

Les paléoenvironnements du Messinien de la Tunisie orientale (Sahel et Golfe de Hammamet)

Messinian palaeoenvironments in Eastern Tunisia (Sahel and Gulf of Hammamet)

N. GAALOUL et S. RAZGALLAH (*)

Abstract: In the Mediterranean area, Messinian corresponds to a relatively short geological period characterized by geological and biological big upheavals.

In Eastern Tunisia (Sahel of Tunisia), relatively little is known about messinian facies and, until now, no correlation between outcrops and drillings data has been established.

This paper focuses the biosédimentologic analysis carried out for two outcrops (Oued Maassira and Ksour-Essaf) and a drilling (Zelfa2).

The lower part of the Messinian sequence was deposited on a slope where coral reefs are abundant. The upper part suggests an evaporitic event with gypsum and anhydritic deposits.

The sedimentary evolution results from a globally regressive mega-sequence included between two major discontinuities: the first one marks the Tortonian - Messinian boundary and the second one underlines the Pliocene transgression.

The sea level rise takes place on a substratum structured in horsts and grabens due to the ante- and intra- Messinian tectonic.

Key words: Messinian - Eastern Tunisia - Carbonate platform - Coral reefs - Evaporitic event - Tectonic-Eustatic control

Résumé: Le Messinien correspond en Méditerranée à une période géologique assez courte caractérisée par des grands bouleversements géologiques et biologiques.

En Tunisie orientale (Sahel de la Tunisie), les faciès du Messinien sont peu connus et aucune corrélation entre les affleurements et les dépôts de l'off shore n'a été établie.

Dans ce travail, on présente les résultats des analyses biosédimentologiques effectués au niveau de deux coupes de terrain (coupe de l'Oued Maassira et coupe de Ksour Essaf) et d'un forage (Zelfa 2).

Le Messinien présente la succession de deux faciès : un faciès de plate forme interne ou rampe qui se marque par sa grande richesse en coraux (porites) et une diversité de ses paléopeuplements et un faciès évaporitique qui se distingue par un dépôt de gypse et d'anhydrite.

Les corps sédimentaires forment une mégaséquence globalement régressive comprise entre deux discontinuités. La première discontinuité marque le passage Tortonien-Messinien et la deuxième souligne la transgression du Pliocène. L'avancée de la mer s'est effectuée sur un substratum découpé en horsts et grabens suite à la tectonique anté et intra-messinienne.

Mots clés: Messinien - Tunisie orientale - Plate-forme carbonatée - Corps récifaux - Episode évaporitique - Tectono-eustatisme.

INTRODUCTION

La mise en place des séries messiniennes et leur répartition spatiale en Méditerranée orientale ont été largement guidées par le jeu de l'eustatisme et de la tectonique. Plusieurs bassins marginaux se sont ainsi individualisés. La paléogéographie résultante est toutefois variable d'un bassin à un autre au pourtour de la Méditerranée. La Tunisie (orientale) présente

(*) Unité de Paléoenvironnements, Géomatériaux et Risques sismiques, Université Tunis El Mannar, Facultés des Sciences de Tunis, département de géologie, Tunisie.
ngaaloul1@yahoo.fr ; sarazgallah@yahoo.fr

un intérêt majeur pour l'étude de quelques-uns de ces bassins et ce pour les reconstitutions paléogéographiques, les échanges de flux sédimentaires et la caractérisation de la productivité biologique du fait de sa position structurale et géographique clé. Il s'agit en réalité d'une zone de transition faisant partie, au cours du Tertiaire, de la plate-forme pélagienne et séparant la Méditerranée occidentale de l'orientale.

Ce travail s'intéresse à l'étude des témoins de la sédimentation messinienne en Tunisie orientale en se basant sur les observations lithologiques, l'analyse pétrographique et l'identification du contenu faunistique et minéralogique ; le but étant d'apporter des éclaircissements sur l'impact de l'événement messinien en Tunisie et d'établir un modèle d'évolution sédimentaire pouvant servir de base à des corrélations avec les autres secteurs de la Méditerranée.

CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Le secteur étudié fait partie de la Tunisie orientale où il est connu sous le terme de "Sahel" (Fig. 1). Il occupe une position d'avant pays par rapport au domaine alpin du Nord-Ouest de la Tunisie. Sur le plan structural il est bordé :

- au Nord par le chevauchement de Zaghouan et l'Atlas septentrional de la dorsale tunisienne,
- au Sud par la faille de Gafsa,
- à l'Est par le plateau continental de la mer pélagienne,
- à l'Ouest par l'axe Nord-Sud.

Les affleurements du Néogène de la région sont à dominante silicoclastique. Les argiles, sables et lignites forment le cœur des anticlinaux et sont surmontés en discordance par les sables du Tortonien.

Le Messinien marin et le Pliocène transgressif sont reconnus, en affleurement au niveau des localités de Sousse, Zeramedine et Kerker et en off shore (golfe de Hammamet, golfe de Gabes, île de Lampadusa). Dans le reste du sahel, les dépôts marquant le passage Miocène terminal-Pliocène sont à cachet continental et montrent une continuité de sédimentation avec les dépôts sous-jacents du Miocène.

