

N° d'ordre :

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmad**

Faculté des Sciences de la Terre, et de l'Univers

Département des Sciences de la Terre



**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du grade

De Master II en Sciences de la Terre

Option : **Paléoenvironnement et Géodynamique**  
**des Bassins Sédimentaires.**

**Thème**

**La formation diatomitique de l'Oued El Abid (Dahra Nord-Occidental, bassin du Bas Chélif) : étude lithologique et paléoenvironnementale**

Par

**MIDOUN Souaad.**

Soutenu le : 26 /09/ 2019 devant la commission d'examen :

MOUSSA Kacem	Professeur	Université d'Oran 2	Président
MANSOUR Bouhameur	Professeur	Université d'Oran 2	Encadreur
BELHADJI Ahmed	Maître Assistant A	Université d'Oran 2	Examineur

Oran, 2019

## **Remerciement**

*Je tiens à remercier mon dieu qui m'a aidé à accomplir mon parcours scolaire et universitaire, et je profite l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.*

*Et puis je remercie mon encadreur le professeur Mansour Bouhameur qui n'a pas rejeté l'idée de superviser sur ma mémoire malgré mon niveau mon humble niveau et aussi je lui remercie pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion aussi et m'a aidé et m'a présenté plusieurs orientations très important.*

*Je voudrais rendre hommage au des membres du jury monsieur BELHADJI Ahmed maitres de conférences A à l'université Oran 2 et monsieur MOUSSA Kacem professeur à l'université Oran 2 de examiner ce modeste travail.*

*De plus j'adresse mes remerciements à tous les enseignants et les membres administratifs du département de géologie.*

**MIDO'UN.S.**

## **DEDICACE**

*Je dédier ce mémoire*

*A ma chère mère qui m'a donné toute l'affection et l'amour durant toute ma  
vie.*

*A mon cher père qui a tout donné que ce jour arrive.*

*A mes chers frères*

*Et mes sœurs.*

*A tous mes amis son exception*

*Et à toute la famille MIDOUN.*

**MERCI À TOUS.**

**Résumé**

La formation diatomitique messinienne de l'Oued El Abid située sur la marge Nord du Dahra occidentale (bassin du Bas Chéelif) a fait l'objet d'une étude lithologique, paléontologique et paléoenvironnementale.

La diversité faciologique de cette formation, la stratonomie des bancs et la présence et/ou la fréquence des traces fossiles a permis de subdiviser cette formation en deux membres (Membre I et Membre II).

Quatorze (14) types de traces fossiles ont été reconnus dans cette formation : *Thalassinoides* ; *Rosselia Socialis* ; *Helminthopsis* ; *Chondrites isp* ; *Chondrites arbuscula* ; *Lockeia* ; *Planolites* ; *Phymatoderma granulata* ; *Ophiomorpha nodosa* ; *Diplocraterion* ; *Rhizomorphs* ; *Scolicia zumayensis* ; *Neonereites uniserialis* et *Zoophycos*.

La composition microfloristique montre trois assemblages mais le plus souvent dominée par la présence de *Thalassionema niszchoides*, taxon caractérisant un milieu à forte productivité due aux courants ascendants upwellings.

Cette étude paléontologique en termes de traces fossiles et diatomées a été effectuée et confrontée pour un essai de reconstitution paléoenvironnementale (essentiellement paléobathymétriques).

Le membre I caractérisé par : *Skolithos* ; *Chondrites arbuscula* et *Rosselia Socialis*, s'est déposé dans un milieu marin peu profond et littoral attesté par l'assemblage A à *Actinoptychus senarius*.

La sédimentation d'une grande partie du membre II (qui est marquée par les ichnofaciès à *Cruziana*, ichnofaciès à *Skolithos*, à *Zoophycos*, à *Neonereites uniserialis* et *Scolicia zumayensis*) s'est effectuée dans un milieu marin relativement profond où prédominent les diatomées de formes océaniques (Assemblage B : *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassionema niszchoides*) et les formes à indices d'upwelling (courants profonds ascendants). L'abondance des traces fossiles de *Zoophycos* traduisant la présence de la circulation des masses d'eaux riches en oxygènes au niveau du fond, confirme cette hypothèse. Tandis que la partie sommitale où les traces fossiles se font très rares ou absentes et caractérisées par l'assemblage C à *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica* et à faible fréquence de *Thalassionema niszchoides*, traduit un milieu marin très peu profond, littoral.

**Mots clés :** diatomites, Messinien, Dahra, Oued El Abid, ichnofaciès, diatomées, paléoenvironnement.

## **ABSTRACT**

The Messinian diatomite formation of Oued El Abid located on the northern margin of Western Dahra (Bas Chéelif Basin) was the subject of a lithological, palaeontological and palaeoenvironmental study.

The faciological diversity of this formation, the stratigraphy of the banks and the presence and / or the frequency of the fossil traces made it possible to subdivide this formation into two members (Member I and Member II).

Fourteen (14) types of fossil traces were recognized in this formation: *Thalassinoids*; *Rosselia Socialis*; *Helminthopsis*; *Chondrites isp*; *Chondrites arbuscula*; *Lockeia*; *Planolites*; *Phymatoderma granulata*; *Ophiomorpha nodosa*; *Diplocraterion*; *Rhizomorphs*; *Scolicia zumayensis*; *Neonereites uniserialis* and *Zoophycos*.

The microfloristic composition shows three assemblages but most often dominated by the presence of *Thalassionema nitzschoides*, a taxon characterizing a high production environment due to ascending upwellings currents.

This palaeontological study in terms of fossil and diatomaceous traces was carried out and compared for a palaeoenvironmental reconstitution test (essentially paleobathymetric).

Member I characterized by: *Skolithos*; *Chondrites arbuscula* and *Rosselia Socialis*, deposited in a shallow marine and coastal environment attested by assemblage A at *Actinoptychus senarius*.

Sedimentation of a large part of the II limb (marked by *Cruziana* ichnofacies, ichnofacies at *Skolithos*, *Zoophycos*, *Neonereites uniserialis* and *Scolicia zumayensis*) occurred in a relatively deep marine environment dominated by diatomaceous earths. Oceanic (Assembly B: *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassionema nitzschoides*) and forms with upwelling indices (deep currents ascending). The abundance of fossil traces of *Zoophycos* reflecting the presence of the circulation of oxygen-rich water bodies at the bottom, confirms this hypothesis. While the summit part where the fossil traces are very rare or absent and characterized by the assembly C to *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica* and low frequency of *Thalassionema nitzschoides*, translates a very shallow marine environment, littoral.

**Key words:** Diatomites, Messinian, Dahra, Wadi El Abid, ichnofacies, diatoms, palaeoenvironment.

REMERCIEMENT.

DÉDICACE.

RÉSUMÉ.

ABSTRACT.

## **SOMMAIRE.**

### **CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ.**

1. Introduction .....	01
2. Cadre géographique. ....	01
2.1- Situation générale. ....	01
2.2 - Situation locale. ....	02
3. Cadre géologique général. ....	03
4. Historique des travaux sur les diatomées et les diatomites.....	06
4.1-Dansle bassin du bas Chélif.....	06
42-Dans les bassins périphériques de la Méditerranée. ....	07
5. Méthodologie. ....	08

### **CHAPITRE II : LITHOSTRATIGRAPHIE.**

1. Introduction. ....	09
2. Localisation de la coupe. ....	09
3. Lithostratigraphique de la série étudiée .....	10
3.1-Formationdesmarnes bleue .....	10
3.2- formation diatomitique.....	11
4. Description lithologique de la formation diatomitique. ....	12
4.1. Membre I. ....	13
4.2. Membre II.....	14
6. Conclusion. ....	18

### **CHAPITRE III :PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT.**

1. Introduction.....	21
2. Les traces fossiles dans la formation diatomitique.....	21

2.1. Introduction.....	21
2.2. Distribution des traces fossiles.....	21
2.3. Principales traces fossiles (Ichnofaciès) des diatomites d'Oued El Abid.....	22
2.3.1. Ichnofaciès à Cruziana.....	22
a. <i>Rosselia Socialis</i> .....	22
b. <i>Thalassinoides</i> .....	23
c. <i>Helminthopsis</i> .....	23
d. <i>Chondrites isp.</i> .....	24
e. <i>Lockeia</i> . .....	24
f. <i>Planolites</i> .....	24
g. <i>Chondrites arbuscula</i> .....	25
h. <i>Phymatoderma granulata</i> .....	27
2.3.2. Les ichnofaciès à <i>Skolithos</i> .....	27
a. <i>Ophiomorpha nodosa</i> .....	27
b. <i>Diplocraterion</i> .....	28
2.3. 3. Ichnofaciès des <i>Pylonichnus</i> .....	28
2.3.4. Les ichnofaciès d'Echinoid.....	39
a. <i>Scolicia zumayensis</i> . .....	39
2.3.5. Les ichnofaciès à <i>Zoophycos</i> .....	31
2.4. Distribution des ichnogenres le long de la formation diatomitique de l'Oued El Abid et interprétations paléobathymétriques .....	30
3. Les diatomées de la formation diatomitique.....	32
3.1. Composition de la microflore diatomitique.....	32
3.2. Assemblage diatomitique.....	32
4. Conclusion .....	37

## CONCLUSION GENERALE.

Conclusion générale. ....	38
Références bibliographiques.	
Liste des figures.	

# *Chapitre I*

## *Généralité*



# CHAPITRE I GENERALITE

## 1. Introduction

Les accumulations biociliseuses diatomitiques représentent une des composantes essentielles de la sédimentation messinienne du bassin du Bas Chélif et des bassins périphériques méditerranéens.

Ces dépôts sont désignés par l'appellation de la formation de tripoli ou diatomites. En général, les dépôts diatomitiques précèdent des formations à caractère évaporitiques au centre et accompagnent, dans les marges des bassins, le large développement des plates-formes carbonatées (Saint Martinet Rouchy, 1990, Cornée *et al.*, 1994).

Les diatomites du bassin du Bas du Chélif a fait l'objet de plusieurs travaux géologiques depuis la deuxième moitié du 19 siècle, particulièrement les terrains des miocène et des pliocène. Les diatomées d'âge Tortonien supérieur, a été remarquée la première fois dans le secteur du Djebel Ben Dourda par Mr. Mansouri, (2001), puis il est identifié par Mansour (2004 ; 2008) et Mansour *et al.* (2007).

L'affleurement spectaculaire des diatomites de l'Oued El Abid (Oued Irghbel), située au nord du Douar Naimia (commune de Sidi Ali), a suscité un intérêt particulier. D'où l'objectif de ce travail se résume en : une étude lithostratigraphique de la formation diatomitique et de définir les différents faciès diatomitiques et leurs variations verticales ; une étude paléontologique (diatomées et traces biologiques) afin de mettre en évidence la relation paléoenvironnementale entre le contenu microfloristique (diatomées), les traces biologiques préservées dans les diatomites et même les différents faciès diatomitiques.

## 2. Cadre géographique

### 2.1. Situation générale

La région d'étude est située sur la marge septentrionale du bassin du Bas Chélif. Ce dernier, se présente comme une gouttière, orientée ENE-WSW, de 300 km longue et 100Km de large ; (Thomas, 1985). (fig. 1).

Sa marge septentrionale est bordée d'Ouest en Est par deux grandes lignes de reliefs.

Les massifs d'Oran, d'Arzew et du Dahra. Et sa marge méridionale est formée par les monts des Tessala, Ouleds Ali, Beni chougrane et de l'Ouarsenis.

# CHAPITRE I GENERALITE

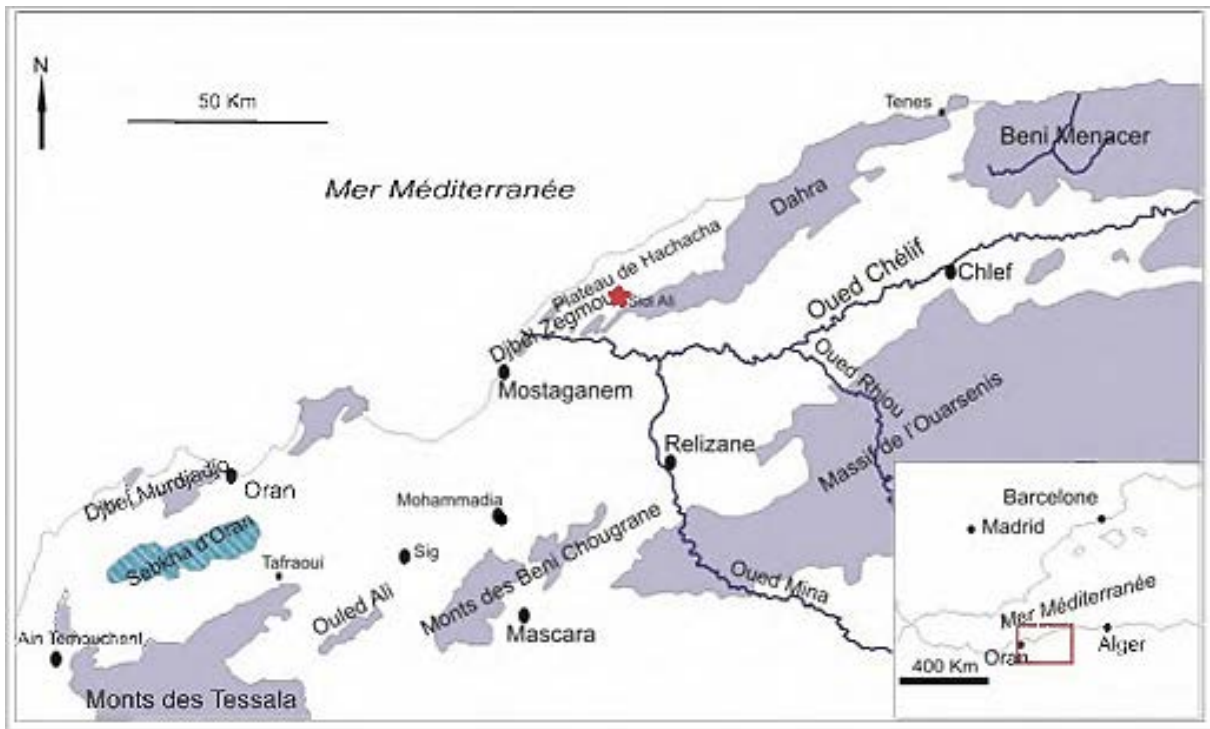


Fig. 1. Situation générale du bassin du Bas Chélif (D'après Belkebir et al., 2008).

## 2.2. Situation locale

Le secteur d'étude se situe sur la marge Nord du Dahra occidentale où affleure une importante série sédimentaire du Miocène supérieur.

La région est distante de 45 Km, à l'Est de la ville de Mostaganem, 5 km à l'Est de Sidi Ali, et de 7 km au Sud – Ouest à la ville de Sidi Lakhdar.

## CHAPITRE I GENERALITE



Fig.2. Localisation de la région d'étude (Google Earth, images satellite : 07/05/2019).

### 3 - Cadre géologique général

Le bassin néogène du Bas Chéelif correspond à un bassin intramontagneux (Thomas, 1985) d'une direction WSW-ENE, syn-orogénique lié aux phases paroxysmales de l'orogénèse alpine (Perrodon, 1957), occupe une grande partie de sillon médian (Delfaud *et al.*, 1973) (fig. 3).

Le remplissage de ce bassin se fait par des formations d'âge Mio-plioquaternaires discordantes sur un substratum schisteux d'âge Crétacé (Perrodon, 1957).

Ce bassin est très subsident et délimité par des terrains d'âge Secondaire plissés, qui restent immergés pendant le néogène (Thomas, 1985).

Le Miocène du bassin du Bas Chéelif présente un cycle sédimentaire complet caractérisé généralement par une sédimentation continue au centre du bassin et qui présente des interruptions sur les marges dues aux jeux de tectonique Alpine (Rouchy, 1982).

Ce cycle se subdivise d'une façon générale en deux ensembles qui sont : le Miocène inférieur et le Miocène supérieur.

- Le Miocène inférieur (Burdigalien) est transgressif et discordant sur un substratum d'âge crétacé. Ce miocène est marqué par une légère régression de la mer vers la fin (Perrodon,

## CHAPITRE IGENERALITE

1957). Il est représenté par des conglomérats, des grès et des marnes bleues. Il correspond à la méga séquence I de Delfaud *et al.* (1973) et Neurdin-Trescartes (1992).

L'étude biostratigraphique des dépôts de ce Miocène inférieur a permis de les attribuer à un intervalle de temps allant du Burdigalien terminale jusqu'au Serravallien terminal (Bessedik *et al.*, 2002).

- Le Miocène supérieur (Vindobonien) marqué par une nouvelle et progressive transgression bien individualisée sur les marges du bassin. Ce cycle correspond au deuxième cycle post-nappe débute à la base par le Tortonien décrit par Delteil (1974) ; Guardia (1975) et Belkebir et Bessedik (1991). Il correspond aussi à une partie de la méga séquence II de Delfaud *et al.* (1973).

D'après Thomas (1985), la limite entre ces deux périodes ou cycles se situe au voisinage du passage des biozones de foraminifères planctoniques N 14/ N 15 datées du Tortonien dans le bassin du Bas Chélif.

