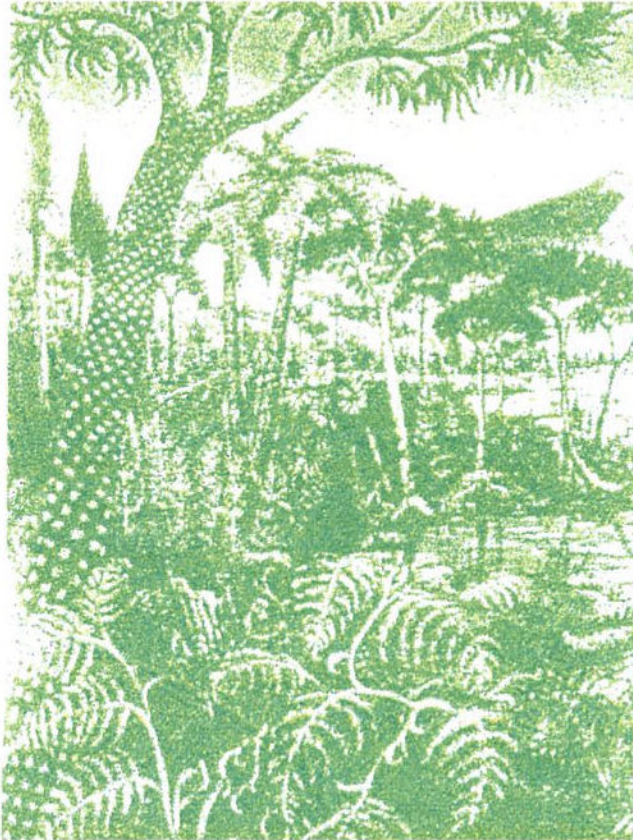




Jacques Salabert fut un promoteur très impliqué du projet de réserve naturelle de Graissessac. C'est avec l'aimable autorisation de son épouse que ce document est mis à disposition des amateurs. Réalisé par Jean Galtier, Docteur d'état es-Sciences, Directeur de recherche au CNRS, UMR 5554 C.N.R.S., Laboratoire de paléobotanique de l'UM II, Spécialité paléobotanique et évolution des végétaux.

1/2



Reconstitution d'un paysage de la fin du Carbonifère  
d'après la flore du Bassin Charbonnier de Graissessac  
(B.Phalip, d'après les études de J.Galtier)

# PALEOBOTANIQUE DES MONTS D'ORB

(Graissessac - Saint Gervais sur Mare)

## Liste de la flore fossile récoltée sur le site

### LYCOPSIDA:

*Sigillaria brardii*  
*Sigillaria rugosa*  
*Sigillaria elongata*  
*Syringodendron* sp.  
*Cyperites* sp.  
*Stigmaria* sp.

### SPHENOPSIDA

Calamitales  
*Calamites (Stylocalamites) suckowii*  
*C. (Stylocalamites) cistii*  
*C. (Stylocalamites) undulatus*  
*Calamites (Crucicalamites) cruciatus*  
*Calamites (Calamitina) alternans*  
*C. (Calamitina) sachsei*  
*Calamites (Diplocalamites) sp.*  
*Asterophyllites equisetiformis*  
*A. longifolius*  
*Annularia stellata*  
*A. sphenophylloides*  
*Calamostachys tuberculata*  
*C. dumasii*  
*Macrostachya infundibuliformis*  
*Paleostachya* sp.

### Sphenophyllales

*Sphenophyllum oblongifolium*  
*Sphenophyllostachys* sp.

### FILICOPSIDA

Marattiales  
*Pecopteris polymorpha*  
*P. platonii*  
*P. unita*  
*P. plumosa-dentata*  
*P. daubrei*  
*P. monyi*  
*P. subelegans*  
*P. candoleana*  
*P. pseudopteridia*  
*P. acitheca*  
*P. vianae-waltonii*  
*Asterotheca cyathea*  
*Caulopteris* sp.  
*Ptychocarpus* sp.

### Filicales

*Sphenopteris mathetii*  
*S. storia-amonea*  
*Renaultia chaerophylloides*

### GYMNOSPERMOPSIDA

Pteridospermales  
*Alethopteris bohémica*  
*A. zeilleri*  
*Callipteridium pteridium*  
*Dicksonites pluckenettii*  
*Linopteris brongniartii*  
*Neuropteris ovata*  
*Odontopteris brardii*  
*O. alpina*  
*O. minor-zeilleri*  
*O. obtusa*  
*O. reichii*  
*Pseudomariopteris* sp.  
*Cyclopteris* sp.  
*Carpolites* sp.  
*Codonospermum* sp.  
*Lagenospermum* sp.  
*Trigonocarpus* sp.

### Cordaitales

*Cordaites borassifolius*  
*Pachycordaites lingulatus*  
*Poacordaites microstachys*  
*Cardiocarpus* sp.  
*Rhabdocarpus* sp.  
*Samaropsis* sp.

## Bibliographie sommaire

Becq-Giraudon, J.F. 1972. Contribution à l'étude géologique du bassin houiller de Graissessac (Hérault). Thèse de 3e cycle. Orsay.

Becq-Giraudon, J.F. 1973. Etude géologique du bassin houiller de Graissessac (Hérault). Bull. B.R.G.M. 2e série, section I, 3: 151-163.

Doubinger, J., Feist, M. & Galtier, J. 1983. Excursion dans le paléozoïque et le Mésozoïque de l'Hérault. Livret-guide. Conférence Européenne de Paléobotanique, Montpellier. 24 p.

Galtier, J., Holmes, J. & Meyer-Berthaud, B. 1985. Sur la morphologie végétative d'une ptéridosperme du Stéphanien de Graissessac. Actes 110e Congrès National Sociétés Savantes, Sciences, fasc. 5: 45-53.

Galtier, J., Daviero, V. & Meyer-Berthaud, B. 1997. Découverte de fragments de troncs d'arbres perminéralisés dans le bassin stéphanien de Graissessac (sud du massif Central, France). *Geobios*, M.S. 20: 243-247.

Galtier, J. & Vernet, J.L. 1986. Aperçu de la végétation paléozoïque et de la végétation actuelle. Colloque l'Evolution des Gymnospermes de la Fondation Emberger-sauvage. Livret-guide, 9 p.

Louis, J. 1954. Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif central. Travaux Lab. Géologie Fac. Sciences Lyon, N.S. 1: 173 p.

Martin-Closas, C. & Galtier, J. 1998. Plant taphonomy and palaeology in the Stephanian of Graissessac basin (Languedoc, France). 5th European Palaeobotanical & Palynological Conference, Cracow. Abstracts: 112.

Salamero, J. 1995. La végétation du Carbonifère supérieur de Graissessac: approche quantitative et paléoécologique. Mémoire de maîtrise B. O. P., Université Montpellier II: 36 p.

Saint-Martin, M. Evolution du bassin stéphanien de Graissessac en relation avec les tectoniques hercyniennes et tardi-hercyniennes de la Montagne Noire. Thèse Doctorat Géologie, Université Montpellier II.

La flore du bassin houiller de Graissessac

Systematique Paléobotanique

( 72 fiches)

**I. Lycophytes**

**II. Sphenophytes**

**III. Filicophytes**

**IV. Pteridospermales**

**V. Cordaitales**

## Fiche résumé sur les Lycophytes

### I. LYCOPHYTES ou LYCOPSIDES

Les Lycophytes ont une histoire géologique très ancienne qui s'étend au moins au Dévonien inférieur. Le groupe montre une radiation remarquable au Carbonifère où il a été parfois dominant, particulièrement dans la végétation des marécages houillers. Il est démontré que certains charbons sont constitués à plus de 80% par des restes de ces Lycophytes.

Après une extension maximum au Carbonifère supérieur avec plusieurs genres arborescents, le groupe a connu un déclin progressif depuis le Permien.

Aujourd'hui les Lycophytes sont représentés seulement par 5 genres et néanmoins plus de mille espèces, toutes herbacées; les deux genres les plus importants sont *Lycopodium* et *Selaginella* qui sont relativement cosmopolites. Un troisième genre actuel, *Isoetes*, est plus rare et se trouve dans des mares de notre région.

Au Carbonifère les Lycophytes étaient représentées par

- des formes herbacées, Lycopodiales et Selaginellales, ancêtres lointains des Lycopodes et Selaginelles actuelles. Les premiers étaient homosporés (produisant un seul type de spores) et les seconds hétérosporés, c'est-à-dire produisant des spores mâles (plus petites) et des spores femelles.

N.B. *Jusqu'ici on n'a pas trouvé de fossiles de ces formes herbacées dans le bassin de Graissessac.*

- des formes arborescentes, les Lepidodendrales. Les plus connues sont les Lepidodendron et Lepidophloios (qui ont disparu au Stéphanien inférieur) et les Sigillaires qui ont persisté jusqu'au Permien et que l'on trouve dans le bassin de Graissessac.

Les Lepidodendron se rencontrent surtout dans les bassins houillers plus anciens (par exemple le bassin du Nord- Pas de Calais). Ils pouvaient atteindre 40 mètres de haut et avaient une couronne de branches très ramifiées à la différence des Sigillaires dont le tronc était peu ramifié.

Grâce à l'exploitation du charbon on possède une documentation fossile extraordinaire sur ces arbres dont la biologie (développement, croissance, reproduction, écologie) est très bien connue.

## I. LYCOPHYTES

Famille des SIGILLARIACEAE

Genre *Sigillaria* = Sigillaire

I - 1. Reconstitution de l'arbre (d'après Stewart & Rothwell, 1993)

A la base du tronc le système de racines (= *Stigmara*) régulièrement bifurquées fixait l'arbre dans la boue du marécage.

Noter le tronc à écorce cannelée caractéristique, les longues feuilles et les cônes reproducteurs sur les branches.

I. 2. Schémas de la surface de l'écorce des divers types de *Sigillaria* qui se trouvent à Graissessac. Les différences concernent la forme et l'espacement des cicatrices laissées par les feuilles (ou coussinets foliaires).

I. 3. *Sigillaria brardii* (sous-genre *Subsigillaria*, gr. *Leiodermaria*)  
les schémas montrent les différents aspects dûs à la décortication plus ou moins profonde.