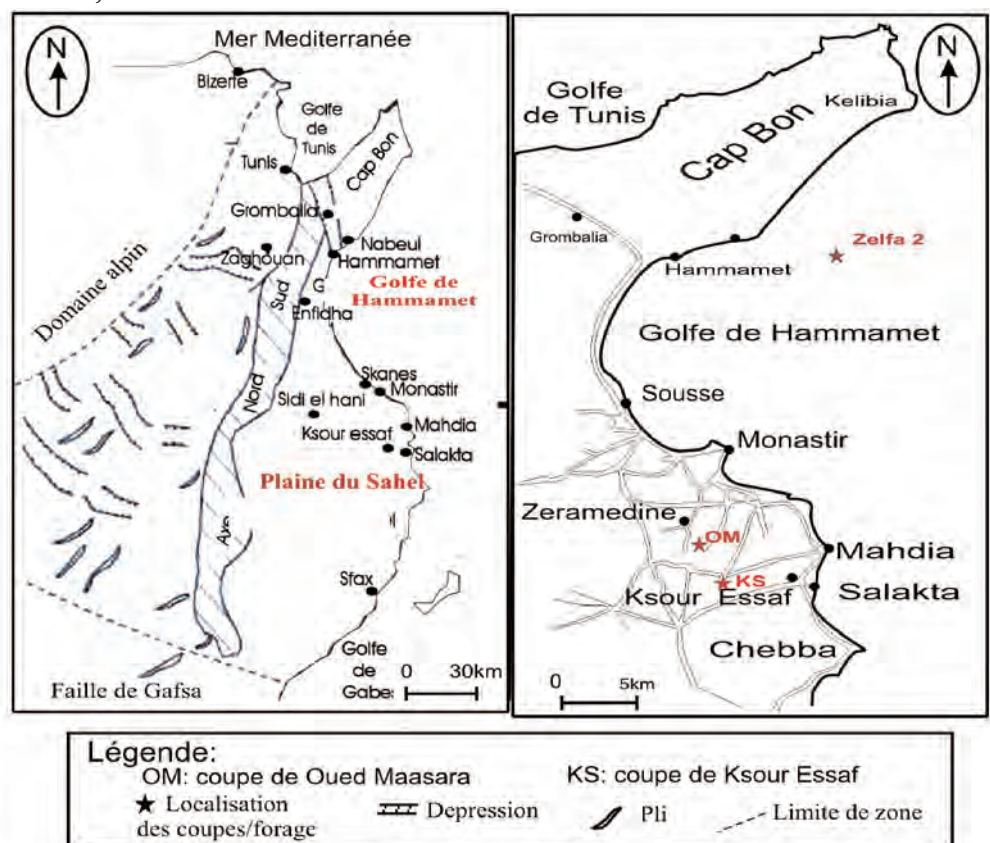


Fig.1 : carte de localisation

LE MESSINIEN DU SAHEL DE LA TUNISIE

Deux coupes de terrain et un forage ont été étudiés (Fig. 1) : il s'agit des coupes de l'Oued Maassira et de Ksour-Essaf (Salakta) et du forage de Zelfa 2. La série sédimentaire y est la plus complète.

La coupe de l'Oued Maassira (région de Zéramdine)

La série est formée de quatre ensembles lithologiques séparés par des surfaces de ravinement (Fig. 2, Fig. 3.A)

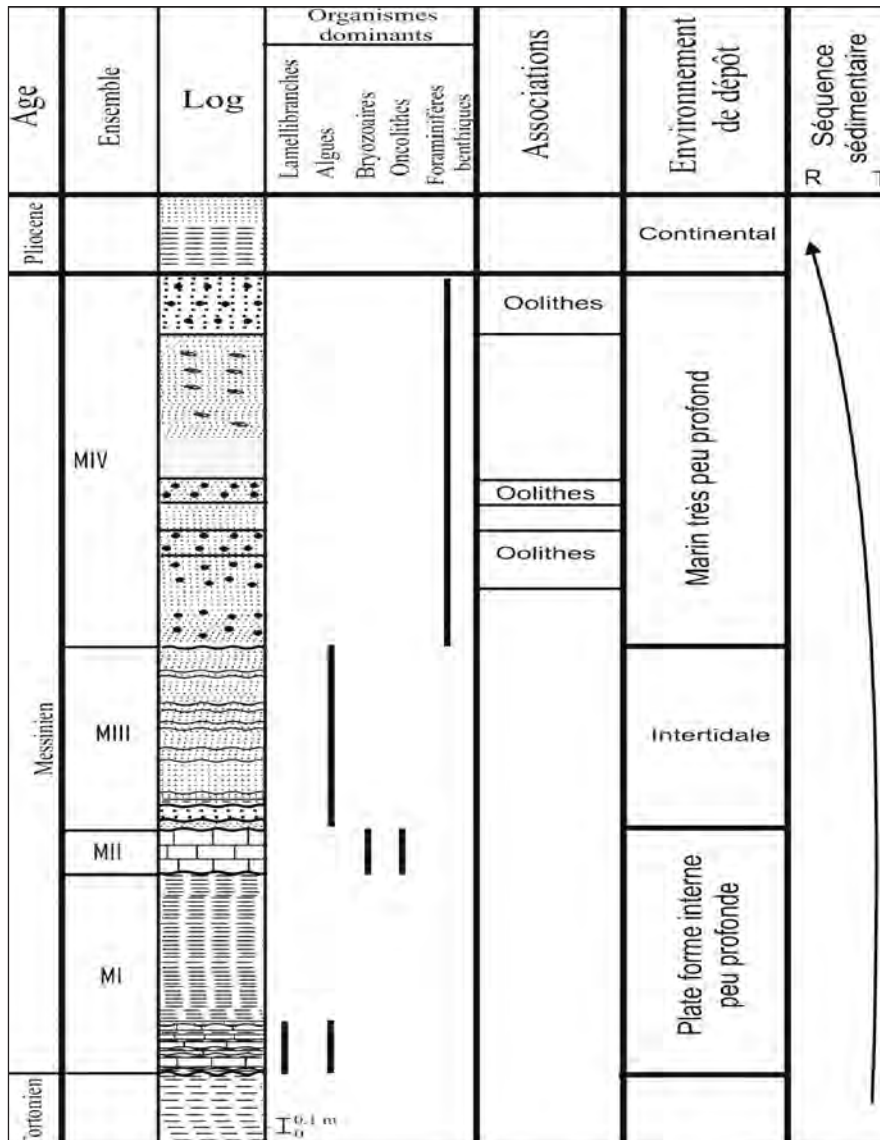


Fig.2 : caractéristiques biosédimentologiques de l'Oued Maassira (région de Zéramdine)