Dans le Miocène supérieur, Belkebir *et al.* (1996) apportent plus de précision et proposent une subdivision du Miocène supérieur en 4 biozones à foraminifères planctoniques (Fig. 4). L'analyse et la révision biostratigraphique (Bessedik *et al.*, 2002) de la série de Miocène supérieur a révélé l'existence de trois (03) biozones (au lieu quatre) à foraminifères planctoniques :

Biozone à *Neogloboquadrina acostaensis* ; biozone à *Neogloboquadrina dutertrei* et *Neogloboquadrina humerosa* correspondant au Tortonien et biozone à *Globorotalia mediterranea* correspondant au Messinien.

Ce Miocène supérieur est matérialisé par des conglomérats et des grès et le centre du bassin est occupé par des marnes bleues d'âge Tortonien.

Le Messinien est représenté par une sédimentation marneuse et diatomitique, reposant sur les formations précédentes.

A la fin du Messinien, le bassin du Bas Chélif connaît une période de confinement qui traduit une importante installation de dépôts évaporitiques bien représentés dans la partie orientale du bassin (Perrodon, 1957, Rouchy, 1982, et Saint Martin, 1987).

# CHAPITRE I GENERALITE

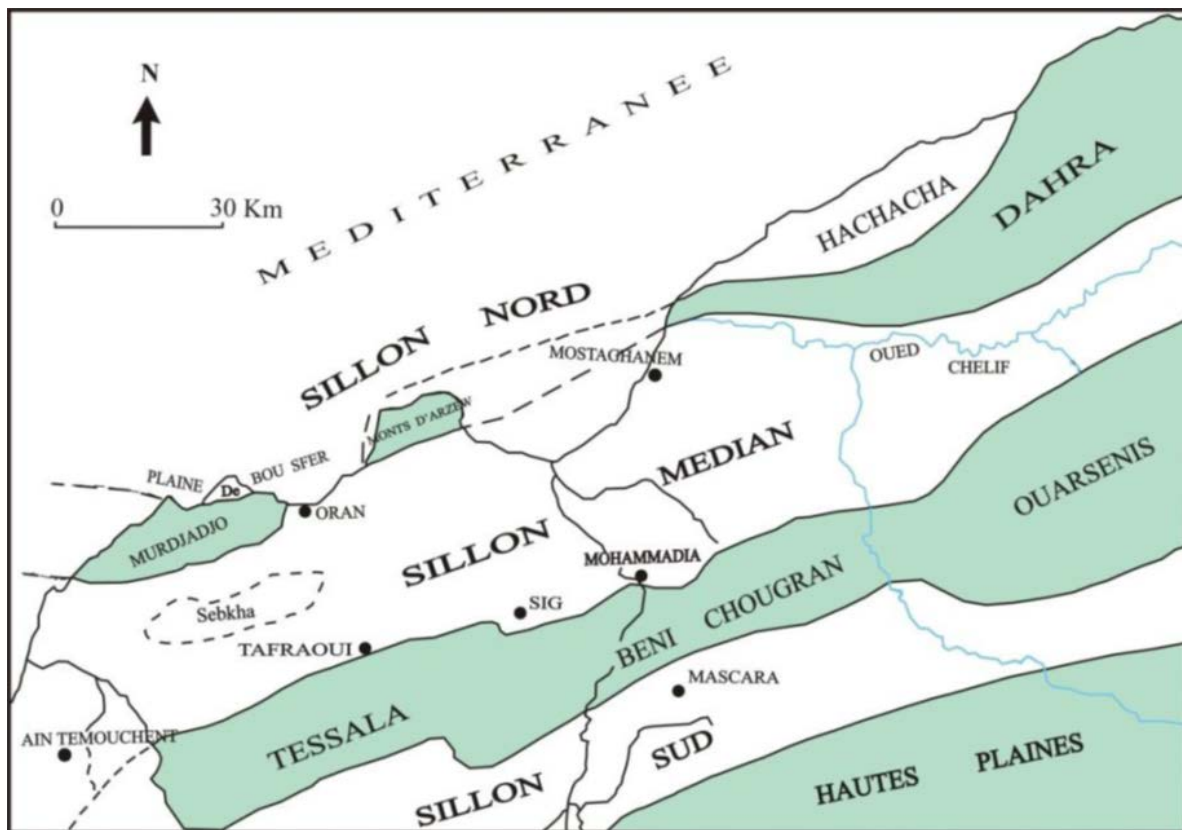


Fig.3. Position du bassin du Bas Chélif dans la structure générale de l'Oranie (D'après Delfaud et al.1973)

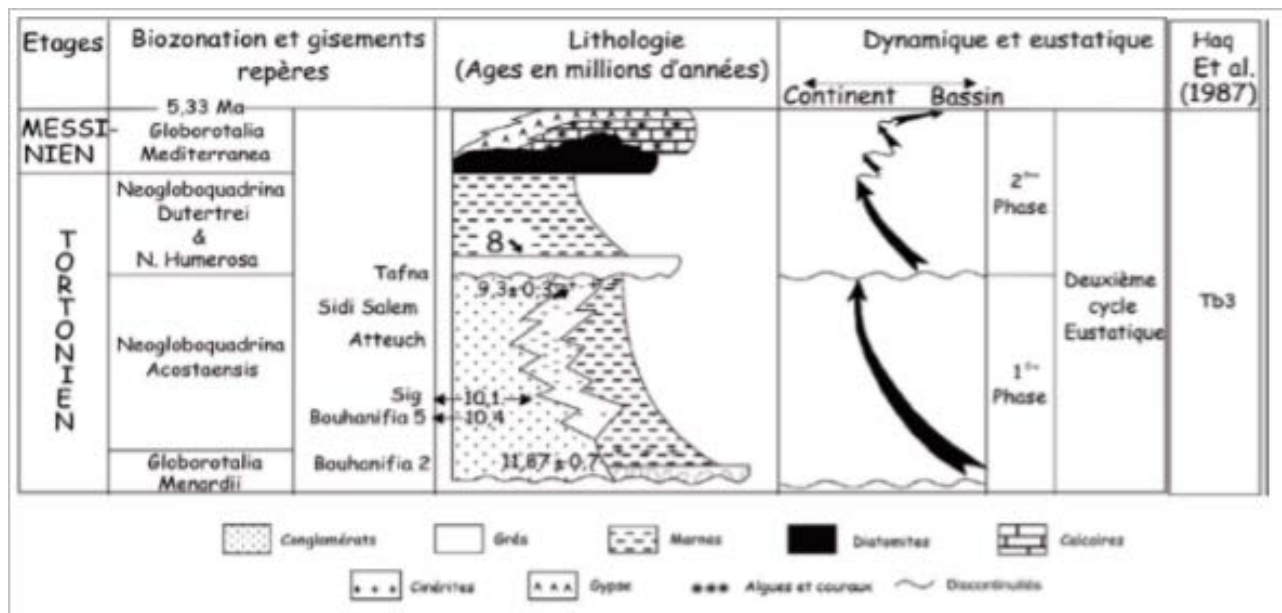


Fig.4- Biozonation dans la série type des bassins miocènes de l'Algérie Nord-occidentale (Chélif, Tafna) d'après Belkebir et al. (1996).

# CHAPITRE IGENERALITE

## 4 - Historique des travaux sur les diatomées et les diatomites

### 4.1. Dans le bassin du bas Chélif

Dans le bassin de bas Chélif, les diatomites ont fait l'objet de plusieurs recherches géologiques.

Arambourg (1927), dans son mémoire sur les poissons fossiles d'Oran s'intéresse à la faune ichthyologique dans les diatomites.

Après ses travaux sur les formations du Dj. Murdjadjo, Rozet (1931) signale pour la première fois la présence des couches diatomitiques sous le nom de « Schistes à poissons » et montre qu'elles présentent une analogie avec les tripolis de Sicile.

Par ses travaux de 1933 et 1936, Anderson entama la première étude lithologique et pétrographique des diatomites. Il arrive à retracer la répartition cartographique des diatomites dans le bassin de bas Chélif qu'il désigne du nom de «Beida stage ».

En 1837, les recherches sur les microorganismes ont été ébauchées par Agassiz, qui a publié une note sur les infusoires des tripolis d'Oran.

La première étude importante sur la systématique des diatomées a été réalisée par Ehrenberg (1939), qui a donné une description des principaux organismes constituant ces formations (Diatomées, silicoflagellés, spicules de spongiaires...) et les désigne sous le nom de « Craie d'Oran » en leur attribution un âge Crétacé supérieur.

Dans ses travaux sur la géologie appliquée Dalloni (1939) établit un historique de la découverte des diatomites en Algérie.

L'équivalence paléogéographique entre les diatomites et calcaires à mélobesiées sur du bassin fût montrer par Gourinard (1952).

Perrodon (1957) propose une esquisse paléogéographique de la mer à tripoli. Il admet que les dépôts de diatomites se sont effectués dans une vaste baie fermée en communication avec la Méditerranée et dont la bathymétrie était irrégulière. Il suggère ainsi l'intervention des phénomènes d'upwelling lors de la sédimentation des dépôts de diatomites.

Boudrimont et Degiovanni (1974) étudient pour la première fois les associations de diatomées de la région de Sig et d'Ain Merane.

Suite à ses travaux (1979, 1980, 1982 a et 1982 b) consacrés aux formations évaporitiques, Rouchy donne les premiers éléments fondamentaux de la sédimentation messinienne du bassin de bas Chélif et situe le faciès diatomitique par rapport au phénomène évaporitique.

## CHAPITRE I GENERALITE

A partir de l'étude du milieu de dépôt des niveaux diatomitiques, Gersonde(1980) interprète les diatomites comme étant des dépôts profonds.

Dans ses travaux sur les formations diatomitiques de la région de Sig, Mansour (1991) réalise une étude systématique et paléoécologique des diatomées.

Poignant et Moissette (1992) réalisent une étude des foraminifères benthiques des intercalations marneuses d'une série diatomitique du Messinien de l'Algérie.

Mansouret *al.* (1995) livrent une analyse sur la formation diatomitique messinienne préévaporitique dans la région de Sig.

Mansour et Saint Martin (1999) étudient les diatomites de Djebel Murdjadjo dans le but d'étudier et d'analyser les diatomites en contexte de plate-forme carbonatée.

Le plus récent travail est celui de Mansour (2004) sur les diatomites du bassin du Bas Chélif.

A partir des résultats géologiques et paléoenvironnementaux des dépôts diatomitiques, il déduit que la sédimentation diatomitique est contrôlée par une différenciation paléogéographique et propose un modèle paléoenvironnemental de la répartition des diatomites.

D'autres travaux d'ingénierats ont été menés sur les diatomites :

Hebib (1995), Adjidir (1995), Hasnaoui (1998), Bezzeghoud (2002), Bebbamied (2003) et Rai (2005).

### **4.2. Dans les bassins périphériques de la Méditerranée**

De nombreux travaux ont été réalisés.

Gardette (1979) analyse les diatomites du passage mi-pliocène dans des coupes réparties dans des bassins méditerranéens (Chypre, Crète et Maroc)

Gersonde (1980) effectue une étude paléoécologique et biostratigraphique des associations diatomitiques en Sicile et en Espagne.

Pestrea et Saint Martin (2002) étudient les assemblages diatomitiques du Gubellina (Sicile occidentale).

Pestrea *et al.* (2002) exploitent les diatomées afin de retracer les conditions paléocéanographiques qui ont affecté la Méditerranée en Messinien à partir des coupes sélectionnées dans des bassins méditerranéens (Lorca (Espagne), Gibliscemi / Flconara (Sicile) et Pissouri (Chypre)).

Saint Martin *et al.* (2003) étudient les assemblages de diatomées en contexte de plate-forme dans le bassin de Mellila-Nador (Maroc).

# CHAPITRE I GENERALITE

## 5 - Méthodologie.

Le travail de terrain a été consacré à un levé de coupe lithologiques, tout en notant les particularités sédimentaires (couleur, figures, structures ; etc.....) et les différentes unités lithologiques.

Le travail se résume les :

- Identification des différents faciès lithologiques.
- Les différents fossiles associés (bivalves).
- Identification de différentes traces biologiques, ichnofaciés.

La réalisation de ce travail a nécessité le matériel suivant :

- \_ Une carte topographique 1/25000
- \_ Une boussole ;
- \_ Un marteau ;
- \_ Un appareil photographique numérique.



# *Chapitre II*

## *Lithostratigraphie*

# CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

## 1. Introduction

L'affleurement spectaculaire des diatomites de l'Oued El Abid (commune de Sidi Ali), nous a poussés à lever une coupe pour le but de définir les différents faciès de diatomitiques et leurs variations verticales.

Dans ce chapitre, nous dressons une colonne lithostratigraphie du l'affleurement de l'Oued El Abid (Oued Erghbel).

La coupe levée et considérées comme étant assez représentatives. Elle concerne les dépôts messiniens reposant sur les marnes d'âge Tortonien supérieure (Fig.5)

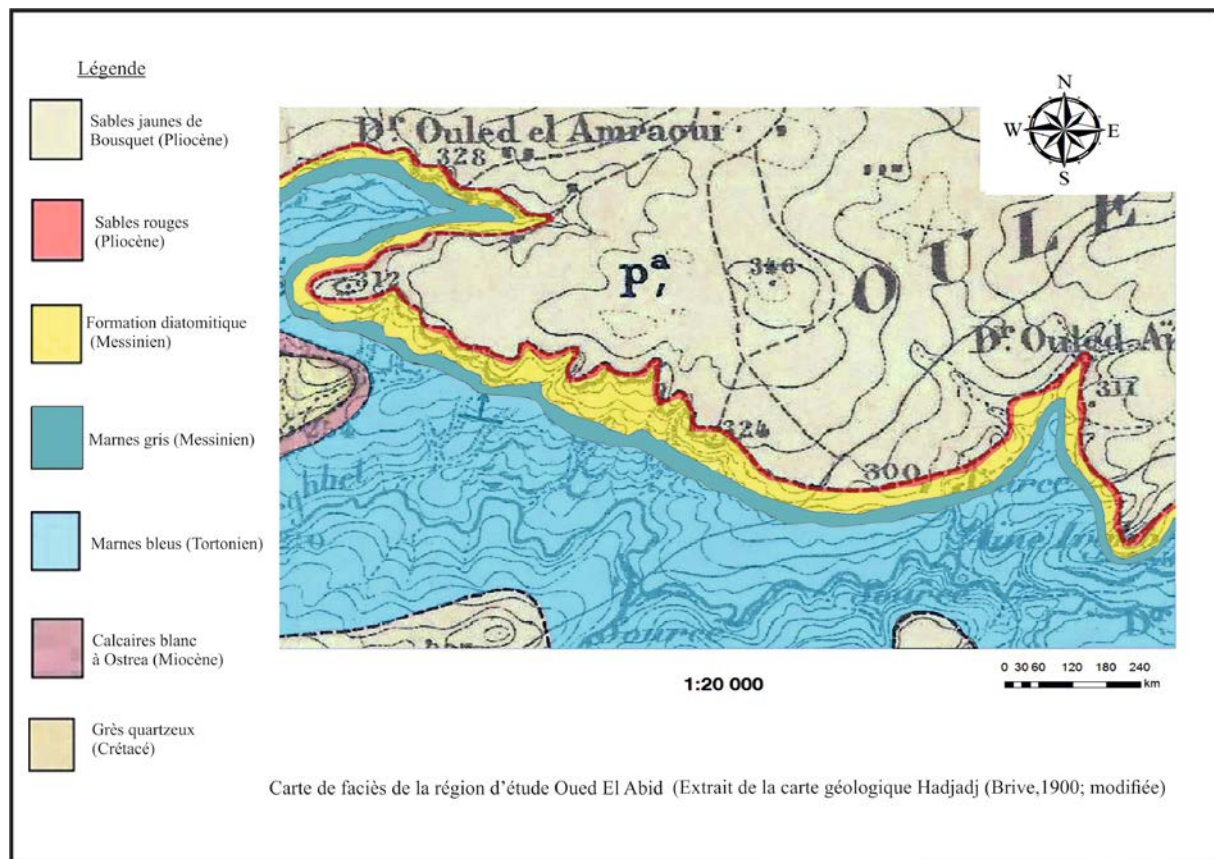


Fig. 5. Carte de faciès de secteur d'étude (modifiée).

## 2. Localisation de la coupe

La coupe de direction Nord-Sud a été levée dans la partie Nord-Est du massif du Dahra (Fig.1).

Limité au Nord par Douar Sidi Lakhdar Ben Khlouf et Douar Ouled Amraoui. Au Sud,est limite par Oued El Abid (Oued Irghbel) et chemin wilaya n° 69. Le Douar Ouled Aissa se trouve à l'Est par tandès qu'à l'Ouest se distinguons le Douar N'aimia (Fig.6.B).

