

# Reconstitution de la végétation et du climat durant le Miocène dans le bassin de Saouaf (Tunisie centro-nord-orientale)

**Nadia BEN MOKTAR**  
**Beya MANNAÏ-TAYECH**

Université Tunis el Manar, Faculté des Sciences de Tunis,  
Département de Géologie,  
Campus universitaire, 2092 Tunis (Tunisie)  
[beyatayech2003@yahoo.fr](mailto:beyatayech2003@yahoo.fr)

Ben Moktar N. & Mannai-Tayech B. 2012. — Reconstitution de la végétation et du climat durant le Miocène dans le bassin de Saouaf (Tunisie centro-nord-orientale). *Geodiversitas* 34 (2): 445-456. <http://dx.doi.org/10.5252/g2012n2a11>

## RÉSUMÉ

En Tunisie centro-nord-orientale, les microbassins miocènes individualisés sous l'effet de la tectonogenèse, sont à remplissage silicoclastique molassique et fluviodeltaïque. Par ailleurs, des dépôts phytogènes, intercalés dans la série silicoclastique, traduisent un cachet paraliq, d'où l'intérêt de leur analyse pollinique au niveau de la localité type de la formation Saouaf. Cette série a fait l'objet d'une étude palynologique qui a permis de conclure sur la dynamique végétale et par conséquent, sur l'évolution des paléoenvironnements et du paléoclimat de la région au Miocène. Nous avons mis en évidence des assemblages de palynomorphes assez diversifiés. Une végétation ouverte est bien définie tout au long de la série avec, néanmoins, une dominance de spores à la base, indiquant la haute énergie et/ou la proximité de la source d'apport et un couvert végétal plutôt arboré (essentiellement des Pinaceae) qui caractérise la partie médiane de cette série. L'évolution des groupes écologiques prédéfinis le long de la série sédimentaire miocène du synclinale de Saouaf reflète un climat subtropical qui évolue progressivement vers un climat aride chaud. Un climat type méditerranéen semble s'installer au sommet de la coupe. Une comparaison avec des études réalisées dans d'autres régions tunisiennes et méditerranéennes, montre que nos résultats s'inscrivent dans le contexte climatique général connu pour le Miocène du pourtour méditerranéen, moyennant quelques spécificités locales et un certain retard (refroidissement post-Langhien et installation d'un climat de type méditerranéen au Tortonien) par rapport aux régions européennes.

## MOTS CLÉS

Palynologie,  
paléoenvironnement,  
paléoclimat,  
Miocène,  
Saouaf,  
Tunisie.

## ABSTRACT

*Reconstitution of the vegetation and climate during the Miocene in the Saouaf Basin (northeastern central Tunisia).*

In northeastern central Tunisia, the microbasins that appeared under the effect of the Miocene tectonics are infilled by silicoclastic, molassic and fluviodeltaïc deposits. Moreover, phytogenic materials show a paralic characteristic. Palynological study of type locality of the Saouaf Formation seems very useful. This series has been the subject of a palynological study which concluded on vegetation dynamics and thus, on the evolution of paleoenvironments and paleoclimate of the region during the Miocene. We deduced an assemblage of well-preserved and varied palynomorphs. Open vegetation is well defined all along the series with, however, a predominance of spores at the base, indicating the high energy and/or proximity of the source of supply and ground cover rather wooded (mainly Pinaceae) that characterizes the middle part of this series. The evolution of ecological groups predefined along the series of Miocene sedimentary of Saouaf syncline reflects a subtropical climate that gradually evolves into a hot and arid climate. A typical Mediterranean climate seems to settle at the top of series. A comparison with other Tunisian and Mediterranean localities demonstrates that our results enrol in the general climatic context known for the Miocene of Mediterranean, in return for some local specificities and a certain delay in relation to the European regions (a post Langhian cool and setting up of a Mediterranean-type climate in Tortonian). However, a small specificity is observed in Tunisia.

## KEY WORDS

Palynology,  
paleoenvironment,  
paleoclimate,  
Miocene,  
Saouaf,  
Tunisia.

## INTRODUCTION

La période miocène est connue par son paroxysme tectonique (phases atlasique et alpine) dont le résultat est la mise en place des chaînes alpines (Kroumérie au nord et au nord-ouest, Jebel Abderrahmane au nord-est de la Tunisie), la structuration de la dorsale tunisienne et l'individualisation de microbassins à remplissage silicoclastique molassique et fluviodeltaïque organisé en séquences (Mannaï-Tayech 2004, 2006a).

La nature faciologique et la géométrie de ces dépôts sont commandées par la tectonique, les pulsations eustatiques et les variations des conditions climatiques.

Ce sont généralement des argiles à plantes et des lignites, intercalées dans des argiles et des sables. Ces sédiments sont très favorables aux études palynologiques.

Ainsi, nous avons jugé impératif d'étudier la formation Saouaf (Biely *et al.* 1972) dans sa localité type, d'autant plus que les résultats palyno-

logiques obtenus dans la même formation dans d'autres localités sont encourageants (cap Bon et golfe de Hammamet; Tayech 1984; Méon & Tayech 1986), au Sahel (Demarcq *et al.* 1976); et à Enfidha (Planderova 1971).

Le but de cette étude est de compléter le scénario de la dynamique de la végétation et de l'évolution du climat déjà esquissé dans d'autres bassins paraliques voisins (cap Bon et Sahel). Nous tentons par ailleurs, de mettre en évidence les relations des fluctuations climatiques avec les variations du cortège floristique. Ces résultats seront par la suite comparés à ceux obtenus dans d'autres régions méditerranéennes.