L'ensemble I : épais de 1,5m, est composé de niveaux décimétriques de calcaire gréseux bioclastique surmontés par des argiles vertes (Fig. 3.B) riches en algues, bryozoaires, pinces de crustacés, gastéropodes, foraminifères benthiques (*Elphidium crispum* L. *Ammonia beccarii* L.), quelques foraminifères planctoniques et des ostracodes. L'analyse microscopique montre une texture de type Grainstone à Pakstone à lamellibranches et à algues (Fig. 3.C). Certains bioclastes sont largement encroûtés par les algues.

L'ensemble II : épais de 40 cm et à base érosive, (Fig. 3.D), il est formé de nodules calcaires, montrant des laminations alguaires concentriques caractéristiques des oncolithes. L'observation fine des oncolithes montre une taille variable et une morphologie irrégulière et

des laminations corticales à structure cellulaire (Fig. 3.E, F). Vers le sommet de cet ensemble, le faciès à cachet construit de texture wakestone à packstone, montre des coraux et des bryozoaires (Fig. 3.G) (*Nellia oculata* Busk, *Biflustra* Savigny-Audoin, *Electra* sp et *Hippopodinella lata* Busk. Ces derniers encroûtent les bioclastes et les oncolithes. Ce faciès suggère la mise en place au cours du Messinien inférieur et en Tunisie orientale d'une sédimentation à tendance récifale dans un environnement marin peu profond assez chaud.

L'ensemble III : à dominante silicoclastique, il présente une sédimentation qui s'agence comme suit (Fig.4.A)

* une succession de niveaux silteux, sableux et/ou gréseux à structures de flasers, à birds eyes, à lamines algaires organiques et à bioturbations. L'association faunistique y est représentée par des ostracodes, bryozoaires et foraminifères (*Elphidium crispum*, *Ammonia beccari*, Miliolidés et globigérinoides).

**Une alternance de quatre niveaux ravinants de grès calcaires sont séparés de silts ocres laminés. Les surfaces des bancs sont oxydées, les bioturbations sont très intenses et recoupent les niveaux laminés (Fig.4.B). La texture est de type Wackestone à Packstone à ostracodes, bryozoaires, lamellibranches et foraminifères (*Elphidium crispum*, *Ammonia beccari*, *Textularia* sp, Miliolidés et Globigérines) (Fig.4.C). Les grains de quartz sont assez abondants.

L'ensemble IV : épais de 1,85m, est formé essentiellement de bancs gréseux oolithiques bioclastiques (Fig. 4.D) à stratifications obliques séparés de niveaux silteux bioturbés. L'association microfaunistique identifiée comprend des foraminifères, des crustacés, des bryozoaires et des échinodermes. L'analyse du microfaciès montre un grainstone à oolithes (Fig. 4.E, F) Ces derniers, à majorité de type β , montrent fréquemment des dissolutions de leurs noyaux et des oxydations de leurs cortex.

Au-dessus reposent des dépôts continentaux de sable rouge, de marnes ocres de la formation Ségui (Fig. 4.G)

Evolution paléo-environnementale :

L'évolution verticale des environnements de dépôt de la série Messinienne de l'Oued Maassira peut être résumée de la sorte :

La sédimentation carbonatée basale bioclastique (ensemble I) évolue temporellement vers un faciès à tendance récifale (ensemble II) témoignant de l'installation de conditions franchement marines permanentes en domaine de plate-forme interne ou de rampe.

Le climat était chaud, marqué par des températures assez élevées (lamines algaires et coraux) sûrement supérieures à celles de la Méditerranée actuelle (présence de *Nellia oculata* : bryzoaire thermophile).

La mise en place de ces environnements de dépôt est une conséquence d'une avancée marine fini-Tortonienne dont les signes ont été enregistrés en d'autres secteurs côtiers de la Tunisie orientale (Cap Bon : BEN SALEM ,1992 ; BISMUTH ,1984 et COLLEUIL ,1976) et septentrionale (Bizerte-Porto farina : SUC et *al.*, 1995).

Les faciès de la partie médiane (III) témoignent de la persistance de l'influence marine et sont étroitement liés aux milieux tidalitiques. Ces faciès de grès à structures algaires sont à rattacher à la zone intertidale (flasers, lamines algaires...) L'alternance de silts, de sables et de lamines algaires est le témoin du recouvrement du tapis algaire par les sédiments clastiques pendant des périodes de tempêtes. Les bioturbations recoupant perpendiculairement les laminations algaires suggèrent une rythmicité de périodes de calme plus ou moins relatif et de périodes de tempêtes en conditions d'énergie plus élevée.

Les grainstones oolithiques à foraminifères et bioclastes de la partie supérieure de la série (IV) traduisent des conditions marines peu profondes marquées par une énergie forte à modérée. Les dépôts détritiques terrigènes sommitaux, à cachet continental net, souligné par une sil t-crête oxydée, marquent la fin de l'épisode marin du Messinien inférieur. Notons toutefois qu'aucune surface d'émersion généralisée à l'échelle du secteur n'a été observée.

