

ÉTUDE DES SUBLEPIDODENDRACEAE DU DJADO (SAHARA ORIENTAL)

ANNIE LEJAL

Laboratoire de Paleobotanique, Faculté des Sciences de Paris

ABSTRACT

This paper is a study of some Sublepidodendraceous specimens: *Protolepidodendropsis* and *Lepidodendropsis* species from the Lower Carboniferous bed of the Djado in Oriental Sahara. A new species is described, *Lepidodendropsis africanum* n. sp.

INTRODUCTION

LES échantillons qui font l'objet de cette étude, proviennent du Carbonifère inférieur du Djado (Moyen Blaka, Djebel Afafi et Kouzandouga).

La famille des Sublepidodendraceae, basée sur le genre *Sublepidodendron* Nathorst 1920 comprend actuellement, d'après Schweitzer (1965), les genres *Sublepidodendron*, *Lepidodendropsis* Lutz 1933 et *Protolepidodendropsis* Gothan et Zimmermann 1937. Tous ces genres se rencontrent au Dévonien supérieur et au Carbonifère inférieur, sauf le *Protolepidodendropsis* que l'on trouve dès le Dévonien moyen.

DESCRIPTION

A. Genre — *Protolepidodendropsis* Gothan et Zimmermann 1937

I. HISTORIQUE

Gothan et Zimmermann ont créé ce genre pour désigner des fragments de rameaux lépidodendroides provenant du Dévonien supérieur de Bögendorf-Liebichau en Silésie. Ils déterminèrent l'espèce-type sous le nom de *Protolepidodendropsis frickei*. Ce sont des tiges couvertes de vrais coussinets foliaires.

a. *Protolepidodendropsis frickei* Gothan et Zimmermann 1937. *Protolepidodendropsis frickei* Gothan et Zimmermann 1937. Jb. Preus. Geol. L.A. 57 p. 478-506.

Ce sont des coussinets peu différents de ceux du *P. pulchra* Høeg 1942, ils sont en disposition verticillée et séparés verticalement par des bourrelets d'écorce ondulés. D'après les auteurs, les coussinets sont allongés, rhomboidaux et très petits. On observe en leur centre une cicatrice vasculaire et à leur partie supérieure une petite crête longitudinale.

b. *Protolepidodendropsis pulchra* Høeg 1942. *Protolepidodendropsis pulchra* Høeg 1942. (83) p. 1-228. *Bothrodendron* sp. Nathorst 1894-1895 s. 15 pl. 2, fig. 6.

Cf. *Bergeria mimerensis* Høeg 1942 s. 126, pl. 53, fig. 1-4.

Cette espèce, du Dévonien supérieur du Spitzberg, est basée sur des fragments de petites tiges, d'environ 1 cm de diamètre. Elles sont couvertes de petites cicatrices allongées verticalement, à extrémités plus ou moins pointues, en disposition hélicoïdale. On observe aussi une sériation en files verticales, par des bourrelets longitudinaux flexueux qui donnent une impression de côtes étroites.

Høeg considère ces cicatrices, de 3 mm de longueur sur 0.6 mm de largeur, comme des coussinets, mais Schweitzer (1965) pense que ce sont des cicatrices foliaires, car l'étude de nouveaux échantillons a permis de distinguer une cicatrice vasculaire. On n'y a pas observé de parichnos ni de ligule.

Schweitzer (1965) a mis en évidence la remarquable correspondance qui existe entre l'état de décortication désigné sous le nom de *Bergeria mimerensis* et le *Protolepidodendropsis pulchra*. En effet, il a retrouvé tous les stades transitoires qui permettent de passer de l'un à l'autre. Pour la forme *Protolepidodendropsis*, les cicatrices sont verticalement dans le prolongement les unes des autres, tandis que pour le *Bergeria* elles sont indépendantes et moins enfoncées dans l'écorce. Ceci est très net aux fig. 10a-10b et 11 de la p. 130. Dans la gisement de Mimerdalen, considéré comme appartenant au passage du Dévonien moyen au Dévonien supérieur, on a rencontré *Bergeria mimerensis* et *Protolepidodendropsis pulchra*.

Bergeria mimerensis représente des restes de tronc, d'environ 11 cm de diamètre, couverts de coussinets foliaires, en disposition hélicoïdale. La forme du coussinet est variable. Il est rhomboidal, à axe principal vertical ou horizontal, ses côtés sont droits, concaves ou convexes, ses extrémités sont effilées ou arrondies. Les cicatrices foliaires sont allongées, ovoïdes et on n'observe pas de cicatrices de parichnos, ni de fossette

ligulaire. Les branches, issues de ramifications dichotomiques, ne présentent pas de cicatrice foliaire.

Cette étude a donc permis le raccord de deux genres différents. Il apparaît que *Bergeria mimerensis* représente la partie basse et *Protolepidodendropsis pulchra*, les petits rameaux d'un même végétal. De ce fait, Schweitzer (1965, p. 132, FIG. 14) a fait une reconstitution de la plante entière, elle mesurait environ 10 cm de diamètre et 1.5 à 2 m de hauteur. Au sommet, une seule dichotomie principale donne de petits rameaux, couverts de feuilles lâches vers les extrémités.

II. ÉTUDE DE NOUVEAUX ÉCHANTILLONS DU DJADO

1. *Protolepidodendropsis pulchra* Høeg, 1942. Échantillon n° 2629. Collection M. Boureau. Djado — Djabel Afafi

Pl. 1, Fig. 1; Text-fig. 1

Description

Cette tige, de 17 mm de diamètre, est couverte de dépressions ovoïdes, allongées verticalement, en disposition nettement hélicoïdale. Chaque dépression est arrondie à son sommet et effilée à sa partie inférieure, elles sont disposées en files verticales et mesurent environ 2.5 mm de longueur et 0.8 mm de largeur. On ne distingue nettement aucune cicatrice, mais la partie supérieure de chaque dépression est enfoncée dans l'écorce alors que la partie inférieure s'estompe en surface. Ces cicatrices ne sont pas contiguës, mais à 0.7 mm les unes des autres.

Affinités

La forme des cicatrices est comparable à ce que l'on trouve chez le *Protolepidodendropsis pulchra*, du fait de la petitesse des dimensions générales et de la sériation verticale nette. L'aspect de cet échantillon ressemble aussi à *Heliniella theodori* Zalesky 1931, mais ici l'allongement vertical des cicatrices est très supérieur à celui de cette espèce. D'ailleurs, Høeg a comparé le *P. pulchra* au *H. theodori*, mais comme les parichnos sont absents, il considère ces spécimens comme distincts, bien que l'aspect général soit peu différent. La figuration de Mägdefrau (1939, p. 265, FIG. 2) d'un *H. theodori*, du Dévonien supérieur de Thuringe,

est peu convaincante et Høeg pense que cet échantillon se rapprocherait plutôt d'un *Protolepidodendropsis pulchra*. Il a aussi comparé ses spécimens au genre *Protolepidodendron*, mais ses échantillons sont trop mal définis pour que les analogies soient valables. A la pl. 54, fig. 3, 4, 8 Høeg montre des *P. pulchra* que ont un aspect comparable au genre *Sublepidodendron* avec des coussinets allongés, ressemblant un peu au *Sublepidodendron elongatus* de P. Danzé-Corsin (1960, PL. 5 FIGS. 1, 2a). Schweitzer place le *Protolepidodendropsis* dans la famille des *Sublepidodendraceae*, où il incorpore aussi *Lepidodendropsis*. Ceci semble assez logique, du fait de l'aspect général des tiges où il est difficile de distinguer le coussinet de la cicatrice foliaire.

La morphologie de notre spécimen est semblable à ce que Schweitzer figure (p. 129, FIG. 9abc), nous n'observons pas la contiguité verticale des caudae, résultant d'un allongement de la cauda inférieure qui rejoint le coussinet immédiatement au-dessous, mais la forme des coussinets et leur disposition sont les mêmes. Høeg figure (PL. 54, FIG. 6) un échantillon comparable au nôtre et nous considérons donc cet échantillon comme un *Protolepidodendropsis pulchra*. Le spécimen-type provient du Dévonien supérieur du Spitzberg et il est intéressant de retrouver dans le Djado les mêmes espèces.