I. 4. *Sigillaria elongata* (sous genre *Eusigillaria*, gr. *Rhytidolepis*)  
noter dans tous les cas les côtes longitudinales bien marquées donnant l'aspect cannelé ou "en barre de chocolat"

*Sigillaria rugosa*

I. 5. *Syringodendron*, autre aspect de la surface du tronc des Sigillaires correspondant à une décortication profonde. Plus les cicatrices sont espacées, plus le tronc était large et âgé;

I. 6. Feuilles de Sigillaires (incomplètes) = genre *Cyperites*

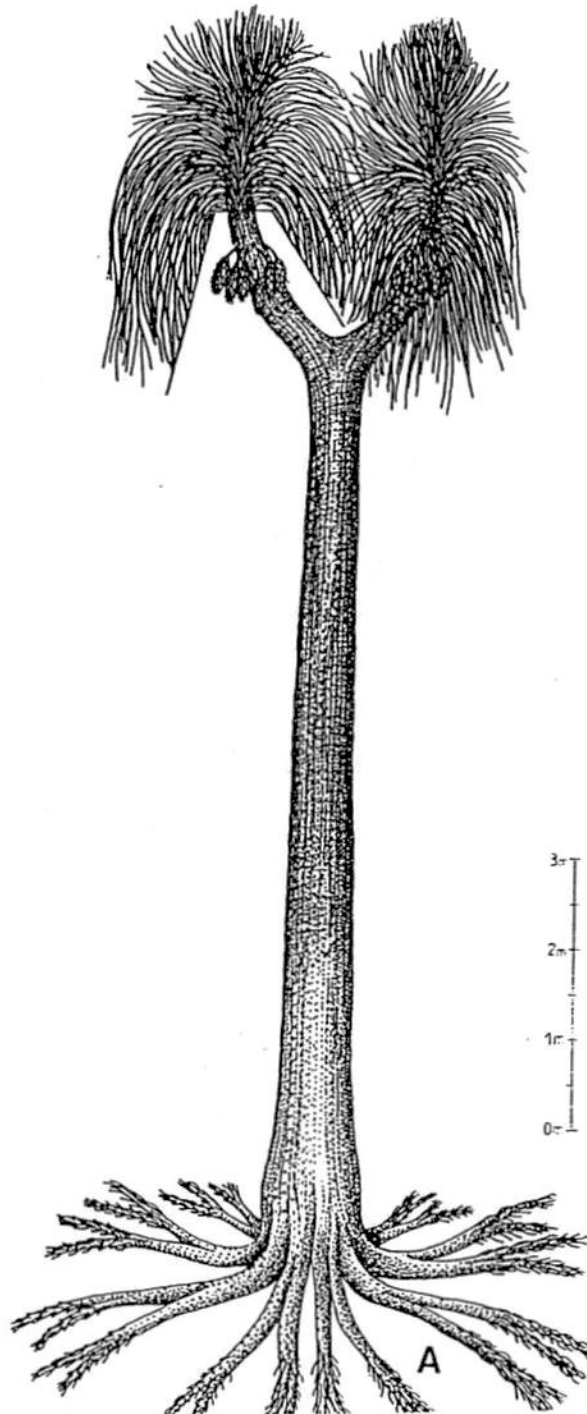
I. 7. Cône reproducteur de Sigillaire

I. 8. Détail des grandes "racines" ou *Stigmara* portant les longs appendices qui sont les vraies racines

# I. LYCOPHYTES

Famille des SIGILLARIACEAE

Genre *Sigillaria* = Sigillaire



I - 1. Reconstitution de l'arbre (d'après Stewart & Rothwell, 1993)

A la base du tronc le système de racines (= *Stigmara*) régulièrement bifurquées fixait l'arbre dans la boue du marécage.

Noter le tronc à écorce cannelée caractéristique, les longues feuilles et les cônes reproducteurs sur les branches.

I. 2. Schémas de la surface de l'écorce des divers types de *Sigillaria* qui se trouvent à Graissessac. Les différences concernent la forme et l'espacement des cicatrices laissées par les feuilles (ou coussinets foliaires).

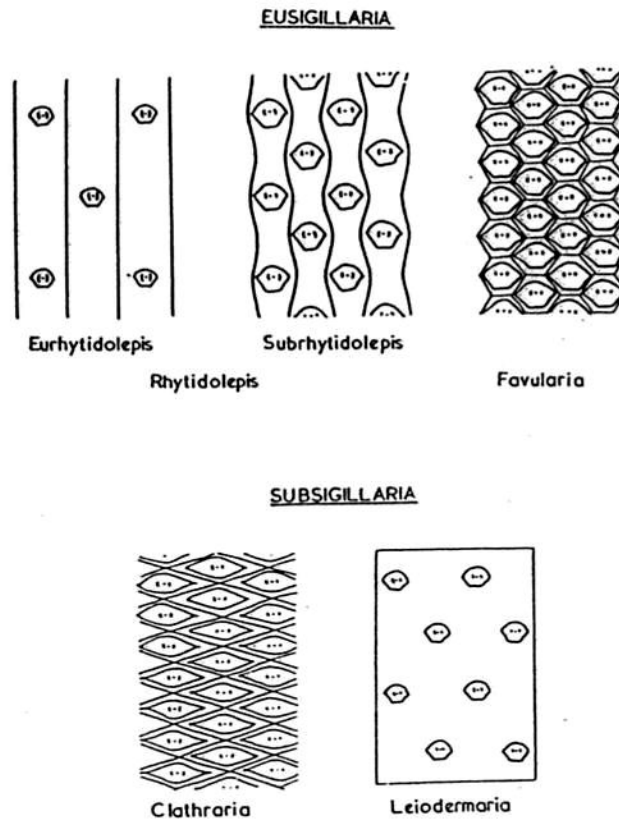


FIG. 417. — *Sigillaria*. Noms attribués aux différents types de développement du coussinet foliaire. Seuls *Eusigillaria* et *Subsigillaria* sont admis ici comme des sous-genres. Les autres appellations ne sont pas considérées comme des taxa de forme, mais plutôt comme des taxa descriptifs représentant un certain stade de croissance.

I. 3. *Sigillaria brardii* (sous-genre *Subsigillaria*, gr. *Leiodermaria*)  
 les schémas montrent les différents aspects dûs à la décortication plus ou moins profonde.

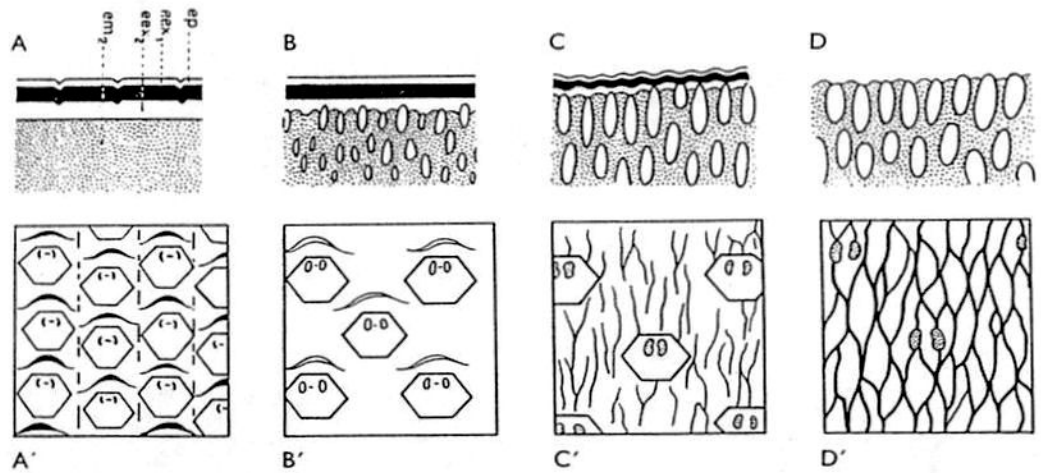
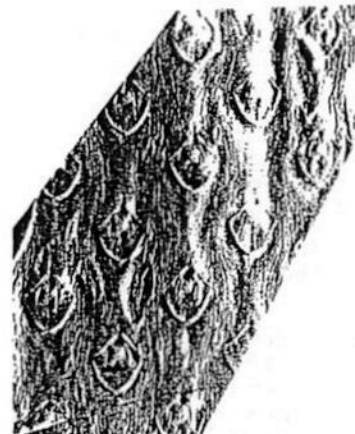
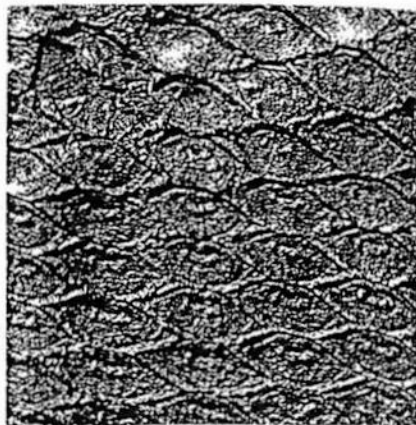


FIG. 436. — (D'après LEMOIGNE, 1961). *Sigillaria brardii* Brngt. Coupes de l'écorce et aspects correspondants de la surface externe (vue dans une empreinte) à différents niveaux et, par conséquent, à différents âges) de la tige principale.

*ep.*, épiderme, *eer<sub>1</sub>*, *eer<sub>2</sub>*, écorce externe. *em<sub>2</sub>*, écorce secondaire.

A, A', niveau supérieur de la tige (correspondant sans doute à des niveaux inférieurs, à un stade plus ancien).  
 B, B', niveau inférieur de la tige, avec une grande séparation des cicatrices foliaires.  
 C, C', niveau encore inférieur, avec suppression des coussinets foliaires formant l'état *Leiodermaria*.  
 D, D', niveau le plus bas après décortication, montrant l'écorce secondaire réticulée, comme à l'état *Syringodendron*, avec les deux parichnos.



I. 4. *Sigillaria elongata* (sous genre *Eusigillaria*, gr. *Rhytidolepis*)  
 noter dans tous les cas les côtes longitudinales bien marquées donnant l'aspect  
 cannelé ou "en barre de chocolat"