L'organisation verticale des faciès traduit ainsi une évolution bathymétrique allant d'un milieu marin peu profond vers un milieu littoral à subcontinental.

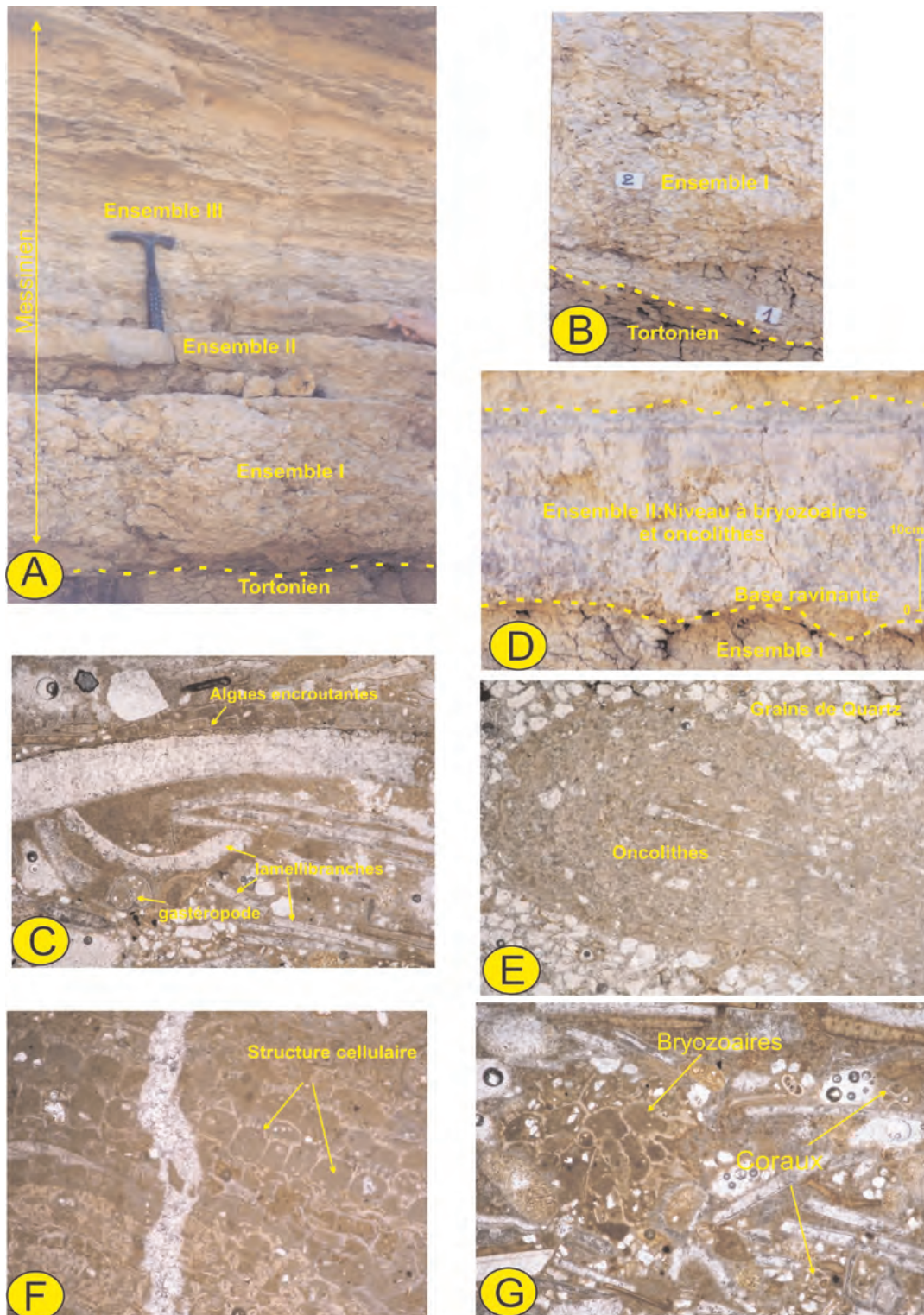


Fig.3 : lithologie de l'ensemble I, II et III de la coupe de l'Oued Maasira

- A : lithologie de l'ensemble I, II et III.
- B : le passage des marnes tortoniennes au calcaire bioclastique du Messinien inférieur.
- C : caractéristiques du microfaciès du premier ensemble : lamellibranches et algues encroûtantes (grossissement x 40).
- D : détail de l'ensemble II.
- E : microfaciès algaire (oncolithes) du deuxième ensemble.
- F : structure cellulaire des lamines algaires.
- G : microfaciès du sommet de l'ensemble II.