## CONTEXTES GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

Faisant partie du bassin de Jebibina (Tunisie centro-nord-orientale), le synclinal de Saouaf est limité au nord par l'accident de Zaghouan (la ligne reliant

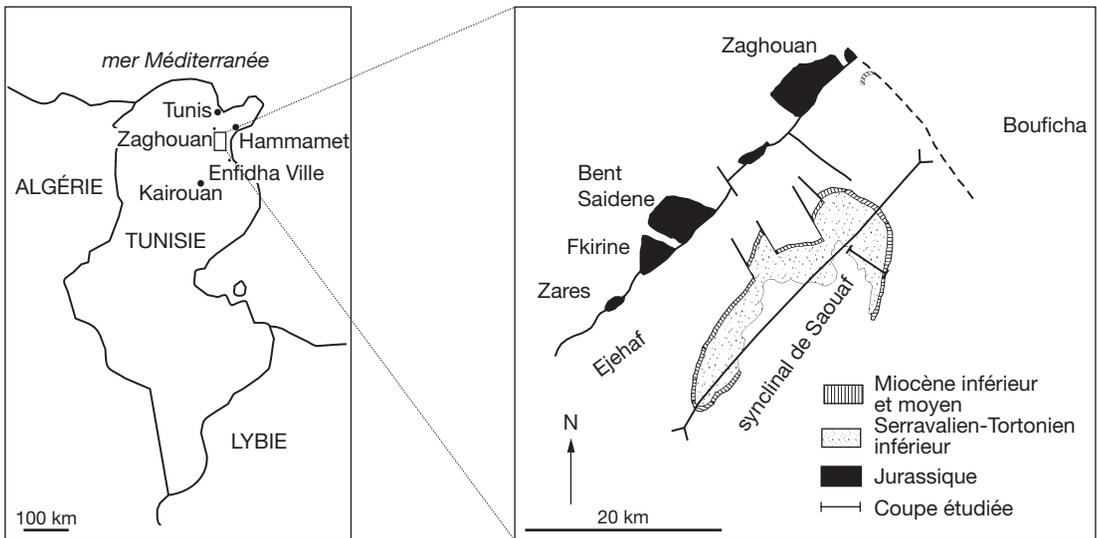


Fig. 1. — Situation et limites du secteur d'étude (bassin de Saouaf, Tunisie centro-nord-orientale) (Turki 1985).

Bouficha-Zaghouan), au sud par l'Oued Nabhana et l'anticlinal de Draa Souatir, à l'est par les villages de Bouficha et d'Enfidha et à l'ouest par une chaîne de montagnes (Jebel Bent Saïdaine, Jebel Fkirine et l'anticlinal du Jebel Edjehaf) (Fig. 1).

Cette structure de direction SW-NE, à cœur essentiellement serravalien, est hachée par de grands accidents de directions NW-SE (Castany 1951 ; Jauzein 1962 ; Richert 1971 ; Turki 1985 ; Saadi 1997).

Les séries géologiques d'âge miocène sont recouvertes localement, dans les plaines, par des dépôts mio-plio-quatérnaires. Celles affleurant au niveau des chaînes de montagnes sont d'âge éocène et oligocène essentiellement. Ce n'est qu'au nord du synclinal qu'affleurent les sédiments d'âge jurassique et crétaé, le long de la cicatrice de l'accident de Zaghouan (Fig. 1).

Le synclinal de Saouaf est considéré comme l'un de ces microbassins sédimentaires individualisés durant le Miocène. Il a dû se façonner suite à la succession de régimes distensifs et compressifs évolutifs (Chihi & Philip 1999). Les dépôts sédimentaires qui comblent ce synclinal sont attribués au Miocène et au Mio-Pliocène. Ils sont à dominance continentale, exceptées les séries langhiennes

et messiniennes *pro parte*. Ces dépôts néogènes sont caractérisés par une nette variation latérale et verticale de faciès. En effet, dans le synclinal de Saouaf, comme pour les autres petits synclinaux avoisinants (Souatir, Souar et Enfidha...), s'accumule tout d'abord (Fig. 2) une série marine à tendance transgressive (calcaire de la formation Aïn Grab et argiles de la formation Mahmoud) d'âge langhien. Il s'agit d'une barre de calcaires gréseux fossilifères riches en pectinidés et en échinodermes à faune benthique et planctonique. La présence d'*Orbulina suturalis* (Johnston, 1842) permet à Hooyberghs (1977) et Ben Ismaïl (1981) de lui attribuer un âge langhien moyen à supérieur. Cette barre est suivie par des argiles vertes riches en faune planctonique (association de la zone N9 de Blow 1969). La biozone à *Orbulina suturalis* et la biozone à *O. universa* (d'Orbigny, 1839) marquent le début du Langhien supérieur (Hooyberghs 1977 ; Ben Ismaïl 1981). Puis une épaisse série détritique (1200 m environ) à caractère laguno-littoral (sables, argiles et lignites ou argiles à plantes) qui définit la formation Saouaf, présumée d'âge serravallo-tortonien (datée par encadrement en Tunisie nord-orientale). En effet, la présence des passées carbonatées à huîtres et

TABLEAU 1. — Répartition des taxons en fonction de leurs exigences climatiques.