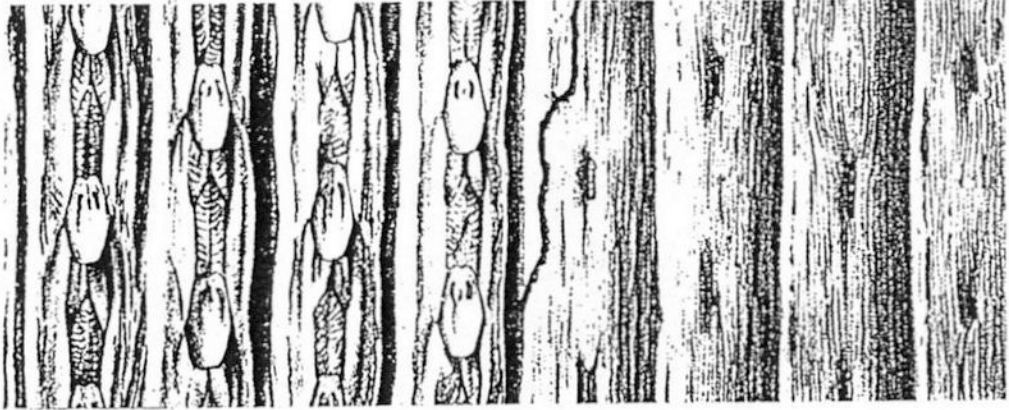
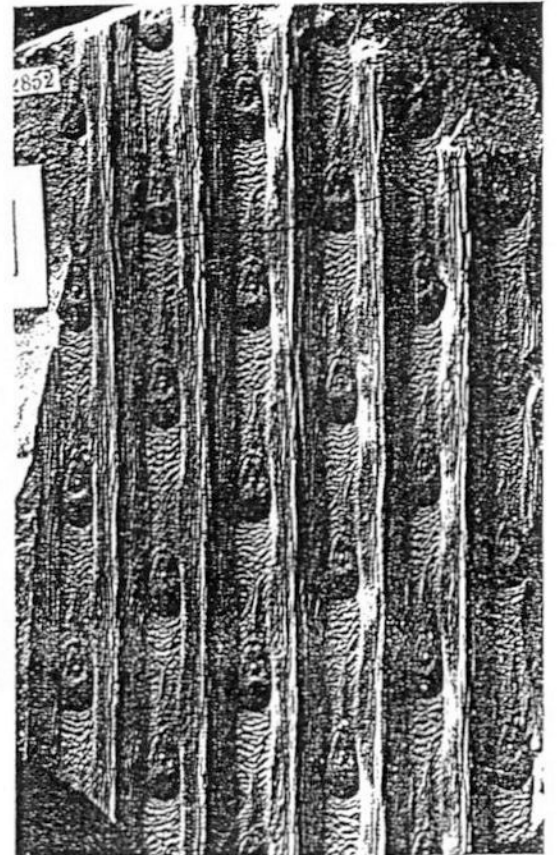
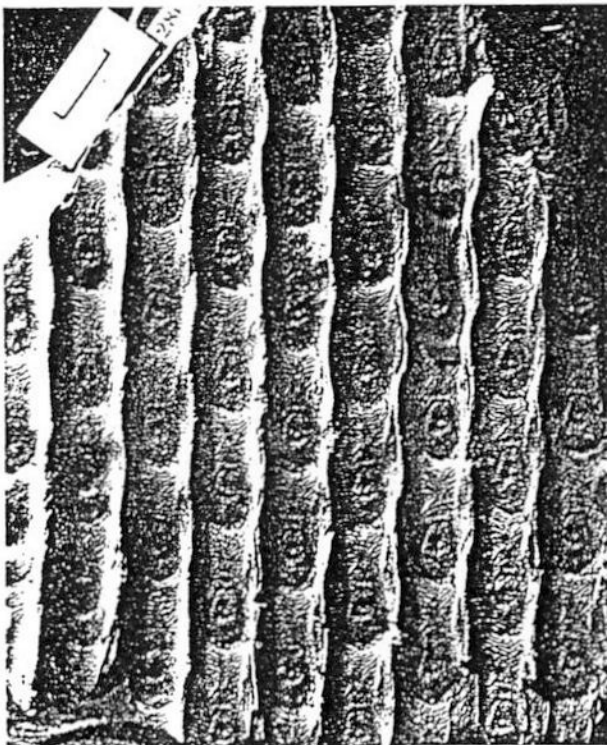
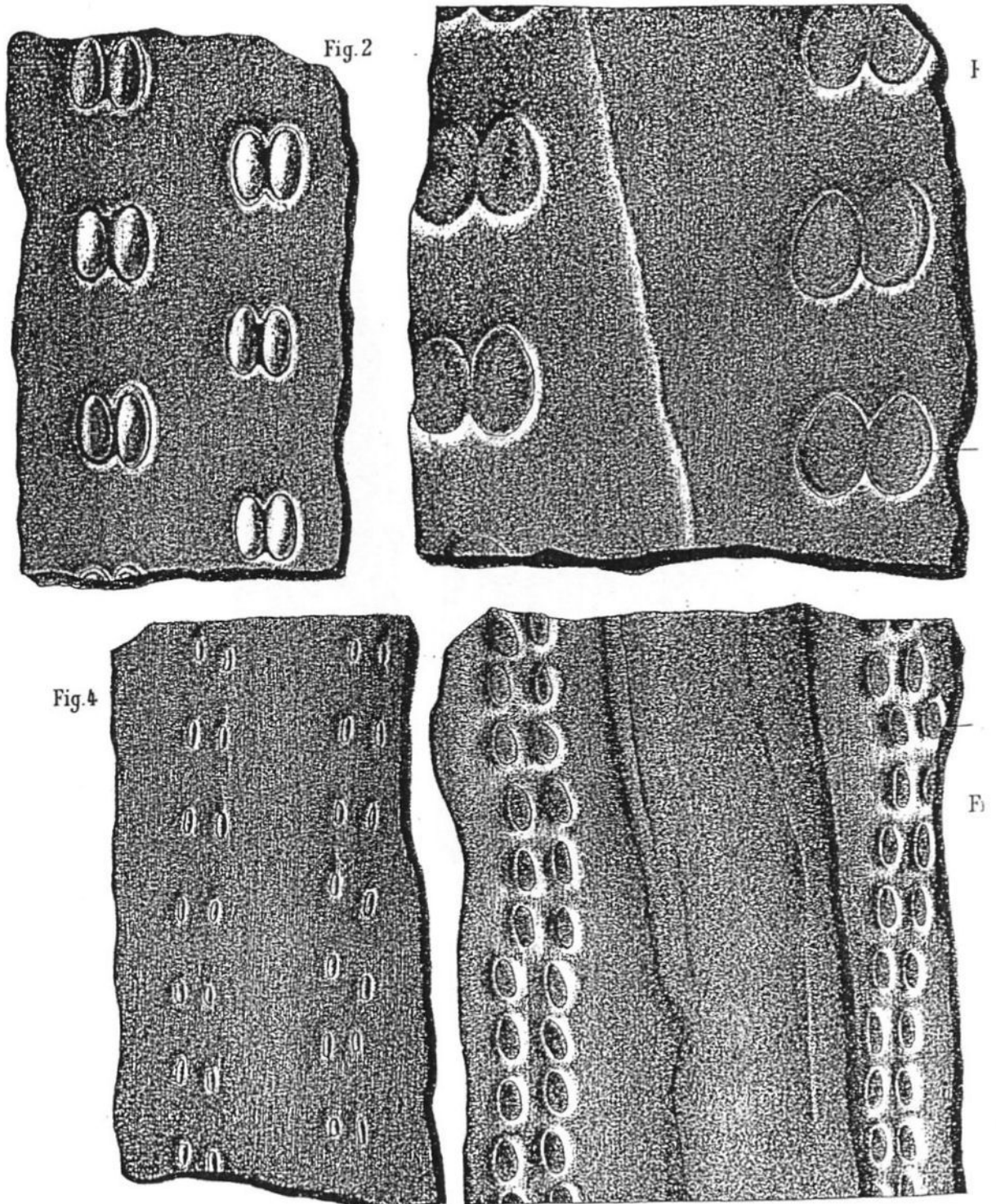


FIG. 428. — (D'après A. BRONGNIART, 1826, Hist. des végétaux foss. pl. 145).  
*Sigillaria elongata* Brngt. Holotype.

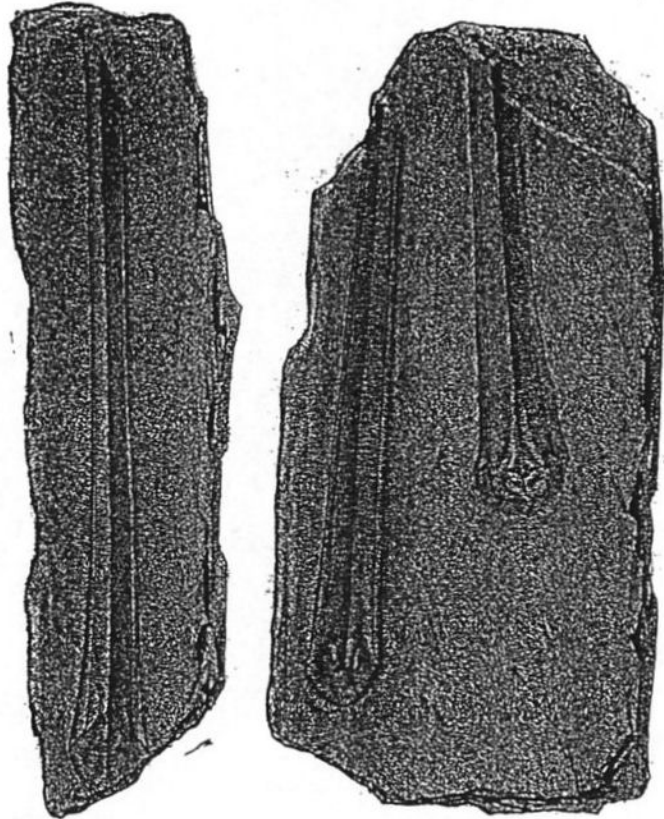


*Sigillaria rugosa*

1. 5. *Syringodendron* , autre aspect de la surface du tronc des Sigillaires correspondant à une décortication profonde. Plus les cicatrices sont espacées, plus le tronc était large et âgé;