Schultz (1965, PL. 23, FIG. 6) dans son étude de la flore du Carbonifère inférieur du Sinaï (Égypte) figure une empreinte qu'il a considéré comme un *Lepidodendron* sp. mais qui présente un aspect intéressant. Les petites dépressions ovoïdes allongées en disposition hélicoïdale donnent à cette empreinte la configuration d'un *Protolepidodendropsis*. Le manque de précision de cette étude ne permet que de constater l'étroite ressemblance, mais elle mérite d'être signalée, car elle met en évidence l'analogie des flores du Carbonifère inférieur du Djado et du Sinaï.

2. *Bergeria* sp.

Échantillon n° 3223 E. Collection M. Boureau. Kouzandouga.

Pl. 2, Fig. 6; Text-fig. 2

Description

Cette empreinte, longue de 7 cm et large de 1.5 à 2 cm, porte des files verticales de dépressions en disposition pseudoverticillée à

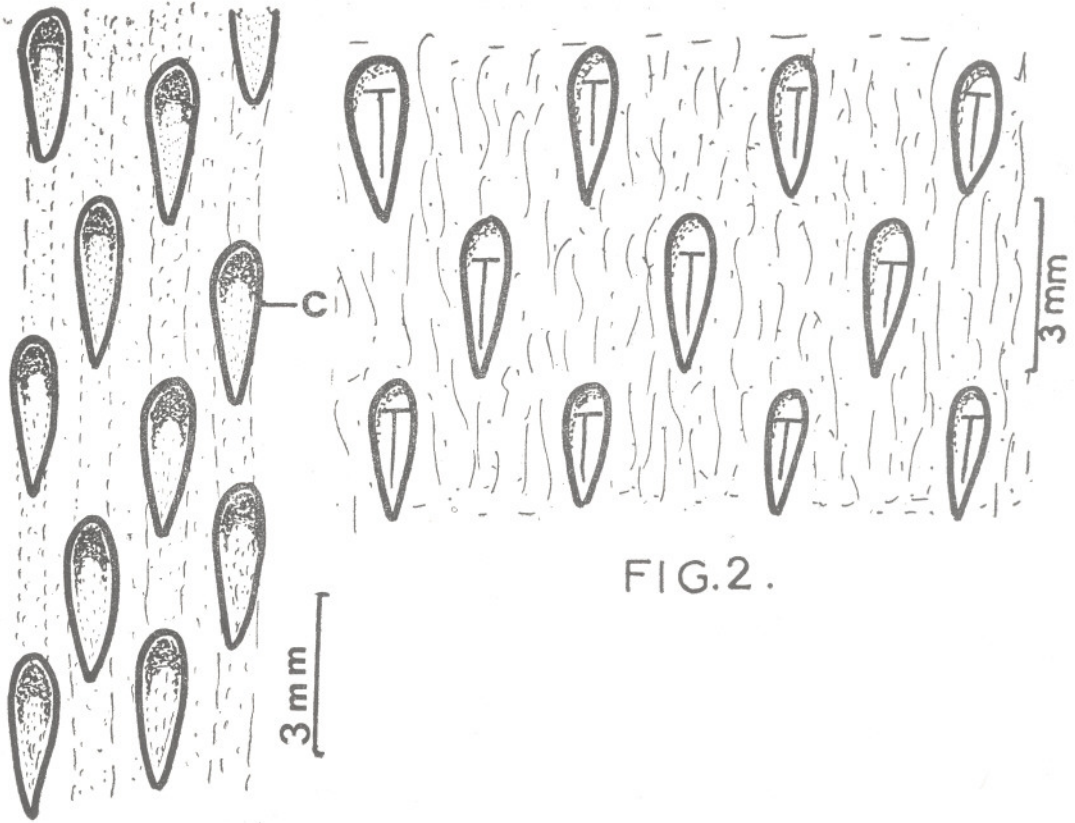


FIG. 1

FIG. 2.

TEXT-FIGS. 1-2—1. *Protolpidodendropsis pulchra* Høeg 1942. Schéma représentant des files verticales de coussinets à apex arrondi et à cauda inférieure effilée (Ech. 2629). 2. *Bergeria* sp. Schéma montrant des dépressions disposées en verticilles sur une écorce légèrement striée longitudinalement (Ech. 3223 E.). (c = Coussinet).

verticillée sur une écorce ornée de fines stries longitudinales. Chaque dépression mesure 2.8 à 3 mm de longueur sur environ 0.8 mm de largeur. Verticalement et horizontalement les cicatrices sont à 2 mm ou 2.5 mm les unes des autres. Chaque dépression allongée est légèrement arrondie à son sommet et se termine en une pointe effilée à la partie inférieure. La plage inférieure est parcourue par un sillon longitudinal. La distinction entre coussinet et cicatrice foliaire est impossible car aucune cicatrice vasculaire ni parichnos, ni ligule ne sont visibles.

Affinités

La forme "en larme" des dépressions ferait penser au genre *Prelepidodendron* âgé,

mais on ne distingue pas la ligule ni la cicatrice foliaire caractéristique. Les formes âgées ne montrent pas de cauda fermée comme ici, mais ouverte, à contour peu net vers l'extrémité inférieure.

L'absence de cicatrice foliaire individualisée rapproche cette empreinte du *Sublepidodendron striatus* de P. Danzé-Corsin (1960, PL. 5, FIG. 2) où les coussinets sont espacés, en disposition hélicoïdale sur une écorce striée. Cette espèce possède des coussinets dont les dimensions sont supérieures à celles de notre empreinte (10 à 13 mm de longueur et 2 à 2.4 mm de largeur). Ils ne possèdent pas la crête en forme de A, qui délimite les plages supérieures et inférieures, et les caudae inférieures forment un angle aigu net, alors que la diagnose indique qu'elle est mal

délimitée. Il semble donc que l'aspect chagriné de l'écorce et le peu de détails des cicatrices foliaires éloignent notre spécimen de ce genre et le rapproche d'un état de décortication lépidodendroïde.

Berberia est un stade de décortication caractéristique du *Lepidodendron*, qui présente exactement le même aspect que notre échantillon. Dans le "Principe de Paleontologie" de Moscou 1963, il est figuré à la Pl. 16, Fig. 5 un *Berberia* semblable à notre échantillon, bien que ses dimensions soient un peu supérieures. L'absence totale de cicatricule et d'ornementation ne permet pas une détermination plus approfondie.

Carpentier (1925) dans son étude des empreintes végétales du Carbonifère de la Sarthe et de la Mayenne, figure à la une pl. 13, fig. 8 décortication qu'il considère comme appartenant à un *Lepidodendron corrugatum* Dawson, elle ressemble à ce que nous trouvons ici. Ce *Lepidodendron* est fréquent dans le Culm (Carbonifère inférieur).

Le *Berberia mimerensis* que décrit Schwéitzer (p. 131, FIG. 11) est voisin par l'aspect de ses coussinets de ce que nous observons ici, malgré les différences de dimensions.

Il est difficile d'attribuer un nom d'espèce à cette décortication lépidodendroïde, car à ce niveau, elle présente trop peu de caractères distinctifs. C'est pourquoi, nous considérons cette empreinte comme un *Berberia* sp.

B. Genre — *Lepidodendropsis* Lutz, 1933

I. HISTORIQUE

Le genre *Lepidodendropsis* fut créé par Lutz en 1933 pour désigner des formes lépidodendroïdes, sans ligule, issues du Culm (Carbonifère inférieur) de Geigen bei Hof en Bavière. Il en donne la diagnose suivante: "Plantes fossiles semblables au *Lepidodendron*, avec des coussinets foliaires étroits, de forme allongée rectangulaire à vaguement fusiforme du type *Sublepidodendron* Nathorst, qui se composent d'un coussinet principal et d'un petit coussinet secondaire. La cicatrice foliaire est indistincte et on n'observe ni ligule ni parichnos. La disposition des coussinets est en verticilles ou hélicoïdale. On observe des lignes longitudinales plus ou moins accusées entre les coussinets. Les feuilles sont le plus souvent subulées". Par la suite, de nombreux échantillons furent décrits et nous donnons un tableau résumant

les principales caractéristiques des différentes espèces connues (Tableau 1).

II. ÉTUDE DE NOUVEAUX ÉCHANTILLONS DU DJADO

1. *Lepidodendropsis hirmeri* Lutz, 1933

Lepidodendropsis hirmeri Lutz, 1933. Paleont. 78 (B) p. 118-130. pl. 15, fig. 1-12, pl. 16, fig. 1-10.

Echantillon n° 3223 F. Collection M. Boureau. Kouzandouga.

