisseur des marnes intercalaires (alternance dilatée de marnes et de calcaires). Les derniers bancs calcaires de ce membre montrent des bélemnites de petites tailles. Le microfaciès montre une tendance vers une texture mudstone riche en radiolaires, de taille relativement réduite.

En comparant ces dépôts avec d'autres régions de la Téthys (e.g. Moyen Atlas, Maroc), le Pliensbachien supérieur correspond à des calcaires riches en bélemnites. Les analyses géochimiques ( $^{13}\text{C}$ ) montrent des valeurs positives, juste avant l'excursion négative du Toarcien inférieur (Ait-Itto et al. 2016).



**Fig. 20** : Colonne lithostratigraphique de la succession carbonatée de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia » coupe 2. (A) La partie inférieure du membre 1 (alternance marno-calcaires rapprochées), (B) La partie supérieure de membre 1 (alternance dilatée), (C) Combe marneuse à passées calcaires discontinues (membre 2), (D) Des passées de calcaires continus, (E) Membre 4 (des calcaires pseudo-noduleux alternant avec des marnes jaunes), (F) La Formation des « Calcaires à filaments du Nador ».



**Fig. 21** : Photogrammetrie du membre 3. (A) Mudstone à wackestone avec des bioclastes et fragment d'ostracodes (échantillon 2); (B, C et D) Wackestone avec des fragments de *Saccocoma* (B : échantillon 1 ; C : échantillon 5 ; D : échantillon 3); (E) Wackestone avec foraminifère benthique (échantillon 4); (F), Wackestone avec des fragments de *Saccocoma* et quelques filaments (échantillon 1); (G, H) Mudstone à wackestone avec des fragments de *Saccocoma* (échantillon 3 et 1); (I) Wackestone avec des fragments de *Saccocoma* et ostracodes (échantillon 2), (J) Wackestone avec des radiolaires et fragments de *Saccocoma* (échantillon 2).

Les mêmes caractéristiques sédimentologiques et faunistiques ont été signalé dans différentes localités d'Europe (e.g. Espagne, France, Italie. etc.).

-La deuxième phase d'âge Toarcien inférieur : phase d'arrêt de production carbonatée, elle est représentée par le deuxième membre de la Formation des « Marno-calcaires de Bénia ». Cette phase se caractérise par une combe marneuse admettant quelques passées carbonatées, discontinues. Cette combe est presque dépourvue d'ammonites et de bélemnites, du point de vue microscopique la texture mudstone est dominante, la bioturbation est absente. Ces phases reflètent une période de diminution notable de la production carbonatée « *demise of carbonate production* ».

Le passage Pliensbachien-Toarcien correspond à une phase transgressive provoquée par la distension liasique (Cubaynes et Ruget, 1986 ; Boutakiout, 1990 ; Sebane, 2007). Il s'agit d'une transgression majeure, qui est enregistrée partout dans la Téthys (Hallam, 1988 ; Vail et al. 1987 ; Ruget et Nicollin, 1997).

La partie basale de ce membre « membre 2 » est caractérisé par l'absence des foraminifères du Pliensbachien supérieur, qui coïncide avec l'évènement anoxique du Toarcien inférieur (*Oceanic Anoxic Event* : OAE) (e.g. Jenkyns, 1988 ; Röhl et al. 2001). Cet évènement anoxique est caractérisé par :

- un faible taux de la sédimentation de CaCO<sub>3</sub> dans les plateformes carbonatées ;
- un réchauffement climatique ;
- une crise où une importante masse de biosphère a disparue (e.g. (Hesselbo et al. 2000 ; Cohen et al. 2007).

Du point de vue géochimique, une excursion négative de carbone a été enregistré dans la zone à *Polymorphum* (Hesselbo et al. 2007; Littler et al. 2010; Suan et al. 2011; Reolid et al. 2012, Ait-Itto et al. 2016).

La partie sommitale de ce membre marneux marque le retour de la faune benthique (foraminifères) dû au retour des conditions favorables pour le développement de la vie benthique (Sebbane, 2007).

La troisième phase : phase de production carbonatée, membre 3 correspondant à l'Ammonitico-Rosso. Ce membre se caractérise par la réapparition des ammonites et la

bioturbation (*Ophiomorpha*). Du point de vue lithologique le pôle carbonaté se développe au détriment du pôle détritique (alternance dilatée devenant serrée), qui reflète une autre phase de production carbonatée (*growth of carbonate production*).

La quatrième phase est probablement reliée à une phase de diminution de la production carbonatée.

### **VI. Conclusion**

L'étude pétrographique de la Formation Marno-Calcaire de Bénia d'âge Pliensbachien-Toarcien reflète une sédimentation dans un domaine pélagique. Il faut noter la co-existence de condition pélagique (ammonites, bélemnites, radiolaires, filaments, fragments de Saccocoma) et conditions benthiques (foraminifères et ostracodes). Cette association est typique d'une plateforme externe à pente (e.g. slumps).

