

ANALYSE SEDIMENTOLOGIQUE ET PALEO-GEOGRAPHIE DES SEDIMENTS MIOCENES (LANGHIEN-SERRAVALIEN) DES ENVIRONS DE TEBESSA (NORD-EST DE L'ALGERIE).

Messaoud HAMIMED* et Waclaw Marian KOWALSKI*

RÉSUMÉ

Dans les environs de Tébessa, les travaux sur les sédiments miocènes du Langhien-Serravalien ont établi la présence de deux bassins sédimentaires, à évolutions différentes. Le bassin méridional se développait en un profil régressif en offlap, qui se traduit par l'enveloppement et le débordement des couches plus récentes (downlap) vers le nord, et la production d'un biseau sommital (toplap) dans les sédiments plus anciens. Le bassin septentrional est plutôt d'un développement transgressif agrasant (onlap) provenant de l'est où les couches les plus récentes débordent les plus anciennes envers l'ouest et représentent un milieu sédimentaire toujours plus profond.

La corrélation séquentielle, les analyses granulométriques, la détermination des structures et des milieux sédimentaires sont les techniques essentiellement considérées pour la distinction des deux régimes sédimentaires, et par conséquent les deux bassins à conditions différentes de subsidence.

Les sédiments miocènes des deux bassins isolés étaient déposés au sein de la surface d'érosion au-dessus des sédiments antérieurs plissés pendant la phase atlasique fini-lutétienne.

La surface d'accumulation au bassin méridional était, seulement au début, légèrement couverte par la mer qui reculait ensuite envers l'est. Cependant, celle du bassin septentrional était beaucoup plus subsidante et a connu une sédimentation généralement marine avec des épisodes littoraux, passant à une émergence temporaire en fin de Langhien-Serravalien.

Une croûte ferrugineuse d'altération continentale semble contemporaine pour les deux bassins. Dans le bassin septentrional, la datation des sédiments miocènes a prouvé la transgression tortonienne sur la croûte ferrugineuse couvrant les sédiments d'âge Langhien-Serravalien. Par analogie, les sédiments azoïques du bassin méridional sont considérés comme Langhien-Serravalien au-dessous de la croûte ferrugineuse et comme Tortonien au-dessus.

Mots clés - Miocène - Burdigalien - Langhien-Serravalien - Croûte ferrugineuse - Tébessa - Algérie - Paléogéographie.

SEDIMENTOLOGICAL ANALYSIS AND PALEO GEOGRAPHY OF MIOCENE (LANGHIAN-SERRAVALIAN) SEDIMENTS IN THE VICINITY OF TEBESSA (NORTH-EAST OF ALGERIA).

ABSTRACT

In the vicinity of Tébessa, the authors' investigations, on the Miocene sediments of the Langhian-Serravalian age, have established the presence of two different sedimentary basins, having different evolutions. The southern basin has a regression profile (offlap and toplap structures) towards the north while the northern basin has a transgression profile (onlap and toplap structures) towards the west. These two different basins were controlled by the different conditions of subsidence.

The sequential correlation, the granulometrical analysis, the structures and the sedimentary environments determination are the essential considered methods to determinate two different types of sedimentation, and consequently the two basins with different subsidences.

The Miocene sediments of these two isolated basins were accumulated within the erosion surface of previous sediments folded during the fini-Lutetian atlasian phase.

The surface of accumulation of southern basin was, only in the beginning, slightly covered by the sea, which moved back afterwards to the east. However, the one of the northern basin was much more subsiding and has generally known a marine sedimentation which passed to a temporary emersion at the end of Langhian-Serravalian. The transgression had come from the east and the basin became deeper towards the west.

A continental alteration iron crust seems to be the same age for the two basins in question. Within the northern basin, the age determination of Miocene sediments has proved a Tortonian transgression within the sediments above the crust covering those of Langhian-Serravalian. By analogy, the azoic southern basin is likewise considered as Langhian-Serravalian underneath the iron crust and Tortonian over it.

Key Words: Miocene - Burdigalian - Langhian-Serravalian - Tortonian - Iron Crust - Tébessa - Algeria - Paleogeography.

I - INTRODUCTION

La région d'étude est comprise entre 35°18'-36°05' de latitude Nord et 70°30'-8°20' de longitude Est. Elle correspond à un segment central de la partie orientale de l'Atlas saharien (fig. 1). Plus précisément, cette étude concerne les sédiments du Miocène moyen (Langhien-Serravalien) de la zone comprise entre Houdjbet, El Aouinet et Meskiana respectivement au sud-est, nord-ouest de Tébessa.

Cette publication assume des études sédimentologiques initiées par des auteurs à

l'échelle régionale, en se basant sur certaines approches antérieures très peu développées.

Le but principal du travail est d'établir, par méthodes sédimentologiques, la paléogéographie et le développement du Miocène moyen dans cette partie de l'Atlas saharien Nord oriental.

Les observations faites antérieurement dans cette zone ont donné une idée sur la présence du Miocène marin au Nord et continental au Sud.

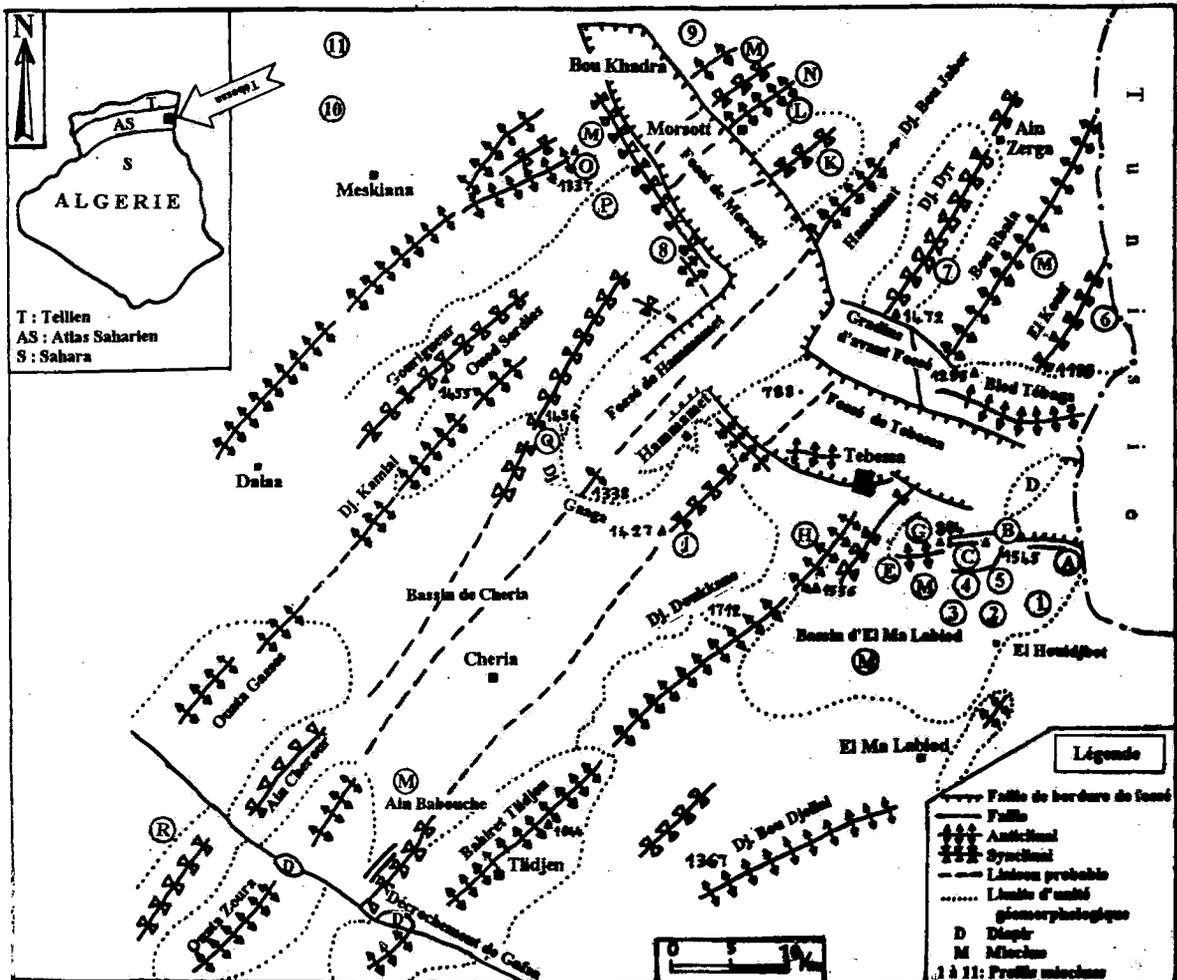


Fig.1 - L'esquisse tectonique de la zone des études avec l'emplacement des affleurements du Miocène
Tectonic sketch of studied area with outcrops locations of Miocene sediments

1- Profil d'Aioun el Ksob (base du Langhien Serravalien, limite SE du bassin) (*Location of Aloun el Ksob profile (base of Langhian-Serravalian, SE boundary of basin)*); 2- Profil de Hadjer Sefra Est (*Hadjer Sefra East profile*); 3- Profil de Hadjer Sefra ouest (*Hadjer Sefra West profile*); 4- Profil de Hadjer Sefra nord (*Hadjer Sefra North profile*); 5- Profil d'Ain Dokkara (*Site of Ain Dokkara profile*); 6- Profil d'El Kouif (*El Kouif*); 7- Profil de Djebel Dyr (*Djebel Dyr*); 8- Profil de Djebel Agab (*Djebel Agab*); 9- Profil de Mechta Remila (*Mechta Remila*); 10- Profil de Koudiat Mami (*Koudiat Mami*); 11- Profil de Koudiat Naga (*Koudiat Naga*).

A- Anticinal du Djebel Kecherid (limite sud du fossé de Fougassana) (*Anticline of Djebel Kecherid (southern border of Fougassana Graben)*); B- Anticinal de Dj. Bou Roumane (*Anticline of Djebel Bou Roumane*); C- Turonien redressé du Dj Bekkaria et Sif Bou Roumane (*Straightened Turonian of Djebel Bekkaria and Sif Bou Roumane*); D- Diapir de Dj. Djebissa (*Diapir of Djebel Djebissa*); E- Col de Tenoukla (Tortonien probable) (*Tenoukla pass (probably tortonian)*); F- Fossé de Fougassana (*Fougassana graben*); G- Anticinal pliocène Dj. Tella - Dj. Bou Roumane (*Pliocene anticline of Djebel Tella-Djebel Bou Roumane*); H- Anticinal Dj. Anoual (*Djebel Anoual Anticline*); I- Anticinal Dj. Mestiri (Plio-Quaternaire) (*Djebel Mestiri Anticline (Plio-Quaternary)*); J- Synclinal éocène de Dj. Tazbent (*Djebel Tazbent Eocene syncline*); K- Synclinal Oued el Taga (*Oued el Taga syncline*); L- Anticinal de Morsott (*Morsott Anticline* ; M- Miocène); M- Miocène (*Miocene*); N- Synclinal Haud Es Sghir (*Haud es Sghir syncline*); O- Anticinal du Dj. Mzouzia (*Djebel Mzouzia Anticline*); P- Dj. Metloug (*Djebel Metloug*); Q- Synclinal du Dj. Troubia (*Djebel Troubia Syncline*); R- synclinal Hamimat- Guerra (*Hamimat Guerra syncline*).

Les études micropaléontologiques récentes de Nguen Van Ngoc (Kowalski *et al.*, 1995a) ont confirmé dans la zone septentrionale, à Mechta Rémila et Koudiat Naga, la présence de sédiments marins, d'âge Langhien-Serravalien, qui sont séparés de sédiments aussi marins d'âge Tortonien par une croûte ferrugineuse d'altération continentale.

Dans la zone méridionale, on a observé un niveau épais de croûte ferro-siliceuse au-dessus du complexe oriental des sédiments miocènes du bassin d'El Ma Labiod. A la base du complexe occidental de ce bassin, les sédiments miocènes renferment une abondance en matériaux ferrifères de provenance sans doute de la croûte surmontant le profil oriental plus ancien. Par analogie avec les sédiments de la zone septentrionale, on considère les sédiments au-dessous de la croûte comme ceux de Langhien-Serravalien et ceux au-dessus comme Tortonien.

Il semble que la croûte ferrugineuse dans la zone septentrionale marque un épisode continental entre la sédimentation marine du Langhien-Serravalien et celle du Tortonien, tandis que la croûte ferro-siliceuse dans la zone méridionale représente un arrêt de subsidence, après le dépôt des sédiments de Langhien-Serravalien, qui s'est plutôt manifestée par une longue période d'altération continentale avant l'affaissement de la partie occidentale du bassin où se sont sédimentés les dépôts tortoniens.