Pl. 2, Fig. 4, Text-fig. 3

Description

Cette empreinte, longue de 45 mm et de 25 mm de largeur, présente un aspect articulé dû à la disposition verticillée des coussinets contigus et allongés. Cette disposition n'est pas constante, dans la partie inférieure de l'échantillon, elle est pseudo-verticillée.

Chaque coussinet est rhomboidal, allongé de 5 mm de longueur sur 1.1 mm de largeur, avec les caudae inférieures et supérieures effilées. A la base de la cauda supérieure, on observe une dépression à contour mal défini, qui se prolonge par un sillon médian et vertical bien visible, sur toute la longueur du coussinet. On ne distingue aucune trace de cicatricule vasculaire, ni de ligule, ni de parichnos.

Affinités

La disposition verticillée des coussinets, leur contiguité et leur forme sans ligule, à caudae marquées, sont des caractères du genre *Lepidodendropsis*.

La longueur des coussinets et leur disposition, pourraient faire penser à une *Eleutherophyllum* du Carbonifère supérieur. Cette plante, qui a aussi été rencontrée au Carbonifère inférieur dans l'état de New York, est constituée de rameaux feuillés, ramifiés dichotomiquement. Les coussinets sont rhomboidaux, et allongés verticalement, en disposition verticillée, ce qui donne un aspect articulé aux rameaux et qui les a fait confondre avec une Sphénophyte. L'*Eleutherophyllum mirabile* Sternberg, décrit dans le "Pflanzenfossilien" de Winfrid et Renate Remy (1959, p. 96, FIG. 73) montre des coussinets peu différents de ceux d'un *Lepidodendropsis*. On observe, tout le long de la tige, une succession de lignes horizontales en zig-zag qui ont un aspect identique

TABLEAU 1

ESPÈCES	<i>Lepidodendropsis hirmeri</i>	<i>Lepidodendropsis concinna</i>	<i>Lepidodendropsis vandergrachtii</i>	<i>Lepidodendropsis devoogtii</i>	<i>Lepidodendropsis fenestrata</i>	<i>Lepidodendropsis arborescens</i>	<i>Lepidodendropsis cyclostigmatoides</i>	<i>Lepidodendropsis jonesi</i>	<i>Lepidodendropsis recurvifolia</i>	<i>Lepidodendropsis corrugata</i>	<i>Lepidodendropsis dzungariensis</i>	<i>Lepidodendropsis parvipulvinata</i>	<i>Lepidodendropsis scobiniiformis</i>	<i>Lepidodendropsis steinmanni</i>	<i>Lepidodendropsis lissoni</i>	<i>Lepidodendropsis peruviana</i>	<i>Lepidodendropsis sigillarioides</i>	<i>Lepidodendropsis sinaica</i>	<i>Lepidodendropsis schurmanni</i>	
Auterus	Lutz 1933	Radczenko 1960	Jongmans, Gothan et Darrah 1937	Jongmans 1954	Jongmans et Koopmans 1940	Sze 1952	Jongmans, Gothan et Darrah 1937	Lacey 1962	Lacey 1962	Jongmans, Gothan et Darrah 1937	Sze 1961	Radczenko 1960	(Meek) Read 1955	Jongmans 1954	Steinmann 1928 Jongmans 1954	Gothan 1928 Jongmans 1954	Jongmans, Gothan et Darrah 1937	Jongmans et Koopmans 1940	Jongmans et Koopmans 1940	
Coussinets foliaires	Allongés. Rectangulaires à fusiformes. Hauteur: 5 à 7 mm Largeur: 1 à 1.5 mm	Rhomboidaux Hauteur: 3.5 mm Largeur: 2 mm	Assez petits. Rhomboidaux ovales.	Peu différents du <i>L. vandergrachtii</i>	Fusifformes à apex arrondis et partie supérieure effilée. Espacés sur l'épave striée		Lépidodendroides	Hexagonaux Peu différents du <i>L. vandergrachtii</i>	Hexagonaux sur tiges minces	D'aspect peu différents du <i>L. hirmeri</i>		Hauteur: 2,5 mm Largeur: 3 mm	Allongés Hauteur: 9 mm Largeur: 3 mm	Peu nets sur des tiges de 3,5 cm de diamètre	Coussinets à plage inférieure très développée	Coussinets peu nets séparés par des zones longitudinales lisses	Hexagonaux. Disposés de façon à donner l'impression de côtes longitudinales	Allongés à apex triangulaire, effilés à la partie inférieure. Connexions verticales entre les caudae	Assez larges Arrondis à l'apex. Effilés à la partie inférieure. Une crête médiane parcourt le coussinet	
Cicatrices foliaires	Peu nettes	—	Ovales et larges à la partie supérieure du coussinet	—	Invisible		Circulaire Bien visible		Circulaire à rhomboidale	—		Circulaire à quadrangulaire	Circulaire à quadrangulaire	—			—	—	—	
Cicatricules	—	—	Traces de Parichnos	—	—		Cicatricule vasculaire centrale		Cicatricule vasculaire centrale	—		Cicatricule vasculaire centrale	Cicatricule vasculaire centrale	—			—	—	—	
Disposition	Hélicoidale ou Verticillée	Verticillée	Verticillée et en files verticales	Verticillée	Pseudo-verticillée. Bandes ornements entre les files des coussinets		Verticillée	Pseudo-verticillée	—	—		Verticillée à Pseudo-verticillée	Hélicoidale	—			Verticillée en files longitudinales	—	—	
Feuilles	Subulées	Effilées	—	—	—			Simple et flexueuses	—	—		—	—	Perpendiculaires à la tige au départ, puis parallèles	—		—	—	—	
Appareil Reproducteur	Sporanges	Sporanges	Sporanges	Sporanges comparables au <i>Lepidodendron</i>	—		—	—	—	—		—	—	—			—	—	—	
Age	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Dévonien moyen et supérieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Dévonien	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur	Carbonifère inférieur
Gisements	Allemagne. U.S.A.: U.R.S.S.: U.R.S.S.: U.R.S.S.: Espagne, Maroc, Sinaï	U.S.A.: U.R.S.S.: Altaï Saïan	U.S.A. Pennsylvanie	Pérou	Egypte	Chine	U.S.A. Virginie, Pennsylvanie U.R.S.S. Minusinsk	Angleterre du Nord	Galles Angleterre du Nord	Galles	Canada Nova Scotia	Chine: Sin Kiang	U.R.S.S. Minusinsk	U.S.A. Pennsylvanie Virginie	Pérou	Brésil Paracas	Pérou	U.S.A.: Pennsylvanie U.R.S.S.: Minusinsk	Egypte: Sinaï	Egypte

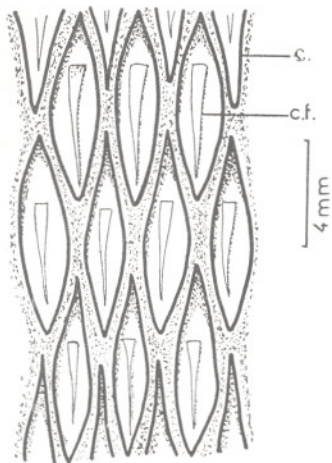


FIG. 3

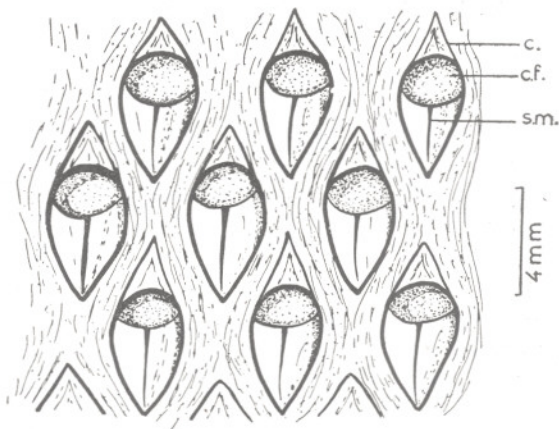


FIG. 4

TEXT-FIGS. 3-4 — 3. *Lepidodendropsis hirmeri* Lutz 1933. Schéma montrant la disposition verticillée des coussinets rhomboïdaux munis d'une cicatrice foliaire allongée (Ech. 3223 F.). 4. *Lepidodendropsis sinaica* Jongmans et Koopmans 1940. Schéma représentant des coussinets rhomboïdaux, à cicatrice foliaire ovoïde prolongée par un sillon médian (Ech. 1376.). (c = Coussinet foliaire; c.f. = Cicatrice foliaire; s.m. = Sillon médian).

aux lignes nodales des Calamites vraies du Westphalien, où les côtes alternent régulièrement aux noeuds. L'*Eleutherophyllum mirabile* (= *Equisetites mirabile*) Zimmermann a été trouvé à l'état de structure. Il montre des flots de metaxylème à pôles de protoxylème exarches. Cet aspect anatomique est comparable, pour Zimmermann (in Lutz), à celui d'un rhizome. Ceci permettrait de considérer l'*E. mirabile* comme le rhizome d'un *L. hirmeri*, car la disposition des coussinets est, dans les deux cas, en verticilles alternés.

