

SGN  
10179

10179

RECHERCHES GÉOBOTANIQUES

SUR LES

FORÊTS ET SOLS FOSSILES

ET SUR

LA VÉGÉTATION ET LA FLORE HOUILLÈRES

EN DEUX PARTIES ET DIX LIVRAISONS

PAR

F. CYRILLE GRAND'EURY

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT

PREMIÈRE PARTIE

PREMIÈRE LIVRAISON



PARIS ET LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES

LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1912



RECHERCHES GÉOBOTANIQUES

SUR

LES FORÊTS ET SOLS FOSSILES

ET SUR

LA VÉGÉTATION ET LA FLORE HOUILLÈRES



RECHERCHES GÉOLOGIQUES

LES FORÊTS DE SOLS FERTILES

ET 1911

LA FERTILISATION ET LA MOISSON



RECHERCHES GÉOBOTANIQUES

SUR LES

FORÊTS ET SOLS FOSSILES

ET SUR

LA VÉGÉTATION ET LA FLORE HOUILLÈRES

EN DEUX PARTIES ET DIX LIVRAISONS

(VOIR LE SOMMAIRE CI-APRÈS)

PAR

F. CYRILLE GRAND'EURY

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT

PREMIÈRE PARTIE

PREMIÈRE LIVRAISON

*Exclu du prêt*

BIBLIOTHÈQUE  
DE L'USTL

*SGN 10179*

Magasin



PARIS ET LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES

LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1912

RECHERCHES CHIMICO-ANALYTIQUES

# FORÊTS ET SOLS FORESTIERS

LA VÉGÉTATION ET LA FLORA FORESTIÈRE

EN DEUX PARTIES ET DEUX VOLUMES

P. CORNILLE GRANDJEAN

1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930

PREMIÈRE PARTIE

ANALYSE CHIMIQUE



UNIVERSITÉ DE LILLE

LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

# SOMMAIRE

---

## PREMIÈRE PARTIE

### VÉGÉTATION HOUILLÈRE ET FORMATION DES CHARBONS FOSSILES DE TOUT AGE ET DE TOUTE ESPÈCE

- 1<sup>o</sup> livraison.** — Tiges enracinées et forêts fossiles observées par l'auteur depuis plus de quarante ans dans le centre de la France.
- 2<sup>o</sup> livraison.** — Sols fossiles de végétation. Représentation des souches, rhizomes et racines de tous les genres de plantes houillères.  
Plantes aquatiques.  
Habitat batracien et autochtone de la végétation carbonifère.

### APPLICATIONS

- 3<sup>o</sup> livraison.** — Coupes géobotaniques des couches de houille, des bancs et filets de charbons ; sols fossiles de végétation connexes. Éléments de formation sur place.  
Couches de houille en voie de formation.
- 4<sup>o</sup> livraison.** — Coupes géobotaniques de toutes les couches de stépite, de braunkohle et de lignite visitées par l'auteur. Formation dans des marais boisés.  
Unité de formation des combustibles fossiles. Comparaison avec les dépôts tourbeux sous-aquatiques.
- 5<sup>o</sup> livraison.** — Coupes géobotaniques de plusieurs bassins houillers. Mécanisme et histoire de leur formation.  
Terrains houillers productif et improductif ; signes auxquels on les reconnaît.

## DEUXIÈME PARTIE

### FLORE CARBONIFÈRE

- 6<sup>o</sup> livraison.** — Gymnospermes : *Walchia*, *Dicranophyllum* et *Pterophyllum* du bassin de la Loire.  
Monographie des Cordaïtes : *Cordaïtes* ; *Poa-Cordaïtes*, type de Sarrebrück ; *Dory-Cordaïtes*, genre westphalien à samares pédicellées ; *Rhabdocarpus-Cordaïtes*, genre nouveau ; *Cardiocarpus*, *Samaropsis*, etc.  
*Psylmophyllum*.
- 7<sup>o</sup> livraison.** — Ptéridospermes : *Pecopteris Pluckeneti* ovulifère. Graines des *Sphenopteris* du Culm de Monzeil, et des *Sphen. Neuropteroides* du bassin franco-belge.  
Monographie des Névroptéridées : Graines des *Alethopteris Grandini*, Br. *Odontopteris Reichiana*, Gut, *Neuropteris Planchardi*, Zeil., *Linopteris Brongniarti*. Gut, *Linopteris sub-Brongniarti*, Gr., etc.  
Graines classées dans les genres *Alethopteris*, *Odontopteris*, *Mixoneura*, *Neuropteris*, *Linopteris*, *Callipteridium*, *Callipteris*, etc.  
Graines des *Doleropteris*.  
*Thallopteris*, *Schizopteris* aquatiques.

*Daubreeia. Aphlebia.*

8<sup>e</sup> livraison. — Cryptogames vasculaires. Monographie des *Pecopteris Cyatheoides*. Autres fougères stéphanienues.

