

Paléontologie générale (Taphonomie et fossilisation)

Le Sud tunisien : lieu privilégié pour caractériser les taphofaciès végétaux du Mésozoïque

Georges Barale

Paléobotanique et UMR PEPS 5125 du CNRS, université Claude-Bernard–Lyon-I, 7, rue Dubois, 69622 Villeurbanne cedex, France

Reçu le 30 juin 2006 ; accepté le 20 juillet 2006

Disponible sur Internet le 20 octobre 2006

Rédigé à l'invitation du Comité éditorial.

Résumé

La découverte récente de nombreux gisements à empreintes végétales dans le Sud tunisien (région de Tataouine), du Bathonien à l'Albien, a permis de définir six grands types de taphofaciès végétaux : dépôts marins associés à une faune marine, chenaux à troncs flottés, chenaux à axes érodés/roulés, forêts ennoyées, accumulations hypo-autochtones, formations riveraines herbacées autochtones. Leurs relations avec la sédimentologie sont présentées. Ces taphofaciès traduisent à la fois l'installation d'une végétation pionnière soumise aux fluctuations du niveau marin et au développement d'une forêt de conifères et de fougères fossilisée en position d'autochtonie, mais aussi parfois à un faible transport, en relation avec un système fluvial méandrique. **Pour citer cet article :** *G. Barale, C. R. Palevol 6 (2007).*

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Southern Tunisia: A privileged area to characterize Mesozoic plant taphofacies. The recent discovery of numerous localities with Bathonian to Albian plants imprints in southern Tunisia (Tataouine area) has permitted to define six main types of plant taphofacies: marine deposits with floated trunks, channels with eroded/rounded fern axes, inundated forests, hypo-autochthonous accumulations, autochthonous riparian herbaceous formations. Their relation with sedimentology is presented. These taphofacies represent both the installation of pioneering vegetation submitted to marine-level fluctuations and the establishment of conifers and fern forests fossilized in autochthonous position, but also sometimes subjected to transport over a short distance to meandering fluvial system. **To cite this article:** *G. Barale, C. R. Palevol 6 (2007).*

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Empreintes végétales ; Bois fossiles ; Taphonomie ; Sédimentologie ; Jurassique–Crétacé ; Sud tunisien

Keywords: Plants adpressions; Fossil woods; Taphonomy; Sedimentology; Jurassic–Cretaceous; South-Tunisia

Abridged English version

Introduction

The levels with fossil plants along the Dahar cliff (southeastern Tunisia, Fig. 1) are well known for fossil woods [11,12,14–18]. Since a few years, we reported

Adresse e-mail : georges.barale@univ-lyon1.fr.

evidence of rich and diverse imprint floras [3–8, 20] from the Bathonian to the Albian. This area permits to observe different types of fossil plant taphofacies.

Geological framework

The outcrops of Mesozoic rocks along the Dahar cliff are of various ages (Triassic to Cretaceous). However, the main set is detritic known as the 'Merbah el Asfer' Group [9,13] and originally dated as Early Cretaceous [22]. More recent studies gave stratigraphical markers [1,10,21] and propose to divide the Asfer Group into 3 formations [23], as shown in Fig. 2.

The three formations of the Asfer Group and the Aïn el Guettar Formation are limited by erosional surfaces of regional extension (D1 to D5 in Fig. 2).

Ouaja [19] shows that the so-called fluvial facies of channelled sandstones of the Asfer Group (Upper Jurassic to Lower Cretaceous in age) are in fact marine transgressive, tide-dominated facies. Large channels are not filled with fluvial sandstones. They mostly represent valleys incised during sea-level lowstands that were filled up with tidal-dominated estuarine sands during subsequent transgressions.

Relation between sedimentology and fossil-plant deposits

Six formations have been distinguished in the Tataouine area: Techout, Foug Tataouine, Bir Miteur, Boulouha, Douiret, Aïn el Guettar (Fig. 2).

Techout Formation

This formation with claystones and sandstones, well known by silicified trunks of conifers and ferns [10–12,14–17], has revealed a rich flora, with imprints of conifers and ferns [3].

Foug Tataouine Formation

The so-called fluvial facies of channelled sandstones of the Asfer Group are mostly transgressive marine tide-dominated facies. They represent valleys incised during sea-level lowstands that were filled with tidal-dominated estuarine sands during subsequent transgressions.

It is poor in plants deposits, with classic mineralized woods of conifers and ferns only at the base.

Bir Miteur Formation

Four types of plant taphofacies have been observed (Fig. 3) in relation with facies evolution:

- type a: coarse lags at the sequence base with many fragmentary axes of conifers and ferns;
- type b: pioneer populations with fragmentary remains;
- type c: lignitic eroded/rolled axes of conifers and ferns;
- type d: coastal environments with axes of conifers and ferns of big size.

Boulouha Formation

Deposition occurred under fluvial meandering system with many trunks of conifers deposited in the point bars. Their abundance in marine sandy flats is explained by the destructive effect of the transgressive surface of the coastal forest. In point bars, their abundance is explained by the evolution of the meander itself rather than by river floods, because the depositional facies evidences the fact that rivers of that kind were sluggish in the coastal environment.

Douiret Formation

Sandstones and claystones are present. Many trunks are present in sandstones, sometimes in connection with roots system. In claystones pioneer vegetation is noted.

Aïn el Guettar Formation

The transgressive sandstones are characterized by floated trunks.

