

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE D'ORAN ES SENIA

Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie
et de l'Aménagement du Territoire
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du
Grade de Magistère

Option : **Ensembles Sédimentaires- Micropaléontologie**

Thème

**Etude des peuplements de foraminifères des séries liasiques de la
région d'Oued-Fodda (Algérie occidentale). Biostratigraphie,
Paléoécologie et Paléobiogéographie**

Par

A h m e d L A A L A L I

Soutenu le 12 /03/2014 devant la commission d'examination :

Mme A. SEBANE, Maître de Conférences (A), Université d'Oran
Mr. A. SEBANE, Professeur, Université d'Oran
Mr. M. BENHAMOU, Professeur, Université d'Oran
Mr. B. KHAROUBI, Maître de Conférences (A), Université d'USTO

Présidente
Rapporteur
Examineur
Examineur

Oran, 2014

TABLE DE MATIERE

Avant-propos	3
Résumé	4
PREMIER CHAPITRE : GENERALITES	
I. INTRODUCTION	6
II. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE	9
1. Localisation du massif de Koudiat Larouah dans le domaine tellien	9
2. Cadre géographique local et limite de la région d'étude	9
III. CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE	12
1. Cadre stratigraphique	12
2. Cadre géologique	14
IV. OBJECTIF ET METHODOLOGIE	17
1. Objectif	17
2. Méthodologie	18
DEUXIEME CHAPITRE : ETUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE	
I. LITHOSTRATIGRAPHIE	20
1. Localisation de la coupe	20
2. Description lithostratigraphique	20
2.1. Membre basal : calcaires argileux et marnes feuilletés à <i>Zoophycos</i>	21
2.2. Membre médian: Calcaires à silex supérieurs	23
2.3. Membre sommital: Calcaires à filaments	23
II. SYNTHESE BIOSTRATIGRAPHIQUE	25
1. DANS LA REGION DE L'OUED-FODDA	25
1.1. Association du Domérien	25
1.2. Association du Toarcien	25
1.2.1. Le Toarcien inférieur	25
1.2.2. Le Toarcien moyen	25
1.2.3. Le Toarcien supérieur	26
2. DANS LES REGIONS VOISINES DE L'ALGERIE OCCIDENTALE	28
2.1. Domérien-Toarcien inférieur	28
2.2. Le Toarcien moyen	28
2.3. Le Toarcien supérieur-Aalénien	29
III. CONCLUSION	31
TROISIEME CHAPITRE : ETUDE PALEOENVIRONNEMENTALE ET PALEOECOLOGIQUE	
I. INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE	33
II. INTERPRETATION PALEOECOLOGIQUE	35
1. Domérien supérieur	35
2. Toarcien inférieur	37

3. Toarcien moyen et supérieur	38
III. CONCLUSION	40
QUATRIEME CHAPITRE : REPARTITION PALEOBIOGEOGRAPHIQUE DES FORAMINIFERES	
I. INTRODUCTION	42
II. REPARTITION PALEOBIOGEOGRAPHIQUE DES FORAMINIFERES	42
1. Pendant le Domérien	42
2. Pendant le Toarcien	45
III. Conclusion	48
CONCLUSION GENERALE	49
Références bibliographiques	52
Liste des figures	59
Planches des photos	60

AVANT-PROPOS

Avant de présenter ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant qui m'a offert la sagesse et la santé afin de réaliser ce modeste travail.

Je remercie vivement et sincèrement mon promoteur Monsieur A. SEBANE, Professeur à l'Université d'Oran que je ne peux, à mon grand regret, trouver les mots justes pour lui exprimer mes remerciements et ma gratitude. Son expérience scientifique, ses qualités humaines ainsi que la rigueur de sa pensée critique m'ont été d'une grande utilité pour ma formation. Merci pour m'avoir inculqué le sens du raisonnement logique pour analyser les données et la manière de présenter les résultats. Il m'a fait aimablement et très cordialement bénéficié de son expérience et m'a donné libre accès à sa documentation personnelle.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude à Madame A. SEBANE, Maître de Conférences (A) à l'Université d'Oran. Je lui rends hommage pour avoir accepté de présider mon jury. Je la remercie chaleureusement.

Mes sincères remerciements vont également à Monsieur M. BENHAMOU, Professeur à l'Université d'Oran qui a accepté d'examiner et juger ce mémoire, malgré ses nombreux engagements. Ses recherches sur la géologie du Jurassique de l'Ouarsenis m'ont beaucoup servi pour résoudre de nombreux problèmes, je lui exprime toute ma gratitude pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail.

Je remercie vivement Monsieur B. KHAROUBI à l'Université d'USTO qui me fait un grand honneur d'examiner ce travail et participer à ce jury.

Je ne peux terminer sans remercier pleinement mes parents, mes frères (Mohamed, Amhamed et Abdelhak) et mes sœurs pour leur patience et leur aide inestimable. Qu'ils trouvent dans ce travail, le gage de mon amour et de ma reconnaissance.

Je remercie tous mes amis qui m'ont soutenu lors des périodes difficiles et pour leurs encouragements ainsi que ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de mon travail.

Monsieur AOUS Slimane, le directeur de "Laboratoire de Travaux Publics d'Oran" pour m'avoir autorisé et aidé pour élaborer des analyses géochimiques sur mes échantillons.

Mes vifs remerciements vont également à monsieur BELHADI directeur du barrage de l'Oued Fodda, pour son chaleureux accueil et qu'il m'a fait bénéficier librement des documents disponibles. Qu'il trouve ici l'expression sincère de ma gratitude.

RESUME

L'analyse des foraminifères benthiques, rencontrés dans la formation « marno-calcaires du Lias moyen et supérieur de l'Oued-Fodda » a permis de préciser le cadre biostratigraphique fourni grâce aux marqueurs biostratigraphiques : ammonites et foraminifères et de ressortir des informations importantes concernant le degré de l'impact de l'événement anoxique océanique toarcien qui semble avoir une certaine incidence sur l'enchaînement vertical des peuplements de foraminifères. La répartition des foraminifères comporte des associations, largement dominées par les Nodosariidès. Elle nous apporte des renseignements sur leur comportement qui semble être conditionné aux modifications des conditions de milieu, notamment des variations eustatiques. Pendant le Toarcien, la plate-forme carbonatée domérienne subit un effondrement, favorable à l'accumulation d'épaisses séries marno-calcaires à tendance carbonatée sur un fond légèrement irrégulier. Sur le contexte paléoécologique et paléobiogéographie, la région d'étude et pendant le Lias-Dogger, l'environnement montre une physiologie différente de celle des régions voisines de l'Algérie occidentale. Il correspond à un milieu de plate forme carbonatée externe plus ou moins ouverte, légèrement influencée par les modifications paléobiogéographique (fluctuations du niveau marin) qui sont les responsables de l'organisation verticale des peuplements de foraminifères.

Mots clés : Foraminifères- Biostratigraphie- Paléoécologie- Paléobiogéographie- Lias- Oued-Fodda.

PREMIER CHAPITRE : **GENERALITES**

1. INTRODUCTION

De nombreux travaux géologiques se sont consacrés à l'étude des terrains mésozoïques qui affleurent dans les différents domaines paléogéographiques de l'Algérie du Nord (fig. 1). Ils ont permis de reconnaître le domaine tellien au Nord, suivi par le domaine tlemcenien, le domaine pré-atlasique, le domaine des Hautes Plaines oranaises et le domaine atlasique au sud (fig. 2). Le but recherché par ces études est l'établissement d'un cadre stratigraphique et la reconstitution des événements tectono-sédimentaires.

Le terrain qui a fait l'objet de notre étude est localisé dans le massif de Koudiat Larouah qui s'intègre dans le domaine tellien (Tell-occidental). Ce massif est constitué par des dépôts marins à dominante calcaire qui sont attribués au Jurassique.

Les premiers travaux réalisés dans cette région sont ceux de Ville (1857) et de Repelin (1895) qui avaient reconnu la présence du Jurassique. Ils ont été suivis par Y. Gourinard (1952) qui a défini le Tithonique et le Néocomien grâce à la découverte et la détermination de Calpionelles dans le massif de Koudiat Larouah.

En 1925, le service géologique de l'Algérie a repris les anciens travaux établis de 1904 à 1908, revus par Brives (1924) pour publier une carte géologique détaillée d'Orléansville au 1/50 000 (feuille n° 106).

En 1957, Gourinard et Lucas reconnaissent le Toarcien et apportent des précisions stratigraphiques concernant l'âge des formations jurassiques.

Dans la monographie régionale de Mattauer (1958), intitulée « Etude géologique de l'Ouarsenis oriental », l'auteur exposa les résultats stratigraphiques et surtout structurales du massif de l'Ouarsenis et il donna une description sommaire de certains affleurements jurassiques qui apparaissent dans les environs du massif de l'Ouarsenis.

Parmi les premières études micropaléontologiques réalisées dans le secteur de Koudiat Larouah, nous citons celle de Farès (1969) qui porta sur l'analyse des sections de foraminifères benthiques appartenant à plusieurs familles. Cette étude lui a permis d'affiner certaines attributions établies par ses prédécesseurs.

En 1992, Tchoumatchenko et Khrichev avaient entrepris une étude biostratigraphique plus détaillée sur le massif de Koudiat Larouah. Elle leur a permis de définir deux formations

sédimentaires, allant du Carixien au Callovien: la formation de « Kef Sidi Amar » et la formation des « Carbonates du Nador ».

En 1993, Kirèche a entrepris une étude structurale portant sur l'évolution géodynamique de la marge tellienne des Maghrébides. Il a donné une description détaillée des affleurements jurassiques du massif de l'Ouarsenis.

Le travail le plus récent reste celui de Benhamou (1996), dans lequel, l'auteur établi une succession lithostratigraphique complète et affine le cadre biostratigraphique par la découverte du Carixien inférieur et moyen.

Une autre étude essentiellement micropaléontologique, effectuée sur des foraminifères benthiques dégagés du Lias, a été réalisée par Sebane et Benhamou (1996) et Sebane et *al.*, (2000). Elle a permis d'affiner les divisions stratigraphiques du Toarcien et de retracer les événements sédimentaires qui ont prévalu pendant le Toarcien.

Ce présent travail qui porte sur l'étude des foraminifères benthiques a pour but de compléter le cadre biostratigraphique du Lias et de s'intéresser au comportement réactionnel de ces peuplements aux différentes variations eustatiques et environnementales. Un autre point est abordé dans ce travail, il s'agit de la comparaison des différentes phases événementielles ayant marqué les autres domaines paléogéographiques de l'Algérie du Nord et qui se sont produites au cours du Lias.

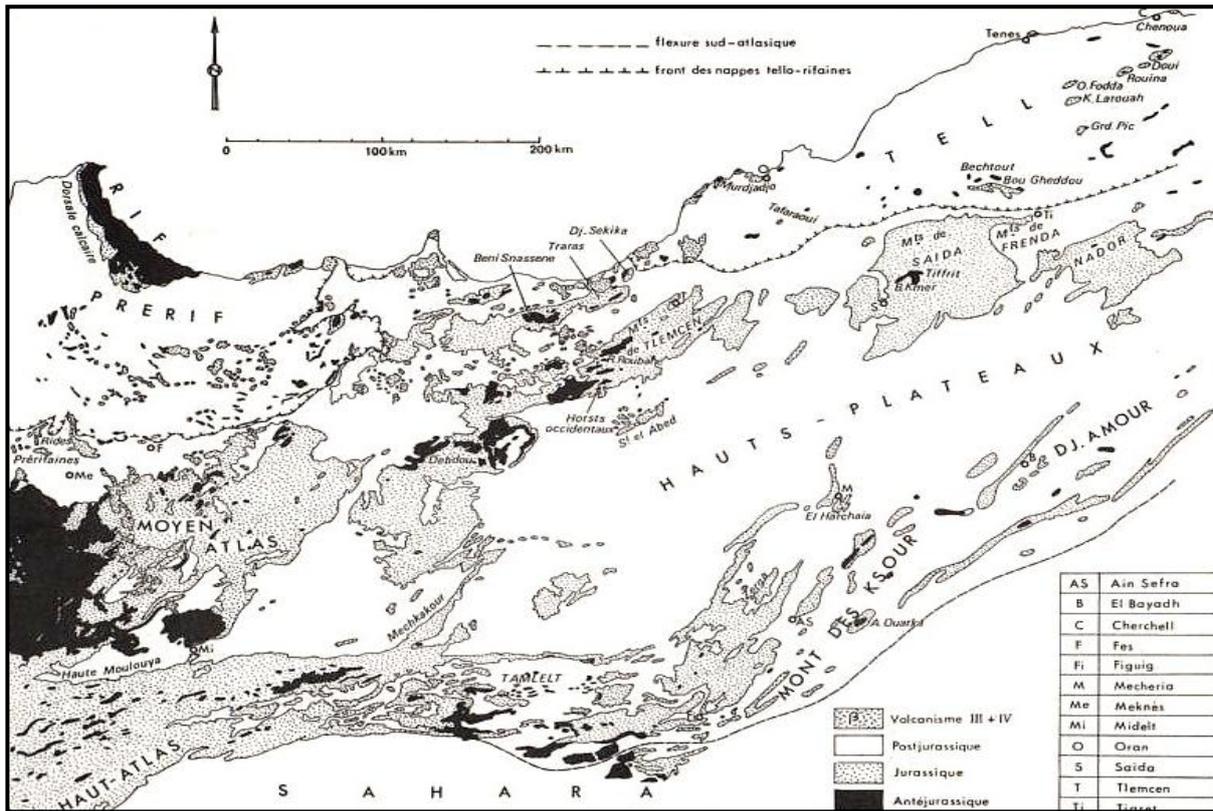


Fig. 1 - Carte géologique 1 /2000000 de l'Algérie et le Maroc (Elmi *et al* ,1984).

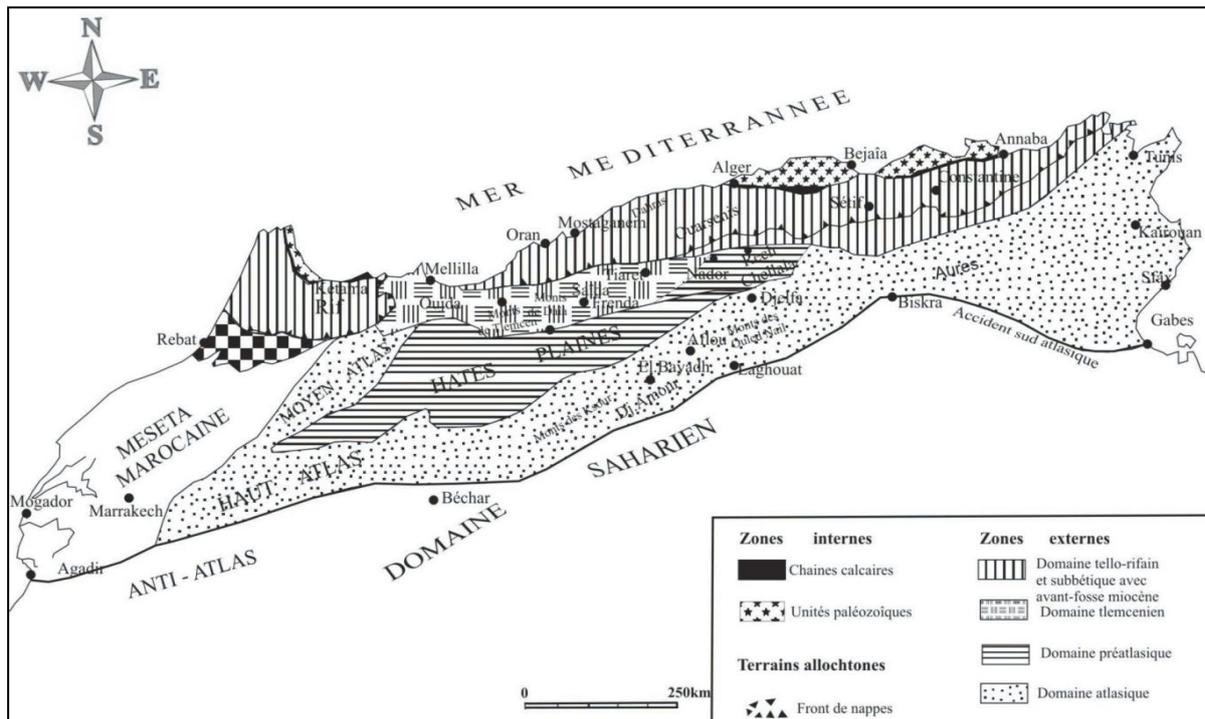
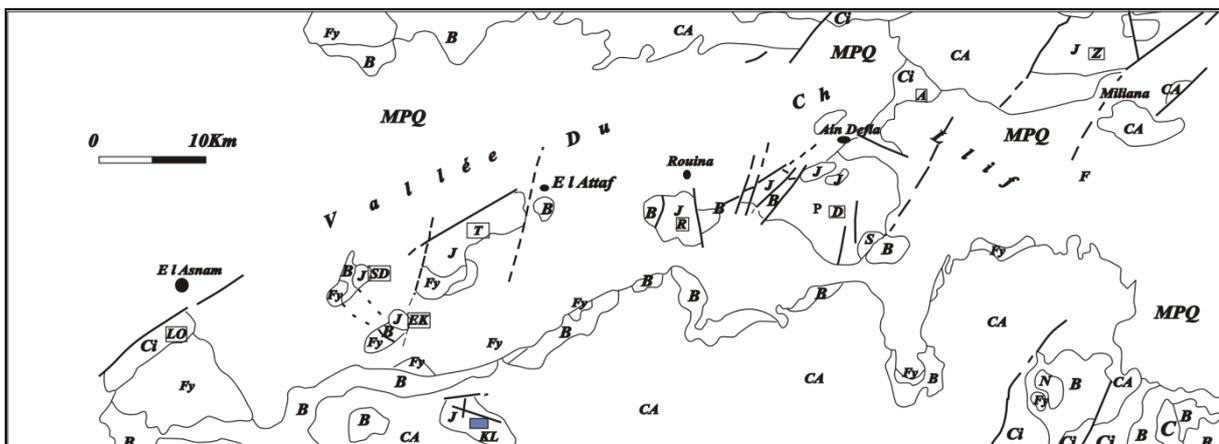


Fig. 2- Les grands ensembles géographiques de la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985).

2. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

1. Localisation du massif de Koudiat Larouah dans le domaine tellien

Le domaine septentrional de l'Algérie occidentale est constitué de reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins. Le massif de Koudiat Larouah qui appartient au Tell méridional est situé à 35 km environ au SE de la ville de Chlef. Il fait partie d'un ensemble de reliefs répartis de l'Est vers l'Ouest: les Monts du Zaccar (Miliana), de Arib (Litteré), du Doui, du Rouina, du Temoulga (Attaf), d'El-Karimia (Ex. Lamartine), de Sidi Djilleli (NW d'El-Karimia), de Koudiat Larouah (Barrage de l'Oued-Fodda) au Sud d'El-Karimia et des Chicots de Lala Ouda (fig. 3)



Z: Zaccar; A: Arib; d: Doui; R :Rouina; T: Tamoulga; EK :El Karimia ; KL: Koudiat Larouah; SD : Sidi Djilleli; LO: Lala Ouda ; CA: Complexe A ; B: Nappes B ; Fy: Nappes de Flyschs; P: Paléozoïque; J: Jurassique; C: Crétacé inférieur; N: Néogène; MPQ: Moi-Plio-Quaternaire.

Fig. 3- Les massifs de la vallée de Chélif (Kirèche, 1993).

2. Cadre géographique local et limite de la région d'étude (fig. 4)

Le massif de Koudiat Larouah est situé entre l'Ouarsenis au Sud et le Chélif au Nord, à environ une dizaine de kilomètres au SE de la ville de Karimia (Ex. LAMARTINE) et à une vingtaine de kilomètres au Nord à vol d'oiseau du grand pic (Massif de l'Ouarsenis). Il couvre la partie septentrionale du grand barrage de l'Oued Fodda. Il est entaillé par une gorge profonde permettant l'affleurement des calcaires jurassiques de Koudiat Larouah. Ce massif émerge au milieu des schistes crétacés (Benhamou & Elmi, 1992). La région est traversée par plusieurs cours d'eau dont les plus importants sont l'Oued Fodda et son confluent l'Oued Bourourou.

Le massif de Koudiat Larouah est formé par trois pitons calcaires jurassiques qui sont: Djebel Arfa (551 m), Djebel Akbat Mali (654 m) et Djebel Taksept (636 m) (fig. 4).

Le présent travail s'intéresse à la partie méridionale du massif de Koudiat Larouah, plus exactement, au Mont de Taksept. Ce massif est bordé au Nord par les Djebels Arfa, Akbat Mali, Tibelaine, à l'ouest par le barrage de l'oued-Fodda et au SW par la route reliant El- Karimia à Douar Mekarzia.

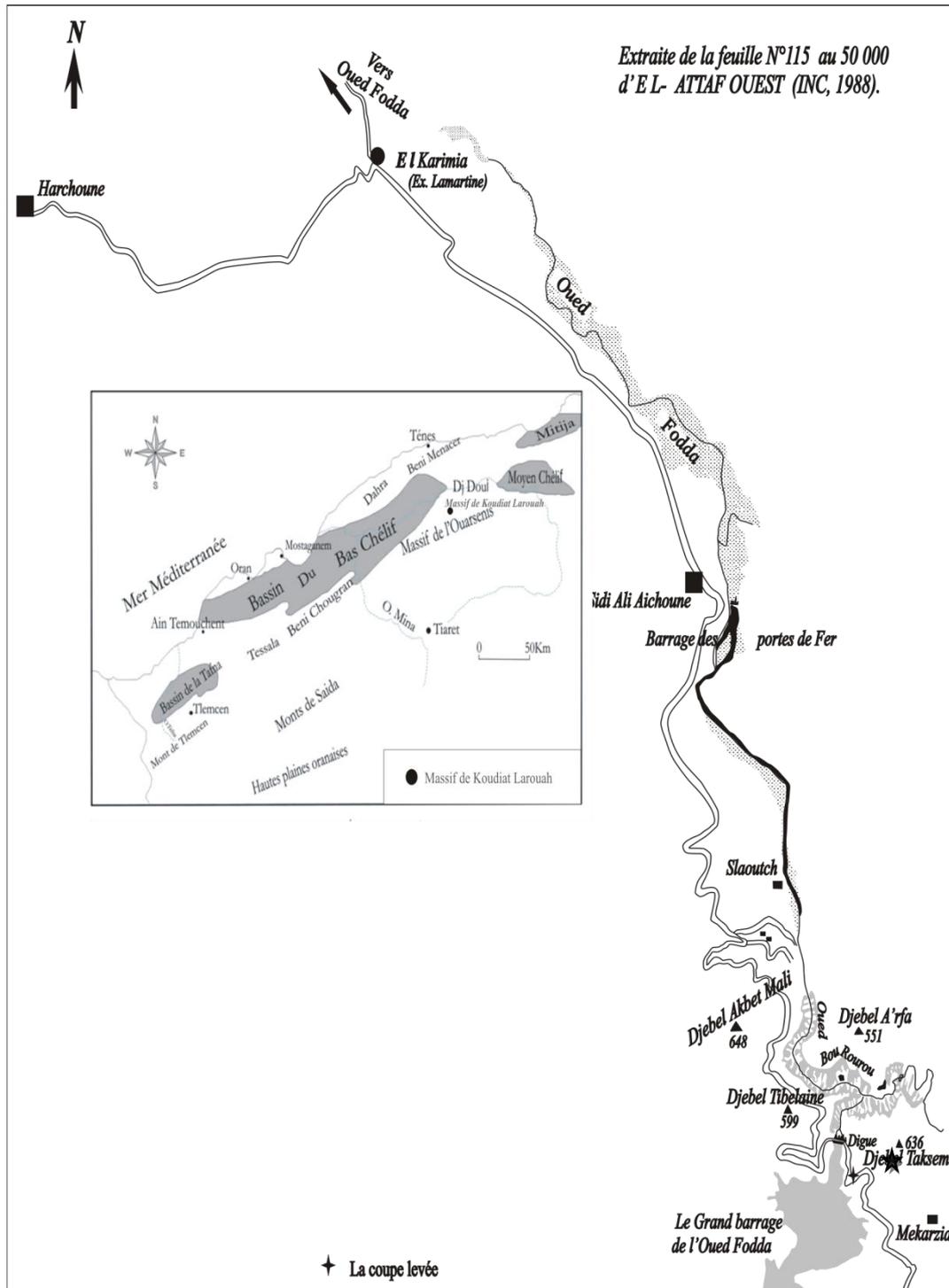


Fig. 4- Localisation de coupe levée dans le secteur de Koudiat Larouah.

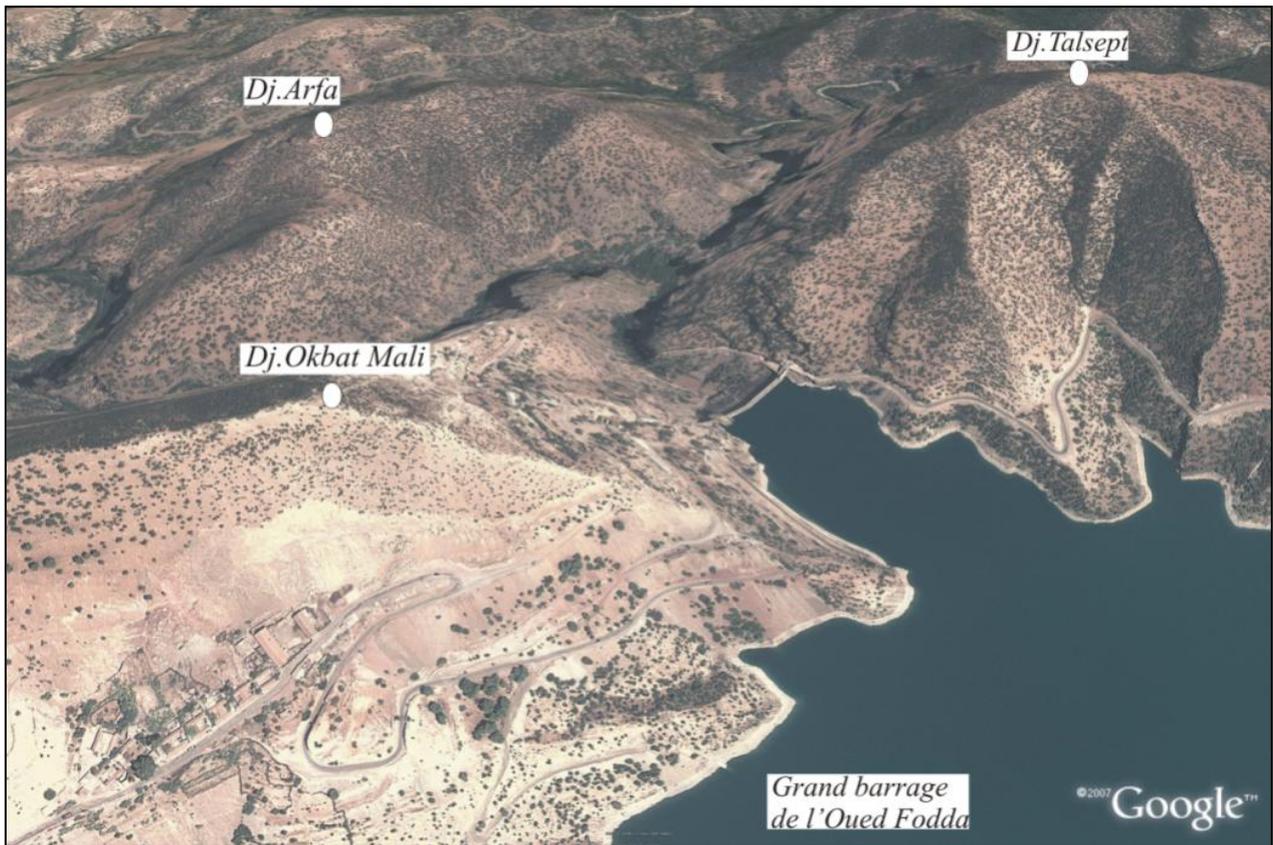


Fig. 5- Situation géographique de trois pitons formant le massif de Koudiat Larouah
(Image Google Earth).

3. CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE (fig. 6)

1- Cadre stratigraphique

Le massif de Koudiat Larouah est l'un des massifs jurassiques du Tell algérois, il est situé au Nord du massif de l'Ouarsenis. Il s'agit d'un anticlinal comprenant une variété de terrains essentiellement mésozoïques et tertiaires.

a. **Trias** : dans cette région, le Trias apparaît souvent en position anormale, il présente des dépôts évaporitiques et carbonatés (Mattauer, 1958).

b. **Jurassique** : il offre en effet des faciès différents de ceux du Chéelif et de ceux du Massif culminant ; il est caractérisé par des dépôts carbonatés de plate forme peu profonde à profonde (Mattauer, 1958). Parmi les études les plus récentes, nous pouvons citer celle de Kirèche (1993) et celle de Benhamou (1996). La synthèse stratigraphique présentée par ces deux auteurs permet de reconnaître:

1-Lias : dolomitique à la base, devenant ensuite calcaires avec des oolithes et des brachiopodes au Lias moyen. Le Lias supérieur est marneux.

2-Dogger : il est calcaire à *Zoophycos* avec des accidents siliceux.

3-Malm : il est représenté par des faciès ammonitico-rosso attribués à l'Oxfordien et par des marno-calcaires à Calpionelles du Tithonique.

c. **Crétacé** : il est caractérisé par des dépôts généralement marneux parfois à intercalations de bancs de calcaires et des dépôts détritiques moins importants. Le Néocomien est bien caractérisé dans le massif de Koudiat Larouah par des schistes bleus à intercalations de bancs calcaires pyriteux (Mattauer, 1958). Il est surmonté par des flysches albiens (grès et pélites) puis par les marnes et les calcaires gréseux du Crétacé supérieur (Sénonien).

d- **Le Cénozoïque** : dans la région de l'Oued Fodda, le Miocène (post-nappe) du Chéelif est transgressif et discordant sur un substratum d'âge Crétacé. Il est représenté par des conglomérats rouges, des grès et des marnes bleues (Perrodon, 1957).

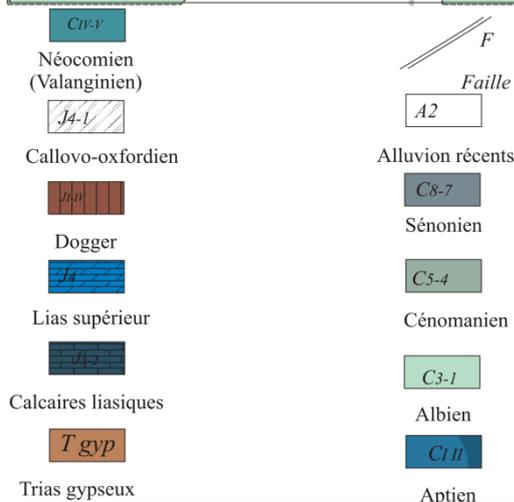
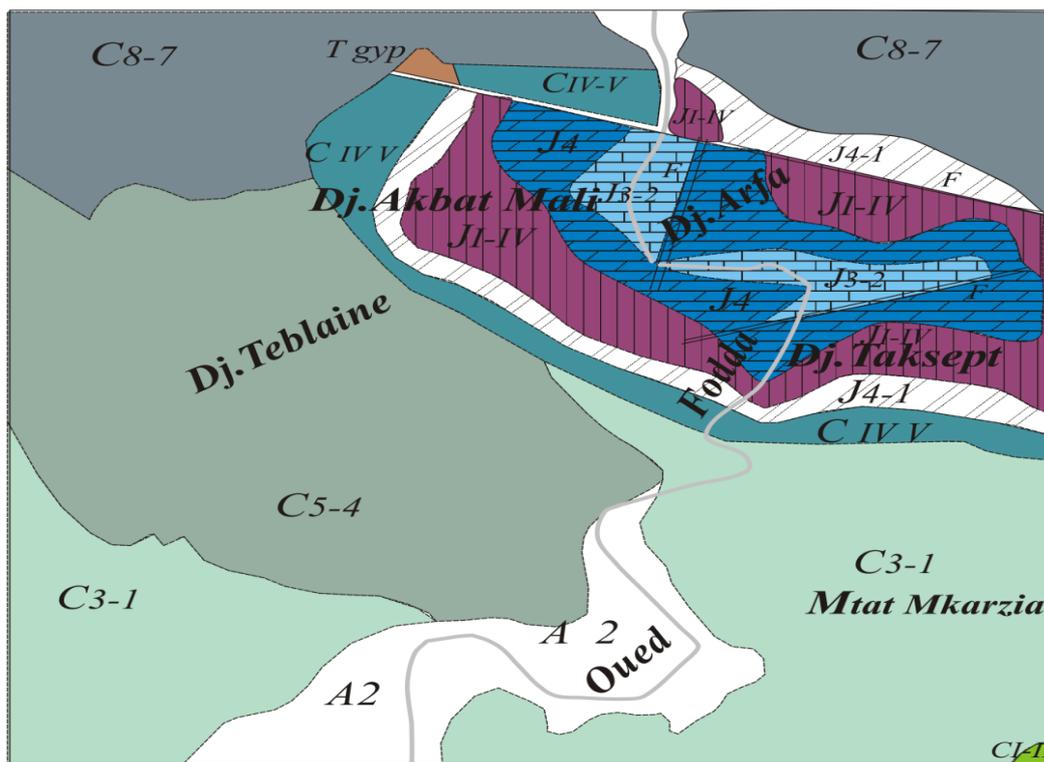


Fig. 6- Carte géologique du massif de Koudiat Larouah (Extrait de la feuille au 50 000 d'Orléansville N° 106), de Service Géologique de l'Algérie (1925)

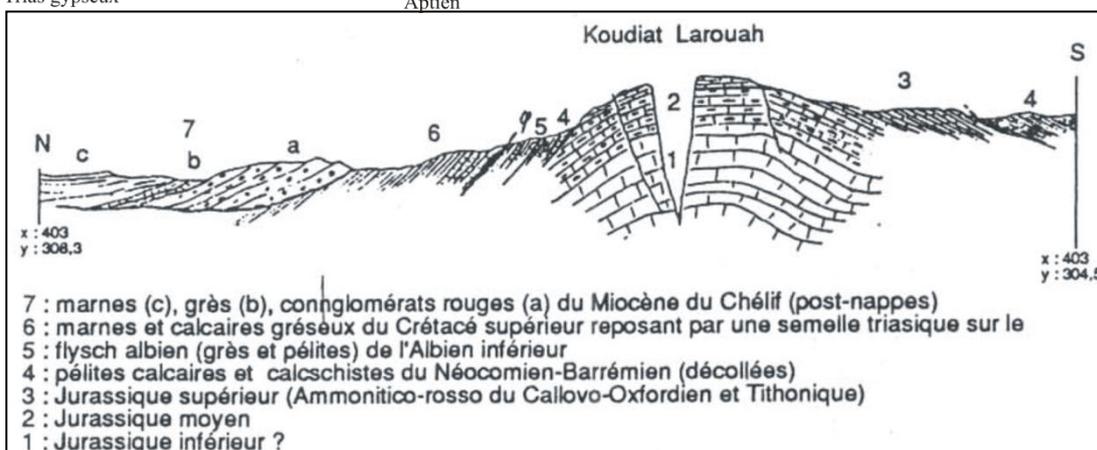


Fig. 7- La coupe synthétique N-S à travers le massif jurassique calcaire de Koudiat Larouah (Barrage Oued Fodda) et ces formations de couverture (Kirèche, 1993).

