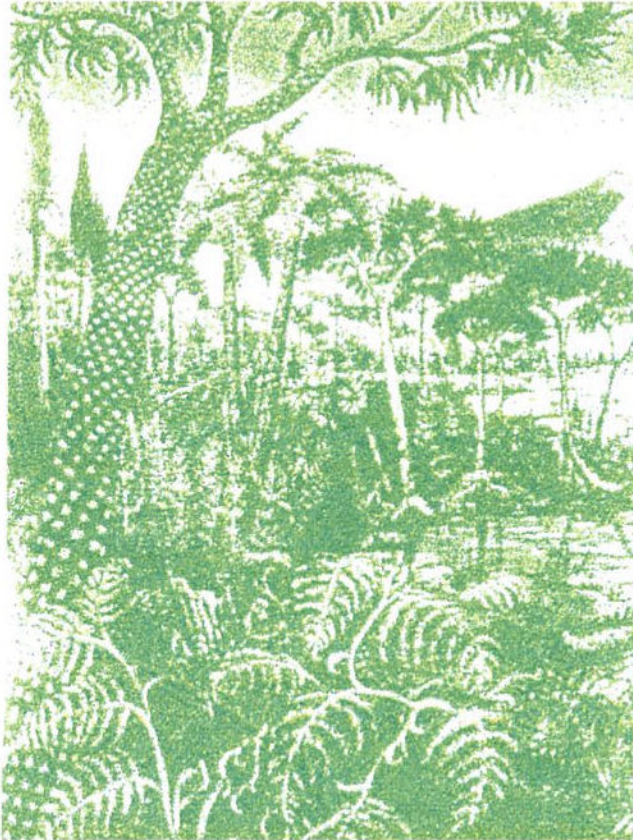




Jacques Salabert fut un promoteur très impliqué du projet de réserve naturelle de Graissessac. C'est avec l'aimable autorisation de son épouse que ce document est mis à disposition des amateurs. Réalisé par Jean Galtier, Docteur d'état es-Sciences, Directeur de recherche au CNRS, UMR 5554 C.N.R.S., Laboratoire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

2/2



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)

Fiche résumé

III. FILICOPHYTES ou FOUGÈRES

Comme les Lycophytes et les Sphénophytes, les Fougères sont des plantes à spores (anciennes "Ptéridophytes") mais à la différence des deux premiers groupes qui sont en fort déclin (5 genres de Lycophytes et 1 seul de Sphénophytes), les Fougères comptent environ 10000 espèces vivantes; elles constituent, après les Angiospermes, le deuxième groupe végétal actuel, bien avant les Gymnospermes.

Les Fougères se distinguent aussi des autres ptéridophytes par la possession de grandes feuilles (appelées frondes) souvent découpées ou composées.

Les Fougères formaient un élément important de la végétation des bassins houillers.

On y distinguait:

-1- Des formes herbacées dont la plupart étaient certainement plantes de sous-bois. Les unes, à tiges rampantes, étaient des formes pionnières alors que d'autres étaient lianescentes.

Elles appartenaient à des familles différentes mais toutes disparues, même si elles sont les premières fougères vraies, ancêtres des Filicales actuelles.

On retrouve surtout leurs feuilles très finement découpées et connues sous les nom de SPHENOPTERIS.

-2- Des formes arborescentes, les PSARONIUS, que l'on classe dans l'ordre actuel de Marattiales.

Leur tronc atteignait une hauteur de 5 à 8 mètres. La plus grande partie du tronc était entourée par un revêtement de racines aériennes adventives dont l'épaisseur était maximum à la base. Ces racines assuraient l'ancrage et le soutien du tronc. De grandes feuilles composées (ou frondes) de plusieurs mètres de long, étaient portées au sommet du tronc, comme chez les Fougères tropicales actuelles (Cyatheaceae par exemple). Le nom de PECOPTERIS est donné aux feuillages conservés en empreinte. Les troncs minéralisés sont nommés PSARONIUS et ceux en empreintes, où les cicatrices foliaires sont visibles, sont désignés comme CAULOPTERIS.

Ces *Psaronius* ont connu leur maximum de diversité et de développement au Stéphanien.

III. FILICOPHYTES

III. A.. Ordre des Marattiales

III. A. 1. Genre *Psaronius*

Reconstitution de la plante

Les grandes feuilles sont portées au sommet du tronc (diamètre 20 à 30 cm) où les cicatrices des pétioles sont visibles .

La plus grande partie du tronc est cachée sous un revêtement de racines adventives qui, à la base, peut avoir 50 cm à 1 mètre de diamètre. A ce niveau la véritable tige est très petite (5 cm de diamètre), c'est le manchon de racines qui assure son soutien (voir les sections du tronc figurées à gauche).

III. A. 2. Genre *Caulopteris*

Sommet du tronc montrant les cicatrices ovales ou circulaires des pétioles des grandes frondes. Ces pétioles avaient 3 à 6 cm de diamètre. A l'intérieur, le dessin circulaire ou en U correspond à la vascularisation.

III. A. 3. Genre *Pecopteris*

Nom donné aux feuilles composées (tri- ou quadripennées) portées par les *Psaronius*. Ces frondes avaient plusieurs mètres de long: le maximum connu est une fronde de plus de 7 mètres de long et 3 mètres de large!!

Evidemment on ne trouve le plus souvent que des fragments (pennes) de ces feuilles.

Les caractéristiques (forme et nervation) des pinnules permettent de distinguer diverses espèces.

Les mêmes feuilles sont trouvées à l'état fertile (portant des sporanges sur leur face inférieure): elles ont alors parfois un aspect un peu différent des feuilles stériles et un nom différent peut leur être donné (exemple: *Asterotheca* , *Ptychocarpus*, *Scolecopteris*).

penne pinnule pinnule fertile sommet du tronc=*Caulopteris*

III. A. 3 a. *Pecopteris candollei*

III. A. 3b. *Pecopteris (Asterotheca) cyathea* *Pecopteris cyathea*

III. A. 3c. *Pecopteris daubreei*

III. A. 3d. *Pecopteris monyi*

III. A. 3e. *Pecopteris platonii*

III. A. 3f. *Pecopteris plumosa*

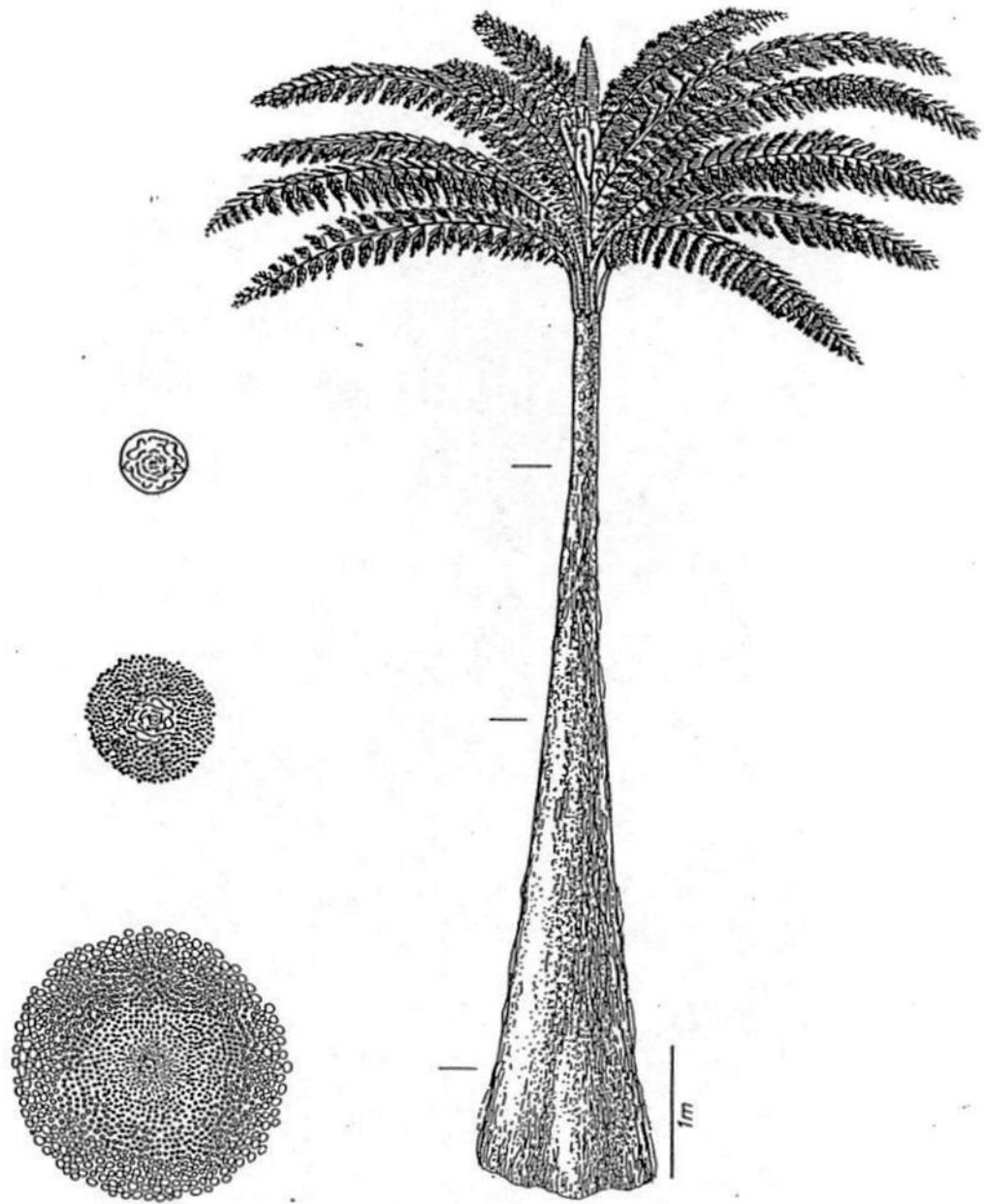
III. A. 3g. *Pecopteris polymorpha*

III. A. 3h. *Pecopteris pseudo-oreopteridia*

III. FILICOPHYTES

III. A. Ordre des Marattiales

III. A. 1. Genre *Psaronius*



Reconstitution de la plante

Les grandes feuilles sont portées au sommet du tronc (diamètre 20 à 30 cm) où les cicatrices des pétioles sont visibles .

La plus grande partie du tronc est cachée dans un revêtement de racines adventives qui, à la base, peut avoir 50 cm à 1 mètre de diamètre. A ce niveau la véritable tige est très petite (5 cm de diamètre), c'est le manchon de racines qui assure son soutien (voir les sections du tronc figurées à gauche).

III. A. 2. Genre *Caulopteris*

Sommet du tronc montrant les cicatrices ovales ou circulaires des pétioles des grandes frondes. Ces pétioles avaient 3 à 6 cm de diamètre. A l'intérieur, le dessin circulaire ou en U correspond à la vascularisation.



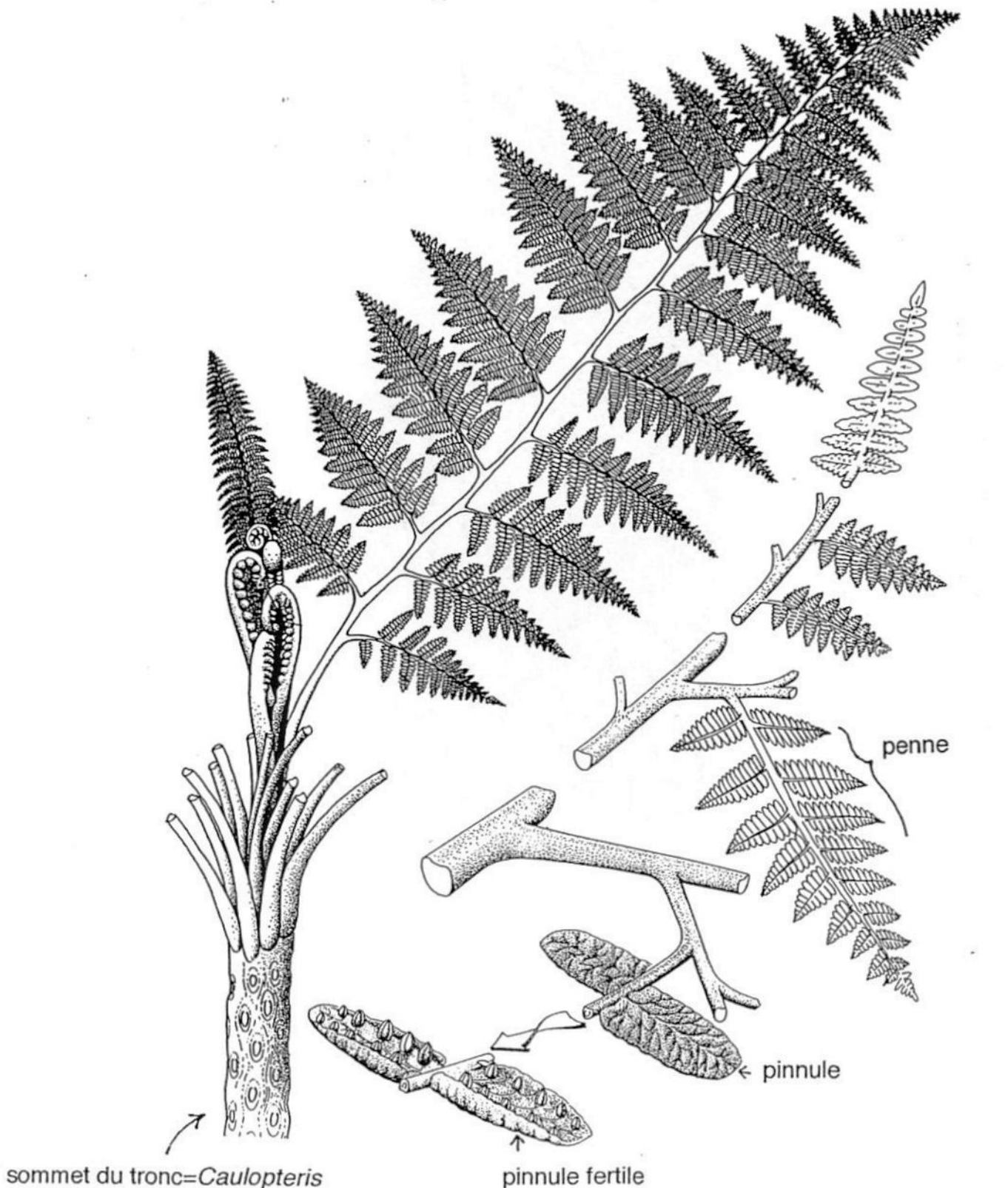
III. A. 3. Genre *Pecopteris*

Nom donné aux feuilles composées (tri- ou quadripennées) portées par les *Psaronius*. Ces frondes avaient plusieurs mètres de long: le maximum connu est une fronde de plus de 7 mètres de long et 3 mètres de large!!