2 - TRAVAUX ANTERIEURS

Les premières observations faites sur les sédiments miocènes des environs de Tébessa ont été données par :

- G. Brives (1919, 1920) sur la trouvaille d'une dent de *Dinotherium* trouvée dans la sablière d'El Kouif.
- G. Durozoy (1956) avait déterminé, sans preuves paléontologiques, dans la carte géologique de Tébessa le Miocène inférieur (Burdigalien) et moyen (Vindobonien) sableux, suivis par le Miocène supérieur (Pontien) marneux.
- F. Morel (1957) a trouvé l'empreinte de l'*Ostrea crassissima* LMK dans les conglomérats à galets carbonatés de Djebel Derries au nord de Tébessa à l'ouest de Djebel Belkif.
- G. Dubourdiou et L. Hottinger (1959) ont signalé la présence de *Neoveolines* dans le Miocène de Mesloula à Djebel Bardo.
- J. L. Bles et J. J. Fleury (1970) ont trouvé, au-dessous du sable miocène d'El Kouif, un conglomérat à gros galets de roches carbonatées de matériel local d'Eocène, et l'ont considéré comme Miocène inférieur.
- J. M. Vila (1977a, b) a trouvé des sédiments miocènes à Ain Ferhat près de Ain Beida, et à Koudiat Naga et Koudiat Mami sur la feuille de Fkirina. Selon lui, l'âge des conglomérats de Koudiat Mami et d'El Mardjene est approximativement burdigalien, mais douteux. Ce même auteur a proposé aussi l'âge Langhien-Serravalien pour les calcaires gréseux roux à algues d'El Mardjene, et de même pour les biomicrites intraclastiques sableux de Koudiat Naga.
- A. Gaudry (1897) a décrit, près de Khenchela au sud de Hammam Salihine, un gisement de conglomérat à *Moerithernium trigonon* ANDEWS, qui confirme l'âge miocène inférieur. Ce conglomérat, à gros éléments arrondis de galets, est déposé sur les sédiments plissés du Crétacé. J. M. Vila (1977c) a supposé que ces poudings soient d'âge aquitano-burdigalien.
- J. M. Vila (1977a) a décrit, dans les environs de Koudiat Mami et Koudiat er Rahia au-dessus des conglomérats du Miocène inférieur, des calcaires gréseux roux à algues. Selon lui c'est la série de biomicrites intraclastiques gréseuses et glauconieuses d'un aspect noduleux

et souvent en gros bancs avec des débris de *Mélobésiées*, de *Bryozoaires*, de *Pectinides* et de *Balanes*. Il a également trouvé la microfaune ci-dessous qu'il a attribué au Miocène inférieur ou moyen.

- *Globigerinoides trilobus* (REUSS)
- *Ammonia beccari* (LINNE)
- *Ubigarina sp.*, *Cibicides sp.*
- *Textularia subangulata* d'ORB.
- *Spiraplectamina carinata* d'ORB.
- *Nonion boueanum* d'ORB.
- *Haplophragmoides sp.*
- *Eponides bertheletianus* (REUSS).

3 - CADRE BIOSTRATIGRAPHIQUE

Les sédiments miocènes de la zone d'étude reposent en discordance sur les formations du Crétacé et Paléogène, plissées au cours de la phase atlasique fini-Lutétienne. Les travaux des auteurs ont établi dans cette zone de recherche la présence de deux bassins sédimentaires différents formés au sein de la surface d'érosion des sédiments crétacés et paléogènes. Le bassin méridional est en général continental à deux petites ingressions marines à la base et la zone littorale dans la partie inférieure de la série du Langhien-Serravalien. Par contre, le bassin septentrional est marin durant le Langhien-Serravalien et le Tortonien, mais présente certaines tendances à l'émersion témoignée par des niveaux littoraux.

3.1 - Langhien-Serravalien

Dans le bassin Nord, le Langhien-Serravalien était daté dans la partie inférieure et moyenne du profil de Koudiat Naga et dans le profil de Méchta Rémila au-dessous de la croûte ferrugineuse (fig.1 et 3).

L'association foraminifère de ces deux profils se résume en microfaune suivante :

- *Orbulina universa* d'ORB.
- *Globigerinoides trilobus* (REUSS).
- *Nonion boueanum* d'ORB.
- *Eponides ex. gr. Bertholotianus* (REUSS).
- *Textularia subangulata* d'ORB.
- *Quinqueloculina ex. gr. Trigonula* (LAM).
- *Elphidium crispum* (LINNE).

L'existence d'*Orbulina universa* d'ORB apparaissant en Langhien dans de nombreuses régions du bassin méditerranéen et dans la composition micropaléontologique des profils de Méchta Rémila et de Koudiat Naga permet d'accepter l'âge Langhien-Serravalien de leurs roches encaissantes.

On note que dans le bassin d'El Ma Labiod, la microfaune est absente, cependant, la macrofaune (*Ostrea sp. et Rhynchonella sp.*) est déterminée par les auteurs en consultation avec F. Mabrouk, dans le conglomérat basal d'El Houdjbet et d'Aioun el Ksob.

3.2 - Tortonien

Dans le bassin Nord, à Sidi Yahia vers l'ouest de Méchta Rémila derrière la faille tectonique, et au sommet du profil de Koudiat Naga, la microfaune décrite par Nguen Van Ngoc se résume en :

- *Globorotalia acostaensis* (TAKAYNAGI et SEITO).
- *Globorotalia menardi* d'ORB.
- *Globigérina cf. nepenthes* (TODD).
- *Ammonia beccari* (LINNE).
- *Quinqueloculina longirostrata* d'ORB.
- *Cibicides lobatus* (WALCER et JACOB).

L'âge tortonien de cette association de microfaune est déterminée par les trois premières formes citées en haut. On note que dans le bassin d'El Ma Labiod les sédiments sont azoïques.

4 - CADRE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

4.1- Burdigalien présumé de la zone d'étude

Les sédiments du Burdigalien présumé, comme d'autres sédiments miocènes de l'Atlas saharien se caractérisent par la diversité de leurs faciès, cependant, dans la zone d'étude, seuls les conglomérats des zones bordières du bassin marin y marquent leur présence. Les conglomérats de Koudiat Mami se composent de galets calcaires tortoniens et aptiens, ceux de Koudiat Derries de galets calcaires maestrichiens et ceux d'El Kouif de galets calcaires de l'éocène. L'ensemble de ces conglomérats représente un matériel local provenant de l'érosion des reliefs jeunes pas encore complètement érodés.

4.2 - Langhien-Serravalien de la zone d'étude

4.2.1 - Langhien-Serravalien de la zone septentrionale

Dans ce bassin, la sédimentation marine est diversifiée en dépendance de la distance du bord de la mer.

Dans les deux profils de Méchta Rémila et Koudiat Naga, situés dans la partie sud de la zone, les sédiments marins sont du type terrigène, par contre, dans le profil plus septentrional de Koudiat Mami ils sont du type carbonaté. Ceci laisse à supposer qu'il y ait diminution d'apport terrigène du sud vers le nord, un processus lié à l'éloignement du bord de la mer et à l'approfondissement du bassin. On ajoute que les sédiments de cette partie sud présentent une inclinaison de structures sédimentaires en direction du Nord-Ouest.

Les deux profils de Méchta Rémila et Koudiat Naga se caractérisent par une sédimentation en général gréseuse à ciment carbonaté,

mais à la base du profil de Koudiat Naga, il existe une bande calcaire sableuse à structure noduleuse.

Quant au profil de Koudiat Mami, les sédiments de Langhien-Serravalien reposent sur des conglomérats, présumés burdigaliens, et leurs faciès sont représentés par deux niveaux marno-intercalés par des calcaires intramicrosparites sableux, qui sont surmontés par des grès à ciment carbonaté du Tortonien.

La glauconie caractérise l'ensemble des trois profils. Envers le sommet du profil de Méchta Rémila, il apparaît une croûte ferrugineuse d'altération continentale, à morceaux de bois, qui sépare les sédiments marins du Langhien-Serravalien de ceux du Tortonien.

A Méchta Rémila et Koudiat Naga, les sédiments littoraux, à structures sédimentaires en épis, s'observent au début des séquences simples et en fin des séquences inverses. Entre ces niveaux, on observe des structures parallèles des courants de suspension. Ces dernières caractérisent également le profil de Koudiat Mami à faciès marno-calcaire parfois faiblement gréseux envers le sommet.

Tous les trois profils sont très riches en faune (*oursins et lamellibranches*) et algues.

4.2.2 - Langhien-Serravalien de la zone méridionale

L'épaisseur de la coupe du Langhien-Serravalien dans le bassin d'El Ma Labiod est d'environ 120m.

Seulement à El Kouif, les sédiments sableux du Langhien-Serravalien reposent en discontinuité sur le conglomérat calcaire présumé Burdigalien de provenance locale. Par ailleurs dans cette zone, les sables du Langhien-Serravalien reposent directement sur le Crétacé ou le

Paléogène. Le conglomérat basal du Langhien-Serravalien apparaissant à Aioun el Ksob et Houdjbet (fig. 1 et 2) ne s'observe pas dans les segments plus jeunes du profil qui reposent également sur les formations de Crétacé ou de Paléogène.

Ce conglomérat de base du Langhien-Serravalien est composé de galets émoussés et usés de silex, et de rares morceaux de quartz, qui témoignent certainement un long transport fluvial, donc un faciès complètement autre que celui du conglomérat présumé Burdigalien.

Les sédiments sableux de tout le profil ne renferment ni feldspaths ni composants carbonatés, mais sont uniquement composés de quartz à grains luisants, bien émoussés ou arrondis, témoignant un long transport fluvial avant le dépôt, donc une origine allogénique. On signale aussi dans le profil la présence de très minces intercalations argileuses dans des niveaux de plaine de delta.

Les structures se différencient suivant les changements assez vite des milieux sédimentaires, on rencontre généralement des structures littorales, deltaïques et fluviales.

Dans les sédiments littoraux, on rencontre des structures de lit de flux (en épis ou arrêt de poisson), des structures convolutées (courants unidirectionnels à vitesses croissantes), des structures en plis couchants (courants unidirectionnels de grandes vitesses), des structures de plage entrecroisées ou peu inclinées en direction du bassin marin.

Dans les sédiments deltaïques, on observe des structures de lit de delta à obliquité environ 30° envers le N ou NNW, la direction générale de la progradation des dépôts. On rencontre aussi des structures de plaine de delta peu ou pas inclinées.

Dans les sédiments fluviaux, on observe des structures entrecroisées en auges (en gouttières), modérément inclinées et épars à la base,

et des structures peu ou pas inclinées de plaine alluviale.

4.3 - Tortonien de la zone d'étude

Ici, on mentionne seulement les coupes où il y a la succession verticale entre les sédiments du Langhien-Serravalien et du Tortonien. La corrélation de la coupe de Koudiat Mami avec les deux profils datés de Méchta Rémila et Koudiat Naga, laisse à conclure que les sédiments de Tortonien sont pour l'ensemble des sédiments sableux ou gréseux. Par ailleurs, dans le bassin d'El Ma Labiod, cette succession entre Langhien-Serravalien et Tortonien n'est pas observable et les sédiments tortoniens, à partie inférieure sableuse et supérieure argileuse, reposent sur le Crétacé dans la zone du bassin plus jeune que la croûte ferro-siliceuse du Langhien-Serravalien.

4.4 - Croûte ferrugineuse

Cette croûte d'altération continentale fait une limite à l'échelle régionale entre le Langhien-Serravalien et le Tortonien. Elle se développe au-dessus de différents niveaux de Langhien-Serravalien et son épaisseur est variable. L'épaisseur de la croûte ferro-siliceuse dans le bassin méridional est d'environ 5-30m, par contre celle de la croûte ferrugineuse du bassin septentrional ne dépasse pas les 3m. Cette différence d'épaisseur s'explique par un long arrêt de sédimentation au Sud par apport au Nord qui a connu un court épisode continental.

5- MÉTHODES DE DÉTERMINATION DES MILIEUX SÉDIMENTAIRES

Pour déterminer les milieux sédimentaires, plusieurs méthodes ont été utilisées :

- Observations macroscopiques sur terrain, en particulier les caractéristiques pétrographiques,

les structures sédimentaires et les phénomènes tectoniques.

- Analyses paléontologiques des profils.
- Analyses granulométriques des échantillons : tamisage pour formations tendres et planimétrie pour formations dures.
- Analyses pétrographiques en lames minces et sous binoculaire.
- Calcul des coefficients sédimentologiques.
- Application des méthodes sédimentologiques : analyse séquentielle, mécanismes de transport selon la distribution de population des grains (Visser, 1969), détermination des milieux de sédimentation par application des relations entre coefficients sédimentologiques et par analyse des structures sédimentaires.