L'étroitesse des coussinets sans ligule, leur plage inférieure munie d'une crête médiane, sans cicatrices visibles, rendent cet échantillon comparable au *Sublepidodendron* Nathorst (1920), du Culm du Spitzberg, mais la disposition des coussinets de ce genre est nettement hélicoïdale, ce qui l'éloigne de notre empreinte.

Danzé-Corsin (1960) a décrit un *Lepidodendropsis hirmeri*, dans la flore du Djebel Bakach au Maroc. Les figurations (PL. 4, FIGS 1, 2, 3) montrent des coussinets analogues à ce que nous avons ici, mais leurs dimensions sont un peu supérieures. Le rapport caractéristique de la largeur à la longueur de chaque coussinet est de 1/6 pour cette espèce. Pour notre échantillon, il est de 1/5 et l'aspect constulé est plus net, les coussinets de l'espèce du Maroc semblant

moins serrés sur l'écorce et en disposition hélicoïdale à angle spiral plus grand. Ananiev et Mikhailova (1958, FIGS. 3, 4, 4a) figurent un *Lepidodendropsis hirmeri* Lutz du Bassin du Minusinsk, où l'on remarque des analogies avec notre empreinte. En effet, la disposition et la forme des coussinets sont identiques et la Fig. 4a met en évidence la contiguïté verticale des verticilles de coussinets.

En se référant à l'espèce-type, décrite par Lutz (1933), on constate que le *L. hirmeri* possède des coussinets mesurant de 5 à 7 mm de longueur sur 1 à 1.5 mm de largeur, à cicatrices foliaires peu distinctes, sans ligule ni parichnos et à crête longitudinale plus ou moins marquée sur la plage inférieure. Cette description correspond à ce que nous observons sur notre échantillon. Les différentes figurations de cette espèce, en dehors de légères différences dans les dimensions, mettent en évidence des identités morphologiques. Il semble donc que nous puissions conclure ici à un *Lepidodendropsis hirmeri* Lutz 1933.

2. *Lepidodendropsis scobiniformis* (Meek)
Read, 1955

Lepidodendron scobiniforme Meek 1880.
p. 38, pl. 1, fig. 1.

Lepidodendropsis scobiniformis (Meek) Read 1955. p. 26-27, pl. 19, figs. 3-5; pl. 20, figs. 1-3.

a. Echantillon n° 2955-2957. Collection M. Boureau. Djado — Djebel Afafi.

Pl. 3, Fig. 7; Text-fig. 5

Description

Cette première empreinte représente l'écorce externe d'un tronc de Lycophyte, qui devait mesurer environ 10 cm de diamètre. Elle est couverte de coussinets foliaires, en disposition très nettement hélicoïdale, sur une longueur de 10.5 cm.

Chaque coussinet est rhomboidal, très allongé, mesurant de 5 à 7 mm de longueur sur 1 à 2 mm de largeur. Ses bords latéraux sont convexes et la cauda inférieure est effilée, ne se terminant pas par un angle aigu, mais restant ouverte sur une largeur de 0.2 mm environ. L'apex du coussinet est arrondi, il n'y a pas de cauda supérieure individualisée, mais juste à ce niveau, une dépression plus ou moins circulaire, d'environ 1 mm de diamètre, représente la cicatrice foliaire. Une crête médiane lui fait suite et parcourt, selon les coussinets, le tiers ou toute la longueur de la plage inférieure. Les coussinets sont délimités entre eux latéralement par un petit bourrelet de 0.5 mm d'épaisseur, et longitudinalement, ils sont en files verticales, à 1.2 mm les uns des autres.

Affinités

La disposition hélicoïdale des coussinets et leur forme allongée, à cauda plus ou moins ouverte, est de type *Sublepidodendron*, mais on n'observe pas la cicatrice en forme de A caractéristique du genre, ni la plage supérieure.

Cette empreinte se rapprocherait plutôt du genre *Lepidodendropsis*. Les coussinets sont allongés, contigus, à extrémités plus ou moins effilées. Les cicatrices foliaires sont peu nettes et on ne trouve ni ligule ni parichnos, seule la cicatricule vasculaire est visible et les marges externes des coussinets forment des côtes étroites et verticales.

Chez le *Lepidodendropsis hirmeri*, les coussinets ont un contour plus net et plus angulaire et les caudae inférieures sont terminées par un angle très aigu. Ce qui diffère de ce que nous trouvons sur notre échantillon où les caudae sont ouvertes.

Les espèces d'Afrique du Nord et d'Égypte, telles le *L. hirmeri*, *L. sinaica*, *L. schurmanni* et *L. fenestrata* présentent des caractères différents de ceux de notre empreinte. Les espèces, dont la morphologie se rapproche le plus de celle de notre échantillon, proviennent des U.S.A. Le *L. vandergrachtii* Jongmans, Gothan et Darrach 1937 du Carbonifère inférieur de Pennsylvanie possède des coussinets disposés en verticilles, ce qui l'éloigne de notre empreinte où la disposition est hélicoïdale. Le *L. cyclostigmatoides* Jongmans, Gothan et Darrach 1937 possède des verticilles de coussinets de forme prélepidodendroïde, ce qui est différent de ce que nous observons ici.

La *L. scobiniformis* (Meek) Read 1955, du Carbonifère inférieur de Pennsylvanie, est représenté par des coussinets allongés, à contour angulaire, en disposition hélicoïdale, mais le faible angle de la spirale donne une impression de verticillation qui permet de considérer leur insertion comme pseudo-verticillée. Cet aspect est comparable à ce que nous observons sur notre empreinte. Les coussinets sont disposés en files verticales plus ou moins nettes, ils portent une cicatrice foliaire à leur apex. Elle a un contour quadrangulaire à arrondi avec une cicatricule vasculaire centrale, mais aucun détail n'est visible. L'espèce-type a été trouvée dans le Lewis Tunnel du Chesapeake et Ohio Rail-Road du Comté d'Alleghany et on a rencontré d'autres specimens dans la flore du Pocono. La figuration qu'en donne Read (1955, PL. 20, FIGS. 1-3) montre bien la ressemblance étroite qui existe entre notre échantillon et cette espèce. Nous pouvons donc conclure à un *Lepidodendropsis scobiniformis* (Meek) Read 1955, et il est intéressant de constater sa présence dans la flore du Djado.

b. Echantillon n° 1376 A. Collection M. Boureau. Djado — Moyen Blaka.

Pl. 2, Fig. 5; Text-Fig. 6

Description

Ce second spécimen, couvert de coussinets rhomboidaux disposés en spirales à faible angle ou pseudo-verticilles, mesure 75 mm de longueur sur 20 mm de largeur. Chaque coussinet a une longueur de 6 mm, et 2.8 mm de largeur, les bords latéraux sont convexes et la cauda inférieure ne se termine pas en un angle aigu, elle reste ouverte au niveau