2- Cadre géologique (fig. 8)

L'histoire jurassique de l'Atlas tellien commence avec l'installation d'une plate forme carbonatée au Lias inférieur et moyen qui se généralise à l'échelle de toute la Téthys occidentale (Elmi & *al.*, 1982, 1998).

Dans la région d'étude, le Lias inférieur est représenté par la formation des «Carbonates de Bourourou » qui selon Benhamou (1996) comprend deux membres dont le premier est chenalisé avec des calcaires noirâtres affectés par une forte dolomitisation et contenant des brachiopodes silicifiés et des structures algaires ou stromatolitiques. Le deuxième membre selon toujours la description de Benhamou (1996) correspond à des calcaires massifs micritiques contenant une fraction organogène composée par des échinides, bivalves, gastéropodes, brachiopodes et des spicules de spongiaires. Le même auteur note également la présence de foraminifères particulièrement des *Textulariidae* dans certains niveaux. Le Lias moyen est caractérisé par la formation des « Calcaires de Taksept » qui selon toujours le même auteur la subdivise en trois membres. Le premier composé par des calcaires à silex inférieurs riches en débris de bivalves et de brachiopodes. Il est surmonté par les « Calcaires à tubéroïdes » formant le membre médian. Ces calcaires se distinguent des calcaires à silex par leur aspect micritique de type mudstone boueuse et par la présence d'une faune nectobenthique permettant de reconnaître le Carixien moyen : *Tropidoceras flandrini* (Dum.). Une autre différence par rapport au premier membre est également signalée par Benhamou (1996), il s'agit de l'aspect lenticulaire qui vient perturber la stratification régulière des calcaires massifs à tubéroïdes et la présence au sommet de ce second membre de calcaires à entroques. Le membre sommital est représenté par des calcaires à silex intermédiaires qui se différencient du membre basal par la présence d'une ammonite récoltée par Benhamou (1996) associée à une faune variée de petite taille (bivalves et brachiopodes) et à des gastéropodes qui selon Benhamou (1996) rappellent celles décrites en Italie par Conti et Fischeur (1982) : *Amberleya amiplicostata*, *Trochotectus cardinatus* et *Mariottia gibbosa*. Le Lias moyen se termine par la formation des « Calcaires et Marnes de l'Oued Fodda ». Cette dernière est subdivisée par le même auteur en trois membres qui se succèdent du Domérien supérieur au Bathonien. Cette formation se distingue des deux premières par l'apparition et l'importance de la sédimentation argileuse. Le premier membre est représenté par une alternance de calcaires argileux et de marnes feuilletées à *Zoophycos* qui est disposée selon un ordre séquentiel (Benhamou, 1996) avec à la base une alternance serrée ayant livré des ammonites du Toarcien moyen (*Hildoceras semipolitum* (Buck.), *Crassiceras* sp., *Collina* sp. *Porpoceras* sp. et *Phymatocératinés*. Une deuxième séquence à stratonomie espacée qui a livré une faune bajocienne composée de *Haplopleuroceras subspinatum* (Buck.) associée à des foraminifères tels que

Lenticulina quenstedti mg. *Lenticulina*. La dernière séquence telle qu'elle a été décrite par Benhamou (1996), correspond au Bajocien inférieur. Le deuxième membre est formé par les calcaires à silex supérieurs qui contiennent de rares ammonites abimées associées à des rostrés de bélemnites. Certains bancs sont affectés par des phénomènes de stylolithisation. D'autres, montrent toujours selon Benhamou (1996) des surfaces supérieures taraudées et tapissées par des encroutements ferrugineux (hard-ground). Vers le sommet, la présence du silex s'atténue et le microfaciès devient un mudstone avec de rares filaments. Le dernier membre de cette formation correspond à des calcaires à filaments qui deviennent pseudonoduleux.

Gourinard (1952)		Tchoumatchenko (1992)		Coupe synthétique	Subdivisions proposées Benhamou et Elmi (1992)			
Âges	Formations	Âges	Formations		Membres	Formations	Âges	
Lias moyen	CALCAIRE INFÉRIEUR (a)	Carixien	FORMATION DU KEF SIDIAMAR		Carbonates micritiques	FORMATION DES CARBONATES DE BOUROUROU	Sinémurien- lias moyen	
	CALCAIRE INF (b)				Calcaires à silex inférieur		FORMATION DES CALCAIRES A SILEX DE TAKSEPT	Carixien inférieur Domérien inférieur
	CALCAIRE INTERMÉDIAIRE				Calcaires à tubéroïdes		FORMATION DES CALCAIRES ET DES MARNES DE L'OUED FODDA	Lias moyen
	CALCAIRE SUPÉRIEURE				Calcaires à filaments Calcaires à Silex supérieur			Toarcien
Dogger		Toarcien-Aalénien -Callovien		Calcaires argileux et marnes feuilletées à <i>Zoophycos</i>		Bathonien Bajocien Supérieur Aalénien Bajocien		

Fig. 8- Coupe de référence de la série du Jurassique inférieur et moyen de Koudiat Larouah « Oued Fodda» et corrélation avec la nomenclature de Gourinard et de Tchoumatchenko (Benhamou, 1996).

Dans le présent travail, la subdivision biostratigraphique du Jurassique inférieur et moyen adoptée est celle établie par le groupe français d'étude jurassique (1994) pour les provinces paléobiogéographiques méditerranéennes (fig. 9).

Etage	Sous-étage	Zones	Sous-zones	
Aalénien	Supérieur	<i>Cancavum</i>	<i>Formosum</i>	
			<i>Cancavum</i>	
	Moyen	<i>Bradfordensis</i> <i>Murchisonae</i>	<i>Murchisonae</i>	
			<i>Haugi</i>	
	Inférieur	<i>Opalinum</i>	<i>Comptum</i>	
			<i>Opalinum</i>	
Toarcien	Supérieur	<i>Aalensis</i>	<i>Lugdunensis</i>	
			<i>Flamandi</i>	
			<i>Mactra</i>	
			<i>Meneghinii</i> <i>Speciosum</i>	<i>Reynesi</i>
				<i>Speciosum</i>
				<i>Fallaciosum</i>
				<i>Mediterraneum</i>
	Moyen		<i>Gradata</i> <i>Bifrons</i>	<i>Alticarinata</i>
				<i>Gemma</i>
				<i>Bifrons</i>
				<i>Sublevisoni</i>
	Inférieur		<i>Levisoni</i> <i>Polymorphum</i>	<i>Falciferum</i>
				<i>Levisoni</i>
<i>Semicelatum</i>				
<i>Mirabile</i>				
Domérien	Supérieur	<i>Emaciatum</i>	<i>Elisa</i>	
			<i>Solare</i>	
	Moyen	<i>Algovianum</i>		
Inférieur	<i>Celebratum</i>			

Fig. 9- Cadre biostratigraphique du Domérien-Toarço -Aalénien (Elmi et al., 1994).

IV. OBJECTIF ET METHODOLOGIE

1. Objectif

L'intérêt de ce travail est d'abord de combler le manque d'information relatif à la microfaune du Lias dans la région de l'Oued Fodda. Les faciès marneux bien développés dans cette région sont favorables à la conservation de la microfaune. Ils permettent d'entreprendre une étude micropaléontologique en vue de dresser un inventaire complet de la microfaune. Ce dernier permet de compléter et d'affiner le cadre biostratigraphique établi par les ammonites. Ce travail tente aussi à apporter des explications sur la répartition des foraminifères et leur écologie qui semble être conditionnée par les variations du niveau marin relatif. Un autre aspect est abordé dans ce travail, il porte sur la comparaison des foraminifères récoltés dans la région de l'Oued-Fodda avec ceux

étudiés dans les autres domaines paléogéographiques de l'Algérie occidentale. Ce travail nous a semblé intéressant à entreprendre car il permet de suivre l'évolution des conditions paléo-environnementales et d'esquisser quelques cartes paleobiogéographiques qui montrent les voies d'échanges entre les différents domaines.

2. Méthodologie

a. Documents consultés

Dans notre travail, les références que nous avons consultées sont celles de Mattauer (1958), Kirèche (1993), Benhamou (1996) et Sebane (2007). Nous avons consulté plusieurs publications et avons utilisé aussi la carte géologique d'Orléansville au 1/50.000ème (Service Géologique de l'Algérie, 1925) et la carte topographique d'ATTAF OUEST au 1/50.000.

b. Méthodologie

La méthodologie adoptée pour atteindre nos objectifs est fondée sur les travaux de terrain.

Un échantillonnage de 1kg environ a été réalisé dans les marnes prélevées tous les 50 cm à 2 m. Ensuite chaque échantion est lavé sur une colonne de quatre tamis dont les mailles sont de 500 μ , 250 μ , 160 μ et 63 μ (le lavage se fait avec un jet d'eau continu) ; Le résidu récupéré est placé dans une étuve pour séchage à une température ne dépassant pas 50°C.

Le tri de la microfaune (essentiellement des Foraminifères) est réalisé à la loupe binoculaire (grossissement 10-40), enfin la détermination taxonomique est faite par un spécialiste (la détermination a été réalisée par M .Sebane).

Une étude calcimétrique a été réalisée sur une trentaine de niveaux marneux grâce à l'aide du Laboratoire des Travaux Public d'Oran. La technique exige un calcimètre de Bernard et consiste à attaquer par l'acide chlorhydrique (environ 10 ml d'HCL à 1N) une quantité connue de poudre (environ 0,3g) et à titrer le volume de dioxyde de carbone (CO₃) dégazé de la réaction d'attaque du carbone de calcium.

**DEUXIEME CHAPITRE : ETUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET
ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE**

I. LITHOSTRATIGRAPHIE

1-Localisation de la coupe (fig.10)

Dans cette partie nous allons nous intéresser à l'étude de la série liasique qui affleure sur le flanc SW de Djebel Taksept. Orientée NW-SE, cette coupe montre une continuité stratigraphique qui permet de la suivre depuis le Domérien jusqu'au Bathonien. Son accès est facile et elle est située tout près de la digue du barrage. Elle longe la route communale N° 132 qui va de l'Oued Fodda à Bled Mekarzia.

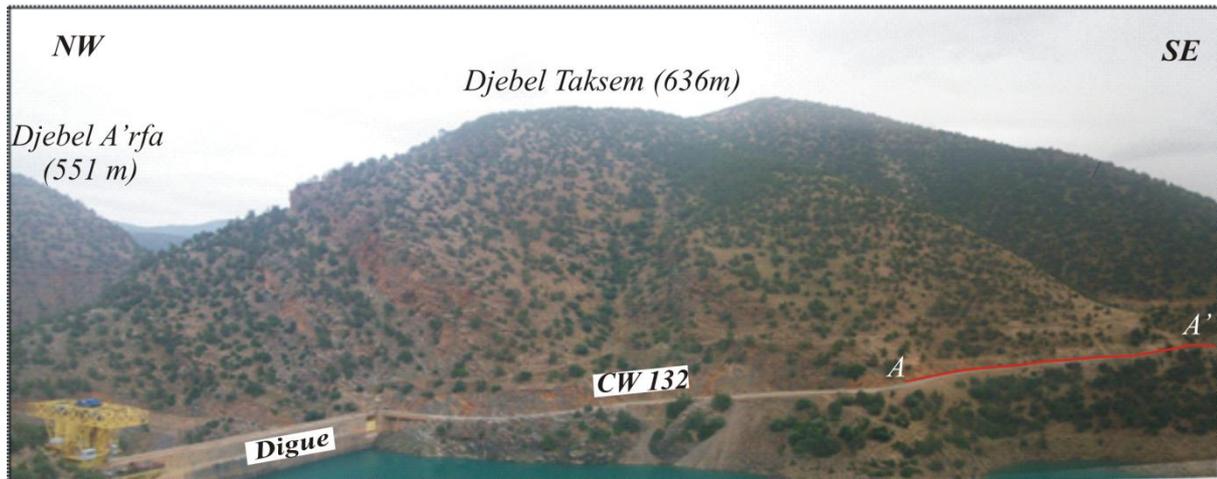


Fig. 10- Photo montrant la coupe de Taksept.

2-Description lithostratigraphique (fig.11)

La dernière étude réalisée dans ce secteur est celle de Benhamou (1996). Elle a permis de subdiviser la formation des « Calcaires et marnes de l'Oued-Fodda en trois membres qui se succèdent de bas en haut comme suit :

- Calcaires argileux et marnes feuilletées à *Zoophycos* (Toarcien – Aaléno-bajocien).
- Calcaires à silex supérieur (Bajocien supérieur).
- Calcaires à filaments (Bathonien).

La description personnelle m'a permis de reconnaître les trois membres définis par Benhamou (1996). Du point de vue stratigraphique, cette formation repose sur les Calcaires à silex intermédiaires, datés par Benhamou (1996) au Lias moyen par des ammonites (*Juraphyllites Libertus* (GEMM), *Protogrammoceras* sp. *Tropodiceras* sp.) et qui correspondent selon le même auteur au dernier membre de la formation des Calcaires de Taksept. La coupe dont l'épaisseur avoisine environ 145m, est subdivisée en trois membres:

2.1. Membre basal : Calcaires argileux et marnes feuilletées à *Zoophycos* (126m)

Ce membre comprend deux termes lithologiques :

a- Premier terme : Alternance rapprochée de calcaires argileux et de marnes feuilletées à éléments pyriteux (84m)

Elle débute par une alternance marno-calcaires dans laquelle les calcaires se présentent en bancs centimétriques à décimétriques (0,10 à 1,20m d'épaisseur), de couleur jaunâtre à verdâtre à la patine et grisâtre à la cassure et qui s'organisent en bancs stratodécroissants. Ces bancs sont généralement continus, bioturbés et à rares bioclastes. Les marnes indurées ont livré des particules ferrugineuses et des foraminifères qui sont représentés par les espèces suivantes : *Lenticulina sublaevis* mg. *Saracenaria*, *Lenticulina insignis* mg. *Falsopalmula*, *Lenticulina aff speciosa* mg. *Marginulinopsis*, *Lenticulina ornata* mg. *Planularia*, *Dentalina terquemi*, *Ichtyolaria sulcata*, *Marginulina prima*, *Lenticulina inaequistriata* mg. *Planularia*, *Vaginulina triangula*, *Lingulina occidentalis* et *Lingulina testudinaria*.

Puis l'alternance devient rapprochée jusqu'à la fin de ce terme ; elle est présentée par des bancs de calcaires, épais 0.10 à 0.30 m, de couleur bleuâtre à la cassure et qui s'individualisent sous forme de bancs décimétriques irréguliers, donnant un aspect pseudonoduleux et parfois slumpés. La faune peu abondante est représentée par quelques rostrés de bélemnites, des empreintes d'ammonites pyriteuses, des tiges de crinoïdes et de quelques débris de lamellibranches. Les marnes sont de couleurs vertes, légèrement indurées et sont constituées par des interlits de 0,05 à 0,30m d'épaisseur. Elles renferment d'abondantes particules ferrugineuses, des grains pyriteux, des débris de lamellibranches, débris végétaux et quelques cristaux carbonatés. La microfaune est représentée essentiellement par des foraminifères associés avec quelques ostracodes à test lisse. Les foraminifères récoltés sont : *Citharina proxima*, *Citharina welschi*, *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina subovalis* mg. *Planularia*, *Lenticulina munsteri* mg. *Lenticulina*, *Citharina gr. clathrata*, *Ichtyolaria hauffi* et *Lenticulina chicheryi* mg. *Lenticulina*.

Nous avons aussi remarqué des empreintes d'ammonites semblables à celles décrites par Benhamou (1996). Il s'agit des *Hildoceras semipolitum* (BUCK.), *Polyplectus* sp., *Crassiceras* sp., *Collina* sp., *Porpoceras* sp. et de *Phymatoceratinés*. Ces formes permettent de reconnaître le Toarcien moyen.

b- Deuxième terme: «Alternance espacée de calcaires noduleux et de marnes verdâtres à *Zoophycos* (42m) »

Il correspond à une alternance de calcaires onduleux et de marnes verdâtres à *Zoophycos*, il débute par des bancs calcaires fortement bioturbés avec des terriers de type *Chondrites* et *Thalassinoides*. On note également un changement de couleur au niveau des calcaires qui deviennent plus ou moins gris sombres voire bleuâtres. Ils s'organisent en bancs de 0,20 à 0,30m d'épaisseur, séparés localement par des interlits marneux parfois indurés à épaisseurs variées (0,05 à 0,10m), de couleur verdâtre. La surface des bancs calcaires est localement irrégulière, bioturbée et ferrugineuse. Elle contient des rostrés de bélemnites et parfois des empreintes d'ammonites.

Vers le sommet, l'alternance devient plus ou moins lâche, les calcaires se présentent en bancs centimétriques donnant généralement un aspect pseudonoduleux au banc, et constituent parfois des bancs discontinus, de couleur grisâtre. On note l'apparition des *Zoophycos*.

Des prélèvements ont été effectués dans les niveaux marneux de la partie basale du membre, ils ont livré un résidu bioclastique qui contient des ostracodes lisses et des foraminifères bien conservés de taille normale : *Lenticulina munsteri* mg. *Lenticulina*, *Citharina* gr. *Clathrata*, *Lenticulina d'orbigny* mg. *Astacolus*, *Lenticulina subalata* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina chicheryi* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina d'orbigny* mg. *Marginulinopsis* et *Lenticulina tenuistriata* mg. *Falsopalmula*.