I. 6. Feuilles de Sigillaires (incomplètes) = genre *Cyperites*



I. 7. Cône reproducteur de Sigillaire

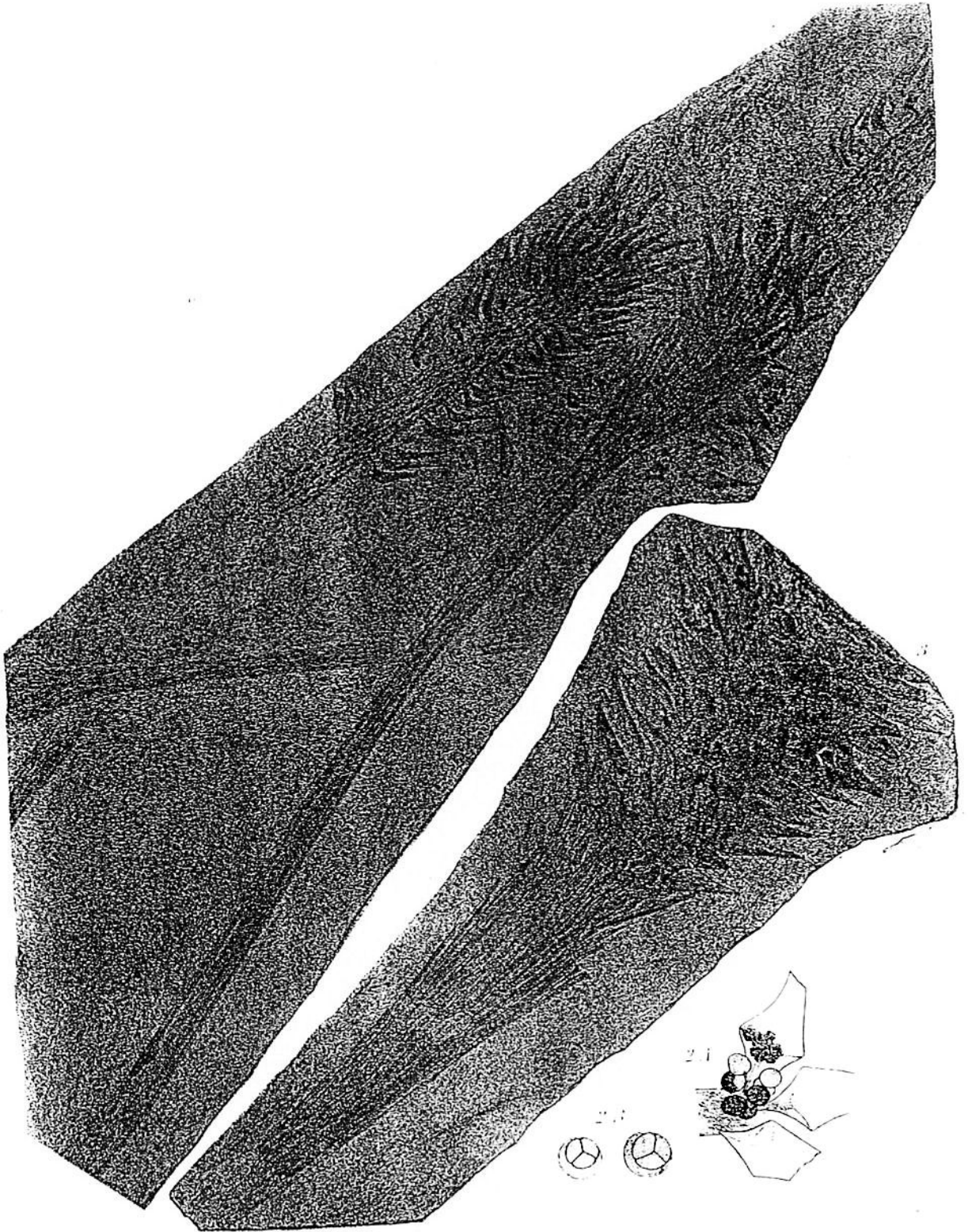


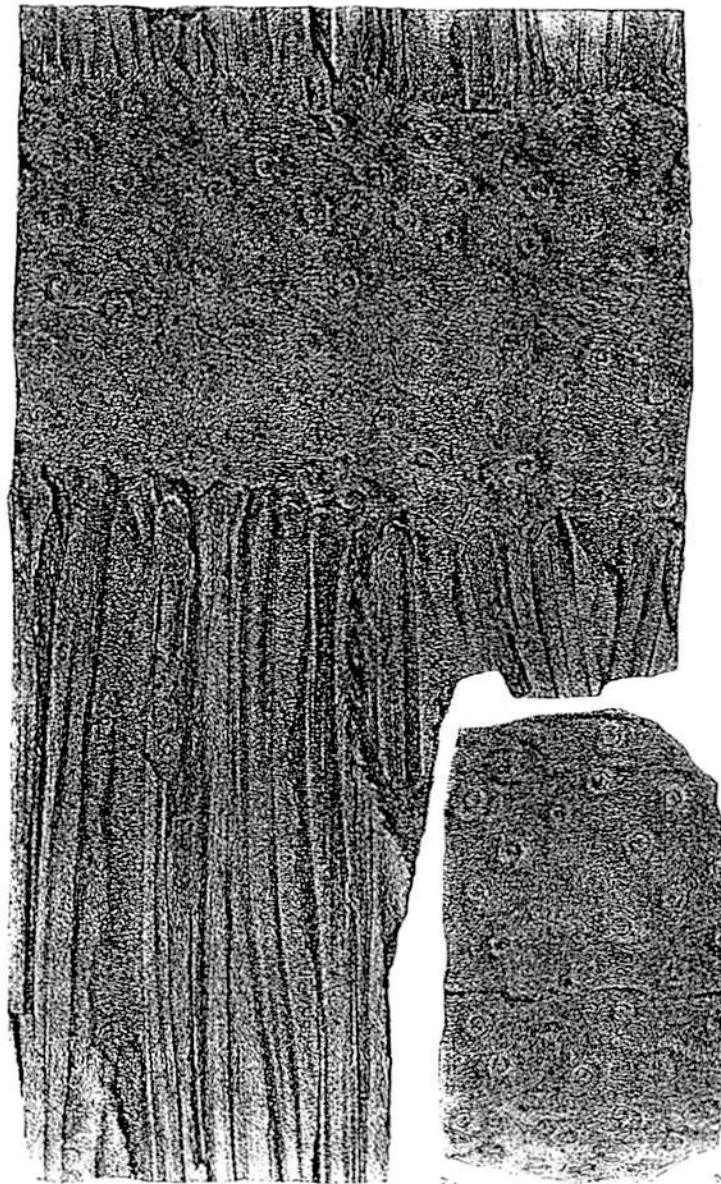
FIG. 1. — *Sigillariostrobus Goldenbergi*. O. FEISTMANTEL. — Portion d'une grande plaque présentant plusieurs cônes de fructification encore munis de leurs pédoncules, et en partie dépouillés de leurs bractées.

2 A. — Portion de l'un des cônes du même échantillon, grossie deux fois.

2 B. — Moulages d'empreintes de macrospores du même échantillon, grossis quatre fois, montrant les trois stries rayonnantes et les arcs qui les réunissent.

I. 8. Détail des grandes "racines" ou *Stigmaria* portant les longs appendices qui sont les vraies racines

FIG. 1. — *Stigmaria ficoïdes*. STERNBERG (sp.). — Fragment de racine (ou de rhizôme?) encore muni de ses appendices.



## Fiche résumé sur les Sphénophytes

### II. SPHENOPHYTES

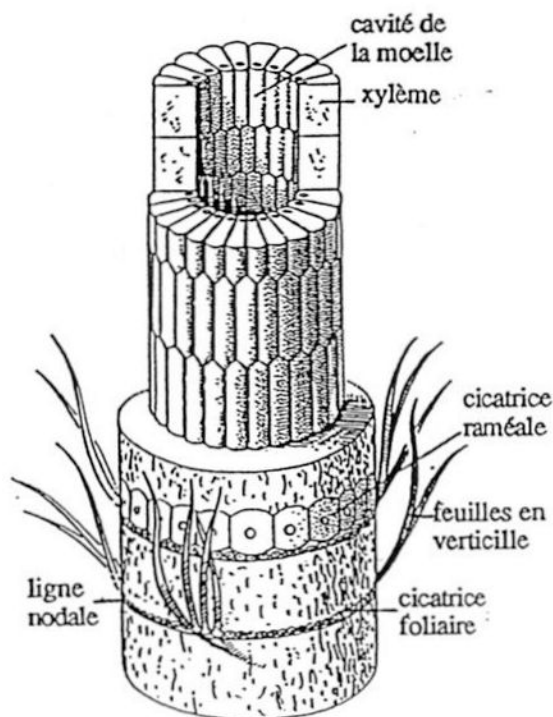
Groupe très ancien (origine certainement au Dévonien moyen, il y a plus de 375 millions d'années), représenté dans la nature actuelle par le seul genre *Equisetum* ( les Prêles) qui a une distribution très cosmopolite.

Dans les bassins houillers du Carbonifère les Sphénophytes formaient un élément important et constant de la végétation. Ils comptaient deux catégories de plantes très différentes:

- D'une part , des formes apparemment herbacées mais en fait ligneuses, les SPHENOPHYLLUM dont les tiges dépassaient rarement 1 cm de diamètre.et portaient des verticilles de 6 feuilles en éventail Ces *Sphenophyllum* avaient un port plus ou moins lianescent.

- D'autre part, des plantes arbustives ou arborescentes, les CALAMITES, qui pouvaient atteindre 10 mètres de haut pour un tronc de 50 cm de diamètre. Ces *Calamites* avaient une tige creuse, comme les bambous actuels, dont ils avaient aussi un peu l'allure. En fait quatre types architecturaux sont reconnus en fonction du mode de ramification et correspondent à quatre sous-genres. Les feuillages de ces arbres sont nommés soit *Annularia* e soit *Asterophyllites* alors que trois ou quatre genres différents de cônes reproducteurs peuvent être trouvés, ce qui traduit bien la grande diversité et le succès évolutif de ces *Calamites* au Carbonifère.

Reconstitution d'un tronçon décortiqué d'une tige de *Calamites*



## II. SPHENOPHYTES

Famille des CALAMITACEAE

Genre *Calamites*

Quatre types architecturaux existent chez ces arbres

### II. 1 *Calamites*, sous-genre *Stylocalamites*

Reconstitution de la plante, modèle 1. (Boureau, 1964)

#### II. 1a. *Calamites (Stylocalamites) cistii*

Moulage interne

#### II. 1b. *Calamites (Stylocalamites) suckowii*

Moulage interne de tige à base obconique. Noter les entre-noeuds courts et les côtes longitudinales plus larges que chez *C. cistii*.

#### II. 1c. *Calamites (Stylocalamites) undulatus*

### II. 2. *Calamites*, sous-genre *Crucicalamites*

Reconstitution de la plante, modèle 2 (Boureau, 1964)

#### II. 2a. *Calamites (Crucicalamites) multiramis*

Noter les très nombreuses cicatrices de rameaux en quinconce d'un noeud à l'autre.

### II. 3. *Calamites*, sous-genre *Calamitina*

Reconstitution de la plante, modèle 3 (Boureau, 1964)

#### II. 3a. *Calamites (Calamitina) goeppertii*

Noter les verticilles serrés de rameaux à certains noeuds seulement

### II. 4. *Calamites*, sous-genre *Diplocalamites*

Reconstitution de la plante, modèle 4 (Boureau, 1964)

#### II. 4a. *Calamites (Diplocalamites) sp.*

Tige avec deux rameaux opposés

### II. 5. Genre *Annularia*

#### II. 5a. *Annularia stellata*

Rameaux feuillés portés par les *Calamites (Crucicalamites) multiramis* noter la longueur des feuilles et leur nombre important par verticille

#### II. 5b. *Annularia sphenophylloides*

se distingue facilement de *A. stellata* par ses feuilles plus petites

II. 6. Genre *Asterophyllites*

II. 6a. *Asterophyllites equisetiformis*

Rameaux feuillés portés par les *Calamites* (*Calamitina*) *alternans*

II. 6b. *Asterophyllites longifolius*

II. 7. Genre *Calamostachys*

II. 7a. *Calamostachys tuberculata*

Cône reproducteur porté par *Annularia stellata* avec lequel il est ici associé

II. 8. Genre *Macrostachya*

Grand cône reproducteur appartenant vraisemblablement à des *Calamites* du sous-genre *Calamitina*.

II.9. *Palaeostachya*

Troisième type de cône reproducteur de *Calamites*.

## II. SPHENOPHYTES

Famille des SPHENOPHYLLACEAE

II. 10. Genre *Sphenophyllum*

Reconstitution d'une plante ( Batenburg, 1981)

N.B. Le port plus ou moins lianescent et le caractère articulé ont fait comparer ces plantes au *Galium* actuel

II. 10 a. *Sphenophyllum oblongifolium*

Rameaux feuillés à verticilles de six feuilles inégales

II. 11. Genre *Sphenophyllostachys*

Cônes reproducteurs portés à l'extrémité des rameaux feuillés de *Sphenophyllum*.

N.B. Cette espèce à verticilles de 8 feuilles n'existe pas à Graissessac.