Plant taphofacies of southern Tunisia (Fig. 4)

Marine deposits with plant remains

We found badly preserved plant remains in marine sediments with a diversified marine fauna, especially in the Krachoua Formation.

Channels deposits with floated trunks (Fig. 4A)

It represents channelled fluvial deposits, typical of the Bir Miteur, Boulouha, and Douiret Formations, which contain numerous and often massive trunks that are parallel to the stream. These environments are highly dynamic, and trunks have obviously been sorted, the ones with a diameter smaller than 50 cm being underrepresented. Fern axes are extremely rare. Insect borings are more frequent than in any other level, a fact that may point to a long aerial exposure of those logs.

Channels with eroded/rounded fern axes (Fig. 4B)

Typical of Bir Miteur Formation, numerous fern axes and rhizome remains are found, more or less rounded in relation with a transport.

Inundated forests (Fig. 4C)

In the Douiret Formation, the fluvial deposits show large trees, some exceeding 20 m in length, sometimes in connection with their roots, and deposited without any order. These levels may correspond to the inundation of a forest, during a transgressive event or a flood.

Hypo-autochthonous accumulations (Fig. 4D)

It is within these levels, typical of the Boulouha Formation, that the greatest abundance in diversity and in number of fossils has been observed. All fossils are imprints, mainly leaves, but also roots, reproductive organs and twigs. Wood fragments are rare and very small. Plants often show sterile and fertile parts still connected. These levels correspond to an accumulation of herbaceous riparian vegetation after a minimal transport of the remains. Deposition occurred in a quiet water body, as shown by the occurrence of decimetric fronds regularly preserved in their natural growth position.

Autochthonous riparian herbaceous formations (Fig. 4E–F)

This type of level has been observed at the top of the Boulouha Formation, showing an assemblage dominated by *Selaginellites*, *Isoetites*, and *Equisetum*. It probably results from riparian vegetation in a moist setting. All the material is autochthonous.

Southern Tunisia allows us to understand the floristic evolution by the knowledge of plant taphofacies during a long period between Bathonian to Albian. However, these levels did not allow us to observe cuticle deposits sometimes typical of European Mesozoic localities, as in the South of the French Jura [2].

1. Introduction

Le Sud tunisien a été longtemps connu en Paléobotanique uniquement par l'étude de quelques bois fossiles [11,12,14–18]. Depuis quelques années, la région de Tataouine a été l'objet de découvertes importantes de restes d'empreintes végétales du Bathonien à l'Albien [3–8,20]. Les affleurements fossilifères se situent le long d'un escarpement majeur, connu sous le nom de falaise du Dahar (Fig. 1). Cette région permet d'avoir une nouvelle vue de la biodiversité végétale pendant plus de 70 millions d'années et des différents types d'accumulations végétales qui se sont succédé pendant cette période.

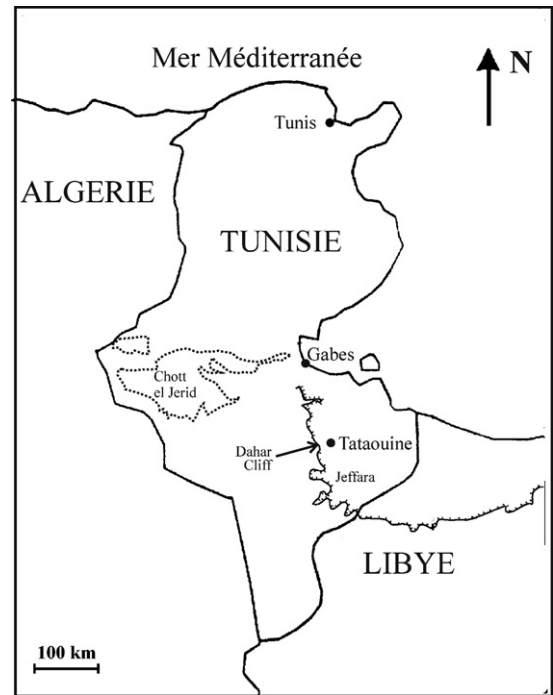


Fig. 1. Plan de situation de l'aire étudiée (Sud tunisien).

Fig. 1. Location map of the studied area (southern Tunisia).

2. Contexte stratigraphique et sédimentologique

Le long de la falaise du Dahar (Fig. 1), dans le Sud-Est de la Tunisie, affleurent des terrains mésozoïques d'âges variés (Trias à Crétacé).

L'ensemble sédimentaire principal (Fig. 2) est une série détritique affleurant sur environ 200 km. Cette série a tout d'abord été datée comme néocomienne [22], puis nommée « formation Asfer » dans les travaux de Barnaba [9] et attribuée aux faciès « Purbecko-Wealdien » par Busson [13]. Son étude est complexe, tant à cause de fortes variations latérales de faciès que de l'homogénéité verticale des dépôts, qui répètent régulièrement des séquences analogues [7].