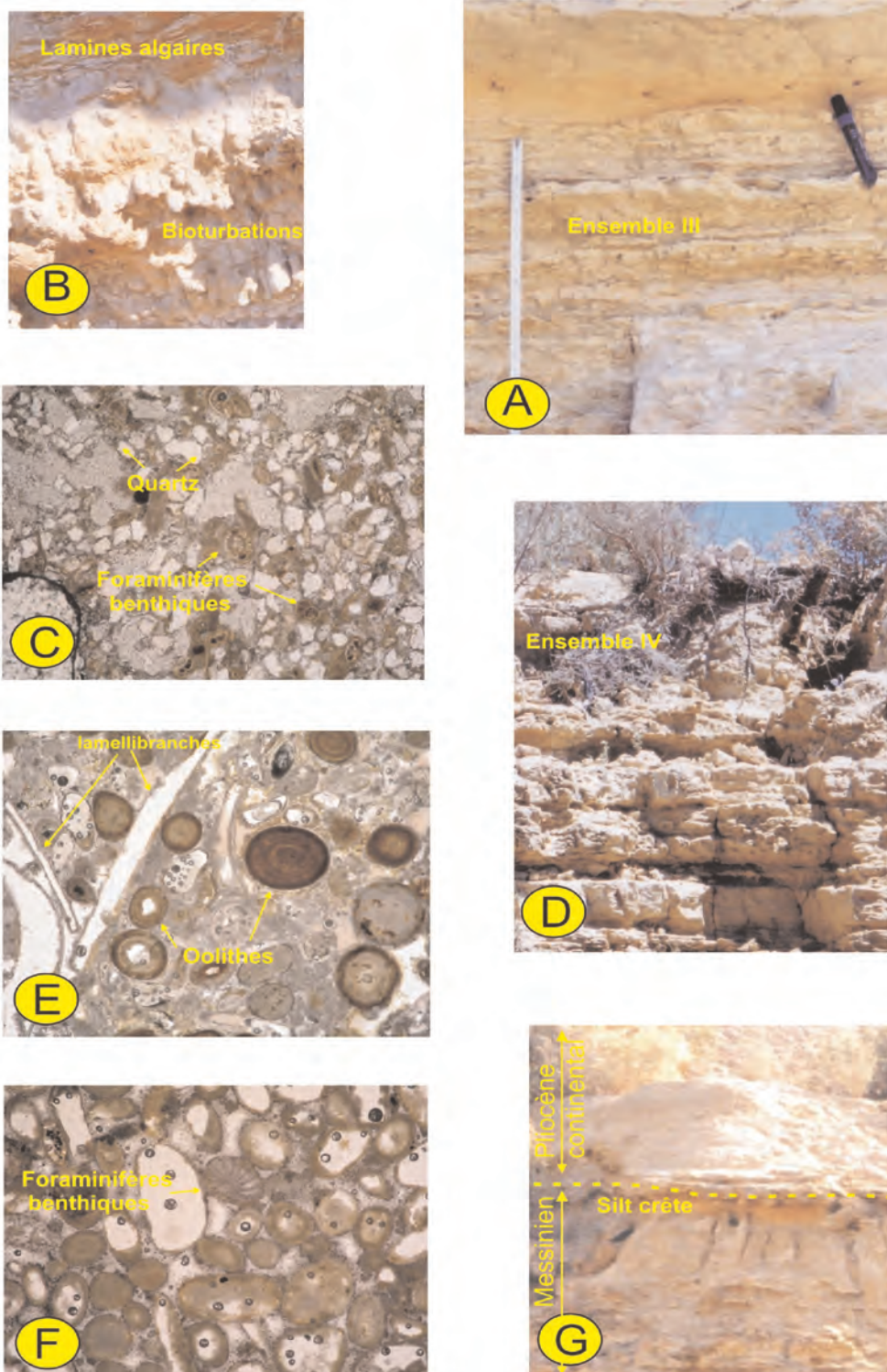


Fig4 : lithologie de l'ensemble III et IV de la coupe de l'Oued Maasira

- A : lithologie de l'ensemble III : sables, silts et lamines algaires.
- B : bioturbations recoupant les lamines algaires.
- C : faciès gréseux à faune benthique.
- D : lithologie de l'ensemble IV.
- E, F : microfaciès oolithiques de l'ensemble IV
- G : le passage Messinien- Pliocène continental.

La coupe de Ksour-Essaf :

La coupe de Ksour-Essaf est située au Sud-Est de la coupe de l'Oued Massira (Fig. 5), au niveau d'un front de carrière située à quelques Kilomètres de la ville de Ksour-Essaf. Le Messinien y est formé essentiellement de dépôts carbonatés exempts de tout apport clastique. Les dépôts surmontent les argiles et sables du Tortonien et se terminent par une surface irrégulière oxydée délimitant la base du Pliocène marin. L'entité carbonatée messinienne est composée de barres métriques de calcaire gréseux bioclastique à bases ravinantes soulignées par des galets mous. Les polypiers y sont abondants et les bioturbations sont fréquentes surtout au sommet des bancs. Dans l'ensemble, la texture est de type Packstone-Grainstone à oolithes associés à des grains de quartz, lamellibranches, gastéropodes, bryozoaires, polypiers et foraminifères. Le ciment est de type sparitique pouvant être fibreux isopaque ou interne bioclastique par endroits.