6 - LISTE DES PROFILS ÉTUDIÉS

L'ensemble des profils étudiés provient de deux bassins : méridional d'El Ma Labiod et septentrional d'El Aouinet-Meskiana.

6.1 - Bassin méridional d'El Ma Labiod (fig.1)

- Profil d'Aioun el Ksob près de Mechta Ben Falia (1)
- Profil de Hadjer Sefra Est (2)
- Profil de Hadjer Sefra Ouest (3)
- Profil de Hadjer Sefra Nord (4)
- Profil d'Ain Dokkara (5)
- Profil d'El Kouif, au NE de la figure (6)
- Profil de Djebel Dyr, au NE de la figure (7)
- Profil de Koudiat Agab, au NW de la figure (8)

6.2 - Bassin septentrional d'El Aouinet-Meskiana (fig.1)

- Profil de Mechta Remila, au N de la figure (9)
- Profil de Koudiat Naga, au NW de la figure (10)
- Profil de Koudiat Mami, au NW de la figure (11)

7 - ANALYSE SÉQUENTIELLE DES SÉDIMENTS MIOCÈNES (LANGHIEN-SERRAVALIEN) DU BASSIN MÉRIDIONAL D'EL MA LABIOD (FIG. 1 ET 2) :

L'analyse séquentielle des profils du bassin d'El Ma Labiod a donné les résultats suivants :

7.1- Profil d'Aioun el Ksob : 17 échantillons

Le profil d'Aioun el Ksob est représenté par trois cycles sédimentaires.

Cycle 1 : (ép. 4.5m). Il est symétrique avec ses deux séquences simple et inverse.

La séquence simple est représentée par le conglomérat de base composé de galets de silex bleu et de rares galets de quartz. Le matériel de ces conglomérats n'est pas d'origine locale et il est très dur et bien usé, cela indique un transport long d'une origine d'alimentation très lointaine, probablement du Sahara tunisien. Dans ce conglomérat, on a trouvé des empreintes d'*Ostrea sp.*, et *Rhynchonella sp.*, qui confirment un milieu marin de sédimentation.

La séquence inverse est représentée par des grès à structure parallèle (lits plats supérieurs) de la zone des brisements de vagues (tab.1, éch.1). Ce sont des grès quartzeux, sans feldspaths ni micas, à grains émoussés et usés indiquant un long transport fluvial. Cette

séquence se finit par des sédiments de plage (éch.2) qui témoignent une émergence temporaire suivie des sédiments de la zone de brisements de vagues (éch.3), qui indiquent une deuxième ingressión marine. Probablement, la partie sommitale de ce premier cycle a été érodée.

Cycle 2 : (ép. 23m). Il est symétrique et composé d'une mégaséquence simple (9.5m) et d'une mégaséquence inverse (13.5m).

La mégaséquence simple 2 est composée de deux séquences dont la première marque la deuxième ingressión marine à conglomérat transgressif (ép. 1m), composé de galets de silex bleu et de rare quartz. La régression temporaire est marquée par des sédiments de plage (éch.4) suivie par des sables à structure horizontale du milieu de vagues translatives (éch.5).

La mégaséquence inverse 2 est composée de trois séquences inverses. A la base, on observe des sédiments de lit de flux à structure en arrêt de poisson (éch. 6 et 7), qui font la première séquence inverse. La deuxième séquence inverse fait le passage entre les sédiments de lit de flux (éch. 8) et de plage qui indiquent une émergence temporaire (éch.9). La troisième séquence inverse fait le passage entre les sédiments de plage (éch.10), de vagues translatives (éch.11) et de lit de flux (éch.12).

Cycle 3 : (ép.9.5m). Il est composé d'une séquence simple d'épaisseur 4m (éch.13 et 14) et d'une séquence inverse d'épaisseur 5.5m (éch. 15, 16 et 17). Il représente un milieu deltaïque à dépôts fortement obliques de lit de delta. On note la présence de morceaux de bois fossilifère.

Tableau n°1 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil d'Aïoun el Ksob.

Sedimentological characteristics of Aïoun el Ksob profil's samples

N° éch.	Posit (m)	Pend.	Md. (µm)	C (µm)	Mz (ø)	[PAG] di (ø)	Class	Roul. (%)	Salt. (%)	Susp. (%)	Mil. Sed.	Observations Binoculaires
Base	0.0	-	56*10 ³	-	-	-	-	-	-	-	Cong. Trans.	Galats de silex et quartz
01	2.5	20°	410	1800	1.37	0.94	M	0.1	98.1	1.8	BV	Oxydes de Fer
02	4.5	"	710	2000	0.61	0.65	AB	0.9	99.1	0.0	PL	"
03	5.5	"	900	3150	1.30	1.00	M	0.7	94.8	4.5	BV	Oxydes de Mn
Base	6.0	"	25*10 ³	-	-	-	-	-	-	-	Ingr.	"
04	7.0	"	350	700	1.57	0.62	AB	0.0	97.9	2.1	PL	Oxydes (Fe, Mn)
05	8.0	"	490	6000	0.66	2.18	Tm	8.0	41.6	50.4	VT	"
06	14.0	10°	320	2200	1.54	1.11	M	0.7	88.6	10.7	LF	"
07	14.5	"	360	1800	1.62	0.88	M	0.1	87.2	12.7		Oxydes (Fe, Mn), Calcite.
08	16.5	"	490	4000	0.99	1.42	M	4.0	77.5	18.5	LF	Oxydes de fer
09	19.5	"	450	790	1.41	0.65	AB	0.2	91.8	8.0	PL	"
10	21.5	"	490	1990	1.31	0.78	M	4.0	90.4	5.6	PL	Oxydes (Fe, Mn)
11	23.5	"	230	2000	1.90	1.03	M	0.6	56.0	43.4	VT	Oxydes (Fe, Mn), Calcite.
12	25.5	"	260	700	2.06	0.66	AB	1	80.8	18.0	LF	"
13	27.5	"	610	3130	0.83	1.18	M	0.3	94.5	5.2	LD	Oxydes de Mn.
14	29.5	"	510	1990	1.08	0.74	M	0.6	84.8	14.6	LD	Oxydes (Fe, Mn).
15	33.0	"	300	5940	1.50	1.44	M	4.8	88.2	7.0	LD	"
16	36.0	"	300	1990	1.65	0.99	M	0.4	92.6	7.0	LD	"
17	38.0	"	340	3130	1.48	1.15	M	0.1	91.0	8.9	LD	Oxydes de Fer

Explications des abréviations : éch. - échantillon, Posit. - Position, Pend. - Pendage, Md - Médiane, C - Diamètre à 99%, Mz - Diamètre moyen, di - Coefficient de dispersion, Class. - Classement, Roul. - Roulement, Salt. - Saltation, Susp. - Suspension, Mil. Séd. - Milieu sédimentaire, B - Bon, AB - Assez bon, M - Moyen, m - Mauvais, Tm - Très mauvais, Cong. - Conglomérat, Trans. - Transgressif, BV - Brisement de vagues, PL - Plage, Ingr. - Ingression, VT - Vagues translatives, LF - Lit de flux, LD - Lit de delta.

7.2 - Profil de Hadjer Sefra Est : 17 échantillons.

Ce profil provient d'une sablière qui ne représente que la partie supérieure des sédiments de la zone d'étude. Il commence par le sommet de la séquence inverse 2 qui est suivie par les deux cycles (3 et 4).

Le sommet de la séquence inverse 2 (ép. 4m) est représenté par des sédiments de la zone de brisement des vagues (éch. 1 et 2) à structure parallèle.

Cycle 3 : (ép. 12m). Il est composé d'une séquence simple (9.5m) et d'une séquence inverse (2.5m).

La séquence simple 3 fait le passage entre les sables de plage (éch. 3) et ceux de la zone de brisement des vagues (éch. 4, 5, 6 et 7), qui marquent une ingression marine après l'émersion temporaire.

La séquence inverse 3 fait le passage entre les sédiments de plage et de lit de flux. Le développement littoral de cette séquence, devenant deltaïque à Aioun el Ksob, indique le recul plus tôt de la mer de la partie bordière du bassin que de sa partie centrale.

Cycle 4 : (ép. 14m). Il est composé de la séquence simple (3m), et de la séquence inverse (11m).

La séquence simple 4 fait le passage entre les sédiments de lit de flux à structure en arrêt de poisson (éch. 10) et de plage (éch. 11) à grains bien classés.

La séquence inverse 4 fait le contact entre les sédiments de plage (éch. 12) et les sédiments deltaïques en discordance érosive. Les structures des sédiments deltaïques sont fortement obliques, à plongement NNW.

7.3- Profil de Hadjer Sefra Ouest : 37 échantillons.

Ce profil, fait dans une sablière, repose sur les argiles de la zone d'altération des marnes de Crétacé. Il représente trois cycles (2, 3 et 4).

Cycle 2 : (ép. 38m). Il est composé de la séquence simple 2 (4.5m) et de la mégaséquence inverse 2 (33.5m).

Tableau n°2 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil de Hadjer Sefra Est.

Sedimentological characteristics of Hadjer Sefra East profile samples

N° éch.	Posit (m)	Pend.	Md (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class.	Roul. (%)	Salt. (%)	Susp. (%)	Mil. Séd.	Observations binoculaires.
01	0.0	40°	330	1600	1.70	0.91	M	0.08	93.1	6.8	BV	Oxydes de fer, Calcite
02	1.0	25°	440	2500	1.35	1.02	M	0.40	94.6	5.3	BV	Oxydes de fer
03	4.0	"	640	2000	0.98	0.78	M	0.10	99.9	0.0	PL	Oxydes de fer
04	6.0	40°	340	2000	1.63	1.14	M	0.10	90.5	9.4	BV	Oxydes(Fe,Mn)
05	8.0	"	350	1000	1.71	1.09	M	0.40	89.6	10.0	BV	Oxydes de fer
06	13.0	"	290	3140	1.70	1.01	M	0.50	94.5	5.0	BV	Oxydes de fer
07	13.5	"	160	630	2.13	0.62	AB	0.50	94.7	4.8	BV	Calcite.
08	14.5	"	200	500	2.28	0.53	AB	0.10	96.4	3.5	PL	Oxydes de fer, Calcite.
09	15.0	"	300	6200	1.20	1.69	M	11.30	73.1	15.6	LF	Oxydes de fer.
10	16.0	"	470	6000	1.08	1.81	M	4.50	81.5	14.0	LF	Oxydes de fer, Calcite.
11	18.0	"	450	1990	1.17	0.48	B	0.30	98.8	0.9	PL	Oxydes(Fe,Mn)
12	19.0	"	270	500	2.01	0.46	B	0.10	88.0	11.9	PL	Oxydes(Fe,Mn)
13	20.0	"	370	1600	1.16	0.95	M	0.20	73.8	26.0	LD	Oxydes de fer, Calcite.
14	22.0	"	450	5680	0.76	1.78	M	12.00	71.1	16.9	LD	Oxydes(Fe,Mn)
15	23.0	"	570	5000	0.87	1.57	M	1.00	77.0	22.0	LD	Oxydes(Fe,Mn) Calcite.
16	25.0	"	430	1600	1.19	0.92	M	0.10	92.9	7.0	LD	Oxydes(Fe,Mn) Calcite.
17	28.0	"	430	5000	1.20	1.00	M	1.00	79.0	20.0	LD	Oxydes de fer.