Éléments mégathermes	Éléments méga-mésothermes	Éléments mésothermes	Xérophytes méditerranéens	Éléments microthermes
Caealpinaceae	« Taxodiaceae » type	Type <i>Sequoia</i>	<i>Quercus</i> type <i>ilex</i>	<i>Picea</i> (Pinaceae)
Euphorbiaceae	<i>Taxodium</i>	<i>Populus</i> (Salicaceae)	<i>coccifera</i>	<i>Abies</i> (Pinaceae)
<i>Acacia</i> (Fabaceae/	Arecaceae	<i>Acer</i> (Aceraceae)	<i>Olea</i> (Oleaceae)	Pinaceae
Leguminosae)	Celastraceae	<i>Alnus</i> (Betulaceae)	<i>Phillyrea</i> (Oleaceae)	indéterminés
<i>Avicennia</i>	<i>Ipomea</i> (Convolvulaceae)	<i>Betula</i> (Betulaceae)	<i>Ceratonia</i>	<i>Pinus</i> (Pinaceae)
(Verbenaceae)	cf. <i>Symplocos</i>	Fagaceae ( <i>Quercus</i> type	(Caesalpinaceae)	<i>Pinus Haploxyton</i>
	(Symplocaceae)	caduque)		
	<i>Ginkgo</i> (Ginkgoaceae)	<i>Fagus</i> (Fagaceae)		
	Hamamelidaceae	<i>Liquidambar</i>		
	<i>Engelhardia</i>	(Hamamelidaceae)		
	(Juglandaceae)	<i>Carya</i> (Juglandaceae)		
	<i>Platycarya</i>	<i>Carpinus</i> (Betulaceae)		
	(Juglandaceae)	<i>Nyssa</i> (Nyssaceae)		
	Menispermaceae (tribu	<i>Tilia</i> (Tiliaceae)		
	Cocculae)	Caprifoliaceae		
	<i>Myrica</i> (Myricaceae)	<i>Potamogeton</i>		
	Myrtaceae	(Potamogetonaceae)		
	Oleaceae			
	Vitaceae			
Éléments méso-microthermes	Herbes et arbustes	Éléments halophytes	Éléments subdésertiques	Cosmopolites
<i>Cedrus</i> (Pinaceae)	<i>Ephedra</i> (Ephedraceae)	Amaranthaceae	<i>Lygeum</i> (Poaceae)	Anthocerotaceae
<i>Tsuga</i> (Pinaceae)	Asteraceae Asteroïdeae	Chenopodiaceae		Osmundaceae
	Asteraceae Cichorioïdeae	Plumbaginaceae		Magnoliaceae
	Campanulaceae	<i>Limonium</i>		Lycopodiaceae
	Caryophyllaceae	<i>Armeria</i>		Ricciaceae
	Brassicaceae			Cupressaceae
	Convolvulaceae			
	Geraniaceae			
	Poaceae			
	Labiatae			
	<i>Plantago</i> (Plantaginaceae)			
	Cyperaceae			
	Nyctaginaceae			
	Apiaceae/Umbelliferae			
	<i>Diplotaxis</i>			
	Leguminosae			

des niveaux lumachelliques traduit l'existence des incursions marines dans un environnement essentiellement lagunaire. Les horizons lignitifères qui abondent dans l'unité III peuvent être au nombre d'une douzaine dont les plus importants ont été exploités pendant la deuxième guerre mondiale. Cette formation a été découpée en quatre unités lithologiques (Fig. 2) par Mannaï-Tayech (2006a).

Quelques travaux ont été effectués dans ce secteur sur le plan stratigraphique (Solignac 1927; Castany

1951; Burollet 1956; Jauzein 1959b; Salaj & Stranik 1970; Devolvet 1974; Meddeb 1984; Turki 1985; Blondel 1991; Saadi 1997; Yaïch 1997; Ben Moktar 2005). Il en résulte que la datation et la subdivision stratigraphique des séries d'âge miocène sont délicates, à l'exception de celles à caractères marins. Par conséquent, les différentes hypothèses émises, concernant la succession verticale et/ou l'équivalence latérale des entités lithologiques, sont souvent ambiguës (Mannaï-Tayech 2006a).

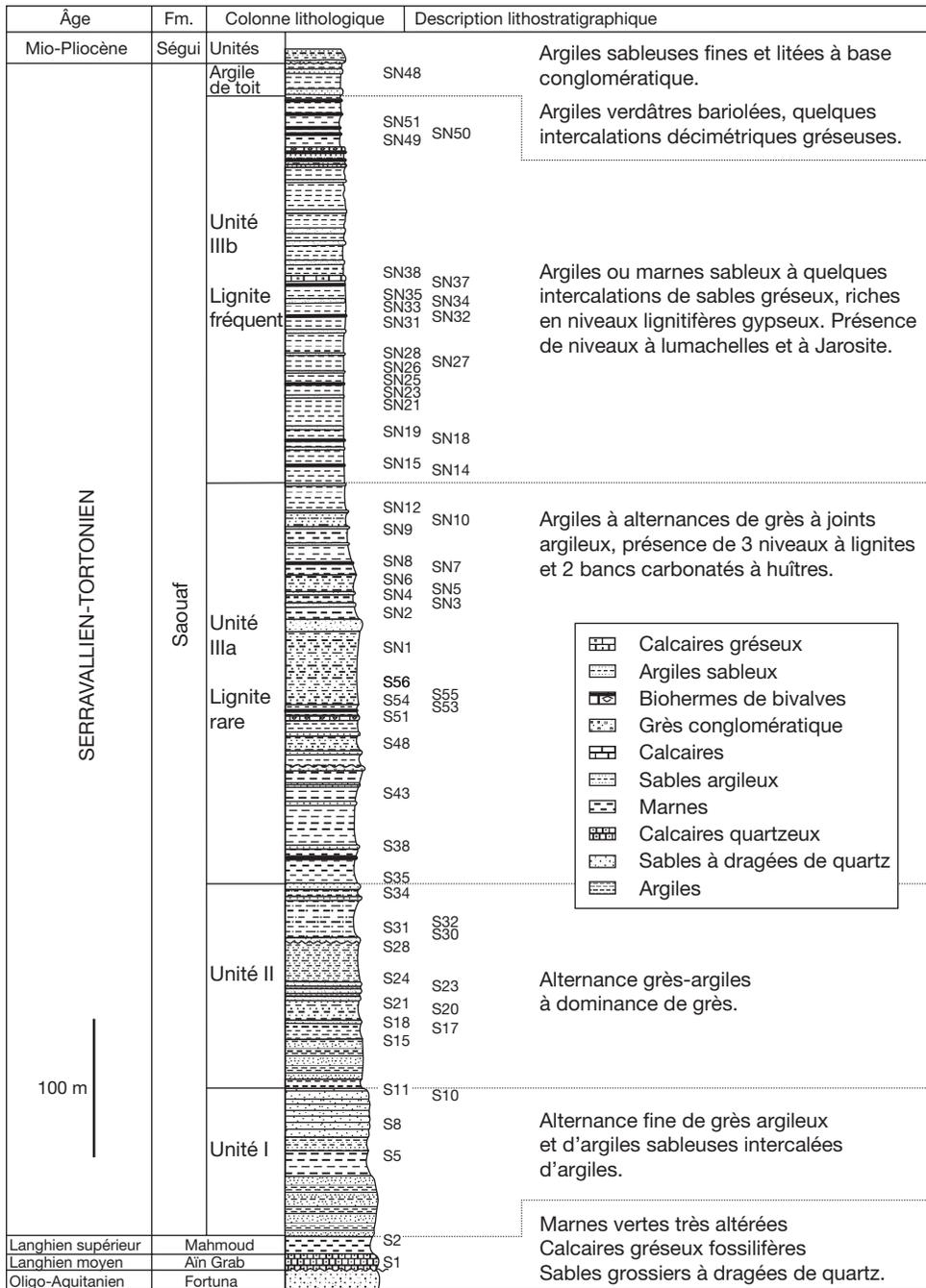


Fig. 2. — Coupe lithologique du synclinal de Saouaf (Tunisie).