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

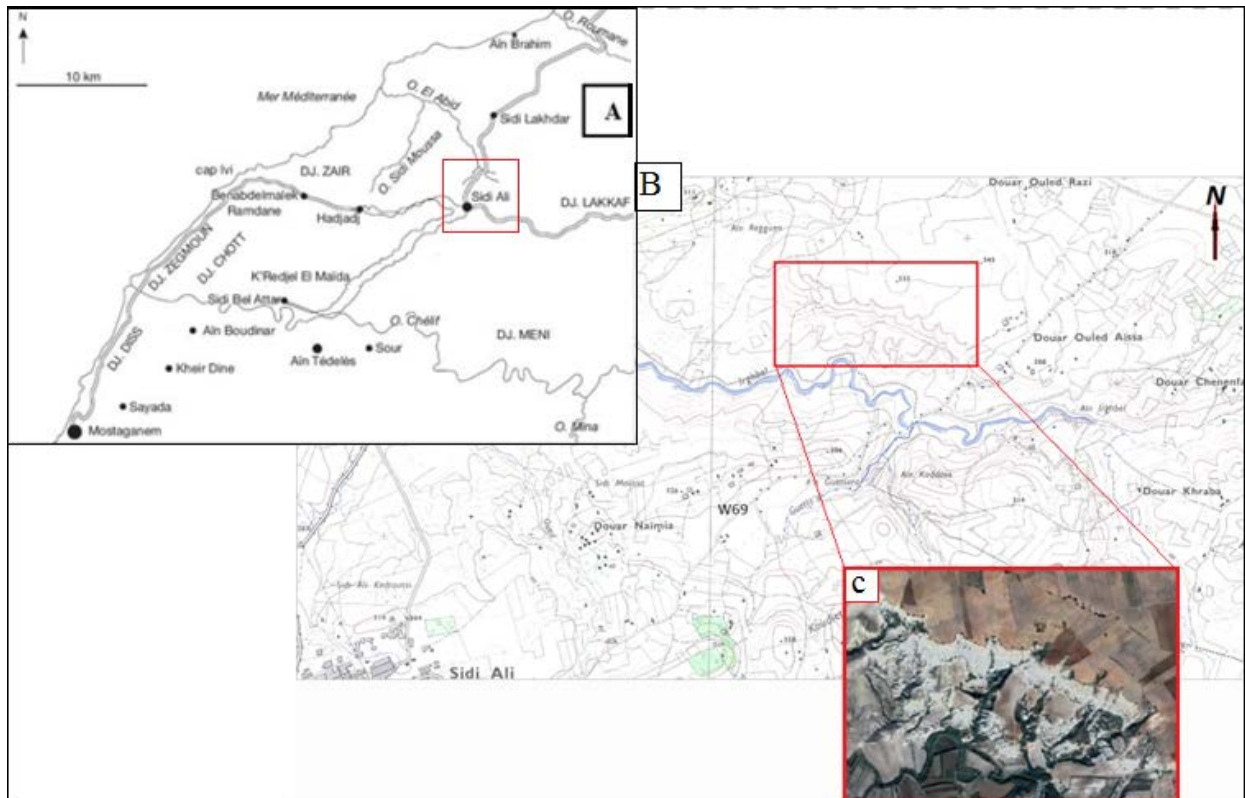


Fig.6. Localisation de la coupe d'Oued Al Abid.

**A** – situation de la région d'Oued Al Abid par rapport à la mer Méditerranée.

**B**- Situation géographique de la région d'Oued Al Abid (carte topographique Hadjadj, N° 7-8, au 1/25 000).

**C** - Localisation de secteur 'étude (Google Earth, images satellite : 05/05/2019).

### 3. Lithostratigraphie de la série étudiée

L'étude lithologique de la série a permis de différencier deux formations sédimentaires.

#### 3.1. Formation des marnes bleues

Cette formation est constituée essentiellement de marnes de couleur bleuâtre à grise, homogène, sans aucune stratification apparente parfois indurées.

Il ne s'agit que de la partie supérieure de ces marnes qui affleure.

Ces marnes ont luiras des taxons des nannofossiles calcaires suivant :

*Amaurolithus delicatus* ; *Amaurolithus primus* ; *Calcidiscus leptoporus* ; *Coccolithus pelagicus* ; *Discoaster broweri* ; *Discoaster deflandrei* ; *Discoaster intercalaris* ; *Discoaster loeblichii* ; *Discoaster quinqueramus* ; *Discoaster surculus* ; *Discoaster variabilis* ;

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

*Helicosphaera carteri* ; *Reticulofenestra pseudombilica* ; *Rhabdosphaera procera* ; *Scyphosphaera recurvata* ; *Umbilicosphaera cricota*.(Bentata, 2013).

La présence de taxon indice (marqueur de Tortonien), attribue un âge Tortonien supérieure à cette partie des marnes, correspondant à la zone NN11 (Martini, 1971) et dans la zone CN9 (Okada & Bukry, 1980) (Bentata, 2013).

### 3.2. Formation diatomitique

Cette formation débute par un premier banc de marne induré reposent sur des marnes ou apparaissent l'espèce *Amaurolithus delicatus* qui indiquerait la partie Messinienne de cette sous zone (NN11b) d'après Martini et Muller (1986),et l'espèce *Reticulofenestra rotaria* la première présence de l'espèce marque aussi la limite Tortonien-Messinien selon Theodoridis (1984) (Bentata, 2013).

Il est à signaler que la formation diatomitique est caractérisée par deux grands ensembles lithologiques (membres) (Fig.7). Elle débute par les marnes indurées (calcaires) qui s'intercalent avec des bancs marneux gris.

Elle évolue ensuite en tantôt en alternance des diatomites marneuse et marnes grise et tantôt en diatomites et marnes grise.Le tout est surmonté par un ensemble de marnes jaunâtres plus et moins sableux où s'intercalent de minces bancs de diatomites.

# CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

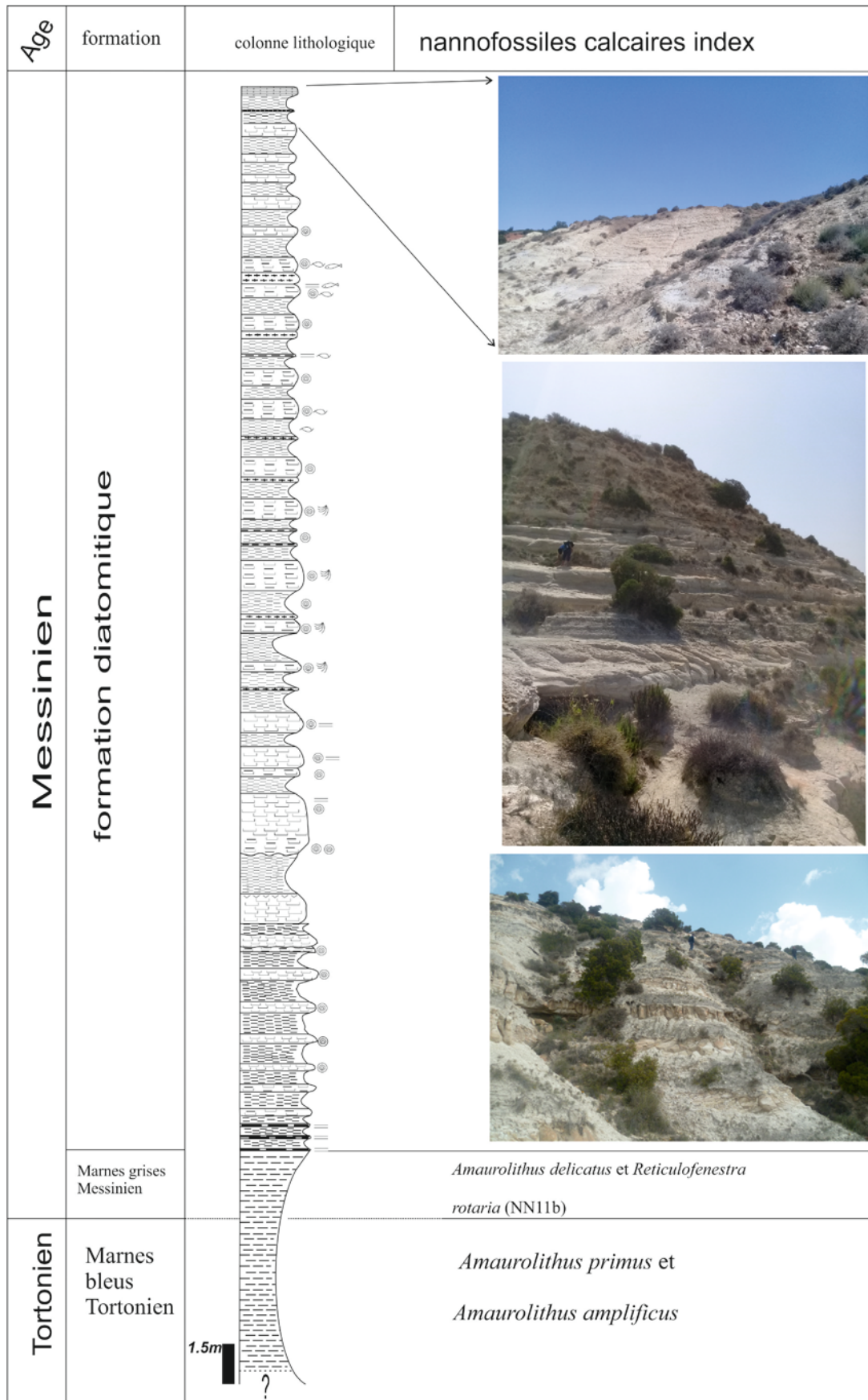


Fig.7. Sérié lithostratigraphique d'Oued El Abid, Bentata, 2013.

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

### 4. Description lithologique de la formation diatomitique

D'une façon générale, l'affleurement offre une bonne visibilité de la succession lithologique. Les bancs présentent une direction Est-Ouest avec un pendage de 9° vers le NNE. (Fig.8).

La description de la coupe levée est faite d'une manière à décrire en détail la stratonomie et la lithologie des différents faciès.

La coupe d'Oued El Abid d'épaisseur 40 m, repose sur les marnes bleues Tortonien (Fig.5).

Elle est constituée d'une alternance des bancs de diatomites blanchâtres et des marnes grises, tantôt de diatomites marneuses parfois feuilletés au sommet de couleur blanc à beiges et des marnes grises.

La diversité faciologique des diatomites ou sens large, la stratonomie des bancs et la présence et / ou la fréquence des traces fossiles nous a permis de subdiviser cette formation en deux membres (Fig.8).

Du bas en haut, on distingue :

#### 4.1. Membre I (11 m)

Le membre I est représenté par une alternance de quatre faciès : marnes indurés, des marnes, des diatomites blanchâtres, et des diatomites marneuses (Fig. 9).

Ce membre débute par 03 mètre de marnes grisâtres à intercalation des bancs marneux indurés, et feuilletés, s'organisant en séquence à deux termes. Il débute par le banc marneux, indurés et friable surmontés par des marnes grise. Parfois, dans ces marnes s'intercalent de minces niveaux jaunâtres (soufre).

Les marnes grise pouvant atteindre 1.5 m d'épaisseur, sont de couleur grisâtre, friables (fig. 11.B), parfois d'aspect schisteux au sommet des bancs.

Les bancs de marnes indurés plus ou moins feuilletés (d'épaisseur varie entre 0.6 m et 1.5 m) sont plus ou moins tendres et présente parfois un intense bioturbation.

Ces marnes caractérisé par un stratodécroissance progressive d'ordre métrique à la base et devient décimétriques au sommet de ce membre.

Les bancs des diatomites sont de d'ordre de 0.3 à 0.7 m d'épaisseur. Elles sont de couleur blanchâtre, légères et généralement bioturbés. Elles sont parfois marneuse, massive et de couleur beige foncés.

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

Les bancs diatomitiques sont bioturbés par la présence des ichnofaciés sur l'interfaces, à l'intérieures du banc et surtout eu surfaces des bancs. Les traces d'activité organique deviennent plus importantes de bas vers le haut. Ces bioturbations d'ordre millimétrique a centimétrique se présentent en formes simples ou bifurquées suivant le plan de stratification.

Les bancs des diatomites au sens large et les premiers bancs marneux indurés, présentent à leur bas des ondulations. Par conséquent sont ravinant.



Fig. 8. Panoramala formation diatomitique d'Oued El Abid (Photo in Oued El Abid, 2019).

### 4.2. Membre II (27.5 m)

Ce membre est le plus épais que le membre précédent (Fig.9). Il est constitué, en général, par une alternance rythmique de diatomites marneuses et de marnes et de diatomites pures et de marnes.

Les caractères lithologiques permettent de distinguer deux ensembles : un Ensemble A et un Ensemble B.

L'Ensemble A débuté par un banc épais de 1.8 m de diatomites marneuses à la base et devient diatomites pures et feuilletés au sommet. La partie supérieure et la partie inférieure de ce membre est caractérisée par la présence des bancs diatomitiques.

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

Les niveaux marnes sont de couleur grisâtres, friables parfois indurées et bioturbés, ils sont riches en paillettes de mica noirs et des feldspaths altérés dans quelques niveaux.

L'organisation séquentielle, montre une stratodécroissance des marnes et stratocoissance des diatomites.

Les bancs des diatomites sont de couleur blanchâtre, feuilleté et légère, (à des épaisseurs variables de 40 cm à 25 cm), et devient moins épais vers le sommet.

Les diatomites marneuses sont de couleur beige clair. La plupart des bancs massive, et très bioturbés surtout à la base.

Les diatomites sont de couleur blanchâtre à beiges et deviennent blanche au somme des bancs. Elles sont d'aspect massif, rarement laminés à la partie inférieure, par contre dans la partie supérieure sont plus ou moins feuilletée, légère et de couleur blanchâtre, avec l'absence de la bioturbation.

Dans les 4 à 5 bancs diatomitiques marneux (d'épaisseur important) on distingue la présence de nombreux Zoophycos (Fig.15.A) de grande taille formant ainsi une surface de condensation.

Les derniers bancs de diatomites et marne de la partie supérieure de ce membre, renferment des bivalves (Fig.10.B, c et D), et traces des poissons sous formes d'écailles ou d'arêtes. (Fig.10.A.).

Dans cet ensemble six (06) niveaux cinéritiques s'intercalent avec des épaisseurs variables (10 cm à 30 cm) et de couleur grise et jaunâtre (Fig.11.C).

L'Ensemble B est très réduit. Il est représenté par une faible puissance ne dépassant pas un mètre (1 m) (Fig.9). Il est représenté par des marnes de couleur grisâtre et friable où s'intercalent un niveau cinéritique très mince (05 cm). Ces marnes renferment des bivalves de type Ostréidés (Fig.11.B et C). Un banc de calcaires en plaquettes de couleur blanchâtre et de 30 cm d'épaisseur couronne cet ensemble (Fig.10. D).



# CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

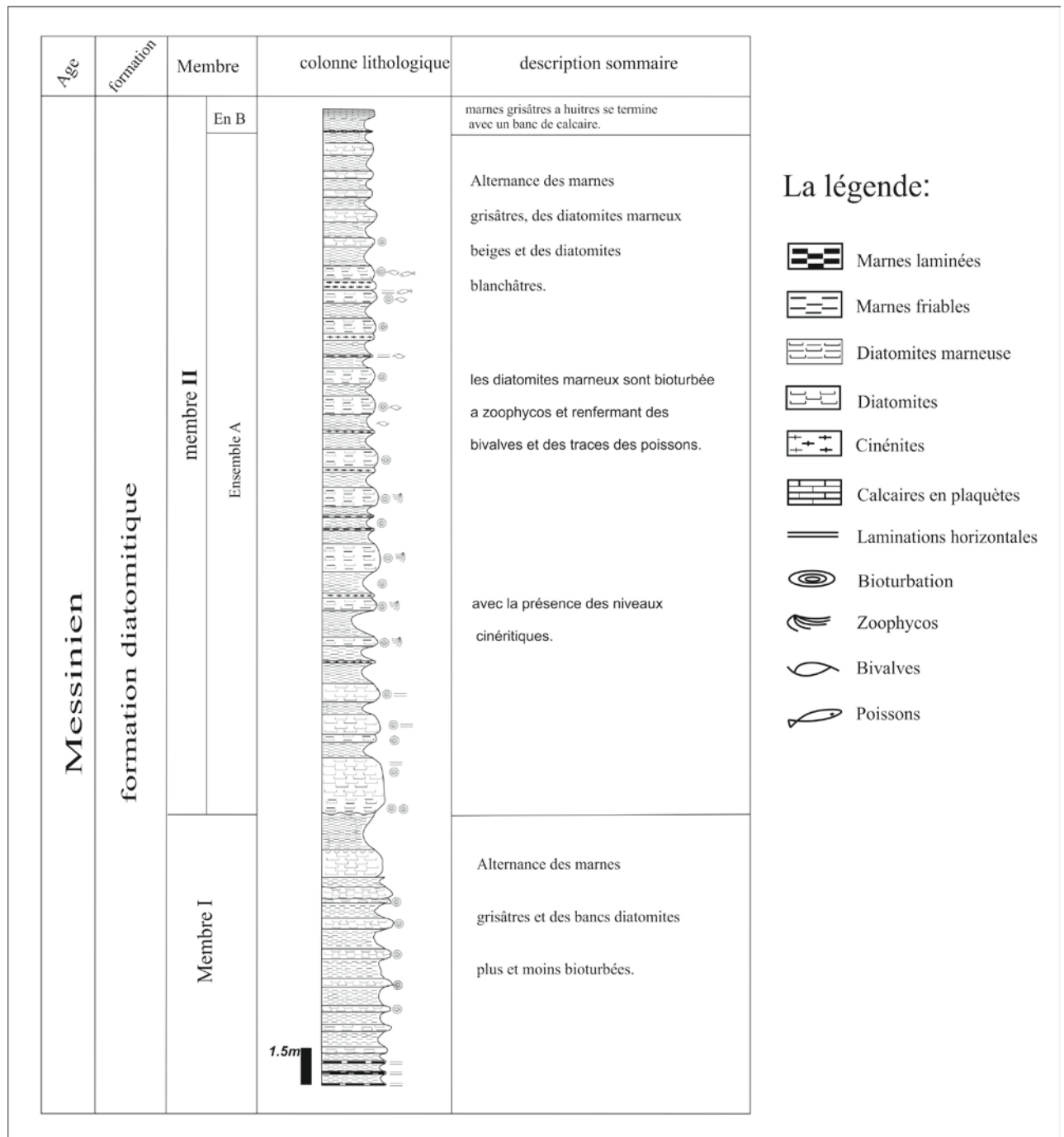


Fig. 9. La coupe géologique d'Oued El Abid.