## II. SPHENOPHYTES

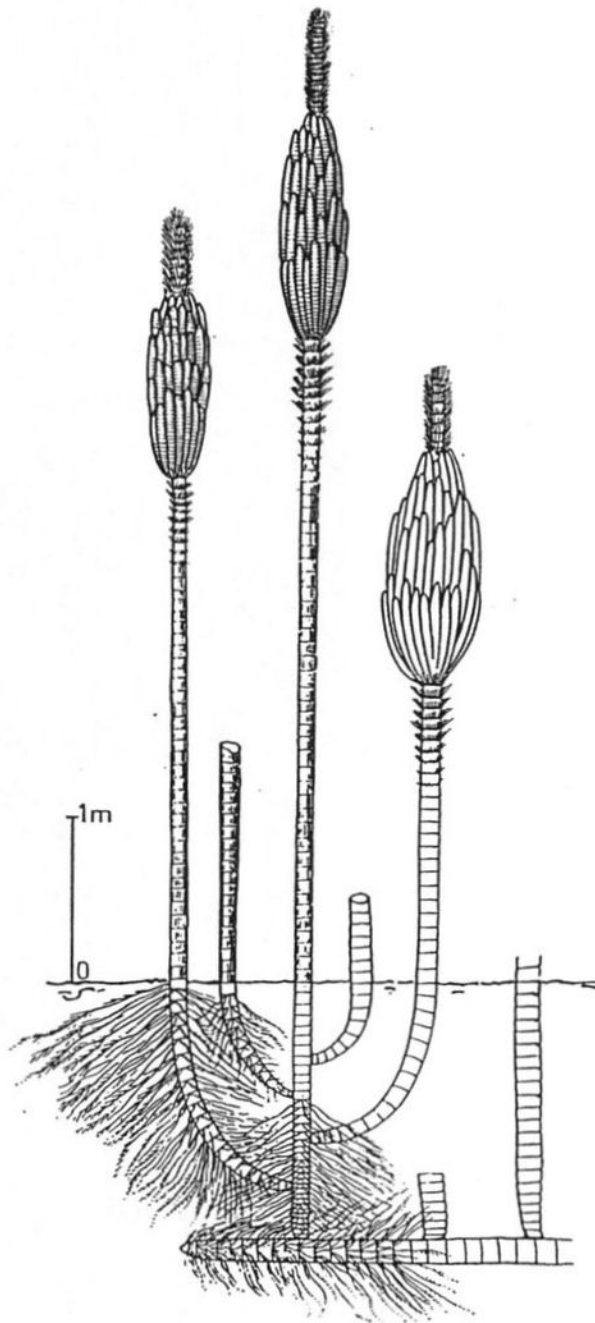
Famille des CALAMITACEAE

Genre *Calamites*

Quatre types architecturaux existent chez ces arbres

II. 1 *Calamites*, sous-genre *Stylocalamites*

Reconstitution de la plante, modèle 1. (Boureau, 1964)



II. 1a. *Calamites (Stylocalamites) cistii*

Moulage interne

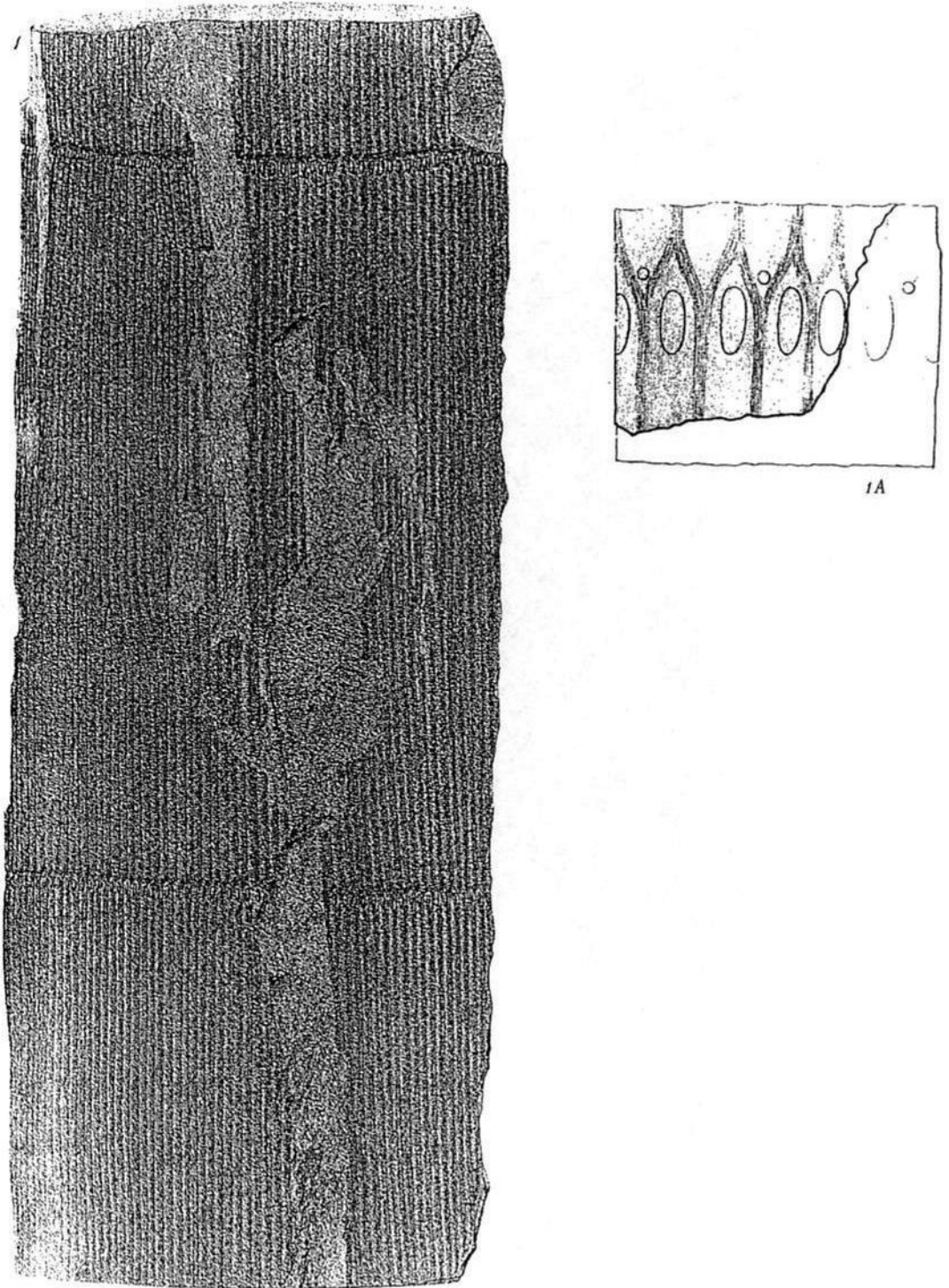
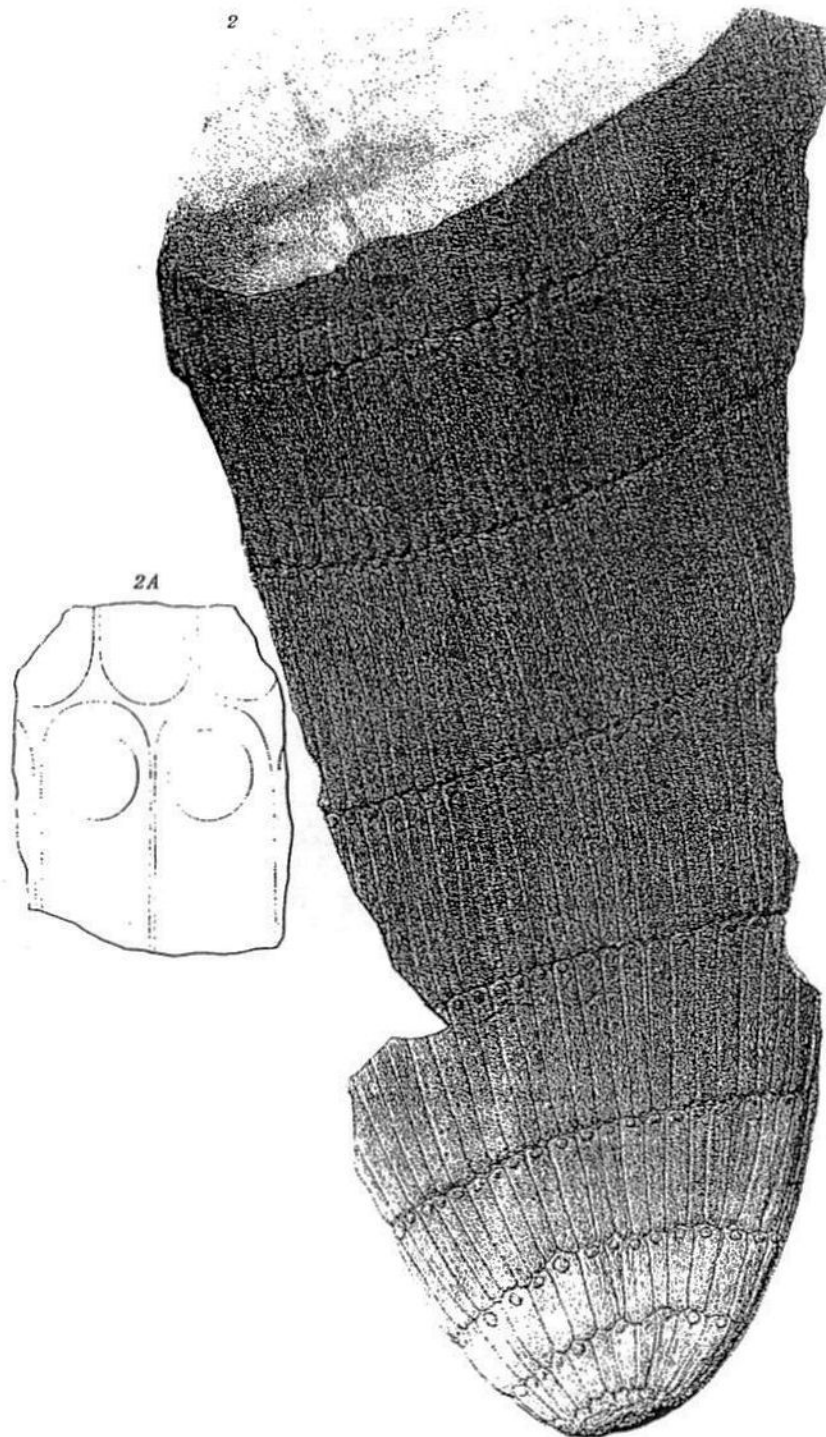


FIG. 1. — *Calamites Cisti*. BRONGNIART. — Fragment de tige.

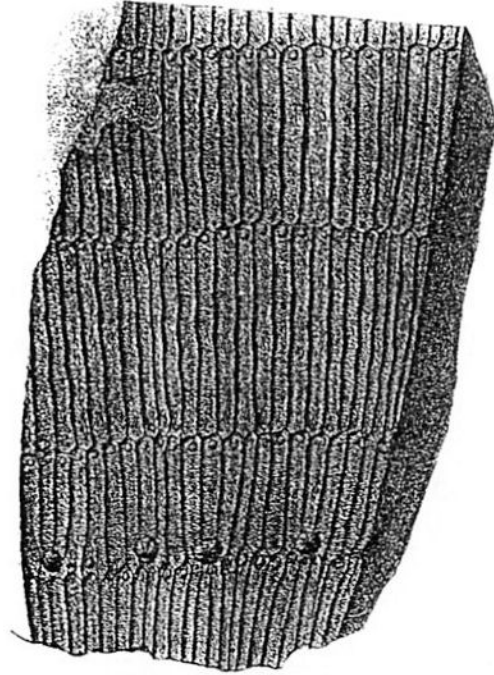
FIG. 1 A. — Portion du même échantillon, grossie sept fois, montrant les stries longitudinales qui occupent les sillons placés entre les côtes, sur l'écorce charbonneuse, et celles dont sont marquées les côtes elles-mêmes sur le moule interne.