Tableau n°3 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil de Hadjer Sefra Ouest.
Sedimentological characteristics of Hadjer Sefra West profile samples

N° Éch.	Posit. (m)	Pend.	Md (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class	Roul.	Salt.	Susp.	Mil. Séd.	Observations binoculaires.
01	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0	CS	Argile
02	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0	CS	Argile
03	1.5	30°	220	1600	2.17	0.79	M	0.3	86.0	13.7	LF	Oxydes de fer, glauconie.
04	3.5	"	390	3000	1.26	1.06	m	0.9	94.6	4.5	BV	Oxydes de fer.
05	5.5	"	360	3000	1.46	1.10	m	0.9	92.7	6.4	BV	Oxydes de fer.
06	8.5	"	330	5100	1.53	0.87	M	1.1	95.4	3.5	BV	Oxydes de fer.
07	10.5	"	480	1990	1.02	0.92	M	2.3	84.6	13.1	LF	Oxydes(Fe,Mn)
08	11.0	"	580	4800	0.66	1.00	M	2.0	89.1	8.9	LF	Oxydes de fer.
09	11.5	"	530	5300	0.88	0.89	M	1.7	96.2	3.1	BV	Oxydes de fer, glauconie.
10	12.0	"	580	5800	0.86	1.23	M	1.7	81.3	17.0	LF	Oxydes de fer.
11	15.5	"	—	—	—	—	—	—	—	100.0	MA	Argile
12	17.0	"	910	3990	0.40	1.27	M	0.3	87.7	12.0	LF	Oxydes de fer.
13	18.0	25	990	4980	0.38	1.42	M	0.7	92.3	7.0	BV	Oxydes de fer, glauconie.
14	19.0	"	380	2300	1.45	0.98	M	0.6	94.3	5.1	BV	Oxydes de fer.
15	20.0	"	480	3500	1.00	0.89	M	1.2	81.8	17.0	LF	Oxydes de fer.
16	21.0	"	360	1240	1.81	0.91	M	0.8	91.2	8.0	LF	Oxydes de fer.
17	22.0	"	520	3140	0.96	0.94	M	0.3	71.6	28.1	CS	Oxydes de fer.
18	24.0	"	380	2300	1.49	0.91	M	0.08	93.92	6.0	BV	Oxydes de fer, calcite.
19	26.0	"	490	5100	1.05	1.06	M	1.5	95.5	3.0	BV	Oxydes(Fe,Mn), calcite, glauconie.
20	28.0	"	710	4600	0.49	1.29	M	3.0	95.5	2.0	BV	Oxydes(Fe,Mn)
21	33.0	"	250	1100	1.94	0.57	AB	0.1	95.9	4.0	PL	Oxydes de fer, glauconie, calcite
22	36.0	"	430	2230	1.18	0.82	M	0.8	94.7	4.5	PL	Oxydes de fer.
23	38.0	"	470	2300	1.09	0.83	M	0.5	95.5	4.0	PL	Oxydes de fer.
24	42.0	20°	490	2300	1.14	1.18	M	0.4	77.6	22.0	LF	Oxydes(Fe,Mn).
25	44.0	"	315	2480	1.53	1.09	M	1.5	90.7	7.8	BV	Oxydes de fer.
26	45.0	"	790	3990	0.51	1.33	M	0.6	95.4	4.0	BV	Oxydes de fer.
27	48.0	"	380	1700	1.56	0.75	M	0.4	81.6	18.0	LF	Oxydes de fer.
28	53.0	"	290	2270	1.56	1.37	M	0.7	66.3	33.0	CS	Oxydes de fer, calcite.
29	59.0	"	240	580	2.08	0.46	B	0.15	87.25	12.6	PL	Oxydes de fer.
30	60.0	"	300	930	1.78	0.60	AB	0.3	91.7	8.0	PL	Oxydes de fer.
31	65.0	"	320	1990	1.62	1.02	M	1.0	85.0	14.0	LF	Oxydes(Fe,Mn).
32	70.0	"	280	950	1.84	0.70	AB	1.5	90.5	8.0	PL	Oxydes de fer.
33	76.0	"	190	390	2.37	0.30	TB	0.4	99.6	0.0	PL	Oxydes de fer, muscovite.
34	82.0	"	240	5600	1.87	1.00	M	3.0	86.7	10.3	LD	Oxydes de fer, muscovite.
35	89.0	"	410	4480	1.40	0.80	M	7.0	88.0	5.0	LD	Oxydes(Fe,Mn).
36	91.0	"	380	1200	1.37	0.75	M	0.1	84.7	15.2	LD	Oxydes de fer.
37	92.0	"	850	6000	0.36	0.95	M	5.0	91.3	3.7	LD	Oxydes de fer.

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1. Autres explications : TB - Très bon, MA - Marais, CS - Courant de suspension

La séquence simple 2 est représentée par des sédiments de lit de flux (éch. 3), suivis de ceux de la zone de brisement des vagues (éch. 4 et 5).

La mégaséquence inverse 2 est composée de six séquences inverses dont les deux premières font le passage entre les sédiments de brisement de vagues et de lit de flux (éch. 6 à 10), la troisième entre les sédiments de marais (éch. 11) et ceux de lit de flux (éch. 12), et les trois dernières entre les sédiments de brisement de vagues, de lit de flux et de plage (éch. 13 à 23).

Cycle 3 : (ép. 22.5m). Il a une épaisseur double que celles d'Aioun el Ksob et de Hadjer Sefra Est. Il est composé d'une mégaséquence simple (17.5m) et d'une séquence inverse (4.5m).

La mégaséquence simple 3 est composée de deux séquences simples qui représentent le passage entre les sédiments de brisement de vagues, de lit de flux et de courant de suspension (éch. 24 à 29). Les structures sont successivement parallèles (lits plats supérieurs), en épis et de nouveau parallèles (lits plats inférieurs).

La séquence inverse 3 représente un milieu de plage (éch. 30), avec un classement assez bon et une structure inclinée.

Cycle 4 : (ép. 29m). Il est composé d'une séquence simple (11m) et d'une mégaséquence inverse (18m).

La séquence simple 4 représente les sédiments de plage (éch. 31 et 32), avec une structure un peu inclinée et de grains de quartz bien classés.

La mégaséquence inverse 4 fait le passage entre les sédiments de plage et de delta en discordance érosive.

Au sommet de ce cycle 4, on note la présence d'une importante croûte ferro-siliceuse qui est le résultat d'une longue période d'altération continentale d'un climat semi-aride à aride.

7.4 - Profil de Hadjer Sefra Nord : (19 échantillons).

Ce profil est situé à environ 2km au nord du profil de Hadjer Sefra Ouest. L'analyse séquentielle a prouvé la présence du cycle 4 (29m) et de la mégaséquence simple 5 (20m).

Cycle 4 : (ép. 29m, éch. 1-10). Il est composé d'une séquence simple (7m) et d'une mégaséquence inverse (22m).

La séquence simple 4 se compose de couches de sables deltaïques (éch. 1-2), à structures bien inclinées.

La mégaséquence inverse 4 est composée de trois séquences inverses à sédiments sableux de lit de delta (éch. 3-10). Les structures sont fortement obliques à présence de lamines peu continues de graviers. Parfois on rencontre de très minces intercalations d'argiles de plaine de delta.

La mégaséquence simple 5 (éch. 11-19) est composée de deux séquences simples fluviales sableuses à structure en auges. La première repose en discordance érosive sur les sédiments deltaïques de la mégaséquence inverse 4 et la deuxième est couverte par une croûte d'altération ferro-siliceuse, qui témoigne un arrêt de sédimentation dans la région.

7.5- Profil d'Ain Dokkara : (ép. 80m).

Ce profil est composé de la mégaséquence inverse 3, du cycle 4 en entier et de la mégaséquence simple 5.

La mégaséquence inverse 3 (ép. 20m, éch. 1-14) repose sur la zone d'altération des marnes du Turonien Supérieur (éch. 1-3). Elle est généralement composée de sédiments sableux qui caractérisent cinq séquences inverses de milieu littoral se terminant en deltaïque. La première séquence correspond aux sédiments de lit de flux, la deuxième fait le passage entre brisement de vagues et plage (émersion temporaire), la troisième entre plage et lit de flux, la quatrième

Tableau n°4 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil de Hadjer Sefra Nord.

Sedimentological characteristics of Hadjer Sefra North profile samples

N° éch.	Posit. (m)	Md (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class. %	Roul. %	Salt.	Susp.	Mil. Séd.
01	0.0	440	2200	1.12	0.74	M	1.0	93.0	6.0	LD
02	5.0	380	2600	0.88	0.13	TB	2.0	92.0	6.0	LD
03	6.0	480	3500	1.31	1.31	M	9.0	83.0	8.0	LD
04	10.0	490	1900	0.95	1.08	M	20.0	76.0	4.0	LD
05	13.0	320	1800	1.61	0.98	M	0.0	92.0	8.0	LD
06	17.0	730	5000	0.34	1.08	M	0.0	95.0	5.0	LD
07	21.0	600	6800	0.38	1.43	M	8.0	90.0	2.0	LD
08	24.0	690	2800	0.53	0.94	M	6.0	92.0	2.0	LD
09	26.0	900	2900	0.07	0.88	M	20.0	69.0	1.0	LD
10	28.0	1800	5500	0.01	1.28	M	41.0	57.0	2.0	LD
11	29.0	940	3800	0.08	1.28	M	20.0	80.0	0.0	F
12	30.0	730	2700	0.40	0.99	M	5.0	85.0	10.0	F
13	34.0	580	1850	0.91	1.02	M	15.0	85.0	0.0	F
14	37.0	900	4200	0.10	0.85	M	8.0	92.0	0.0	F
15	39.0	720	3200	0.57	1.00	M	5.0	95.0	0.0	F
16	42.0	450	1800	1.19	0.71	AB	3.0	95.0	2.0	F
17	46.0	380	4000	1.49	0.89	M	3.0	92.0	5.0	F
18	49.0	530	2900	0.79	1.02	M	6.0	90.0	4.0	F
19	52.0	2300	11000	0.71	1.58	M	60.0	40.0	0.0	F

Explications des abréviations : N° éch. - Numéro d'échantillon, Posit. - Position, Md : Médiane, C - Diamètre à 99%, Mz - Diamètre moyen, δi - Coefficient de dispersion, Class. - Classement, Roul. - Roulement, Salt. - Saltation, Susp. - Suspension, Mil. Séd. - Milieu de sédimentation, TB - Très bon, AB - Assez bon, M - Moyen, m - mauvais, LD - Lit de delta, F - Fleuve.

entre brisement de vagues et plage et la dernière entre plage et milieu deltaïque. On note la présence d'un contact érosif bien incliné entre les sédiments de plage et ceux de delta à structure fortement oblique. A la base des sédiments deltaïques, on observe de très minces intercalations d'argile (plaine de delta) et plus haut on note la présence de morceaux de bois silicifié.

Cycle 4 : (ép.17m, éch.15-25). Ce cycle est composé d'une mégaséquence simple(3m), et d'une mégaséquence inverse (14m).

La mégaséquence simple 4 (éch.15-19) est composée de deux séquences simples dont la première est du milieu littoral reposant en discordance érosive sur les sédiments deltaïques et la deuxième débute par un conglomérat transgressif surmonté de sédiments de plage.

La mégaséquence inverse 4 (éch.20-25) est composée de deux séquences inverses deltaï-

ques, dont la première est en discordance érosive sur les sédiments de plage, et la deuxième débute par des dépôts argileux de plaine de delta, qui passent plus haut en sédiments deltaïques à médiane élevée et à structure fortement oblique à plongement NNW. On note parfois la présence de morceaux de bois silicifié.

Cycle 5 : (ép.35m, éch.26-34). Il est simplement représenté par la mégaséquence simple 5 (35m), qui est composé de quatre séquences simples. La première est deltaïque à sédiments de lit de delta couverts par ceux de plaine de delta. La deuxième est aussi deltaïque et représente à son sommet des structures convolutées qui marquent le passage entre les sédiments deltaïques et fluviaux. Ces derniers sont à structures en gouttières à morceaux de bois et ils font les deux séquences simples 3 et 4. Au sommet du profil, il se développe la croûte ferro-siliceuse d'altération continentale.