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

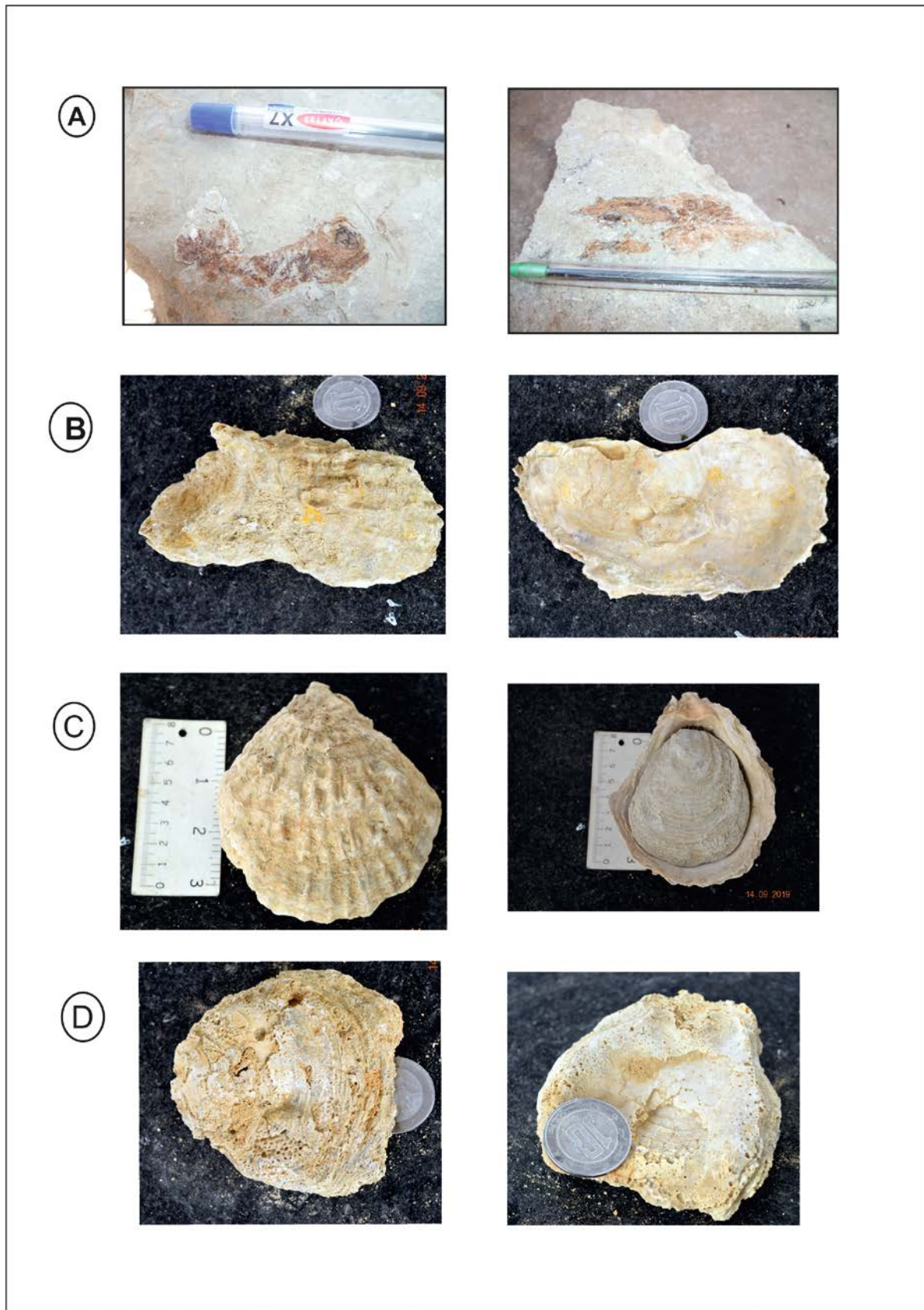


Fig. 10. Les différents fossiles de la formation diatomitique. **A** : les traces de poissons ; Bivalves, **B** : *Ostrea lamellosa*. **C**. *Crassostrea fiyphoides* **D**. *Hyotissa squatrosa*.

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

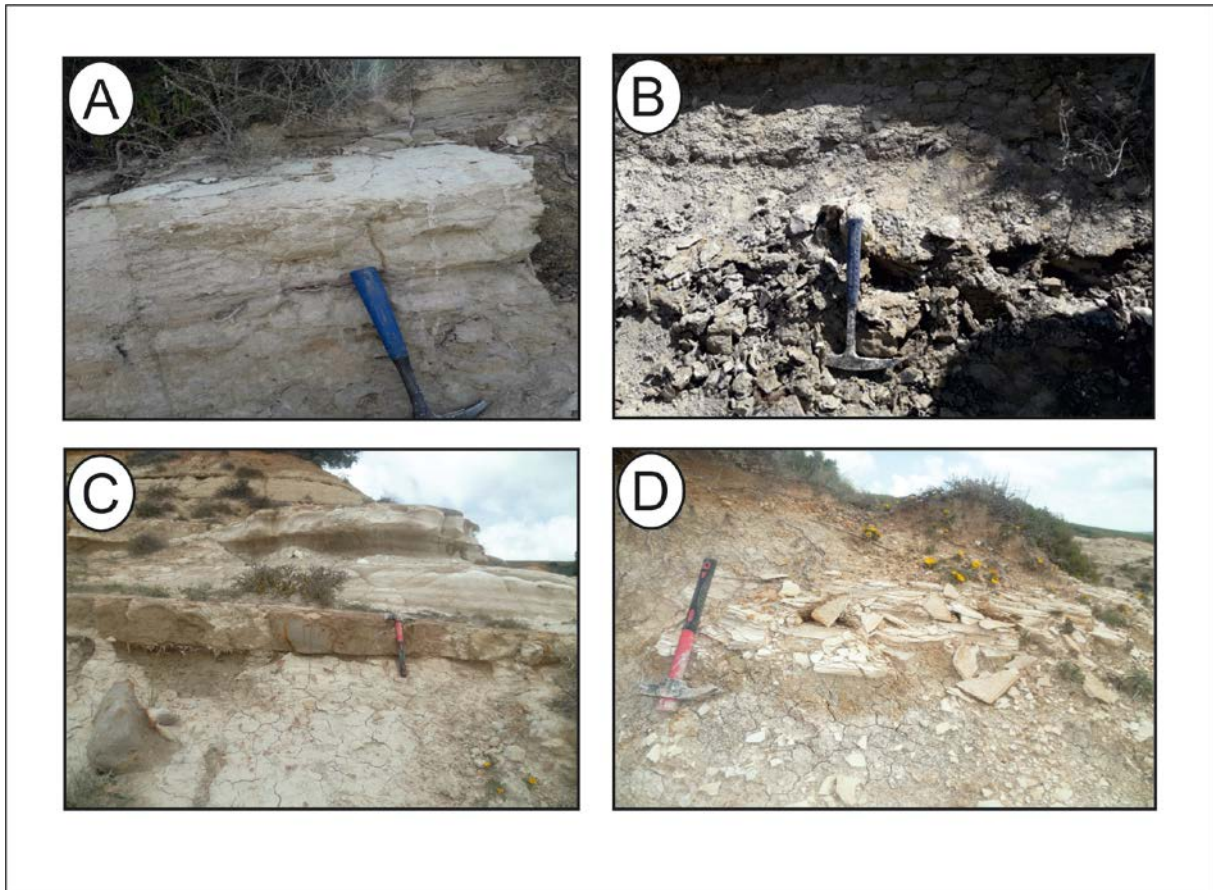


Fig. 11. Les différents faciès : **A.** Marnes indurées. **B.** Marnes friables. **C.** Le gros banc de cinérite. **D.** Calcaire en plaquettes.

### 5. Conclusion

L'étude lithostratigraphique de la coupe d'Oued El Abid, a permis de mettre en évidence une succession de deux formations.

Formation marneuse attribuée au Tortonien, et une formation diatomitique attribuée à Messinien.

D'une façon générale, l'étude lithologique révèle une alternance des marnes et diatomite marneuse ; marnes et diatomites, matérialisé par une diversité des traces fossiles et des organismes (bivalves et des traces de poissons).

Cet empilement est subdivisé en deux membres qui sont de bas en haut :

Un membre inférieur (Membre I) matérialisé par une alternance serrée de quatre faciès : marnes indurée, des marnes, des diatomites blanchâtres, et des diatomites marneuses s'organisant en séquence à deux termes.

## CHPITRE II LITHOSTRATIGRPHIE

Ce membre débute par 03 mètre de marnes grisâtres à intercalation des bancs marneux indurés, et feuilletées, suivit d'une alternance de diatomites marneuse et marnes puis diatomites et marnes. Ce membre est moins bioturbés que le membre supérieur.

Un membre supérieur (Membre II) qui est plus épais que le membre précédent. Il est constitué, en général, d'une alternance rythmique de diatomites marneuses et de marnes et de diatomites pures et de marnes. Ce membre présent a plus de ces faciès six niveaux cinéritiques.

Les traces biologiques sont très fréquentes tout au long de ce membre et particulièrement les Zoophycos.

L'organisation faciologique et séquentielle a permis de distinguer deux ensembles (Ensemble A et Ensemble B). L'ensemble B est très détritiques et constitué de marnes admettant un niveau cinéritique et très riches en foraminifères appartenant au genre *Orbulina* (Belhadji ; com. Orale).

# *Chapitre III*

*Paléontologie*

*Et*

*Paléoenvironnement*

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

### 1. Introduction

Dans ce chapitre deux grands axes seront traités et confrontés pour un essai de reconstitution paléoenvironnementale. Ces axes porteront sur les traces fossiles rencontrés le long de la formation diatomitique et les diatomées analysées dans chaque membre renfermant les traces

### 2. Les traces fossiles dans la formation diatomitique

#### 2.1. Introduction

Les traces fossiles sont restées en apparence assez constantes depuis Cambrien, même si leurs producteurs auraient pu être différents. Les assemblages des traces fossiles peuvent être divisés selon la paléoenvironnemental en un certain nombre d'ichnofaciès nommés d'après une trace fossile caractéristique.

Les ichnofaciès indiquent un facies sédimentaire particulier et peuvent être identifié sur la base de son assemblage des traces fossiles.

Seilacher (1964) a défini six ichnofaciés : ichnofaciés à *Scoyenia* ; à *Skolithos* ; à *Glossifungites* ; à *Cruziana* ; à *Zoophycos* et à *Nereites*. A ces ichnofaciés s'ajoutent successivement deux autres, basés principalement sur la consistance du substrat : ichnofaciés à *Trypanites* (Frey & Seilacher, 1980) et ichnofaciés à *Teredolites* (Bromley et al., 1984). Frey & Pemberton (1984), en se basant sur des environnements récents, définissent un autre ichnofaciés : ichnofaciés à *Psilonichnus*.

La distribution des traces fossiles dans la formation diatomitique d'Oued El Abid (fig. 9) n'est pas aléatoire mais dépend largement de la variation lithologique des faciès, de la profondeur et des conditions (oxygénation, salinité, bathymétrie, nourriture ...). Tous ses paramètres permettent à une spectaculaire diversification tout le long de la coupe.

#### 2.2. Distribution des traces fossiles

Les traces fossiles n'apparaissent en général que dans la partie supérieure du Membre I mais sont présentes tout au long du Membre II.

Dans ce Membre II, les traces fossiles sont préservées en trois parties de différentes concentrations : la partie inférieure est caractérisée par des ichnogenres très à fréquente et deviennent moins fréquente vers le sommet. Par contre, dans la partie médiane, sont fréquente à présente.

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

Le sommet de cette partie, la fréquence des ces traces évolue vers la rareté jusqu'à la disparition dans l'ensemble B.

Quatorze (14) types de traces fossiles ont été reconnus dans la formation diatomitique de l'Oued El Abid : *Thalassinoides* ; *Rosselia Socialis* ; *Helminthopsis* ; *Chondrites isp* ; *Chondrites arbuscula* ; *Lockeia* ; *Planolites* ; *Phymatoderma granulata* ; *Ophiomorpha nodosa* ; *Diplocraterion* ; *Rhizomorphs* ; *Scolicia zumayensis* ; *Neonereites uniserialis* et *Zoophycos*. Les traces fossiles les plus abondants est fréquents sont les *Skolithos* et les *Zoophycos*.

Ces différents traces fossiles se regroupent en cinq (05) types d'ichnofaciès : ichnofaciès à *Cruziana* ; ichnofaciès à *Skolithos* ; ichnofaciès des *Psilonichnus* ; ichnofaciès d'*Echinoid* et ichnofaciès à *Zoophycos*.

### 2.3. Principales traces fossiles (Ichnofaciès) des diatomites d'Oued El Abid

Nous avons décrits les principales traces fossiles présentes dans les diatomites. Certaines ont été déterminées en se basant sur la bibliographie (Seilacher A. 2007, Miller W. 2007, Mangano M. et Buatois L. 2011), d'autres sont restées indéterminées.

#### 2.3.1. Ichnofaciès à *Cruziana*

Cet Ichnofaciès présente une riche diversité en traces fossiles. Ils représentent des situations de plateau continental moyen et distal, inférieures à la normal de la houle ; mais pouvant être affectées par l'activité des tempêtes. Quatre ichnogenres composent cet ichnofaciès.

##### a. *Rosselia Socialis* (Fig. 12.A)

C'est une structure conique, sous perpendiculaire à la literie. Elle présente un gonflement ressemblant à une ampoule dans la partie proximale du terrier (Uchman et Krenmayr, 1995).

Il est conservé comme endichnia correspondant à des traces de locomotion ou de pacage. Le meilleur exemple de structure d'équilibre est représenté par cet ichnogenre. Nara (1995) a entrepris une analyse morpho-éthologique de *Rosselia socialis* concluant que les traces à vers les plus probables sont des polychètes térébelleux. Il a suggéré que le doubleur du terrier était produit par l'expansion vers l'extérieur résultant de l'accumulation de matériau boueux sur la surface intérieure de la doublure. Nara (1995) a conclu que ce modèle appuyait une stratégie d'alimentation en détritux. En outre, il est à noter que des structures similaires

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

sont fabriquées dans les environnements marins peu profonds modernes par des polychètes térébelleux (Aller et Yingt, 1987 ; Schàarfer, 1972). Par la suite des terriers on adernes de type *Rosselia* ont également été attribués à des cirratulidés (Gingras et *al.*, 1999).

Sur la base des exemples modernes et semblables à ceux d'Holocène *Rosselia*, des polychètes à spionidés ont également été proposés comme producteurs (Olivero et *al.*, 2012)

### **b. *Thalassinoides***(Fig. 12.B)

Il s'agit de traces de nourriture ou/et d'habitation, Les ichnogenres *Thalassinoides* bien que sont typiques des environnements moins profonds (Mangano & Buatois, 1991). Cette trace est répartie stratigraphiquement depuis l'Ordovicien (Sheehan & Schiefelbein, 1984) jusqu'à l'Holocène (Curran & Frey, 1977).

Actuellement, ce sont des crustacés susceptibles d'édifier un tel système de terrier, dépendant largement de l'interface l'eau/sédiment (Ehrenberg, 1938 ; Müller, 1970 ; Bradshaw, 1981). Ces crustacés utilisent ces terriers comme un abri d'habitation et de nourriture (Domichnia & Fodichnia).

### **c. *Helminthopsis***(Fig.12.C)

Il s'agit d'une trace de recherche de nourriture (Pascichnia, Browsing trace) où le remplissage du terrier est généralement identique à la roche encaissante.

Cette ichnogenre est produite probablement par des vers polychètes ou des priapulides (Książkiewicz, 1977 ; Fillion & Pickerill, 1990).

Elle est connue à partir du Cambrien (Crimes, 1987) jusqu'à l'actuel (Swinbanks & Murray, 1981). D'après Heer (1877), ces traces fossiles se trouvent dans les dépôts marins profonds.

### **d. *Chondrites isp.***(Fig. 12.D)

Il s'agit d'une trace de recherche de nourriture (Pascichnia, Browsing trace) où le remplissage du terrier est généralement identique à la roche encaissante. Cette ichnoespèce est une forme eurybathique commune dans les dépôts de flysch, elle est produite probablement par des vers polychètes ou des priapulides (Książkiewicz, 1977 ; Fillion & Pickerill, 1990).

Elle est connue à partir du Cambrien (Crimes, 1987) jusqu'à l'actuel (Swinbanks & Murray, 1981).



## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

### **e.***Lockeia*(Fig. 12.E)

Cet ichnogenre est généralement interprété comme une trace de repos (resting trace, *cubichnia*) (Seilacher & Seilacher 1994). Cet ichnogenre considéré comme une expression ichnologique typique de l'activité des bivalves dans un substrat type softground (Seilacher, 1953 ; Osgood, 1970 ; Häntzschel, 1975 ; Kim, 1994).

Il caractérise des environnements marins et divers environnements non marins depuis le Cambrien supérieur (Fillion & Pickerill 1990). En outre, les petits crustacés peuvent être des fabricants potentiels de *Lockeia* (Bromley & Asgaard, 1979 ; Pollard, 1981).

### **f.***Planolites*(Fig. 12.E)

Les *Planolites* sont interprétés comme alimentant les terriers (fodinichinia) des dépôts (Pemberton et Frey, 1982). L'organisme responsable correspond à des vers suspensivores. Il s'agit d'un ichnogenre essentiellement sans doublure.

Les *Planolites* sont présents dans presque tous les environnements de dépôt (Pemberton et Frey, 1982).

### **g.***Chondrites arbuscula* (Fig. 12.F)

Il s'agit d'une empreinte en forme arborisante c'est-à-dire formée par des petits terriers millimétriques étalés en formes de branches d'arbre, où elle a été longtemps considérée comme étant des traces de racines. Cet ichnoespèce est généralement préservé en position endichniale qui se bifurque soit horizontalement ou subhorizontalement.

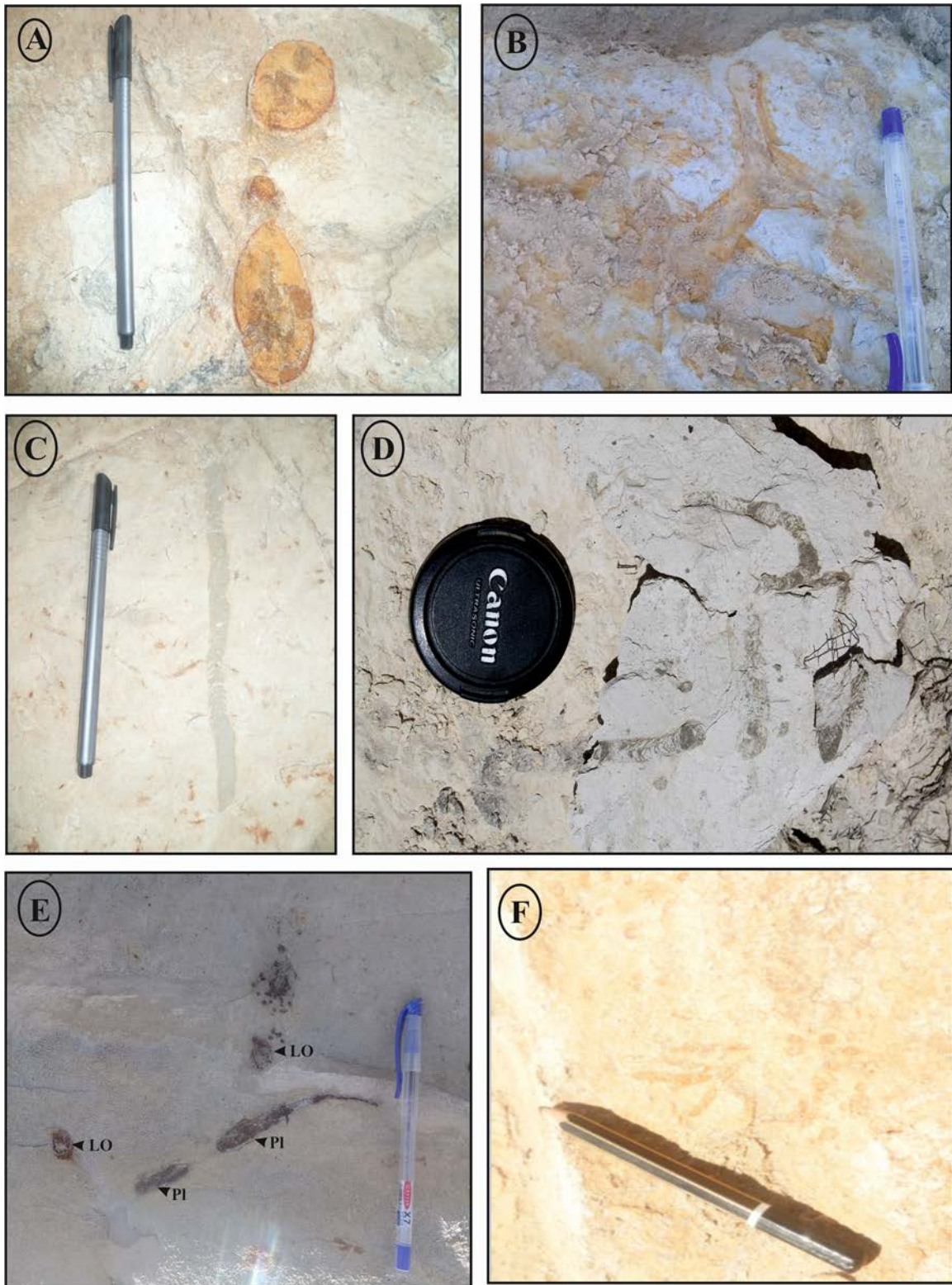


Fig.12. A : *Rosselia Socialis* préservée à la surface d'un banc diatomites marneuse. B : *Thalassinoides* à la surface d'un banc cinéritiques. C : *Helminthopsis* (diatomites marneuses). D : *Chondrites isp*à la surface d'un banc diatomitique. E : (LO) *Lockeia*, (PI) *Planolites*. F : *Chondrites arbuscula*. (E et F) préservées à la surface des bancs diatomites marneuses.

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

### **h. *Phymatoderma granulata*** (Fig.13.A)

C'est un système de terriers ramifiés subhorizontaux. Cet ichnoespèce a été interprète comme un produit d'un animal se nourrissant des dépôts, d'après les études de Kentaro (2015) et (2012) sur les *phymatoderma* conclu que ces traces se trouve dans les marins profond.

### **2.3.2. Ichnofaciès à *Skolithos***

Toutes ces traces indiquent généralement des environnements intertidaux dans lesquelles les organismes doivent pouvoir réagir rapidement dans des conditions stressantes.

Ces ichnofaciès à *Skolithos* ont été observés à l'origine comme n'apparaissant que dans la zone intertidale, mais ils sont aussi typiques d'autres environnements riches en faciès sableux (de sable en mouvement) ; tels que le sommet des nappes de sable de tempête et le sommet des écoulements de turbidites.

### **a. *Ophiomorpha nodosa*** (Fig.13.B)

Cette ichnospecies est représentée par des arbres verticaux, légèrement obliques et rarement flexibles, et considérées comme des pellets déformés. Ces surfaces en pellets ont généralement un très mince placage de gris à noir.

Selon des études antérieures, *Ophiomorpha nodosa* fait référence à des structures de puits verticaux et de tunnels de ramification formant un labyrinthe de méandres horizontaux (par exemple, Pickett *et al.*, 1971 ; Frey 1975 ; Bromley & Pedersen 2008).

L'origine de ces traces est rattaché d'une façon générale à des terriers d'habitation de crustacés (dwelling traces) (Ekdale & Lewis, 1991 ; Patel & Desai, 2009). Ces organismes responsables créent le terrier dont la paroi est garnie de pellets en guise de protection dans les environnements peu profonds à forte énergie (Weimar & Hoyt, 1964 ; Pemberton & Frey, 1982 ; Ekdale, 1988).

### **b. *Diplocraterion***. (Fig.13.C)

Il s'agit de terriers à spreite unique en U verticaux a oblique, spreite peut-être unidirectionnel ou bidirectionnel, continu ou discontinu, membre non doublés et lissés, ou avec bioglyphes, par fois avec une doublure épaisse. Le membre sont parallèles ou divergents vers le haut ou vers le bas ; dessus des membres parfois avec ouverture en entonnoir. (Schlif, 2005).

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

### 2.3.3. Ichnofacies à *Psilonichnus* (Fig.13. D)

Les traces fossiles des *Psilonichnus* sont présentées par l'ichnogre *Rhizomorphs*. Ce sont des activités de fouisseur d'animaux à des crabes, sont conservés à supra littoraux, ainsi que dans micrites déposées dans un environnement fermé et peu profond.

L'assemblage ichnofossile dominant est conservé dans les roches supra littorales et comprend des types de terriers variables formant une ichnocénose et attribués au *Psilonichnus* ichnofaciès. Ces ichnofaciès fournissent potentiellement le plus ancien enregistrement connu de l'activité de crabe et son adaptation physiologique pour survivre dans un environnement semi-terrestre.

Les caractéristiques du terrier comprennent des ouvertures élargies en forme d'entonnoir, des murs non doubles, l'absence de retouche ramifiée ou biogénique, en forme de U et de L, et éventuellement une chambre d'habitation basale.

Les caractéristiques du substrat, l'influence possible des niveaux de la table de paléowaters, la variation spatiale de la morphologie des terriers et le comportement grégaire territorial possible. (Marshall, 2010).

### 2.3.4. Ichnofacies à *Echinoid*

#### a. *Scolicia zumayensis*. (Fig.13. E)

L'ichnoespèce *Scolicia zumayensis* est représentée par un ruban enroulé en spirale se chevauchant partiellement, inclinés vers le centre de la spirale. Les rubans peuvent être striés perpendiculairement. Ses spirales atteignent la taille d'une assiette, mais elles violent le paradigme de la recherche de nourriture optimale en étant trop étroitement enroulées.

Les spires se recoupent systématiquement, de sorte que seul un tiers des sédiments traités n'a pas déjà été retravaillé par le même individu lors des spires précédentes. Cela n'a de sens que si le remblai devient une fermentation microbienne et peut être récolté lors du prochain tour de l'animal.

Les producteurs de ces traces fossiles n'ont pas maintenu une connexion ouverte avec la colonne d'eau. La couche supérieure relativement épaisse indique donc que les sédiments étaient fortement oxygénés en profondeur. La bioturbation par des organismes qui creusent peu profondes améliore le mouvement de l'oxygène dans les sédiments (Reimerse et al., 1986), et étend la zone oxygénée vers le bas (Wetzel et Uchman., 1998). Répartie stratigraphiquement du Paléocène jusqu'à l'Eocène, et dans les environnements de dépôts marins flysch (Uchman., 1998, Wetzel et Uchman, 1998).



Fig. 13. A: *Phymatoderma granulata*. B: *Ophiomorpha nodosa*. C: *Diplocraterion*. D: *Rhizomorpha*. E: *Scolicia zumayensis*. F et G : des *Skolithos*. (A, B, C, D, F et G préservées a des surfaces des bancs des diatomites marneuses. E préservée a la surface de banc de cinérite).

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

### 2.3.5. Ichnofaciès à *Zoophycos* (Fig.14.A, .B et .C)

Ces traces sont complexes et se présentent sous forme de terriers horizontaux à oblique, à deux ouvertures, sa structure hélicoïdale (concellophycos), laissées par des fousseurs vermiformes. Construction progressive de traces de *Zoophycos* spiral remontante ou dexendante (plus fréquent) lame ou spreite, tube marginal (Gaillard et Olivero, 1993). Se caractérisent par une fodinichinia complexe dans des arrangements à plusieurs niveaux.

Ce type d'ichnogènes se rencontre dans une gamme de profondeurs d'eau comprises entre la zone abyssale et le plateau continental peu profond, dans des conditions normales de sédimentations.

Les *Zoophycos* témoigneraient, d'après Gaillard et Olivero (1993), d'une sédimentation irrégulière ou les épisodes de dépôts qui fournissent la matière organique, seraient suivis d'assez longues périodes de dépôts faible ou nul ; voire de légère érosion.

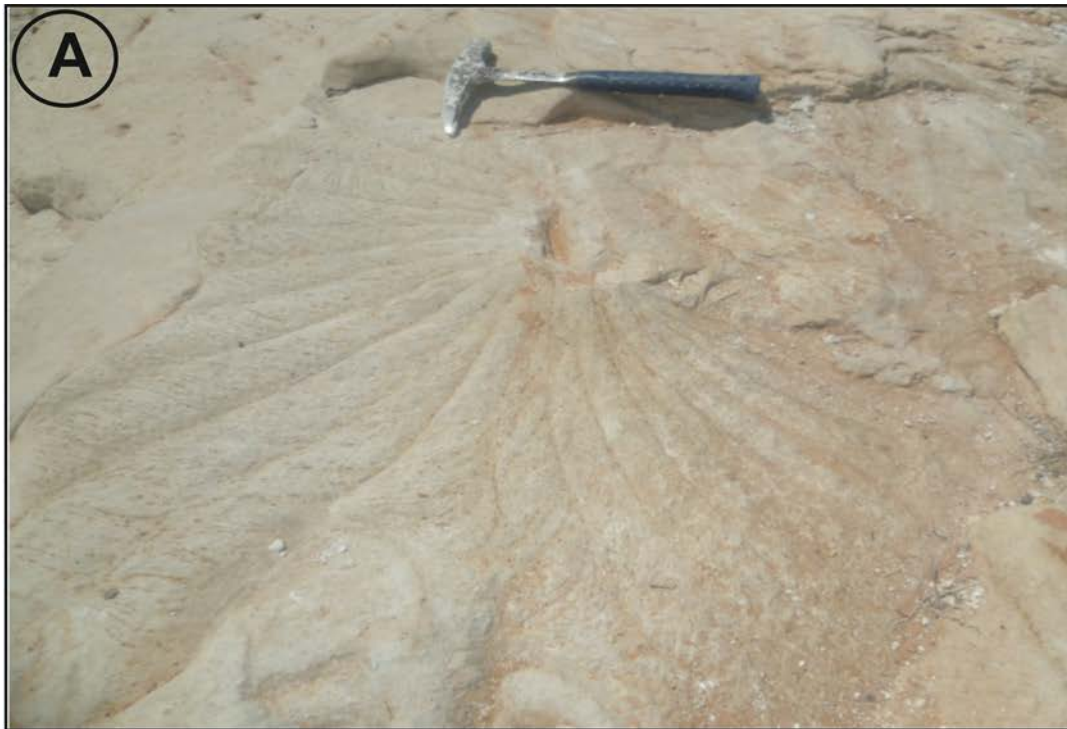


Fig. 14. **A** : *Zoophycos*. **B** : *Litterie* - vue en plan d'un petit spécimen présentant une forme complexe en spirale et des lobes avec un tube marginal bien développé. **C** : *Litterie* - Vue en plan d'un grand spécimen présentant une forme plane simple et des lobes avec des lamelles primaires développées. **D** : *Neonereites uniserialis*, associée avec les *Zoophycos*.

## CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

### 2.4. Distribution des ichnogenres le long de la formation diatomitique de l'Oued El Abid et interprétations paléobathymétriques (Fig. 15)

Les ichnogenres à *Zoophycos* sont très abondant dans la formation d'Oued El Abid, et sont fréquents dans les bancs épais de diatomites marneuses du Membre II.

Les traces fossiles à *Nereites* sont présentes uniquement par l'ichnogenre *Neonereites uniserialis*, le plus souvent en association avec les *Zoophycos*.

Ceci traduit un milieu plus profond, du talus à titre d'exemple où les courants sont très fréquents permettant l'oxygénation.

Le Membre I semble riche en traces fossiles traduisant un milieu peu profond (Fig. 15)



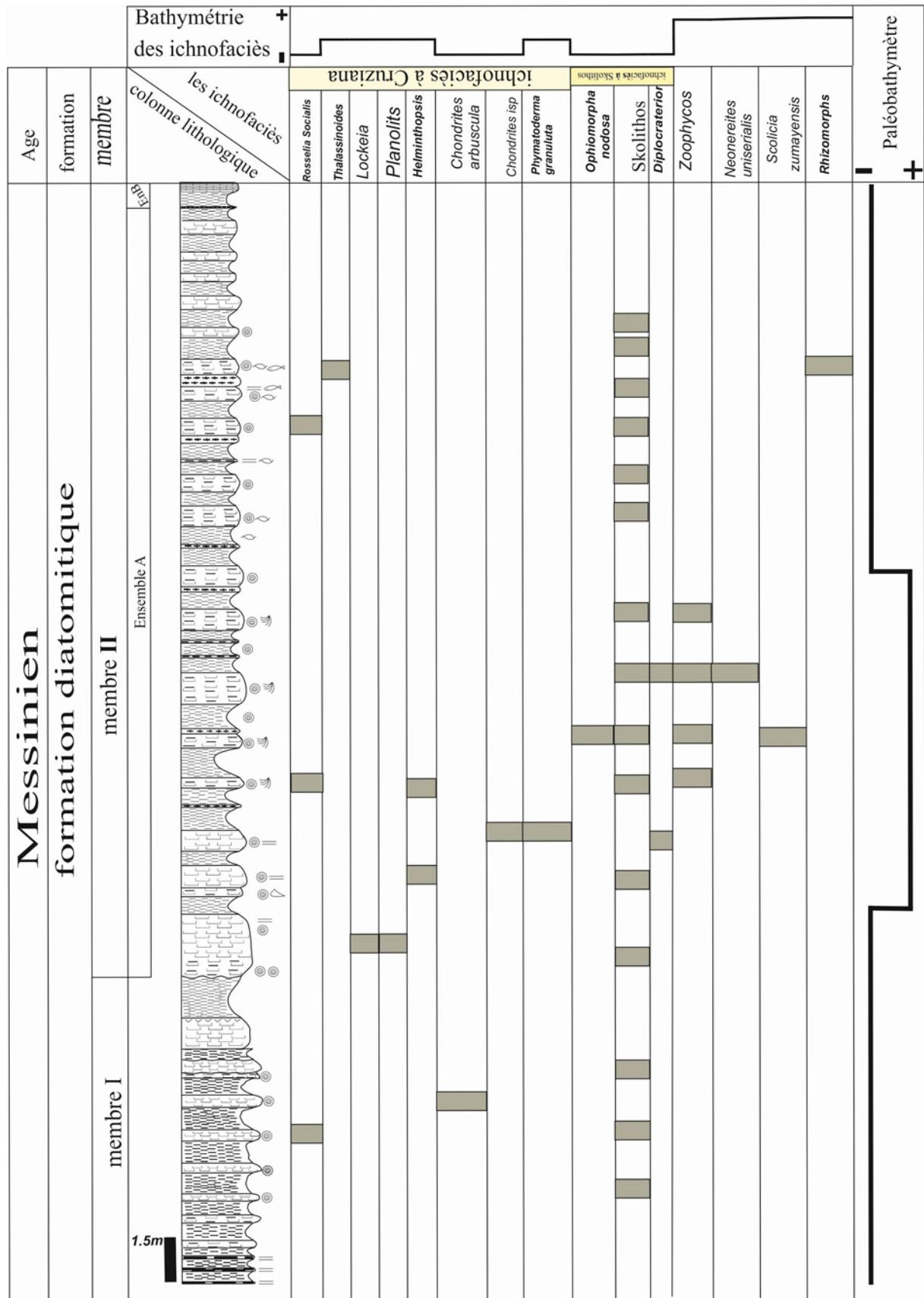



Fig.15. Distribution des ichnogènes le long de la formation diatomitique et paléobathymètre.

 la présence.