## ANALYSE POLLINIQUE

### MÉTHODOLOGIE

Une coupe de plus de 1200 m a été levée et échantillonnée dans le synclinal de Saouaf, localité type de la formation Saouaf. Sur les 112 échantillons récoltés, 50 ont été analysés du point de vue palynologique. Le choix a été fait selon la nature du lithofaciès. La plupart des échantillons se sont avérés fertiles en palynomorphes.

Le traitement chimique s'est fait selon la méthode standard moyennant quelques modifications et suit le protocole établi par Tayech (1984), selon lequel quelques opérations particulières ont été dictées par la nature lithologique de l'échantillon. Nous avons recensé et comptabilisé tous les palynomorphes observés, même les indéterminés et les indéterminables.

Un diagramme synthétique est établi. Dans ce diagramme les taxons palynologiques sont regroupés en fonction de leur signification écologique et de leur exigence thermique. Il servira de base pour la reconstitution du paléoclimat ainsi que du paléo-environnement (Tableau 1).

Cette tentative de découpage en palynozones est très importante pour suivre l'évolution de la flore et pour faire une corrélation avec les unités lithologiques d'une part et une comparaison avec les autres régions étudiées d'autre part.

### RÉSULTATS

Le diagramme pollinique (Fig. 3) est subdivisé en sept palynozones (de Ps I à Ps VII). Il faut bien noter la corrélation, à la base de la coupe, des zones palynologiques avec les coupures lithologiques (Ps I/Ps II avec la limite Aïn Grab/Mahmoud, Ps III/Ps IV avec la limite unité II/unité III) (Fig. 3).

#### LA ZONE PS I (ÉCHANTILLON S1)

Elle correspond aux calcaires langhiens (formation Aïn Grab). L'association pollinique est caractérisée par la dominance des herbacées (environ 40 %) telles qu'Asteraceae, Poaceae, Apiaceae et Plantaginaceae. Parmi celles-ci, les subdésertiques, représentées par le genre *Lygeum* Loefling ex Linnaeus, 1754, ont une fréquence de 9,5 %. Le pourcentage des mésothermes arborés atteint 13 % et celui des éléments halophytes

est de 9 %. Les méga-mésothermes arborés sont présents (2 %). Le pourcentage des cosmopolites, composés essentiellement de spores de fougères (Lycopodiaceae/Ricciaceae) et des Cupressaceae, est de 19,5 %. Ce cortège reflète un milieu littoral et une température relativement élevée.

Les argiles de la formation Mahmoud et les alternances argilos-sableuses de l'unité I (base de la formation Saouaf), sont aphytiques. Cet aphytisme est probablement dû à un phénomène d'altération, bien visible sur le terrain (argiles de Mahmoud) et à la nature sableuse (unité I).

#### La zone Ps II (échantillons S8 à S17)

Ces échantillons sont pris à la base de l'unité II (Fig. 2). Cette zone est dominée par les herbes et les cosmopolites dont les fréquences sont respectivement de 4 % à 27,5 % et de 8,5 % à 29 %, ainsi que par les éléments halophytes (16,5 % pour S15). Avec un degré moindre, viennent les mésothermes (Schizaceae, Fagaceae, autre que *Quercus* type *ilex-coccifera* Linnaeus, 1753, Potamogetonaceae, Palmae et Cycadaceae) dont la fréquence peut atteindre 12,5 %. Les méga-mésothermes, définis essentiellement par les Taxodiaceae, et les microthermes sont moyennement représentés. L'environnement chaud, signalé à la base de la série (Langhien) semble persister, voire s'accroître (fréquence d'éléments méga-mésothermes, 12 % environ pour S11).

#### La zone Ps III (échantillons S18 à S34)

Les herbes (dont les halophytes et les subdésertiques) représentent l'essentiel de la flore. Les éléments méga-mésothermes, mésothermes, méso-microthermes et les cosmopolites sont aussi présents avec des fréquences assez irrégulières. Les kystes de dinoflagellés sont présents. Nous distinguons deux sous-zones :

– une sous-zone Ps IIIa (échantillons S18 à S24), couvrant la partie médiane de l'unité II de Saouaf (alternance de grès et d'argiles), définie par une association où les méga-mésothermes tel que Taxodiaceae, TSB (Tiliaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae), *Engelhardia* Leschenault ex Blume, 1825 et *Myrica* Kitamura, 1936, les mésothermes dont les Juglandaceae, les Fagaceae, les Palmae et *Alnus* P. Miller, 1754, et les spores (Schizaceae et Polypodiaceae)