Des précisions stratigraphiques sont apportées avec les travaux de Peybernès et al. [21], qui signalent la présence d'une barre carbonatée marine, d'âge Kimméridgien, au sein de la formation Asfer. Des précisions ont également été données pour dater du Callovien supérieur les membres Khechem el Miit, Ghomrassene, Ksar Haddada de la formation Fom Tataouine [1] (Fig. 2). En 1991, D. Pons (in Ben Ismaïl [10]), sur la base d'une association palynologique, propose un âge Aptien supérieur–Albien inférieur pour les grès de la formation Aïn el Guettar (Fig. 2). Zarbout et Ghanmi [23] élèvent au rang de groupe la forma-

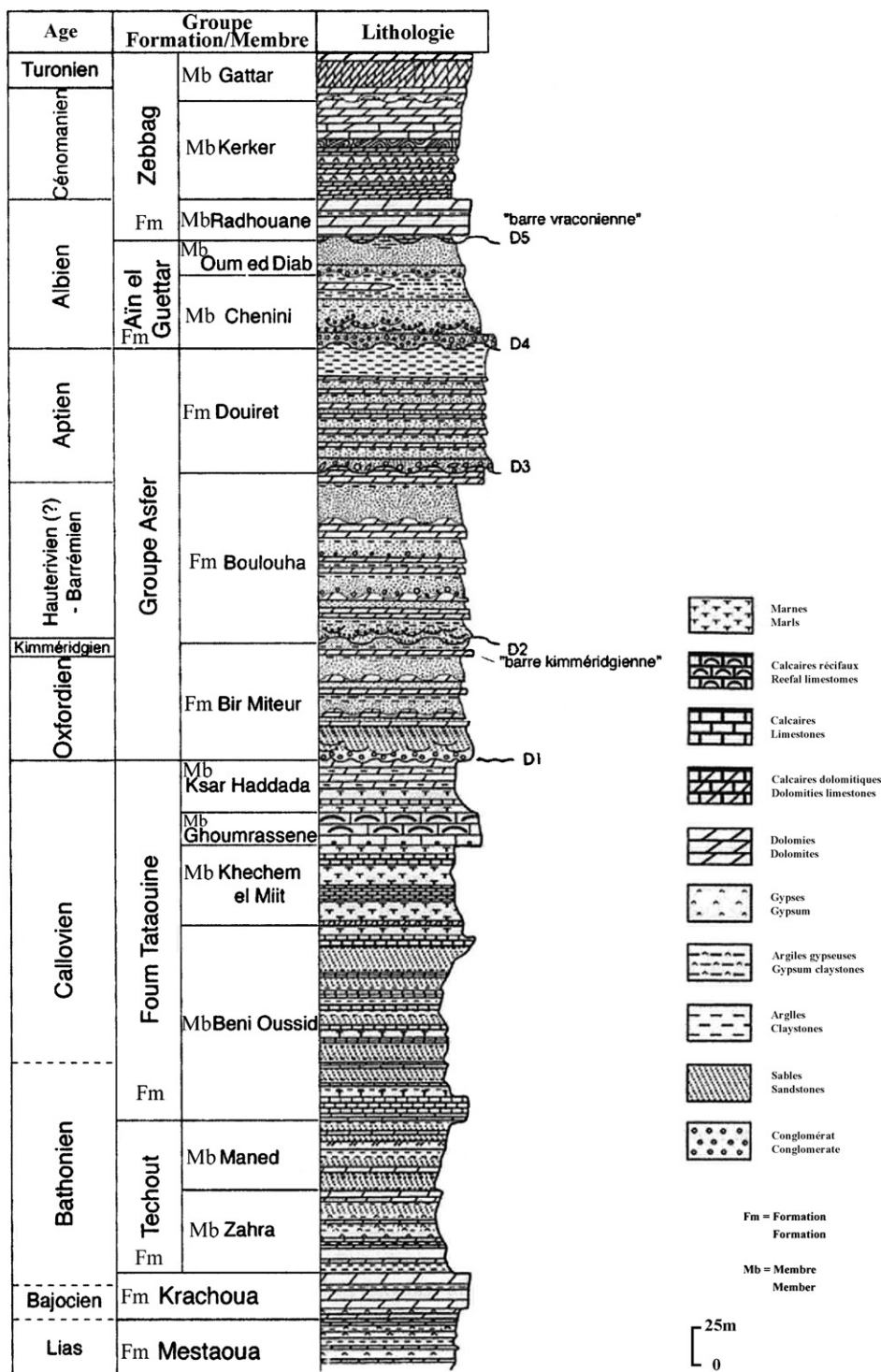


Fig. 2. Lithostratigraphie du Jurassique moyen–Crétacé dans le Sud-Est de la Tunisie (d'après [19], modifié).

Fig. 2. Lithostratigraphy of the Middle Jurassic–Cretaceous of southeastern Tunisia (after [19], modified).

tion Asfer et le subdivise en trois formations distinctes : de bas en haut, les formations Bir Miteur, Boulouha et Douiret. Ces formations sont limitées par des surfaces d'érosion subaérienne, d'extension régionale, et recouvertes de dépôts grés-conglomératiques chenalisés. Ces dépôts continentaux supportent des faciès terrigènes à carbonatés, différents d'une formation à l'autre.

Ouaja [19] a remis en cause le caractère réputé fluvial des sables chenalisés du groupe Asfer. Il s'agit principalement de faciès sableux à sablo-argileux d'estrans transgressifs. Par ailleurs, les grands chenaux observés ne correspondent pas à une dynamique de dépôt fluvial, mais plutôt à des vallées incisées remplies en transgression par des dépôts tidaux estuariens.

Le contexte paléogéographique, particulièrement favorable d'un delta en arrière d'un massif émergé (le craton saharien) dans une zone assez stable, a permis d'étudier les accumulations végétales, du Bathonien jusqu'à l'Albien.

Nous présenterons à la fois le caractère répétitif des accumulations au cours du temps, mais aussi les différences correspondant à des périodes particulières dans l'évolution de la biodiversité végétale.