### 3. Les diatomées de la formation diatomitique

#### 3.1. Composition de la microflore diatomitique

Les analyses des diatomées ont été établies par membre afin de reconstituer le paléoenvironnement et de le confronter au résultat des traces fossiles. Au total 70 espèces de diatomées ont été déterminées (43 centriques et 27 pennées). Les centriques dominent largement les pennées et par conséquent se sont les planctoniques qui sont les plus abondant.

L'étude a été effectuée par Mansour, La liste est la suivante : *Actinocyclus cubitus* ; *Actinocyclus curvatulus* ; *Actinocyclus Octanarius* ; *Actinocyclus tenellus* ; *Actinoptychus senarius* ; *Actinoptychus splendidus* ; *Asterolampra acutiloba* ; *Asterolampra marylandica* ; *Azpeitia nudilifer* ; *Biddulphia tuomeyi* ; *Coscinodiscus asteromphalus* ; *Coscinodiscus aff. radiatus* ; *Coscinodiscus lineatus* ; *Coscinodiscus marginatus* ; *Coscinodiscus nitidus* ; *Coscinodiscus oculus-iridus* ; *Coscinodiscus plicatus* ; *Coscinodiscus radiatus* ; *Coscinodiscus stellaris* ; *Coscinodiscus sp.2* ; *Coscinodiscus sp.3* ; *Hemidiscus Cuneiformis* ; *Hyalodiscus radiatus* ; *Melosira granulata* ; *Paralia sulcata* ; *Thalassiossira eccentrica* ; *Thalassiossira oestropii* ; *Thalassiossira sancettae* ; *Thalassiossira sp.1* ; *Thalassiossira sp.2* ; *Cocconeis sculletum* ; *Dimeregramma distans* ; *Diploneis bombus* ; *Grammatophora angulosa* ; *Grammatophora marina* ; *Grammatophora undulata* ; *Nitzschia fasciculata* ; *Nitzschia fossilis* ; *Nitzschia maleinterpretaria* ; *Nitzschia marina* , *Nitzschia reinholdi* ; *Nitzschia sp.1* ; *Rhaphoneis ampiceros* ; *Thalassionema nitzschoides* , *Thalassiothrix longissima* ; *Synedra fulgens*

#### 3.2. Assemblage diatomitique

La composition microfloristique est dominée par la présence de *Thalassionema nitzschoides* Tout le long de la coupe, avec toutefois quelques variations d'un échantillon à un autre. Sa forte présence dans les assemblages indique un milieu à forte productivité.

Par ailleurs, plusieurs variations dans la composition diatomitique, nous permettent de mettre en évidence plusieurs assemblages, caractérisés par des espèces dominantes associées à des espèces sous-dominantes.

Trois assemblages ont été donc mis en évidence (fig. 16) :

A : Assemblage à *Actinoptychus senarius*, *Coscinodiscus marginatus* et espèces sous dominantes *Thalassionema nitzschoides*

B : Assemblage à *Coscinodiscus marginatus*, *Thalassionema nitzschoides* et espèces sous dominantes *Actinocyclus curvatulus* et *Thalassiothrix longissima*

### CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

C : Assemblage à *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica*, accompagné de *Thalassionema nitzschoides*.

Ces assemblages de diatomées montrent des variations le long de la coupe surtout globalement du Membre I et Membre II, autant en ce qui concerne les espèces dominantes, que les espèces sous-dominantes(Fig.16).

Le Membre I est dominé par les taxons : *Actinoptychus senarius* Ehrenberg 1843, *Coscinodiscus marginatus*, 1843, *Thalassionema nitzschoides* (GRUNOW) HUSTED, accompagnées par les espèces sous dominante *Thalassiothrix longissima* CLEVE et GRUNOW, 1880.

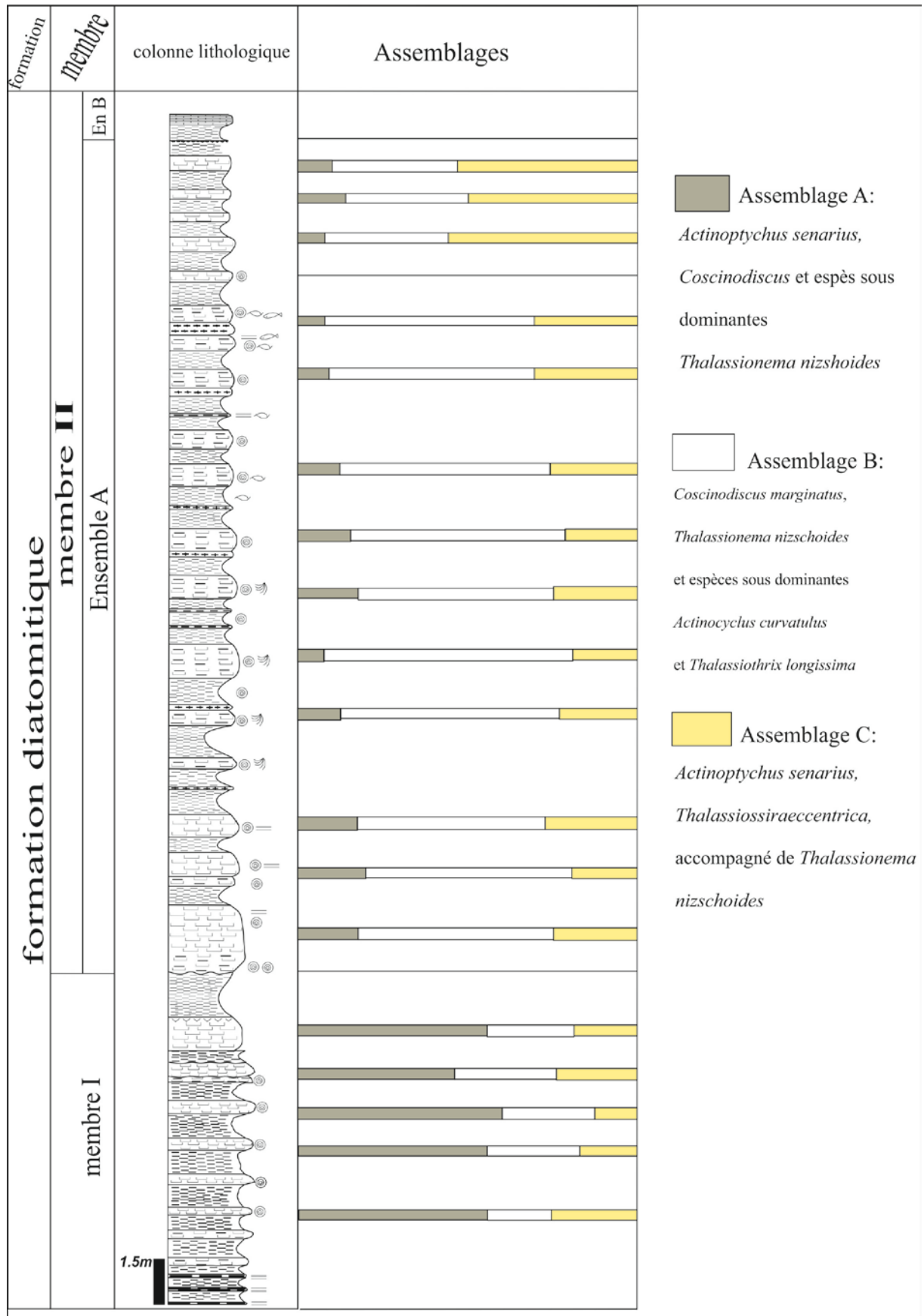


Fig.16. variation des assemblages le long de la coupe d'Oued El Abid.

### CHAPITRE III PALEONTOLOGIE ET PALEOENVIRONNEMENT

Cet assemblage traduit un environnement marin peu profond (Fig.17), littoral où dominant les *Thalassionema nitzschoides* et *Actinoptychus senarius*, influencés par des courants riches en nutriments (Upwelling), comme l'atteste la fréquence élevée du taxon *Thalassionema nitzschoide*. Le taxon *Coscinodiscus marginatus* forme océanique indiquant une eau marine froide.

Le Membre II, est dominé en général par est dominé par les taxons : *Coscinodiscus marginatus*, 1843, *Thalassionema nitzschoides* (GRUNOW) HUSTED, *Actinocyclus curvatulus* (JANISCH) ,1979 accompagnées par les espèces sous dominante *Actinoptychus senarius* Ehrenberg 1843.

Cet assemblage suggère un milieu relativement profond où prédominent les formes océaniques et les formes à indices d'upwelling.

Les diatomites de la partie sommitale du membre II où les traces fossiles se font très rares ou absentes, sont caractérisées par un assemblage à *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica*, accompagné de *Thalassionema nitzschoides*.


Formation	Membre	colonne lithologique	Assemblages	Paléoenvironnement	Bathymétrie - +
Formation diatomitique	En B		Orbulina (foraminifères)		
	Membre II Ensemble A		<b>Assemblage C</b> <i>Actinoptychus senarius</i> ; <i>Thalassiosira eccentrica</i> ;	Milieu marin très peu profond littoral à influence épisodiques de courants upwelling	
			<b>Assemblage B</b> <i>Coscinodiscus marginatus</i> ; <i>Thalassionema nitzschioides</i>	Milieu marin relativement profond à remontées de courants de fond et d'eaux froides assimilables aux upwelling. Périodes de bonne oxygénation.	
Membre I		<b>Assemblage A</b> <i>Actinoptychus senarius</i> ; <i>Coscinodiscus marginatus</i>	Milieu marin peu profond littoral à influence de courants upwelling.		

Fig.17. Interprétation paléoenvironnementale de la formation à assemblages diatomique.

### 4. Conclusion.

L'analyse des différentes traces fossiles et les diatomées tout au long de la formation diatomitique nous a permis de terminer cinq groupes d'ichnofaciès et 70 espèces de diatomées.

Cette étude montre des variations paléobathymétriques attestée par les ichnofaciès et confirmée par les assemblages diatomique.

Le membre I caractérisé par : *Skolithos* ; *Chondrites arbuscula* et *Rosselia Socialis*, s'est déposé dans un milieu marin peu profond et littoral attesté par le taxon diatomée (*Actinoptychus senarius*).

Tandis que la sédimentation du membre II (qui est marqué par les ichnofaciès à *Cruziana*, ichnofaciès à *Skolithos*, *Zoophycos*, *Neonereites uniserialis* et *Scolicia zumayensis*) s'est effectuée dans un milieu marin relativement profond où prédominent les diatomées de formes océaniques et les formes à indices d'upwelling (courants profonds ascendants). Ceci est confirmé par l'abondance des traces fossiles de *Zoophycos* qui traduisent la présence de la circulation des masses d'eaux riches en oxygènes au niveau du fond.

La partie sommitale du membre II où les traces fossiles (*Skolithos*, *Rosselia Socialis*, *Thalassinoides* et *Rhizomorphs*) se font très rares ou absentes, traduit un milieu de sédimentation peu profond. Les diatomées de cette partie sont caractérisées par un assemblage à *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica*, accompagné de *Thalassionema nitzschoides* et accessoirement de *Paralia sulcata* et *Melosira granulata* (formes saumâtres et d'eaux douce) et espèces benthiques, suggérant ainsi un milieu évoluant du profond vers le littoral (peu profond). Ceci traduisant un milieu marin très peu profond, littoral à influences épisodiques de courants d'upwellings (présence de *Thalassionema nitzschoides*).

Il est à noter donc que les données des ichnofaciès de cette coupe et formation diatomique semblent être confortés par les analyses diatomiques.

*Conclusion*

*Générale*



# CONCLUSION GENERALE

## Conclusion générale

La formation diatomitique messinienne de l'Oued El Abid située sur la marge Nord du Dahra occidentale (bassin du Bas Chélif) et particulièrement au Nord du Douar Naimia (commune de Sidi Ali), a fait l'objet d'une étude lithologique et paléontologique et paléoenvironnementale.

Cette formation (d'épaisseur dépassant légèrement les 40 m), repose sur les marnes bleues tortonienne et des marnes attribuées au Messinien par la première apparition de nanfossiles calcaires index *Amoraulitu sdelicatus* (Bentata, 2013).

La diversité faciologique de cette formation (diatomites marneuses, diatomites pures blanchâtres, marnes laminées plus ou moins calcaires, marnes grises, marnes sableuses et cinérites), la stratonomie des bancs et la présence et / ou la fréquence des traces biologiques nous a permis de subdiviser cette formation en deux membres.

Le membre I est représenté en général par une alternance de quatre faciès (des marneux indurés feuilletés, des marnes, des diatomites marneuses et des diatomites blanchâtres) s'organisant en séquence rythmique à deux termes. Parfois, dans ces marnes s'intercalent de minces niveaux jaunâtres (soufre).

Le membre II est le plus épais que le membre précédent. Il est constitué, en général, par une alternance rythmique de diatomites marneuses/de marnes et de diatomites pures/de marnes tout en admettant l'intercalation de plusieurs niveaux cinéritiques (06).

Les caractères lithologiques de ce membre permettent de distinguer deux ensembles : un Ensemble A et un Ensemble B. Ce dernier est très réduit et lenticulaire pouvant atteindre un mètre d'épaisseur (1 m) et constitué de marnes sableuses à bivalves (Ostréidés) et très riches en foraminifères (*Orbulina*).

L'étude paléontologique en terme de traces fossiles et diatomées a été effectuée et confrontés pour un essai de reconstitution paléoenvironnementale (essentiellement paléobathymétriques), tout en mettant en évidence la relation entre le contenu microfloristique (diatomées) et les traces fossiles préservées dans la formation diatomitique.

Quatorze (14) types de traces fossiles ont été reconnus dans la formation diatomitique de l'Oued El Abid : *Thalassinoides* ; *Rosselia Socialis* ; *Helminthopsis* ; *Chondrites isp* ; *Chondrites arbuscula* ; *Lockeia* ; *Planolites* ; *Phymatoderma granuluta* ; *Ophiomorpha nodosa* ; *Diplocraterion* ; *Rhizomorphs* ; *Scolicia zumayensis* ; *Neonereites uniserialis* et *Zoophycos*. Les traces fossiles les plus abondants est fréquents sont les *Skolithos* et les *Zoophycos*.

## CONCLUSION GENERALE

Ces différents traces fossiles sont regroupés en cinq (05) types d'ichnofaciès : ichnofaciès à *Cruziana* ; ichnofaciès à *Skolithos* ; ichnofaciès des *Psilonichnus* ; ichnofaciès d'*Echinoid* et ichnofaciès à *Zoophycos*.

La distribution des traces fossiles dans cette formation ne semble pas être aléatoire mais dépend largement de la variation lithologique des faciès, de la profondeur et des conditions (oxygénation, salinité, bathymétrie, nourriture ...). Ces traces n'apparaissent en général que dans la partie supérieure du Membre I et sont présents et plus abondants dans le Membre II. Dans ce dernier les ichnofaciès sont préservées en trois zones (parties) à concentrations variables : la partie inférieure est caractérisée par des ichnogènes de très faible concentration à fréquent et deviennent moins fréquent vers le sommet. Par contre, dans la partie médiane, sont fréquente à présente.