Le passage Pliensbachien-Toarcien correspond à une phase de transgression majeure, la base du Toarcien se caractérise par un événement anoxique. Du point de vue pétrographique l'évènement anoxique est précédé par une diminution de la taille des organismes (e.g. bélemnites et radiolaires). Cette phase anoxique correspond aussi à une phase de faible production carbonatée (*demise of carbonate production*).



---

# Conclusion générale

---



## Conclusion générale

Au terme de ce travail, l'étude de la Formation des « Marno-calcaires de Béni » (Pliensbachien-Toarcien) dans la région du Nador a fait appel à deux approches ; lithostratigraphique et sédimentologique.

1-Du point de vue lithostratigraphique : quatre membres ont été reconnus et qui sont de bas en haut :

1) **membre 1** : il est d'âge Pliensbachien supérieur (Zone à *Emaciatum*) matérialisé à la base par une alternance rapprochée de marnes verdâtres et de bancs calcaires bleuâtre à grisâtre micritiques. Au sommet elle est dilatée ;

2) **membre 2** : d'âge Toarcien inférieur (Zone à *Polymorphum-Levisoni*) : il correspond à une combe marneuse à rare passées de calcaires généralement discontinués ;

3) **membre 3** : il correspond au faciès Ammonitico-Rosso (lithotype marneux) d'âge Toarcien inférieur (Zone à *Levisoni*) ;

4) **membre 4** : il correspond à une alternance de marnes verdâtres et de calcaires bleuâtres d'âge Toarcien moyen-Toarcien supérieur.

Dans la région du Nador deux coupes ont été levées

La corrélation entre les trois coupes a montré une variation d'épaisseurs et que le membre 3 correspondant à « Ammonitico-Rosso » est absent à l'extrémité est du Nador.

2-Du point de vue paléoenvironnementale, la sédimentation s'est effectuait dans un domaine pélagique (ammonites, bélemnites, filaments et *Saccocoma*). Les caractéristiques pétrographiques ont montré une sédimentation allant d'une zone de transition de plateforme interne/plateforme externe à une plateforme externe.

3-Les données microscopiques et macroscopiques ont montré trois ensembles sédimentaires ou trois phases (épisodes):

- a- Une phase de production carbonatée (Pliensbachian supérieur)
- b- Une phase de diminution notable de production carbonatée (Toarcien inférieur)
- c- Une phase de remobilisation de la production carbonatée (Toarcien moyen).



---

## Références bibliographiques

---



## Références bibliographiques

- Ait-Itto, F. Z., Price, G. D., Addi, A. A., Chafiki, D., Mannani, I. (2017) - Bulk-carbonate and belemnite carbon-isotope records across the Pliensbachian-Toarcian boundary on the northern margin of Gondwana (Issouka, Middle Atlas, Morocco). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 466, 128-136.
- Ameur, M. (1988) - Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge Sud-Téthysienne: L'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. *Th. Doct. D'État Ès Sciences*, Univ. Cl. Bernard, Lyon I, 551 p., 188 fig., 24 pl.
- Ameur, M. (1999) - Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge Sud-Téthysienne: L'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. *Docum. Lab. Géol.* Lyon, n° 150, 399 p., 157 fig., 17 pl.
- Ameur, M., Elmi, S. (1981) - Relations spatio-temporelles entre "Ammonitico-Rosso", calcaires à "Zoophycos" et récifs coralliens dans le Toarcien et la base du Jurassique moyen (Monts des Traras, Djebel Fillaoussène, Algérie NW).in Farinacci A., Elmi S. éd. Rosso Ammonitico Symp. Proc., *Tecnoscienza* édit., Roma, pp. 9-25, 3 fig., 1pl.
- Arias, C. (2009) - Extinction pattern of marine ostracoda across the Pliensbachian-Toarcian boundary in the Cordillera Ibérica, NE Spain: Causes and consequences. *Géobios* 42, pp. 1-15.
- Atrops, F., Benest, M. (1981) - Données biostratigraphiques nouvelles sur l'Oxfordien et le Kimméridgien du Djebel Nador de Tiaret (Avant-pays tellien, Algérie) : conséquences paléogéographiques. *Géobios*, Lyon, n°14, fasc.1, p.115-122.
- 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. *Géobios* 19, 855-862.
- Atrops, F., Dubel, C., Elmi, S., Revert, J. (1970) - La limite Domérien-Toarcien et l'apparition de la sédimentation marneuse dans le Lias des Monts de Rhar-Roubane (Ouest algérien). *Bull. Soc Hist Nat*, Afrique du Nord, tome 61-fascicule 3 et 4, pp. 9-18.
- Atrops, F., Elmi, S. (1971) - Les divisions chrono-stratigraphiques du Toarcien de l'Oranie occidentale (Algérie) et leurs corrélations. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t.273, sér. D, p.2422-2425.