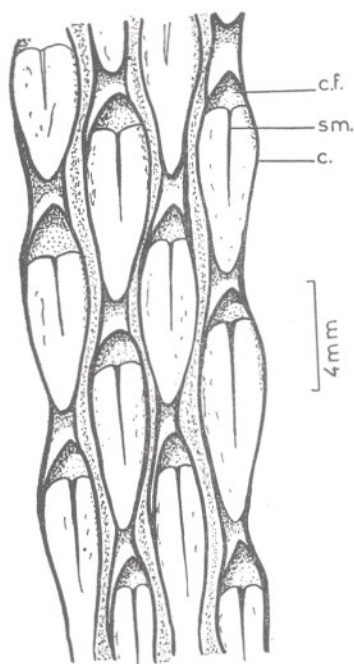


FIG. 5

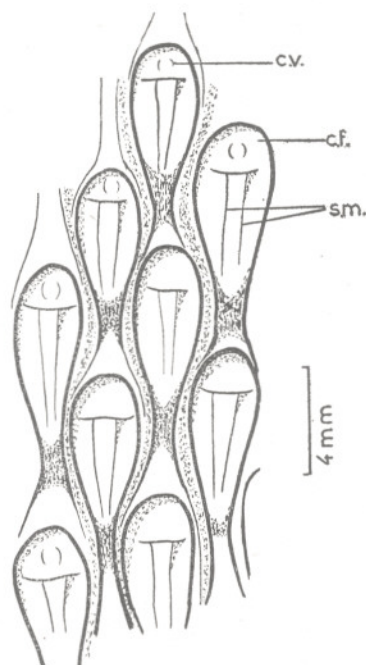


FIG. 6

TEXT-FIGS. 5-6 — 5. *Lepidodendropsis scobiniformis* Read 1955. Schéma représentant des coussinets rhomboïdaux disposés en files verticales et munis à leur partie supérieure d'une cicatrice foliaire prolongée par un sillon médian (Ech. 2955- 2957). 6. *Lepidodendropsis scobiniformis*. Schéma montrant des coussinets arrondis à leur apex, à caudex dans le prolongement les uns des autres (Ech. 1376 A.) (c. = Coussinet foliaire; c.f. = Cicatrice foliaire; s.m. = Sillon médian; c.v. = Cicatrice vasculaire).

de l'apex du coussinet immédiatement au-dessous. Les coussinets sont à un mm les uns des autres. L'apex de chacun d'entre eux forme un angle obtus arrondi, et c'est à ce niveau, que l'on observe une petite dépression circulaire, de 1 mm de diamètre, qui représente la cicatrice foliaire. La plage inférieure du coussinet est parcourue par une crête médiane saillante, surtout en son milieu, issue de la cicatrice foliaire et qui s'estompe vers l'extrémité de la plage inférieure effilée. On n'observe pas de ligule ni de parichnos. La cicatrice vasculaire semble représentée sur quelques coussinets par une sorte de pointement au milieu de la cicatrice.

Affinités

Cet échantillon présente une morphologie lépidodendroïde, du fait de la forme rhomboïdale de ses coussinets disposés en pseudoverticilles. Le *Lepidodendron volkmanianum*

Sternberg 1825 possède, dans certains cas, des coussinets à apex tronqué, mais sur notre spécimen, ils sont disposés en files verticales plus nettes. La présence d'un bourrelet mince entre les coussinets ferait penser aussi au *Lepidodendron veltheimii*, mais la forme des coussinets est ici différente. On n'observe pas les caudex supérieures et inférieures effilées, qui donnent une forme sigmoïde au coussinet. La cicatrice foliaire est peu nette. La disposition pseudo-verticillée des coussinets, porteurs d'une cicatrice foliaire mal individualisée, l'absence de cicatrices de parichnos et de ligule sont des caractères appartenant aux espèces du genre *Lepidodendropsis*.

La forme lépidodendroïde du coussinet se retrouve aussi chez le *Prelepidodendron* âgé, mais l'absence de ligule et la présence d'une crête médiane dans la plage inférieure du coussinet sont des caractères qui éloignent notre échantillon de ce genre. Quant à la forme tronquée des coussinets, elle ne peut

pas s'expliquer, comme pour le *Prelepido-dendron*, par un vieillissement de la tige. Sur notre spécimen, l'espace qui devrait correspondre à la plage supérieure du coussinet a de trop petites dimensions.

La crête médiane est bien visible chez le *Lepidodendropsis hirmeri*, figuré par Danzé-Corsin (1960, PL. 4, FIG. 1), mais les coussinets de notre échantillon sont, plus larges. Il semble qu'il y ait une grande variation de la dimension des coussinets au sein d'une même espèce. Le *L. scobini-formis* figuré par Read (1955, PL. 19) montre une différence nette dans le rapport des dimensions de ses coussinets, ceux de la Fig. 3 ont pour rapport de la largeur à la longueur 1.5/7 tandis que ceux de la Fig. 4 ont 1.8/6. Ces différents spécimens ont dû subir des modifications dans leur développement ontogénique. Les coussinets de la Fig. 3 sont contigus et leurs verticilles donnent une impression d'articles et de costulation verticale, ce que l'on n'observe pas sur la fig. 4 où les coussinets sont séparés les uns des autres par un mm d'écorce. Il semble donc que notre empreinte se rapproche de la Fig. 4 de Read (1955) qui caractérise un *L. scobini-formis* de la flore du Pocono. Les coussinets de notre empreinte sont un peu plus larges que ceux de cette figure, mais leur morphologie est identique, de même que la distance qui les sépare les uns des autres. La apparaît donc que nous sommes, dans ce cas encore, en présence d'un *Lepidodendropsis scobini-formis* (Meek)

955

3. *Lepidodendropsis sinaica* Jongmans et Koopmans, 1940

Lepidodendropsis sinaica Jongmans et Koopmans 1940. p. 223, pl. 1, fig. 1 et 1 bis.

Echantillon n° 1376 B. Collection M. Boureau. Djado — Blaka.

Pl. 1, Fig. 2; Text-Fig. 4

Description

Cette longue empreinte, de 125 mm de longueur et de 25 mm de largeur, est constituée de verticilles alternés de coussinets foliaires en files verticales. Ces coussinets ne sont pas contigus, ils sont séparés par des zones sinueuses d'écorce striée. L'empreinte de la cicatrice foliaire est nettement enfoncée dans l'écorce. Ceci met en évidence une

toute petite plage supérieure, à contour triangulaire, surplombant une cicatrice foliaire arrondie, enchassée dans l'écorce et occupant la moitié supérieure du coussinet. La plage inférieure, assez large, se termine en pointe. Elle est parcourue par un sillon médian longitudinal. Chaque coussinet est environ deux fois plus haut que large, il mesure en moyenne 5 à 7 mm de longueur sur 2.6 mm de largeur environ. On ne distingue pas de ligule et la cicatrice foliaire ne possède pas de cicatricules visibles.

Affinités

La disposition verticillée des coussinets foliaires dépourvus de ligule, rapproche cet échantillon du genre *Lepidodendropsis*. Cette empreinte est différente des espèces déjà considérées précédemment, elle s'apparente plutôt aux espèces d'Égypte, décrites par Jongmans en 1939.

Le *L. vandergrachti* décrit par Read (1955) dans la flore du Pocono et figuré pl. 20, fig. 5 présente néanmoins quelques analogies avec notre empreinte. Celui du Minusinsk décrit par Ananiev et Mikhailova (1958) montre à la fig. 1 et 2 des coussinets plus espacés sur l'écorce que pour le *L. hirmeri*. Ils ne sont pas contigus et disposés en files verticales, leur forme est rhomboidale mais on distingue mal les détails. L'aspect général de cette espèce est un peu celui de notre échantillon, mais ses dimensions sont très inférieures. Il semble que l'analogie soit plus nette avec le *L. sinaica*. Cette espèce, originaire du Carbonifère inférieur du Sinai en Égypte, bien qu'assez sommairement décrite par Koopmans et Jongmans (1939, PL. 1, FIG. 1 et 1 bis). Ces deux photos nous montrent des verticilles de coussinets allongés à apex triangulaire et à cauda inférieure effilée, sur une écorce striée. La cicatrice foliaire semble profondément enfoncée dans l'écorce. Les auteurs ne donnent pas les dimensions, et le grandissement des photos n'est pas indiqué dans la légende. Ceci laisse supposer que la représentation est faite grandeur nature. Dans ce cas, les dimensions des coussinets de notre échantillon seraient à peu près les mêmes que celles du *L. sinaica*, car le rapport de la largeur à la longueur de chaque coussinet est ici de 2.3/6 soit 0.4 et pour l'espèce considérée, il est aussi de 4/10 soit 0.4.

Pour Jongmans et Koopmans (1939) la forme des coussinets d'un tel échantillon

pourrait faire penser au genre *Protolapidodendron* tel que Halle (1936) le figure à la pl. 3 de son étude sur la flore paléozoïque du Yunan, mais dans ce cas, la distinction est basée sur la feuille. Les tiges de ce genre portent des feuilles divisées, or ici nous ne les connaissons pas et, le *Protolapidodendron* est plutôt caractéristique du Dévonien.

Notre empreinte appartient au genre *Lepidodendropsis*, qui possède des coussinets d'une taille relativement grande. C'est un *Lepidodendropsis sinaica* Jongmans et Koopmans 1940, qui présente des coussinets lépidodendroïdes disposés en verticilles possédant les mêmes caractéristiques de forme et de dimensions que celles de l'espèce du Sinai. Il est intéressant de constater qu'au Carbonifère inférieur, on rencontre au Djado et au Sinai des formes lépidodendroïdes identiques.