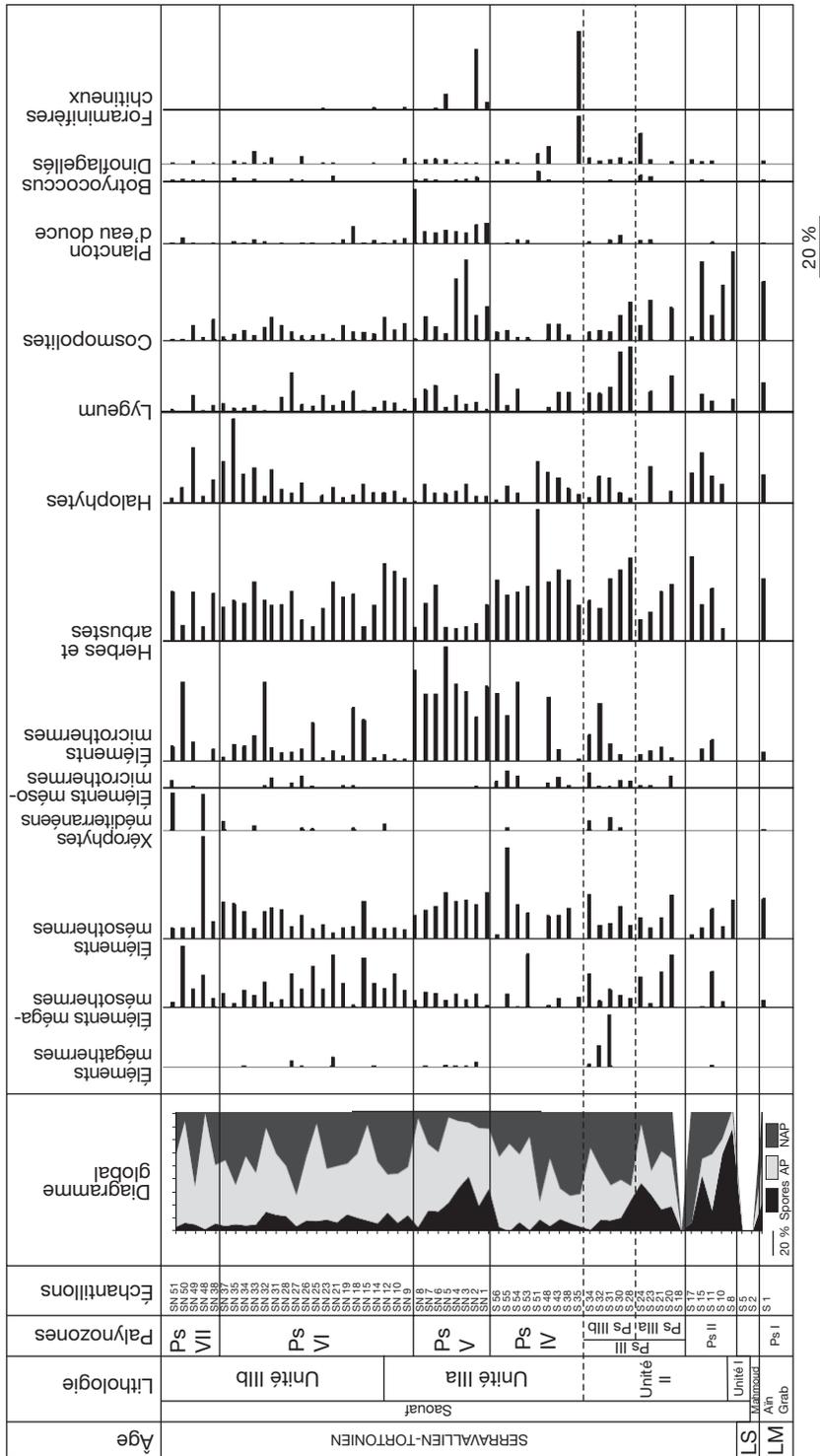


Fig. 3. — Diagramme pollinique synthétique de la coupe de Saouaf (Tunisie). Abréviations: **LM**, Langhien moyen; **LS**, Langhien supérieur.

sont bien représentés et traduisent l'évolution du réchauffement climatique. Les méso-microthermes correspondant aux genres *Tsuga* et *Sparganium* ont de faibles fréquences (4 % pour S20); de même pour les microthermes, qui sont représentés par les Pinaceae dont la fréquence atteint 4,5 % pour S21; – une sous-zone Ps IIIb (échantillons S28 à S34) correspondant à la partie sommitale de l'unité II (alternance argilo-gréseuse à dominance d'argiles au sommet) où les mégathermes sont bien fréquents (17,5 % pour S31). Par ailleurs, une richesse exceptionnelle en *Pediastrum* F. J. F. Meyen, 1829 (niveau 28) exprime, avec la présence d'autres algues d'eau douce, l'importance d'étendues lacustres. Le climat est donc chaud et humide.

Par ailleurs, on note pour la première fois la présence de xérophytes méditerranéennes, dont les Oleaceae et les *Quercus* type *ilex-coccifera*. Ce type d'association annonce timidement l'installation intermittente (Fig. 3) d'un climat méditerranéen avec probablement une sécheresse estivale.

#### *La zone Ps IV (échantillons S35 à S56)*

Elle s'étale sur toute la partie inférieure de l'unité IIIa de Saouaf à faciès argileux riche en débris d'huîtres. Du point de vue floristique, les mégathermes disparaissent et les Pinaceae abondent. Le pourcentage des spores chute.

Le climat devient frais. Par ailleurs, cette zone est caractérisée par un pic des kystes de dinoflagellés et des tests chitineux de foraminifères à sa base. Les caractéristiques faciologiques (argiles riches en lamellibranches et en bryozoaires) et palynologiques (richesse en kystes des dinoflagellés) indiquent une hausse du niveau marin. En effet, des travaux récents (Mahjoubi Ghanmi 2009) montrent une richesse et une diversité des kystes de dinoflagellés reflétant un pic eustatique positif au niveau de cette zone.

#### *La zone Ps V (échantillons SN1 à SN8)*

Elle correspond à la partie supérieure de l'unité IIIa, argilo-gréseuse, à dominance argileuse et à rares niveaux ligniteux. L'abondance des Pinaceae (20 à 37,5 %) indique un rafraîchissement du climat et/ou le voisinage proche des reliefs. Une certaine humidité est attestée par la bonne représentativité du plancton d'eau douce, la bonne fréquence des

spores de fougères et la présence de lignite. Dans cette zone, les foraminifères à test chitineux qui dominent dans les milieux de transition, atteignent 20 %. Un deuxième pic eustatique au niveau de la formation Saouaf, conforté par l'abondance des pollens de pin, est à retenir.

#### *La zone Ps VI (échantillons SN9 à SN37)*

Elle couvre la totalité de l'unité IIIb de la formation Saouaf, caractérisée par des argiles intercalées de couches de lignite et riches en jarosite et en niveaux lumachelliques. L'assemblage floristique traduit une chute de la fréquence des spores, une dominance des herbes (excepté les niveaux épars à grande fréquence de Pinaceae) et une bonne fréquence des éléments méga-mésothermes et mésothermes. On note le recul des fréquences des algues d'eau douce et des kystes de dinoflagellés ainsi que la disparition presque totale des foraminifères à test chitineux, reflétant ainsi le retrait de la mer et/ou la diminution de l'humidité; le climat étant toujours relativement chaud.