Les analyses des diatomées ont été établies par membre afin de reconstituer le paléoenvironnement et de les confronter au résultat des traces biologiques. Au total 70 espèces de diatomées ont été déterminées (43 centriques et 27 pennées). Les centriques dominant largement les pennées et donc les planctoniques qui sont

La distribution des traces fossiles dans cette formation ne semble pas être aléatoire mais dépend largement de la variation lithologique des faciès, de la profondeur et des conditions (oxygénation, salinité, bathymétrie, nourriture ...). Ces traces n'apparaissent en général que dans la partie supérieure du Membre I et sont présents et plus abondants dans le Membre II. Dans ce dernier les ichnofaciès sont préservées en trois zones (parties) à concentrations variables : la partie inférieure est caractérisée par des ichnogènes de très faible concentration à fréquent et deviennent moins fréquent vers le sommet. Par contre, dans la partie médiane, sont fréquente à présente.

Les analyses des diatomées ont été établies par membre afin de reconstituer le paléoenvironnement et de les confronter au résultat des traces biologiques. Au total 70 espèces de diatomées ont été déterminées (43 centriques et 27 pennées). Les centriques dominant largement les pennées et donc les planctoniques qui sont les plus abondant.

La composition microfloristique montre trois assemblages mais le plus souvent dominée par la présence de *Thalassionema nitzschoides* tout le long de la coupe, avec toutefois quelques variations d'un échantillon à un autre. La forte présence de ce taxon, dans les assemblages, indique un milieu à forte productivité.

L'assemblage du Membre I, traduit un environnement marin peu profond, littoral où dominant les *Thalassionema nitzschoides* et *Actinoptychus senarius*, influencés par des

## CONCLUSION GENERALE

courants riches en nutriments (Upwelling), comme l'atteste la fréquence élevée du taxon *Thalassionema nitzschoide*.

Le Membre II, est dominé en général par les taxons : *Coscinodiscus marginatus*, 1843, *Thalassionema nitzschoides* (GRUNOW) HUSTED, *Actinocyclus curvatulus* (JANISCH), 1979 accompagnées par les espèces sous dominante *Actinoptychus senarius* Ehrenberg 1843. Cet assemblage suggère un milieu relativement profond où prédominent les formes océaniques et les formes à indices d'upwelling indiquant de fortes courants de fonds..

Les diatomites de la partie sommitale du membre II où les traces fossiles se font très rares ou absentes, sont caractérisées par un assemblage à *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica* et à faible fréquence de *Thalassionema nitzschoides*, traduisant un milieu marin très peu profond, littoral à influences épisodiques de faibles courants Upwellings.

En guise de conclusion paléoenvironnementale, les résultats montrent des variations paléobathymétriques attestée conjointement par les ichnofaciès et confirmée par les assemblages diatomiques.

Le membre I caractérisé par : *Skolithos* ; *Chondrites arbuscula* et *Roselia Socialis*, s'est déposé dans un milieu marin peu profond et littoral attesté par le taxon diatomée (*Actinoptychus senarius*).

Tandis que la sédimentation du membre II (qui est marquée par les ichnofaciès à *Cruziana*, ichnofaciès à *Skolithos*, à *Zoophycos*, à *Neonereites uniserialis* et *Scolicia zumayensis*) s'est effectuée dans un milieu marin relativement profond où prédominent les diatomées de formes océaniques et les formes à indices d'upwelling (courants profonds ascendants). Ceci est confirmé par l'abondance des traces fossiles de *Zoophycos* qui traduisent la présence de la circulation des masses d'eaux riches en oxygènes au niveau du fond.

La partie sommitale du membre II où les traces fossiles (*Skolithos*, *Roselia Socialis*, *Thalassinoides* et *Rhizomorphs*) se font très rares ou absents, traduit un milieu de sédimentation peu profond. Les diatomées de cette partie sont caractérisées par un assemblage à *Actinoptychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica*, accompagné de *Thalassionema nitzschoides* et accessoirement de *Paralia sulcata* et *Melosira granulata* (formes saumâtres et d'eaux douce) et espèces benthiques, suggérant ainsi un milieu évoluant du profond vers le littoral (peu profond). Ceci traduisant un milieu marin très peu profond, littoral à influences épisodiques de courants d'upwellings (présence de *Thalassionema nitzschoides*).

## **CONCLUSION GENERALE**

Il est à noter donc que la reconstitution paléobathymétriques en particulier et paléoenvironnementales en générale de la formation diatomitique déduite à partir des ichnofaciès semblent être confortée par les analyses diatomiques.

# ***BIBLIOGRAPHIE***

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **BIBLIOGRAPHIE**

**ADJEDIR M. (1995)** - la formation diatomitique messinienne de l'anticlinal de l'Abrevoire : contribution des diatomées à la reconstitution paléoenvironnementale. *Mém. Ing. Etat. Univ. Oran.*, 96 p, 31 fig., 4 tabl. (*inédit*).

**AGASSIZ I. (1837)** – Infusoires fossiles du Tripoli d'Oran. Institut; Paris, 5, 330-331.

**ANDERSON R. (1936)** - Geology in the coastal Atlas of Western Algeria. *Geol. Soc., America. Mem.*, 4 : 450p.

**ANDERSON R. (1933)** - the diatomaceous sand fish bearing Beida stage of Algria, *J. Geol.*, 41, 7, 673-693.

**ARAMBOURG C. (1927)** – Les poisons fossiles d'Oran. *Mat. Carte Géol. Algérie, Paléont.* 6 : 1-298, atlas.

**BAUDRIMONT R. et DEGIOVANI C. (1974)** – les diatomées marines du Miocène supérieur de l'Oranie (Algérie) et leur contexte géologique. *Bull. Soc. Nat. Afrique. Nord, Alger*, 65, 1 & 2 ; pp. 35-36.

**BELKEBIR L. et BESSEDIK M. (1991)** - Essai de synthèse biostratigraphique du Miocène post et synchro-nappes en Oranie (Tafna, Bas Chéelif). 2ème Sèm. "Géologie pétrolière", Boumerdes, pp. 32-34.

**BELKEBIR L., BESSEDIK M., AMEUR-CHEHBEUR A. et ANGLADA R. (1996)** - Le Miocène des bassins nord-occidentaux d'Algérie : biostratigraphie et eustatisme. *Géologie de l'Afrique et de l'atlantique Sud*, pp. 553-561, 3 fig.

**BELKEBIR L., LABDI A., MANSOUR B., BESSEDIK M. et SAINT MARTIN J.-P. (2008)** – Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortonniennes du massif du Dahra et du bassin du Chéelif (Algérie). Implication sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Geodiversitas*, Paris. 30 (1) : pp. 9-19.

**BNENHAMIED Y. (2003)** – Contribution des diatomées à la reconstitution paléoenvironnementale et des diatomites Messiniennes de la bordure sud du Bassin du Bas Chéelif (Tessala, Béni chougrane). *Mém. Ing. Etat. Univ. Oran.*, 92 p, 48 fig., 2 tab. (*inédit*).

**BENTATA O. (2013)** - Les nannofossiles calcaires Tortono-Messinien de la coupe de l'Oued Al Abid (Bassin du Bas Chéelif, Algérie Nord-occidentale). *Mém. Ing. Etat. Univ. Oran.*, 49 p, 10 fig., 4 pl. (*inédit*).

## BIBLIOGRAPHIE

**BESSEDIK M., BELKEBIR L. et MANSOUR B. (2002)** - Révision de l'âge Miocène inférieur (au sens des anciens auteurs) des dépôts du bassin du Bas Chélif (Oran, Algérie) : Conséquences biostratigraphique et géodynamique. *M2M. Serv. Alg.* n°11. pp. 169-186, 11 figs. 18, pp. 817- 831.

**BEZZEGHOUD B. (2002).** Les assemblages diatomiques et Paléoenvironnement de la formation diatomitique messinienne du Boi Sacré (Dahra sud occidental). *Mém. Ing. Etat. Univ. Oran.*, 72 p, 26 fig., 2 pl. (*inédit*).

**BRADSHAW M. A. (1981)** - Paleoenvironmental interpretations and systematics of Devonian trace fossils from the Taylor Group (Lower Beacon Supergroup), Antarctica. – *J. New Zealand Geol. Geoph.*, n°24, pp. 615-652.

**BRIVES M. (1900)** – Carte géologique de l'Algérie au 1/50.000, feuille de Bosquet (N°103).

**BROMLEY R. and ASGAARD U. (1979)** - Triassic fresh water ichnocoenosis from Carlsberg Fjord, East Greenland. *J. Palaeogeol., Palaeoclimat, Palaeoeco.* n° 28: pp. 39–80.

**BROMLEY R., PEMBERTON S. and RAHMANI R. (1984)** - A Cretaceous woodground: the Teredolites ichnofacies. – *J. Paleonto.*, n°58, pp. 488-494.

**BROMLEY, R. and PEDERSEN., (2008)** – *Ophiomorpha irregulaire*, Mesozoic trace-fossil that is either well understood but rare in outcrop or poorly understood but common in rare. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 270, 279-298.

**CARMONA N. and PONCE J. (2011)** – Ichnology and sedimentology of the foreland Austral Basin (Tierra del Fuego, Argentina): Trace- fossil distribution and paleoecological implications. In *Sediment. Transform. Shelf to Deep Water. Revisiting the. Delivery. System*, ed. R. M. Slatt and C. Zavala, *American Association of Petroleum Geologists. Studies in Geology*, 61, in press.

**CORNEE J. J., SAINT MARTIN J. P., CONESA G. and MULLER J. (1994)** - Geometry, palaeoenvironments and relative sea level (accommodation space) changes in the Messinian Murdjado carbonate platform (Oran, Western Algeria): consequences. *Sedimentary Geology*, 89, 143-158.

**CRIMES T., GOLDRING R., HOMEWOOD P., VAN STUIJVENBERG J. and WINKLER W. (1981)**- Trace fossil assemblages of deep-sea fan deposits, Gurnigel and Schlieren flysch (Cretaceous–Eocene), Switzerland. *Eclogae Geologica Helvetica*, 74, 953–995.

**CRIMES T. (1987)** -Trace fossils and correlation of Late Precambrian and early Cambrian strata. – *Geological Mag.* 124, 97-119; London.

## BIBLIOGRAPHIE

**CURRAN H. and FREY R. (1977)** - Pleistocene trace fossils from North Carolina (U.S.A.) and their Holocene analogues. In: Crimes T.P. and Harper, J.C. (Eds.), Trace Fossils 2, *Geological.J. Special issue*, n°9, pp. 139–162.

**DELFAUD J., MICHAUX J., NEURDIN J. et REVERT J. (1973)** - Un modèle paléogéographique de la bordure méditerranéenne : Evolution de la région oranaise (Algérie occidentale) au Miocène supérieur ; conséquences stratigraphiques. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*, t. 64, fasc. 1-2, pp. 219-241, 5 fig., 1 tab.

**DELTEIL J. (1974)** - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Beni Chougrane, Dahra). *Thèse. Doct. Etat., Univ. Nice*, 249 p., 10pl.H.T.

**DALLONI. (1939)**. Géologie appliquée de l'Algérie. Métallogénie – Hydrogéologie – Agronomie. *Masson & Cie edit Paris* ; 888 p.

**EHRENBERG C. (1839)** - Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen : K. Abh. Akad.Wiss. Berlin. 1838 (1840, separate 1839). 59-148.

**EHRENBERG K. (1938)** - Bauten von Decapoden (*Callinassa* sp.) aus dem Miozän (Burdigal) von, Burgschleinitz bei Eggenburg im Gau Nieder6Donau (Niederösterreich). - *Paläont. Zeitschr.* 20, 263-284.

**EKDALE A. (1988)** - Pitfalls of paleobathymetric interpretation based on trace fossil assemblages. *Palaios.* 3, 464-472.

**EKDALE A. and LEWIS D. (1991)** - Trace fossils and paleoenvironmental control of ichnofacies in a late Quaternary gravel and loess fan delta complex, New Zealand - *Palaeogeogra, Palaeoclimato, Palaeoeco.*, 81, 253-279.

**FILLION D. and PICKERILL R.(1990)** - Ichnology of the Upper Cambrian, to Lower Ordovician Bell Island and Wabana groups of eastern Newfoundland.*Palaeontographica Canadiana*, 7, 1–119.

**FREY R. (1975)** – The realm of ichnology, its strengths and limitation. In *the Study of Trace Fossils. A Synthesis of Principles Problems and Procedures in Ichnology*, ed. R.W. Frey, New York: Springer-Verlag, pp. 13- 38.

**FREY R. and SEILACHER A. (1980)** - Uniformity in marine invertebrate ichnology.*Lethaia.*, 13, 183-207.

**FREY R. and PEMBERTON S. (1984)** - Trace fossil *Facies model*. In *Facies model*, ed. R. G.Walker,*Geosci. Canada, Reprint Series*, 189-207.



## BIBLIOGRAPHIE

- FREY R. and PEMBERTON S. (1987)** - The *Psilonichnus* Ichnocoenose and its relationship to adjacent marine and nonmarine ichnocoenoses along the Georgia Coast: *Bull. Canadian Petroleum Geology*, 35, 333–357.
- GAILLARD C. and OLIVERO D. (1993)**- Interprétation paléoécologique nouvelle de *Zoophycos* Massalongo, 1855. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 316, 823–830.
- GARDETTE D. (1979)** - Apport de l'étude des diatomées et des silicoflagellés à la biostratigraphie. Reconstitution du Messinien de Méditerranée : analyse de quelques tripolis du passage Mio-Pliocène à Chypre, en Crète et au Maroc. *Thèse. Doc. 3e cycle, Univ. Paris-sud, France*, 274 p.
- GERSONDE R. (1980)** - PaliiioOkologische und biostratigraphische Auswertung von Diatomeen Assoziationen aus dem Messinium des Caltanissetta-Beckens (Sizilien) und einiger Vergleichsprofile in SO-Spanien, NW-Algerie und auf Kreta. *Thèse. Univ. Kiel*, 393 p.
- GINGRAS M. PEMBERTON S., SAUNDERS T. and CLIFTON H. (1999)** - The ichnology of brackish water Pleistocene deposits at Willapa Bay, Washington: variability in estuarine settings. *Palaios*, 14, 352–374.
- GOURINARD Y. (1952)** - Le littoral Oranais mouvement verticaux et anomalies gravimétriques. *XIXe Congr. Géol. Intern. Alger. Sér. 1. n 2.* 62 p.
- GUARDIA P. (1975)** - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-occidentale (Algérie), relation structurales et paléogéographiques entre Rif externe et le Tell de l'avant pays atlasique. *Thèse Doct. Etat, Sci Nat. Univ. Nice.* 289 p. 139 fig. 5 pl.
- HANTZSCHEL W. (1975)** - Trace fossils and problematica. In *Treatise on Invertebrate Paleontology, part W, Miscellanea, Supplement 1*, ed. C. Teichert, Lawrence, KS: *Geol. Soc. America. Univ. Kansas Press, Boulder, Colorado and, Kansas.* 1- 269.
- HASNAOUI S. (1995)**- étude de la formation diatomitique Messinienne de Djebel Ben Dourda. (Dahra Sud-Ouest) : contribution des foraminifères et des diatomées à la reconstitution paléoenvironnementale. *Mém. Ing. Etat. Univ. Oran.*, 72 p, 25 fig., 5 pl. (*inédit*).
- HEER O. (1877)**. *Flora Fossilis Helvetiae. Die vorweltliche Flora der Schweiz, Wuster, Zurich*, 182 p.
- HEBIB H. (1995)** - Reconstitution paléoenvironnementale de la formation diatomitique messinienne de Chaâba El Beidha (Dahra Sud- Ouest). *Mém. Ing. Univ. Oran*: 89 p., (*inédit*).
- JAMES U. (1879)** - Description of new species of fossils and remarks on some others, from the Lower and Upper Silurian rocks of Ohio. *Paleontologist*, 3, 17–24.

## BIBLIOGRAPHIE

- KENTARO I. (2012)** – Processus de formation de *phymatoderma granulata* (trace fossile) dans le schiste noir du Jurassique inférieur (schiste de Posidonia, Allemagne du Sud) et ses implications paléoécologiques. *vol.353*. pp. 116- 122.
- KENTARO I. (2015)** –*Phymatoderma* de gisements marins profonds néogènes au Japon : Implication pour les interactions benthiques Phanérozoïques entre les terriers et les traceurs de *chondrites* et de *Phycosiphon*. *Arca Palaeontologica Polonica* 60 (4) université de Tokyo.
- KIM J. (1994)** - An unique occurrence of *Lokeia* from the Yeongheung Formation (Middle Ordovician), Yeongweol, Korea. – *Ichnos*,3, 219-225.
- KOTAKE N. (1991)** - Non-selective surface deposit feeding by the *Zoophycos* producers. *Lethaia*, 24, 379–385.
- KSIAZKIEWICZ M. (1977)** - Trace fossils in the Flysch of the Polish Carpathians. *Palaeontologia Polonica*, 36, 1–208.
- LESZCZYNSKI S. and SEILACHER A. (1991)** - Ichnocoenoses of a turbidite sole. *Ichnos*,1,293–303.
- LUNDGREN B. (1891)** – Studier öfver fossilförande lösa blok. – *Geol. Fören. Stockholm Förhand l.*, 13, 111-121.
- MANGANO M. and BUATOIS L. (1991)** - Discontinuity surfaces in the Lower Cretaceous of the High Andes (Mendoza, Argentina): trace fossils and environmental implications. - *J. Geol. Sci.*,n° 4, pp.215-229. *South American*.
- MANGANO M. and BUATOIS L. (1999)** – Ichnofaciès models in Early Paleozoic tide-dominated quartzites: On shore- offshore gradients and the classic seilacherian paradigm. *Acta Universitatis Carolinae*, 43, 151- 154.
- MANGANO M. and BUATOIS L. (2004)**.Reconstructing early Phanerozoic intertidal ecosystems: ichnology of the Cambrian Campanario formation in northwest Argentina.In. *Trace Fossils in Evolutionary Palaeoecology*, ed. B. D. Webby, M.G. Mangano and L.A. Buatois, *Fossils and Strata*, 51, 17–38.
- MANGANO M. and BUATOIS L.(2014)** – proceedings B- decoupling of body plan diversification and ecological structuring during the Ediacaran- Cambrian transition: Evolutionary and geobiological feedbacks.*Proc. R. Soc. B*, 281 p.
- MANSOUR B. (1991)** - La série diatomitique messinienne de Sig : étude systématique des diatomées et implications paléoécologiques. *Thèse Magister. Univ. Oran*, 147 p.
- MANSOUR B., MOISSETTE P., NOEL D., ROUCHY J.M. (1995)** – l’enregistrement par les associations de diatomées des environnements Messiniens : l’exemple de la coupe de Sig (Bassin du Bas Chéelif – Algérie).*Geobios* 28, 3 : 261- 279.