4. *Lepidodendropsis africanum* sp. nov.

Echantillon n° 2624-2627. Collection M. Boureau. Djado — Moyen Blaka.

Pl. 3, Figs. 8-9; Text-fig. 7

Description

Ces deux échantillons représentent les empreintes d'une même espèce de Lycophyte. Les coussinets rhomboïdaux sont disposés en verticilles alternés et en files verticales. Ils sont séparés les uns des autres par des bourrelets d'écorce de 1.5 mm à 2 mm de largeur, très finement striés longitudinalement.

Chaque coussinet mesure 7 mm de hauteur et 3 mm de largeur. Les bords latéraux ne forment pas un angle net, mais ils ont un contour arrondi convexe. Les caudae supérieures et inférieures forment un angle aigu. L'apex du coussinet porte une dépression rhomboïdale profondément enfoncée dans l'écorce, de un mm de largeur environ, qui représente la cicatrice foliaire. Elle est prolongée par un sillon médian, qui parcourt toute la plage inférieure du coussinet jusqu'à l'extrémité de la cauda inférieure. Les deux plages latérales, délimitées par le sillon médian et les bords du coussinet sont parcourues par deux sillons longitudinaux plus ou moins nets. Les caudae inférieures et supérieures de coussinets successifs sont verticalement dans le prolongement les unes des autres. La cauda inférieure est un peu

plus effilée que la supérieure. On n'observe aucune cicatrice vasculaire ni parichnos ni ligule.

Affinités

Les coussinets rhomboïdaux à caudae dans le prolongement les unes des autres, séparés latéralement par des bourrelets d'écorce, rapprochent ce spécimen du *Lepidodendron veltheimii* Sternberg mais. La disposition verticillée des coussinets et les dimensions relativement petites des caudae l'en éloignent. Certaines empreintes de *Lepidodendron mosaicum* Salter 1868 du Sinai, présentent quelques ressemblances avec notre échantillon. Seward (1932, PL. 21, FIG. 4) figure une empreinte où on ne distingue pas de cicatrices sur la cicatrice foliaire, mais les coussinets sont en disposition hélicoïdale et un peu plus larges chez cette espèce que sur notre spécimen. Elle manifeste un certain polymorphisme. A la pl. 21, fig. 2 et 4 les échantillons de *L. mosaicum* présentent entre eux un aspect différent. Celui de la Fig. 4 possède des coussinets plus longs que larges et séparés par des bourrelets d'écorce, tandis que la fig. 2 montre des coussinets presque quadrangulaires aussi hauts que larges. Ce polymorphisme peut être dû à un écrasement au cours de la fossilisation où à des modifications due développement ontogénique de la plante.

Le *Protolapidodendron breviinternodium* du Dévonien supérieur de Pennsylvanie est caractérisé par des verticilles de coussinets rhomboïdaux et contigus. La cicatrice foliaire est relativement grande, mais on n'y observe que la cicatrice vasculaire, les parichnos et la ligule sont absents. La forme rhomboïdale des coussinets et leur disposition verticillée sont semblables à ce que nous observons sur notre échantillon, mais la contiguité des coussinets et les dimensions de la cicatrice l'en éloignent.

La disposition verticillée des coussinets et l'absence de ligule et de cicatrices nettes font penser plutôt à un *Lepidodendropsis*. Les coussinets sont de forme régulière sans courbure sigmoïde, ce qui rapprocherait ce genre du *Prelepidodendron*. Le coussinet de ce genre possède une plage supérieure bien visible, alors qu'ici elle est occupée par la cicatrice foliaire.

Cet échantillon semble posséder un certain nombre de caractères appartenant à des genres différents, mais c'est avec le genre

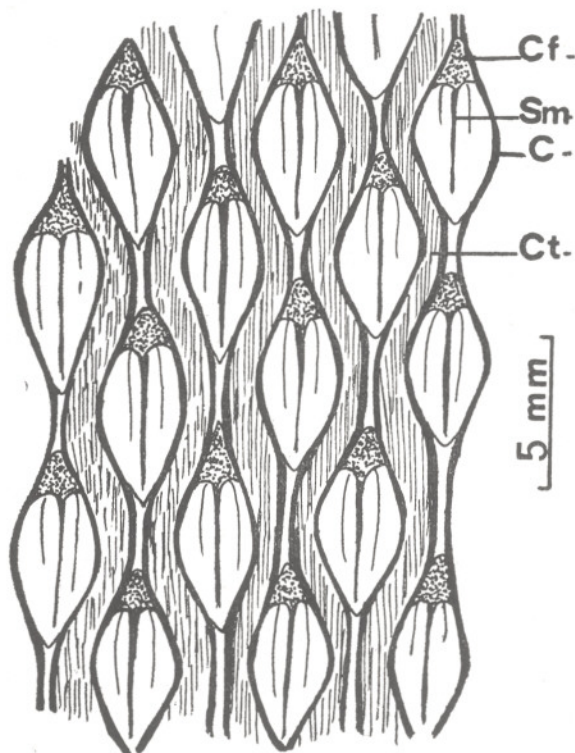


FIG. 7

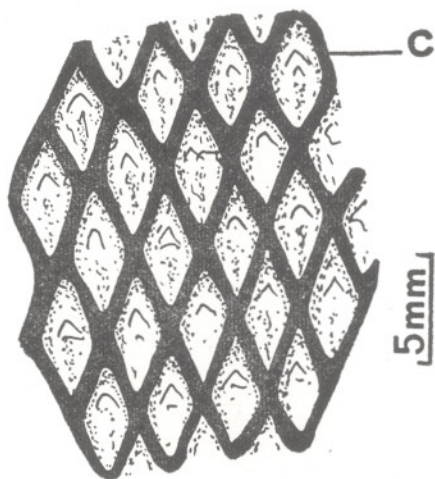


FIG. 8a

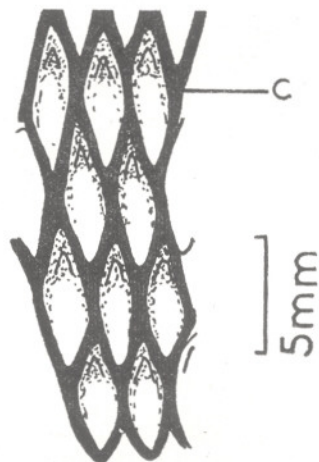


FIG. 8b

TEXT-FIGS. 7-8 — 7. *Lepidodendropsis africanum* sp. nov. Schéma représentant des verticilles de coussinets rhomboïdaux séparés par des bourrelets d'écorce verticaux, avec une cicatrice foliaire à leur apex (Ech. 2624-2625). 8a, 8b. *Lepidodendropsis* sp. Schéma de verticilles de coussinets rhomboïdaux dont les détails ne sont pas conservés (Ech 1376 C.). (c = Coussinet foliaire; c.f. = Cicatrice foliaire; c.t. = Côte; s.m. = Sillon médian).

Lepidodendropsis, qu'il présente le plus d'analogies. Ce genre comprend, en général, des espèces à coussinets plus allongés et plus contigus, mais certaines d'entre elles manifestent des caractères comparables à ce que nous observons sur notre empreinte.

Parmi les espèces qui possèdent des coussinets disposés en verticilles et en files

verticales, on en distingue quatre qui présentent des analogies avec notre empreinte.

Le *L. vandergrachtii* possède des coussinets plus larges, munis d'une cicatrice foliaire nettement enfoncée dans l'écorce, donnant une impression de bourrelets verticaux comme sur notre spécimen, mais la cicatrice foliaire est ovale alors qu'ici elle est rhomboïdale.

Le *L. schurmanni* possède des coussinets plus larges que ceux des autres espèces. La plus grande largeur se situe dans la partie médiane des coussinets. La cauda inférieure est effilée, et on observe une ligne médiane et des striations longitudinales latérales, mais la présence d'un apex arrondi l'éloigne de notre empreinte.

Le *L. sigillarioides* montre une constulation, mais les côtes sont droites, alors que sur notre échantillon, elles sont ondulées.

Il apparaît donc que nous sommes ici en présence d'un *Lepidodendropsis*. La disposition verticillée, la présence d'une cicatrice foliaire à l'apex des coussinets, dépourvue de cicatricules, sont des caractéristiques du genre, ainsi que la présence d'une crête médiane. En ce qui concerne l'espèce, il semble qu'aucune de celles déjà décrites ne correspond à notre empreinte.