#### *La zone Ps VII (échantillons SN38 à SN51)*

Elle caractérise le sommet de l'unité IIIb, argileuse, lignitifère et à niveaux lumachelliques. La flore est toujours assez riche en méga-mésothermes (Taxodiaceae 17 % pour SN50). Les mésothermes marquent un pic représenté par *Alnus* (25,5 % pour SN48). Les éléments méditerranéens, les Pinaceae et les herbes sont bien représentés avec un léger recul de ces deux derniers groupes par rapport à la zone sous-jacente. Cette association floristique traduit l'installation d'un climat type méditerranéen.

## DISCUSSION

PRINCIPAUX TRAITS DES CHANGEMENTS VÉGÉTAUX AU COURS DU MIOCÈNE DE LA RÉGION DE SAOUAF  
La flore miocène de la région de Saouaf s'avère extrêmement intéressante par sa diversité et sa richesse. En dépit du manque d'un cadre chronostratigraphique solide, vu la nature de l'environnement et du milieu sédimentaire, l'oscillation des fréquences relatives des taxons permet de tirer des conclusions quant à la dynamique de la végétation tout au long de la

série, traduite essentiellement par la compétition entre les pollens d'arbres (Arboreal Pollen [AP]) et les pollens d'herbacées (Non Arboreal Pollen [NAP]). Nous décrivons ces changements végétaux observés dans le diagramme palynologique (Fig. 3), sans pouvoir malheureusement mettre cette dynamique dans un cadre chronologique précis. Nous tenterons, dans des travaux futurs, de caler ces données sur des repères magnétostratigraphiques et/ou chimostratigraphiques.

La base du diagramme (Fig. 3) montre une importante représentation des spores de fougères. Les AP sont définis essentiellement par les inaperturés et les Fagaceae (*Quercus*). Les conifères sont généralement des arbres d'altitude, leur faible pourcentage peut éventuellement traduire un éloignement des zones hautes. Parmi les herbacés type xérophile, les Poaceae, les Amaranthaceae-Chenopodiaceae et les Asteraceae sont fréquentes. Cette association définit une végétation semi-ouverte avec une légère dominance d'herbes et de buissons. La forêt est constituée principalement par les Taxodiaceae, Cupressaceae et quelques Fagaceae et conifères. Le milieu littoral est défini par la présence des Amaranthaceae-Chenopodiaceae, des Caryophyllaceae, Potamogetonaceae et d'*Ephedra* Linnaeus, 1753.

À partir de PsIII, s'installe une strate herbacée composée essentiellement de Poaceae, de Chenopodiaceae-Amaranthaceae, d'Asteraceae de Plantaginaceae, d'Euphorbiaceae et d'Apiaceae. Ces éléments xérophiles occupent les vastes plaines. En revanche, une végétation aquatique (*Sparganium* Linnaeus, 1753, Nymphaeaceae) devrait peupler les bords des rivières. La présence des composantes d'une forêt sclérophylle, disposée sur les premiers reliefs de l'arrière-pays, est principalement évoquée par *Quercus ilex-coccifera* et *Quercus suber* Linnaeus.

Ps V se distingue par la bonne représentation des Pinaceae, le redéveloppement des fougères et la régression considérable des herbes. Dans l'ensemble, on note l'installation d'une forêt diversifiée qui devrait occuper d'importants reliefs et des espaces parsemés de lacs favorisant la présence des algues d'eau douce. La plaine, colonisée par les Poaceae dont *Lygeum* et les Asteraceae, est relativement réduite.

Les composantes de la forêt progressent et se diversifient au niveau de Ps VI. Cette dernière est

caractérisée par un enrichissement en AP (conifères, inaperturés, Fagaceae, Juglandaceae dont *Engelhardtia*). Les Palmae, les Cycadaceae, les Magnoliaceae et les Aceraceae sont faiblement représentés. Par ailleurs, cette association indique un redéveloppement des essences halophiles (Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Ephedra* et d'un degré moindre les Caryophyllaceae).

Au dessus, la zone Ps VII est formée de Pinaceae, d'*Alnus*, de Taxodiaceae et de quelques essences méditerranéennes représentées particulièrement par des éléments sempervirents thermophiles tels que les Oleaceae. Par contre les spores de fougères régressent rapidement vers le haut de la série.

Cette association reflète une steppe méditerranéenne à déterminisme xérique en raison de l'absence d'*Artemisia* Linnaeus, 1753 et de la faible présence d'*Ephedra*. Les Oleaceae, quand elles sont présentes, ont une fréquence notable. En revanche, l'élévation de fréquences des Amaranthaceae-Chenopodiaceae vers le sommet de la série peut traduire une végétation littorale (salinité élevée du sol et/ou un déficit hydrique accentué).

De façon générale la végétation qui peuplait les environs du bassin paralique de Saouaf est de caractère hétérogène, mais elle indique une fluctuation notable au cours du temps.

#### INDICATIONS CLIMATIQUES

Sur le plan climatique, l'essentiel de nos résultats obtenus à partir des analyses palynologiques donnent une image locale sur la végétation aux alentours du bassin de Saouaf et sur ses caractéristiques climatiques au Miocène. Ces résultats se résument comme suit : il y a une évolution le long de la série allant d'un climat moyennement chaud au Langhien vers un climat chaud et humide type tropical à subtropical (dominance des éléments méga et méga-mésothermes) au Serravallien, tendant à l'aridité (installation d'une strate herbacée), pour finir par une phase de climat méditerranéen au Tortonien *pro parte*. Ces résultats s'intègrent dans le contexte général connu pour le Miocène en Tunisie (Tayech 1984), voire en Méditerranée; mais ces fluctuations peuvent dépendre également des changements paléogéographiques locaux occasionnés essentiellement par les mouvements tectoniques (phase atlasique).