Tableau n°5 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil d'Aïn Dokkara
Sedimentological characteristics of Aïn Dokkara profile samples

N° éch.	Posit. (m)	Md (μ m)	C (μ m)	Mz (\emptyset)	Si (\emptyset)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	0.0	-	-	-	-	-	-	-	100%	CS
02	0.5	230	430	2.01	0.59	AB	-	5.0	95.0	CS
03	1.0	260	480	2.09	0.78	M	-	85.0	15.0	CS
04	3.0	400	1200	1.43	0.55	AB	2.0	93.0	5.0	LF
05	3.5	270	1400	1.86	0.76	M	9.0	83.0	8.0	BV
06	4.0	280	700	1.94	0.51	AB	0.0	97.0	3.0	PL
07	6.0	210	480	2.33	0.41	B	0.0	93.0	7.0	PL
08	8.0	300	800	1.82	0.65	AB	0.0	94.0	6.0	LF
09	10.0	430	2000	1.13	0.94	M	1.0	93.0	6.0	BV
10	10.5	260	1100	1.96	0.51	AB	5.0	89.0	6.0	BV
11	11.0	450	1000	1.27	0.49	B	1.0	97.0	2.0	PL
12	12.0	180	1600	2.42	0.88	M	2.0	79.0	19.0	LF
13	18.0	400	1500	1.32	0.85	M	1.0	97.0	2.0	LD
14	20.0	600	1900	0.75	0.77	M	2.0	79.0	19.0	LD
15	21.0	550	1700	0.98	0.77	M	0.0	96.0	4.0	LF
16	22.0	550	1200	0.91	0.78	M	2.0	91.0	7.0	PL
17	23.0	4000	-	-	-	-	-	-	-	Ingr.
18	23.5	380	3000	1.58	0.89	M	5.0	91.0	4.0	LF
19	24.0	700	1400	1.18	0.40	B	5.0	89.0	6.0	PL
20	27.0	490	3900	1.14	0.90	M	10.0	69.0	21.0	LD
21	28.0	470	6000	1.20	1.22	M	19.0	79.0	2.0	LD
22	32.0	490	2500	1.16	1.01	M	7.0	91.0	2.0	LD
23	36.0	380	5000	1.58	0.67	AB	2.0	95.0	3.0	LD
24	37.0	600	2500	0.60	0.97	M	2.0	80.0	18.0	LD
25	40.0	700	4000	0.67	1.09	M	6.8	75.2	3.0	LD
26	43.0	430	5000	1.38	1.56	M	5.0	92.0	3.0	LD
27	55.0	480	2200	1.16	0.82	M	5.0	75.0	20.0	F
28	57.0	420	1800	1.25	0.74	M	3.0	95.0	2.0	F
29	60.0	380	1000	1.14	0.80	M	1.0	94.0	5.0	F
30	64.0	450	1800	1.13	0.89	M	10.1	87.0	3.0	F
31	67.0	310	1400	1.74	0.75	M	2.0	95.0	3.0	F
32	70.0	300	1600	1.80	0.60	AB	2.0	97.0	1.0	F
33	72.0	280	900	2.42	0.73	M	1.0	83.0	16.0	F
34	76.0	250	800	2.70	0.77	M	1.0	80.0	19.0	F
35	80.0	100	700	3.00	0.80	M	1.0	70.0	29.0	F

Explications des abréviations : Voir tableau n°1. Autres explications : B - Bon, CS - Courants de suspension, LF - Lit de flux, BV - Brisement de vagues, PL - Plage.

7.6 - Profil d'El Kouif : (11m, 6 éch).

Il représente les sédiments de la mégaséquence inverse 4 qui fait le passage entre les sédiments littoraux (brisement de vagues et plage) et ceux de delta.

7.7 - Profil de Djebel Dyr : (6m, 4 éch).

Il représente seulement des sédiments littoraux (zone de brisement de vagues et lit de

flux) de la séquence inverse 4 reposant en discordance sur l'Éocène. Ces sédiments ont été signalés comme continentaux par J. Flandrin (1948) et par J. L. Bles et J. L. Fleury, 1970.

7.8 - Profil de Djebel Agab : (18m, 8 éch).

A Djebel Agab près de Djebel Belkif, les sédiments miocènes appartiennent à la mégaséquence inverse 4 qui repose sur des marnes emchériennes. Elle est composée de quatre séquences inverses dont les deux premières

sont à sédiments littoraux (lit de flux et brisement de vagues), et les deux autres sont deltaïques, avec une base littorale pour la troisième.

7.9- Tortonien du bassin d'El Ma Labiod :

Les sédiments tortoniens forment la partie occidentale du bassin d'El Ma Labiod. Cette partie du bassin en cours d'étude s'est apparemment développée au cours de la réactivation de la subsidence après l'altération ferro-siliceuse à la fin du Langhien-Serravalien.

8 - ANALYSE SÉQUENTIELLE DES SÉDIMENTS MIOCÈNES (LANGHIEN-SERRAVALIEN) DU BASSIN SEPTENTRIONAL D'EL AOUNET MESKIANA (FIG. 1 ET 3) :

L'analyse séquentielle des profils du bassin septentrional a donné les résultats suivants :

8.1- Profil de Méchta Rémila : (ép.62m, 12 éch.).

Ce profil sableux est couvert par la croûte d'altération ferrugineuse qui correspond à celle du bassin d'El Ma Labiod. Il se caractérise par deux cycles sédimentaires (cycle2 : 46m, et cycle3 : 14m.).

Cycle 2 : Il est nommé cycle deux parce que le cycle 1 (en cours d'élaboration) se trouve plus à l'est dans la région de Bou Khadra. Il se caractérise par une puissante séquence simple (36m) de sédiments néritiques à base littorale, et une séquence inverse (10m.) montrant le passage de milieu néritique en milieu littoral.

Cycle 3 : Il est composé de deux séquences sableuses néritiques dont la simple est de 11m. et l'inverse, à partie sommitale érodée, de 3m. Ce cycle est terminé par une croûte ferrugineuse d'altération continentale renfermant des morceaux de bois.

8.2- Profil de Koudiat Naga : (ép.68m, 19 éch.).

Dans ce profil, le Langhien-Serravalien, à sédimentation principalement gréseuse, est représenté par deux cycles (2 et 3).

Cycle 2 : Il est seulement composé de la mégaséquence inverse deux (19m.), qui renferme cinq séquences principalement néritiques, composées de grès à ciment carbonaté. La base de la deuxième représente des calcaires sableux et la cinquième se manifeste par des grès littoraux du type lit de flux.

Cycle 3 : Il est composé d'une séquence simple (22m) et d'une mégaséquence inverse (16m.). La séquence simple est gréseuse et représente principalement un milieu littoral (brisement de vagues et lit de flux) passant en un milieu néritique. La mégaséquence inverse, à grès de ciment carbonaté, est composée de deux séquences inverses du milieu néritique. La croûte ferrugineuse n'est pas observable dessus ce cycle3 de ce profil, elle semble être érodée avant la transgression tortonienne.

8.3- Profil de Koudiat Mami : (ép.56 m, 11 éch.).

Ce profil est représenté par la séquence inverse du cycle 2 et par le cycle 3.

Cycle 2 : Il est représenté par la partie sommitale de la séquence inverse2 (13 m.) qui repose directement sur les conglomérats du Burdigalien. La grande partie de cette séquence est composée de marnes surmontées au sommet par des bancs de calcaire sableux.

Cycle 3 : Ce cycle est bien développé et il se compose d'une séquence simple (28 m.) et d'une séquence inverse (15 m.). La séquence simple fait le passage entre des calcaires (intra-bio-microsparites) peu ou pas sableux et des marnes de milieu néritique; et la séquence inverse est

Tableau n°6 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil d'El Kouif

Sedimentological characteristics of El Kouif profile samples

N° ech.	Posit. (m.)	Md. (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	0.0	550	3400	0.89	1.23	M	24.0	76.0	0.0	BV
02	4.0	300	750	1.91	0.52	AB	2.0	93.0	5.0	PL
03	5.0	820	2500	0.40	0.69	AB	2.0	98.0	0.0	PL
04	6.0	400	4500	1.12	1.43	M	24.0	70.0	6.0	LD
05	8.0	420	3000	0.96	0.82	M	5.0	93.0	2.0	LD
06	11.0	600	3600	0.74	1.07	m	0.0	93.0	7.0	LD

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1

Tableau n°7 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil du Djebel Dyr

Sedimentological characteristics of Djebel Dyr profile samples

N° éch.	Posit. (m.)	Md. (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	0.0	400	3900	1.31	1.18	m	36.0	62.0	2.0	BV
02	2.0	430	8000	1.24	1.47	m	4.5	75.0	20.5	LF
03	4.0	590	4700	0.60	1.54	m	16.0	78.0	6.0	BV
04	6.0	560	2600	0.67	1.27	m	45.0	49.0	6.0	BV

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1

Tableau n°8 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil de Koudiat Agab

Sedimentological characteristics of Koudiat Agab profile samples

N° éch.	Posit. (m.)	Md. (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	0.0	270	4300	2.11	1.35	m	5.0	78.0	17.0	LF
02	1.0	260	2500	2.0	1.0	m	3.0	82.5	14.0	LF
03	2.0	470	4300	1.25	1.30	m	5.0	85.0	10.0	LF
04	4.0	280	2600	1.84	1.27	m	10.0	90.0	0.0	BV
05	8.0	520	6000	1.05	1.42	m	20.0	75.0	5.0	BV
06	10.0	340	2250	1.71	1.14	m	4.0	70.0	26.0	LF
07	12.0	390	2200	1.50	0.94	m	1.0	92.0	7.0	LD
08	18.0	360	2500	1.64	1.27	m	3.0	70.0	7.0	LD

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1

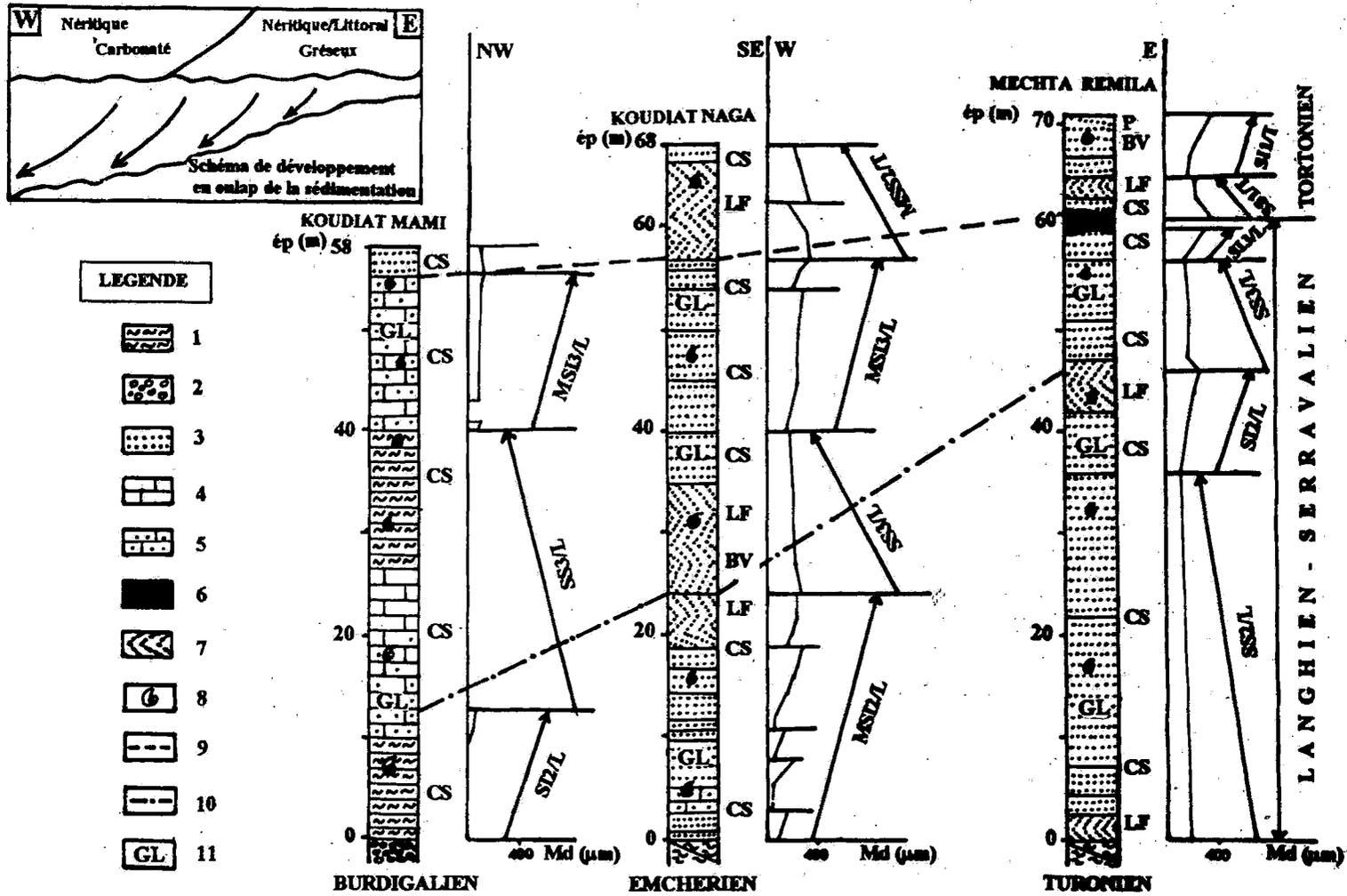


Fig.3 - Zone septentrionale : les profils géologiques et sédimentologiques, les séquences et mégaséquences, et les milieux de sédimentation

The northern zone: Geological and sedimentological profiles, sequences and megasequences, and environments of sedimentation.