3. Relation entre sédimentologie et taphonomie des végétaux des formations du Sud tunisien

Nous aborderons les différentes formations observées de la base au sommet de la série, soit les formations Techout, Foug Tataouine, Bir Miteur, Boulouha, Douiret et Aïn el Guettar.

3.1. La formation Techout

Elle correspond à deux types de séquences élémentaires, l'une transgressive (gypses ou argiles puis dolomies à lamination algaire ou bioclastique) et l'autre régressive (gypses ou argiles, puis grès à stratifications entrecroisées).

Elle correspond aux niveaux à végétaux connus [11,12,14–18], dans lesquels ont été décrits des troncs de conifères rapportés à *Brachyoxylon brachyphyllodes*, *Protopodocarpoxylon solignacii*, et des axes de fougères rapportés à *Paradoxopteris stromeri*, *Alstaettia* sp. et *Palmoidopteris lapparenti*. De plus, Boureau et Lapparent [11] signalent la présence d'une empreinte de fougère de *Weichselia reticulata* qui, en fait, correspond à *Piazopteris branneri*. Dans cette formation, Barale et Ouaja [4] ont décrit, dans le membre Named, une riche flore à empreintes, avec des fougères et des conifères. Il s'agit d'empreintes d'un dizaine de centimètres de longueur. Le niveau fossilifère, de 2 m d'épaisseur,

présente, à sa base et sur 1,20 m, des empreintes de conifères, ainsi que des axes préservés en volume. La partie supérieure (0,8 m) est riche uniquement en restes de fougères de *Piazopteris branneri*. Cette répartition contrastée a été interprétée comme la résultante d'une évolution climatique avec un degré d'humidité croissant [4].

3.2. La formation Foug Tataouine

La base de la formation est une série mixte carbonatée/silicoclastique où les carbonates sont franchement marins. Il n'y a pas d'accumulations de restes végétaux.

On les observe dans les faciès côtiers sableux montrant des influences mixtes, houle et marée. Il s'agit d'axes de conifères et fougères silicifiés, mais très souvent le matériel est vitrifié, rendant les observations des structures cellulaires impossibles.

Le sommet de la formation est marin, sans accumulation végétale.

3.3. La formation Bir Miteur

Il a été possible de corrélérer dans cette formation les taphofaciès végétaux avec la sédimentologie et d'établir un schéma type (Fig. 3), qui pourrait être transposé *pro parte* dans les autres formations du groupe Asfer ainsi que dans la formation Aïn el Guettar.

Chaque niveau correspond à un type particulier d'accumulation végétale (Fig. 3) :

- type (a) : lags grossiers qui nappent la discontinuité de base de la séquence, et où sont concentrés les débris rassemblés par la plage transgressive qui détruit la forêt côtière au cours de son avancée. On trouve de nombreux axes fragmentaires de conifères et fougères d'une dizaine de centimètres de longueur au maximum ;
- type (b) : les peuplements pionniers des estrans argilo-sableux. Il s'agit majoritairement d'empreintes fragmentaires mélangées en taille, ce qui suppose que l'hydrodynamisme était faible. Cependant, certains niveaux sont recouverts par des restes fragmentaires de petite taille, suggérant un tri lié à des courants de marée. D'autres sont traversés par des systèmes racinaires, qui correspondent à d'anciens sols de végétation ;
- type (c) : les concentrations de débris ligneux sur les surfaces basales de progradation ou dans les argiles de l'*offshore*. Le matériel végétal est présent à l'état de nodules, plus ou moins roulés, d'axes de conifères et de fougères ;