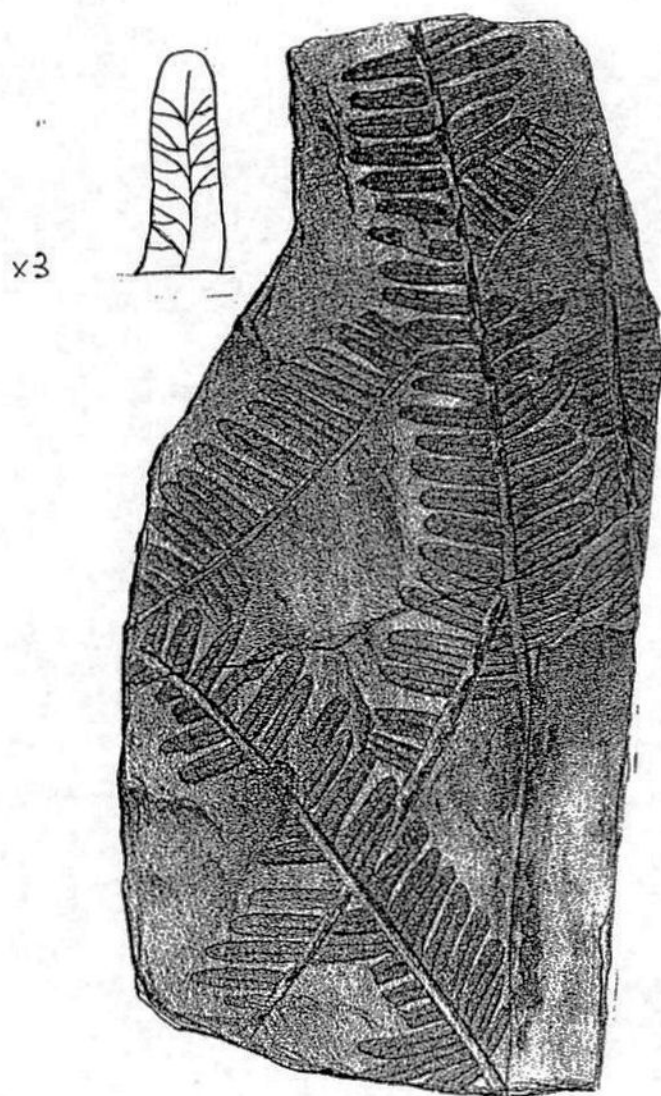
Evidemment on ne trouve le plus souvent que des fragments (pennes) de ces feuilles.

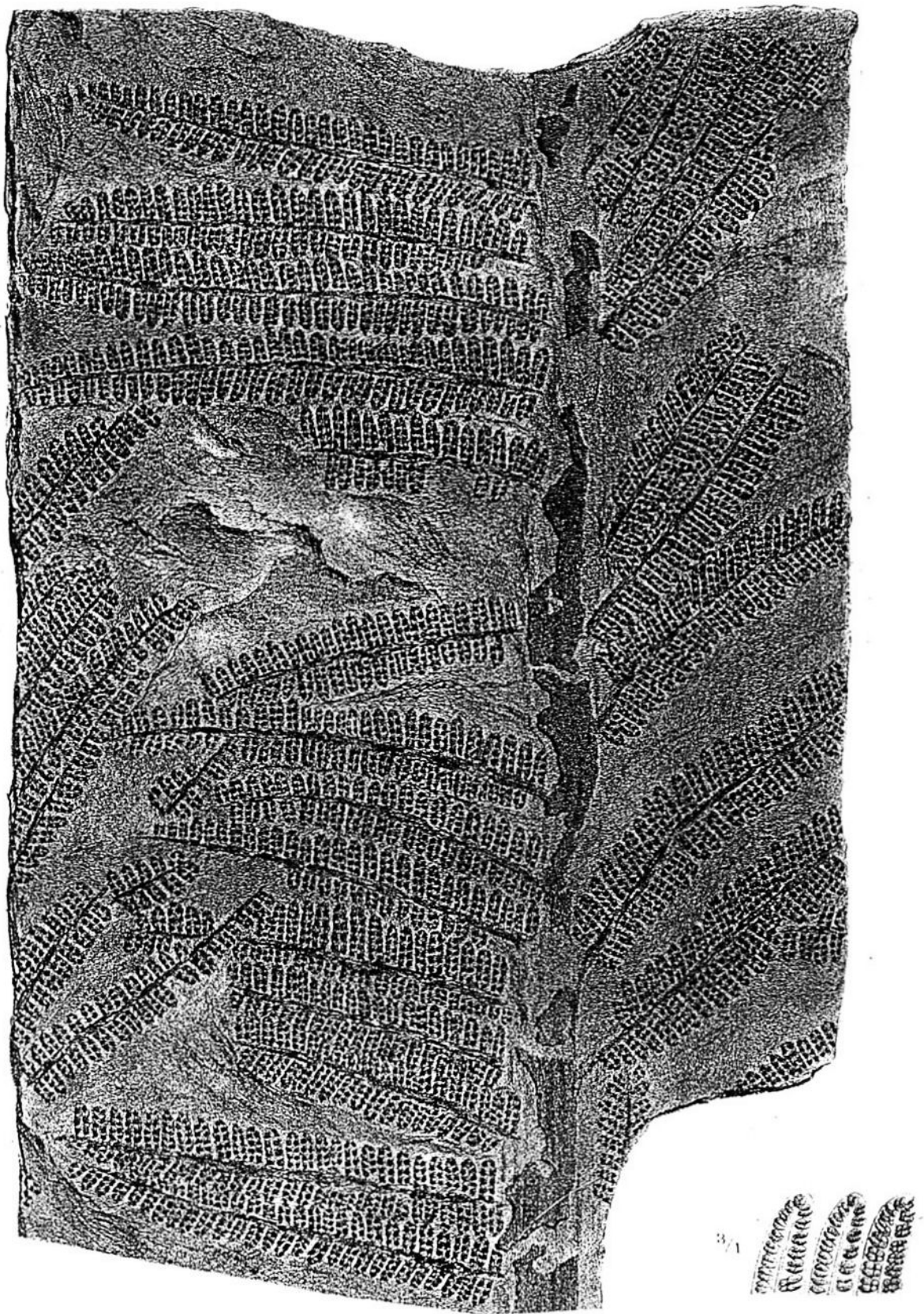
Les caractéristiques (forme et nervation) des pinnules permettent de distinguer diverses espèces.

Les mêmes feuilles sont trouvées à l'état fertile (portant des sporanges sur leur face inférieure): elles ont alors parfois un aspect un peu différent des feuilles stériles et un nom différent peut leur être donné (exemple: *Asterotheca*, *Ptychocarpus*, *Scolecopteris*).

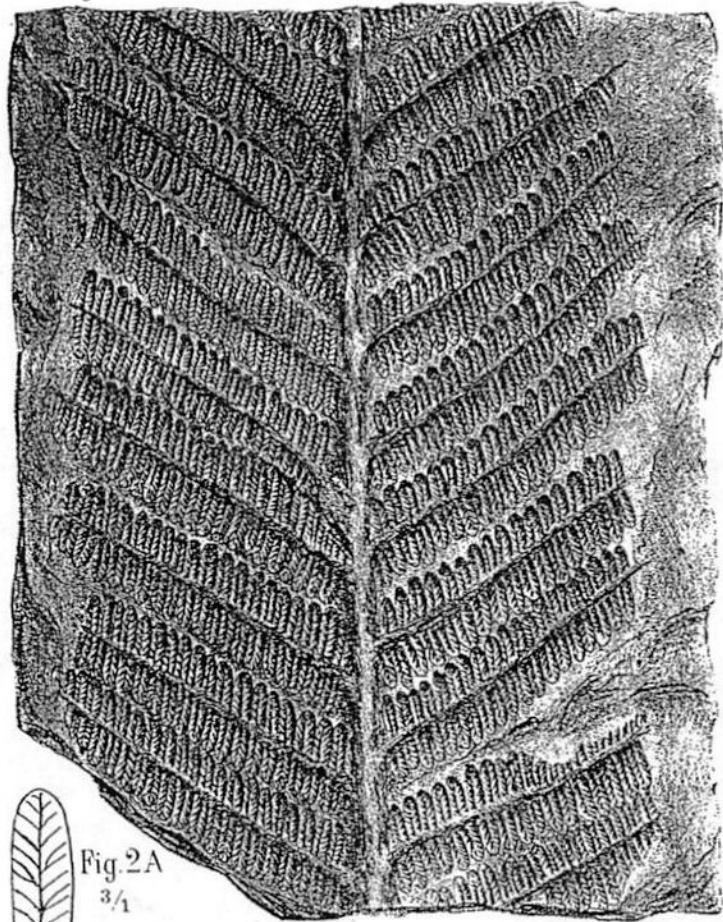


III. A. 3 a. *Pecopteris candollei*

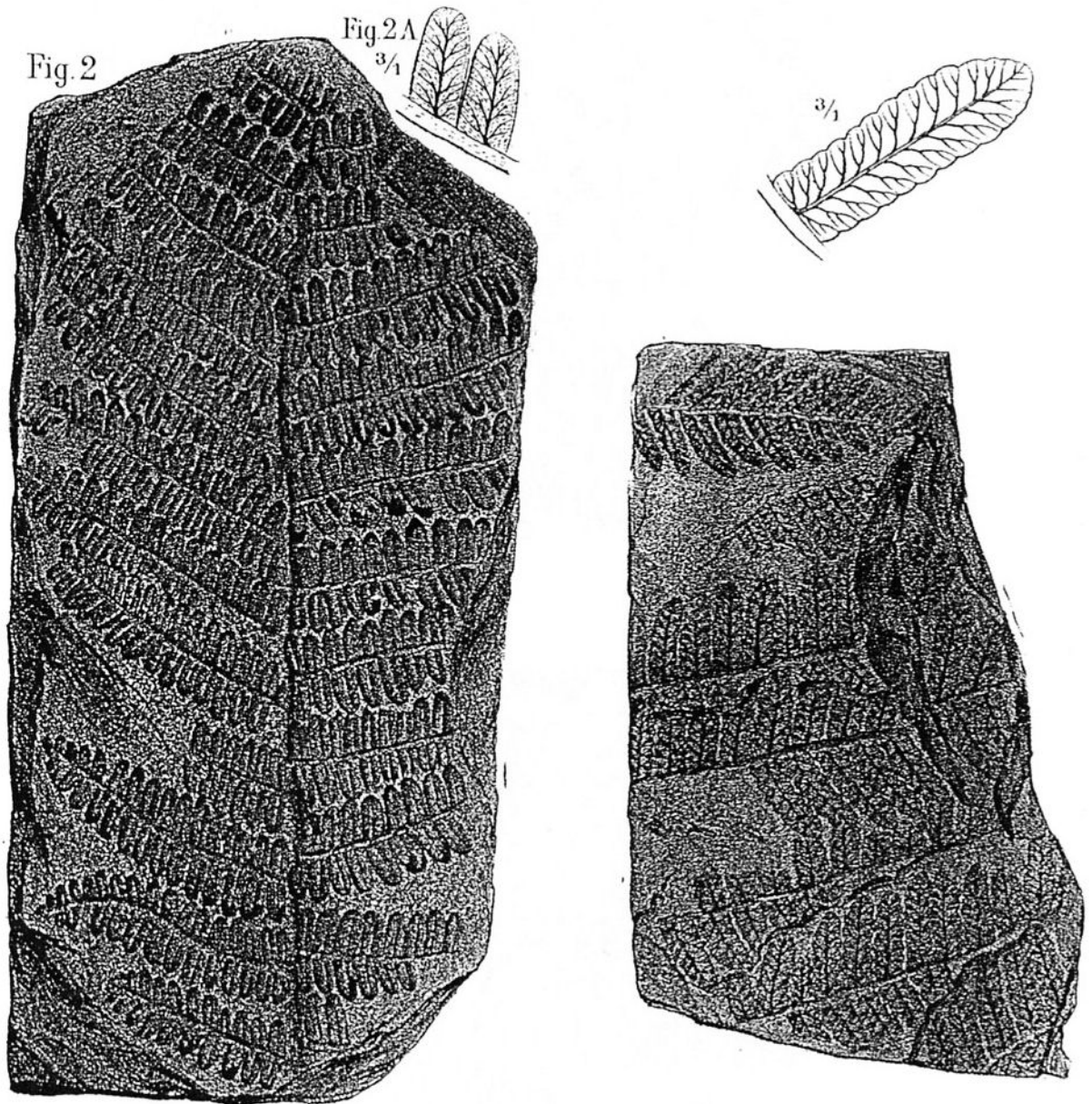


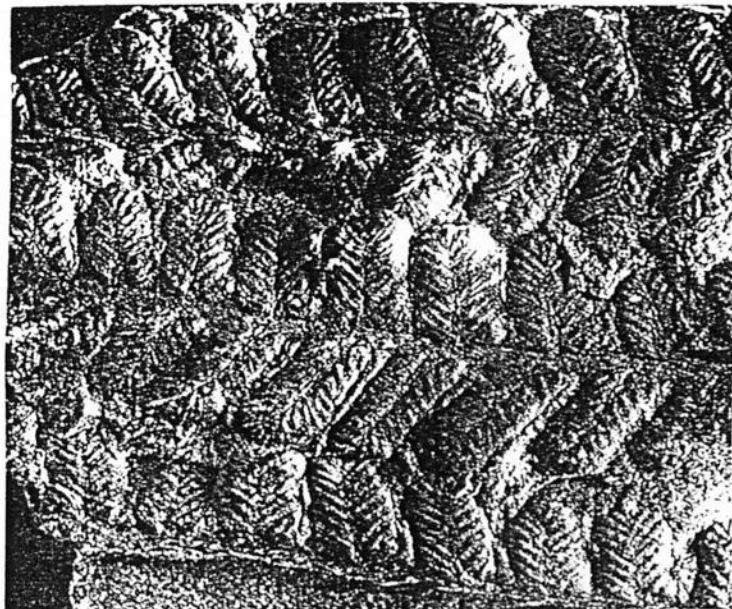
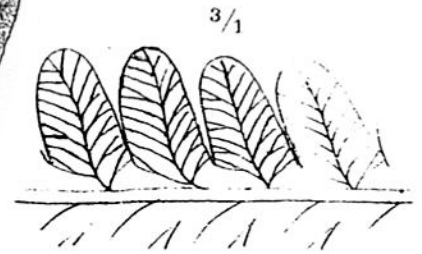
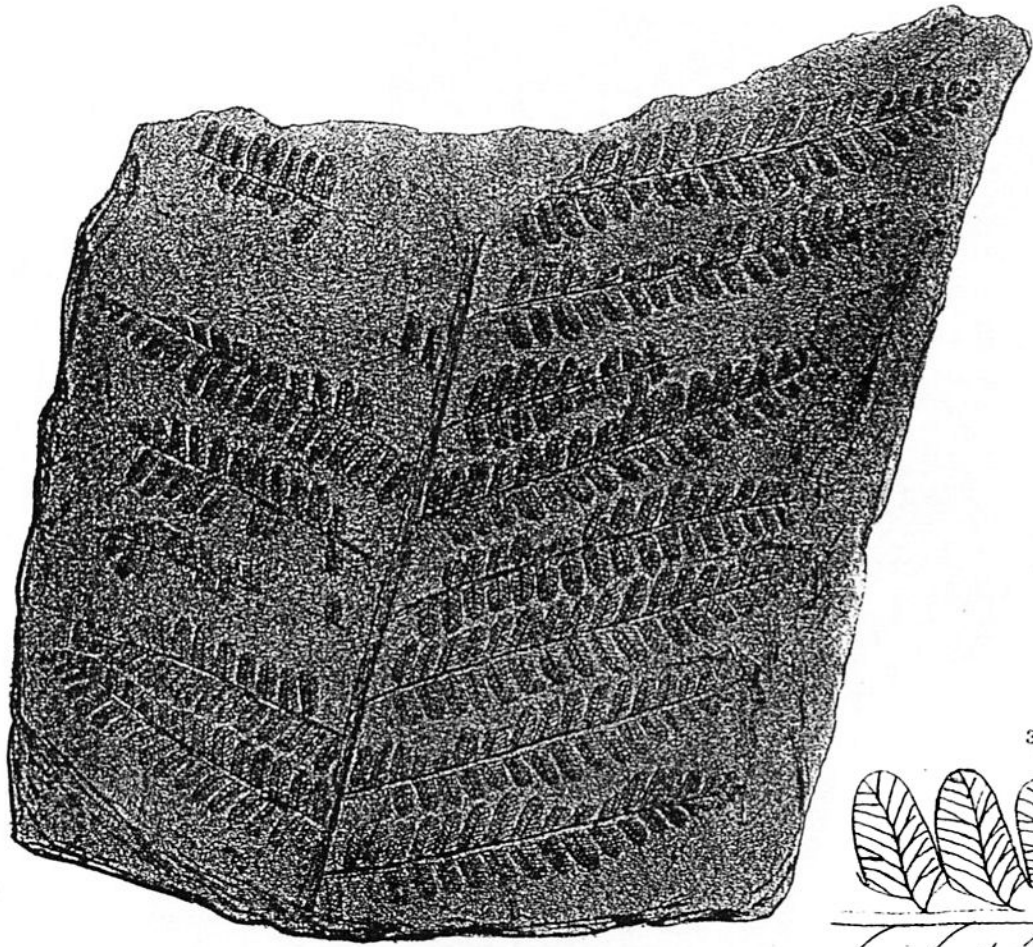