- Auclair, D., Biehler, J. (1967) - Étude géologique des Hautes plaines oranaises entre Tlemcen et Saida., *Publ. Serv. Géol. Algérie*, Alger, N.S., n°34, pp. 3-45.
- Augier, C. (1967) - Quelques éléments, essentiels de la couverture sédimentaire des Hauts Plateaux. *publ. serv. Carte Géol. Algérie*, Alger, sér. n°34, p.47-80.
- Bassoulet, J. P. (1973) - Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Th. Sci. Univ. Paris VI*, 497 p., 50 fig., 32 pl.
- Bassoulet, J.P., Baudin, F. (1994) - Le Toarcien inférieur : une période de crise dans les bassins et les plates-formes carbonatées de l'Europe du nord-ouest de la Téthys. 3d Intern. Symp. Jur. Strati., Poitiers, in *Geobios*, Lyon.
- Bassoulet, J.P., Lachkar, G., Baudin, F., Benshili, K., Blanc, Ph., Boutakiout, M., Depeche, F., Elmi, S., Ruget, C. (1991) - Stratigraphie intégrée dans le Toarcien du Maroc (rides sud-rifaines et Moyen Atlas). *Bull. Soc. Géol. France*, t. 162, n°5, pp. 825-839.
- Baudin, F. (1989) - Caractérisation géochimique et sédimentologique de la matière organique du Toarcien téthysien (Méditerranée, Moyen-Orient), significations paléogéographiques. *Th. Sci. Université Pierre et Marie Curie*, Paris, France, 246 pages.
- Baudin, F., Bassoulet, J. P. (1991) - La crise toarcienne en Europe du Nord-Ouest et dans les régions Téthysiennes : signaux géochimiques et biologiques, in: Proc. 3rd. Int. Symp., *Jurassic Stratigraphy*, Poitiers, p. 17.
- Bendella, M., Benhamou, M., Benyoucef, M. (2008) - Les ichnofaciès du Callovo-Oxfordien Kimméridgien des Monts du Nador (Tiaret, Algérie du Nord). *Colloque. International. « Terre & Eau 2008 »*. Annaba, les 17, 18 et 19 Novembre 2008.
- Benest, M, Bensalah, M, Houabdellah, H., Guardas, T. (1999) La couverture mésozoïque et cénozoïque du domaine Tlemcénien (Avant-Pays Tellien d'Algérie Occidentale) : stratigraphie, paléoenvironnements, dynamique sédimentaire et tectogenèse alpine., *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie* Vol. 10, n° 2, pp. 127 - 157, 7 fig., 1999.
- 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, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire. *Docum. Lab. Géol.* Lyon, n° 95, fasc. 1-2, p. 1-581, 145 fig., 23 pl.

- [Benhamou, M. \(1996\)](#) - Evolution tectono-eustatique d'un bassin de la Téthys maghrébine: L'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen. *Th. Doct. Etat. Univ. Oran*, 434 p., 139 fig., 27 pl.
- [Benhamou, M., Elmi, S. \(1997a\)](#) - Tectonic partition of the carbonate sedimentation: the example of the Lower and Middle Lias of the Ouarsenis (Algeria) within the initial carbonates platform of the Maghrébine Tethys. *Peri-Tethys-Annual Meeting*, Rabat-Marocco, 10-12 June 1997.
- [Bouchemla, I., Bendella, M. \(2019\)](#) - Mise en évidence de l'ichnofaciès à Cruziana dans l'Oxfordien-Kimméridgien des monts du Nador (domaine pré-atlasique, Algérie). Conférence: *2ème colloque international sur la géologie de la chaîne des maghrébides et des régions voisines* Sétif, Algérie du 4 au 6 décembre 2018
- [Bouchemla, I., Bendella, M., Benyoucef, M., Lagnaoui, A., Ferré, B., Scherzinger, A., Haouz, W. B. \(2020\)](#) - The Upper Jurassic Faïdja Formation (Northwestern Algeria): Sedimentology, biostratigraphy and ichnology. *Journal of African Earth Sciences*, 169, 103874.
- [Boudchiche, L. \(1994\)](#) - Le Lias-Dogger des Béni Snassen orientaux (Maroc nord oriental) : Succession stratigraphique, évolution tectono-sédimentaire et micropaléontologique. *Th état, Univ. Med. 1er, Oujda*, 253 p., 92 fig., 13 pl.
- [Boutakiout, M. \(1990\)](#) - Les foraminifères du Jurassique des rides Sud-Rifaines et des régions voisines (Maroc). *Documents des laboratoires de Géologie*. Lyon. 112, 1-247.
- [Caratini, C. \(1965\)](#) - Age de l'orogénèse du Djebel Nador (Département de Tiaret) et des Monts de Chellala Reibel (Département de Médéa), Algérie *C.R. Soc. géol. France*, Paris, fasc.10, p. 324-395.
- [Caratini, C. \(1970\)](#) - Etude géologique de la région de Chellala - Reibell. *Publ. serv. géol. Algérie* Alger, NS n°40, t.1-2,311p., 107fig. 8pl.
- [Caron, M., Dall'Agnolo, S., Accarie, H., Barrera, E., Kauffman, E. G., Amédro, F., Robaszynski, F. \(2006\)](#) - High-resolution stratigraphy of the Cenomanian–Turonian boundary interval at Pueblo (USA) and wadi Bahloul (Tunisia): stable isotope and bio-events correlation. *Geobios*, 39(2), 171-200.