Le rapport des dimensions des coussinets de cet échantillon est différent de celui de l'espèce -type. Le rapport de la largeur du coussinet à sa longueur est de 1/6 pour le *L. hirmeri* tandis qu'il est ici de 3/7. Quand on observe les figurations que donne Read (1955, PL. 19, FIG. 2) pour le *L. sigillarioides*, on distingue des coussinets presque isodiamétriques. Ce critère, au sein du genre, est extrêmement variable.

Les caractères de notre échantillon sembleraient motiver la création d'une nouvelle espèce à coussinets disposés en files verticales, délimitées par des bourrelets d'écorce ondulés. Certains *Lepidodendropsis*, à coussinets peu nets, (*L. peruviana* GOTHAN 1828) montrent parfois des striations verticales sur l'écorce. D'autres (*L. fenestrata* JONGMANS et KOOPMANS 1940) présentent des coussinets assez espacés sur une écorce striée longitudinalement. Certaines espèces (*L. recurvifolia* LACEY 1962, *L. vandergrachtii*) possèdent de vraies cicatrices foliaires.

Il semble donc que, d'après la présence de ces différents caractères réunis sur un même échantillon, nous puissions considérer nos empreintes comme une nouvelle espèce que nous désignerons sous le nom de *Lepidodendropsis africanum* sp. nov.

Il est intéressant de constater que cette espèce pourrait, comme l'a fait Lutz (1933) pour le *L. hirmeri* être comparée à certaines formes Russes. Les figurations de Zalessky (1931) concernant le *Heleniella theodori* du Bassin du Donetz, nous montrent entre les files de coussinets des vourelets d'écorce ondulés, la forme du coussinet étant sigil-

larioïde. Jongmans (1939) attribuait à ces échantillons le nom de *Lepidodendropsis theodori*, il voyait là des décortications knorrioides de *Lepidodendropsis*. Il semble néanmoins nécessaire de laisser subsister le nom de *Heleniella*, qui définit les échantillons dont les caractères sont différents de ceux des *Lepidodendropsis*.

Schultz (1965) a fait une étude de la flore du Sinai méridional. Elle appartient à la partie inférieure du Carbonifère inférieur. Il est intéressant de constater qu'elle présente des analogies avec la flore du Culm du Spitzberg, mais aussi avec la flore du Carbonifère inférieur du Djado. A la pl. 23, fig. 2 l'auteur représente une empreinte de *Lepidodendron* qui possède des affinités avec le *L. dichotomum*, *L. sinaicum* et *L. mosaicum*. Il semble que cet échantillon soit un *Lepidodendropsis africanum* sp., nov. les coussinets sont disposés en pseudo-verticilles, ils sont rhomboïdaux et à leur apex ils portent une cicatrice foliaire enfoncée, prolongée par un sillon médian. Les coussinets sont ici plus larges par rapport à leur longueur, et leur cauda inférieure a un contour moins précis que celle de notre échantillon, mais on retrouve la même écorce striée largement développée entre les coussinets qui ne sont pas disposés en files verticales.

Le *L. africanum* présente un aspect intéressant, voisin du *Lepidodendron* par la forme des coussinets mais aussi très caractéristique des *Lepidodendropsis*, pas la disposition des coussinets, l'absence de ligule et la striation verticale de la plage inférieure.

Diagnose

Empreinte constituée de verticilles alternés de coussinets foliaires rhomboïdaux, disposés en files verticales, séparés les uns des autres par des bourrelets ondulés d'écorce légèrement striée longitudinalement. Chaque coussinet porte à son apex une cicatrice foliaire et sa plage inférieure est parcourue par un sillon médian longitudinal et par deux sillons latéraux plus courts. Pas de parichnos visibles, ni de ligule.

5. *Lepidodendropsis* sp.

Echantillon n° 1376 C. Collection. M. Boureau. Djado — Blaka.

Description

Cette empreinte mesure 55 mm de longueur sur 8 mm à 10 mm de largeur. Elle est constituée de coussinets rhomboïdaux, réguliers et contigus de 5 mm de longueur sur 2.5 mm de largeur. Ils sont en disposition pseudo-verticillée et séparés les uns des autres par des bourrelets d'écorce de 0.6 mm de largeur. Au milieu de chaque coussinet on observe un bombement qui correspond à la cicatrice foliaire.

Affinités

L'état de conservation de cet échantillon ne permet pas d'observer le contour exact de la cicatrice foliaire et aucune cicatricule n'est visible. Il semble que seul l'aspect du coussinet permette une détermination, en conséquence, nous donnerons à cette empreinte le nom de *Lepidodendropsis* sp., la disposition pseudo-verticillée et la forme rhomboïdale des coussinets étant caractéristiques de ce genre.

Le même échantillon comporte une seconde empreinte dont l'aspect est identique à ce que nous venons de décrire. La compression, dans ce cas, a un peu modifié la largeur des coussinets mais cette seconde empreinte est aussi un *Lepidodendropsis* sp.

CONCLUSIONS

Les Sublepidodendraceae appartiennent à l'ordre des Protolépido-dendraceae. Ce sont des Lycophytes aligulées. Les empreintes que nous venons d'étudier sont vraisemblablement d'âge Tournaisien pour les espèces provenant du Djebel Afafi et du Kouzandouga et d'âge Viséen pour celles du Blaka. Il est intéressant de constater qu'elles présentent de fortes affinités avec les flores d'Amérique du Nord, du Spitzberg, du Minusinsk et d'Égypte qui devaient se développer sous un climat chaud.

Les genres *Lepidodendropsis* et *Protolépido-dendropsis* sont dépourvus de parichnos infra-foliaires et les parichnos de la cicatrice foliaire sont peu développés et même souvent invisibles. Les canaux aërières des parichnos indiquent une vue dans un milieu marécageux. Il semblerait donc que leur développement réduit résulte d'une adaptation à une atmosphère plus sèche, le végétal limitant ainsi ses pertes en eau. D'ailleurs dans notre étude des Archaeosigillariaceae du Djado (1967), nous avions déjà supposé que le climat de cette région, au Carbonifère inférieur était chaud et sec et que ces plantes devaient se développer dans des oasis. L'étude des Sublepidodendraceae est en accord avec cette hypothèse. Il semblerait que le climat du Sahara Oriental était peu différent de ce que nous observons actuellement dans cette région désertique.

Les Sublepidodendraceae se rencontrent au Dévonien supérieur et au Carbonifère inférieur, mais au Carbonifère supérieur où le climat est plus humide, ils disparaissent pour faire place à des formes plus grandes et adaptées à ce milieu telles que les *Lepidodendron*. Au Permien où le climat humide s'atténue, on rencontre encore des *Lepidodendron* dont les parichnos semblent avoir disparu, ce qui prouverait bien qu'il existe une relation entre le degré d'humidité du climat et la présence de parichnos.

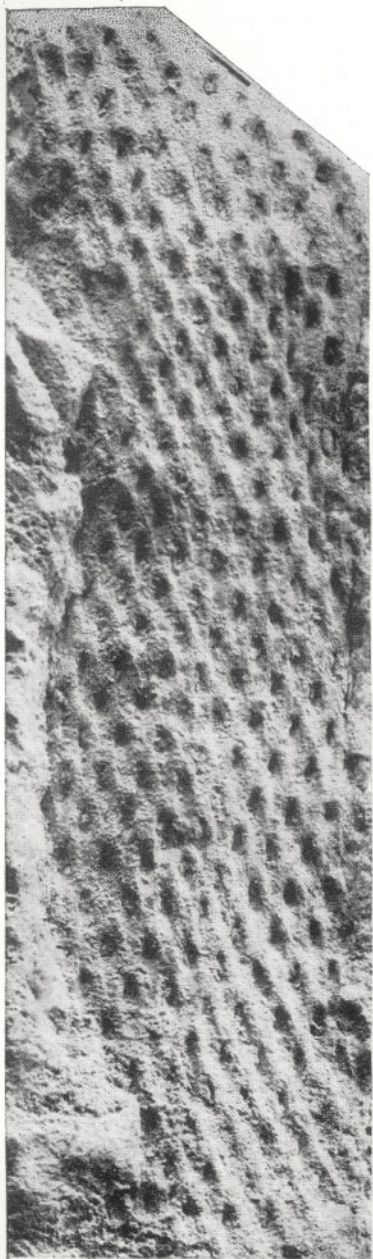
Les Sublepidodendraceae sont surtout représentés par des empreintes de tiges. Il est à souhaiter qu'une connaissance plus approfondie de leur anatomie et de leur appareil reproducteur apporte des solutions aux problèmes qui restent posés.