Ces données ont pu être comparées à d'autres résultats connus pour la Tunisie. En effet, on a pu constater pour le Miocène :

– un climat chaud et humide au cours du Langhien dans la région du cap Bon (Tayech 1984). Pour la Tunisie centro-nord-orientale, l'association floristique, déterminée pour la même époque définit plutôt un milieu littoral à température élevée.

– un climat subtropical à tempéré chaud au cours du Serravallien avec, cependant, des contrées plus humides que d'autres, c'est le cas du cap Bon et du golfe d'Hammamet (Tayech 1984; Méon & Tayech 1986) d'Enfidha où Planderova (1971) décrit des contrées humides caractérisées par l'abondance des *Myrica*, et de la région de Skanes-Monastir (Sahel tunisien) dans laquelle Demarcq *et al.* (1976) esquissent les mêmes caractéristiques climatiques. – Pour le bassin de Saouaf, la flore traduit un réchauffement évoluant vers un climat méditerranéen (Ben Moktar 2005). Cette dégradation locale du cycle hydrique a été signalée au Tortonien *pro parte* (Tayech 1984) pour la Tunisie nord-orientale.

#### ÉVOLUTION DES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES DANS LE CADRE MÉDITERRANÉEN

Sur le plan de la dynamique végétale, l'ensemble des zones polliniques décrites pour la région de Saouaf rend compte de l'état de la végétation pendant le Miocène. Ces résultats peuvent être comparés avec d'autres données polliniques et donc climatiques connues pour d'autres régions méditerranéennes.

Le paysage floristique, dessiné par les groupes polliniques à Pinaceae, Poaceae, Chenopodiaceae/Amarantaceae, Asteraceae, Fagaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae, et à fougères, rappelle les régions nord-ouest méditerranéennes (catalanes et languedociennes), où Bessedik (1985) décrit un environnement ouvert de basses plaines, chaud et sec, caractérisant le Burdigalien moyen et le Langhien. Toutefois, le niveau langhien analysé à Saouaf et dans le golfe d'Hammamet (Tunisie orientale; Tayech 1984) diffère par l'absence des éléments mégathermes. Cette ambiance climatique du Miocène moyen est aussi reportée par Bialkowski *et al.* (2006) au sud-est de la France, où ils mettent en évidence « une flore herbacée plus ouverte au cours du Langhien en association avec un climat plus chaud et plus sec », Roiron (1997) pour

la zone ouest méditerranéenne (Bouches-du-Rhône, Pyrénées-Orientales et Andalousie), Jiménez-Moreno (2005) et Jiménez-Moreno & Suc (2007) pour l'Europe de l'Ouest.

Pour le reste de la série, il est mis en évidence une évolution d'un environnement chaud et humide (Ps II et Ps III) vers un environnement plus frais au niveau des zones médianes (Ps IV et Ps V), puis une légère hausse thermique (Ps VI), avant l'installation d'un climat modéré type méditerranéen (Ps VII). Malgré quelques différences à imputer aux facteurs locaux, ce schéma rappelle celui présenté par Jiménez-Moreno (2005) et Jiménez-Moreno & Suc (2007) pour le sud de la France et le nord-est de l'Espagne.

#### CONCLUSION

Ce travail constitue le premier inventaire complet de la série miocène dans la région de Saouaf (Tunisie centro-nord-orientale). Il a permis de récolter différentes informations sur le plan floristique, paléoclimatique et phytogéographique. Dans l'ensemble, la flore s'avère très riche et diversifiée.

L'analyse de la flore a permis de mettre en évidence les grands traits de l'évolution de la végétation miocène. On a pu établir sept zones palynologiques, ou « palynozones », dont certaines sont corrélables avec les coupures lithologiques (Fig. 3).

Les manifestations climatiques caractérisant le bassin de Saouaf évoluent d'un climat moyennement chaud au Langhien vers un climat chaud et humide type tropical à subtropical (dominance des éléments méga et méga-mésothermes) au Serravallien, tendant à l'aridité (installation d'une strate herbacée), pour finir par une phase de climat méditerranéen au Tortonien *pro parte*. C'est l'image de l'évolution climatique telle qu'elle a été donnée par Tayech (1984), Méon & Tayech (1986), Mannaï-Tayech (2006a, b; 2009) pour la Tunisie et par Jiménez-Moreno (2005) et Jiménez-Moreno & Suc (2007) pour l'Europe de l'Ouest.

Sur le plan paléogéographique, cette analyse palynologique a confirmé la nature laguno-littorale du milieu que reflète déjà la lithologie. Elle a par ailleurs, permis de mettre en évidence deux pulsations eustatiques au cours du Serravallien.

## Remerciements

Nous remercions vivement J. Moreno, V. Malécot et un rapporteur anonyme pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail. Leurs remarques constructives et leurs suggestions ont permis d'améliorer la qualité de cet article. Nous tenons à remercier aussi le Professeur J. J. Saint-Martin pour les discussions fructueuses qui ont enrichi ce travail.