III. A. 3b. *Pecopteris cyathea*



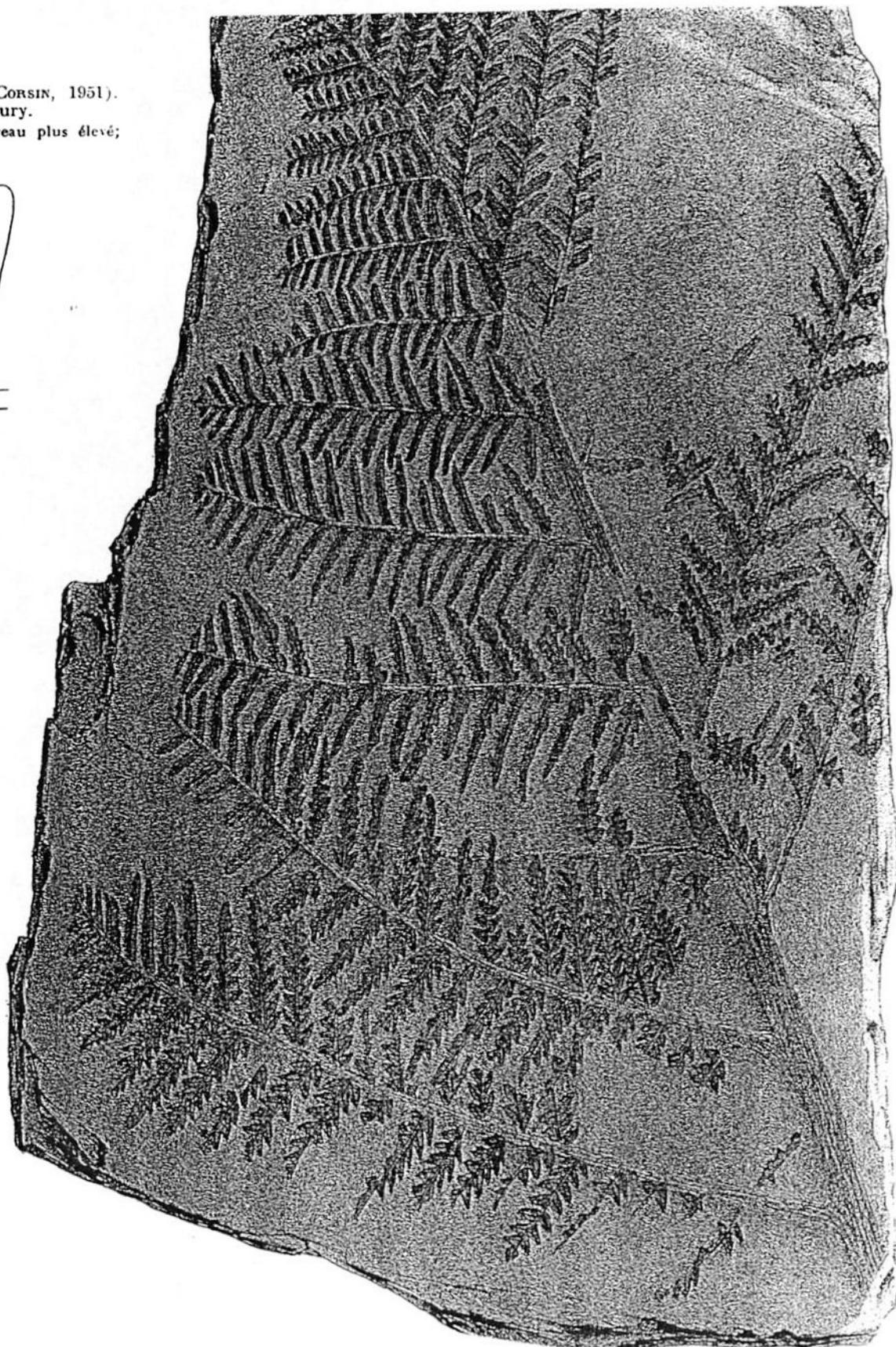
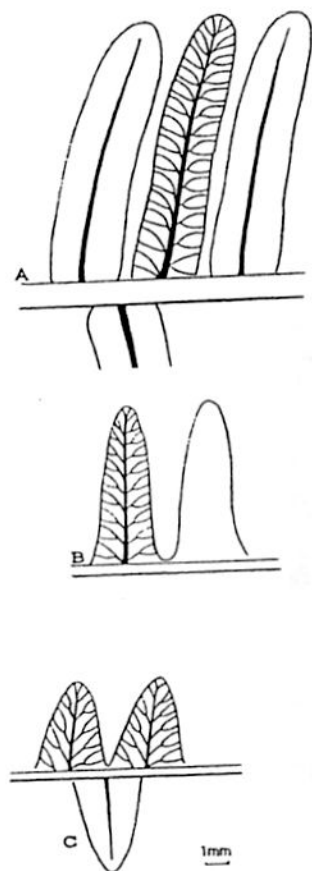
III. A. 3c. *Pecopteris daubreei*

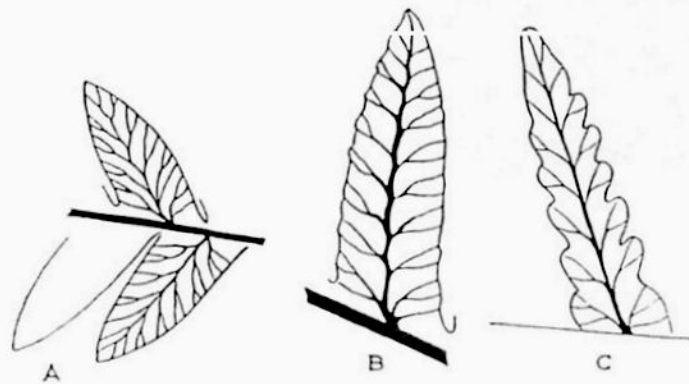




III. A. 3e. *Pecopteris platonii*

FIG. 96. — (D'après P. CORSIN, 1951).
Pecopteris platonii Grand'Eury.
A. Base d'une penne; B. Niveau plus élevé;
C. Pinnules subterminales.



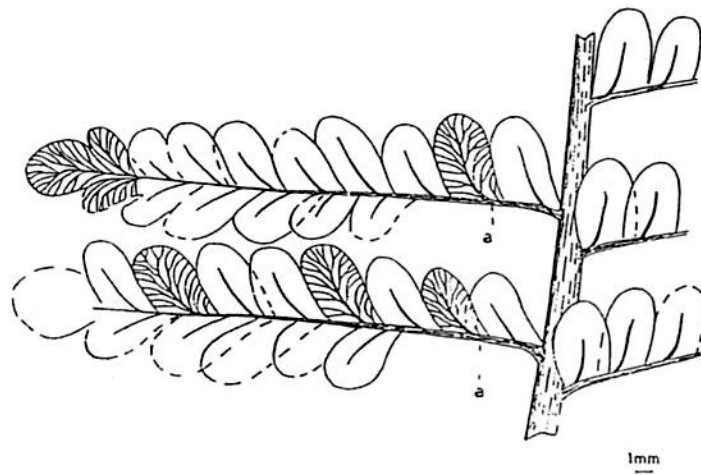
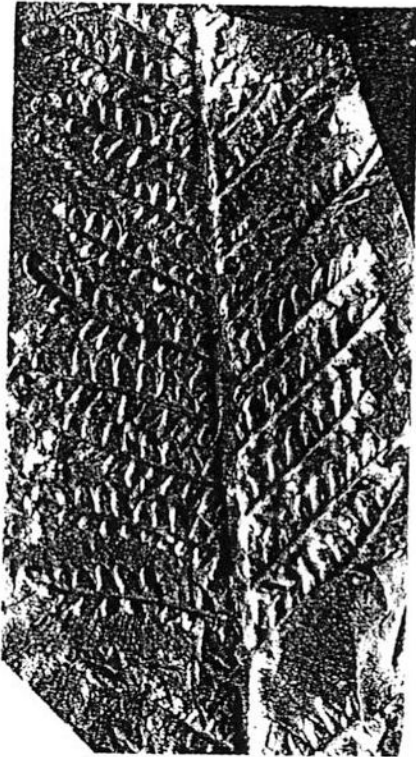


A-C (d'après P. Consin, 1951). A. Penne primaire (région moyenne); B. Pinnule subterminale d'une fronde; C. Forme *crenata*, penne primaire (région moyenne)

III. A. 3g. *Pecopteris polymorpha*.



III. A. 3h. *Pecopteris pseudo-oreopteridia*



III. A. 3i. *Pecopteris unita*

III. A. 3j. *Pecopteris viannai*

III. FILICOPHYTES

III. B. Ordre des Filicales

III. B. 1. Genre *Sphenopteris*

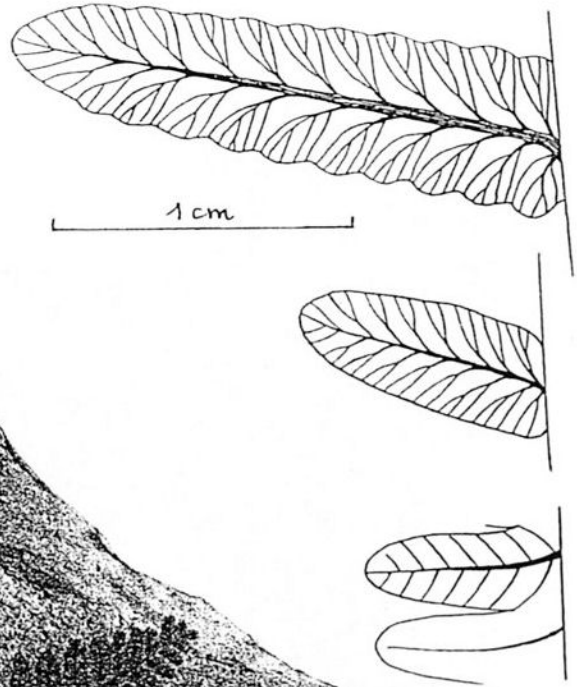
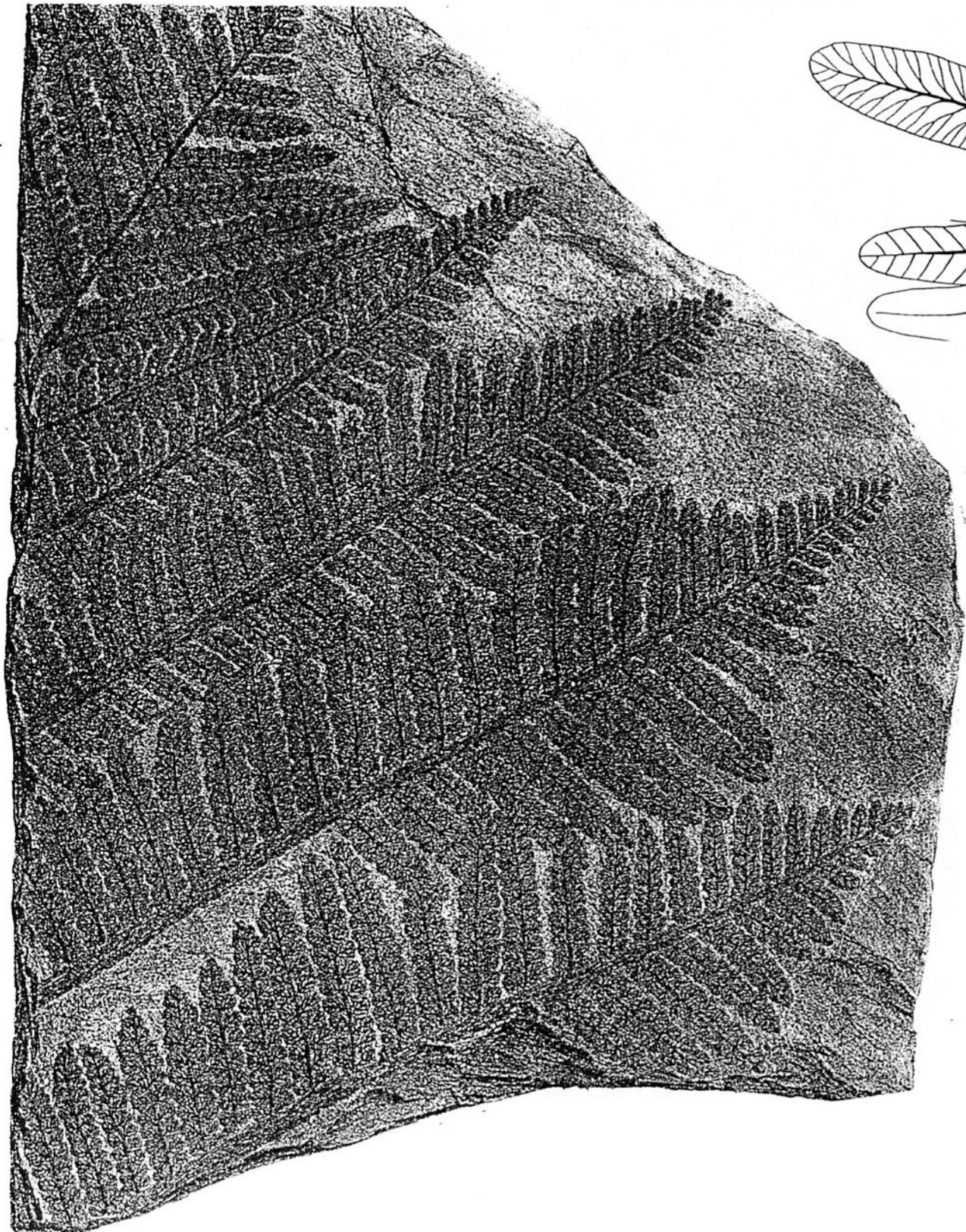
On range sous ce nom des feuilles, à limbe finement découpé, dont les affinités avec les Fougères sont probables ou certaines car les organes reproducteurs sporangiés sont connus. Dans ce dernier cas un autre nom de genre peut être donné (par exemple *Renaultia*).
Ce sont des formes herbacées.