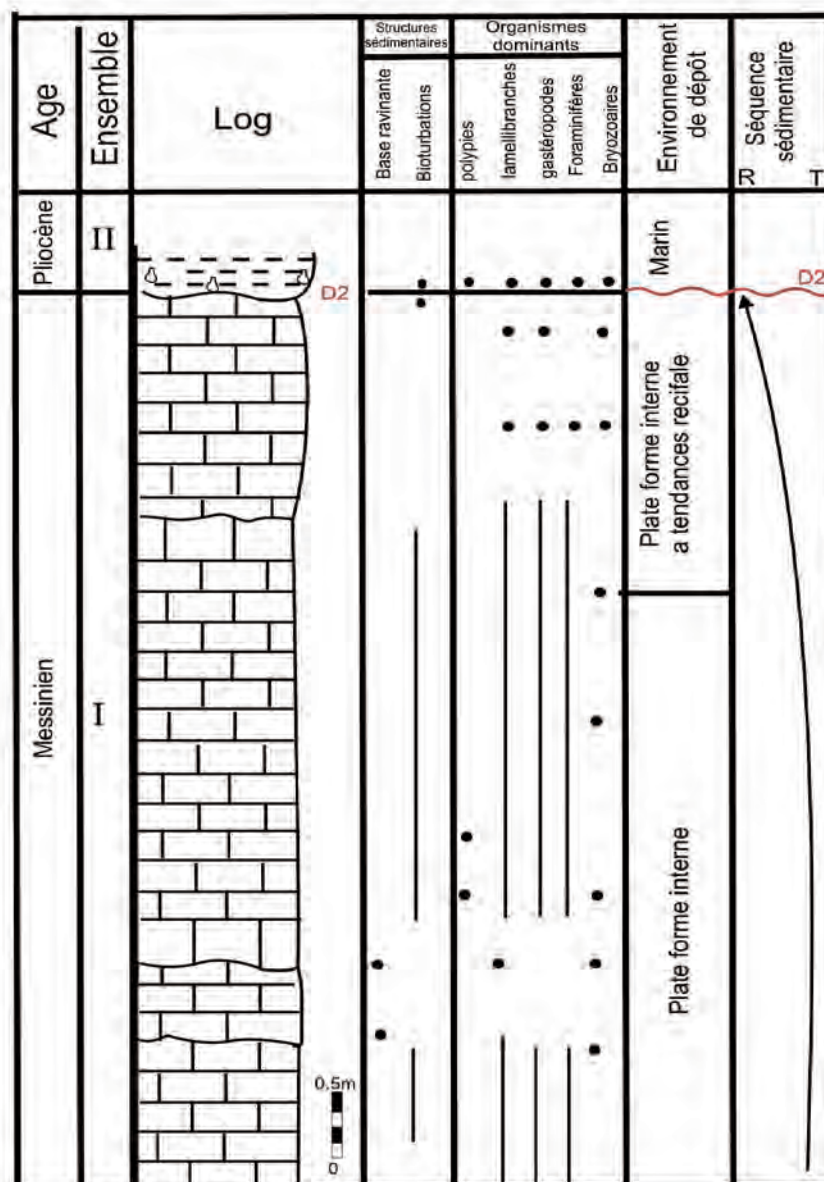


Fig.5: caractéristiques biosédimentologiques de la coupe de Ksour-Essaf (KS)

Evolution paléo-environnementale :

L'homogénéité de la sédimentation carbonatée bioclastique au niveau de la région de Ksour- Essaf traduit l'installation d'un épisode franchement marin en domaine de plateforme

interne très peu profonde. Le développement de niches para-récifales (polypiers, coraux et bryozoaires) reflète des conditions environnementales assez chaudes. La surface oxydée sommitale marque la fin du cycle sédimentaire et souligne la limite Messinien-Pliocène. Au vu de ces données la série messinienne de Ksour-Essaf constitue une séquence sédimentaire marine à caractère régressif vers le sommet.

Le puits Zelfa 2 :

Plusieurs forages pétroliers ont traversé les dépôts du Messinien en domaine off shore de la Tunisie (Golfe de Hammamet et Golfe de Gabes). La série sédimentaire peut atteindre des centaines de mètres de puissance. Le puits Zelfa 2 (BEN FERJANI et al., 1990) en est un exemple. Le Messinien, épais de 280m (de 1480 à 1190m de profondeur), est limité à sa base par une discontinuité majeure qui le sépare des dépôts continentaux rouges du Tortonien et à son sommet par une surface érosive marquant les premiers dépôts argileux du Pliocène marin.

Deux unités lithostratigraphiques distinctes correspondant successivement au Messinien inférieur et au Messinien supérieur ont été dégagées :

La première unité (180m d'épaisseur) est caractérisée par une succession de calcaires gréseux glauconieux, de calcaires bioclastiques et de marnes fossilifères. Les calcaires présentent un aspect microvacuolaire caractéristique et sont riches en lamellibranches, coraux, gastéropodes, bryozoaires, échinodermes, restes de poissons et foraminifères benthiques. L'association d'Ostracodes comprend *Dorukella bella*, *Peteraurila musculus*, *Tenedocythere cruciata*, *Keijella lucida*, *Miocyrideis polita*, *Chrysocythere paradisus*, *Cytheretta ciampo* et *Capsocythere tumefacta*.

Certains horizons carbonatés sont exclusivement formés de constructions récifales (coraux à porites) et peuvent atteindre 10 à 20m d'épaisseur. Les dépôts la partie supérieure s'enrichissent en calcaire dolomitique microcristallin.

La deuxième unité, épaisse de 100m, correspond à un faciès évaporitique à dominance d'anhydrite et de gypse, admettant quelques niveaux d'argiles vertes et de calcaire dolomitique microcristallin d'origine lacustre. Seules les marnes de la base ont livré quelques formes de foraminifères benthiques et d'ostracodes (*Porosonion granosum*, *Elphidium hauerimun* et *Cyprideis pseudoagrigenina*). Aucune trace d'activité faunistique ou floristique n'a été détectée par la suite. La limite supérieure de la série messinienne est marquée par une discontinuité majeure mettant en contact les sédiments évaporitiques terminaux et les argiles et marnes pélagiques du Pliocène.