- Clemence, M.E., Huret, E., Bartolini, A., Galbrun, B., Gardin, S., Hinnov, L., Beaumont, V. (2006) - Micropaleontologic, geochemical and cyclostratigraphic approach for the timing of the Early Toarcian Oceanic Anoxic Event in the Paris Basin (GPF - Sancerre borehole). *7th International Congress on the Jurassic System, Volumina Jurassica*, 4, Integrated Stratigraphy, Kraków, Poland.
- Cobianchi, M., Picotti, V. (2001) - Sedimentary and biological response to the sea-level and palaeoceanographic changes of a Lower-Middle Jurassic Tethyan platform margin (Southern Alps, Italy). *Palaeoceanographic, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 169, pp. 219-244.
- Cohen, A.S., Coe, A.L., Kemp, D.B. (2007) - The Late Paleocene-Early Eocene and Toarcian (Early Jurassic) carbon isotope excursions: a comparison of their timescales associated environmental changes, causes and consequences. *J. Geol. Soc. Lond.* 164, pp. 1093-1108.
- Comas-Rengifo, M.J., Arias, C., Gomez, J.J., Goy, A., Herrero, C., Osete, M.L., Palencia, A. (2010) - A complementary Section for the Proposed Toarcian (Lower Jurassic) Global Stratotype: the Almonacid de la Cuba Section (Spain). *Stratigraphy and Geological Correlation*, vol. 18, n° 2, pp. 133-152.
- Cubaynes, R., Ruget, C. (1986). - Relation séquence d'ouverture/déroulement du genre *Lenticulina* (Foraminifère). Un exemple dans le Domérien du Sud-Quercy, *Cah. Inst. Cathol. Lyon* (1) 113–122.
- Deleau, P. (1935) - Présence du Lias au Djebel Nador, *C.R. Acad., Sci., Paris*, t.200, p.1-3.
- Deleau, P. (1948) - Le Djebel Nador. Étude stratigraphique et paléontologique. *Bull. serv. Carte Géol. Algérie*, 2 e sér. Stratigr. N°17, cf. p.68.
- Douas Bengoudira, F., Touahria, A., Sebane, A. (2022) - Micromorphs: Response of the Ammonite Fauna during the Toarcian Oceanic Anoxic Event (T-OAE) in the Es-Saffeh Mountains (Tiaret, Western Algeria), *Proceedings 2022*, 69, p 2-6.
- Dromart, G., Allemand, P., Garcia, J. P., Robin, C. (1996) - Variation cyclique de la production carbonatée au Jurassique le long d'un transect Bourgogne-Ardèche, Est-France. *Bull. Soc. géol France* 3 (167), pp. 423-433.

- 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.
- El Youssfi, H., Boutakiout, M., Tejera De Leon, J. (1997) - Le passage Pliensbachien-Toarcien inférieur dans les rides sud-rifaines (Maroc) : une étape de profonds changements bio-sédimentaires et tectono-eustatique. *Cahiers Univ. Catho. Lyon*, n° 10, pp.141-146.
- Elmi, S. (1970) - Rôle des accidents décrochantes de direction SSW-NNE dans la structure des Monts de Tlemcen (Ouest algérien). *Bull. soc. Hist. nat. Afri. Nord*, Alger, t.61, fasc.3-4, p.3-8.
- Elmi, S. (1978) - Bioturbation et tri mécanique, facteurs déterminants dans la genèse des calcaires « noduleux » et des « Ammonitico-Rosso ». *6ème réun.ann.sci.terre Orsay, Soc. Géol. France Paris*, p.179.
- Elmi, S. (2007) - Pliensbachien/Toarcian boundary; the proposed GSSP of Peniche (Portugal). In R. B. Rocha (Ed), the Peniche section (Portugal). *Contribution to the definition of the Toarcian GSSP*, pp. 7- 16, 2 fig.
- Elmi, S., Almeras, Y., Aueur, M., Atrops, F., Benhamou, M., Moulin, G. (1982) - La dislocation des plates-formes carbonatées liasique en Méditerranée occidentale et ses implications sur les échanges fauniques. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, t. XXIV, n° 5-6, p 1007.
- Elmi, S., Aueur, M. (1984) - Quelques environnements des faciès noduleux mésogéens. - *Estrato da Geologica Romana.*, 23, 13-22.
- Elmi, S., Atrops, F., Mangold, C. (1973) - Le Toarcien du Djebel Nador (Tiaret, Algérie); succession des faunes d'ammonites. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t.276, sér. D, p.1143-1145.
- Elmi, S., Atrops, F., Mangold, C. (1974) - Les zones d'ammonites du Domérien–Callovien de l'Algérie occidentale – Première partie: Domérien–Toarcien. *Documents du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, 61, 1–83, 5 pls.
- Elmi, S., Benest, M. (1978) - Les « Argiles de Saida » facies flyshoide du Callovo-Oxfordien du sillon Tlemcenien (Ouest Algerien) ; stratonomie, environnement, interprétation et évolution paléogéographique. Livre Jubilaire Jacques Flandrin. *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, HS 4 ;203-261.*