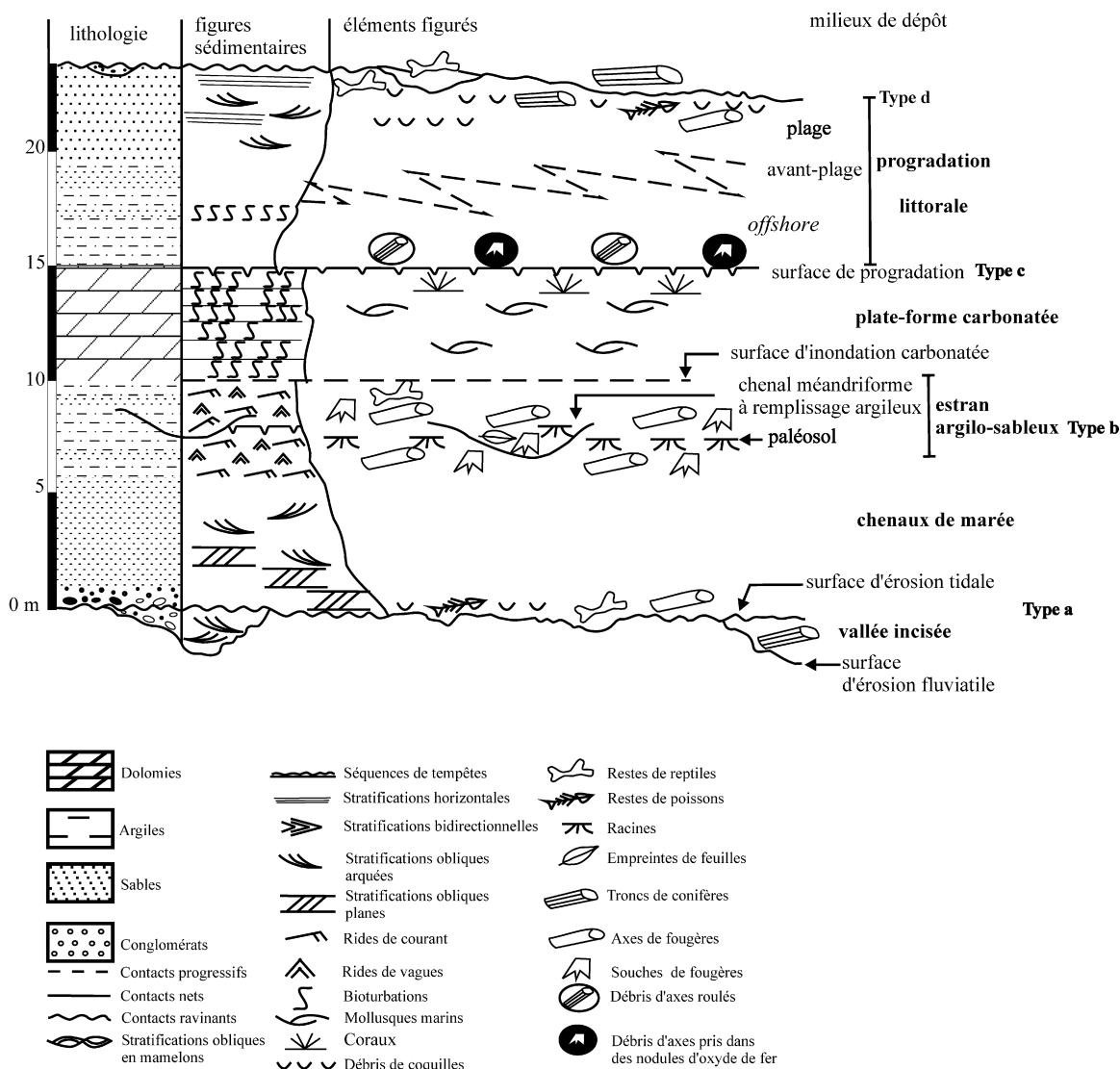


Fig. 3. Séquence type de l'Oxfordien de la formation Bir Miteur et taphonomie des restes végétaux (d'après [20], modifié).
 Fig. 3. Type sequence from the Oxfordian of the Bir Miteur Formation and taphonomy of the plants remains (after [20], modified).

- type (d) : les environnements côtiers liés aux prismes progradants. C'est dans ces niveaux que l'on rencontre les troncs de grande taille pouvant avoir une dizaine de mètres de longueur et toujours rapportés à des conifères.

3.4. La formation Boulouha

Elle est séparée de la précédente par une discontinuité. Elle est marquée par un faciès méandriforme de base. Ce faciès est bien visible dans la coupe-type de Merbah el Asfer décrite par Ouaja [19]. Il est fait d'argiles litées de débordement, entrecoupées de barres de méandres

plus ou moins emboîtées, où l'accrétion latérale est nette, de même que les bouchons vaseux, caractéristiques de ce type de faciès. Le remplissage des chenaux peut être, selon le cas, purement sableux, argilo-sableux, voire presque totalement argileux. On n'observe pas de mégarides, simplement de petites rides, ce qui indique des courants lents. Les directions de courant déduites des structures arquées des petites rides tronquées dans le plan de la stratification ne montrent pas de réversion des sens de courant. Cependant, l'abondance des drapages argileux dans certains chenaux à remplissage sablo-argileux peut indiquer une influence tidale dans les distributeurs fluviaux. Les barres de méandres où

alternent couches d'argile et *flaser* sablo-argileux sont, quant à elles, peut-être déconnectées des distributaires fluviaux sur la plaine deltaïque à influence tidale. L'ensemble des caractéristiques présentées évoquent le paysage d'un vaste système deltaïque sous influence tidale, avec des distributaires fluviaux à courants lents.

Les taphofaciès végétaux sont en accord avec ce type de paysage sédimentaire. Les troncs sont rencontrés dans les barres de méandres proprement dites. L'abondance des troncs dans le faciès indique qu'ils étaient probablement déchaussés par l'évolution des méandres (éboulement des berges), plutôt que longuement transportés. On peut noter cependant que les troncs échoués sur la pente d'accrétion des barres de méandres sont tous orientés parallèlement au sens du courant. On peut en déduire ainsi, vu l'abondance des troncs, l'absence d'érosion et de trace de transport, qu'ils flottaient et provenaient d'une forêt recouvrant le delta. Les berges humides permettaient le développement d'une flore monospécifique à bryophytes ou ptéridophytes : lichens ou selaginelles ou prêles ou isoètes.

En revanche, l'argile des bouchons vaseux des méandres abandonnés, entrecoupée de paléosols temporaires à racines, ne comporte que des frondes et des axes de ptéridophytes, plantes pionnières de petite taille. Il est possible d'observer sur les lits fossilifères des empreintes fragmentaires, des racines principales coupées transversalement, d'où sont issues des racines secondaires bien visibles, ce que l'on peut interpréter en disant qu'il s'agit d'un sol temporaire dans un méandre abandonné, provisoirement asséché.

3.5. La formation Douiret

Elle est subdivisée en deux unités, des sables à la base et des argiles au sommet.