## BIBLIOGRAPHIE

- MANSOUR B. et SAINT MARTIN J. P. (1999)**- condition de dépôts des diatomées Messiniennes en contexte de plateforme carbonatée d'après l'étude des assemblages de diatomées : exemple de Djebel Murdjadjo (Algérie). *Geobios*. 32(3) : 395-408.
- MANSOUR B. (2004)** - Diatomées messiniennes du bassin du bas Chélif (Algérie nord occidentale). *Thèse Doct. Etat. Sci., Univ. Oran*, 260 p., 106., fig., 2 tabl., 2 Ann., 9pl.
- MANSOURI M. E. H., (2001)**- Les nannofossiles calcaires du Miocène supérieur du Bassin du Chélif. Intérêt biostratigraphique. *Mém. Magister. Univ. Oran*, 129 p., 24 figs. 3 pls. Ph. (inédit).
- MARTINI E., 1971** – *Standard tertiary and quaternary calcareous nannoplancton zonation. Proc. II Plankt. Conf., Roma 1970*, pp. 739-785.
- MARTINI E. & MULLER C., 1986** – *Current Tertiary and Quaternary Calcareous nannoplancton stratigraphy and correlations. New Stratigr., 16 (2)*, pp.99-112, 7 table., Berlin, Stuttgart.
- MILLER W. (1993)** -Trace fossil zonation in Cretaceous turbidite facies, northern California. *Ichnos*, 3, 11–28.
- MULLERA. (1970)** - Über Ichnia vom typ *Ophiomorpha* und *Thalassinoides* (Vestigia invertebratorum, Crustacea). - *Same. Monatsb.*
- NARA M. (1995)** -*Rosselia socialis*: Adwlling structure of a probable terebellind polychaete, *Lethaia*, 28, 171- 178.
- NEURDIN-TRESCARTES J. (1992)** - Le remplissage Sédimentaire du bassin néogène du Chélif, modèle de référence de bassin intra- montagneux. Thèse. Doct. Etat., Univ. Pau et des Pays de l'Adour, 2 t. 605 p.
- NICHOLSON H. (1873)** - Contributions of the study of the errant *annelids* of the older Paleozoic rock. – *Proce. Royal Soc. London*. 21, 288-290.
- OKADA H. & BUKRY D., 1980** - Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropal.*, Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, 5, 3, pp. 321-325.
- OLIVERO D. and GAILLARD C. (1996)** - Palaeoecology of Jurassic *Zoophycos* from South Eastern France. *Ichnos*, 4, 249–260.
- OLIVERO D. (2003)** - Early Jurassic to Late Cretaceous evolution of *Zoophycos* in French Subalpine Basin (southeast France). *Palaeogeogra, Palaeoclimato, Palaeoeco*, 192, 59–78.
- OLIVERO E. B., LOPEZM., MALUMIAN N. and TORRES P. (2010)** – Eocene graphoglyptids from shallow- marine, highenergy, organic – rich, and bioturbated turbidites, Fuegian Andes, Argentina. *Acta. Geologica. Polonica*, 60, 77- 91.

## BIBLIOGRAPHIE

- OSGOOD R. G. (1970)** - Trace fossils of the Cincinnati area. - *Paleontographica America*. 6 (41), 281-444.
- PATEL S. and DESAI B. (2009)** - Animal-sediment relationship of the crustaceans and polychaetes in the intertidal zone around Mandvi, Gulf of Kachchh, - Western India. *J. Geol. Soc. India.*, n°74, pp. 233-259.
- PAUL M. (2010)** – Ichnofossiles des ichnofaciès de *Psilonichnus* et leur importance paléoécologique et paléoenvironnementale dans le Jurassique moyen écossais. PP. 95- 108, vol. 9, n°3. *J. Intern. traces plantes animaux*.
- PEMBERTON S. and FREY R. (1982)** - Trace fossil nomenclature and the *Planolites-Palaeophycus* dilemma. – *J. Paleonto.* N°56, pp 843-881.
- PERRODON A. (1957)** - Etude géologique des bassins Néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. Bull. Serv. Carte géol. Algérie., (h.s) 12, 328 p.
- PESTREA, S., Blanc-Valleron, M.M., Rouchy, J.M. (2002)**. Assemblages de diatomées du Messinien (Espagne, Sicile, Chypre). *Geodiversitas* 24 (3), 543–583.
- PESTREA, S., SAINT MARTIN, J.P. (2002)**. La microflore de diatomées du Messinien de Gibellina (Sicile Occidentale, Italie). *Geodiversitas* 24 (3), 585–610.
- PICKETT, FREY R., JAMES D. and Wayene P. (1971)** – Ophiomorpha: its morphologic, taxonomic, and environmental significance. *Palaeogeography, Pleoclimatology, Palaeoecology* 23, 199- 229 ; 1978.
- POIGNANT A. et MOISSETTE P. (1992)** - Foraminifères benthiques des intercalations marneuses d'une série diatomitique du Messinien d'Algérie. Benthic foraminifera from interbedded marls in a diatomaceous series from the Messinian of Algeria. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, h. 11, 657-674.
- POLLARD J. (1981)** - A comparison between the Triassic trace-fossils of Cheshire and south Germany. *Palaeontology* 24, 555–588.
- PONCE J., OLIVERO E., MARTINIONI D. and Lopez Cabrera M. (2007)** – Sustained and episodic gravity flow deposits and related bioturbation patterns in Paleogene turbidites (Tierra del Fuego, Argentina). In *Sediment- organism Interactions: A Multifaceted ichnology*, ed. R.G.Bromley, L.A. Buatois, M.G. Mangano, J.F. Genise and R.N. Melchor, *Soc. Sedim. Geol. Special Publ.* 88, 253 – 266.
- RAI N. (2005)** – Contribution des diatomées à la reconstitution paléoenvironnementale de la formation diatomitique Messinienne de Chaabet Akroun (Béni Chougrane, Bas Chélif). *Mém. Ing.*, Univ .Oran. p.70, Fig. 18, Tab. 3, Pl.4. (*inédit*).

## BIBLIOGRAPHIE

**RICHTER T. (1927)** - Die Fossilen Föhrenten und Bauten der Würmer, ein Überblick über ihre biologischen Grundformen und deren geologische Bedeutung. - *Paläont. Berlin*, z. 9, 193 - 240.

**ROUCHY J. M. (1979)** – la sédimentation évaporitique sur les marges Messiniennes. *Ann. Geol. Pays hellèn.* (h.s.), 3, 1051, 1060.

**ROUCHY J. M., (1980)** - La genèse des évaporites messiniennes de la Méditerranée : un bilan. *Bull. Cent. Rech. Pau- S.N.P.A*, 4, 511- 545.

**ROUCHY J. M. (1982a)** - La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée : un bilan. *Bull. Cent. Rech. Prod.* 4, 511-545.

**ROUCHY J. M. (1982b)** - La crise évaporitique messinienne de Méditerranée : Nouvelles propositions pour une interprétation génétique. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat., Paris*, C, 3-4, 107-1036.

**ROZET A. (1831)** –Notice géognostiquesur les environs d’Oran. *Bull. Soc. Géol. France*, 2 ; 46- 305.

**SAINT-MARTIN J-P. (1987)** - Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. Aspects paléoécologiques et paléogéographiques. *Thèse. Doct. Etat, Univ. d'Aix-Marseille*. 499 p.

**SAINT-MARTIN J. P. et ROUCHY J. M. (1990)** - Les plates-formes carbonatées Messinienne en Méditerranée occidentale : leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin au Miocène terminal. *Bull. Soc. Géol. France* (8), VI, 1 : pp 83-94.

**SAINT-MARTIN S., CONESA G., SAINT-MARTIN J-P. (2003)** - Signification paléoécologique des assemblages de diatomées du Messinien dans le bassin de Melilla-Nador (Rif Nord-Oriental, Maroc). *Revue.Micropal.* 46, 161-190.

**SCHAARFER W. (1972)** – Ecology and palaeoecology of marine environments. University of Chicago Press, Chicago, 568 p.

**SCHLIRF M. and UCHMAN A. (2005)** - Revision of the ichnogenus *Sabellarifex* Richter, 1921 and its relationship to *Skolithos* Haldeman, 1840 and *Polykladichnus* Fursich, 1981. *J. Systematic Palaeontology*, n°3, pp. 115–131.

**SEILACHER A. (1953)** - Der Brandungssand als Lebensraum in Gegenwart und Vorzeit. – *Natur und Volk* 83, 263-272; Frankfurt a.M.

**SEILACHER A. (1954)**. Die geologische Bedeutung fossiler Lebensspuren. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 105, 214–227.

## BIBLIOGRAPHIE

- SEILACHER A. (1955)** – Spuren and Fazies im Unterkambrium. In *Beitrag Zurkenntnis des Kambriums inder Salt Range (Pakistan)*, ed. OH. Schindewolf and A. Seilacher, *Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz, Mathematisch- Naturwissenschaftliche Klasse, Abhandlungen*, 10, 373- 399.
- SEILACHER A. (1958)** - Zur Okologische Charakteristik. Von Flysch und Molasse. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 51, 1062- 1078.
- SEILACHER A. (1963)**. Lebensspuren und Salinitätsfazies. *Fortschritte in der Geologie Rheinland und Westfalens*, 10, 81–94.
- SEILACHER A. (1964)** - Biogenic sedimentary structures. In *Approaches to palaeoecology*, ed. J. Imbrie, and N. Newell, Chichester, UK: John Wiley and Sons, pp. 296-316.
- SEILACHER A. and SEILACHER E. (1994)** - Bivalvian trace fossils: a lesson from actinoptera paleontology. *Courier Forschung Senckenberg*, 169: 5–15.
- SHEEHAN P. and SCHIEFELBEIN J. (1984)** - The trace fossil *Thalassinoides* from the Upper Ordovician of the Eastern Great Basin: deep burrowing in the Early Paleozoic. *J. Paleont.*, n°58, pp.440-447.
- SWINBANKS D. and MURRAY J. (1981)** - Biosedimentological zonation of Boundary Bay tidal flats, Fraser River Delta, British Columbia. *Sedim*, 28, 201-237 ; Amsterdam.
- SWINBANKS D, and YOSHIHISA S. (1984)** – Stratigraphie des terriers en relation avec la diagenèse de manganèse dans les carbonates d’eau profonds modernes. Recherche haut mer, partie A : *Documents de recherche océanographique*. 31 (10) : 1197- 1223.
- THEODORIDIS S., 1984** – Calcareous nannofossil biozonation of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. *Utrecht Micropal. Bull.*, 32, 271 p.
- THOMAS G., 1985** - Géodynamique du Bassin intramontagneux : le bassin du bas Chélif occidental (Algérie), durant le miocène- plio- quaternaire. *Thèse. Doct. Etat. Sci., Univ. Pau*. 594 p., 161 figs. 32 tab, 10 pl.
- UCHMAN A. (1995)** - Taxonomy and paleoecology of flysch trace fossils: the Marnosoarenacea Formation and associated facies (Miocene, Orthen Apennines, Italy). *Beringeria.*, 15, 1-15.
- UCHMAN A. and KRENMAYR H. (1995)** - Trace fossils from Lower Miocene (Ottangian) molasse deposits of Upper Austria. *Palaontologisches Zeitschrift*, 69, 503–524.
- UCHMAN A. (1998)** - Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: Revision of the Marian Książkiewicz collection and studies of complementary material. - *Ann. Soc. Geol. Poloniae.*, 68, 105-218.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**UCHMAN A. and DEMIRCAN H. (1999)** -A Zoophycos group trace fossil from Miocene flysch deposits of the Istria peninsula, *Croatia and Slovenia. Ichnos*, 5, 1–22.

**UCHMAN A. (2004)**. Deep-sea trace fossils controlled by palaeo– oxygenation and deposition: an example from the Lower Cretaceous dark flysch deposits of the Silesian Unit, Carpathians, *Poland*. In *TraceFossils in Evolutionary Palaeoecology*, ed. B.D. Webby, M.G. Mangano and L.A. Buatois, *Fossils and Strata*, 51, 39–57.

**WEIMER R. and HOYT J. (1964)** - Burrows of *Callianassa major* SAY. geologic indicators of littoral and shallow neritic environments. *J. Palaeonto.*, n°38, pp. 761- 767.

**WETZEL A. and UCHMAN A. (1998)**. Deep-sea benthic food content recorded by ichnofabrics: A conceptual model based on observation from Palaeogene flysch, Carpathians, Poland. *Palaios*, 13, 533–546.

**WETZEL A. (2008)** – Recent bioturbation in the Deep South China Sea: a uniformitarian ichnologic approach. *Palaios*, 23, 601- 615.

# *Liste des Figures*



# LISTE DES FIGURES

## Liste des Figures

Fig.1.Situation générale du bassin du Bas Chélif (D'après Belkebir et al., 2008).....	02
Fig.2. Localisation de la région d'étude (Google Earth, images satellite : 07/05/2019).....	03
Fig.3. Position du bassin du Bas Chélif dans la structure générale de l'Oranie (D'après Delfaud et al.1973).....	05
Fig.4- Biozonation dans la série type des bassins miocènes de l'Algérie Nord-occidentale (Chélif, Tafna) d'après Belkebir et al. (1996). ....	05
Fig. 5. Carte de faciès de secteur d'étude (modifiée).....	09
Fig.6. Localisation de la coupe d'Oued Al Abid. <b>A</b> – situation de la région d'Oued Al Abid par rapport à la mer Méditerranée. <b>B</b> - Situation géographique de la région d'Oued Al Abid (carte topographique Hadjadj, N° 7-8, au 1/25 000). <b>C</b> - Localisation de secteur 'étude (Google Earth, images satellite : 05/05/2019).....	10
Fig.7. Sérié lithostratigraphique d'Oued El Abid .....	12
Fig.8. panorama la formation diatomitique d'Oued El Abid (Photo in Oued El Abid, 2019).....	14
Fig. 9. La coupe géologique d'Oued El Abid.....	16
Fig. 10. Les déférents fossiles de la formation diatomitique. A : les traces de poissons ; Bivalves, B : <i>Ostrea lamellosa</i> . C. <i>Crassostrea fiyphoides</i> D. <i>Hytotissa squatrosa</i> .....	17
Fig. 11. Les déférents faciès : A. Marnes indurées. B. Marnes friables. C. Le gros banc de cinérite. D. Calcaire en plaquètes.....	18
Fig.12. A : <i>Rosselia Socialis</i> préservée à la surface d'un banc diatomites marneuse. B : <i>Thalassinoides</i> à la surface d'un banc cinéritiques. C : <i>Helminthopsis</i> (diatomites marneuses). D : <i>Chondrites ispà</i> la surface d'un banc diatomitique. E : (LO) <i>Lockeia</i> , (Pl) <i>Planolites</i> . F : <i>Chondrites arbuscula</i> . (E et F) préservées à la surface des bancs diatomites marneuses.....	24
Fig.13.A: <i>Phymatoderma granuluta</i> . B : <i>Ophiomorpha nodosa</i> . C : <i>Diplocraterion</i> . D : <i>Rhizomorphs</i> . E: <i>Scolicia zumayensis</i> .F et G : des <i>Skolithos</i> . (A, B, C, D, F et G préservées a des surfaces des bancs des diatomites marneuses. E préservée a la surfase de banc de cinérite). .....	27

## LISTE DES FIGURES

Fig. 14. A : <i>Zoophycos</i> . B : Literie - vue en plan d'un petit spécimen présentant une forme complexe en spirale et des lobes avec un tube marginal bien développé. C : Literie - Vue en plan d'un grand spécimen présentant une forme plane simple et des lobes avec des lamelles primaires développées.D : <i>Neonereites uniserialis</i> , associée avec les <i>Zoophycos</i> . .....	29
Fig.15. Distribution des ichnogenres le long de la formation diatomitique etpaléobathymètre. .....	31
Fig.16. Variation des assemblages le long de la coupe d'Oued El Abid.....	34
Fig.17. Interprétation paléoenvironnementale de la formation à assemblages diatomique.....	36