9<sup>e</sup> livraison. — Lépidoiphytes. Stigmariées. *Stigmaria* et souches de Lépidoendrons. *Stigmariensis* et souches de Sigillaires. *Lepidostrobos* et *Sigillariostrobos*.  
*Sphenophyllum*.

10<sup>e</sup> livraison. — Calamariées : *Calamites*, *Arthropitus*, *Calamodendron*, *Calamophyllites*, *Asterophyllites*, *Calamostachys*,  
*Annularia*.

Organes aériens de plusieurs espèces de Calamites, et restauration complète du *Cal. Suckowii*.

Représentation à plusieurs époques de leur existence de quelques types et espèces de plantes fossiles.

## PRÉFACE

---

Les présentes recherches géobotaniques, sur le terrain, ont pour objet principal les sols et forêts fossiles, témoins de la végétation primitive non encore explorés bien que très nombreux et répandus dans le terrain houiller productif.

Ces témoins recèlent les troncs debout, les souches, rhizomes et racines, c'est-à-dire les organes les moins connus des plantes houillères. Les sols fossiles, en particulier, gisent dans un si étroit rapport avec la houille qu'ils gardent à n'en pas douter le secret de sa formation.

A ce double titre, les sols et forêts fossiles où existent en pied la végétation carbonifère, méritaient des recherches spéciales qui ne pouvant se faire que sur le terrain, n'avaient pas encore été entreprises.

Commencées depuis longtemps à Saint-Etienne, voici comment j'ai été amené à les continuer, à les compléter et à les appliquer à la résolution des plus difficiles problèmes de géogénie touchant la formation des charbons fossiles et des bassins charbonneux.

Après l'étude, par les fossiles, du bassin houiller du Gard, qui m'a valu un grand prix à l'Exposition universelle de 1889, j'ai été occupé pendant plusieurs étés à rechercher pour des capitalistes, en Autriche-Hongrie, de bonnes mines de braunkohle (houille brune) à mettre en valeur. L'intérêt qui s'attache à la comparaison que j'ai alors faite de ce charbon avec la houille, m'a porté, par la suite, à visiter des gisements de lignite, de houille brune et de stipite dans la plupart des formations secondaires et tertiaires (1).

(1) La liste en est donnée à la suite de cette préface.

Or, en observant de près les charbons tertiaires où les éléments composants sont moins confondus que dans la houille, deux choses m'ont frappé : 1° la présence fréquente de souches et racines incluses, donnant l'impression d'une formation sur place <sup>(1)</sup> ; 2° le concours constant, nécessaire, dans cette formation, d'un humus analogue à celui engendré dans les marais tourbeux <sup>(2)</sup> que j'ai également visités.

A la suite de ces constatations, un nouvel examen plus attentif de la houille m'y a fait découvrir non moins d'éléments de formation sur place, et vérifié qu'elle aussi, est formée normalement, quoique en proportion variable, d'un humus semblable <sup>(3)</sup> : deux données essentielles du problème toujours posé, dans l'ignorance desquelles <sup>(4)</sup> sont nées les théories les plus divergentes sur la formation de la houille.

Rien ne paraissant mieux désigné, pour nous éclairer sur les circonstances où s'est formé celle-ci, que les sols et forêts fossiles, j'ai pris à tâche de suivre pas à pas ceux que découvrent les carrières de pierre et les emprunts de remblais pour mine, qui entament de tous côtés le terrain houiller aux environs de Saint-Etienne.

Je n'ai pas tardé à y découvrir des représentants de tous les types de plantes carbonifères <sup>(5)</sup>, et de reconnaître qu'ils ont vécu sur place <sup>(6)</sup>, le pied dans l'eau comme les hydrophytes, double constatation dont les conséquences n'échapperont à personne.

Et d'abord de l'extrême fréquence des sols fossiles dans les terrains charbonneux <sup>(7)</sup> il suit : 1° que c'est plutôt en dedans qu'en dehors des bassins de dépôt que s'est déployée l'exubérante végétation à laquelle nous devons la houille <sup>(8)</sup> ; 2° et de leur superposition sur la même verticale, que le terrain houiller productif s'est déposé par strates horizontales sur un fond plat sujet à des mouvements d'affaissements nécessaires pour la formation de plusieurs couches de houille superposées.

(1) On verra dans la 3<sup>e</sup> livraison comment cela se concilie avec la stratification du charbon.

(2) Voir à ce sujet la préface de la 4<sup>e</sup> livraison.

(3) Voir dans la même livraison, à Falkenau, l'évolution du lignite vers la houille.

(4) C'est aussi dans l'ignorance de ces principes que j'ai développé dans les *Annales des Mines* de 1882, la théorie de la formation par transport.