La discontinuité de base (D3) (Fig. 2) est surmontée par un *lag* transgressif grossier, à bois fossiles, ossements et galets dolomitiques. La taille des éléments dolomitiques remaniés peut être grande, de l'ordre du mètre. Ces blocs isolés, stratifiés (donc fragiles) n'ont pu être transportés, mais déchaussés sur place dans le substratum transgressé. Les sables sus-jacents à la discontinuité représentent, la plupart du temps, un faciès de faible énergie (petites rides, petites mégarides) latéralement continu, pouvant comporter localement un faciès de plage à lamination quasi planaire. Ces sables à petites rides comportent quelquefois de nombreux troncs presque entiers, de plusieurs mètres de longueur, avec, parfois en connexion, leur système racinaire. La présence

de blocs de grande taille et de nombreux troncs, noyés dans un faciès à faible énergie latéralement continu, est incompatible avec un faciès fluvial. Il s'agit d'un faciès d'estran transgressif.

Le faciès argilo-sableux ou sablo-argileux de type *flaser* représente un faciès de platier tidal ou de « mangrove ». On y trouve, en effet, des restes de colonisation par une végétation semi-arborescente monospécifique pionnière envahissant les espaces découverts. La faiblesse de la profondeur de dépôt est soulignée par des fentes de dessiccation. On passe des sables de Douiret aux argiles, de manière progressive. Le toit des argiles est souvent marqué par un banc dolomitique avec des indices d'émersion (brèches de dissolution ou de dessiccation, paléosols à racines).

3.6. La formation Aïn el Guettar

Elle est marquée par une discontinuité D4. Le membre Chenini débute par un *lag* transgressif grossier, à ossements et bois flottés. Le faciès gréseux est tidal.

Le membre Oum ed Diab commence par un faciès caractéristique de plage transgressive, sans restes végétaux. Puis il se poursuit avec des sables très fins, à stratification oblique.

L'étude de ces différentes formations du Sud tunisien autorise l'identification de six types de taphofaciès végétaux, qui ne se succèdent pas dans le temps et qui peuvent être partiellement représentés dans une même formation (Fig. 4) :

- (1) les dépôts marins à restes de plantes, associés à une faune marine (brachiopodes, bivalves, bélemnites, ammonites) sont typiques de la formation Krahoua. Ils résultent d'un apport « régulier », mais leur concentration locale peut correspondre à des crues fluviales ;
- (2) les chenaux à troncs flottés provenant de l'éboulement des berges, caractéristiques des formations Bir Miteur, Boulouha et Douiret (Fig. 4A) ; ces troncs sont souvent orientés parallèlement au courant. Il y a une sous-représentation des axes de diamètre inférieur à 50 cm. Ce sont essentiellement des conifères. Ils montrent des galeries d'insectes xylophages, certaines loges nymphales pouvant mesurer plus de 2 cm de diamètre [7]. Ces traces indiquent une assez longue exposition à l'air de ces troncs, avant ou après leur transport ;
- (3) les chenaux à axes roulés (Fig. 4B) ; caractéristiques dans la formation Bir Miteur, il s'agit d'axes de fougères ou de conifères centimétriques,