- Elmi, S., Gabilly, J., Mouterde, R., Rulleau, L., Rocha, R., (1994) - L'étage toarcien de l'Europe et de la Téthys ; divisions et corrélations. 3rd International Symposium of Jurassic Stratigraphy, Poitiers, 1991. *Géobios*, Lyon, *Mémoire spécial*, 17 : 16-30.
- Elmi, S., Marok, A., Sebane, A. And Almeras, Y. (2006a) - Intérêt de la coupe de Mellala (Monts des Traras, Algérie occidentale pour les corrélations de la limite Pliensbachien-Toarcien. *12eme Séminaire national des Sciences de la Terre*, Oran, Mars 2006: 29-30.
- Elmi, S., Rulleau, L. (1988) - Le genre *Pseudolillia* (Ammonitina, Graphoceratinae) dans le Toarcien supérieur (France, Espagne, Portugal, Maroc). *2 eme Congr. Intern. « Fossili, Evoluzione, Ambienti »*. Pergola, 22 p., 5fig., 7pl.
- Elmi, S., Rulleau, L. (1991) - Le Toarcien des carrières Lafarge (Bas-Beaujolais, France): cadre biostratigraphique de référence pour la région lyonnaise. *Geobios*, 24(3), 315-331.
- Elmi, S., Rulleau, L., Gabilly, J., Mouterde, R. (1997) - Étage Toarcien. In Cariou E., Hantzpergue P. (Éd.) – Biostratigraphie du Jurassique ouest européen et méditerranéen. *Bull. Centres Rech. Elf Explor-Prod.*, 17 : 25-36.
- Erba E., (2004) - Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Mar. Micropaleontol.* 52, pp. 85-106.
- Ettachfini, E. M., Andreu, B. (2004) - Le Cénomaniens et le Turonien de la Plate-forme Préafricaine du Maroc. *Cretaceous Research*, 25(2), 277-302.
- Farinacci, A., Malantruccio, 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.
- Fleet, A.J., Clayton, C.J., Jenkins, H.C., Parkinson, D.N. (1987) - Liassic source rock deposition in western Europe. In Brook & Glennie (eds): *Petroleum Geology of North West Europe*. Graham et Trotman, London, pp.59-70.
- 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.

- Gabilly, J. (1962) - Stratigraphie et limites de l'étage Toarcien à Thouars et dans les régions voisines. Colloque du Jurassique, Luxembourg, *Volume des comptes-rendus et mémoires*, pp. 193- 215.
- Garcia Joral, F., Goy, A. (2009) - Toarcian (Lower Jurassic) brachiopods in Asturias (Northern Spain): stratigraphic distribution, critical events and palaeobiogeography. *Géobios*, n° 42, pp. 255-264.
- Gill, T., Cai, T., Aulds, J., Wierzbicki, S., Schmitt, M. E. (2004) - RNase MRP cleaves the CLB2 mRNA to promote cell cycle progression: novel method of mRNA degradation. *Molecular and cellular biology*, 24(3), 945-953.
- Glangeaud, L. (1951) - Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographique de la Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, sér.6, t.I, p.735-762.
- Graciansky, P.C. de, Bourbon, M., Charpal, O., De Chenet, P.Y., Lemoine, M. (1979) - Genèse et évolution de deux marges continentales passives : marge ibérique de l'océan atlantique et marge européenne dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), XXI, 5, 663-674.
- Guex, J., Morard, A., Bartolini, A., Morettini, E. (2001) - Découverte d'une importante lacune stratigraphique à la limite Domérien-Toarcien : implications paléocéanographiques. *Bull. Soc. Vaudoise des sciences naturelles* 87, pp. 277- 284.
- Guiraud, L. (1973) - Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du hodna et des régions voisines. *Thèse. univ. Nice*, n° C.N.R.S.AO 8603,270p.
- Hallam, A. (1986) - The Pliensbachian and Tithonian extinction events. *Nature*, 319, 6056, pp. 765-768.
- Hallam, A. (1987) - Radiations and extinctions in relation to environmental change in the marine Lower Jurassic of northwest Europe. *Paleobiology*, 13, 2, pp. 152-168.
- Hallam, A. (1988) - Major bio-events in the Triassic and Jurassic, in Wallister, O. H., ed., *Global Events and Event Stratigraphy*: Berlin, *Springer*, p. 265-283.
- Haq, B.L., Hardenbol, J., Vail, P. (1988) - Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Eustatic Cycles. *SEPM Spec. Publ.* 42, pp. 71-108.