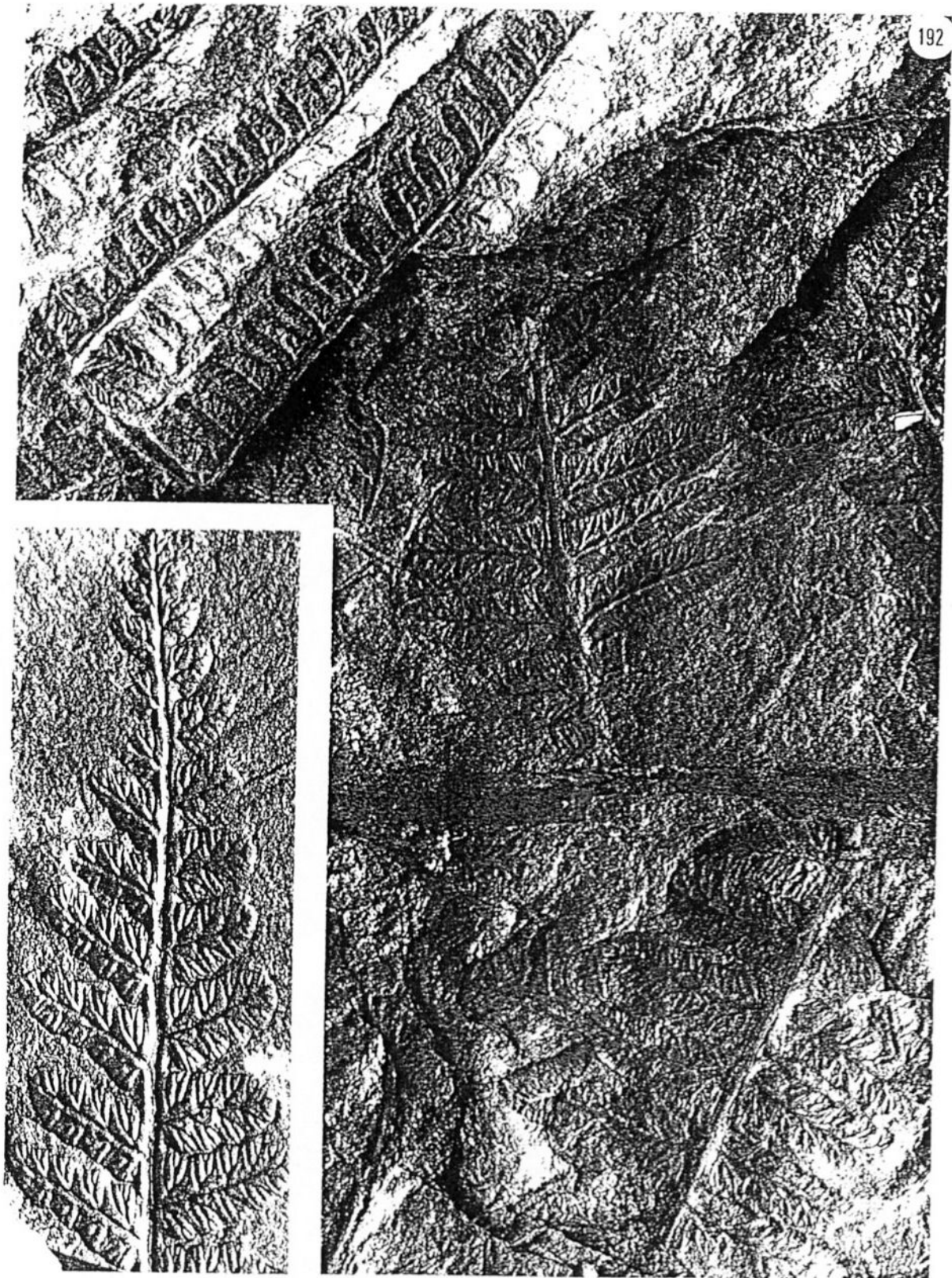
III. B. 1a. *Sphenopteris mathetii*

III. B. 2. Genre *Renaultia*

Ce genre comprend des feuilles fertiles dont l'équivalent stérile porterait le nom de *Sphenopteris*.

III. B. 2a. *Renaultia (Sphenopteris) chaerophylloides*





x 3

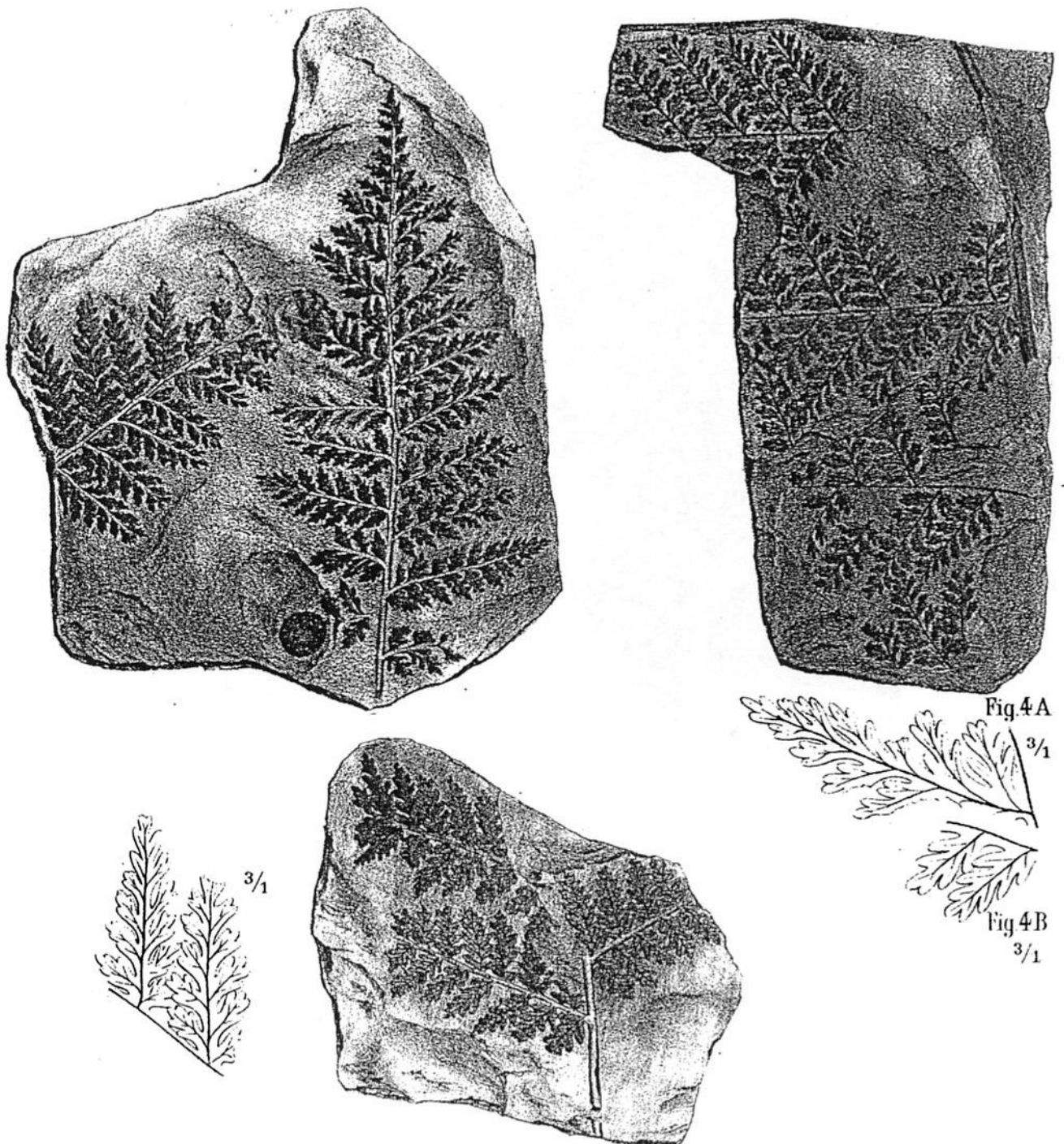
III. FILICOPHYTES

III. B. Ordre des Filicales

III. B. 1. Genre *Sphenopteris*

On range sous ce nom des feuilles, à limbe finement découpé, dont les affinités avec les Fougères sont probables ou certaines car les organes reproducteurs sporangiés sont connus. Dans ce dernier cas un autre nom de genre peut être donné (par exemple *Renaultia*).
Ce sont des formes herbacées.

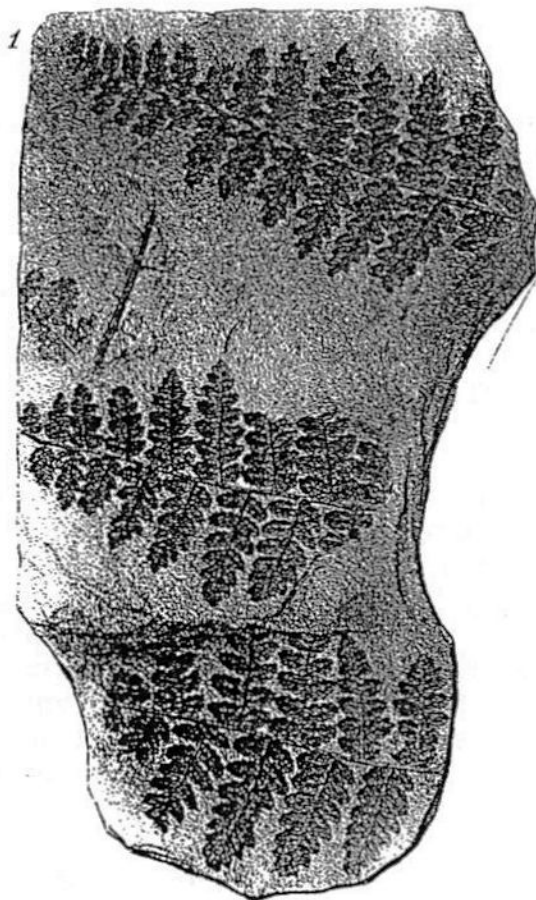
III. B. 1a. *Sphenopteris mathetii*



III. B. 2. Genre *Renaultia*

Ce genre comprend des feuilles fertiles dont l'équivalent stérile porterait le nom de *Sphenopteris*.

III. B. 2a. *Renaultia (Sphenopteris) chaerophylloides*



IV PTERIDOSPERMALES

Ce groupe des Ptéridospermales a été improprement désigné comme "Fougères à graines" (c'est d'ailleurs sa signification étymologique) à cause de la possession de grandes feuilles composées ressemblant beaucoup à celles des fougères. Mais il s'agit, en fait, de plantes à reproduction par graines que l'on doit donc ranger parmi les gymnospermes. A proprement parler ces plantes disséminaient des ovules, ou graines sans embryon dormant.

Ce groupe est apparu à la fin du Dévonien, il y a 360 millions d'années, et il était en pleine expansion au Carbonifère supérieur, où il formait un élément important de la végétation des bassins houillers comme en témoignent les restes très abondants de leurs feuillages et graines..

Les Ptéridospermales ont disparu au Secondaire mais on pense qu'elles sont les ancêtres de deux groupes actuels: les Cycadales et les Angiospermes ou plantes à fleurs. Leur rôle dans l'évolution du règne végétal est donc considérable.

Parmi les ptéridospermales du bassin houiller on distinguait:

-1- Des formes assez grêles, rampantes ou lianescentes. Les petites tiges, d'un diamètre de 1 à 2 cm et à longs entre-noeuds, portaient des feuilles bifurquées et divisées à pinnules lobées. Le nom de *Dicksonites* est donné à ces feuillages qui ne sont pas très communs.

Des graines minuscules (1mm) sont parfois trouvées attachées sur ces feuilles; dans d'autres cas, on a observé des feuilles fertiles mâles portant des sporanges qui libéraient des grains de pollen à ballonnet. Ces petites ptéridospermales sont classées dans la famille des **Callistophytaceae**. Elle sont connues dans d'autres bassins houillers du Massif Central (Saint-Etienne, Autun, Le Creusot) mais aussi dans les bassins des Etats-Unis.

-2- Des plantes de plus grande taille: tiges de 5 à 10 cm de diamètre, plus rarement jusqu'à 50 cm qui appartiennent à la famille des **Medullosaceae**. Ces plantes étaient soit lianescentes à tige longue et flexueuse, soit avec un tronc dressé (plus large) et un port de fougère arborescente. Les feuilles, toujours bifurquées plusieurs fois, avaient plusieurs mètres de longueur et comptent parmi les plus grandes du règne végétal. On ne trouvait que des fragments de ces feuillages qui se distinguaient par l'architecture globale de la fronde et par la forme de leurs pinnules. Quatre genres de feuilles de Medullosaceae sont rencontrés à Graissessac: *Odontopteris*, *Callipteridium*, *Alethopteris* et *Neuropteris*.

Les organes reproducteurs étaient portés sur des feuilles fertiles spécialisées. Les ovules étaient souvent disséminés et sont trouvés, le plus souvent, isolés. Selon leur forme et leur taille on distingue plusieurs types: *Trigonocarpus*, *Carpolites*, *Codonospermum*.

IV. PTERIDOSPERMALES

IV. A. Famille des Callistophytaceae

IV. A. 1. Genre *Callistophyton*

Reconstitution de la plante

la tige est représentée ici comme plus ou moins rampante avec des feuilles dressées finement divisées.

N.B. Dans le genre *Dicksonites* les feuilles sont bipartites ou bifurquées.

IV. A. 2. Genre *Dicksonites*

IV. A. 2a. *Dicksonites pluckenetii*

A- Feuillage caractérisé par les pinnules lobées et "en relief".

B- Reconstitution de pennes fertiles portant des graines

IV. A. 2a. *Dicksonites pluckenetii*

Ensemble de la fronde bifurquée

Fronde attachée à la tige (T)

IV. B. Famille des Medullosaceae

IV. B. 1. Genre *Medullosa*

Reconstitution d'une plante d'environ 4 m de haut (d'après Stewart & delevoryas)

IV. B. 1. Genre *Medullosa*

Reconstitutions de deux plantes à port différent

A- Port lianescent, tige assez grêle, longue et flexueuse

B- Port dressé ressemblant à une fougère arborescente

dans les deux cas les feuilles sont très grandes, plusieurs fois bifurquées

IV. B. 2. Genre *Alethopteris*

Reconstitution schématique de l'ensemble de la fronde

IV. B. 2 a. *Alethopteris bohémica*

Détail des frondes et caractéristiques des pinnules

IV. B. 2b. *Alethopteris zeilleri*

IV. PTERIDOSPERMALES

IV. A. Famille des Callistophytaceae

IV. A. 1. Genre *Callistophyton*

Reconstitution de la plante

la tige est représentée ici comme plus ou moins rampante avec des feuilles dressées finement divisées.

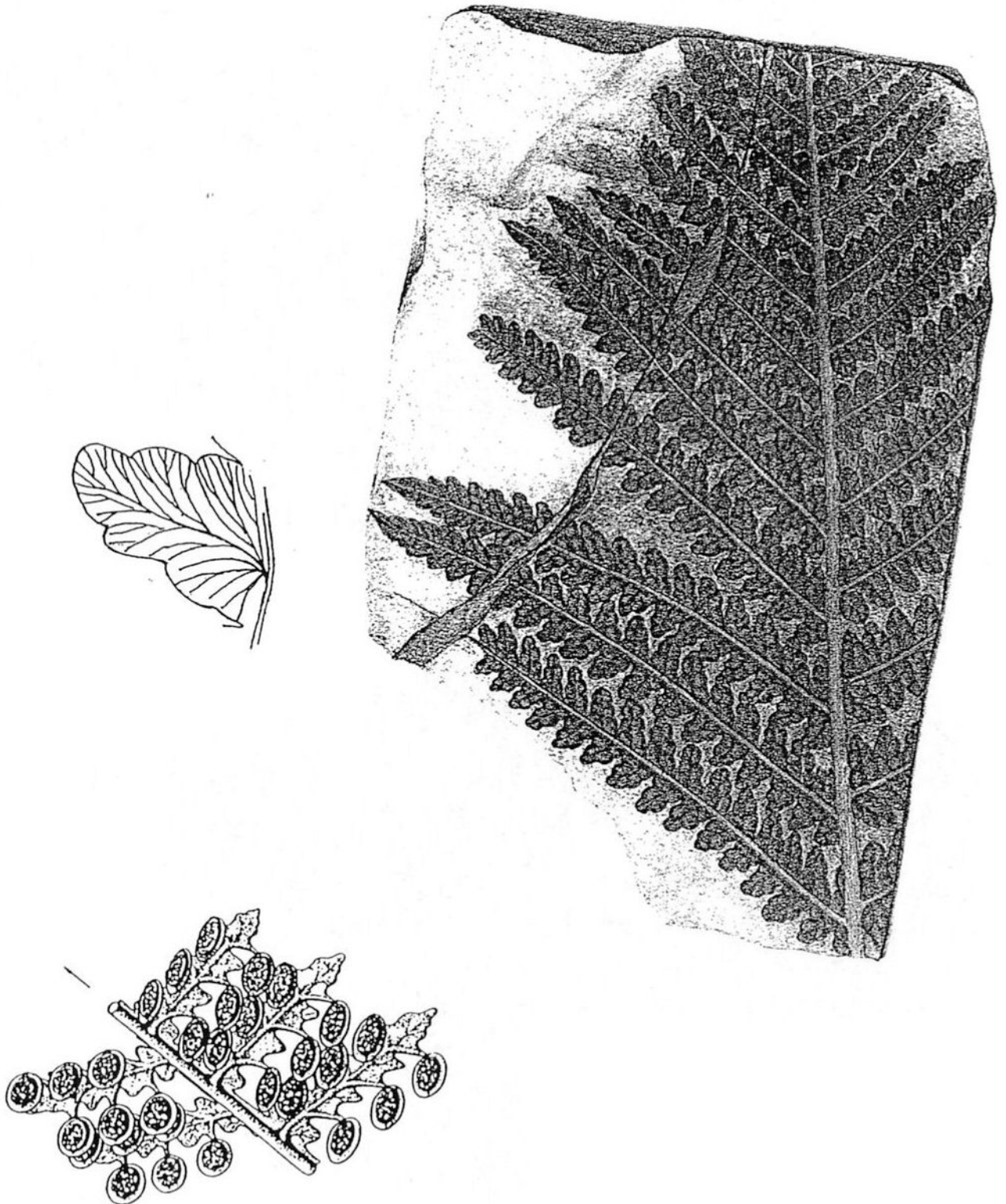
N.B. Dans le genre *Dicksonites* les feuilles sont bipartites ou bifurquées.