REMERCIEMENTS

Les échantillons étudiés ici, ont été collectés par la Mission Jacquemond (B.R.P.) et MM. Caye et Gottis (P.R.E.P.A.) que nous tenons à remercier.

BIBLIOGRAPHIE

- ANANIEV, A. R. et MIKHAILOVA, J. V. (1958). On the age of the deposits of the lower part of the Minusinsk series in connection with the discovery of *Lepidodendropsis hirmeri* in the Samokhvalsk smite. *Bull. Acad. Sci. U.R.S.S.* **123** (6): 1081-1084.
- ANDREWS, H. N. Jr. (1961). Studies in Paleobotany. *New York*.
- BOUREAU, E. (1958). Paleobotanique africaine. Evolution des flores disparues de l'Afrique Nord Equatoriale. *Bull. scient. Com. Trav. hist. scient.* **2**: 1-64.
- CARPENTIER, A. (1925). Empreintes végétales du Carbonifère de la Sarthe et de la Mayenne. *Bull. Soc. géol. Fr.* **4**^o, **25**: 363-368.
- CHALONER, G. et BOUREAU, E. (1967). Lycophyta in *Traité de Paleobotanique* (Ed. BOUREAU) **2**: 434-802. *Paris*.



1



2



3



4



5



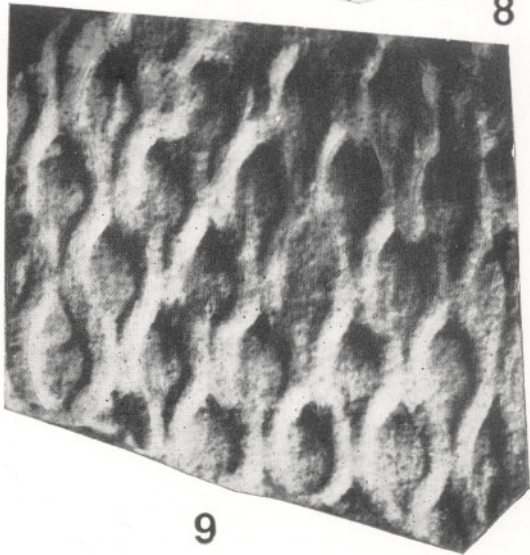
6



7



8



9

- DANZE-CORSIN, P. (1958). Précisions au sujet des genres *Sublepidodendron* (Nathorst) Hirmer et *Lepidodendropsis* Lutz. *C.r. hebdom. Séanc. Acad. Sci., Paris.* **247** (13): 950-952.
- Idem (1958). Nouvelle classification des Lepidophytes du Primaire connues à l'état d'empreintes. *Ibid.* **247** (16): 1226-1229.
- Idem (1960). Les conglomérats du Bas Bou-Régreg et la flore du Carbonifère inférieur du Djebel Bakach, région de Rabat (Maroc). *Trav. Inst. scient. cherif. ser. géol. geog. phys. n°.* **8**: 1-62.
- Idem (1965). Flore du Carbonifère inférieur du Djado et de l'Ennedi. *Publ. Cent. Rech. Zones arides. ser. géol.* **6**: 189-225.
- GOTHAN, W. (1928). Über einigetümliche Pflanzenreste aus dem Karbon Flöra I.s. *Ber. naturw. Ges. Chemnitz.*
- GOTHAN, W. et WEYLAND, H. (1954). Lehrbuch der Paläobotanik. *Berlin.*
- GOTHAN, W. et ZIMMERMANN, F. (1937). Weiteres über die alt-oberdevonische Flora von Bögendorf-Liebichau bei Waldenburg. *Jb. preuss. geol. Landesanst. BergAkad.* **57** S: 478-506.
- HIRMER, M. (1927). Handbuch der Paläobotanik. Bd. 1. Thallophyta-Bryophyta-Pteridophyta. *Munich et Berlin.*
- HØEG, O. A. (1942). The Downtonian and Devonian Flora of Spitzbergen. *Skr. Svalbard. Ishavet.* **83**: 1-228.
- JONGMANS, W. (1952). Note sur la flore du terrain Carbonifère de Djerada (Maroc oriental). *Notes Mem. Serv. géol. Maroc.* **91**: 1-27.
- JONGMANS, W. F. et DELEAU, P. C. (1951). Les bassins houillers du Sud Oranais. *Bull. Serv. de la Cartologie de l'Algérie. Mem. Soc. géol. Fr. Paléont.* **1** n°13 livre II: 7-15.
- JONGMANS, W. F. et KOOPMANS, R. G. (1940). Contribution to the flora of Carboniferous of Egypt. *Meded. geol. Bur. Ned. Mijnegeb. Maas-tricht*: 223-229.
- JONGMANS, W. F. et VAN DER HEIDE, S. (1953). Contribution à l'étude de la faune et de la flore du Carbonifère inférieur de l'Égypte. *C.r. Int. géol. Congr. Alger, 1952, sec II.* **1**: 65-70.
- JONGMANS, W. J. (1953). Paleontological notes on the coalfields of the province of Gelderland in the eastern Netherlands. *Meded. geol. Sticht. ser. C.* **3** (2): 7-26.
- Idem (1954). The Carboniferous flora of Peru. *Bull. Mus. nat. Hist.* **2**: 191-223.
- Idem (1960). Die Karbonflora der Schweiz. Marériaux pour la carte géologique de la Suisse. (108) Bern.: 1-97.
- JONGMANS, W. J. et VAN DER HEIDE, S. (1953). Paleontology of sections in the lower Westphalien A in borings LXVI, LXVII, LXVIII, in Limbourg (Voerendaal). *Meded. geol. Sticht. ser. C.* **3**: (3): 29-45.
- Idem (1955). Flore et faune du Carbonifère inférieur d'Égypte. *Meded. geol. Sticht. 9° ser.* n°8: 65-73.
- LEJAL, A. (1967). Etude des Archaeosigillariaceae du Djado. *Congrès Soc. Savantes. Strasbourg.* **92°.**
- LUTZ, J. (1933). Zur Kulmflora von Geigen bei Hof. *Palaeontographica.* **78 B**: 114-157.
- MEEK (1880). *Lepidodendron scobiniiforme.* *Bull. phil. Soc. Wash.* **2** (8): 38-40.
- READ, C.B. (1955). Formation and Price Sandstone in parts of Pennsylvania, Maryland, West Virginia. Floras of Pocono. *Prof. Pap. U.S. geol. Surv.* **263**: 25-27.
- REMY, W. R. (1959). Pflanzenfossilien. *Akademie Verlag, Berlin.*
- SCHUTZ, G. et OMARA, S. (1965). A lower Carboniferous microflora from Southwestern Sinai, Egypt *Palaeontographica.* **117 B**: 47-58.
- SCHWARZBACH (1963). Climates of the Past. *Fairbridge.*
- SCHWEILTZER, H. J. (1965). Über *Bergeria mimerensis* und *Protolpepidodendropsis pulchra* aus dem Devon Westspitzbergens. *Palaeontographica.* **115B** (4-6): 117-138.
- SEWARD, A. C. (1932). Carboniferous plants from Sinai. *Q. Jl. geol. Soc. Lond.* **88**: 350-357.
- Idem (1919). Fossils Plants. **2**. Reprint. *New York.*
- ZALESSKY, M. D. (1931). Végétaux nouveaux du Dévonien supérieur du Bassin du Donetz. *Bull. Acad. Sci. U.S.S.R.*: 557-588.

EXPLANATION OF PLATES

PLATE 1

1. *Protolpepidodendropsis pulchra*. × 2.2. (Ech. 2629).
2. *Lepidodendropsis sinaica*. × 1. (Ech. 1376 B).
3. *Lepidodendropsis* sp. × 3. (Ech. 1376 C).

PLATE 2

4. *Lepidodendropsis hirmeri*. × 3. (Ech. 3223F).
5. *Lepidodendropsis scobiniiformis*. × 1.8. (Ech. 1376 A).

6. *Bergeria* sp. × 2. (Ech. 3223 E).

PLATE 3

7. *Lepidodendropsis scobiniiformis*. × 2.1. (Ech. 2955).
8. *Lepidodendropsis africanum* sp. nov. × 2. (Ech. 2624).
9. *Lepidodendropsis africanum*. sp. nov. × 2. (Ech. 2627).