| Age | Lithologie | Description lithologique | Association faunistique | | | | | | | |
|-----------|------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------|------------|-------------|------------------|---------|--------------------------|-----------------------------|
| | | | Lamellibranches | Gastéropodes | Ostracodes | Bryozoaires | Coraux (porites) | Ditrupe | Foraminifères benthiques | Foraminifères planctoniques |
| Pliocène | 1190m | Marne grise | + | + | + | + | | + | + | + |
| Messinien | 1250m | Gypse, anhydrite et argile | Zone Azoïque | | | | | | | |
| | 1380m | Calcaire dolomitique micro-cristallin | + | + | + | | | + | + | + |
| | 1380m | marnes | | | | | | | | |
| | 1400m | Calcaire bioclastique | + | + | + | | | | + | + |
| Tortonien | 1470m | Calcaire gréseux | + | + | + | | | | + | + |
| | 50m | Dépôts continentaux | | | | | | | | |

Fig.6: caractéristiques biosédimentologiques du forage Zelfa2

Evolution paléo - environnementale :

Le Messinien analysé au niveau du forage Zelfa est délimité par deux discontinuités majeures (D1-D2). La première (D1), sépare les dépôts continentaux du Tortonien de ceux du Messinien inférieur marin. Elle souligne un événement important dans la compréhension de l'évolution de la sédimentation miocène en Tunisie orientale puisqu'elle marque la fin de la sédimentation continentale du Tortonien et le commencement d'un nouveau grand cycle sédimentaire. Le Messinien débute par des dépôts carbonatés bioclastiques qui reflètent des conditions marines franches et témoignent de l'extension d'une plate-forme interne et le développement d'édifices coralliens dans les zones protégées. De telles conditions environnementales favorables à l'épanouissement de la vie (récifs à porites de mer chaude) sont à rattacher à celles décrites et largement étudiées dans d'autres bassins marginaux de la Méditerranée. La séquence se poursuit par un faciès évaporitique, essentiellement anhydritique, témoin de l'installation d'un milieu restreint à « lagunaire » reflétant des conditions de plus en plus xériques et hypersalines. Seules, quelques ostracodes (*Cyprideis*) connus par leur adaptation à des conditions extrêmes de salinité y persistent et annoncent le début d'une crise biologique suite aux conditions stressantes du milieu.

La grande discontinuité (D2) coiffant les dépôts anhydritiques, marque la fin des conditions extrêmes du Miocène supérieur, le retour de la mer et le repeuplement du milieu par la faune pliocène.

L'analyse de l'évolution des faciès et des associations microfaunistiques au sein du puits Zelfa 2 traduit l'installation au cours du Messinien d'un cycle sédimentaire transgressif-régressif montrant une évolution d'un environnement franchement marin à tendance récifale et à paléopeuplements diversifiés vers des conditions restreintes de milieu lagunaire peu propice à la vie.

EVOLUTION SPATIALE DES ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS ET CORRELATIONS.

Le suivi de l'évolution spatiale des faciès messiniens en Tunisie orientale (Sahel de la Tunisie et secteurs avoisinants) a permis de dégager les résultats suivants :

- au cours du Messinien inférieur (phase pré-évaporitique)

Dans la région de Sousse, au niveau des collines des deux sœurs (DAMAK, 1993) et au niveau de la falaise de Skanes-Monastir (GAALOU, 1995), la sédimentation essentiellement argilo-sableuse reflète l'installation d'une plaine littorale silicoclastique soumise aux influences marines tidalitiques.

Plus au sud, au droit de Zeramidine, Kerker et Ksour-Essaf, la sédimentation est essentiellement carbonatée bioclastiques et/ou oolithique. Des calcaires à coraux, bryozoaires et polypiers ont été reconnus dans ces régions. Ceci témoigne de l'installation d'une sédimentation carbonatée marine récifale dans un milieu de type plate forme interne ou rampe perturbée par un flux détritique variable selon les localités.

La coexistence ou la juxtaposition d'un tidal flat silicoclastique (bassin de Sousse-Monastir) et d'un faciès marin bioclastique (bassin de Zeramidine) est à rattacher en partie à la tectonique qui aurait induit une histoire propre à chaque bassin. Des études sismo-tectoniques de surface et de subsurface (BEDIR, 1987 ; HALLER, 1983, ELLOUZE, 1984 ; TOUATI, 1985) ont montré que la morphostructure de la région est largement influencée par la tectonique anté et intra-messinienne ce qui a conduit au morcellement du bâti structural en horsts et grabens et « le creusement dès le Messinien inférieur du fossé tectonique de Mahdia » (BESSEME et KAMOUN, 1988)

L'avancée de la mer messinienne (transgression) dans le Sahel s'est donc manifestée sur ce substrat fracturé en horsts et grabens permettant ainsi la formation de plate-formes littorales isolées et l'accumulation de décharges détritiques dans les zones proches des sources d'apport. L'érosion a été largement favorisée par le climat chaud à tendance aride.

Contrairement aux domaines de l'on - shore, le Messinien de l'off - shore présente des séries plus épaisses (puissance décamétrique). L'individualisation d'édifices coralliens à morphologie variée (biohermes et niches isolées) et faune diversifiée y est certaine. Ces données confirment la pérennité de conditions marines franches et concordent avec celles observées dans d'autres secteurs de la Tunisie [la formation Mequart au Golfe de Gabes (FOURNIE, 1978)] ou d'autres bassins périméditerranéens [Malte (SAINT MARTIN et ANDRE, 1992), Lampedusa (ANDRE et al., 2002) et Chypre (MERLE et al., 2002)].