- 1 - Marnes (Marls); 2 - Conglomérats (Conglomerates); 3 - Sable (grès) à lamination horizontale (sands with horizontal lamination); 4 - Calcaire (Limestone); 5 - Calcaire sableux (Sandy limestone); 6 - Croûte ferrugineuse d'altération (Iron crust); 7 - Sable (grès) à structure en épis ou arr t de poisson (Herring bone structure); 8 - Faune (Faun); 9 - Limite supérieur du Langhien-Serravalien (Upper limit of Langhian-Serravallian); 10 - Lignes de corrélation (Correlation lines); 11 - Glauconite (Glauconite); Autres explications: Voir la figure n° 2 (Other symbols: See figure n° 2).

Tableau n°9 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil du Mechta Rémila (Langhien-Serravalien éch. n° 1-12 et Tortonien éch. n° 13-18)

Sedimentological characteristics of Mechta Remila profil 's samples (Langhian-Serravalian samples n° 1-12 and Tortonian samples n° 13-18)

N° éch.	Posit. (m.)	Md. (µm)	C (µm)	Mz (Ø)	δi (Ø)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	0.0	184	780	2.44	0.95	M	0.1	79.2	20.7	LF
02	7.0	180	1480	3.09	1.81	M	0.2	62.8	37.0	CS
03	22.0	160	490	3.39	1.90	M	0.1	60.2	39.7	CS
04	36.0	105	190	3.66	1.14	M	0.1	44.9	55.0	CS
05	40.0	130	790	3.41	2.20	Tm	0.1	41.9	58.0	CS
06	42.0	190	1300	2.40	1.20	M	0.1	79.1	20.1	LF
07	46.0	250	1250	2.15	1.11	M	0.3	82.4	17.3	LF
08	47.0	155	790	3.13	1.37	M	0.1	65.2	34.7	CS
09	51.0	170	490	3.08	1.48	M	0.2	65.1	34.7	CS
10	57.0	98	550	3.83	2.00	Tm	0.1	44.8	55.1	Croûte
11	60.0	300	1800	2.18	1.79	M	0.5	41.5	58.0	Croûte
12	60.5	235	6300	2.46	2.09	Tm	1.0	69.0	30.0	Croûte
13	61.0	350	950	1.70	0.96	M	0.2	66.1	33.7	CS
14	62.0	220	550	2.50	1.07	m	0.1	47.5	52.4	CS
15	63.0	245	600	2.02	0.64	AB	17.0	83.0	0.5	LF
16	65.0	250	1250	2.06	0.99	M	1.0	64.0	35.0	CS
17	67.0	198	450	2.32	0.52	AB	0.1	86.9	13.0	BV
18	70.0	320	800	1.70	0.57	AB	0.5	98.0	2.0	PL

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1. Autres explications : CS - Courants de suspension.

entièrement manifestée par des calcaires aussi peu ou pas sableux. Le manque de la croûte ferrugineuse au-dessus du Langhien-Serravalien peut être expliqué par l'érosion des sédiments émergés avant la transgression tortonienne.

8.4- Tortonien du bassin septentrional d'El Aouinet-Meskiana

Dans ce bassin, le Tortonien repose en discordance érosive sur les sédiments du Langhien-Serravalien. Dans le profil de Méchta Rémila, il repose sur la croûte ferrugineuse, érodée dans les autres profils. A Méchta Rémila, le cycle 1 est complet (8m.), tandis qu'à Koudiat Naga et Koudiat Mami, la sédimentation commence par la mégaséquence simple du cycle 2. On mentionne que dans le profil de Sidi Yahia à l'Ouest de Méchta Rémila (Kowalski *et al.*, 1995a), le Tortonien commence par la mégaséquence inverse 1.

9- CORRELATION SÉQUENTIELLE DES PROFILS DU LANGHIEN-SERRAVALIEN

9.1- Corrélation séquentielle des profils du Langhien-Serravalien du bassin méridional d'El Ma Labiod

Dans le bassin étudié, les sédiments miocènes à caractère régressif du Langhien-Serravalien, sont en discordance sur le Crétacé et se développent en structures progradantes (en offlap structures) vers le nord.

Dans le profil d'Aioun el Ksob, on note la présence de trois cycles sédimentaires dont le premier est marin (conglomérat à faunes marines), le deuxième est littoral (brisement de vagues, lit de flux, vagues translatives et plage) et le troisième est deltaïque. Les trois cycles de ce profil montrent des épaisseurs assez petites.

Tableau n°10 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil du Koudiat Naga
(Langhien-Serravalien éch. n° 1-19 et Tortonien éch. n° 20-24)

Sedimentological characteristics of Koudiat Naga profil 's samples
(Langhian-Serravalian samples n° 1-19 and Tortonian samples n° 20-24)

N° éch.	Posit. (m.)	Md. (μm)	C (μm)	Mz (\emptyset)	δi (\emptyset)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	1.0	118	480	3.54	1.69	M	0.8	49.2	50.0	CS
02	3.0	145	1000	3.06	1.58	M	0.5	56.5	43.0	CS
03	10.0	90	280	3.66	1.21	M	0.0	23.0	77.0	CS
04	11.0	120	290	4.09	2.07	Tm	0.0	41.0	59.0	CS
05	12.0	58	160	4.88	0.86	M	1.0	17.0	82.0	CS
06	14.0	141	400	2.96	1.00	M	1.0	70.0	29.0	CS
07	17.0	220	900	2.30	0.71	AB	2.0	18.0	80.0	CS
08	19.0	245	500	2.08	0.73	M	1.0	88.0	11.0	LF
09	22.0	230	470	2.20	0.76	M	3.0	82.0	15.0	LF
10	24.0	260	800	2.01	0.64	AB	1.0	92.0	7.0	BV
11	27.0	220	500	2.23	0.67	AB	0.5	87.5	12.0	LF
12	30.0	230	800	2.12	0.78	M	1.0	86.0	13.0	LF
13	35.0	220	550	2.21	0.81	M	2.0	39.0	59.0	CS
14	40.0	140	600	2.91	0.94	M	0.2	58.8	41.0	CS
15	45.0	240	700	2.12	0.86	M	2.0	89.0	9.0	BV
16	50.0	240	850	2.38	1.30	M	0.1	47.9	52.0	CS
17	54.0	190	1000	3.29	2.05	Tm	4.0	65.0	31.0	CS
18	56.0	260	1200	2.22	1.66	M	0.2	64.8	35.0	CS
19	57.0	320	1260	1.83	1.28	M	0.1	77.9	22.0	LF
20	60.0	290	1200	2.11	1.68	M	4.0	71.0	25.0	LF
21	62.0	190	990	2.56	1.03	M	0.1	80.0	19.9	LF
22	64.0	290	880	1.95	1.09	M	0.0	84.0	16.0	LF
23	66.0	270	900	1.98	0.89	M	2.0	52.0	48.0	CS
24	68.0	240	750	2.15	0.89	M	3.0	27.0	70.0	CS

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1. Autres explications : CS - Courants de suspension.

Tableau n°11 : Caractéristiques sédimentologiques des échantillons du profil du Koudiat Mami
(Langhien-Serravalien éch. n° 1-11 et Tortonien éch. n° 12)

Sedimentological characteristics of Koudiat Mami profil 's samples
(Langhian-Serravalian samples n° 1-11 and Tortonian samples n° 12)

N° éch.	Posit. (m.)	Md. (μm)	C (μm)	Mz (\emptyset)	δi (\emptyset)	Class.	Roul. %	Salt. %	Susp. %	Mil. Séd.
01	11.0	39	200	4.59	0.70	M	0.5	6.5	93.0	CS
02	13.0	70	700	3.65	1.20	m	1.0	6.0	93.0	CS
03	23.0	-	-	-	-	-	-	-	-	CS
04	27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	CS
05	40.0	79	158	3.76	0.83	M	0.0	49.0	51.0	CS
06	40.5	98	200	3.33	0.53	AB	0.0	9.0	91.0	CS
07	41.0	106	200	3.33	0.65	AB	0.0	6.0	94.0	CS
08	46.0	-	-	-	-	-	-	-	-	CS
09	48.0	80	160	3.75	0.76	M	0.0	39.0	61.0	CS
10	54.0	110	240	3.17	0.54	AB	2.0	59.0	39.0	CS
11	56.0	122	240	3.11	0.68	AB	0.0	52.0	48.0	CS
12	58.0	101	250	3.33	0.67	AB	1.0	54.0	45.0	CS

Explication des abréviations : Voir tableau n° 1. Autres explications : CS - Courants de suspension.

Plus au NW, dans le profil, à base invisible, de Hadjer Sefra Est, on n'observe pas de sédiments grossiers du cycle 1. La partie visible de ce profil débute par des sédiments de la zone de brisement de vagues du sommet du cycle 2 (sommet de la séquence inverse 2). Plus haut, reposent les sédiments des cycles 3 et 4, dont le troisième est littoral et le quatrième est deltaïque à base littorale.

Dans le profil de Hadjer Sefra Ouest, les sédiments miocènes reposent sur des sédiments de Crétacé. Dans ce profil, on note l'absence des sédiments du cycle 1. Celui-ci commence par le cycle 2 suivi du cycle 3, et dont les deux sont littoraux. Le quatrième cycle débute par des sédiments de plage et se termine par des dépôts deltaïques à couverture ferro-siliceuse. Les épaisseurs des cycles dans ce profil sont plus importantes que dans les profils précédents.

Dans le profil de Hadjer Sefra Nord, on observe deux cycles (4 et 5), dont le quatrième est deltaïque et le cinquième, seulement présenté par la mégaséquence simple, est fluvial. Au sommet, il existe également la croûte ferro-siliceuse d'altération continentale.

Dans le profil d'Ain Dokkara, les sédiments miocènes reposent sur les marnes du Turonien Supérieur. Celui-ci commence par la mégaséquence inverse 3, à dépôts sableux littoraux qui passent en partie sommitale à des dépôts deltaïques. Dans ce profil il manque donc les deux cycles (1 et 2) et la mégaséquence simple 3, ce-ci prouve une progradation des sédiments (en onlap structures) dans la direction nord. La mégaséquence inverse 3 est surmontée par le cycle 4 à base littorale ou marine (mégaséquence simple 4) suivie de dépôts deltaïques (mégaséquence inverse 4). Enfin, il vient le cycle 5 (mégaséquence simple 5) à sédimentation deltaïque en partie inférieure et fluviale en partie supérieure. Au sommet de ce profil, on note également la présence de la croûte ferro-siliceuse d'altération continentale.

A Djebel El Kouif, Djebel Dyr et Koudiat Agab, la sédimentation miocène commence par la mégaséquence inverse 4, donc les trois premiers cycles et la mégaséquence simple 4 ne sont pas déposés dans ces profils. A Djebel Dyr, il paraît que les sédiments deltaïques sont totalement érodés et le profil est le plus petit. Ce manque encore plus important de sédiments anciens dans la direction nord, témoigne bien les structures progradantes et la sédimentation à caractère régressive dans ce bassin méridionale. Les sédiments fluviaux sont absents dans ces petits profils, probablement ils sont érodés ou pas déposés. La diminution de l'épaisseur des sédiments dans ces profils marquent également la limite septentrionale du bassin.

9.2 - Correlation séquentielle des profils du Langhien-Serravalien du bassin septentrional d'El Aouinet-Meskiana :

Cycle deux : Dans le profil de Méchta Rémila, ce cycle repose sur le Turonien et commence par la séquence simple 2, bien développée.

Dans le profil de Koudiat Naga, la sédimentation débute par la mégaséquence inverse 2 qui repose sur l'Emchérien. Cette mégaséquence est beaucoup mieux développée qu'à Méchta Rémila.

Dans le profil de Koudiat Mami, ce cycle deux commence également par la séquence inverse deux, marneuse pour la grande partie et calcaireuse au sommet, mais moins importante qu'à Koudiat Naga.

Le développement séquentiel et le changement de faciès en milieu de plus en plus profond envers l'ouest témoignent une sédimentation agradante (onlap structures).

Cycle trois : Il est symétrique pour les trois profils et il se développe en agradation (onlap structures), avec une épaisseur plus importante

et un milieu sédimentaire plus profond envers l'ouest. Ce développement prouve un déplacement de l'axe du bassin marin de l'est vers l'ouest. Le dépérissement ou absence de séquences plus vieilles envers l'ouest et le développement de celles plus jeunes dans la même direction sont donc liés avec l'agradation des sédiments dans cette direction.

10 - ANALYSES DES RELATIONS ENTRE COEFFICIENTS SÉDIMENTOLOGIQUES :

L'analyse des relations entre les coefficients de diamètre moyen Mz et de dispersion δi ($Mz/\delta i$, fig.4), et entre celles des coefficients C (diamètre correspondant à 99% de la population des grains) et la médiane Md (C/Md , fig.5) concerne seulement le choix de quatre profils, à développements plus importants, mentionnés ci-dessous :

- 1- Ain Dokkara, dans le bassin subsidant d'El Ma Labiod.
- 2- Méchta Rémila, dans la partie orientale du bassin septentrional d'El Aouinet-Méskiana.
- 3- Koudiat Naga, dans la partie sud occidentale du bassin septentrional.
- 4- Koudiat Mami, dans la partie plus profonde au Nord de Koudiat Naga.