L'ensemble médian de ce terme, a livré une faune d'ammonites composée par *Cotteswoldia* sp. et *Haplopleuroceras* sp. qui a permis à Sebane & al., (2000) de reconnaître le Toarcien terminal.

2.2. Membre médian: Calcaires à silex supérieurs (15m)

Il s'agit le plus souvent de bancs de calcaires stratocroissants, de couleur gris sombre. Ces calcaires sont agencés en bancs qui forment une barre calcaire monoclinale, sensiblement orientée Est-ouest qui tranche la route communale N° 132, avant de plonger dans le barrage.

A la base, les calcaires s'organisent en bancs pseudonoduleux à forte bioturbation où ils montrent parfois des bancs discontinus, légèrement slumpés. Ils sont coiffés par une surface durcie, carriée et perforée. Cette discontinuité effectivement marque la fin des faciès des calcaires et des marnes de l'Oued Fodda (Benhamou, 1996).

En revanche sur la stratonomie des bancs, au milieu de ce membre, les calcaires deviennent d'ordre centimétriques voire métriques à silex (les bancs sont très entroquitiques à la base), et de couleur gris sombre à forte stylolithisation. Ils s'organisent en bancs stratocroissants présentant une surface régulière. Les calcaires ont fournis quelques rostrés de bélemnites.

La fin du dernier banc de cette séquence est soulignée par une surface très encroutée, bioturbée, tarudée et condensée par des coquilles silicifiées et épiginésées (la faune notamment des ammonites, bélemnites, brachiopodes et des lamellibranches). Elle correspond à une discontinuité sédimentaire.

2.3. Membre sommital: Calcaires à filaments (4m)

Ce membre débute par quelques bancs de calcaires rosâtres, de 0,10 à 0,30m d'épaisseur. Ils sont bioturbés, à cassures calcitiques et renferment des microfilaments. Vers le sommet, la stratonomie des bancs devient pseudonoduleuse et elle est couronnée par des bancs à aspect ammonitico-rosso.

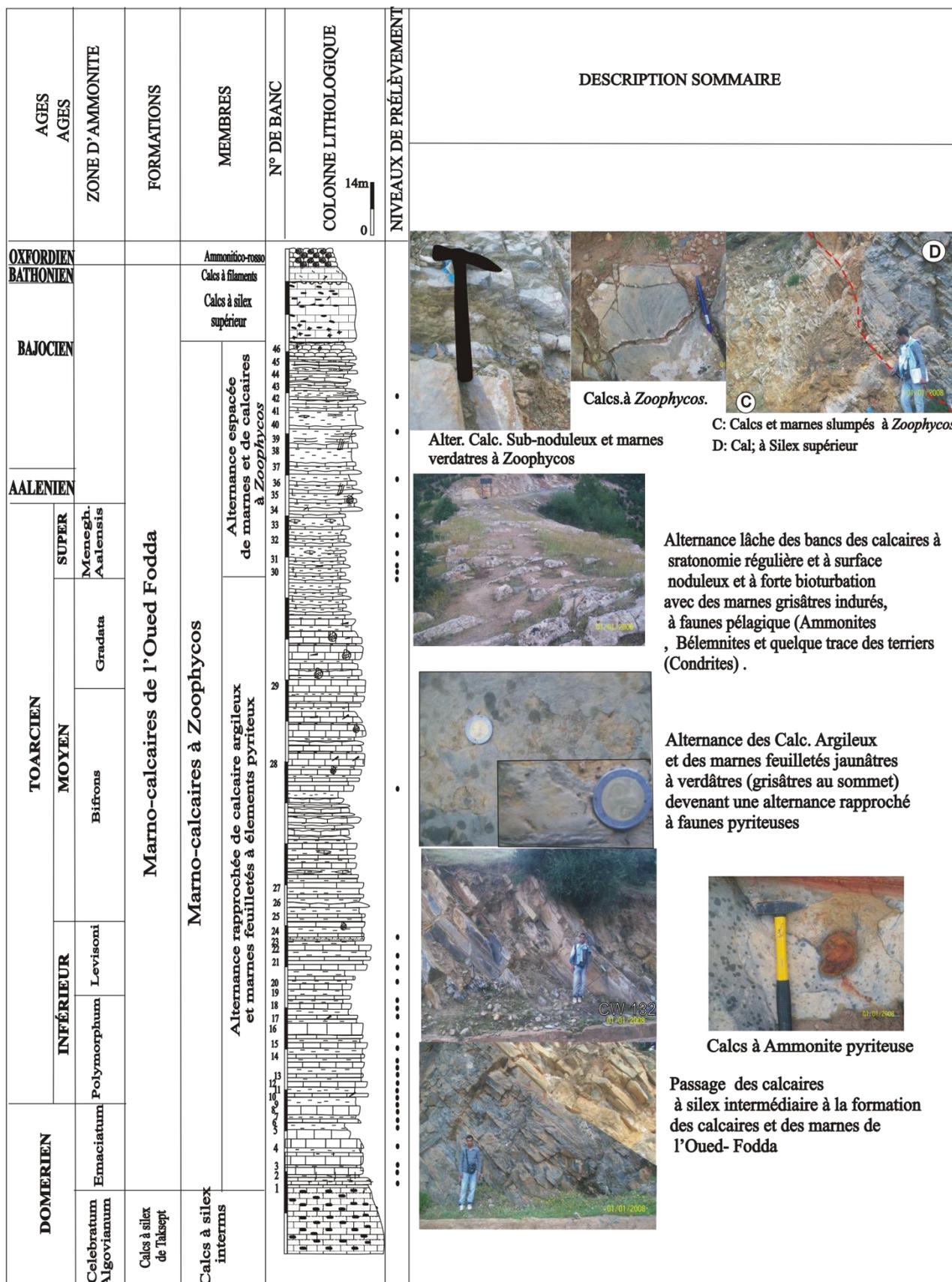


Fig. 11- Coupe des Calcaires et des marnes de l'Oued Fodda (Subdivision lithostratigraphique et description sommaire).

III. SYNTHÈSE BIOSTRATIGRAPHIQUE (Fig. 12)

1. DANS LA RÉGION DE L'OUED-FODDA

La répartition verticale des foraminifères benthiques, complétée par celle des ammonites a permis d'apporter des précisions et d'affiner le cadre stratigraphique de la formation des « calcaires et des marnes de l'Oued Fodda ». Cette répartition a permis de reconnaître deux associations principales fauniques qui se succèdent du Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*) jusqu'au Toarcien supérieur.

1.1. Association du Domérien : Les foraminifères récoltés à la base de la formation de l'Oued Fodda sont représentés par une association microfaunique composée essentiellement par les espèces caractéristiques du Domérien supérieur : *Lenticulina sublaevis* mg. *Saracenaria*, *Lenticulina insignis* mg. *Falsopalmula* et *Lenticulina* aff. *speciosa* mg. *Marginulinopsis*.

1.2. Association du Toarcien : La succession de plusieurs niveaux fossilifères a été observée dans l'alternance marno-calcaire de l'Oued-Fodda. Elle permet de reconnaître les sous-étages suivants :

1.2.1. Le Toarcien inférieur: (zones à *Polymorphum*-*Levisoni*)

Les niveaux marneux de l'alternance des calcaires et des marnes à éléments pyriteux, ont livré une microfaune composée de formes héritées du Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*) (*Lenticulina ornata* mg. *Planularia*, *Dentalina terquemi*, *Ichtyolaria sulcata*, *Marginulina prima*, *Lenticulina inaequistriata* mg. *Planularia*, *Lingulina occidentalis*.), associées à *Lingulina testudinaria*, *Vaginulina triangula* et à l'apparition d'une première forme typiquement toarcienne telle que *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina* qui permet de reconnaître la zone à *Polymorphum*.

L'association suivante, dépourvue des formes domériennes est marquée par la persistance des *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina* et par l'apparition des premières formes de *Citharina* à côtes fines. Cette association permet d'identifier la zone à *Levisoni*

1.2.2. Le Toarcien moyen : (zone à *Bifrons*-*Gradata*)

La microfaune récoltée dans les niveaux marneux a livré une association composée par *Citharina welschi*, *Lenticulina subovalis* mg. *Planularia*, *Ichtyolaria hauffi* et *Lenticulina chicheryi* mg. *Lenticulina*. Cette association permis de reconnaître le Toarcien moyen. Cette attribution stratigraphique est étayée par la faune d'ammonite du Toarcien moyen (zone *Bifrons*) récoltés par Benhamou (1996): *Hildoceras semipolitum* et *Polyplectus* sp.

Les derniers bancs calcaires qui terminent le membre inférieur portent certaines empreintes d'ammonites qui correspondent probablement à celles décrites par Benhamou (1996). il s'agit des ammonites suivantes : *Porpoceras* sp., *Phymatoceratinés* et *Crassiceras* sp., *Collina* sp. Cette dernière association d'ammonites permet de confirmer l'existence du Toarcien moyen (zone à Gradata, sous zone à Gemma).

1.2.3. Le Toarcien supérieur : (zone à Bonarellii-Speciosum)

Les niveaux attribués au Toarcien supérieur appartiennent aux premiers 20m de l'alternance lâche à *Zoophycos*. Ils montrent une alternance de niveaux marneux et de bancs calcaires pseudonoduleux, légèrement bioturbés et slumpés.

Les premières récoltes dans les marnes, ont permis de distinguer une association de foraminifères qui indique probablement selon Sebane & al., (2000) les zones à Bonarellii et à Speciosum : *Lenticulina d'orbigny* mg. *Lenticulina*, *Lenticulina subalata* mg. *Lenticulina*. Cela est en accord avec l'existence de mauvaises empreintes de *Pseudogrammoceras* observées par Benhamou (1996). L'association suivante toarcienne se compose de *Lenticulina tenuistriata* mg. *Falsopalmula*. *Lenticulina d'orbigny* mg. *Marginulopsis*. On peut l'attribuer aux zones à Meneghinii et Aalense. La présence de cette dernière zone est confirmée par la découverte d'une *Cotteswoldia* sp. récoltée par Sebane et al., (2000). La dernière association est composée par les mêmes espèces citées dans les zones à Meneghinii et à Aalense et elles sont accompagnées par d'abondants d'*Haplopleuroceras subspinatum* (BUCK) et de rares *Graphoceras formosum* qui indiquent l'Aalénien supérieur (zone à Concavum, sous zone à Formosum).

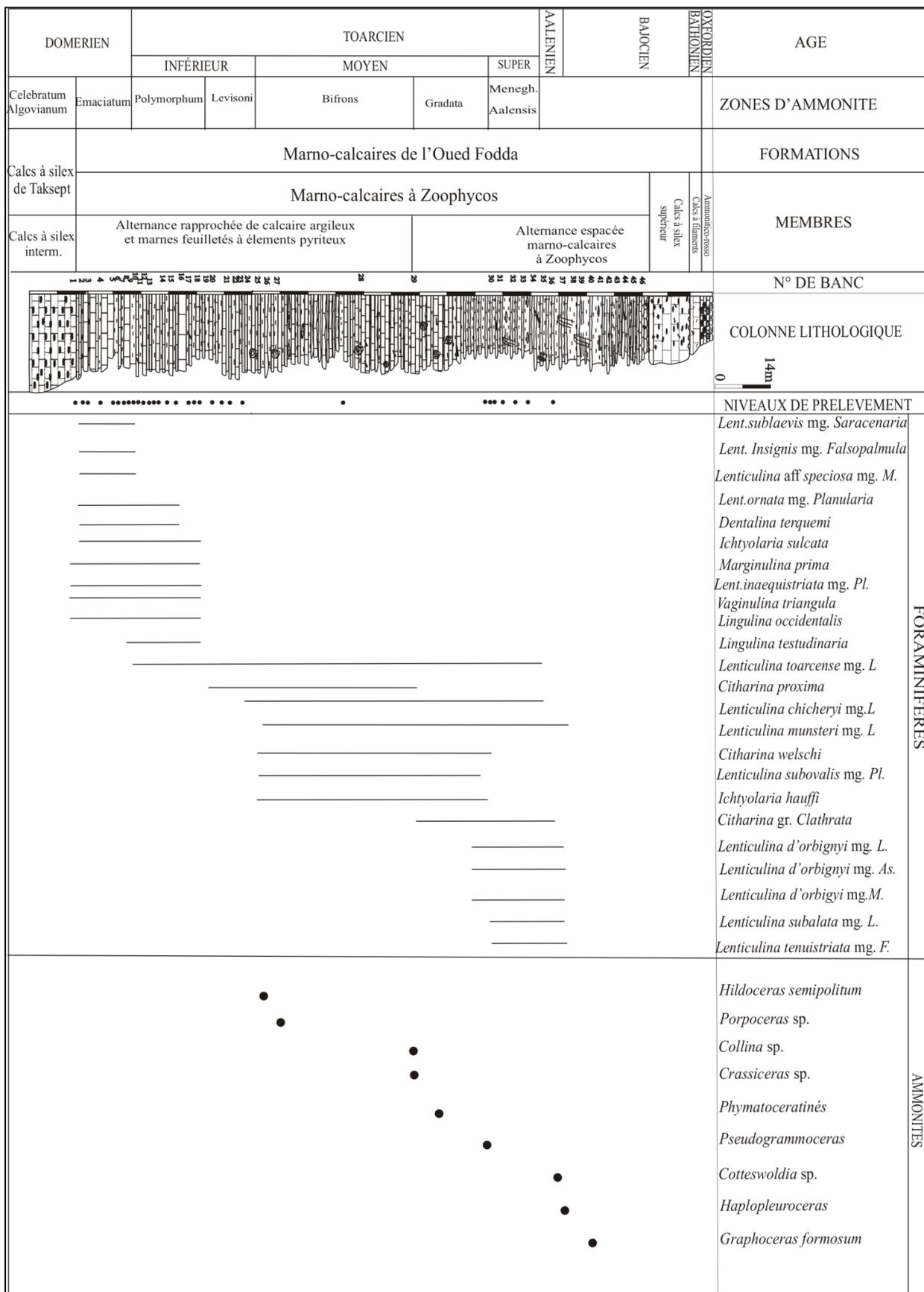


Fig. 12 - la coupe de la formation des calcaires et des marnes de l'Oued Fodda. (Lithostratigraphie, répartition des foraminifères et ammonites) ; L. : *Lenticulina* ; Pl : *Planularia* ; M : *Marginulinopsis* F : *Falsopalmlula* ; mg. : Morphogène

2. DANS LES REGIONS VOISINES DE L'ALGERIE OCCIDENTALE (Fig. 13)

L'analyse des données biostratigraphiques de la coupe étudiée révèle des ressemblances avec celles obtenues dans les autres domaines paléogéographiques de l'Algérie occidentale (Sebane, 1984 ; 1996, 2000, 2007).

2.1. Domérien-Toarcien inférieur

Le passage entre le Domérien et le Toarcien inférieur, dans la région de l'Oued-Fodda, est caractérisé par la même association que celle rencontrée dans les domaines tlemcenien, pré-atlasique et atlasique. Ce passage est marqué par l'extinction de quelques taxons tels que *Lenticulina aff speciosa* mg. *Marginulopsis*, *Lenticulina insignis* mg. *Falsopalmula* et *Lenticulina sublaevis* mg. *Saracenaria*. D'autres espèces présentes dans le Domérien supérieur persistent et continuent dans le Toarcien inférieur telles que *Marginulina* gr. *prima* et *Lingulina* gr. *tenera*.

La base du Toarcien inférieur (zone à Polymorphum) est caractérisée par l'apparition de *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina*. Cette dernière espèce est accompagnée par d'autres formes caractéristiques de la zone à Polymorphum et dont la présence est limitée à certains domaines paléogéographiques de l'Algérie occidentale comme par exemple les espèces suivantes : *Lenticulina praeobonensis* mg. *Planularia* (citée dans le domaine tlemcenien), *Lenticulina obliqua* mg. *Falsopalmula* (présente dans le domaine pré-atlasique) et *Lingulina testudinaria* (citée dans le secteur de l'Oued-Fodda). La zone à Levisoni est caractérisée par la même espèce dans tous les domaines de l'Algérie occidentale, *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia*. Cette dernière espèce est accompagnée vers le sommet de la zone à Levisoni par la première apparition des Citharines à côtes fines (*Citharina proxima*). Le Toarcien inférieur correspond à une période où on note un changement important et progressif de la microfaune. Il est matérialisé, à partir du début de la zone à Levisoni par la disparition totale des formes domériennes et par le développement des formes typiquement toarciennes. Le changement observé au niveau de la coupe de l'Oued-Fodda est le même que celui décrit dans les autres secteurs de l'Algérie occidentale (Sebane, 1984 ; 1996, 2000, 2007), au Maroc (Boutakiout, 1990 ; Boudchiche, 1994 ; Amhoud, 1998) et en Europe (Nicollin, 1983 ; Ruget, 1985).

2.2. Le Toarcien moyen

Le Toarcien moyen est caractérisé dans tous les secteurs de l'Algérie occidentale par la présence des mêmes espèces telles que le spectre chicheryi, *Lenticulina subovalis* mg. *Planularia*, *Ichtyolaria hauffi*, *Lenticulina pennensis* mg. *Marginulinopsis* et *Citharina welschi*.