- Hardenbol, J. A. N., Thierry, J., Farley, M. B., Jacquin, T., De Graciansky, P. C., Vail, P. R. (1998) - Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. (pp.3-29) Edition: *SEPM Special Publication 60*, Publisher: *SEPM, Tulsa*, Oklahoma, USA
- Hedberg, H. (1979) - Guide stratigraphique internationale. Classification, terminologie et règles de procédure. *Doin* (édit.), Paris, 233 p.
- Hess, H. (2002) - Remains of Saccocomids (Crinoidea: Echinodermata) from Upper Jurassic of southern Germany. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie B (Geologie und Paläontologie)* 329: 1-56.
- Hesselbo, S.P., Gröcke, D.R., Jenkyns, H.C., Bjerrum, C.J., Farrimond, P., Morgans Bell, H.S., Green, O.R. (2000) - Massive dissociation of gas hydrate during a Jurassic anoxic event. *Nature*, 406, pp. 392-395.
- Jenkyns, H.C. (1988) - The early Toarcian (Jurassic) anoxic event: stratigraphy, sedimentology, and geochemical evidence. *American Journal of Sciences* 288, pp. 101-151.
- 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.
- Jenkyns, H.C., Clayton, C.J. (1997) - Lower Jurassic Epicontinental Carbonates and Mudstones from England and Wales: Chemostratigraphic Signals and the Early Toarcian Anoxic Event. *Sedimentology* 44, pp. 687-706.
- Kietzmann, D. A., Blau, J., Fernandez, D. E., Palma, R. M. (2009) - Crustacean microcoprolites from the Upper Jurassic—Lower Cretaceous of the Neuquén Basin, Argentina: systematics and biostratigraphic implications. *Acta Palaeontologica Polonica*, 55(2), 277-284.
- 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. Primaire, Jurassique. Analyse structural. *XIX ème Congr. Géol. Intern, Alger, Monogr. Région.*, 1ère sér.N) 25 ,139p.
- Mangold, C., Elmi, S., Benest, M. (1974) - Les Argiles de Saida (Callovo-Oxfordien d'Oranie, Algérie) : âge et milieu de dépôt. *C. R. Acad. Sci.*, Paris 279, 137-140.

- Marok, A. (1996) - Stratigraphie, sédimentologie et interprétation géodynamique du Lias début du Dogger : Exemple de sédimentation carbonatée de plate-forme en Oranie (Monts de Sidi-El-Abed, Hautes Plaines, Algérie occidentale). *Docum. Labo. Géol. Lyon*, n° 141, 199 p., 89 fig., 10 pl.
- Navarro, V., Molina, J.M., Ruiz-Ortiz, P.A. (2009) - Filament luma-chelle on top of Middle Jurassic oolite limestones: event depo-sits marking the drowning of a Tethysian carbonate platform (Sub-betic, southern Spain). – *Facies* , 55, 89-102.
- Negra, M. H., Zagarni, M. F., Hanini, A., Strasser, A. (2011) - The filament event near the Cenomanian-Turonian boundary in Tunisia. *Bull. Soc. Géol. France*, 182 : 507-519.
- Nicosia, U. (1979) - Saccocoma tenella (GOLDFUSS)–Distribuzione stratigrafica e geografica. *Bollettino della Società paleontologica italiana*, 18, 320.
- Ouared, O. (1987) - La transition « plate-forme carbonatée-bassin » dans le jurassique inférieur et moyen des Monts du Nador (Tiaret, Algérie occidentale) : *Th Doc. Univ, Claude Bernard, Lyon I*, 206 p., 59fig.
- Qajoun, A. (1994) - Le Toarcien du Quercy septentrional: stratigraphie et micropaléontologie. – *Strata*, Toulouse, vol. 22, 268 p.
- 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.
- Reolid, M, Rodriguez-Tovar, F. J, Marok, A, Sebane, A. (2012) - The Toarcian Oceanic anoxic Event in the Western Sahara, Algeria (North African Paleomargin): Role of anoxia and productivity. *Geol. Soc. Am. Bull.* 124, p 1646-1664, doi: 10.1130/B30585.1.
- 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.
- Reolid, M, Marok, A., Sebane, A. (2014) - Foraminiferal assemblages and geochemistry for interpreting the incidence of Early Toarcian environmental changes in North Gondwana paleomargin (Traras Mountains, Algeria). *Pub. Journal of African Earth Sciences*. 105-122p.