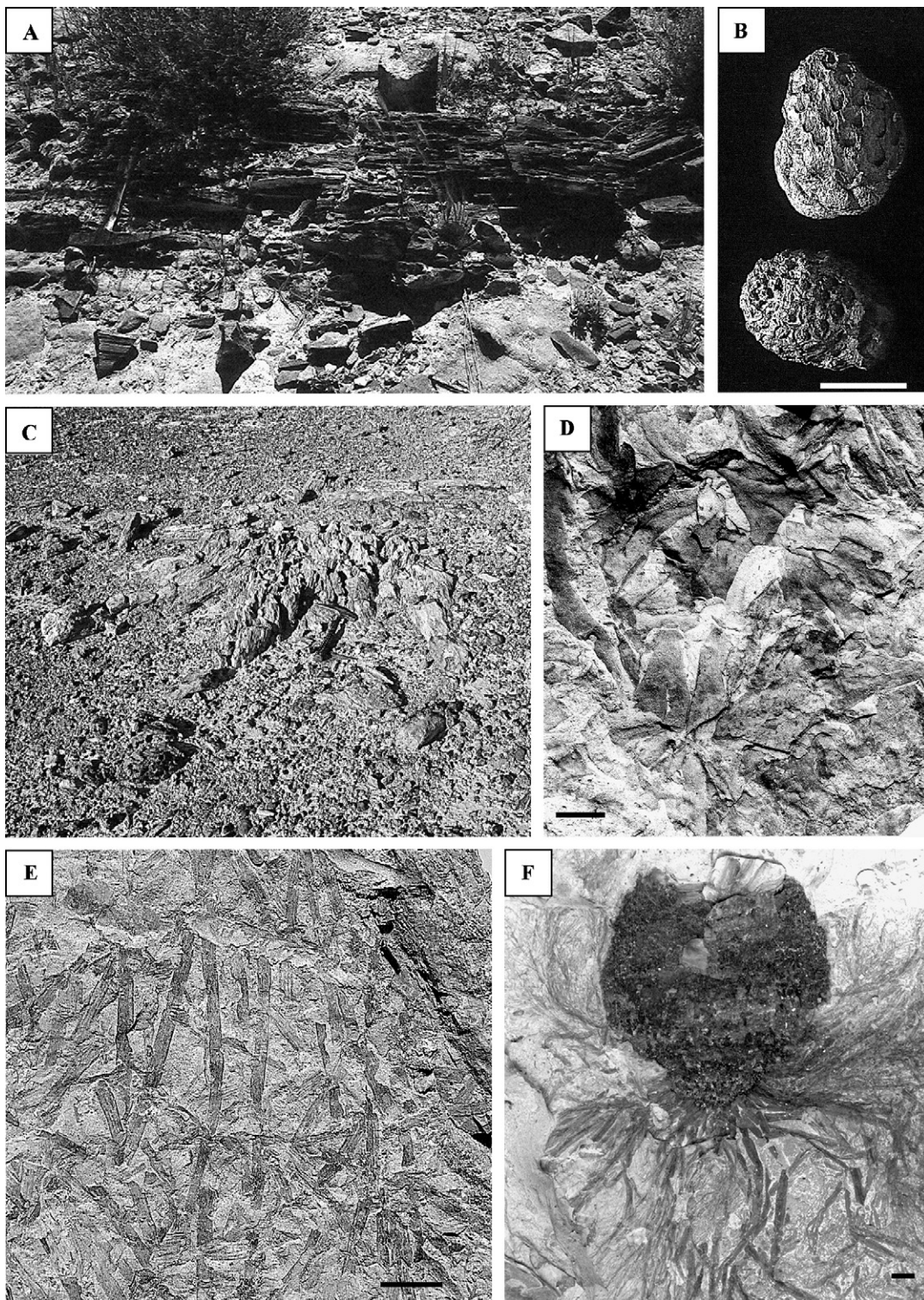


Fig. 4. Différents types de taphofaciès végétaux (l'échelle correspond à 1 cm, sauf pour A et C): (A) tronc de conifère flotté, (B) axes de fougères roulés, (C) système racinaire d'un conifère, (D) niveau à Hepaticites, (E), niveau à Equisetum, (F), niveau à Isoetites.

Fig. 4. Different types of plant taphofacies (the value of the scale is 1 cm, except for A and C): (A) floated axe of conifer, (B) rolled axes of ferns, (C) root system of a conifer, (D) level with Hepaticites, (E) level with Equisetum, (F) level with Isoetes.

souvent épigénisés par des hydroxydes de fer, le transport leur donnant une forme caractéristique sphérique ou ovoïde ;

- (4) les forêts ennoyées (Fig. 4C) ; typique de la formation Douiret, ce niveau montre de très grands troncs, tous couchés, atteignant 20 m de long, dont certains présentent leur système racinaire. Ces troncs sont disposés sans orientation préférentielle, mais espacés les uns les autres. Ils semblent correspondre à un ennoyage d'une forêt, avec une faible mobilisation des troncs, à la suite d'une crue fluviale ou à une grande marée ;
- (5) les accumulations hypo-autochtones (Fig. 4D) caractéristiques de certains niveaux de la formation Boulouha ; ce sont des niveaux riches en biodiversité végétale, constitués d'empreintes essentiellement foliaires, mais aussi racinaires ou d'éléments reproducteurs. Les fragments ligneux sont rares, de 1 cm maximum de longueur. Les restes végétaux sont riches en Ptéridophytes et conifères associant des empreintes de petite taille (moins de 5 cm de longueur) à d'autres plus grandes (plus de 30 cm de longueur). Il n'y a pas eu de tri lié à un long transport et les niveaux fossilifères montrent l'association d'éléments fertiles (cônes de conifères, pennes fertiles de fougères, archégonophore ou anthéridiophore de Bryophytes) et stériles. Cela suggère une forêt littorale abritant des Ptéridophytes en sous-bois ;
- (6) les formations riveraines herbacées autochtones (Fig. 4E et F) ; ces accumulations sont particulièrement abondantes dans certains niveaux de la formation Boulouha. Certains niveaux sont monospécifiques, traduisant la colonisation active des végétaux de certains méandres exondés. Beaucoup se caractérisent par une végétation pionnière herbacée, de type *Selaginellites*, *Equisetum* ou *Isoetites*. La preuve est donnée qu'il s'agit de sol de végétation, par l'abondance des éléments fertiles et stériles récoltés en bon état de conservation. Dans quelques niveaux marqués par un mélange de la biodiversité végétale, certains restes, les Isoètes par exemple, montrent des plantes entières avec bulbe, feuilles stériles et fertiles, système racinaire. La récolte de frondes décimétriques de fougères dont les pennes sont régulièrement disposées en position vitale n'est pas rare.

Le Sud tunisien a permis de mettre en évidence différents types de taphofaciès végétaux, qui se sont succédé ou répétés dans un milieu assez stable tectoniquement. Ces types de taphofaciès sont le reflet

direct de la biodiversité végétale qui régnait pendant cette période. À la différence d'autres lieux géographiques de périodes stratigraphiques équivalentes, nous n'y avons pas mis en évidence de transport long du matériel végétal. Un des intérêts de cette étude est de révéler l'association axes végétaux/empreintes végétales, souvent en position d'autochtonie. En revanche, l'absence de cuticules n'a pas permis de mettre en évidence des accumulations de bouillie végétale, si caractéristiques de certains niveaux du Mésozoïque européen, comme par exemple dans le Jura méridional français [2].

Remerciements

Le travail de terrain a été effectué grâce à la collaboration de Mohamed Ouaja et les moyens logistiques de l'Office des mines de Tunis. Nicolas Labert a participé à la réalisation des figures. Les remarques et suggestions de C. Martin-Closas (Barcelone) et J. Van Konijnenburg-Van Cittert (Utrecht) ont été appréciées.