2.3. Le Toarcien supérieur-Aalénien

Les espèces rencontrées dans le secteur de l'Oued-Fodda sont les mêmes que celles décrites dans les autres secteurs de l'Algérie occidentale. Les formes les plus caractéristiques sont le spectre d'orbignyi associé avec la persistance du spectre chicheryi, les premières apparitions de *Lenticulina subalata* mg. *Lenticulina* et *Lenticulina tenuistriata* mg. *Falsopalmula*. Le passage vers l'Aalénien est marqué par la persistance des formes citées dans le Toarcien supérieur et par l'apparition d'une nouvelle espèce *Lenticulina galeata* mg. *Lenticulina*.

V. CONCLUSION

L'étude lithostratigraphique de la formation des « marnes et des calcaires de l'Oued-Fodda », nous a permis de distinguer trois membres lithologiques, définis préalablement par Benhamou (1996):

Membre basal: « Alternance marno-calcaires à *Zoophycos* »: Il comprend deux termes sédimentaires, le premier correspond à une alternance rapprochée de marnes et de calcaires à éléments pyriteux, allant du Toarcien inférieur (zone à *Polymorphum*) au Toarcien moyen (zone à *Gradata*). Le deuxième terme est représenté par une alternance espacée de marnes et de calcaires à *Zoophycos* datée du Toarcien supérieur à l'Aaléno-bajocien.

Membre médian: « Calcaires à silex supérieur »: il est marqué dans la topographie par une barre monoclinale d'âge Bajocien supérieur (Benhamou, 1996).

Membre sommital: « Calcaires à filaments »: il s'agit de calcaires à microfilaments qui préludent la sédimentation du faciès ammonitico-rosso d'Oxfordien moyen.

Sur le plan biostratigraphique, la répartition verticale des foraminifères benthiques a permis de mettre en évidence deux associations microfauniques qui se succèdent du Domérien supérieur jusqu'au Toarcien supérieur.

Les observations biostratigraphiques montrent que la microfaune du Mont de Taksept est cohérente avec les répartitions observées dans les autres secteurs de l'Algérie occidentale (Djebel Nador, Djebel Mellala, Monts des Ksour). Le renouvellement observé au cours du Toarcien inférieur est identique et synchrone avec celui reconnu ailleurs au Maroc et en Europe occidentale

**TROISIEME CHAPITRE : ETUDE PALEOENVIRONNEMENTALE ET
PALEOECOLOGIQUE**

IV. INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE (fig. 14)

Dans le Massif de Koudiat Larouah, les premiers dépôts sédimentaires du Toarcien sont engendrés par les événements tectono-sédimentaires et par la remontée du niveau marin relatif. Ceci est bien attesté par la sédimentation argileuse qui s'est répandue à l'échelle de toute la Téthys (Sebane, 2007).

Dans le secteur étudié, Les données sédimentaires et fauniques dégagées de la coupe étudiée, montrent la superposition de deux ensembles sédimentaires qui s'organisent dans une séquence d'approfondissement corrélable à celle décrite par Benhamou (1996). Les premiers niveaux qui surmontent les «calcaires à silex intermédiaires» du Domérien deviennent plus marneux et contiennent une microfaune abondante composée de foraminifères et d'ostracodes. L'abondance de cette microfaune ainsi que son bon état de conservation indique un milieu probablement de plate-forme externe favorable au développement de la vie benthique. Cette observation est en accord avec le stade normal défini par Sebane (2007).

Pendant le Toarcien inférieur, les premiers niveaux datés indiquent un net approfondissement après la tendance régressive perceptible vers la fin du Domérien. Après cet approfondissement initial, le fort degré d'argilosité indique que la profondeur maximum a été atteinte pendant le Toarcien moyen (Benhamou, 1996 ; Sebane et *al.*, 2000). A partir du Toarcien moyen, on note une tendance au comblement qui traduit l'inversion des contrôles dynamiques de la sédimentation, ce qui amène un ralentissement sensible pendant tout le Toarcien supérieur (Benhamou, 1996 ; Sebane et *al.*, 2000). Ces mêmes auteurs ont signalé une tendance régressive pendant l'Aalénien qui est probablement due à la rareté des documents paléontologiques.

La surface durcie riche en ammonites décrite par Benhamou (1996) qui marque la fin de l'intervalle condensé amorce la période d'approfondissement probablement d'âge Bajocien inférieur qui va se développer dans la moitié inférieure du membre supérieur de la formation de « l'Oued Fodda », conformément à la tendance générale que l'on connaît sur la marge maghrébine (Benhamou, 1996 ; Sebane et *al.*, 2000).

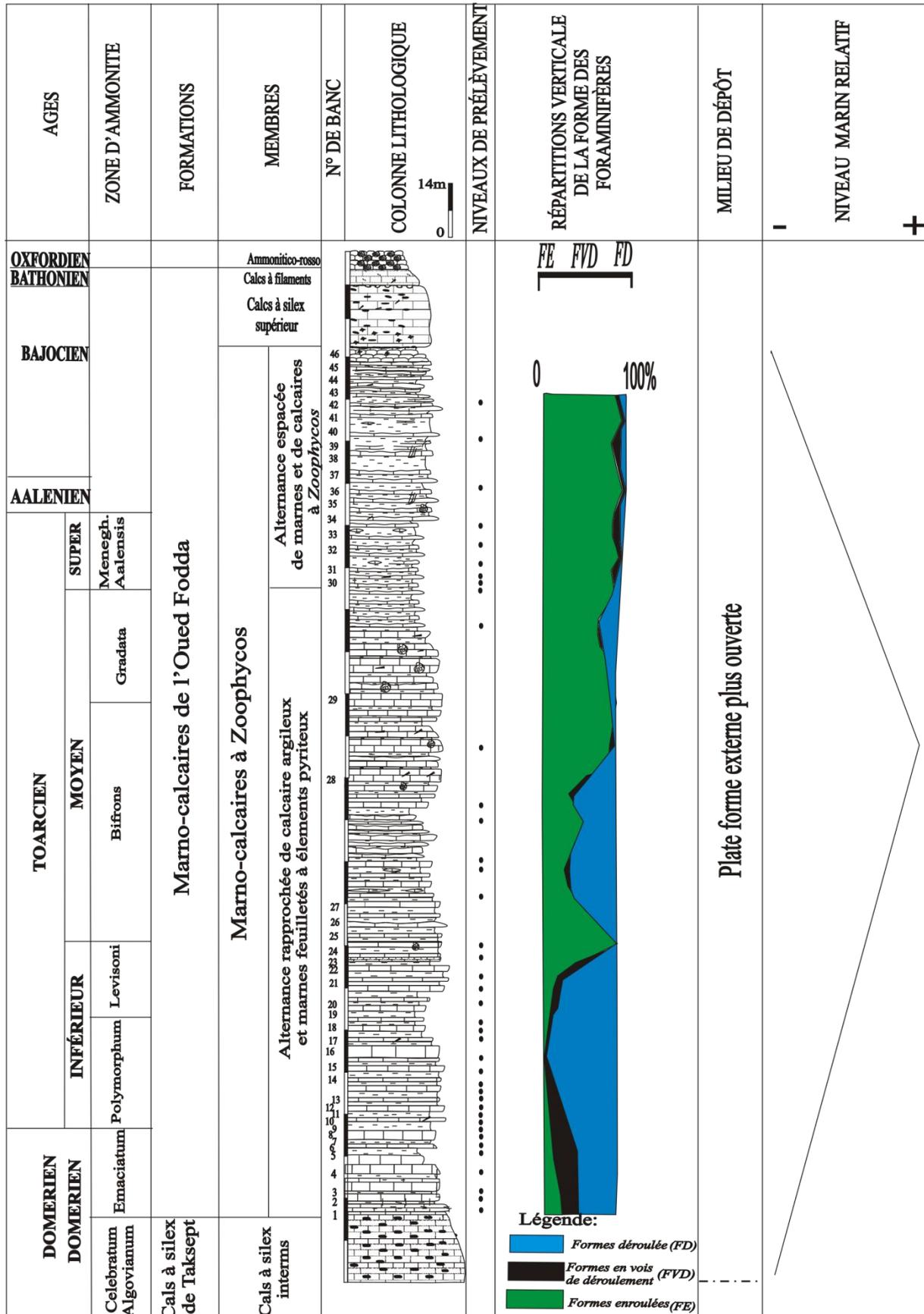


Fig. 14 – la coupe de la formation des calcaires et des marnes de l’Oued Fodda (Evolution verticale de la forme des foraminifères et leur milieu de dépôt)

V. INTERPRETATION PALEOECOLOGIQUE

L'analyse détaillée des foraminifères récoltés dans la formation des « Marno-calcaires de l'Oued-Fodda » permet de distinguer trois formes (fig. 15):

- des formes enroulées (FE).
- des formes en voie de déroulement (FVD).
- des formes déroulées (FD).

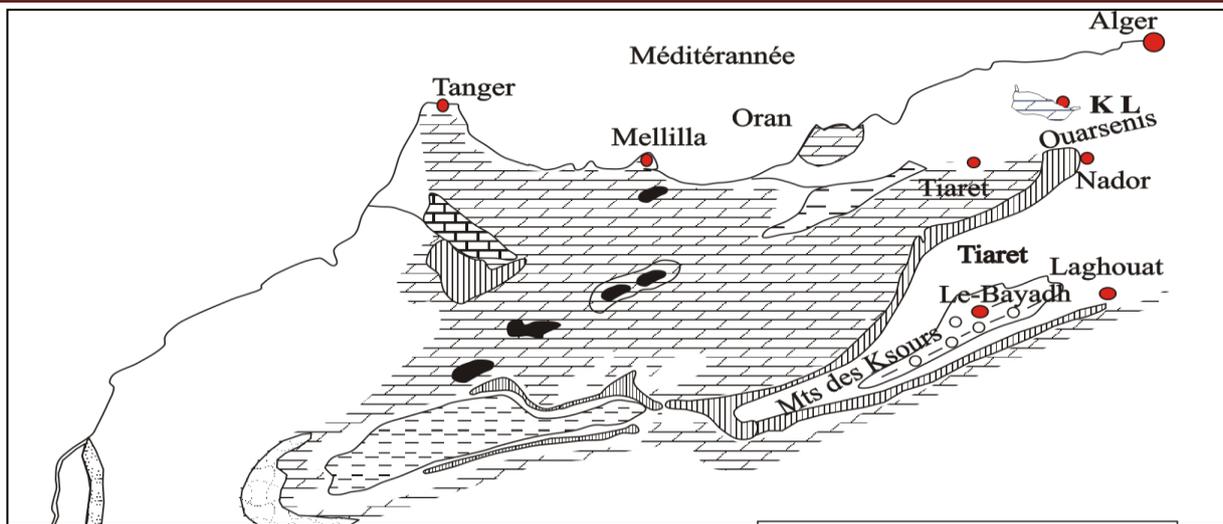
La répartition verticale de ces formes montre des changements au cours de l'intervalle de temps étudié. Pour expliquer ces changements, nous avons complété nos observations par une analyse calcimétrique qui a été effectuée sur les niveaux marneux. Le but de cette étude est de rechercher la relation entre les variations morphologiques des foraminifères et celles du carbonate de calcium.

1. Domérien supérieur : (Fig. 16).

Pendant le Lias moyen, la région de l'Oued-Fodda reçoit selon Benhamou (1996) une sédimentation de type plate-forme externe plus ou moins ouverte à fond légèrement irrégulier. Elle présente une évolution séquentielle d'approfondissement qui débute par des alternances très rapprochées de « calcaires à silex intermédiaires », passant à des alternances serrées de marnes feuilletés et se termine par les calcaires argileux à *Zoophycos* qui deviennent espacées vers le sommet. Cette évolution séquentielle semble avoir un effet sur la répartition des peuplements de foraminifères benthiques.

Les premiers niveaux marneux qui surmontent les « calcaires à silex intermédiaires » ont livré des foraminifères représentés par des formes en voies de déroulements (FVD) (25% à 35%), associées à des formes déroulées (FD) (30% à 45%) et à des formes enroulées (FE) (15% à 20%). Le taux de CaCO₃ enregistré dans les niveaux marneux montre des valeurs qui avoisinent les 50%. L'ornementation bien conservée ainsi que la taille normale des foraminifères semblent être en accord avec cette élévation du taux de CaCO₃. Toutes ces observations indiquent un milieu bien oxygéné peu profond et favorable au développement de la vie benthique. Ce milieu est corrélable au stade normal défini par Sebane (2007).

Pendant le Domérien terminal, contrairement aux autres régions de l'Algérie occidentale, la région de Koudiat Larouah est inscrite dans une tendance légèrement transgressive. Ceci est attesté par le pourcentage élevé des formes déroulées et en voie de déroulement.



LÉGENDE

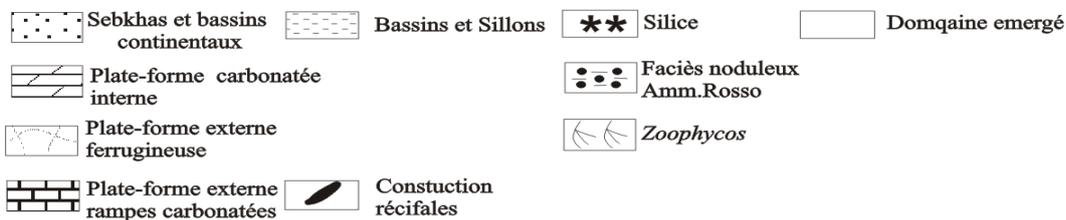


Fig. 16: Paléogéographie de l'Afrique du Nord au cours de la période Lias moyen

(d'après Elmi, 1996)

2. Toarcien inférieur :

A l'échelle de tous les bassins nord téthysiens (Jenkyns, 1988 ; Bassoulet et Baudin, 1992) et en Algérie occidentale (Sebane, 2007), cette période a subi de grands changements paléoenvironnementaux et paléocéaniques qui ont conduit à la préservation de la matière organique. Elle correspond à un épisode anoxique global qui s'installe pendant la remonté eustatique et qui affecte tous les niveaux équivalents qui affleurent au Djebel Nador de Tiaret (Sebane, 1984) et dans l'Atlas saharien (Sebane, 2007). Cet épisode est caractérisé par un intervalle micropaléontologiquement azoïque. En revanche, le Toarcien inférieur dans la région de l'Oued-Fodda est caractérisé par une alternance essentiellement de calcaires argileux et de marnes feuilletées. Il coïncide avec l'enfoncement de la plate-forme carbonatée du Lias inférieur-moyen (Fig. 17 D). Les niveaux marneux ont livré des Nodosariidés qui sont représentés par une forte fréquence de formes déroulées (70% à 90%) telles que : *Dentalina*, *Marginulina*, *Nodosaria*, *Ichtyolaria*, *Lingulina* et les *Vaginulina*. Les autres formes en voie de déroulement (les morphogènes *Planularia*, *Falsopalmula* et *Saracenaria*) et enroulées (*Lenticulina*) montrent de faibles pourcentages qui sont respectivement de l'ordre de 5% et de 10%. Le taux de CaCO_3 décroît

par apport aux niveaux sous-jacents pour atteindre des valeurs de l'ordre de 30%. On note que la taille des tests diminue par rapport à celle observée chez les foraminifères récoltés dans les termes antérieurs. L'ornementation change également et devient lisse. Toutes ces observations qui sont en accord avec le stade de survie défini par Sebane (2007), indiquent un changement des conditions qui font réagir les foraminifères en adoptant une nouvelle stratégie de vie. L'intervalle azoïque, daté entre le sommet de la zone à Polymorphum et le début de la zone à Levisoni, identifié en Algérie occidentale (Sebane, 2007), dans le Moyen Atlas (Boutakiout, 1990), au Maroc oriental (Boudchiche et Ruget, 1993), n'a pas été reconnu dans la région de l'Oued-Fodda en raison du maintien de la sédimentation carbonatée et des conditions favorables aux développements de la vie benthique.

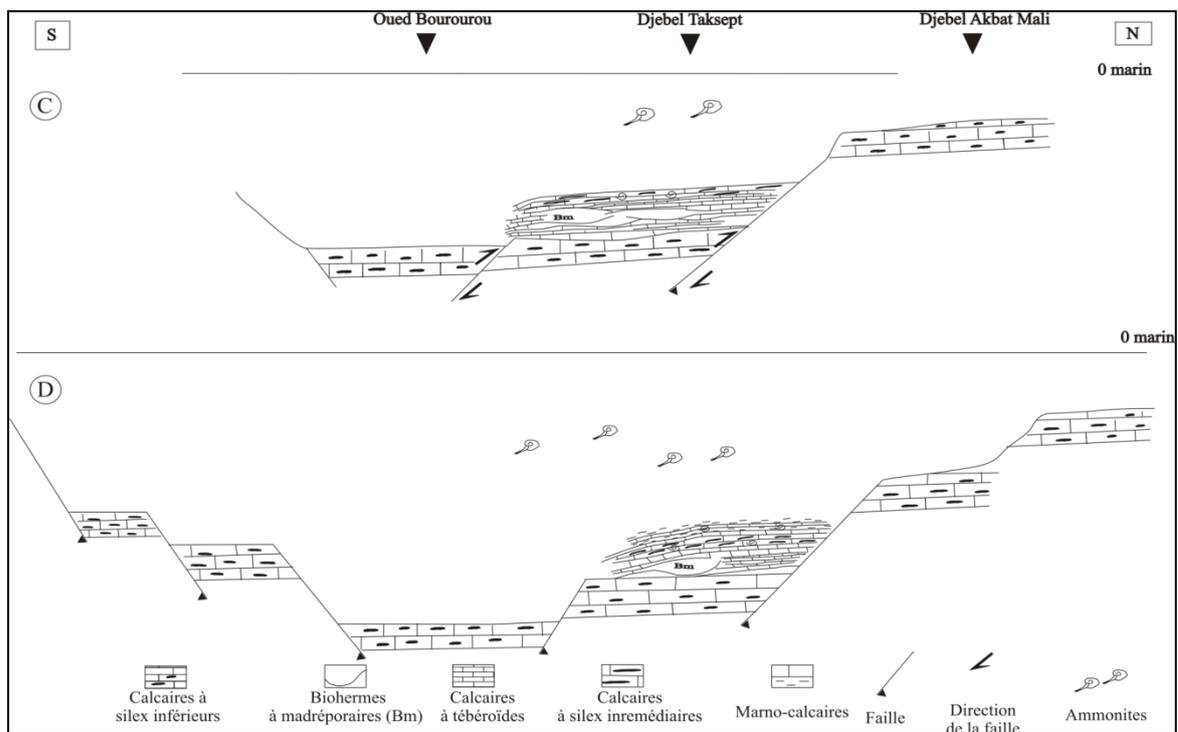


Fig. 17 : C : Essai de reconstitution paléogéographique fini Domérien et pendant le Toarcien (D) du secteur de l'Oued-Fodda.