II. 1b. *Calamites (Stylocalamites) suckowii*

Moulage interne de tige à base obconique. Noter les entre-nœuds courts et les côtes longitudinales plus larges que chez *C. cistii*.

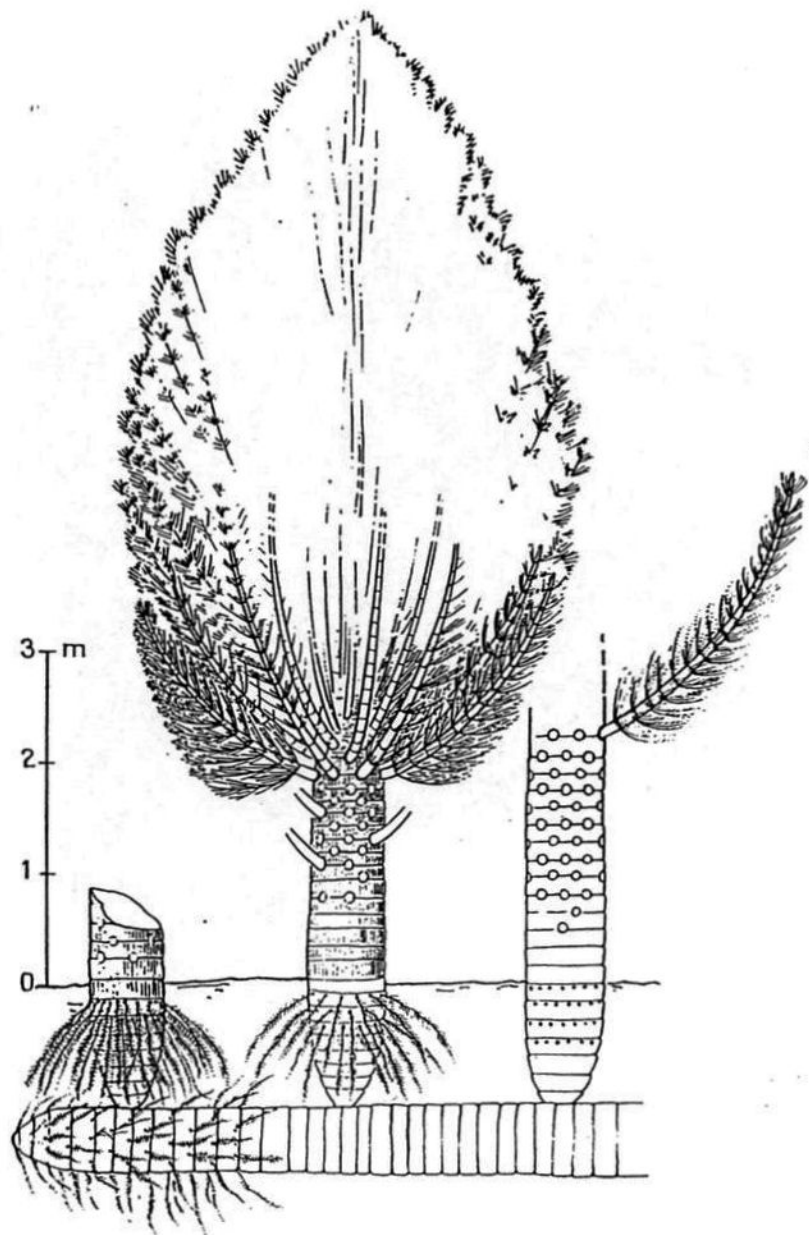


II. 1c. *Calamites (Stylocalamites) undulatus*



II. 2. *Calamites*, sous-genre *Crucicalamites*

Reconstitution de la plante, modèle 2 (Boureau, 1964)



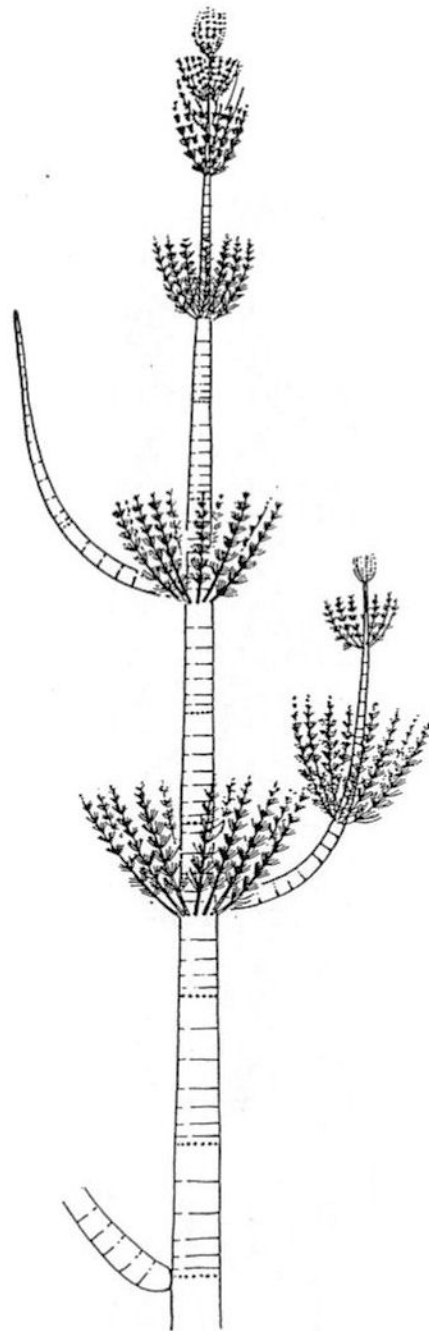
II. 2a. *Calamites (Crucicalamites) multiramis*

Noter les très nombreuses cicatrices de rameaux en quinconce d'un noeud à l'autre.



II. 3. *Calamites*, sous-genre *Calamitina*

Reconstitution de la plante, modèle 3 (Boureau, 1964)



II. 3a. *Calamites (Calamitina) goeppertii*

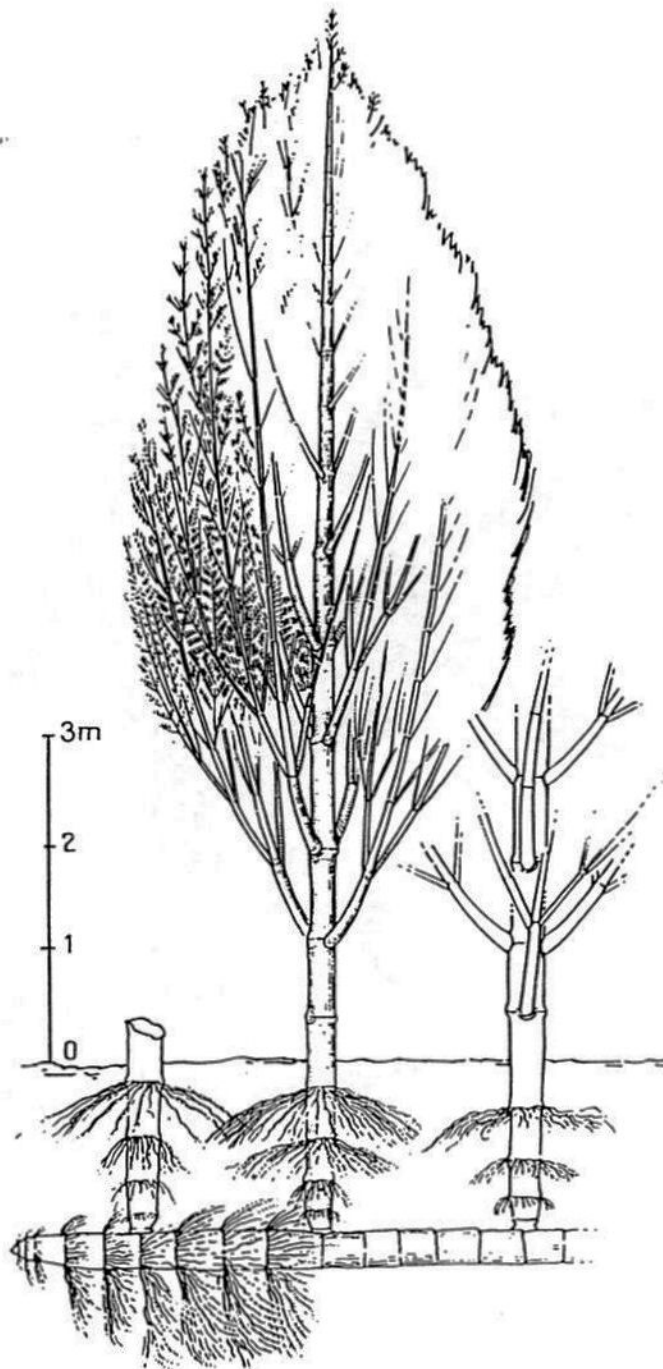
Noter les verticilles serrés de rameaux à certains noeuds seulement



5 cm

II. 4. *Calamites*, sous-genre *Diplocalamites*

Reconstitution de la plante, modèle 4 (Boureau, 1964)