Références

- [1] Y. Alméras, R. Enay, C. Mangold, M. Soussi, K. El Asmi, P. Hantzpergue, Observations à la note : « Mise en évidence d'une flore oxfordienne dans le Sud-Est de la Tunisie : intérêts stratigraphique et paléoécologique », *Geobios* 38 (2005) 691–695.
- [2] G. Barale, La paléoflore jurassique du Jura français : étude systématique ; aspects stratigraphiques et paléoécologiques, *Doc. Lab. Géol. Lyon* 81 (1981) (467 p.).
- [3] G. Barale, Sur la présence d'une nouvelle espèce d'*Isoetites* dans la flore du Crétacé inférieur de la région de Tataouine (Sud tunisien) : implications paléoclimatiques et phylogénétiques, *Can. J. Bot.* 77 (2) (1999) 189–196.
- [4] G. Barale, M. Ouaja, Découverte de nouvelles flores avec des restes à affinités angiospermiennes dans le Crétacé inférieur du Sud tunisien, *Cretaceous Res.* 22 (2001) 131–143.
- [5] G. Barale, M. Ouaja, La biodiversité végétale des gisements d'âge Jurassique supérieur–Crétacé inférieur de Merbah el Asfer (Sud tunisien), *Cretaceous Res.* 23 (2002) 707–737.
- [6] G. Barale, M. Philippe, B. Tayech-Mannai, M. Zarbout, Découverte d'une flore à Ptéridophytes et Gymnospermes dans le Crétacé inférieur de la région de Tataouine (Sud tunisien), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 325 (1997) 221–224.
- [7] G. Barale, M. Zarbout, M. Philippe, Niveaux à végétaux fossiles en environnement fluviale à marin proximal dans le Dahar (Bathonien à Albien, Sud tunisien), *Bull. Soc. géol. France* 169 (6) (1998) 811–819.
- [8] G. Barale, M. Ouaja, M. Philippe, Une flore bathonienne dans la formation Techout du Sud-Est tunisien, *N. Jahrb. Geol. Monatsh.* 11 (2000) 681–697.
- [9] P.F. Barnaba, Studio stratigraphico sul Cretaceo della Tunisia meridionale, *Rev. Ital. Paleontol. Stratigr.* 71 (3) (1965) 883–922.
- [10] M.H. Ben Ismail, Les bassins mésozoïques (Trias et Aptien) du Sud de la Tunisie : stratigraphie intégrée, caractéristiques géophysiques et évolution géodynamique, thèse d'État, université Tunis-2, 1991 (446 p.).

- [11] É. Boureau, Contribution à l'étude paléoxylologique de l'Afrique du Nord (IV) : sur un échantillon de *Brachyoxylon* (*Telephragmoxylon*) du Jurassique moyen de Tunisie, Bull. Soc. geol. France 6 (1953) 169–174.
- [12] É. Boureau, A.F. de Lapparent, Sur la découverte de structures de *Weichselia reticulata* (*Paradoxopteris stromeri* Hirmer) dans le Jurassique du Sud de la Tunisie, C. R. somm. Soc. geol. France 7 (1951) 108–109.
- [13] G. Busson, Le Mésozoïque saharien 1^{re} partie : l'Extrême-Sud tunisien, CNRS, Paris, 1967 (194 p.).
- [14] B. Giraud, Sur une nouvelle espèce de *Protopodocarpoxylon* du Mésozoïque du Sud tunisien, Ann. Min. Geol. 26 (1973) 407–417.
- [15] B. Giraud, À propos d'un bois fossile homoxylé du Sud tunisien, C. R. 97^e Congrès Nat. Soc. Sav., Nantes 1972, Sciences 4 (1977) 31–43.
- [16] J.-C. Koeniguer, Sur de nouveaux échantillons du genre *Paradoxopteris*, in: É. Boureau, J.-C. Koeniguer, II. Étude paléophytogéographique du Continental intercalaire de l'Afrique nord-équatoriale, Mém. Soc. geol. France 105 (1966) 100–112.
- [17] J.-C. Koeniguer, Sur quelques structures de *Paradoxopteris* du Mésozoïque de Tunisie, C. R. somm. Soc. geol. France 5 (1971) 285–286.
- [18] J.-C. Koeniguer, Sur quelques structures des genres *Paradoxopteris* et *Alstaettia* du Mésozoïque de Tunisie, Ann. Min. Géol. 26 (1973) 419–429.
- [19] M. Ouaja, Étude sédimentologique et paléobotanique du Jurassique moyen–Crétacé inférieur du bassin de Tataouine (Sud-Est de la Tunisie), thèse, université Claude-Bernard–Lyon-1, 2003 (inédit, 164 p.).
- [20] M. Ouaja, M. Philippe, G. Barale, S. Ferry, M. Ben Youssef, Mise en évidence d'une flore oxfordienne dans le Sud-Est de la Tunisie : intérêts stratigraphique et paléoécologique, Geobios 37 (2004) 89–97.
- [21] B. Peybernès, Y. Alméras, M. Ben Youssef, F. Kamoun, J. Mello, J. Rey, et al., Nouveaux éléments de datation dans le Jurassique du Sud tunisien (plate-forme saharienne), C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II 300 (1985) 113–118.
- [22] M. Solignac, E. Berkloff, Carte géologique provisoire de la Tunisie au 1:200 000 : Medenine, Publ. direction générale des Travaux publics, Tunis, 1934.
- [23] M. Zarbout, M. Ghanmi, Carte géologique de Bir Touila 1:100 000, Serv. Géol, Tunisie, 1994 (Office national des mines).