3. Toarcien moyen et supérieur (Fig. 18)

A la fin du Toarcien inférieur et au début du Toarcien moyen, le pourcentage des formes déroulées et en voie de déroulement décroît pour atteindre des valeurs de l'ordre de 5%. En revanche, les formes enroulées enregistrent une augmentation qui atteint à peu près les 90%. Les autres formes en voie de déroulement sont peu significatives (5%).

Au cours de la zone à Gradata, le fort degré d'argilosité indique que la profondeur maximum a été atteinte (Sebane & al., 2000) et les foraminifères rencontrés sont dominés par les formes enroulées (85%), les autres formes déroulées et en voie de déroulement diminuent pour atteindre des pourcentages peu significatifs (5% et 2%). Le taux de CaCo₃ enregistre une augmentation de l'ordre de 45%.

La période du Toarcien supérieur s'inscrit dans une phase de comblement qui traduit une inversion des contrôles dynamiques de la sédimentation. Le milieu devient favorable au développement des formes enroulées 95%. Les autres formes accompagnatrices (déroulées et en voie de déroulement) diminuent considérablement pour atteindre les pourcentages faibles (3%). Les taux de CaCo₃ enregistrés dans les niveaux marneux sont de l'ordre 50%. La présence et le développement des spectres *chicheryi* et *d'orbigny* ainsi que la bonne conservation des tests indiquent un milieu bien oxygéné corrélable au stade de repopulation défini par Sebane (2007).

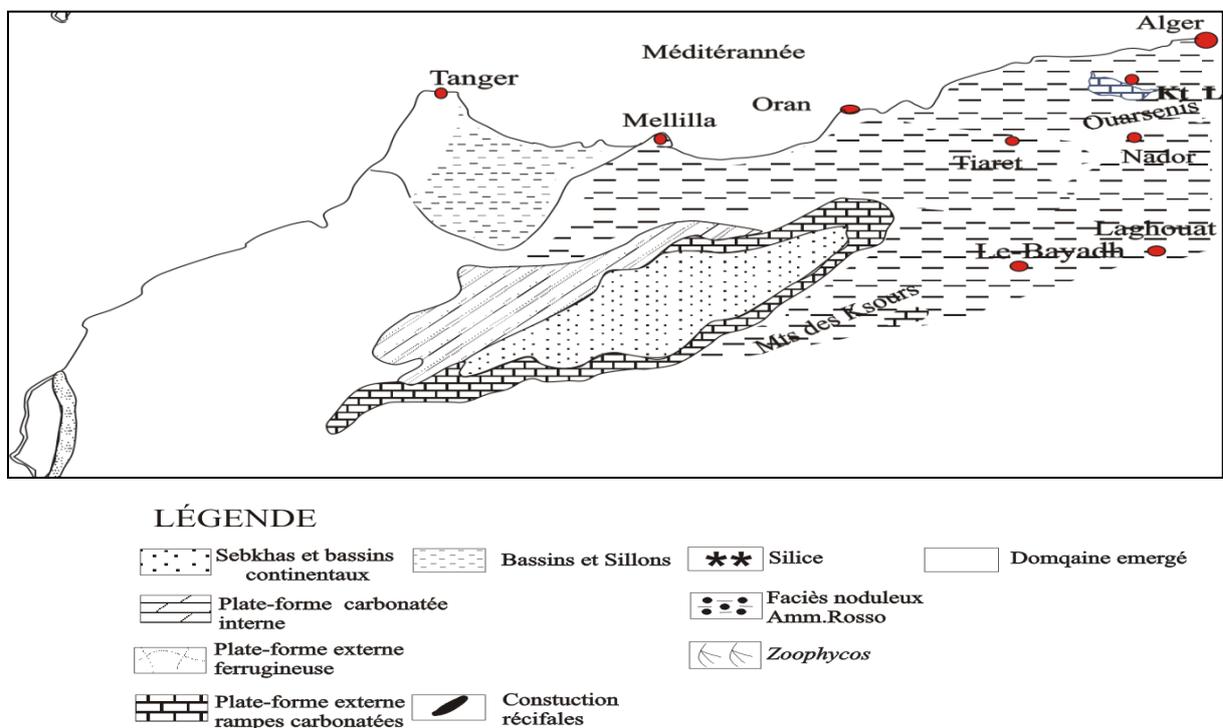


Fig. 18: Paléogéographie de l'Afrique du Nord au cours du Toarcien moyen-sup

(d'après Elmi, 1996)

VI. CONCLUSION

Pendant le Toarcien, la région de l'Oued-Fodda s'inscrit dans une phase d'approfondissement très modérée qui permet de maintenir une sédimentation carbonatée. L'environnement montre un passage progressif entre la plate forme externe domérienne et le bassin toarcien. Ce passage est similaire à celui observé dans la région de Mellala (Traras) (Sebane, 2007).

Le Toarcien inférieur dans la région de l'Oued-Fodda est différent de celui des autres régions de l'Algérie occidentale par la présence d'une vie benthique. En revanche, dans les Monts du Nador et des Ksour, dans les niveaux équivalents Sebane (1984, 2007) signale un événement anoxique caractérisé par des niveaux micropaléontologiquement azoïque. Dans le secteur de l'Oued-Fodda, cet épisode est très atténué en raison de la présence d'une vie benthique et de l'absence de certaines formes liées au confinement. Les formes présentes dans ces niveaux montrent un changement morphologique qui est caractérisé par le développement des formes en voie de déroulement telles que le morphogène *Planularia*.

Les stades de peuplements définis par Sebane (2007) dans les Monts des Ksour ont tous été reconnus dans la région d'Oued Fodda, excepté le stade d'extinction qui est engendré par la crise anoxique. Ce dernier stade est donc absent dans le secteur d'étude et ceci en raison de l'absence des conditions contraignantes qui empêchent le développement de la vie benthique.

**QUATRIEME CHAPITRE : REPARTITION PALEOBIOGEOGRAPHIQUE
DES FORAMINIFERES**

IV. INTRODUCTION

Pendant le Lias-Dogger, la paléogéographie de la Téthys est caractérisée par un vaste océan en accréation, largement ouvert vers l'Est. Sa marge nord est marquée par une intense activité d'arcs volcaniques liée à la subduction océanique de la néotéthys (Bassoullet et *al.*, 1994).

En Afrique du Nord, la présence de la plate forme carbonatée du Lias inférieur et moyen est interrompue au Lias supérieur par la mise en place de sillons qui se sont différenciés au cours des phases tectoniques et des réajustements eustatiques produits au cours du Secondaire et du Tertiaire. L'individualisation du sillon tellien au tant que système autonome par rapport au sillon tlemcenien a eu lieu pendant le Lias supérieur (Kazi-tani, 1986). La colonisation des nouveaux biotopes par les micro-organismes ainsi que leur répartition spatiale sont en étroite relation avec le cadre structural local et l'eustatisme (Hallam, 1986 ; Sepkoxi, 1987).

V. REPARTITION PALEOBIOGEOGRAPHIQUE DES FORAMINIFERES

La dislocation de la plate-forme carbonatée domérienne coïncide avec la phase distensive paroxysmale qui a eu lieu à la limite Pliensbachien-Toarcien. Plusieurs assemblages de foraminifères ont colonisé les fonds océaniques. La ressemblance frappante entre les formes appartenant aux bassins nord téthysiens et celles qui ont colonisé les bassins sud téthysiens permet d'envisager des voies de migration entre les provinces septentrionales et méridionales. Les voies de migrations sont facilitées par la présence de passages entre les bassins armoricains, la Meseta ibérique et la marge sud-téthysien.

1. Pendant le Domérien : fig. 19 ; 20

La microfaune du Domérien connue en Algérie occidentale est la même que celle décrite au Maroc et en Europe occidentale. La répartition verticale de certaines espèces telles que *Lenticulina* aff *speciosa* mg. *Marginulopsis*, citée en Europe occidentale depuis le Carixien jusqu'au Domérien supérieur est restreinte au Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*) en Algérie et au Maroc.

Lenticulina sublaevis mg. *Saracenaria* est présente dans tout le Domérien en Algérie et au Maroc. En revanche, en Europe occidentale, elle est citée au Lias moyen. D'autres espèces accompagnatrices dont l'extension temporelle est large telles les *Marginulina* gr. *Prima* et *Lingulina* gr. *tenera* qui sont citées dans Lias inférieur et moyen en Afrique du nord (Maroc, Algérie) et en Europe (Espagne, France). La présence de ces espèces dans les bassins nord téthysiens et sud téthysiens permet également de confirmer des voies d'échanges.

Répartition géographique Espèces	Algérie					Maroc		
	D. tellien	D. Tlemcenien		D. Pré-atlasique	D. Atlasique	Rides Sud-rifains et Moyen Atlas	Maroc Nord-Oriental	Haut-Atlas Centro-oriental
	O.Fodda	Mellala	S.Boudjenane	Dj.Nador	Monts des Ksour			
<i>Lent. sublaevis</i> mg. <i>S</i>	●	●	●		●	●		●
<i>Lent. insignis</i> mg. <i>F</i>	●				●	●		
<i>Lenticulina aff speciosa</i> mg. <i>M.</i>	●	●	●		●	●		●
<i>Lent. ornata</i> mg. <i>Planularia</i>	●							
<i>Dentalina terquemi</i>	●	●	●		●			●
<i>Ichtyolaria sulcata</i>	●			●	●	●		
<i>Marginulina prima</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Lent. inaequistriata</i> mg. <i>Pl.</i>	●				●			
<i>Vaginulina triangula</i>	●	●	●		●	●		●
<i>Lingulina occidentalis</i>	●	●	●	●	●			

Fig. 19 : Répartition paléobiogéographique des foraminifères au Domérien dans les bassins sud-téthysiens.

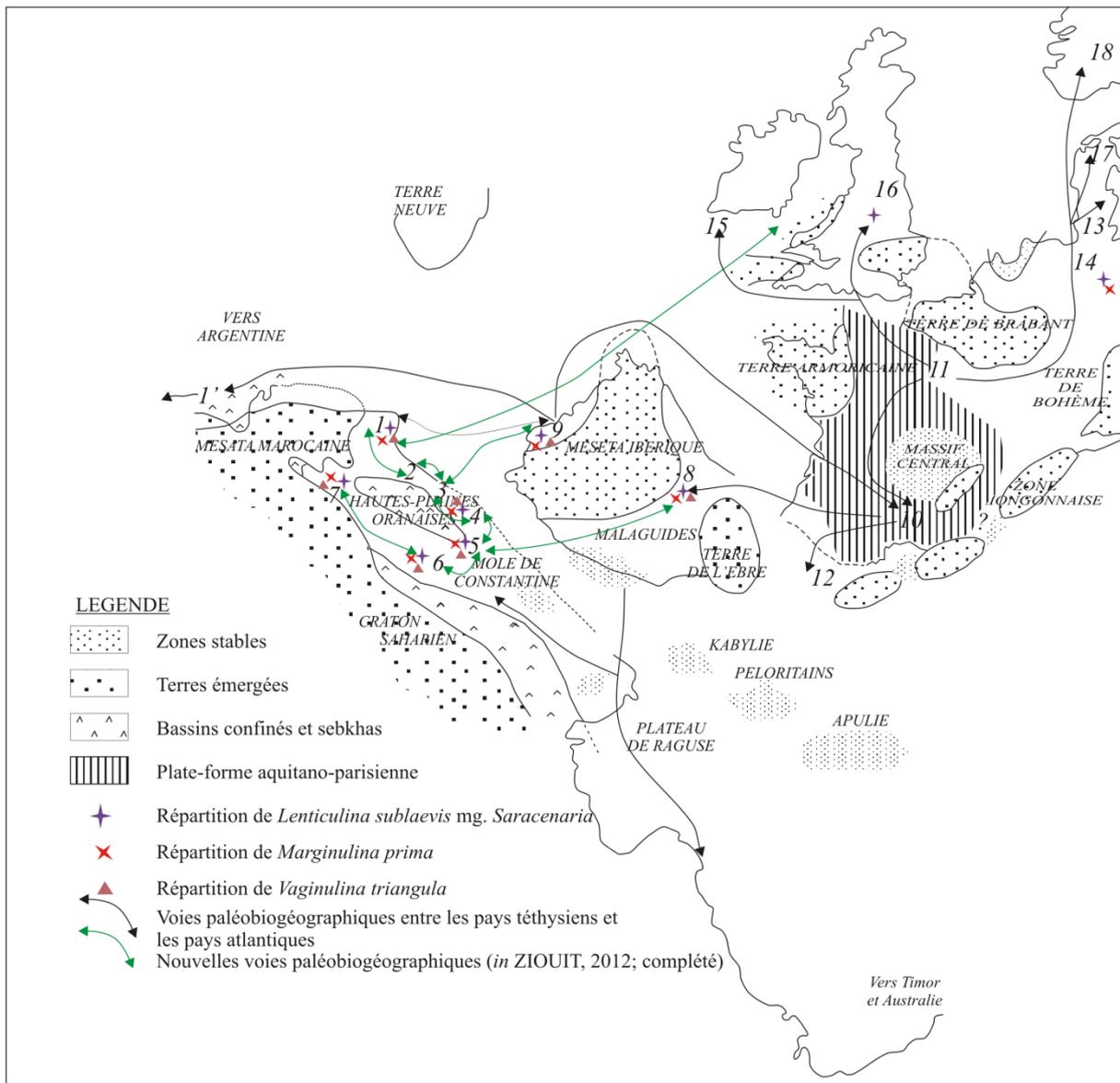


Fig. 20: Relation paléobiogéographique entre la région de l'Oued Fodda (Tell algérien)

, les pays téthysiens et les pays atlantiques au Domérien (Dercourt et *al.*, 1985 et Elmi & Rulleau, 1988).

- Pays ouest-téthysiens : 1 Maroc ; 2 Beni Snassen ; 3 Monts de Rhar Roubane ; 4 Massif de Koudiat Larouah ; 5 Nador de Tiaret ; 6 : les Monts de Ksour ; 7 Haut Atlas marocain ; 8 Espagne ; 9 Portugal ; 10 Quercy (bassin Aquitaine) ; 11 France (autre régions principalement bassin de Paris) ; 12 Sicile.
- Pays nord-téthysiens : 13Himalaya.
- Pays européens de l'Atlantique Nord : 14 Allemagne ; 15 Irlande ; 16 Angleterre ; 17 Danemark ; 18 Secteur norvégien ; 19 Ecosse ; 20 Terre Neuve.

2. Pendant le Toarcien : fig. 21 ; 22

Les foraminifères caractéristiques du Toarcien telles que *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia*, les spectres *chicheryi* et d'*orbigny*, *Lenticulina subalata* mg. *Lenticulina*, *Citharina* et *Lenticulina tenuistriata* mg. *Falsopalmula* sont cités aussi bien en Algérie occidentale et au Maroc qu'en Europe occidentale. L'espèce *Lenticulina obonensis* mg. *Planularia* présente précisément dans la zone à Polymorphum en Europe occidentale apparaît tardivement dès la zone à Levisoni en Algérie et au Maroc.

Le développement des Citharines et l'apparition du spectre *chicheryi* au Toarcien moyen en Algérie occidentale sont identiques au Maroc. En revanche, l'apparition du spectre *chicheryi* et du spectre d'*orbigny* sont précoces en Europe occidentale. Le diachronisme des apparitions entre certaines espèces présentes dans les bassins nord et sud téthysiens est lié à une polarité nord-sud (Rugé, 1985).