## RÉFÉRENCES

- BEN ISMAÏL K. 1981. — *Étude micropaléontologique et biostratigraphique des séries paléogènes de l'anticlinal de Jebel Abderrahmane (cap Bon, Tunisie)*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Tunis 2, 229 p.
- BEN MOKTAR N. 2005. — *Étude palynologique des séries miocènes du bassin paraliq de Saouaf (Tunisie centro-nord orientale)*. Mémoire de Mastère, Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, 72 p.
- BESSEDIK M. 1985. — *Reconstitution des environnements miocènes des régions nord-ouest méditerranéennes à partir de la palynologie*. Thèse d'État, Montpellier, 162 p.
- BIALKOWSKI A., CHÂTEAUNEUF J. J., COJAN I. & BAUER H. 2006. — Integrated stratigraphy and paleoenvironmental reconstruction of the Miocene series of the Châteauredon Dome, S.E. France. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 99: 1-15. <http://dx.doi.org/10.1007/s00015-006-1176-y>
- BIELY A., RAKUS M., ROBINSON P. & SALJ J. 1972. — Essai de corrélation des formations miocènes du sud de la dorsale tunisienne. *Note du Service géologique de Tunisie* 38: 73-92.
- BLONDEL T. 1991. — *Les Séries à tendance régressive marine du Miocène inférieur à moyen en Tunisie centrale*. Thèse d'État, Genève, 487 p.
- BLOW W. H. 1969. — Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy, in BRÖNNIMANN P. & RENZ H. H. (eds), *Proceeding of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva 1967*. E. J. Brill, Leiden: 199-422.
- BUROLLET P. F. 1956. — *Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale*. Thèse de Doctorat sciences, Annale des Mines et Géologies, Tunis, 18, 350 p.
- CASTANY G. 1951. — *Étude géologique de l'Atlas tunisien oriental*. Thèse de Doctorat sciences, Annales des Mines et de la Géologie 8, 632 p.
- CHIHI L. & PHILIP H. 1999. — Le bloc atlasopélagien : place et évolution géodynamique dans le contexte subduction-collision de la Méditerranée centrale (Afrique du nord-Sicile) du Miocène au Quaternaire. *Notes du Service géologique de Tunisie* 65: 49-61.
- DEMARCO G., MEON-VILAIN H., MGUET R. & KUJAKSKI H. 1976. — Un bassin paraliq néogène : celui de Skanes-Monastir (Tunisie orientale). *Notes du Service géologique de Tunisie* 42: 96-147.
- DEVOLVET J. J. 1974. — *Étude structurale de la région d'Enfidha-ville (Tunisie orientale)*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, université Paul Sabatier, Toulouse, 154 p.
- HOOPYBERGHS H. J. F. 1977. — Les foraminifères planctoniques de la formation de l'oued El Hammam, une nouvelle unité lithologique en Tunisie d'âge langhien inférieur. *Annales des Mines et Géologie* 26: 319-335.
- JAUZEIN A. 1959. — Révision du Sénonien des environs de Tunis. *Notes du Service géologique Tunisie* 18, 19 p.
- JAUZEIN A. 1962. — *Contribution à l'étude géologique de la Tunisie septentrionale: les confins de la dorsale tunisienne*. Thèse de Doctorat sciences, Annales des Mines et de la Géologie, 425 p.
- JIMÉNEZ-MORENO G. 2005. — *Utilización del análisis polínico para la reconstrucción de la vegetación, clima y estimación de paleoaltitudes a lo largo de arco alpino europeo durante el Mioceno (21-8 m.a.)*. Thèse de Doctorat, université Claude Bernard-Lyon 1 et université de Grenade, 312 p.
- JIMÉNEZ-MORENO G. & SUC J. P. 2007. — Middle Miocene latitudinal climatic gradient in western Europe: evidence from pollen records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253: 224-241.
- MAHJOUBI GHANMI A. 2009. — *Les dinoflagellés du miocène de la Tunisie centro-nord-orientale et nord-orientale : intérêts paléoenvironnemental, océanographique et paléogéographique*. Mémoire de Mastère, université de Tunis El Manar, faculté des sciences de Tunis, 119 p.
- MANNAI-TAYECH B. 2004. — À propos de la problématique des corrélations des séries miocènes en Tunisie: une ébauche de solution. *Proceeding of the Colloque international Terre et Eau, Annaba*, 4 p.
- MANNAI-TAYECH B. 2006a. — Les séries silicoclastiques miocènes du nord-est au sud-ouest de la Tunisie: une mise au point. *Geobios* 39 (1): 71-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geobios.2004.08.003>
- MANNAI-TAYECH B. 2006b. — *Réponse de la flore et de la faune continentales aux facteurs climatiques, eustatiques et tectoniques au cours du Miocène en Tunisie: reconstitution du paléoclimat, du paléoenvironnement et de la paléogéographie*. Habilitation universitaire, université de Tunis El Manar, faculté des sciences de Tunis, 94 p.
- MANNAI-TAYECH B. 2009. — The lithostratigraphy of Miocene series from Tunisia, revisited. *Journal of African Earth Sciences* 54 (3-4): 53-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2009.02.003>
- MEDDEB N. 1984. — *Les examens pétrographiques et physico-chimiques des carottes de Saouaf-Souar*. Office national des Mines, rapport inédit, 47 p.
- MEON H. & TAYECH B. 1986. — Études palynologiques dans le Miocène du cap Bon (Tunisie). Essai d'établissement d'écozones et de reconstitution paléogéographique. *Geobios* 19: 601-626.
- PLANDEROVA E. 1971. — Contribution à l'étude paly-

- nologique des sédiments tertiaires de la Tunisie. *Géologické prace Spravy* 56: 199-216.
- RICHERT J. P. 1971. — Mise en évidence de quatre phases tectoniques successives en Tunisie. *Notes du Service géologique de Tunisie* 34: 15-125.
- ROIRON P. 1997. — Apport des flores des travertins à la reconstitution des paléoenvironnement néogènes et quaternaires. *Étude Géographie Physique*, supplément XXVI: 39-42.
- SAADI M. 1997. — *Géodynamique des bassins sur relais de décrochement du Crétacé-Cénozoïque et géométrie des séquences génétiques du bassin de Saouaf (Tunisie centro-orientale)*. Thèse, université Tunis II, 348 p.
- SALAJ J. & STRANIK Z. 1970. — Contribution à l'étude stratigraphique du Miocène du synclinal de Saouaf (région du J. Fkirine, Tunisie orientale). *Notes du Service géologique de Tunisie* 3: 79-82.
- SOLIGNAC M. 1927. — *Étude géologique de la Tunisie septentrionale*. Thèse Doctorat es sciences, Lyon, 756 p.
- TAYECH B. 1984. — *Étude palynologique dans le Néogène du cap Bon (Tunisie)*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, université Lyon I, 121 p.
- TURKI M. M. 1985. — *Polycinématique et contrôle sédimentaire associé sur la cicatrice Zaghouan-Nebhana*. Thèse Doctorat es sciences, faculté des sciences de Tunis, 252 p.
- YAÏCH C. 1997. — *Dynamique sédimentaire, eustatisme et tectonique durant l'Oligo-Miocène en Tunisie. Formations Fortuna, Messioua et Grigma; numérien et grés-micacé*. Thèse de Doctorat es sciences, université Tunis II, faculté des sciences de Tunis, Tunisie, 479 p.

*Soumis le 22 mai 2009;  
accepté le 7 janvier 2011.*