- Röhl, J. A., Schmid-Röhl, W., Oschmann, A., Frimmel, L., Schwark. (2001) - The Posidonia Shale (Lower Toarcian) of SW-Germany: An oxygen-depleted ecosystem controlled by sea level and palaeoclimate, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 165, 27–52, doi:10.1016/S0031-0182(00) 00152-8.
- Ruget, C. (1985) - Les foraminifères (Nodosariidés) du Lias de l'Europe occidentale. *Documents des laboratoires de Géologie*. Lyon, vol. 94, 272 pp.
- Ruget, C., Nicollin. (1997) - Les petits foraminifères benthiques dégagés. Colloque sur la biostratigraphie du jurassique ouest-européen et méditerranéen. *GFEJ*, p 281-291, 3 tab., 2 pl.
- Sadji, R. (2021) - Calcaires noduleux rouges du Jurassique supérieur (Ammonitico Rosso) du domaine tellien externe (Algérie NW) : approches sédimentologique, bio-chimiostratigraphique et paléoclimatique. *Th Doc .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  $\delta^{18}O$  from the Ouarsenis Mountains, northwestern Algeria. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 566, 110224.
- 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.
- Sebane, A. (1984) - Etude systématique et paléocécologique de la microfaune du Lias moyen et supérieur du Djebel Nador (Tiaret - Algérie). *Th Doc 3ème cycle, Univ. Cl. Bernard*, Lyon, 129 p., 23 fig., 4 pl.
- Sebane, A. (2007) - Les foraminifères du Jurassique des Monts des Ksour, étude biostratigraphique et paleoécologique. *Th Doc. D'état Es-Sciences, Univ. D'Oran*, 211 p., 45 fig., 25 Pl.
- Sebane, A., Marok, A. & Elmi, S. (2007) - Evolution des peuplements de foraminifères pendant la crise toarcienne à l'exemple des données des Monts des Ksour (Atlas saharien occidental, Algérie). *C. R. Palevol* 6, pp. 189-196, 3 fig.

Sebane, A., Touahria, A. (2017) - Palaeoenvironment and morphology of the foraminifera of the upper Domerian-lower Toarcian of Benia (Tiaret, Western Algeria). Inter. *Workshop on the Toarcian OAE, Espagne.*, 111 p.

Suan, G. (2008) - Changements climatiques, cycles du carbone et production carbonatée au Pliensbachien6Toarcien. *Th Doc, Univ. Cl. Bernard, Lyon I*, 207 p.

Touahria, A., Douas Bengoudira, F., Sebane, A. (2017) - Biostratigraphic overview on the Toarcian of Djebel Es-Saffeh (Nador Mountains, Tiaret, Western Algeria). Inter. *Workshop on the Toarcian OAE, Espagne.*, 121p.

Vail, P. R., Colin, J.P., Roger Jan Du Chene, Kuchly, J., Mediavilla, F., Trifilieff, V. (1987) - La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le jurassique du bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. France* n o 7, pp 1301- 1321.

Zagrarni, M. F., Negra, M. H., Hanini, A. (2008) - Cenomanian–Turonian facies and sequence stratigraphy, Bahloul formation, Tunisia. *Sedimentary Geology*, 204(1-2), 18-35.



---

## Listes des figures et tableaux

---



Liste des figures

Fig. 1 : Grands traits géographiques de la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985) .....02

Fig.2 : Situation géographique des Monts du Nador (Ouared, 1987) (modifiée) .....03

Fig. 3 : Extrait de la carte géologique (SAHARI) 1/ 50 000. Établie en 1969, publiée en 1980 par la sous-direction de la géologie ..... 06

Fig. 4 : Colonne lithostratigraphique synthétique de la région d'étude (Monts du Nador) au Jurassique .....09

Fig. 5 : Grands traits structuraux de la mosaïque atlasique de l'Afrique du Nord-Ouest (Elmi, 1978), simplifiée par (Ouared, 1987) (modifiée) .....12

Fig.6 : : Image satellitaire montrant la localisation des coupes (Google Earth-2024).....19

Fig. 7 : La partie inférieure de membre 1 : (A) Vue panoramique des deux membres (3 et 4) de la coupe ; (B) Alternance rapprochée de marne et calcaire ; (C) Calcaire à rostre de bélemnite ; (D) Calcaire à gastéropode ; (E) Ammonite (carreau noir) associée à une trace fossile ; (F) Calcaire à nodules de silex ..... 21

Fig. 8 : La partie supérieure de membre 1 : (A) Alternance dilatée de marne et calcaire; (B) Calcaire à bivalve ; (C) Calcaire à Rostres de bélemnite ; (D) Ammonite ferrugineuse ; (E) Globules de fer. Membre 2 : (F) Le passage Membre 1-Membre 2 ; (G) Marne à passés de calcaires ; (H) Banc de calcaire discontinué .....22

Fig. 9 : Le Membre 3 : (A) Le facies ammonitico-Rosso ; (B) Les calcaires verdâtres ; (C) Les marnes verdâtres (localisées) ; (D) Accumulation des ammonites à la surface du banc; (E) Bioturbation (ophiomorpha) ; (F) Contact membre 3-membre 4 .....24

Fig. 10 : Le Membre 4 : (A) La partie basale du membre 4 ; (B) Trace fossile (*Palaeophycus tubularis*); (C) Calcaires à bivalves; (D) La partie sommitale du membre 4 ; (E) Les calcaire à rostres de bélemnites ; (F) Calcaires à ammonites (G) Calcaire à Zoophycos; (H) Calcaires à silex..... 25