Espèces	Algérie					Maroc		
	D. tellien	D.Tlemcenien		D. Pré-atlasique	D. Atlasique	Rides Sud-rifains et Moyen Atlas	Maroc Nord-Oriental	Haut-Atlas Centro-oriental
	O.Fodda (Présent travail)	Mellala	S.Boudjenane	Dj.Nador	Monts des Ksour			
<i>Lingulina testudinaria</i>	●							
<i>Lenticulina toarcense</i> mg. <i>L</i>	●			●	●	●	●	
<i>Citharina proxima</i>	●			●	●	●	●	
<i>Lenticulina chicheryi</i> mg. <i>L</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Lenticulina munsteri</i> mg. <i>L</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Citharina welschi</i>	●		●	●	●			
<i>Lenticulina subovalis</i> mg. <i>P.</i>	●				●	●		
<i>Ichtyolaria hauffi</i>	●			●	●	●		
<i>Citharina</i> gr. <i>Clathrata</i>	●				●	●		
Spectre d' <i>orbigny</i>	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Lenticulina subalata</i> mg. <i>L.</i>	●		●		●	●		●
<i>Lenticulina tenuistriata</i> mg. <i>F.</i>	●		●		●			●

Fig. 21: Répartition paléobiogéographique des foraminifères au Toarcien dans les bassins sud-téthysiens

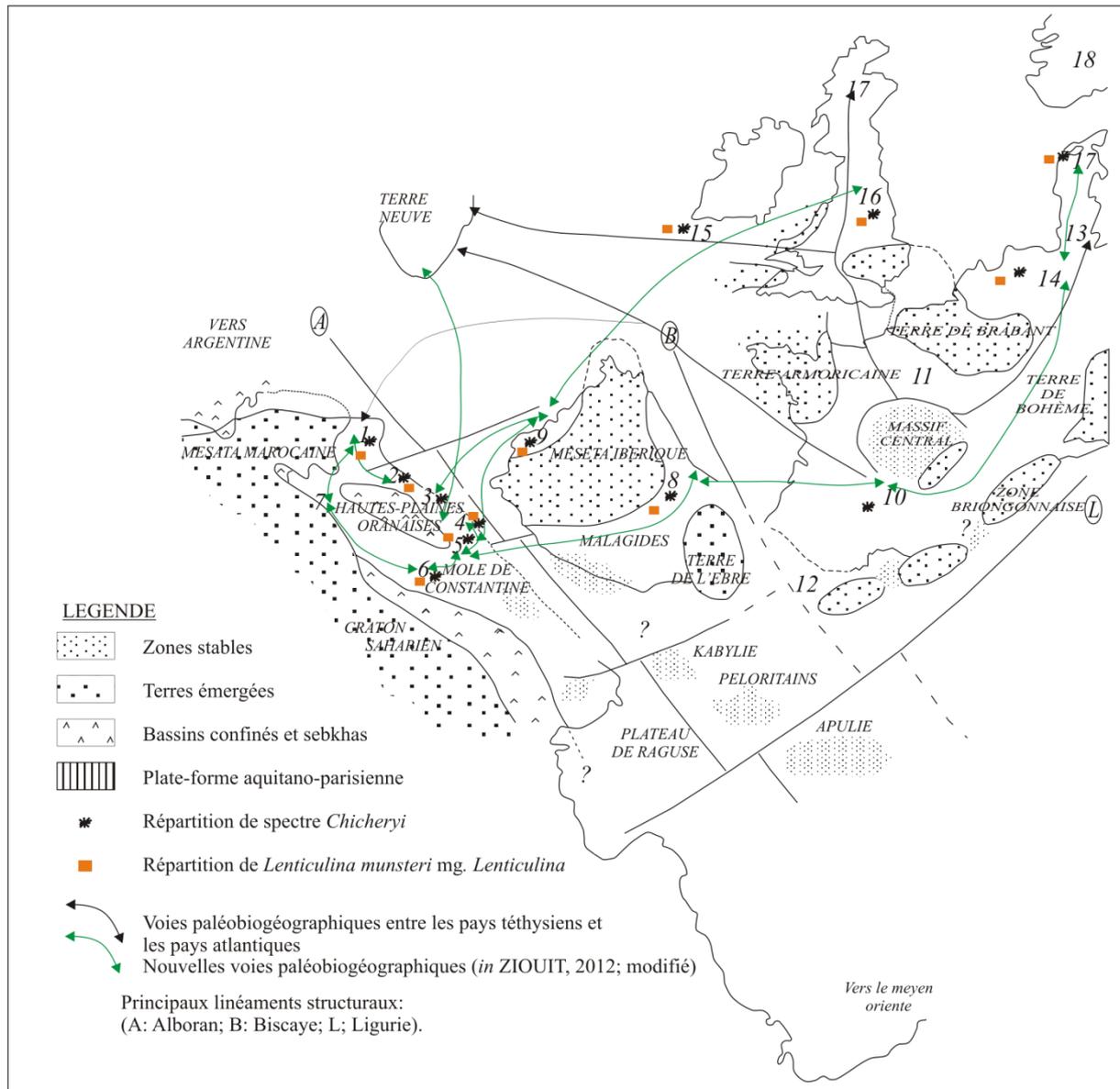


Fig. 22 : Relation paléobiogéographique entre la région de l’Oued Fodda (Tell algérien)

, les pays téthysiens et les pays atlantiques au Toarcien (Dercourt et *al.*, 1985 et Elmi & Rulleau, 1988).

- Pays ouest-téthysiens : 1 Maroc ; 2 Beni Snassen ; 3 Monts de Rhar Roubane ; 4 Massif de Koudiat Larouah ; 5 Nador de Tiaret ; 6 : les Monts de Ksour ; 7 Haut Atlas marocain ; 8 Espagne ; 9 Portugal ; 10 Quercy (bassin Aquitaine) ; 11 France (autre régions principalement bassin de Paris) ; 12 Sicile.
- Pays nord-téthysiens : 13Himalaya.
- Pays européens de l’Atlantique Nord : 14 Allemagne ; 15 Irlande ; 16 Angleterre ; 17 Danemark ; 18 Secteur norvégien ; 19 Ecosse ; 20 Terre Neuve.

Certaines voies de communication ont été définies depuis les provinces boréales jusqu'aux bassins sud-ouest téthysiens et vice-versa. Elles révèlent une importante extension paléogéographique des assemblages de foraminifères benthiques au passage Domérien-Toarcien, permettant la communication directe ou indirecte entre l'Algérie occidentale et les différentes provinces téthysiennes et atlantiques:

- Une voie faunique directe existe entre l'Algérie occidentale (domaine tellien, domaine pré-atlasique et les Traras septentrionaux (secteur de Mellala) et les pays européens de l'atlantique Nord, passant par la bordure ouest de la Meseta ibérique ;
- Deux voies paléobiogéographiques sont établies entre le massif de Koudiat Larouah et les pays nord-ouest téthysiens (Sicile et cordillère ibérique), les communications sont facilitées par le passage le long de la bordure sud de la Meseta ibérique ;
- Une voie directe existe entre l'Algérie occidentale et les pays sud –ouest téthysiens (Maroc).

Ces communications s'avèrent limitées avec les régions françaises, notamment avec les bassins de Paris et d'Aquitaine ; Toutefois, des relations fauniques sont assurées par la présence d'une voie paléobiogéographique entre le bassin de Paris et aquitainien. Cette voie s'étend ensuite vers le sud (Sicile) et vers l'ouest (cordillère ibérique) pour atteindre les bassins de l'Algérie occidentale. Cette relation étroite expliquerait l'absence et/ou l'apparition hétérochrone des espèces entre l'Algérie occidentale et les régions françaises.

La dislocation de la plate forme domérienne, favorise les migrations fauniques qui s'élargissent au Toarcien inférieur. Des communications marines franches et directes s'établissent entre le massif de Koudiat Larouah et les bassins téthysien et atlantique. Elles s'étendent au NW jusqu'en Terre Neuve.

Les échanges microfauniques se réalisent selon une polarité N-S depuis les provinces boréales vers celles du Sud-ouest européen et Nord –Ouest africain. Ainsi, une voie paléobiogéographique existe entre les pays européens de l'atlantique Nord et les régions françaises. Cette voie s'élargie à l'ouest pour contourner la meseta ibérique, soit le long de sa bordure sud (vers la cordillère ibérique, jusqu'aux Monts des Ksour). Elle s'étend ensuite au NW du Maroc jusqu'en Terre neuve.

VI. CONCLUSION

Cette étude comparative, nous a permis de suivre la distribution spatiale des différentes espèces de foraminifères du Lias en Afrique du nord et en Europe occidentale. Les ressemblances frappantes entre ces deux provinces, nous ont conduit à esquisser des reconstitutions paléogéographiques pendant le Lias

Les voies de communications sont facilitées surtout par des couloires ou corridor (Enay, 1980) qui ont permis la migration faunique entre l'Afrique du nord et l'Europe occidentale.

CONCLUSION GENERALE

Le présent travail est consacré à l'étude micropaléontologique des foraminifères rencontrés dans la formation des « marno-calcaires de l'Oued-Fodda ». L'étude de la coupe lithostratigraphique levée sur le flanc Sud-ouest de Djebel Taksept, nous a permis de distinguer trois membres lithologiques, définis préalablement par Benhamou (1996):

Membre basal: « Alternance marno-calcaires à *Zoophycos* » : elle comprend deux termes sédimentaires, le premier correspond à une alternance rapprochée de marnes et de calcaires à éléments pyriteux, allant du Toarcien inférieur (zone à *Polymorphum*) au Toarcien moyen (zone à *Gradata*). Le deuxième terme est représenté par une alternance espacée de marnes et de calcaires à *Zoophycos* datée du Toarcien supérieur à l'Aaléno-bajocien.

Membre médian: « Calcaires à silex supérieur » : il est marqué dans la topographie par une barre monoclinale d'âge Bajocien supérieur (Benhamou, 1996).

Membre sommital: « Calcaires à filaments » : il s'agit de calcaires à microfilaments qui préludent la sédimentation du faciès ammonitico-rosso d'Oxfordien moyen.

Sur le plan biostratigraphique, la répartition verticale des foraminifères benthiques a permis de mettre en évidence deux associations microfauniques qui se succèdent du Domérien supérieur jusqu'au Toarcien supérieur.

1. **Association du Domérien** : elle caractérise la première alternance marno-calcaires qui surmonte les calcaires à silex intermédiaires. Les foraminifères récoltés (*Lenticulina sublaevis* mg. *Saracenaria*, *Lenticulina insignis* mg. *Falsopalmula* et *Lenticulina* aff. *speciosa* mg. *Marginulinopsis*) donnent un âge Domérien supérieur.

2. **Association du Toarcien** : La succession de plusieurs niveaux fossilifères a été observée dans l'alternance marno-calcaire de l'Oued-Fodda. Elle permet de reconnaître les sous-étages suivants :

2.1. **Le Toarcien inférieur:** (zones à *Polymorphum*-*Levisoni*)

Les niveaux marneux de l'alternance des calcaires et des marnes à éléments pyriteux, contiennent des formes héritées du Domérien supérieur (zone à *Emaciatum*), associées aux premières formes typiquement toarciennes *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina* qui permettent de reconnaître la zone à *Polymorphum*.

L'association suivante est formée par la disparition des formes domériennes et par la persistance des *Lenticulina toarcense* mg. *Lenticulina* et par l'apparition des premières formes de *Citharina* à côtes fines qui permettent d'identifier la zone à Levisoni.

2.2. **Le Toarcien moyen :** (zone à Bifrons-Gradata)

Des *Hildoceras semipolitum* et *Polyplectus* sp. ont été récoltées dans l'alternance rapprochée du membre basal par Benhamou (1996). Cette association lui a permis de définir la zone à Bifrons. Les foraminifères récoltés (*Citharina welschi*, *Lenticulina subovalis* mg. *Planularia*, *Ichyolaria hauffi* et *Lenticulina chicheryi* mg. *Lenticulina*) indiquent le même âge.

Le Toarcien supérieur : (zone à Bonarellii-Speciosum).

Une association caractéristique du Toarcien supérieur a été distinguée dans les premiers 20m de l'alternance lâche à *Zoophycos*. Elle est composée essentiellement par le spectre d'*orbigny* et par l'apparition des nouvelles espèces telles que *Lenticulina tenuistriata* mg. *Falsopalmula*. *Lenticulina d'orbigny* mg. *Marginulopsis*. Ces foraminifères avec en plus la présence de *Cotteswoldia* et *Haplopleuroceras subspinatum*, selon Sebane & al. (2000) permet de reconnaître les zones à Meneghinii et Aalense.

3- Bajocien: Le Bajocien inférieur correspond à l'ensemble supérieur de l'alternance de marnes et de calcaires à *Zoophycos*, il est attesté par l'abondance des *Haplopleuroceras subspinatum* (BUCK.) (Benhamou, 1996). L'ensemble attribué au Bajocien supérieur appartient aux calcaires à silex supérieur.

Les observations biostratigraphiques montrent que la microfaune du Mont de Taksept est cohérente avec les répartitions observées dans les autres secteurs de l'Algérie occidentale (Djebel Nador, Djebel Mellala, Monts des Ksour). Le renouvellement observé au cours du Toarcien inférieur est identique et synchrone avec celui reconnu ailleurs au Maroc et en Europe occidentale.

Sur le plan paléocéologique, on note qu'au cours du Toarcien l'environnement de la région de l'Oued-Fodda montre une physiographie différente de celles des autres régions voisines. L'épisode anoxique décrit dans les Monts du Ksour et du Nador (Sebane, 1984, 2007) et en Europe occidentale (Bassoulet et Baudin, 1992) est très atténué dans la région de l'Oued-Fodda en raison du passage progressif de la plate-forme vers le bassin et son ouverture vers la Téthys, sa communication avec les régions septentrionales et du maintien d'un régime sédimentaire plus carbonaté. Toutes ces conditions ont favorisé le maintien d'une vie benthique.

Sur le plan paléobiogéographique, les voies d'échanges marines mises en évidence ont permis la migration des foraminifères entre les provinces boréales et les bassins NW et SW téthysiens pendant le Lias.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

- ABERHAN. M, BAUMILLER, T.K. 2003- Selective extinction among Early Jurassic bivalves: a consequence of anoxica. *Geology* 31, 1077-1080.
- ARIAS. C. 2009 - Extinction pattern of marine Ostracoda across the Pliensbachian Toarcian boundary in the Cordillera Ibérica, NE Spain: causes and consequences. *Geo-bios* 42, 1-15.
- ARIAS. C., WHATLEY. R.C. 2005- Paleobiogeography of western European Lower Jurassic Ostracoda. *Geobios* 38, 697-724.
- BAILEY. T. R. et al. 2003- Paleoceanographic changes of the Late Pliensbachian- Early Toarcian interval: a possible link to the genesis of an anoxic event. *Early and Planetary Science Letters* 212, 307-320.
- BARTENSTEIN H & BRAND E. 1937- Mikro-paläontologische Untersuchungen zur stratigraphie der nord west deutschen Lias und Dogger. *Abh. Senckenb. Natur. Gesfrankfurt*, vol. 439, 224 p., 20 fig., 20 pl.
- BASSOULLET, 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.
- 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. *Thèse Univ. Claude Bernard Lyon 1*, tome 1. p. 367, fig. 107.
- BENHAMOU M., ELMIS. 1992- Découverte de la faune de *Tropidoceras* dans le Lias moyen de l'Oued Fodda (Algérie occidentale). Précision sur la succession du Jurassique inférieur et moyen. *9ème Séminaire National des Sciences de la Terre*. Tlemcen, Octobre (1992).
- BENHAMOU M. 1996- Evolution tectono-eustatique d'un bassin de thytis maghrébine : l'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen. *Thèse. Doct. d'Etat, Univ. Oran*. 434 p., 139 fig., 27 pl.

- BOUDCHICHE L. 1986- Etude micropaléontologique du Domérien, Toarcien et Bajocien du Massif des Beni Snassen orientaux. *Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. Claude-Bernard, Lyon, 1990* p., 37 tab., 11 pl. (inédite).
- BOUDCHICHE. L, RUGET. C 1993- Une réponse morphologique à un problème écologique : l'exemple des foraminifères du Toarcien inférieur des Beni-Snassen (Maroc nord-oriental). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris Serie II 316.* 815-821.
- BOUDCHICHE L. 1994- Le Lias-Dogger des Beni Snasses orientaux (Maroc nord-oriental) : Succession stratigraphique, évolution tectono-sédimentaire et micropaléontologique. Thèse d'état, Univ. Med. 1^{er}, 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.
- BRIVES. 1925- Le dôme jurassique de Koudiat Larouah (Algérie) *Bull. Soc. G. Fr.* (4) t. 25, pp. 555-559. Discernable
- BUCEFALO-PALLIANI R., MATTIOLI E. & RIDING J.B 2002- The response of marine phytoplankton and sedimentary organic matter to the geological record. *Marine Geology* 113, 67-88.
- CECCA.F. & MACCHIONI.F 2004- The two Early Toarcian (Early Jurassic) extinction events in ammonoids. *Lethaia* 37, 35-56.
- COPESTAKE & JOHSON 1984 - Lower Jurassic (Hetangian-Toarcien) Foraminifera from the Mochras Borehole, North Wales (UK) and thier application to worldwide biozonation. *2^e symposium international sur les foraminifères benthiques,* Pau, p. 183-184, 1 fig.
- COPESTAKE 1985 – Foraminiferal biostratigraphy in the Lower Jurassic. *In* O. Michelson and A. Zeiss, (eds), *Proceed. Internat. Symposium on Jurassic Stratigraphy,* Erlangen, 1984: Geological Survey of Denmark, v. 1, pp. 192-206.
- DERCOURT J., ZONENSHAIN L.P. RICOU L.E., KAZMIN V.G., LE PICHON X., KNIPPER A.L GRANDJACQUET C., SBORSHCHIKOV I. MBOULIN J.P., SOROKHTIN O., GEYSSANT J. LEPVRIEN C., BIJU-DUVAL B., SIBUET J.C., SAVOSTIN L.A., WESTPHAL M. & LAUEER J.P. 1985- Présentation de 9 cartes paléogéographies au 1/

20 000 000 s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Soc. Géol. Fr., Paris, 8 t. 1, No 5, p. 637-652.*

EL KAMAR A., BOUTAKIOUT M., ELMIS., SADKI D. & RUGET Ch.1997- Foraminifères et ostracodes du Lias supérieur et du Bajocien de la Ride de Talghem (haut-Atlas central, Maroc). *Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat, n° 21, pp. 31-41.*

ELMI S., ALMERAS Y., AMEUR M., ATROPS F., BENHAMOU M. & MOULIN G. 1982- La dislocation des plates-formes carbonatées liasiques en Méditerranée occidentale et ses implications sur les échanges fauniques. *Bull. Soc. géol. France, Paris, t. XXIV, n° 5-6, p. 1007.*

ELMI S. & ALMERAS Y. 1984 - Physiography, palaeotectonics and palaeoenvironments as controls of changes in ammonite and brachiopod communities (an example from the Early and Middle Jurassic of western): *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 47 : 347-360, 2 fig.