IV. A. 2. Genre *Dicksonites*

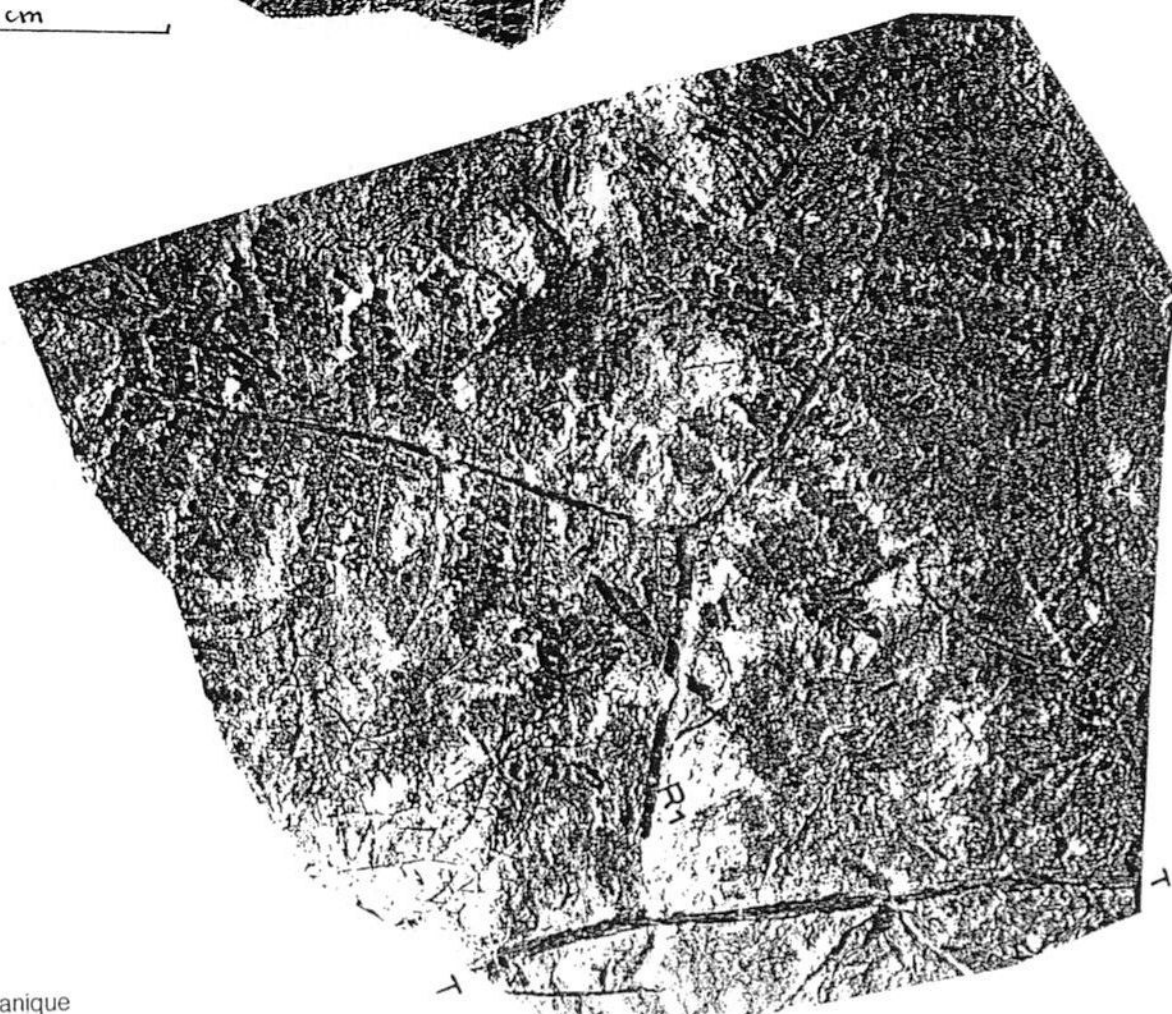
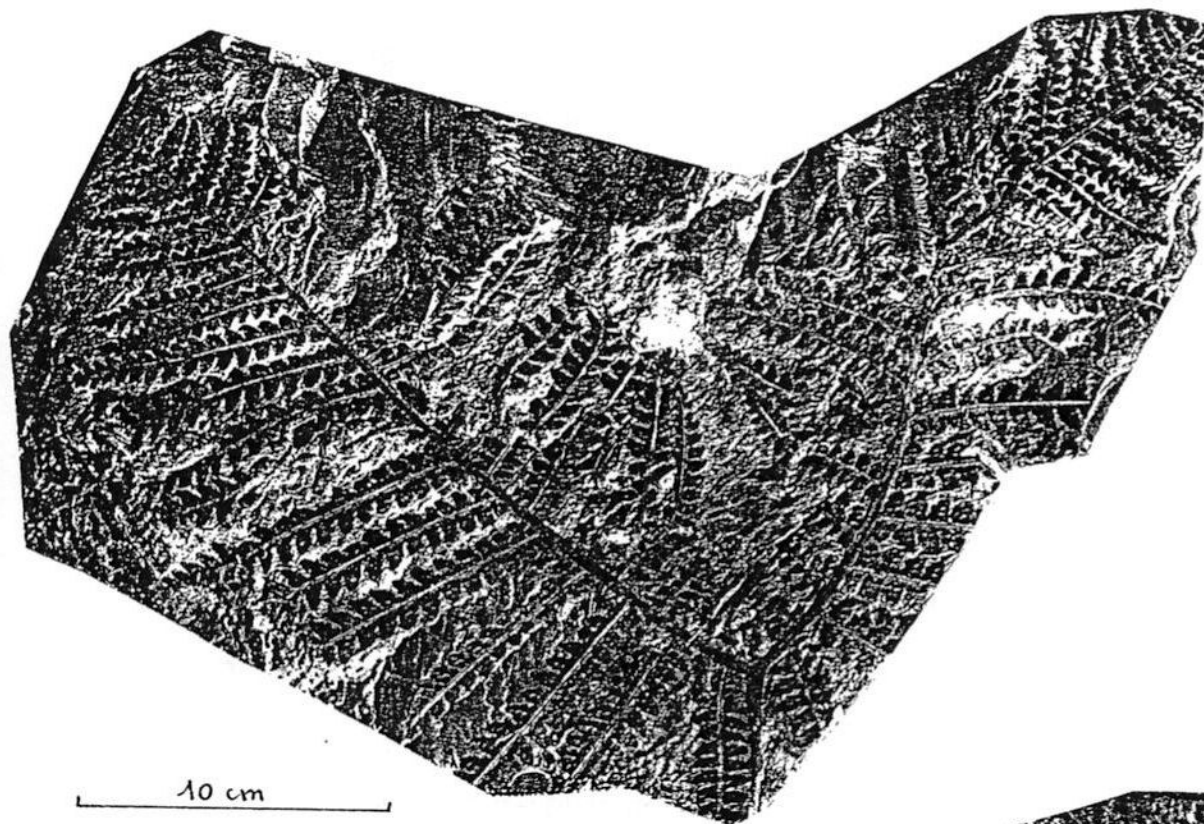
IV. A. 2a. *Dicksonites pluckenettii*

- A- Feuillage caractérisé par les pinnules lobées et "en relief".
B- Reconstitution de pennes fertiles portant des graines



IV. A. 2a. *Dicksonites pluckenetii*

Ensemble de la fronde bifurquée
Fronde attachée à la tige (T)



Détail des pennes et caractéristiques des pinnules

IV. B. 3. Genre *Callipteridium*

IV. B. 3a. *Callipteridium pteridium*

Portion d'une très grande fronde

IV. B. 3a. *Callipteridium pteridium*

Détail d'une fronde et d'une pinnule

IV. B. 4. Genre *Neuropteris*

Reconstitution schématique de la fronde

IV. B. 4a. *Neuropteris ovata*

Détail de fronde

IV. B. 5. Genre *Odontopteris*

Reconstitution schématique de la fronde

IV. B. 5a. *Odontopteris reichiana*

Détail de la fronde et d'une pinnule

IV. B. 6. Graines de Medullosaceae

Le plus souvent trouvées détachées de la fronde fertile qui les portait initialement, ces graines sont caractérisées par leur grande taille, dépassant généralement 1 cm et atteignant 10 cm: ce sont les plus grandes graines connues chez les Ptéridospermales. Toutes sont à symétrie radiale avec au moins trois sillons ou crêtes longitudinales.

Quelques unes des plus communes sont figurées ici grandeur nature

Trigonocarpus

Codonospermum

Rhabdocarpus

Pachytosta

IV. B. Famille des Medulosaceae

IV. B. 1. Genre *Medullosa*

Reconstitution d'une plante d'environ 4 m de haut (d'après Stewart & delevoryas)



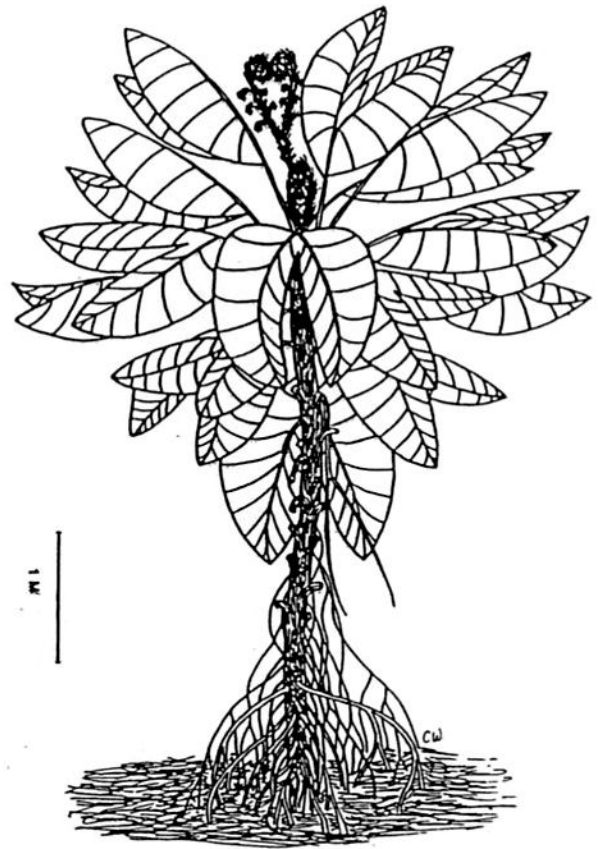
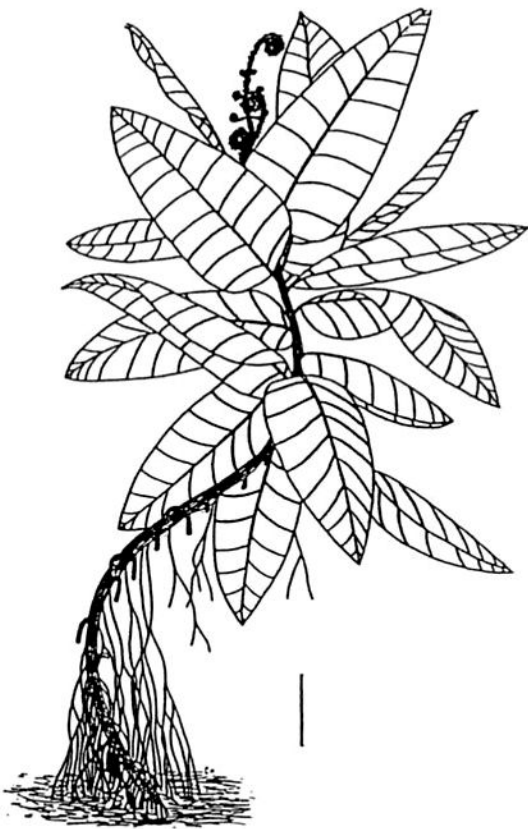
IV. B. 1. Genre *Medullosa*

Reconstitutions de deux plantes à port différent

A- Port lianescent, tige assez grêle, longue et flexueuse

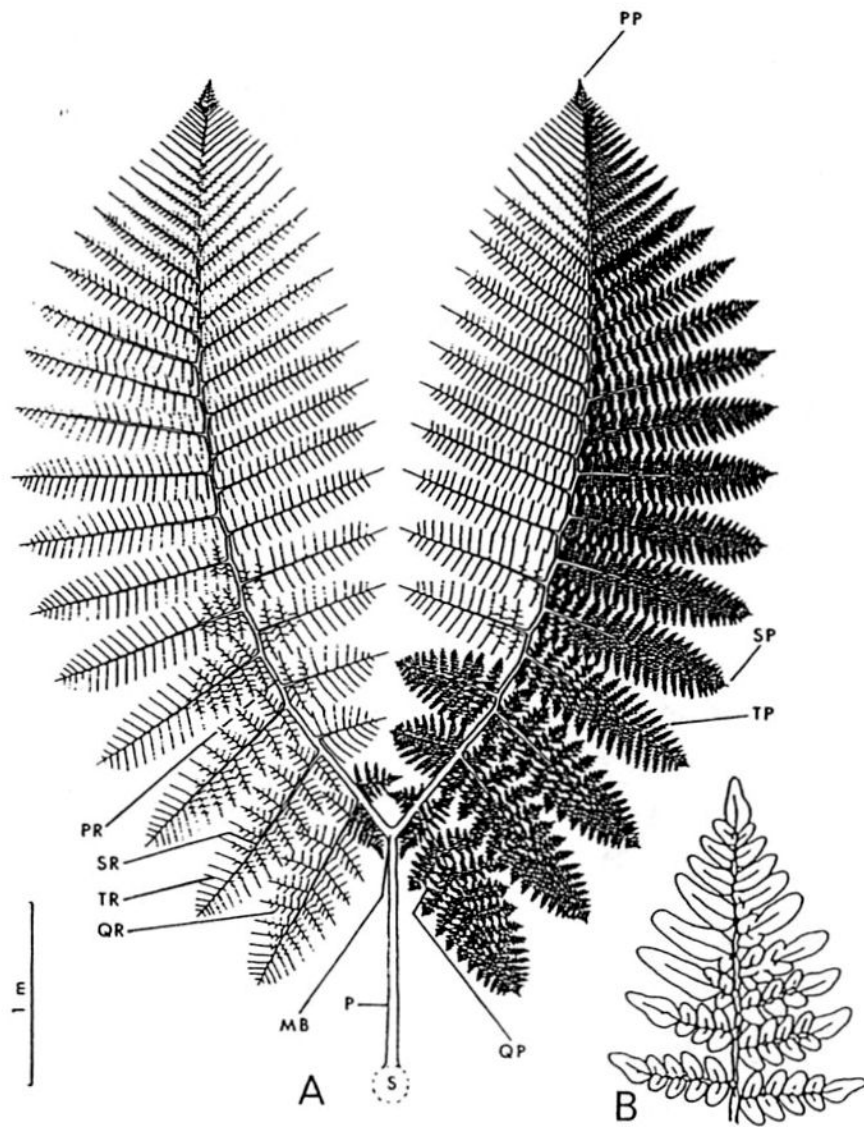
B- Port dressé ressemblant à une fougère arborescente