10.1- Profil d'Aïn Dokkara :

A - Diagramme de R. J. Moiola et D. Weiser (fig.4, diagramme A) :

En connaissant que les plus grandes valeurs de Mz correspondent aux plus petites valeurs de Md , on peut déduire que les sédiments littoraux (champ 1) ont des valeurs de Mz très différenciées, ce qui reflète un changement de milieu entre lit de flux, zone de brisement de vagues et plage, et des valeurs de δi qui ont tendance à diminuer avec l'augmentation de Mz .

Pour le champ des sédiments deltaïques (champ 2), on observe des valeurs de Mz relativement plus petites que dans le milieu littoral et celles de δi plus grandes et assez différenciées.

Concernant les sédiments fluviaux (champ 3), les valeurs de Mz sont moyennes, en général plus grandes que celles de delta et de δi qui sont peu dispersées.

B - Diagramme de R. Passega (fig.5, diagramme A) :

L'analyse de la relation C/Md montre que les sédiments littoraux (champ 1) se caractérisent par une grande différenciation des valeurs de la médiane et de coefficient C , qui varient simultanément en relation avec le changement du milieu de sédimentation (flux, zone de brisement de vagues et plage).

Pour les sédiments deltaïques (champ 2), on constate de plus grandes valeurs à très faible dispersion des coefficients (C et Md).

Concernant les sédiments fluviaux (champ 3), les valeurs des coefficients (C et Md) sont moyennes, peu dispersées et toujours inférieures que celles de delta.

10.2 - Profil de Méchta Rémila

A - Diagramme de R. J. Moiola et D. Weiser (fig.4, diagramme B) :

Pour les sédiments néritiques du Langhien - Serravalien inférieur (champ 1), on note des valeurs assez grandes pour les deux coefficients Mz et δi , avec une faible variation en valeurs.

Pour le segment supérieur plus littoral (champ 2) du Langhien-Serravalien, les valeurs de Mz sont moyennes, mais les valeurs de δi restent toujours grandes.

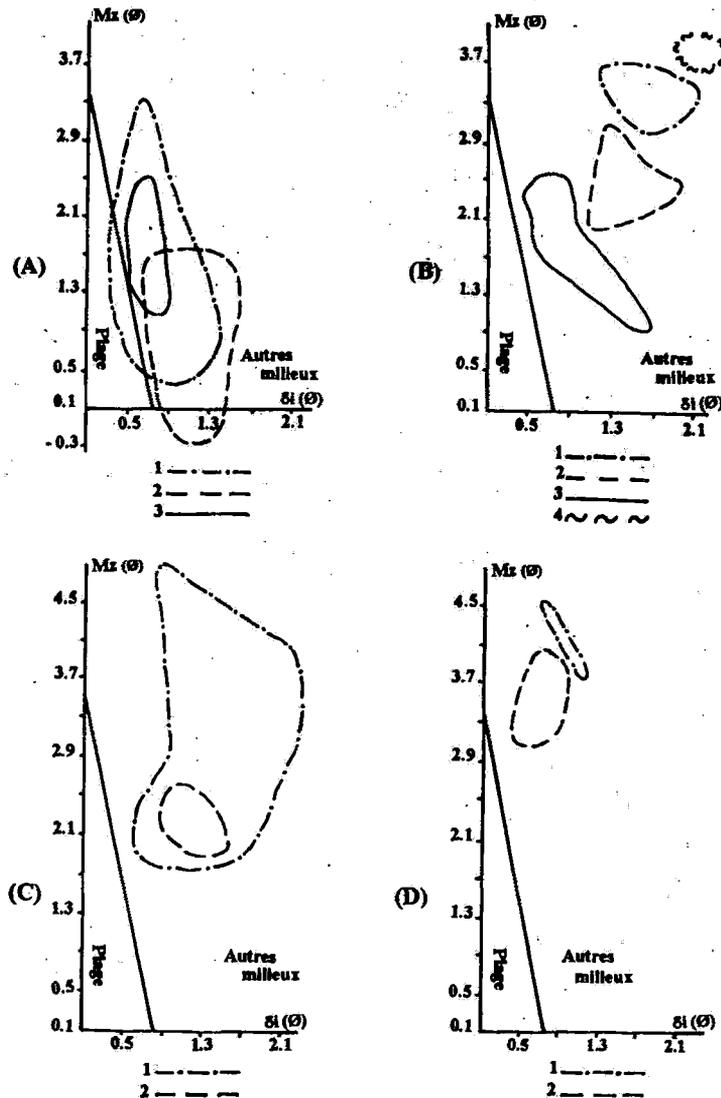


Fig.4- Diagrammes des indices $\delta i / Mz$ (R. J. Moiola et D. Weiser, 1968)

Diagrams of signs $\delta i / Mz$ (R. J. Moiola and D. Weiser, 1968)

A - Région d'Ain Dokkara (miocène littoral, deltaïque et fluviatile) (*Region of Ain Dokkara (littoral, deltaic and fluvial Miocene)*): 1 - Zone littorale (*Littoral zone*); 2 - Delta (*Delta*); 3 - Segment fluviatile du profil (*Fluvial segment of profile*).

B - Région du Mechta Rémila: (Langhien - Serravalien néritique à épisodes littoraux, et Tortonien plus littoral) (*Region of Mechta Remila (neritic Langhian-Serravalian with littoral episodes, and a Tortonian more littoral)*): 1 - Langhien-Serravalien à segment inférieur plus néritique (*Lower more neritic segment of Langhian-Serravalian*); 2 - Langhien-Serravalien à segment supérieur plus littoral (*Upper more littoral segment of Langhian-Serravalian*); 3 - Tortonien basal littoral (*Littoral lower Tortonian*); 4 - Cuirasse au sommet du Langhien-Serravalien (*Quirasse*).

C - Région de Koudiat Naga: (Langhien-Serravalien inférieur: néritique à la base, littoral au milieu et néritique au sommet; et Tortonien littoral) (*Region of Koudiat Naga (Lower Langhian-Serravalian with neritic and littoral basis, and mainly neritic upper part; and littoral Tortonian)*): 1 - Langhien-Serravalien (*Langhian-Serravalian*); 2 - Tortonien (*Tortonian*).

D - Région de Koudiat Mami: (Langhien-Serravalien néritique) (*Region of Koudiat Mami with a neritic Langhian-Serravalian*): 1 - Langhien-Serravalien inférieur (*Lower Langhian-Serravalian*); 2 - Langhien-Serravalien supérieur (*Upper Langhian-Serravalian*).

Pour les sédiments littoraux de Tortonien basal (champ 3), on observe des valeurs de coefficients Mz et δi relativement plus faibles, à dispersion assez grande, indiquant un début de transgression.

Les valeurs de Mz et δi de la croûte ferrugineuse sont les plus grandes, mais à variation très faible. Cela s'explique par la substitution différenciée des composants détritiques par des oxydes de fer.

B- Diagramme de R. Passega
(fig. 5, diagramme B) :

L'ensemble des sédiments du Langhien-Serravalien et Tortonien (champs 5 et 6) se caractérisent par des valeurs relativement grandes de C et Md, Cependant, ceux du Langhien-Serravalien (champ 5) ont en général de plus petites valeurs de médiane que celles du Tortonien (champ 6). On peut interpréter les deux segments du profil, comme appartenant à la zone intermédiaire entre le littoral et la zone néritique.

10.3 - Profil de Koudiat Naga :

A - Diagramme de R. J. Moiola et D. Weiser (fig.4, diagramme C) :

Les sédiments du Langhien-Serravalien (champ 1), de milieux littoral et néritique, ont des valeurs variables des coefficients Mz et δi , Cependant, les sédiments du Tortonien (champ 2) sont représentés par un champ très restreint à valeurs moyennes.

B- Diagramme de R. Passega
(fig. 5, diagramme C) :

Les sédiments de Langhien-Serravalien (champ 5), ont une grande diversité des valeurs des coefficients C et Md, qui représente un passage allant de milieu littoral en milieu néritique

profond. Les sédiments tortoniens (champ 6), sont représentés par un champ assez restreint à valeurs assez grandes et peu dispersées indiquant un milieu plutôt littoral.

10.4 - Profil de Koudiat Mami :

A - Diagramme de R. J. Moiola et D. Weiser
(fig.4, diagramme D) :

L'ensemble des sédiments du Langhien-Serravalien montre des valeurs élevées du coefficient Mz et plutôt faibles du coefficient de dispersion δi , ceci confirme un milieu néritique déjà prouvé par la méthode de G. S. Visher. A la base du profil, les sédiments sont d'un milieu plus profond (champ 1) que dans la partie supérieure (champ 2).

B- Diagramme de R. Passega
(fig. 5, diagramme D) :

Pour l'ensemble du profil de Koudiat Mami, le diagramme montre un milieu néritique plus profond dans le segment inférieur (champ 5) et moins profond dans celui du supérieur (champ 6).

Conclusion sur les diagrammes :

L'analyse des diagrammes reflète de grandes différenciations entre les milieux étudiés. Les sédiments du milieu néritique se caractérisent par de petites valeurs de médianes et de coefficient (C), qui sont peu dispersées. Les valeurs de Mz sont grandes, tandis que les valeurs de dispersion δi sont moyennes à grandes et peu dispersées, ce-ci nous explique un milieu sédimentaire peu énergétique.

Les sédiments du milieu littoral se caractérisent par une grande diversité des valeurs des coefficients Md et C, ce-ci explique le grand changement d'énergie de différentes zones de ce milieu (zone de brisement de vagues, zone de vagues translatives, zone de flux et plage) Ce

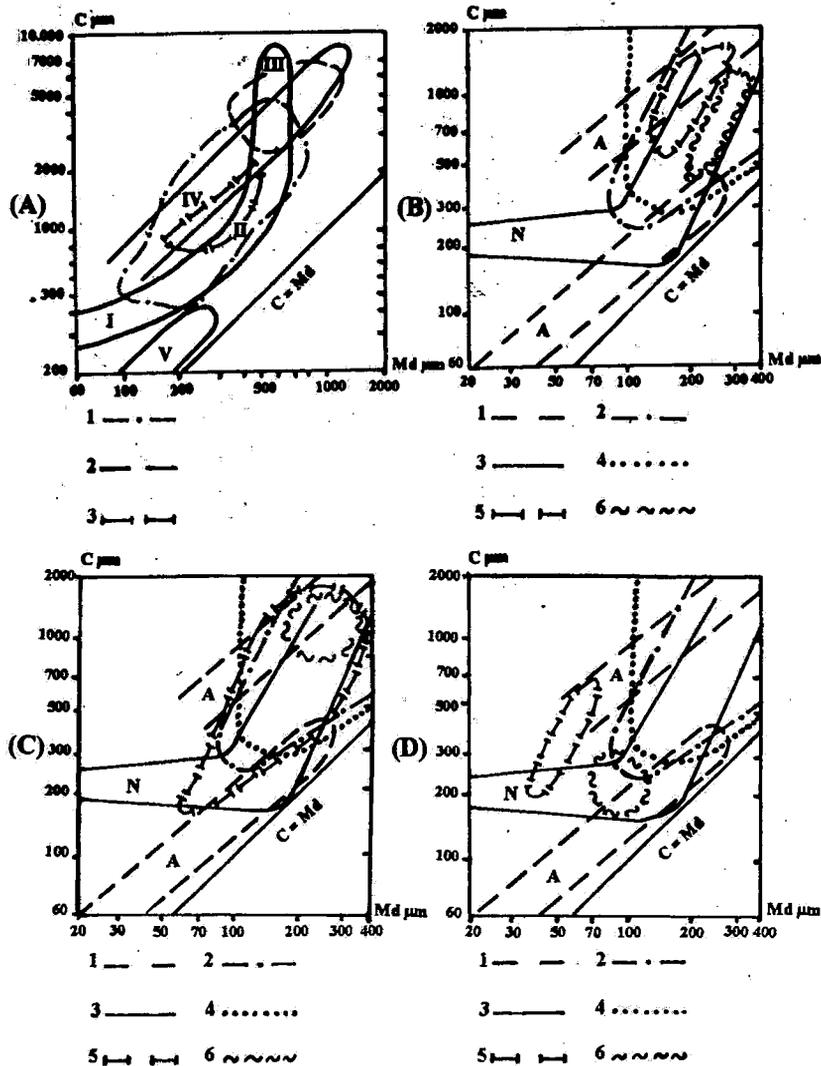


Fig. 5 - Diagrammes des indices C/Md (R. Passega, 1964)

Diagrams of signs C / Md (R. Passega, 1964)

A - Région d'Ain Dokkara (Region of Ain Dokkara (littoral, deltaic and fluvial Langhian-Serravalian)): I - Suspension homogène (Homogeneous suspension); II - Suspension fractionnée (Fractional suspension); III - Roulement (Rotation); IV et V - Courants de suspension (Suspension currents); 1 - Zone littorale (Littoral zone); 2 - Delta (Delta); 3 - Segment fluvial (Fluvial segment).