ELMI S. & RULLEAU. 1988- Le genre *Pseudolillia* (Ammonitina, Graphoceratinae) dans le Toarcien supérieur (France, Espagne, Portugal, Maroc). *2^e Conv. Intern. « Fossili, Evoluzione, Ambienti »*, Pergola, 22 p., 5 fig., 7 pl.

ELMI S., GABILLY J., MOUTERDE R., RULLEAU R. & ROCHA B. 1994- L'étage Toarcien de l'Europe et de la Peninsula iberica. *Cuad. Geol. Iber.*, 13 :p. 265-277.

ELMI S., ALMERAS Y., AMEUR M., BASSOULET J.P., BOUTAKIOUT M., BENHAMOU M., MAROC A., MEKAHLI L., MEKKAOUI A. & MOUTERDE R. 1998- Stratigraphic and paleogeographic survey of Lower and Middle Jurassic along a north-south transect in western Algeria. In: S. CRASQUIN-SOLLEAU & E. BARRIER Eds, Peri-Thetys Memoir 4: Epicratonic basins of Peri-Tethyan platforms.- *Mém. Mus. Nat.*, Paris, 179, 145-211.

EL YOUSSEFI H. 2000- Le Toarcien du bassin des Rides su-rifaines. Micropaléontologie, paléoenvironnement et stratigraphie séquentiel. *Thèse doc. Univ. Mohamed V, Rabat n° 1799. 233 p., 128 fig., 11 pl.*

ENAY R. 1980- Paléobiogéographie et ammonites jurassiques: « rythmes fauniques » et variations du niveau marin ; voies d'échanges migrations et domaines biogéographiques. *Mém. H. S. Soc. géol. France*, 10, 261-281 p.

- EXTON J. & GRADSTEIN F. M. 1984- Early Jurassic stratigraphy and micropaleontology of the grand Banks and Portugal. In Jurassic-Cretaceous Biochronology and paleogeography of north America, G.E.G. *Westermann Edit.*, p. 13-50, 5 fig., 2 pl.
- FARES KHODJA F. 1968- Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique du Tell algériens (massif culminant de l'Ouarsenis, Oued Fodda, Massif de la plaine du Chélif, Babor). *Thèse 3 ème cycle, Paris*, 192 p, 10 fig., 34 pl. h. t.
- FICHEUR M. 1889- Géologie de l'Ouarsenis. Sur la présence de la *Terebratula diphya* dans l'Oxfordien supérieur. A. F. A. S., Paris, 16 p., 3 fig.
- GOURINARD Y. 1952-Le barrage de l'Oued Fodda. L'étude géologique. *Publ. XIXe Cong Géol. Int., Alger*. La géologie et les problèmes de l'eau en Algérie, t.1, pp. 155-174.
- GOURINARD Y., LUCAS G. 1957- Précisions sur l'âge des formations jurassiques du Koudiat Larouah (Oued Fodda, Orléansville). C.R.S. Soc. Géol. Fr., n° 11-12, pp. 224-226.
- GRÖCKE et al. 2011 - An open marine record of the Toarcian oceanic anoxic event. *Solid Earth* 2, 245-257.
- HALLAM A. 1986- The Pliensbachian and Tithonian extinction events. *Nature* 319, 765-768.
- HALLAM A. 1987- Radiations and extinctions in relation to environmental change in the marine Lower Jurassic of northwest Europe. *Paleobiology* 13, 152-168.
- HERMOSO M. 2007– Les perturbations environnementales au cours du Toarcien inférieur. Apport de l'étude sédimentologique et géochimique de séries boréales et Ouest- Téthysiennes. *Thèse de doc. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris* 6. 327p.
- HARRIES. P.J & LITTLE C.T.S. 1999- The Early Toarcian (Early Jurassic) and the Cenomanian-Turonian (Late Cretaceous) mass extinction: similarities and contrasts. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 154, 39-66.
- JENKYNS. H.C 1985 - The Early Toarcian and Cenomanian- Turonian anoxic events in Europe: comparisons and contrasts. *Geologische Rundschau* 74, 505-518.
- JENKYNS. H.C 1988- The Early Toarcian (Jurassic) Anoxic Event: stratigraphic, sedimentary, and geochemical evidence. *American Journal of Science* 288, 101-151.

- JENKYNs. H.C., CLAYTON. C. J. 1986- Black shales and carbon isotopes in pelagic sediments from the Tethyan Lower Jurassic. *Sedimentology* 33, 87-106.
- KIRECHE O. 1993- Evolution géodynamique de la marge Tellien des Maghrébides d'après l'étude du domaine parautochtone schistosé (Massifs du Chélif et d'Oranie, de Blida-Bou Maâd, des Babors et Biban). *Thèse. Doct. d'ES Science, Univ. Alger.* 328 p., 226 fig., 9 pl.
- LITTLE.C. T. S. & BENTON. M. J. 1995- Early Jurassic mass extinction: a global long term vent. *Geology* 23, 495-498.
- LITTLE C.T.S. 1996- The Pliensbachian- Toarcian (Lower Jurassic) extinction event. *In* : Ryder, G., Fastovsky, D., Gartner, S. (Eds.), *The Cretaceous-Tertiary Event and Other Catastrophes in Earth History: Geological Society of America, Special Paper*, 307, pp. 505-512.
- MACCHIONI. F., CECCA. F. 2002- Biodiversity and biogeography of middle-late Liassic ammonoids: implications for the early Toarcian mass extinction. *Geobios* 35, 165-175.
- MATTAUER M. 1958 - Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie) .*Pub. Serv. Carte géol. Algérie, sér., n°17*, 534p.
- NICOLIN J.P. 1983 - Foraminifères du Lias moyen et supérieur du Bugey (Jura méridional). *Thèse 3ème cycle Univ. Cl. Bernard Lyon I, inédite*, 147 p., 28 fig., 12 text-fig., 12 pl., 5 tab.
- NICOLLIN J.P., FAURE P. & RUGET Ch. 1995- Le Toarcien inférieur, période charnière dans l'évolution des Nodosariidès (foraminifères) : l'exemple des Pyrénées méridionales du Haut-Aragon. *Geobios, M.S.* 18, p. 347-356, 3 fig.
- PERRODON A. 1957- Etude géologique des bassins néogènes sub-littoraux de l'Algérie occidentale. *Pub. Serv. Carte géol. Algérie* 12: 1-382.
- REPLIN J. 1895- Etude géologique des environs d'Orléansville. *Thèse de Doctorat Ann. Fac. Sci., Marseille.*
- RIEGRAF W. 1985– Mikrofauna , Biostratigraphie und Fazies im unteren Toarcium sud west Deutschlands und Vergleiche mit Bernachbarten Gebieten. *Tübinger mikropal. Mitteilungen*, 3 : 232 p., 33 fig., 12 pl.
- RUGET Ch. 1985- Les foraminifères (Nodosariidès) du Lias de l'Europe occidental. *Docum. Lab. Géol. Lyon, n°94*, 272 p., 48 fig., 9 tab., 48 pl.

- RUGET Ch. 1982 - Foraminifères du Lias moyen et supérieur d'Obon (chaines ibériques, province de Teruel, Espagne). *Geobios*, n° 15, Fasc. 1, p. 53-91, 2 fig., 1 tab., 6 pl.
- RUGET Ch. 1985 – Les foraminifères (Nodosariidès) du Lias de l'Europe occidentale. *Docum. Lab. Géol.* Lyon, n°94, 272 p., 48 fig., 9 tab. 48 pl.
- RUGET Ch., NICOLLIN J.P. 1997 – Les petits foraminifères benthiques dégagés. Colloque sur la biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen. *Groupe français d'étude du Jurassique*, p. 281-291, 3 tab., 2 pl.
- SEBANE A. 1984- Etude systématique et paléoécologie de la microfaune du Lias moyen et supérieur du Djebel Nador (Tiaret, Algérie). *Doc. 3ème cycle. Univ. Claude Bernard Lyon 1*, 136 pp.
- SEBANE A. & BENHAMOU M. 1996- Répartition des foraminifères benthiques dans les marno-calcaires toarciens de l'Oued Fodda (Algérie occidental). *Coll. Nat. Sc.de la Terre*, Boumerdès, p. 157.
- SEBANE A., BENHAMOU M. & ELMIS S. 2000- Le Toarcien et l'Aalénien de l'Oued Fodda (Ouarsenis, Algérie occidental) : Division stratigraphiques et événements sédimentaires. *Strata*, Toulouse, sér. 1, vol. 10, p. 93-95, 1 fig.
- SEBANE A., MEKAHLI L., BENHAMOU M. & TCHENAR S. 2002 –Influence des événements tectono-sédimentaires sur l'évolution des foraminifères du Lias-Dogger dans la région de Aïn Ouarka (Atlas saharien, Algérie). *STRATI 2002- 3ème Congrès français de Stratigraphie*, Lyon, *Docum. Labo. Géol. Lyon*, n° 156, p. 210-211.
- SEBANE A., MAROK A., & ELMIS S. 2007– Evolution des peuplements des foraminifères pendant la crise toarcienne à l'exemple des données des monts des Ksour (Atlas saharien occidental, Algérie). *C. R Palevol.*, vol. 6, n°3, p. 189-196.
- SEBANE A. 2007- Les foraminifères du Jurassique des monts des Ksour (Etude biostratigraphique et paléoécologique). *Thèse. Doct. D'Etat, Univ. Oran*. 212p, 45fig, 25 pl.
- SEPKOKSI J.J. 1987 – Periodicity in marine extinction events. In: ELLIOT D.K. (ed.) *Dynamics of extinction*. John Wiley, Chichester, p. 3-36.
- TCHOUMATCHENCO.P & KHRISCHEV KH. 1992- Le Jurassique dans les monts de Tiaret et de l'Ouarsenis occidental (Algérie). *Geol. Balcanica*. Sofia, I. Stratigraphie, 22-5, p. 29-39, II. Paléogéographie, 22-6 : 63-69.

VILLE M.L. 1857- Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger. *Imp. Impériale*. Paris, 349 p.

WIGNAL et *al.*, 2005- The timing of paleoenvironmental change and cause-and-effect relationships during the Early Jurassic mass extinction in Europe. *American Journal of Science* 305. 1014-1032.

Liste des figures

Fig. 1 - Carte géologique 1 /2000000 de l'Algérie et le Maroc (Elmi <i>et al</i> ,1984).....	8
Fig. 2- Les grands ensembles géographique de la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (BENEST, 1985).	8
Fig. 3- Les massifs de la vallée de Chélif (Kirèche, 1993).....	9
Fig. 4- Localisation de coupe levée dans le secteur de Koudiat Larouah.....	10
Fig. 5- Situation géographique de trois pitons formant le massif de Koudiat Larouah (Image Google Earth).....	11
Fig. 6- Carte géologique du massif Koudiat Larouah (Extrait de feuille au 50 000 d'Orléansville N° 106), de Service Géologique de l'Algérie (1925).....	13
Fig. 7- La coupe synthétique N-S à travers le massif jurassique calcaire de Koudiat Larouah (Barrage Oued Fodda) et ces formations de couverture (Kirèche, 1993).....	13
Fig. 8- Coupe de référence de la série du Jurassique inférieur et moyen de Koudiat Larouah « Oued Fodda» et corrélation avec la nomenclature de Gourinard et de Tchoumatchenko (Benhamou, 1996).....	16
Fig. 9- Cadre biostratigraphique du Domérien-Toarço -Aalénien (Elmi <i>et al</i> , 1994).....	17
Fig. 10- Situation de la coupe de Taksept.....	20
Fig. 11- Coupe des calcaires et des marnes de l'Oued Fodda (Subdivisions lithostratigraphique et description sommaire).....	24
Fig. 12 -la coupe de la formation des calcaires et des marnes de l'oued Fodda. (Lithostratigraphie, répartition des foraminifères et ammonites) ; L. : <i>Lenticulina</i> ; Pl : <i>Planularia</i> ; M : <i>Marginulinopsis</i> F : <i>Falsopalmula</i> ; mg. : Morphogénre.....	27
Fig. 13 : Corrélations des principaux biozones avec celles des régions voisines de l'Algérie occidentale.....	30
Fig. 14 – la coupe de la formation des calcaires et des marnes de l'Oued Fodda (Evolution vertical de la forme des foraminifères et leur milieu de dépôt ; <i>in</i> Benhamou, 1996; simplifié et complété).....	34
Fig. 15- La répartition de la morphologie des foraminifères benthiques ainsi que le taux du carbonate de calcium dans les niveaux marneux de la coupe levée.....	36
Fig. 16: Paléogéographie de l'Afrique du Nord au cours 37de la période Lias moyen (d'après Elmi, 1996).....	37
Fig. 17 : C : Essai de reconstitution paléobiogéographie fini domérienne, et pendant Toarcien (D) du secteur de l'Oued Fodda.....	38
Fig. 18: Paléogéographie de l'Afrique du Nord au cours du Toarcien moyen-sup (d'après Elmi, 1996).....	40
Fig. 19 : Répartition paléobiogéographique des foraminifères au Domérien dans les bassins sud-téthysiens.....	43
Fig. 20: Relation paléobiogéographiques entre la région de l'Oued Fodda (Tell algérien), les pays téthysiens et les pays atlantiques au Domérien (Dercourt <i>et al.</i> , 1985 et Elmi & Rulleau, 1988).....	44
Fig. 21: Répartition paléobiogéographique des foraminifères au Toarcien dans les bassins sud-téthysiens.	45
Fig. 22 : Relation paléobiogéographique entre la région de l'Oued Fodda (Tell algérien), les pays téthysiens et les pays atlantiques au Toarcien (Dercourt <i>et al.</i> , 1985 et Elmi & Rulleau, 1988).....	46

Planche I

Ph.01 : Vue panoramique des 3 membres lithologiques de la formation « marno-calcaires de l'Oued-Fodda ».

-AA' : membre inférieur ; Alternance marno-calcaires à *zoophycos*

Terme A : alternance rapprochée de calcaires et marne à éléments pyriteux

Terme A' : alternance lâche de calcaires et marnes à *zoophycos*

-B : membre médian ; Calcaires à silex supérieurs

-C : membre supérieur ; Calcaires à filaments

Ph.02-02' : La barre monoclinale bajocienne des calcaires à silex

Ph.03 : Surface durcie "Hard-Ground", carriée et perforée qui marque la fin de la séquence des « calcaires et marnes de l'Oued-Fodda ».

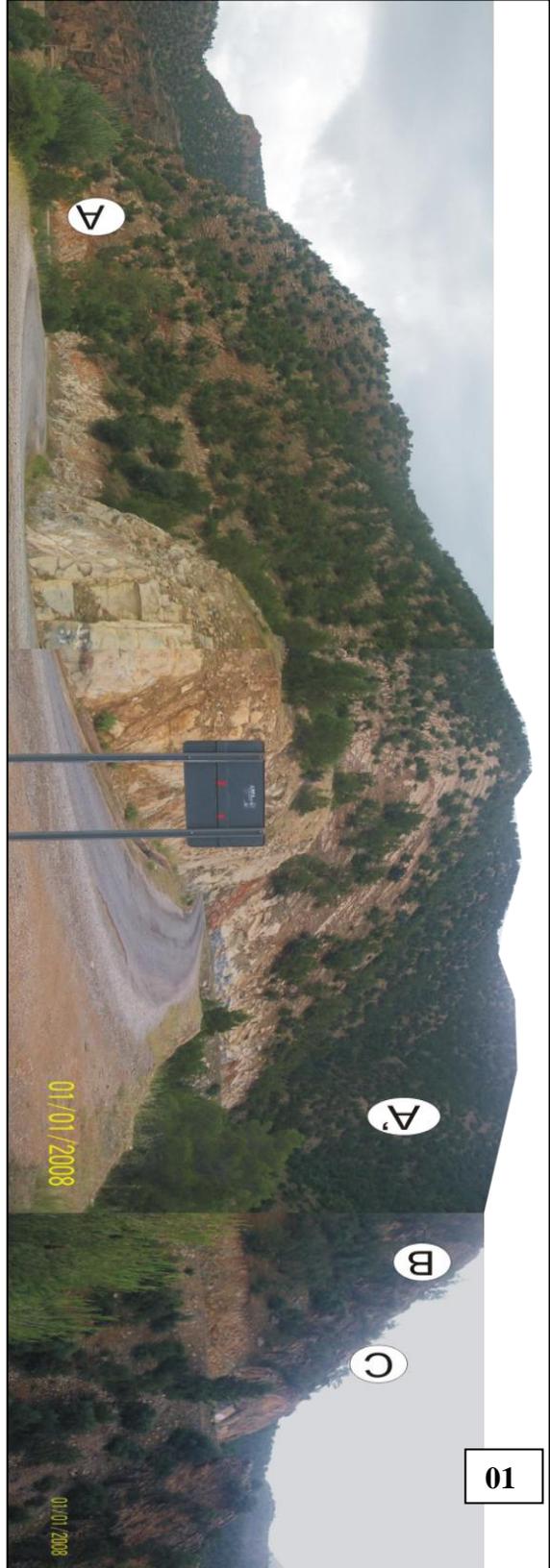


Planche II

Ph.01: Alternance de calcaires noduleux et marnes feuilletés à *Zoophycos*

Ph.02: Calcaires à forte bioturbation

Ph.03: Marnes feuilletées à grains ferrugineux

Ph.04: Calcaires à ammonites

Ph.05: Calcaires à *Zoophycos*

Ph.06: Calcaires à silex intermédiaires