- au cours du Messinien supérieur (phase évaporitique)

Les dépôts du Messinien supérieur de la Tunisie sont mieux individualisés en domaine off -shore. Ils sont composés par du gypse, de l'anhydrite et parfois des argiles. La mise en place de ces faciès est en relation avec une baisse du niveau marin ayant permis l'installation d'un système « lagunaire » à restreint. Ces conditions environnementales stressantes dépassent le cadre local (Tunisie) et s'inscrivent dans un cadre méditerranéen général où la fermeture tectonique avec l'Atlantique et l'abaissement du niveau moyen de la Méditerranée ont induit des bouleversements importants connus sous le terme de « crise messinienne » (ROUCHY, 2000).

Au début du Pliocène le niveau marin augmente et une transgression généralisée s'amorce à l'échelle de la Méditerranée, suite à l'effondrement du détroit de Gibraltar et permet ainsi le rétablissement d'un environnement marin à faune planctonique et benthique diversifiée.

CONCLUSION

La série sédimentaire du Miocène terminal de la Tunisie orientale peut être divisée en deux unités lithostratigraphiques distinctes correspondant respectivement au Messinien inférieur et au Messinien supérieur.

Les calcaires bioclastiques à faciès algaire et oolithiques et à constructions récifales du Messinien inférieur se sont déposés dans un environnement de plate-forme interne ou de rampe à énergie modérée.

Le Messinien terminal, formé par des dépôts anhydritiques et gypsifères admettant quelques intercalations argileuses, témoigne de la mise en place d'un milieu « lagunaire » à restreint suite à une diminution de la bathymétrie.

Les dépôts messiniens s'organisent en une mégaséquence transgressive-régressive. La variation latérale des faciès montre que l'agencement de ces derniers résulte du jeu combiné de la tectonique et de l'eustatisme sur un substratum structuré en horsts et grabens.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRE, J.P., CORNEE, J.J., SAINT MARTIN, J. P., & LAPOINTE, P., 2002. Organisation séquentielle de la plate-forme carbonatée messinienne du seuil pélagien à Lampedusa (Méditerranée centrale). *Geoveritas*, 24,3: 625-639.
- BEDIR, M., 1992. Géodynamique des bassins sédimentaires du Sahel de Mahdia (Tunisie orientale) de l'Aptien à l'actuel. Sismostratigraphie, sismotectonique et structurale. Thèse de spécialité, Univ. Tunis II, Tunisie.
- BEN FERJANI, A., BURROLET, P. & MEJRI, F., 1990. Petroleum geology of Tunisia. ETAP, 194p.
- BEN SALEM, H., 1992. Contribution à la connaissance de la géologie du Cap Bon : stratigraphie, tectonique et sédimentologie. Thèse de 3^{ème} cycle, Fac. Sci. Tunis.
- BESEME, P. & KAMOUN, Y., 1988. Le Messinien marin de Ksour Essaf (Sahel, Tunisie orientale) : une étude stratigraphique, sédimentologique et paléoécologique. *Rev. Sc. de la Terre, Tunisie*.8 :129-142.
- BISMUTH, H., 1984. Les unités lithostratigraphiques du Miocène en Tunisie orientale. *Soc. Sci. de la Terre, Tunis*.
- COLLEUIL, B., 1976. Etude stratigraphique et néotectonique des formations néogènes et Quaternaires de la région de Nabeul-Hammamet (Cap-Bon, Tunisie). D.E.S. Nice, 94p.

- ELOUZE, N., 1984. Étude de la subsidence de la Tunisie atlasique orientale et de la mer pélagienne. Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Paris VI. 129p.
- GAALOUL, N., 1995. Les environnements siliciclastiques du Néogène du Sahel de la Tunisie : Palynologie et biosédimentologie. Thèse de spécialité, Univ.Tunis II. Tunisie.
- HALLER, P., 1983. Structure profonde du Sahel tunisien. Interprétation géodynamique. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Univ. Franche-Comté, 162p.
- FOURNIE, D., 1978. Nomenclature lithostratigraphique des séries du Crétacé inférieur au Tertiaire de la Tunisie. *Bull.Cent. Rech. Explor.Prod. Elf-Aquitaine*, 2 : 97-14.
- MERLE, D., LAURIAT-RAGE, A., GAUDANT, J., PESTREA, S., COURME-RAULT, M.D., ZORN, I., BLANC-VALLERON, M.M., ROUCHY, J.M., ORSZAG-SPERBER, F., & KRIJGSMAN, W., 2002. Les paléopeuplements marins du Messinien pré-évaporitique de Pissouri (Chypre, Méditerranée occidentale) : aspect paléoécologique précédant la crise messinienne. *Geoveritas*. 24, 3 : 669-689.
- ROUCHY, J.M., 2000. Un évènement exceptionnel : la crise de salinité messinienne en Méditerranée. Les âges de la terre, *MNHN. Paris*. : 4-108.
- SUC, J.P., DINIZ, F., LEROY, S., POU MOT, C., BERTINI, A., DUPONT, L., CLET, M., BESSAIS, E., ZHENG, Z., FAUQUETTE, S., & FERRIER, J., 1995. Zanclean (Brunssumian) to early Piacenzian (early middle Reuverian) climate from 4° to 54° north latitude (West Africa, West Europe and West Mediterranean areas). *Meded. Rijks. Geol. Dienst*, 52: 43-56.
- SAINT MARTIN, J. P. & ANDRE, J. P., 1992. Les constructions coralliennes de la plateforme carbonatée messinienne de Malte. *Géologie méditerranéenne*, XIX :145-163.
- TOUATI, M.A., 1985. Etude géologique et géophysique de la concession de Sidi El Itayem, en Tunisie orientale, Sahel de Sfax. Histoire géologique du bassin et évolution de la fracturation et des structures du Crétacé au Plio-Quaternaire. Thèse Doc., Univ., Pierre et Marie CURIE, Paris VI, 226p.