II. 4a. *Calamites (Diplocalamites) sp.*

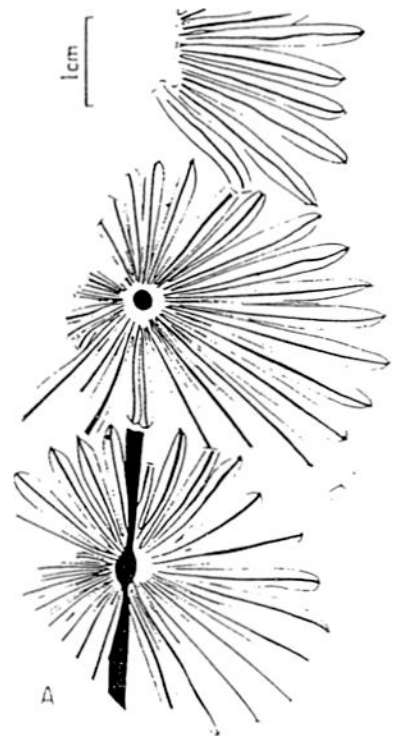
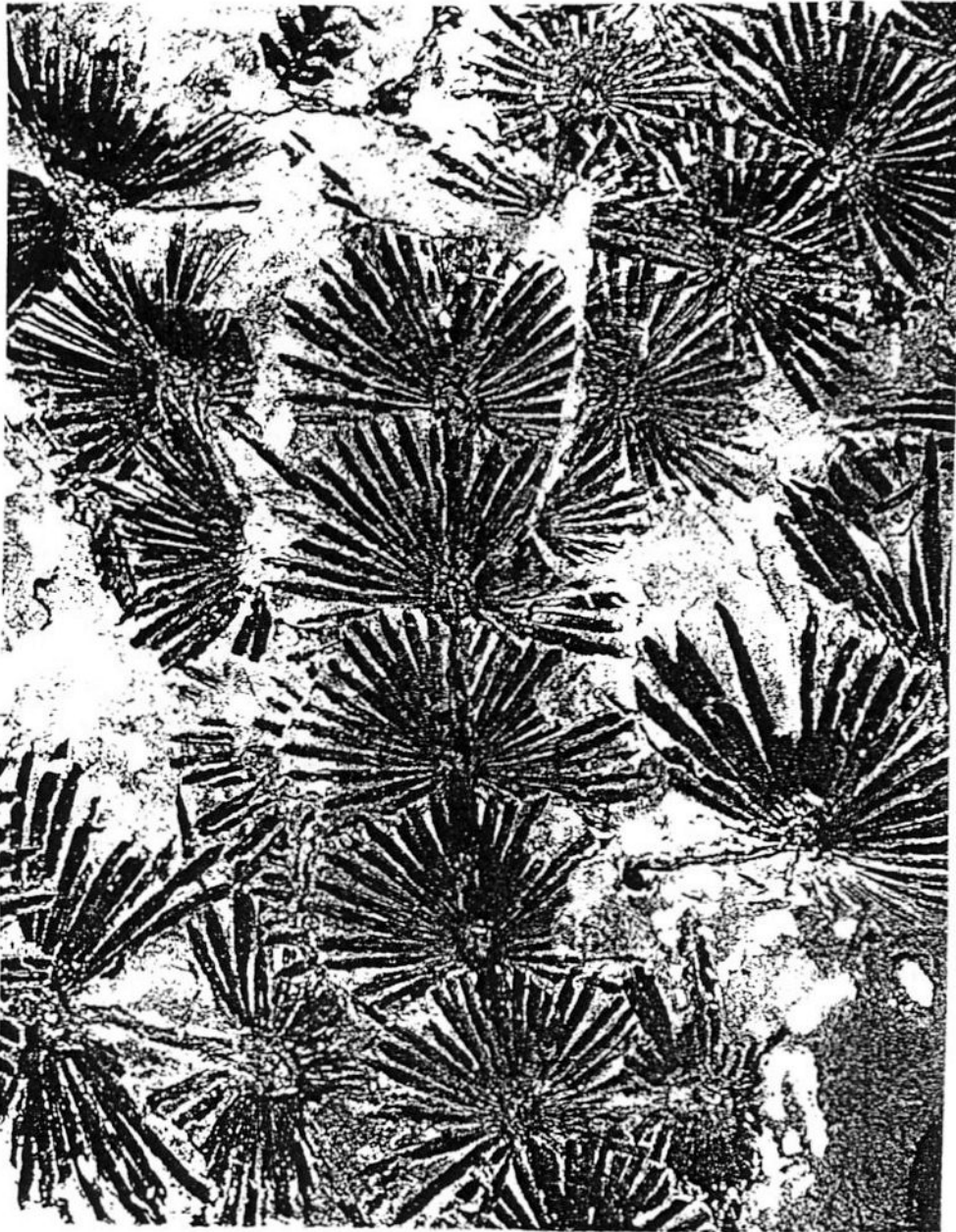
Tige avec deux rameaux opposés



II. 5. Genre *Annularia*

II. 5a. *Annularia stellata*

Rameaux feuillés portés par les *Calamites* (*Crucicalamites*) *multiramis*  
noter la longueur des feuilles et leur nombre important par verticille



II. 5b. *Annularia sphenophylloides*  
se distingue facilement de *A. stellata* par ses feuilles plus petites

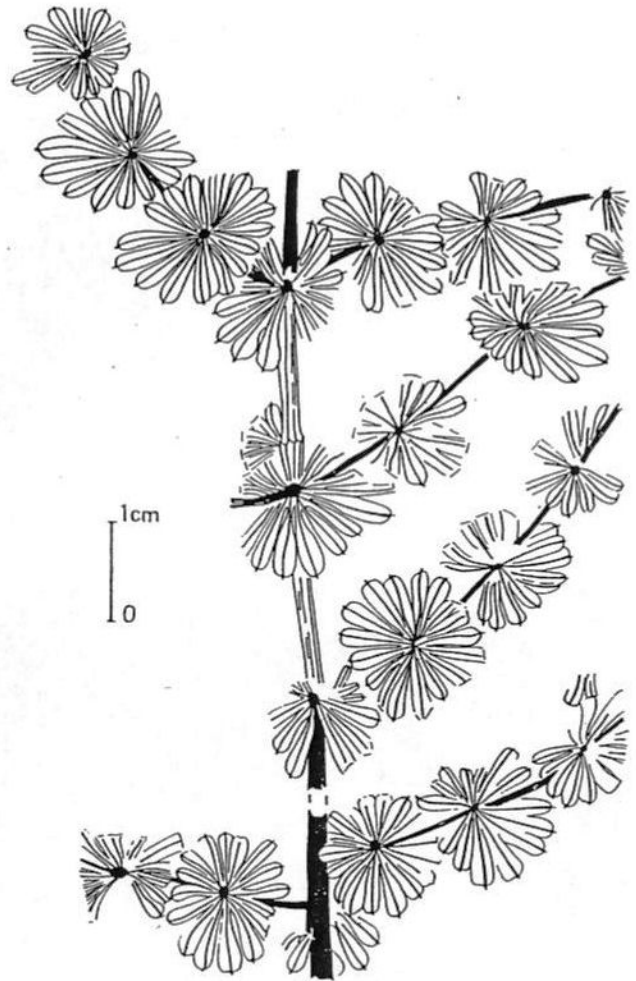
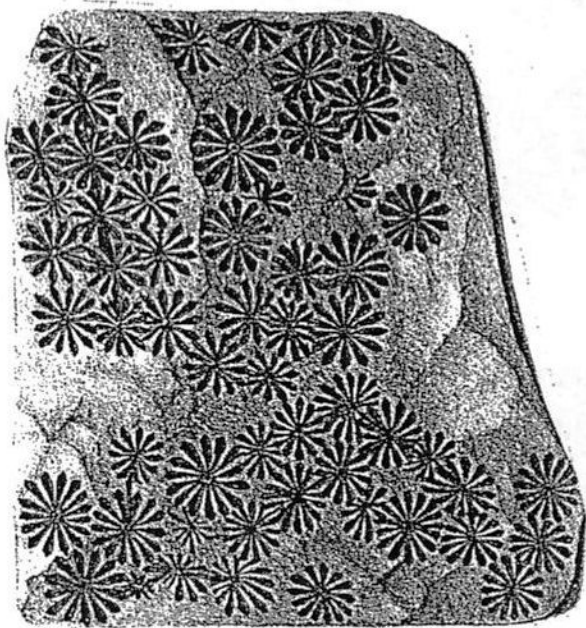


FIG. 160. — (D'après M. L. ABBOTT, 1958).  
*Annularia sphenophylloides* (Zenker) Gutbier.

II. 6. Genre *Asterophyllites*

II. 6a. *Asterophyllites equisetiformis*

Rameaux feuillés portés par les *Calamites* ( *Calamitina*) *alternans*

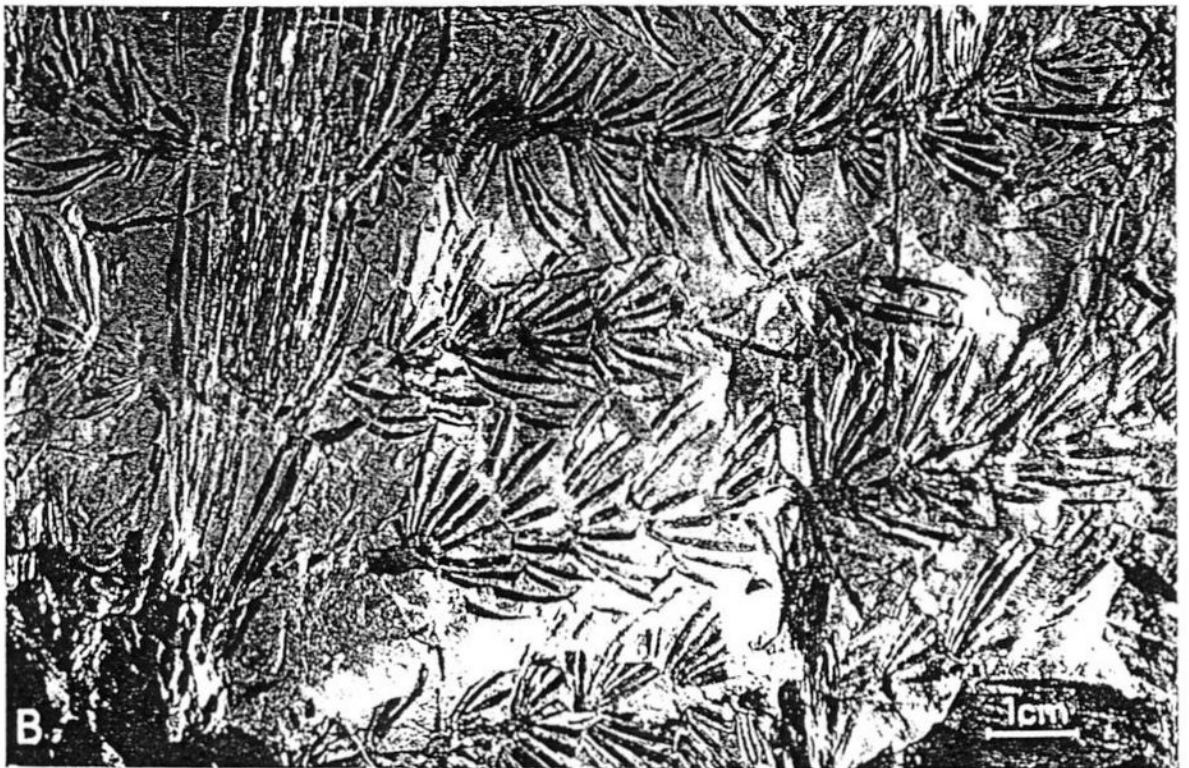


FIG. 136. — *Asterophyllites equisetiformis* (Schlotheim) Brgat.