Fig. 11 : Colonne lithostratigraphique de la formation des « Marno-Calcaires de Bénia » (La coupe 1)..... 26

Fig. 12 : (A) Vue panoramique de la coupe 1. (Membre 1) : (B) La limite de la partie inférieure et la partie supérieure; (C) Alternance rapprochée à silex (carreau jaune) ; (D) Rostre de bélemnite ; (E, F) Bioturbation. Membre B : (G) Banc de calcaire pseudo-noduleux; (H) Rostre

de bélemnite ; (I) Bivalve + Trace d'ammonite (rectangle jaune) ; (J) Bioturbation.....28

Fig. 13 : Membre 2: (A) Marnes à passées de calcaires discontinués ; (B) Passées de calcaires continues. Membre 4 : (C) L'affleurement du membre 4; (D, E) Ammonites, rostres de bélemnites ferrugineuses ;(F) Calcaires à Zoophycos ; (G) Calcaires à silex ; (H) Ammonites associées à un rostre de bélemnite ; (I) Le contact Marno-calcaires de Bénia / Calcaires à filaments du Nador.....30

Fig. 14 : Colonne lithostratigraphique de la formation des « Marno -calcaires de Bénia » (La coupe 2) .....31

Fig. 15 : Corrélation lithostratigraphique des trois coupes étudiées de la formation des « Marno -calcaires de Bénia »..... 33

Fig. 16 : La classification des roches carbonatées de Dunham, (1962), complétée par, Embry & Klován, (1972) .....34

Fig. 17 : Colonne lithostratigraphique de la succession carbonatée de la Formation des «Marno calcaires de Bénia » coupe 1. (A) La partie inférieure du membre 1 (alternance marno- calcaires rapprochée), (B) La partie supérieure du membre 1 (alternance dilatée), (C) Combe marneuse, (D) Ammonitico-Rosso, (E) Membre 4 : des calcaires pseudo-noduleux alternent avec des marnes d'aspect schisteux.....37

Fig. 18 : Photos microscopiques du membre 1 (A-H). (A) Mudstone avec un fragment d'ammonite recristallisé (échantillon 1); (B) Packstone à ostracode (échantillon 3) ; (C) Wackestone avec bioturbation (échantillon 4) ; (D) Wackestone avec des foraminifères benthiques (unisériés) et des ostracodes (échantillon 5) ; (E) Mudstone à ammonite (échantillon 7) ; (F) Wackestone avec des radiolaires (échantillon 11) ; (G) Wackestone avec ostracode et quelques radiolaires (échantillon 14) ; (H) Wackestone avec des radiolaires à petite taille. Membre 2 (I-J). (I) Wackestone à bioclastes (échantillon 20); (J) Mudstone (échantillon 21).....38

Fig. 19 : Photos microscopique du membre 3. (A) Packstone avec des ostracodes (échantillon 22); (B, C) Packstone à foraminifères benthiques unisériés (échantillon 23, 24) ; (D) Wackestone avec des radiolaires (échantillon 25) ; (E) Mudstone avec ammonite (échantillon 26) ; (F), Wackestone à ammonite associée avec des filaments (échantillon 27) ; (G, H) Wackestone avec des filaments associés à quelques radiolaires (échantillon 28, 29). Membre 4. (I, J) Wackestone avec des filaments associés à des ostracodes et de fragment des coquilles (échantillon 30) ..... 42

Fig. 20 : Colonne lithostratigraphique de la succession carbonatée de la Formation des « Marnocalcaires de Bénia » coupe 2. (A) La partie inférieure du membre 1 (alternance marno-calcaires rapprochées), (B) La partie supérieure de membre 1 (alternance dilatée), (C) Combe marneuse à passées calcaires discontinues (membre 2), (D) Des passées de calcaires continues, (E) Membre 4 (des calcaires pseudo-noduleux alternant avec des marnes jaunes),

(F) La Formation des « Calcaires à filaments du Nador ».....44

Fig. 21 : Photogrammetrie du membre 3. (A) Mudstone à wackestone avec des bioclastes et fragment d'ostracodes (échantillon 2); (B, C et D) Wackestone avec des fragments de Saccocoma (B : échantillon 1 ; C : échantillon 5 ; D : échantillon 3); (E) Wackestone avec foraminifère benthique (échantillon 4); (F), Wackestone avec des fragments de Saccocoma et quelques filaments (échantillon 1); (G, H) Mudstone à wackestone avec des fragments de Saccocoma (échantillon 3 et 1); (I) Wackestone avec des fragments de Saccocoma et ostracodes (échantillon 2), (J) Wackestone avec des radiolaires et fragments de Saccocoma (échantillon 2)..... 45

### Liste des tableaux

Tab.1 : Tableau résume les différents découpages lithostratigraphique proposées pour la formation Marno-calcaires de Bénia ..... 18