dans les deux cas les feuilles sont très grandes, plusieurs fois bifurquées



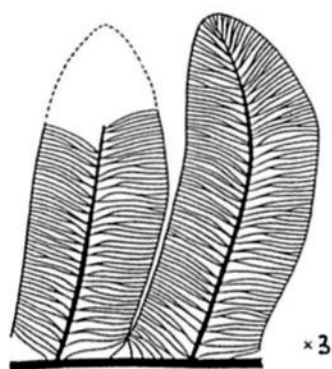
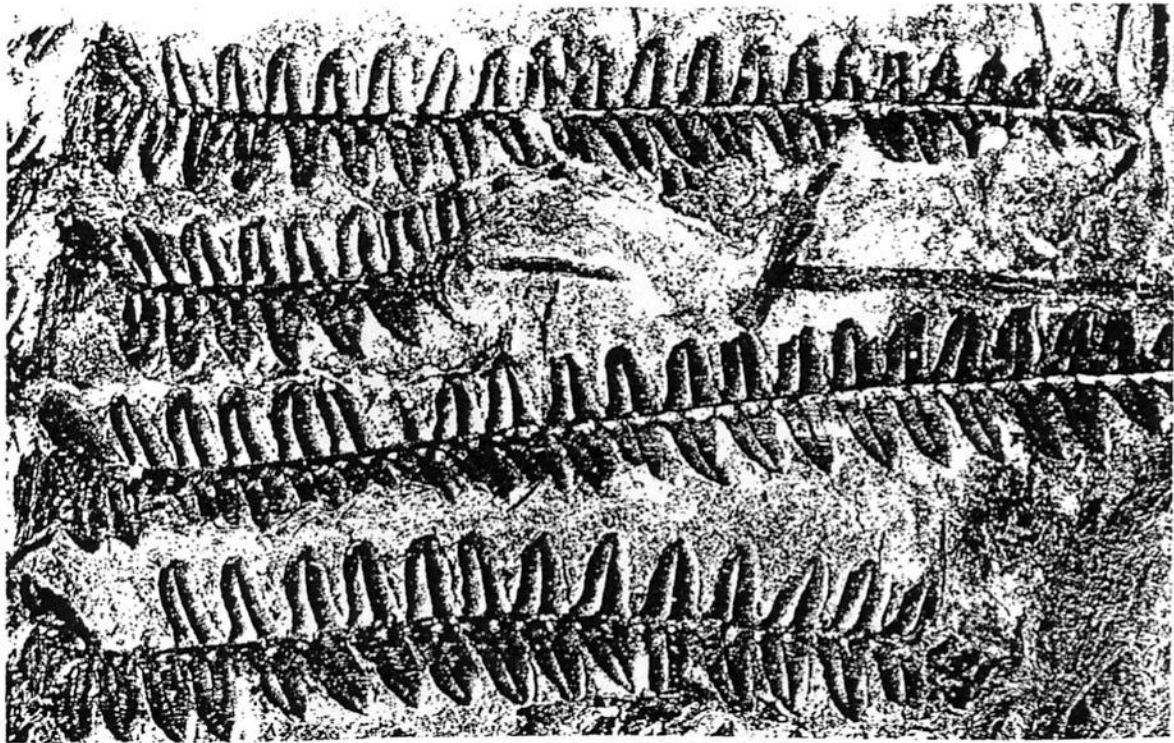
IV. B. 2. Genre *Alethopteris*

Reconstitution schématique de l'ensemble de la fronde



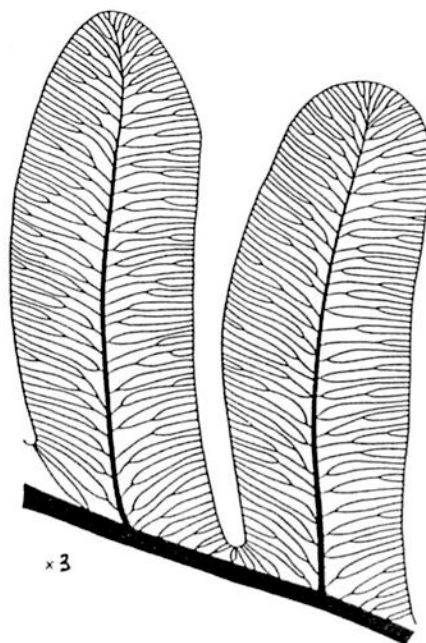
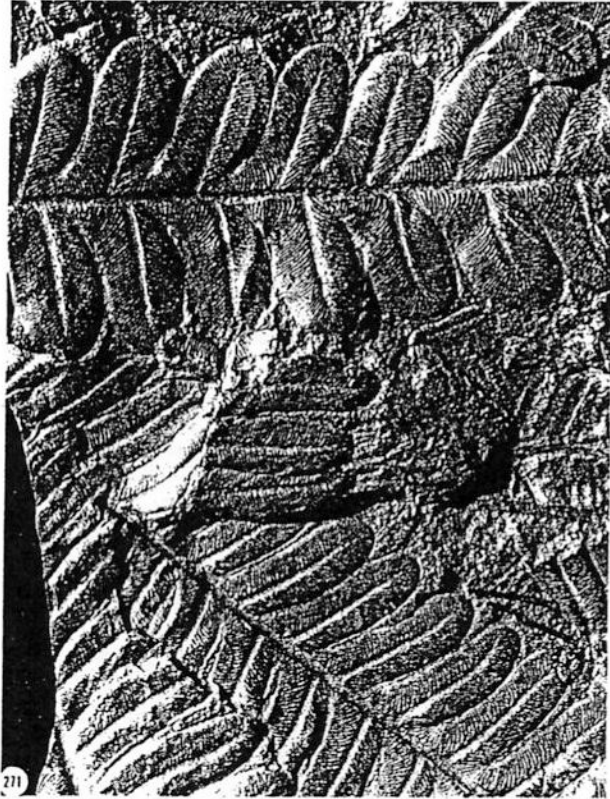
IV. B. 2 a. *Alethopteris bohémica*

Détail des frondes et caractéristiques des pinnules



IV. B. 2b. *Alethopteris zeilleri*

Détail des pennes et caractéristiques des pinnules



IV. B. 3. Genre *Callipteridium*

IV. B. 3a. *Callipteridium pteridium*

Portion d'une très grande fronde



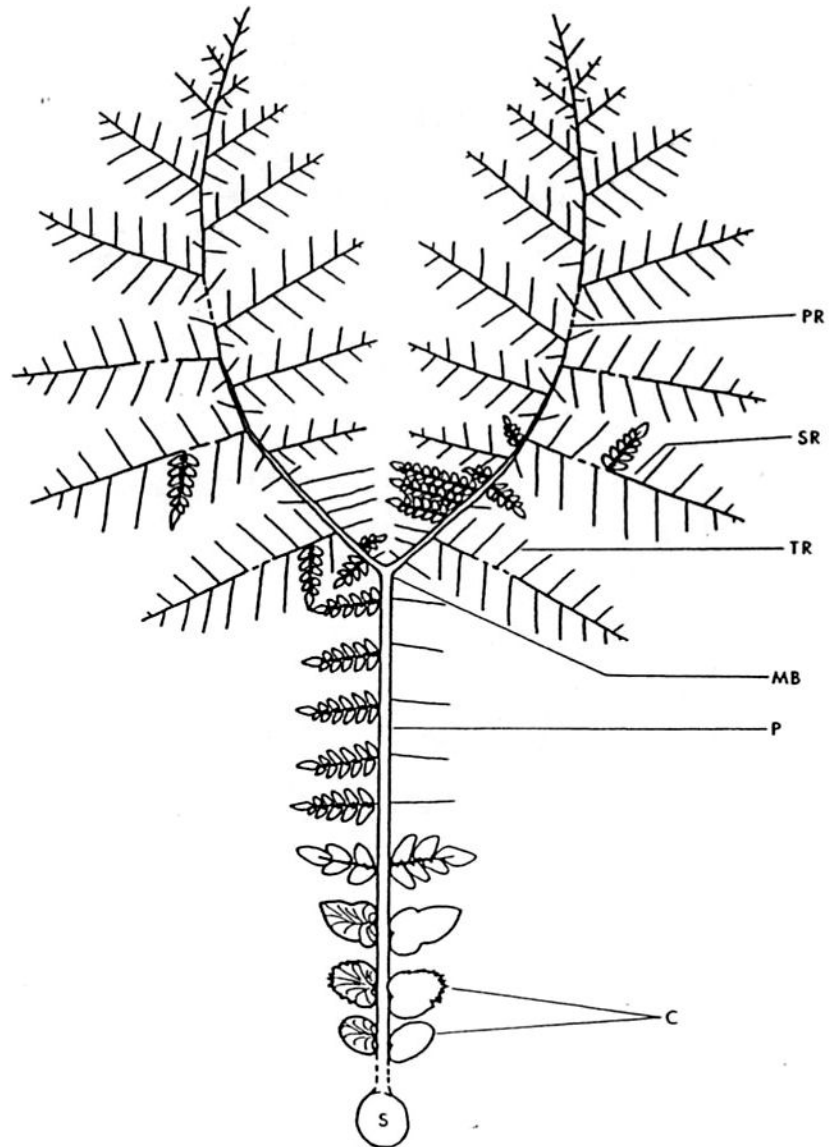
IV. B. 3a. *Callipteridium pteridium*

Détail d'une fronde et d'une pinnule



IV. B. 4. Genre *Neuropteris*

Reconstitution schématique de la fronde



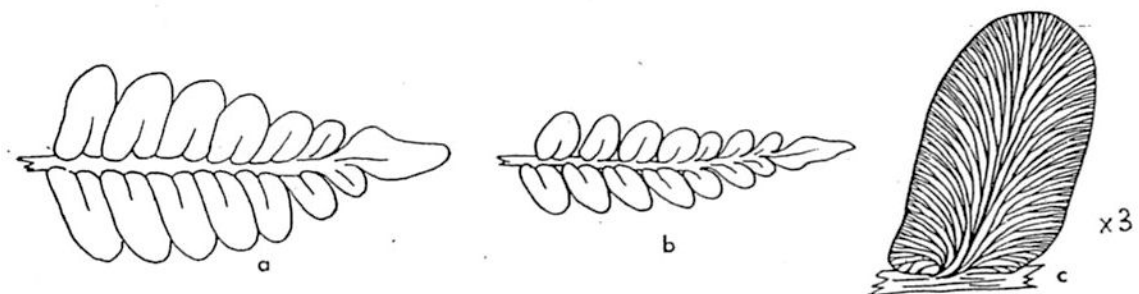
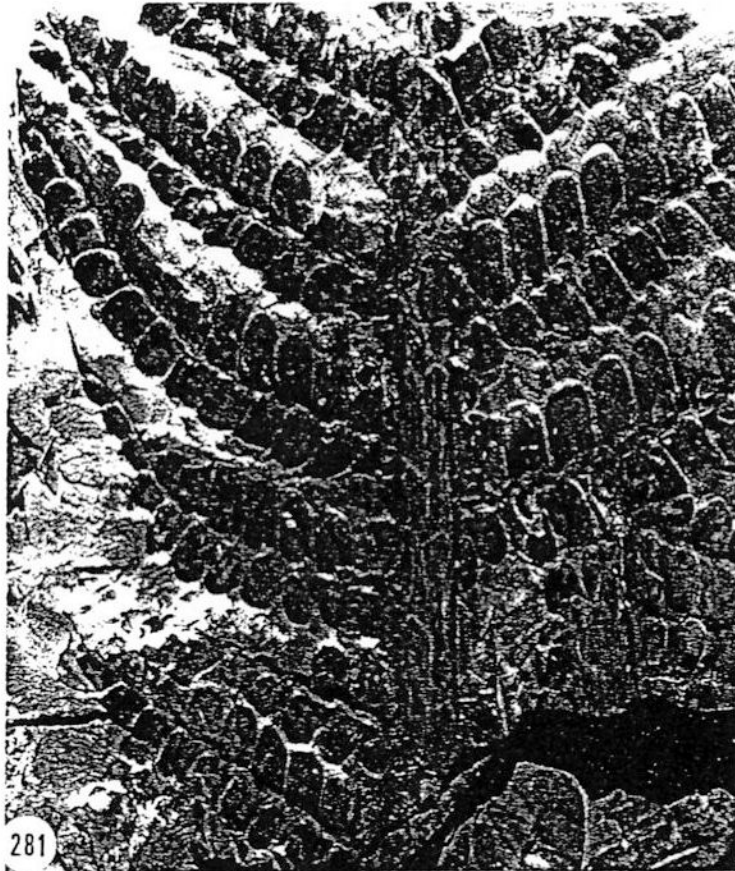
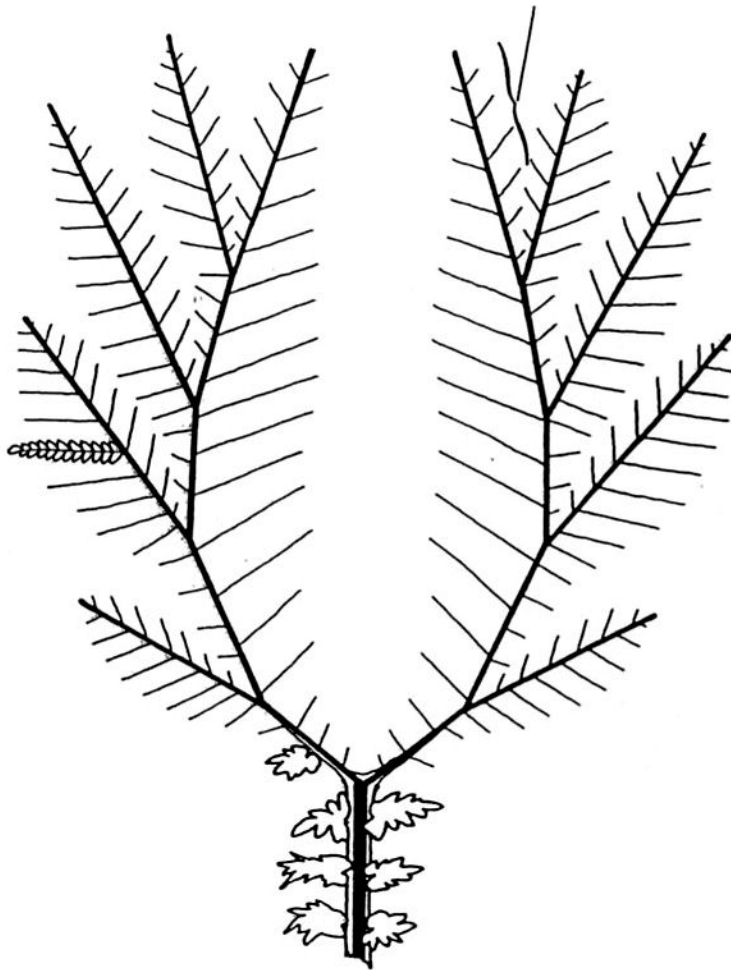


FIG. 40. — *Neuropteris ovata* Hoffmann.

a, b, contour et insertion des pinnules.
c, pinnule avec nervation.