B - Région de Mechta Rémila (Region of Mechta Remila): 1 - Courants de suspension (A) (Suspension currents (A)); 2 - Zone littorale (Littoral zone); 3 - Zone néritique (N) (Neritic zone (N)); 4 - Plage (Beach); 5 - Langhien-Serravalien (Langhian-Serravalian sediments); 6 - Tortonien basal (Lower part Tortonian sediments).

C - Région de Koudiat Naga (Region of Koudiat Naga): 1, 2, 3 et 4 : voir diagramme B (See diagram n° B); 5 - Langhien-Serravalien (Langhian-Serravalian); 6 - Tortonien (Tortonian).

D - Région de Koudiat Mami : (Langhien-Serravalien néritique) (Region of Koudiat Mami with a neritic (Langhian-Serravalian)): 1, 2, 3 et 4 : voir diagramme B (See diagram n° B); 5 - Langhien-Serravalien inférieur (Lower Langhian-Serravalian); 6 - Langhien-Serravalien supérieur (Upper Langhian Serravalian).

comportement des sédiments littoraux est aussi manifesté par les coefficients M_z et δ_i , qui montrent de grands champs.

Les sédiments de milieu deltaïque se caractérisent par de grandes valeurs des coefficients M_d et C , de valeurs assez faibles à moyennes de M_z et d'une dispersion moyenne à grande, donc ceci nous explique la grande énergie de ce milieu.

Les sédiments fluviaux se caractérisent par des valeurs moyennes et peu dispersées de M_d , C et M_z et par d'assez petites valeurs de δ_i , donc des conditions énergétiques assez stables.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les travaux des auteurs sur la région d'étude ont confirmé la présence de trois séries miocènes dont le Langhien-Serravalien et le Tortonien sont prouvés par analyses micropaléontologiques, et le Burdigalien est probable.

Les analyses sédimentologiques des sédiments du Langhien-Serravalien ont prouvé l'existence de deux bassins sédimentaires à développements différents dont l'un méridional nommé le bassin d'El Ma Labiod et l'autre septentrional appelé le bassin d'El Aouinet-Meskiana.

Le bassin méridional du Langhien-Serravalien est progradant régressif à passage d'une sédimentation peu marine à la base passant à littorale plus haut, puis deltaïque et enfin fluviale. Cette progradation (en onlap structures) est prouvée par le dépérissement des sédiments anciens qui sont couverts et dépassés envers le nord par des sédiments plus récents toujours plus régressifs.

Le bassin septentrional est agradant transgressif à passage d'une sédimentation détritique de milieu peu profond à l'est, à une sédimentation carbonatée de milieu plus profond envers l'ouest. Cette agradation (en onlap structures)

est prouvée par la disparition des sédiments anciens envers l'ouest et le développement des sédiments plus récents, d'un milieu plus profond, qui les surmontent et les dépassent dans cette direction.

Nos études démontrent qu'au cours du Miocène, la région a connu un régime de tectonique distensive à vitesse de subsidence variable suivant les zones.

Dans la zone sud, il apparaît que la vitesse de subsidence est inférieure à la sédimentation. Cette subsidence a une tendance de diminution qui se termine par un arrêt total, qui est prouvé par l'existence d'une importante croûte d'altération ferro-siliceuse au-dessus des sédiments continentaux du sommet du profil. Ces sédiments miocènes se prolongent vers le sud où manquent des études sédimentologiques pour prouver l'évolution géodynamique.

Dans la zone nord la vitesse de subsidence est plus grande que la sédimentation, avec une tendance d'approfondissement du milieu marin qui se développe encore beaucoup plus loin que la zone d'étude dans les directions ouest et nord dont les études sédimentologiques ne sont pas encore effectuées.

Il existe des indices de présence de la sédimentation miocène à échelle grandement régionale, cependant le manque d'études sédimentologiques, stratigraphiques et géodynamiques des bassins miocènes ne permet pas de donner une plus grande corrélation des affleurements miocènes.

Remerciements : Les auteurs remercient : Monsieur A. Nedjari pour ses observations qui ont permis d'améliorer ce texte.

Nous remercions cordialement Monsieur B. Biju Duval pour l'opinion professionnelle qui a permis de rédiger la version finale de l'article.

BIBLIOGRAPHIE

- BLES, J. L., 1969.** Contribution à l'étude des déformations cassantes de la feuille de Morssot (Sud-Est constantinois - Algérie). Les microfractures et leurs relations avec les failles et les plis. *Publ. Serv. Carte Géolog. Algérie, N.S.*, 30, p.7-17.
- BLES, J. L. ET FLEURY, J. J., 1970.** Carte géologique au 1/50 000 de Morsott (n°178). *Publ. Serv. Carte Géolog. Algérie, Alger.*
- BOUFAA, K., KOWALSKI, W. M. ET PHARISAT, A., 1996.** L'évolution néogène des structures atlasiques dans les environs de Tébessa (N.E. de l'Algérie). *Bull. Soc. d'Hist. Nat. du pays de Montbéliard*, p.179-184.
- BRIVES, A., 1919.** Sur la découverte d'une dent de Dinotherium dans la sablière d'El Kouif près de Tébessa. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, X, 5, p.90-93.
- BRIVES, A., 1920.** Sur la présence du Mastodon dans la sablière d'El Kouif, *C.R.S.G.F.* 17. 212 p.
- BULL, W.B., 1972.** Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record. Dans : J.K. Rigby & W.K. Hamblin (eds). Recognition of ancient sedimentary environment. *Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Publ.*, p.63-83.
- CHARRIERE, A., ANDREU, B., KHECHID-BENKHEROUF, F., ET VILA, J.M., 1996.** Nouvelles données stratigraphiques et structurales sur le Djebel Djebissa, près de Tébessa (frontière algéro-tunisienne) : reconstruction d'un de dôme de sel en contexte distensif chaud au Crétacé inférieur-moyen. *Bull. Serv. Géolog. d'Algérie*, VII, n°2, p.109-132, 11 fig..
- DOZET, S., FERJANCIC, V., GOJCOVIC, M., IVANCOVIC, I., RUDIS, 1985.** Carte géologique d'Algérie au 1/50 000, feuille n°150, El Aouinet (Claire-fontaine). *Service de la Carte Géologique d'Algérie, Alger.*
- DUBOURDIEU, G., 1949.** Carte géologique au 1/50 000, feuille 125, Djebel Ouenza. *Serv. Carte Géolog. d'Algérie, Alger.*
- DUBOURDIEU, G., 1951.** Carte géologique au 1/50 000, feuille 151, Bou Khadra. *Serv. Carte Géolog. d'Algérie, Alger.*
- DUBOURDIEU, G., 1956.** Etude géologique de la région de l'Ouenza (confins algéro-tunisiens). *Publ. Serv. Carte Géolog. d'Algérie, Alger.* 659p., 27 tabl., 89 fig., 22 pl., 8 phot., 1 carte au 1/200 000. Alger.
- DUBOURDIEU, G. ET HOTTINGER, L., 1959.** Présence de Néovalvéolines dans le Miocène de Mesloula (Algérie orientale). *Rev. Micropal.* Vol. 2, n°1, p.3-7, 2 pl.
- DUNHAM, R.J., 1962.** Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In "Classification of carbonate rocks" (W. E. Ham ed.). *Am. Assoc. Petrol. Geol., Memoir* 1, p. 108-121.
- DUROZOY, G., 1956.** Carte géologique d'Algérie au 1/50 000, feuille n° 206 Tébessa, *Serv. Carte Géolog. d'Algérie, Alger.*
- FLANDRIN, J., 1948.** Contribution à l'étude stratigraphique du nummulitique algérien. Thèse Sc. Paris. *Publ. Serv. Carte Géolog. d'Algérie, (2)*, Bull. n°19, 332p., 88fig. Alger.
- FOLK, R.L., 1959.** Practical petrographic classification of limestones. *Bull. AM. Ass. Petrol. Géol.*, 43, p. 1-38.
- GAUDRY, A., 1897.** Sur une dent de Rhinocéros d'Algérie. *Bull. Soc. Géolog. Fr. (3)*, VII, p.609.
- GRADZINSKI, R., KOSTECKA, A., RADOMSKI, A ET UNRUG, R., 1986.** Zarys sedymentologii. *Waszawa.*
- KOWALSKI, W. M., 1973.** La zone d'altération antémiocène du bassin houillier de la Haute Silésie. ICSOBA., 3^e Congrès International de Nice, France.
- KOWALSKI, W. M., 1977.** The petrography of variegated rocks (red-beds) in the sandstone series of Upper Silesia (Upper Namurian) from coal basin of Rybnik. *Géologia*, 5, 1, p.5-61, Cracovie, Pologne.

- KOWALSKI, W. M., 1987.** Kaolinisation, Bauxitization and Quirassization in the top of Upper Proterozoic forms in the Mali Group in the Gaoual region (Republic of Guinea). *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sc.*, 35, 2, p.171-178.
- KOWALSKI, W. M., 1988.** Quirasse on Outcrops of Paleozoic Sandstones in the Kindia Administrative Region (Republic of Guinea). *Bull. Pol. Acad. Sci. Earth Sc.*, 36, 1, p.91-98.
- KOWALSKI, W. M., VAN NGOC, N., BAGHIANI, B. ET PHARISAT, A., 1995a.** Paléogéographie du Miocène des environs d'El Aouinet (Nord de Tébessa), NE de l'Algérie. *Ann. Sci. Univ. Fr. - Comté, Besançon, Géologie* 4 (12), 1992-95, p.55-61.
- KOWALSKI, W. M., PHARISAT, A. ET HAMIMED, M., 1995b.** Analyse sédimentologique des sables du Miocène des environs de Tébessa (confins algéro-tunisiens). *Ann. Sci. Univ. Fr. - Comté, Besançon, Géologie* 4 (12), 1992-95, p.45-54.
- KOWALSKI, W. M., N., PHARISAT, A., BAGHIANI, B. ET VAN NGOC, N., 1995c.** Analyse séquentielle et paléogéographique du Miocène des environs de Tébessa (Nord-Est de l'Algérie). *Ann. Sci. Univ. Fr. - Comté, Besançon, Géologie* 4 (12), 1992-95, p.27-33.
- KOWALSKI, W. M., BOUFAA, K. ET PHARISAT, A., 1996.** Les sédiments miocènes des environs de Tébessa (NE de l'Algérie) et leur relation avec la tectonique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Pays Montbelliard, France*, p.169-177.
- KUSCER, D., DOZET, S., DULAR, T., OREHEK, S. ET ZNIDARIC M., 1985.** Carte géologique de l'Algérie, feuille n°177, *La Méskiana. Direction des mines et Géol, Alger.*
- MOIOLA, R. J., ET WEISER, D., 1968.** Textural parameters : an evaluation. *J. Sedim. Petrol.*, 38, p.45-53.
- MOREL, F., 1956 (1957).** Etude géologique du Djebel Belkfif (Tébessa). *Travaux. Collab. L⁵ 13, Alger.*
- PASSEGA, R., 1964.** Grain-size representation by C/M patterns as geological tool. *Journal of Sedim. Petrol.*, 34, p.830-847.
- VILA, J.M., 1977a.** Carte géologique au 1/50 000, feuille d'Ain Beida, n°149, *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, Alger.*
- VILA, J.M., 1977b.** Carte géologique au 1/50 000, feuille de F'Kirina, n°176, *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, Alger.*
- VILA, J.M., 1977c.** Carte géologique au 1/50 000, feuille de Khenchela, n°203, *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, Alger.*
- VISHIER, G.S., 1969.** Grain size distribution and depositional processus. *J. Sedim. Petrol.*, 39, p.1074-1106.
- ZERDAZI, A., 1990.** Etude gravimétrique du môle d'Ain M'Lila et de l'Atlas Saharien septentrional oriental (Nord-Est) de l'Algérie). *Thèse Doct. Sci. Univ. Lausanne, Fac. Sc. Geophys.* 227p., Lausanne, Suisse.