II. 6b. *Asterophyllites longifolius*



II. 7. Genre *Calamostachys*

II. 7a. *Calamostachys tuberculata*

Cône reproducteur porté par *Annularia stellata* avec lequel il est ici associé

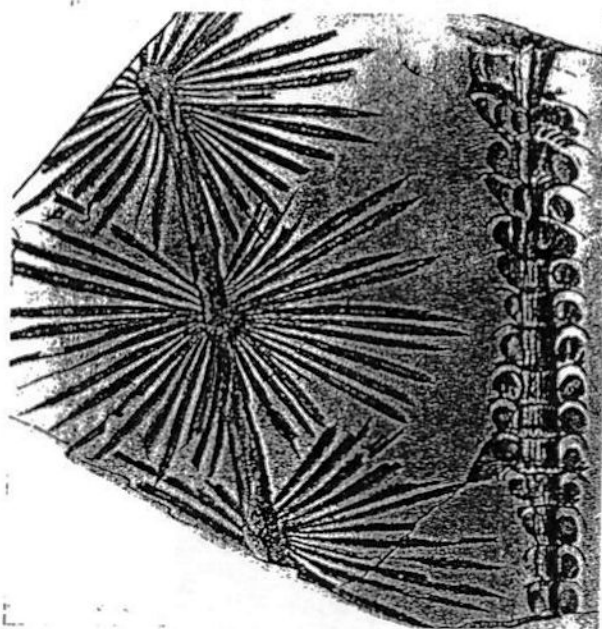
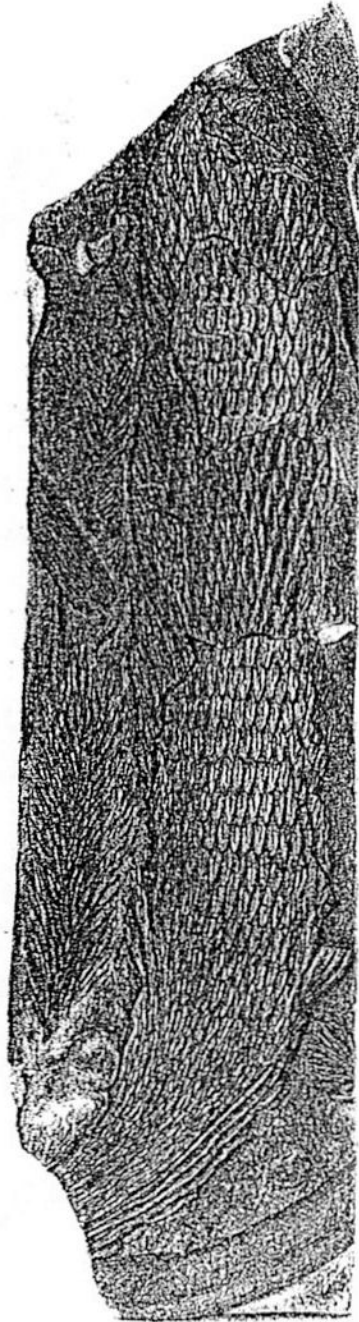


FIG. 325. — (D'après C. E. WEISS, 1876.) *Calamostachys tuberculata* (= *Stachannularia tuberculata*) et *Annularia stellata* (= *Annularia longifolia*).

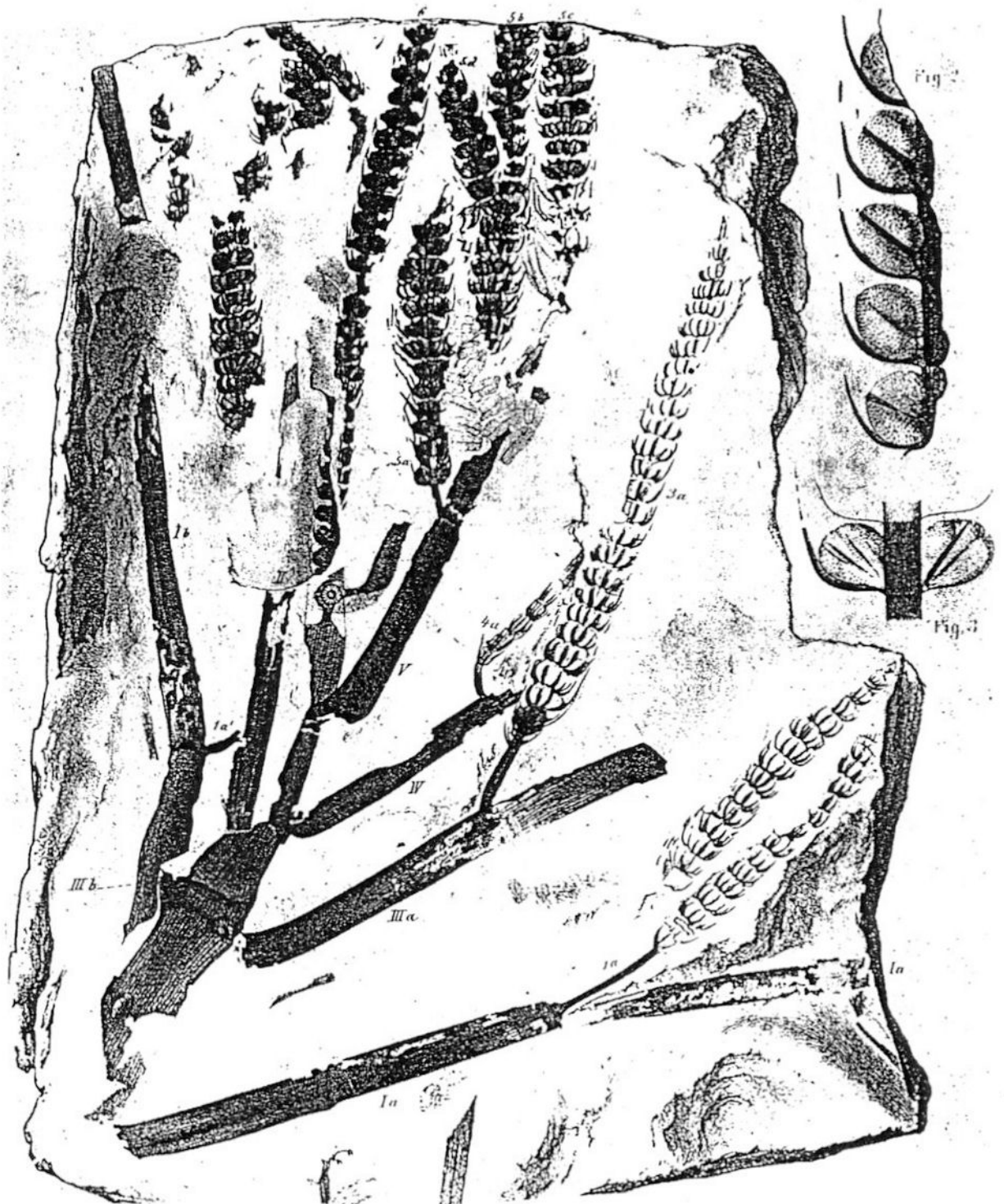
II. 8. Genre *Macrostachya*

Grand cône reproducteur appartenant vraisemblablement à des *Calamites* du sous-genre *Calamitina*.



II.9. *Palaeostachya*

Troisième type de cône reproducteur de *Calamites*.

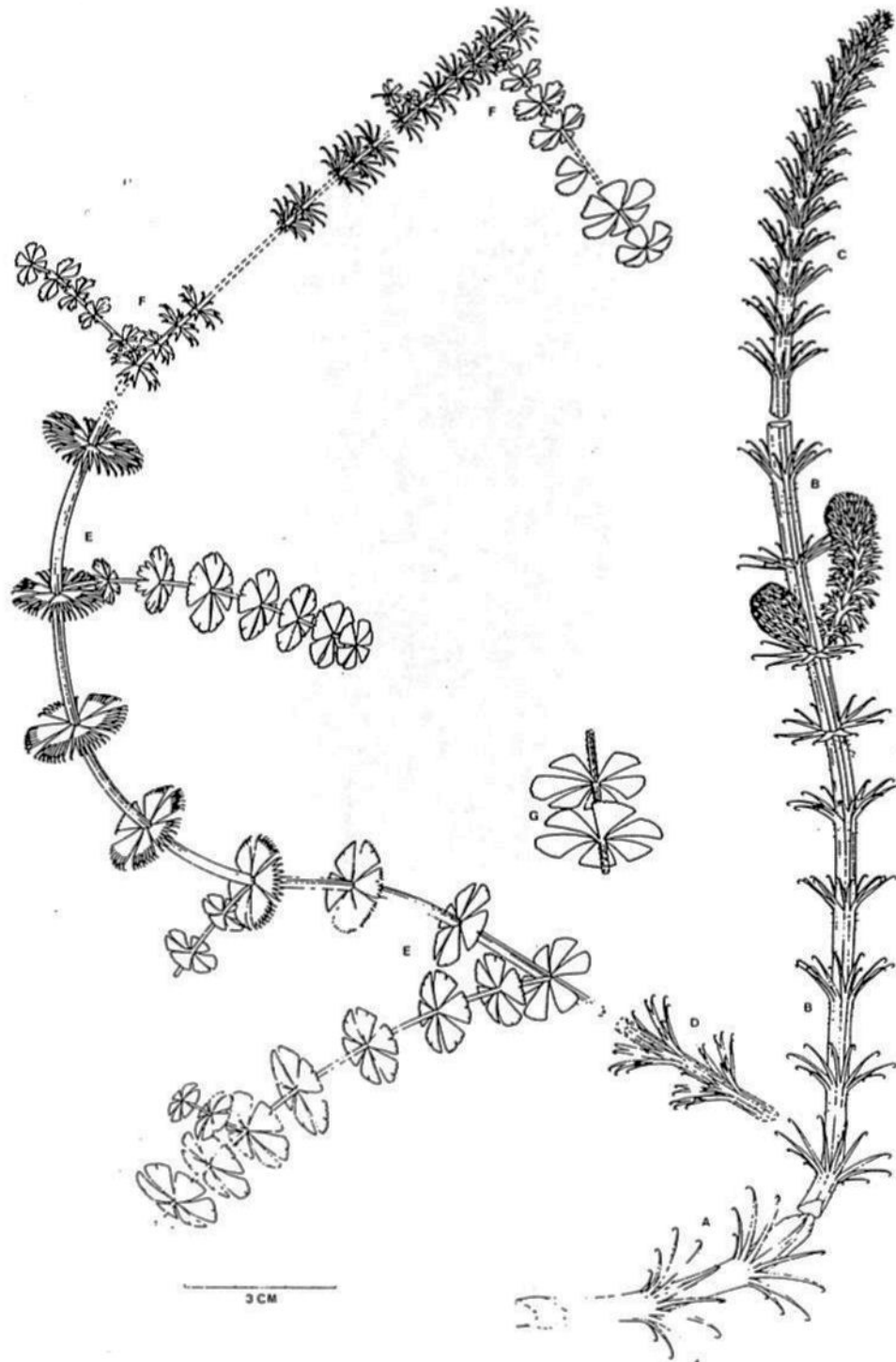


## II. SPHENOPHYTES

Famille des SPHENOPHYLLACEAE

II. 10. Genre *Sphenophyllum*

Reconstitution d'une plante ( Batenburg, 1981)



*Sphenophyllum emarginatum* (Brongniart) Brongniart

N.B. Le port plus ou moins lianescent et le caractère articulé ont fait comparer ces plantes au *Galium* actuel

II. 10 a. *Sphenophyllum oblongifolium*

Rameaux feuillés à verticilles de six feuilles inégales



II. 11. Genre *Sphenophyllostachys*

Cônes reproducteurs portés à l'extrémité des rameaux feuillés de *Sphenophyllum*.  
N.B. Cette espèce à verticilles de 8 feuilles n'existe pas à Graissessac.