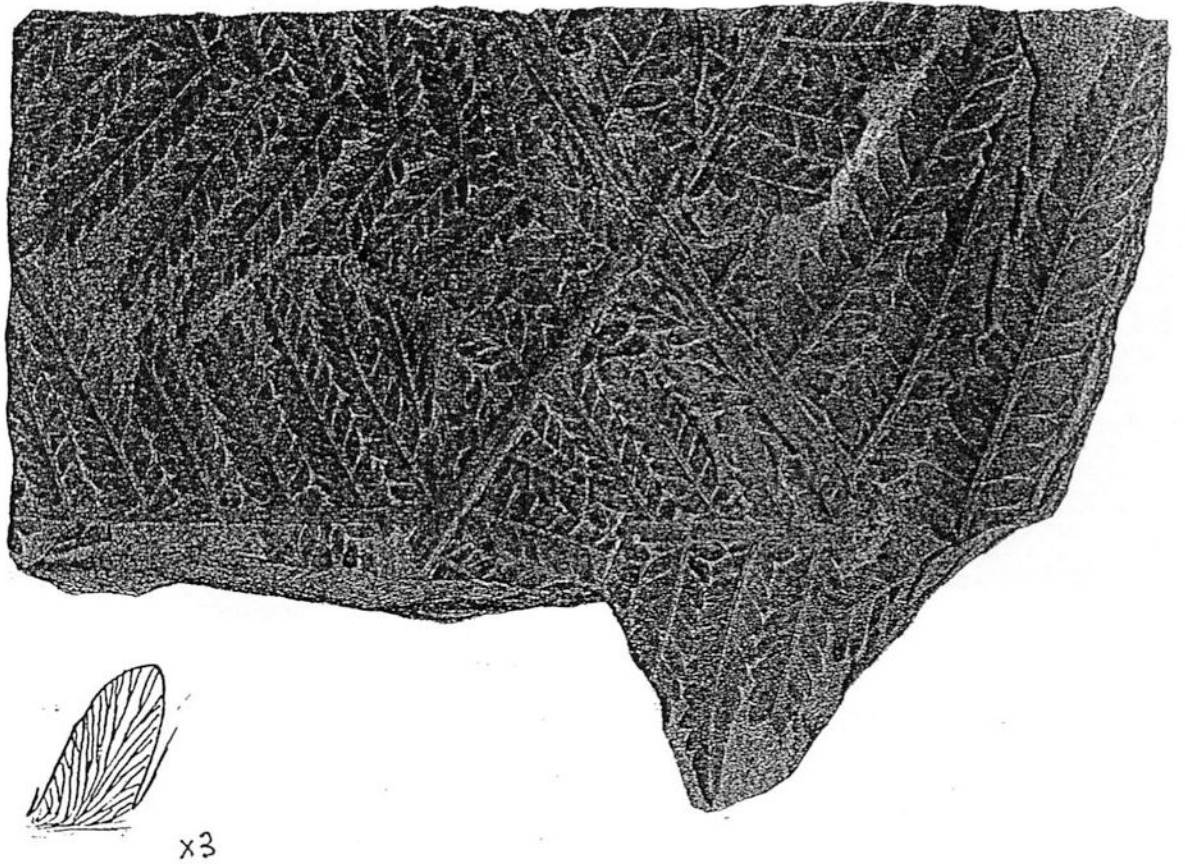
IV. B. 5. Genre *Odontopteris*

Reconstitution schématique de la fronde



IV. B. 5a. *Odontopteris reichiana*

Détail de la fronde et d'une pinnule



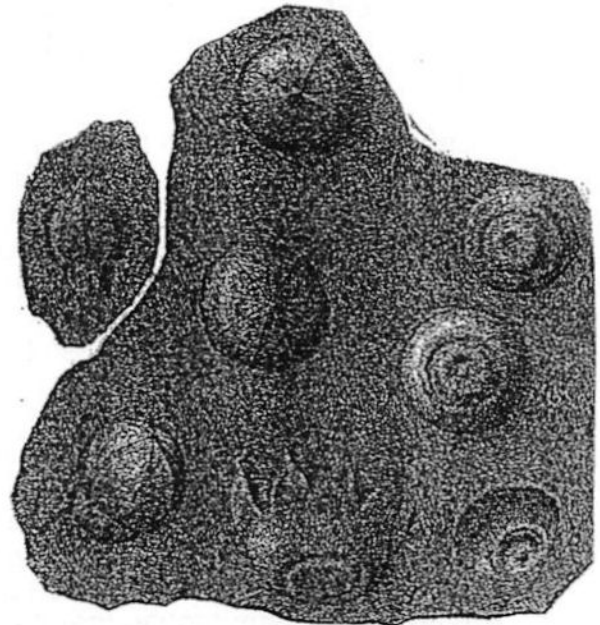
IV. B. 6. Graines de Medullosaceae

Le plus souvent trouvées détachées de la fronde fertile qui les portait initialement, ces graines sont caractérisées par leur grande taille, dépassant généralement 1 cm et atteignant 10 cm: ce sont les plus grandes graines connues chez les Ptéridospermales. Toutes sont à symétrie radiale avec au moins trois sillons ou crêtes longitudinales.

Quelques unes des plus communes sont figurées ici grandeur nature



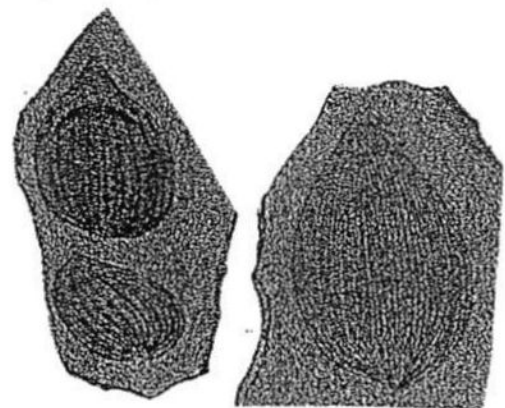
Pachytosta



Codonospermum



Trigonocarpus



Rhabdocarpus

Fiche résumé

V. CORDAITALES

Les Cordaitales sont parfois considérés comme les seuls vrais arbres de la forêt houillère dans la mesure où leur tronc massif qui dépassait parfois 1 mètre de diamètre, était constitué essentiellement de bois. Il s'agissait d'un bois dense très semblable à celui des conifères actuelles et leur port devait être très comparable à celui de ces gymnospermes actuelles. Leur tronc était donc beaucoup plus rigide et plus solide que celui des formes arborescentes contemporaines (Lycophytes, Sphenophytes et Medullosales) qui avaient un bois moins abondant et moins dense. La taille de certaines Cordaites pouvait dépasser 30 mètres.

Les feuilles rubannées, rigides, à nervures parallèles avaient jusqu'à un mètre de long et un à dix centimètres de large.

Les organes reproducteurs mâles et femelles (graines) étaient portés sur des petites branches spécialisées (ou cônes).

Les plus grandes Cordaites semblent avoir poussé dans des milieux secs entourant les bassins houillers alors que d'autres formes étaient adaptées à la vie dans les marécages. Ces dernières ont été reconstituées comme des arbres plus petits (5m de haut) avec un système de racines échasses suggérant un habitat de type mangrove. On doit enfin mentionner certaines Cordaites de petite taille qui avaient un port de buisson.

Les Cordaites formaient un élément constant des forêts houillères mais vraisemblablement de la périphérie des bassins, toutefois elles ont pu être dominantes localement dans certains marécages.

Dans l'ensemble les Cordaitales étaient donc moins inféodées aux milieux humides que les Lycophytes ou Sphenophytes. Elles se sont cependant éteintes au Permien; à cette époque-là ces plantes semblent avoir été supplantées par les Conifères (leurs descendants probables) qui étaient encore mieux adaptés aux environnements secs.

Le bassin permien de Lodève qui succède au bassin houiller de Graissessac renferme en effet une flore très riche en conifères mais seulement de très rares cordaitales.

A noter que des troncs et des branches minéralisés de Cordaites ont été trouvés en plusieurs endroits dans le bassin; il s'agit d'un mode de fossilisation rare dans lequel la structure anatomique du bois est conservée, ce qui a permis leur identification.

V. CORDAITALES

V. A. Genre *Cordaites*

Reconstitution de deux *Cordaites*.

A gauche, arbre de milieu sec. a droite, arbre de marécage.

En haut, détail d'un rameau feuillé avec cônes reproducteurs.

V. B. Moules de tiges ou rameaux de Cordaites

V. B. 1. Genre *Cordaicladus*

Moule de rameau avec cicatrices des feuilles

V. B. 2. Genre *Artisia*

Moule interne de la moëlle cloisonnée d'une tige de Cordaitale.

V. C. Feuilles de Cordaitales

Le nom de *Cordaites* sert aussi à désigner certaines feuilles ainsi que ceux de *Dorycordaites*, *Pachycordaites* et *Poacordaites*.

V. C. 1. *Cordaites borassifolius*

V. C. 2. *Pachycordaites lingulatus*

V. C. 3. *Dorycordaites*

V. C. 4. *Poacordaites*

V. D. Organes reproducteurs

V. D. 1. Inflorescences ou cônes= *Cordaianthus*

V. D. 2. Graines dispersées:

Carpolites, Cardiocarpus ou Cordaicarpus, Samaropsis

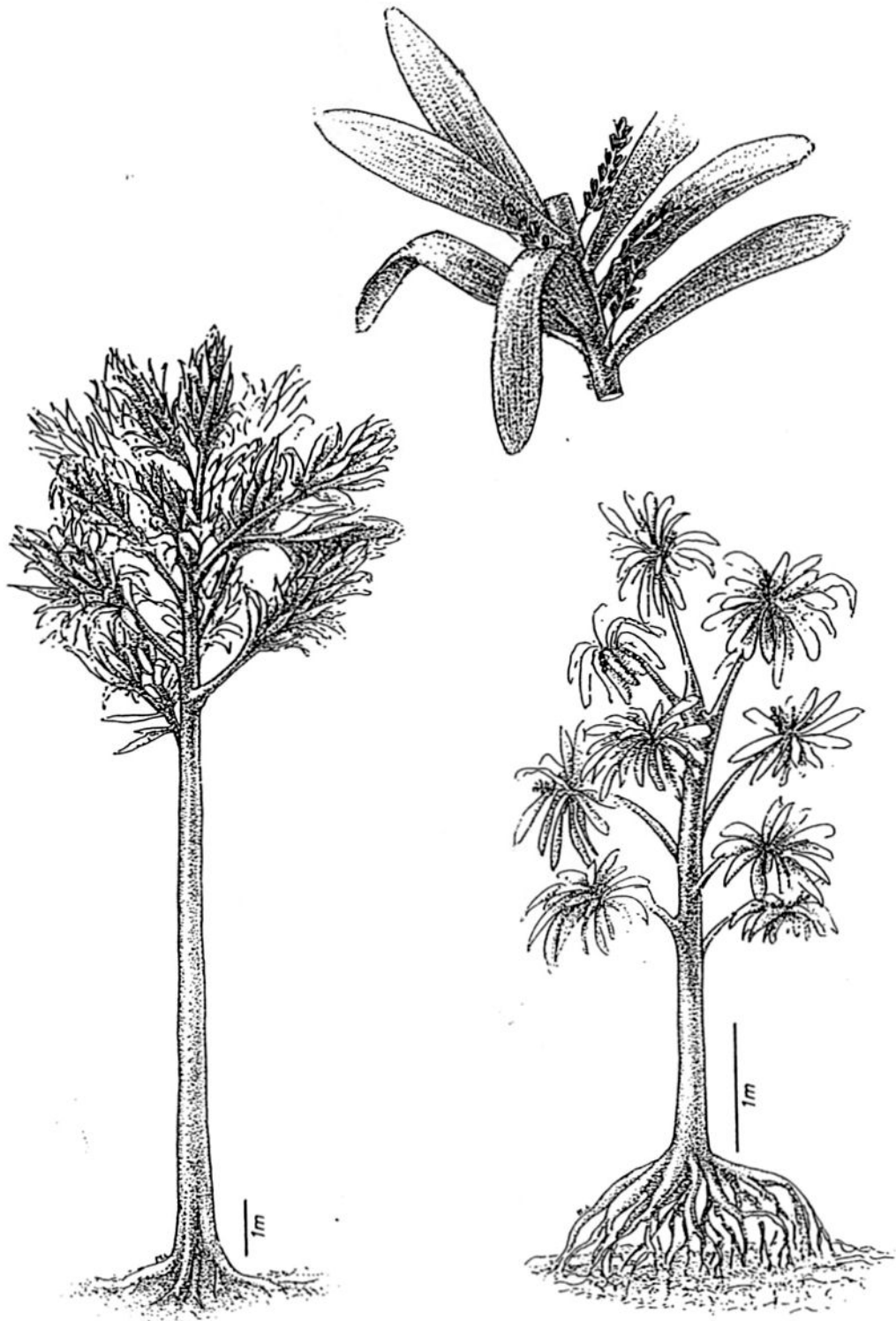
V. CORDAITALES

V. A. Genre *Cordaites*

Reconstitution de deux *Cordaites*.

A gauche, arbre de milieu sec. a droite, arbre de marécage.

En haut, détail d'un rameau feuillé avec cônes reproducteurs.



V. B. Moules de tiges ou rameaux de Cordaites

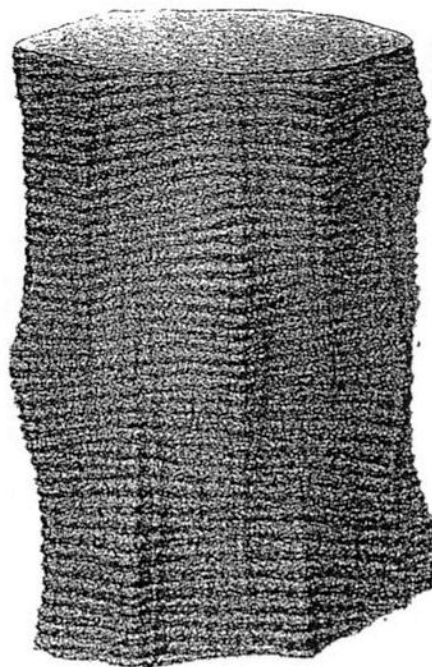
V. B. 1. Genre *Cordaicladus*

Moule de rameau avec cicatrices des feuilles

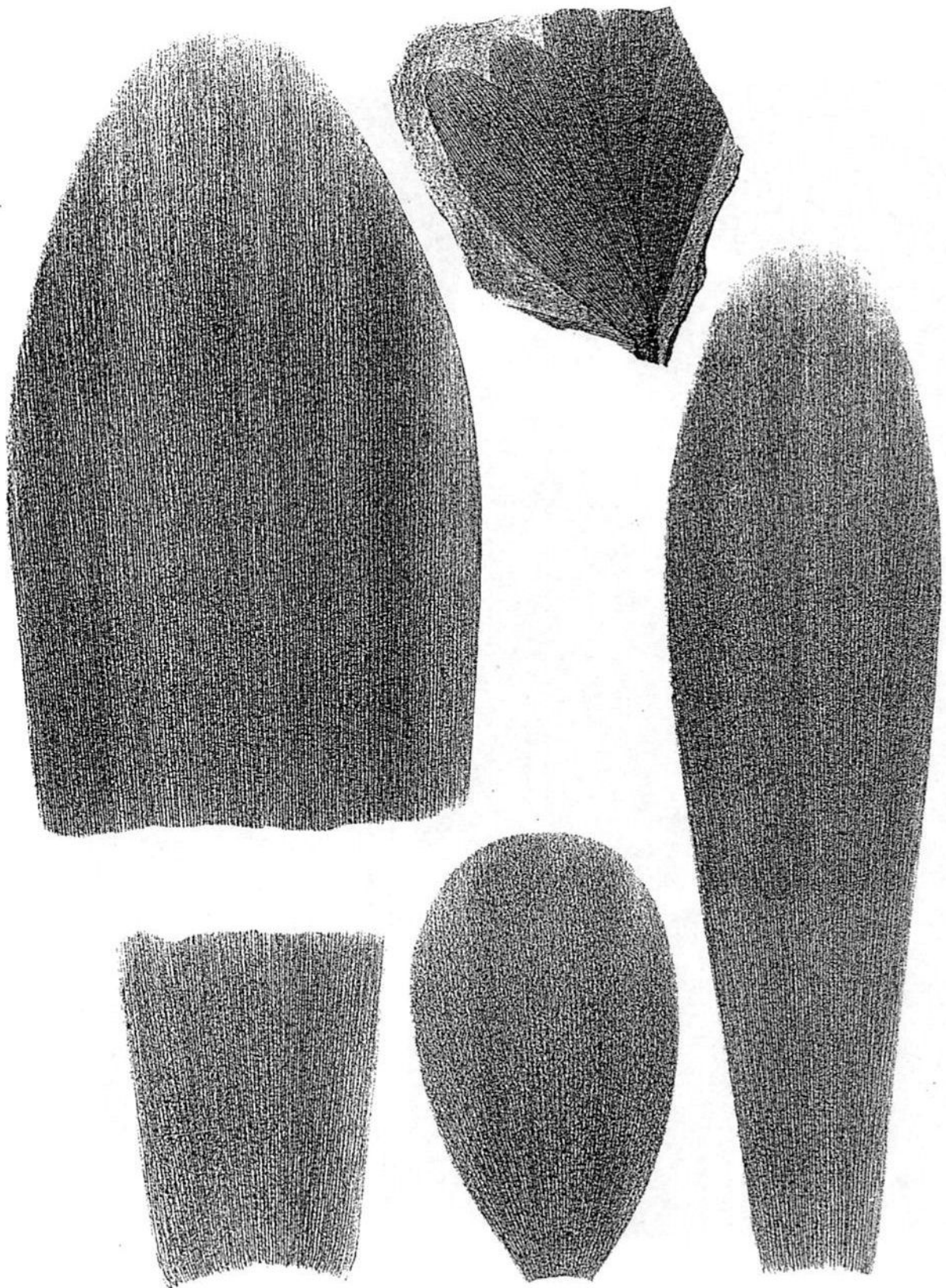


V. B. 2. Genre *Artisia*

Moule interne de la moëlle cloisonnée d'une tige de Cordaitale.



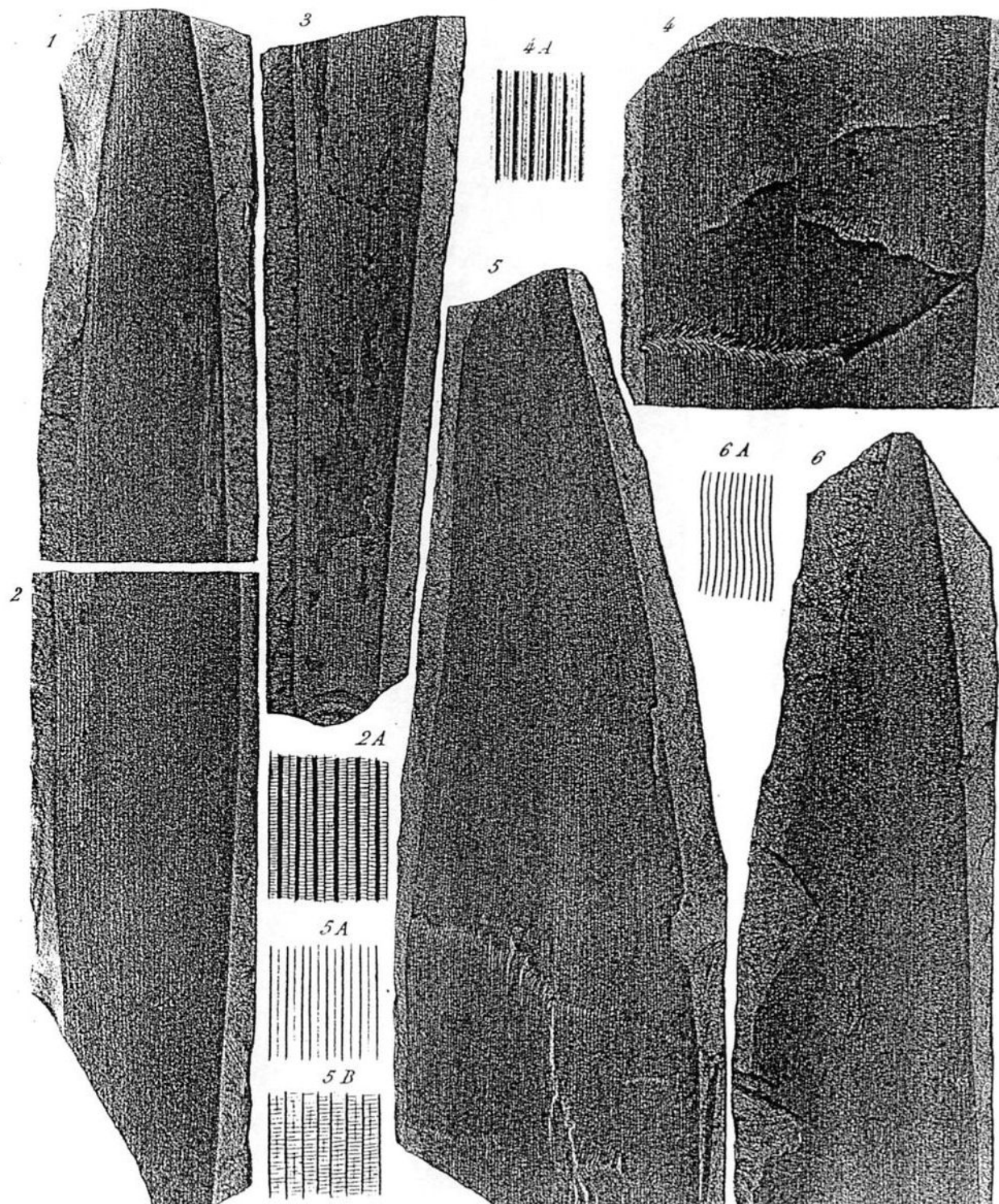
V. C. 2. *Pachycordaites lingulatus*



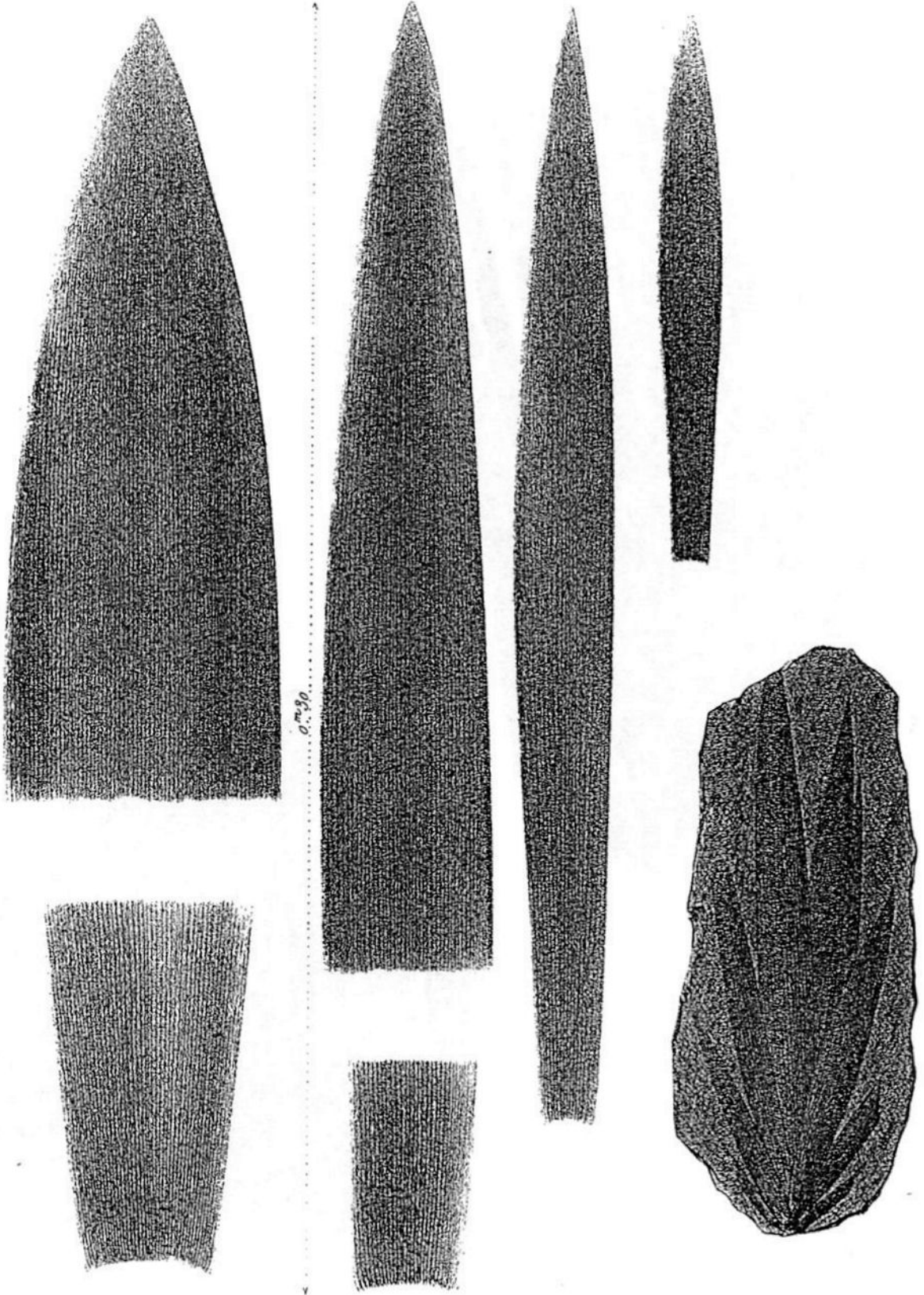
V. C. Feuilles de Cordaitales

Le nom de *Cordaites* sert aussi à désigner certaines feuilles ainsi que ceux de *Dorycordaites*, *Pachycordaites* et *Poacordaites*.

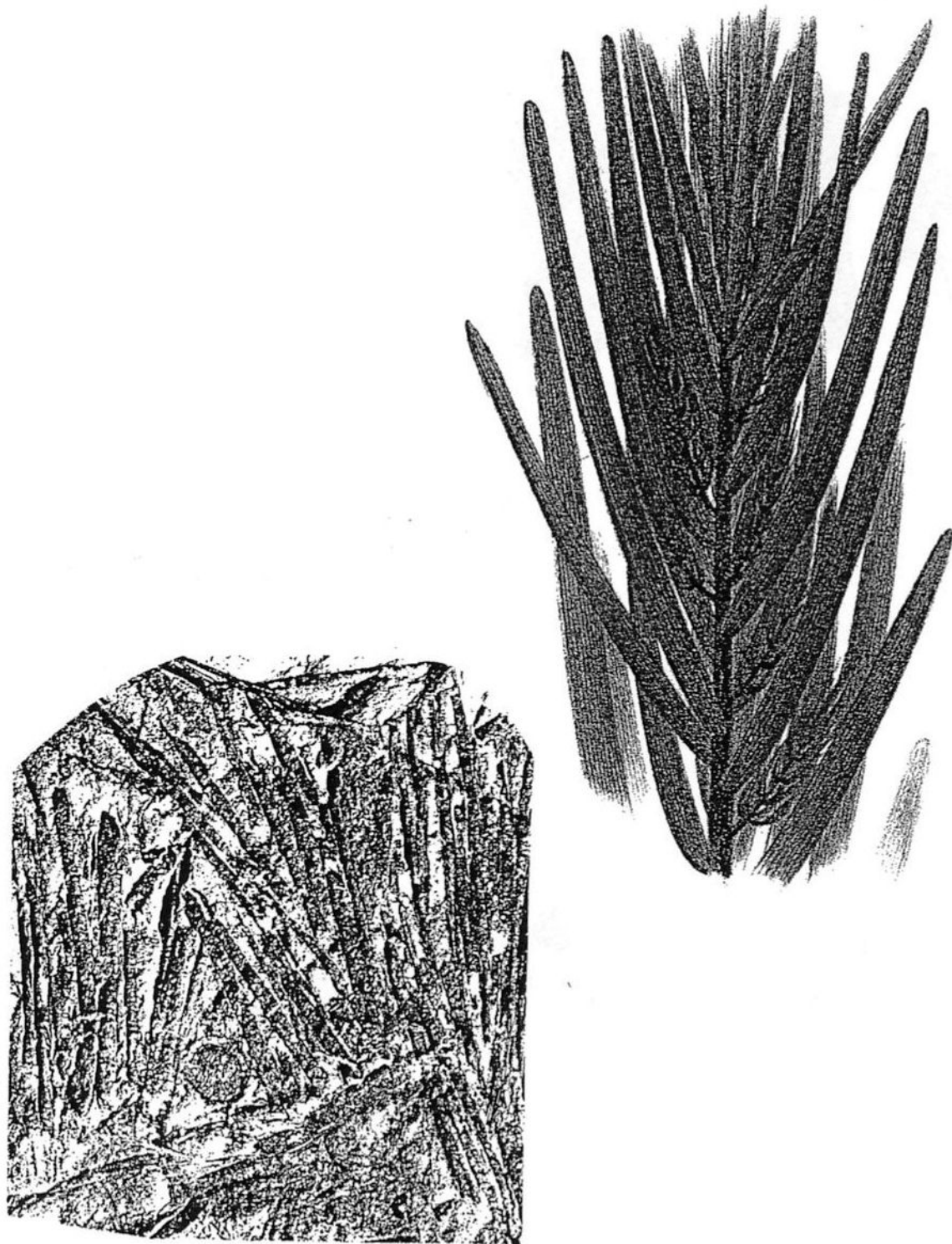
V. C. 1. *Cordaites borassifolius*



V. C. 3. *Dorycordaites*

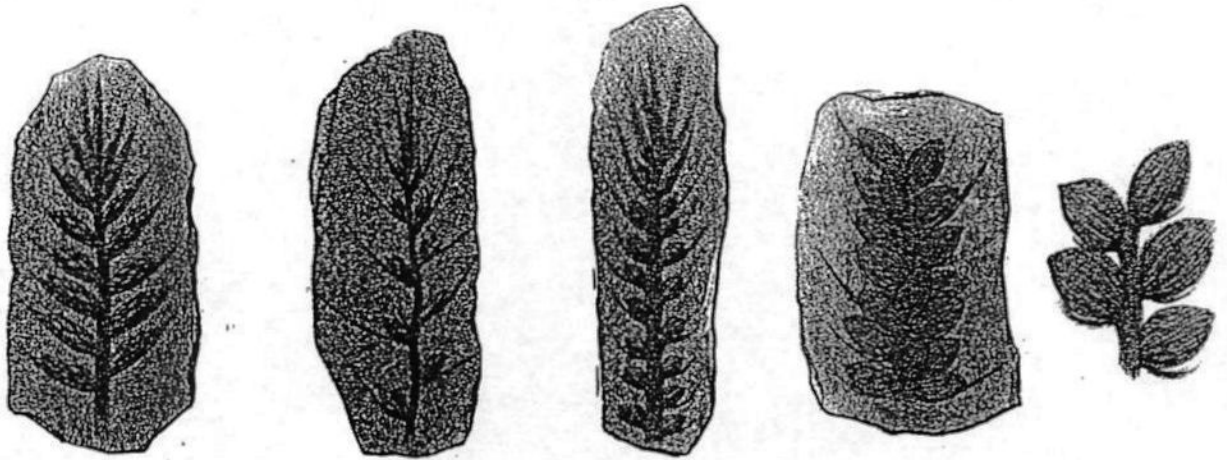


V. C. 4. *Poacordaites*

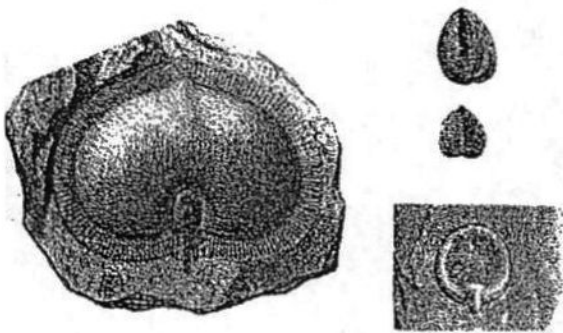


V. D. Organes reproducteurs

V. D. 1. Inflorescences ou cônes= *Cordaianthus*



V. D. 2. Graines dispersées:



Cardiocarpus ou Cordaicarpus,



Carpolites,



Samaropsis