(5) Presque toutes les plantes fossiles du bassin de la Loire y ont été trouvées enracinées.

(6) On en trouve des preuves à chaque page et sur chaque figure des 5 premières livraisons.

(7) Comme en font foi les planches I, IV, VIII, la plupart de celles de la 2<sup>e</sup> livraison, toutes celles de la 3<sup>e</sup> et aussi celles de la 4<sup>e</sup> livraison relative aux lignites.

(8) Dans la 3<sup>e</sup> livraison sont représentés des systèmes charbonneux où l'abondance des racines suffit à expliquer leur formation sur place.

Au point de vue botanique, les forêts et sols fossiles sont non moins instructifs : on y découvre les organes souterrains de tous les genres fossiles, on y trouve des plantes aquatiques variées, etc.

Leur étude aboutit à cette conclusion inattendue que la végétation houillère était palustre et autochtone (1).

Aussi les plantes fossiles gisant non loin de l'endroit natal, sont-elles parfaitement conservées, et les rencontre-t-on souvent à proximité des souches ou même sur les souches des arbres qui les ont portées.

J'ai en effet trouvé bien souvent au-dessus ou dans le voisinage des souches de Sigillaires, de Calamites, de Cordaïtes, leurs divers organes congénères maintenant connus, dans un état de conservation qui exclut un transport notable. D'autre part, j'ai plusieurs fois vérifié que les fossiles en quelque sorte inséparables qui s'accompagnent ordinairement, appartiennent à la même unité spécifique. La communauté de gisement serait-elle donc un gage d'identité? Cela ne fait aucun doute pour les plantes sociales dont les débris sont, comme ceux des *Odontopteris* par exemple, entassés sans mélange d'autres fossiles, auquel cas on les peut rapprocher y compris les graines, avec une certitude presque aussi grande que si on les trouvait encore attachés (2).

C'est du moins dans les circonstances les plus favorables sous ce rapport, que j'ai relié les organes aériens aux organes souterrains de la plupart des plantes fossiles, par exemple les *Pecopteris* aux *Psaronius*, collectionné et raccordé les parties disjointes de nombre d'espèces et en particulier toutes celles, des racines aux feuilles et chatons, du *Calamites Suckowii*, découvert beaucoup d'organes de reproduction et attribué ces organes, notamment les graines des Ptéridospermes, à leurs genres et espèces respectifs.

Ayant étendu ces nouvelles recherches à divers bassins houillers du Plateau Central, au Westphalien Franco-Belge, au Culm de Bretagne, j'ai, depuis vingt ans, réuni un ensemble considérable de nouveaux documents et fossiles que je me propose de publier et illustrer, conformément au sommaire ci-avant, en deux parties, la première à la fois botanique et géolo-

(1) Voir à ce sujet la fin de la 2<sup>e</sup> livraison.

(2) Par là on entrevoit la possibilité de restaurer sur le terrain les espèces, but auquel tendront les derniers efforts.

gique, la seconde purement botanique, mais toutes deux résultant de recherches sur le terrain d'où le titre commun qui leur est donné.

Les sols et forêts fossiles étant à la base de ces recherches géobotaniques, seront décrits en premier lieu dans les 1<sup>e</sup> et 2<sup>e</sup> livraisons, sur lesquelles prennent appui les 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> livraisons touchant la formation des charbons fossiles et des bassins charbonneux.

Reposant sur un même fond d'observations, ces cinq livraisons se complètent les unes les autres et se prêtent un mutuel appui. Quant aux livraisons relatives à la Flore, consacrées chacune à un des cinq grands groupes de végétaux fossiles, elle sont assez indépendantes pour me permettre de faire paraître sans trop attendre, celle des Ptéridospermes.

La présente publication, aux cadres nouveaux, n'a pour ainsi dire rien de commun avec mes précédents écrits où sont à peine effleurées les forêts fossiles et les graines, qui ici occupent la première place. Les chapitres relatifs aux Calamariées et aux Lépidophytes sont complètement changés; la flore est enrichie de formes nouvelles; de nombreuses préparations micrographiques tirées des calcédoines de Grand'Croix sont jointes aux dessins de graines et d'empreintes végétales, etc.

Cette publication par ses développements et ses dessins, est aussi destinée à justifier les communications au nombre de 24 que depuis 1890, date de mon dernier mémoire, j'ai faites à l'Académie des Sciences (1).

C. GRAND'EURY.

(1) Comptes rendus, 1889, 29 avril, 27 mai; 1897, 14 juin; 1900, 2 avril, 9 avril, 17 avril, 23 avril, 30 avril, 21 mai, 5 juin, 18 juin, 16 juillet; 1904, 22 février, 7 mars, 14 mars, 21 mars, 4 juillet, 14 novembre; 1905, 3 avril, 10 avril, 20 novembre; 1906, 2 janvier, 5 novembre, 19 novembre; 1908, 15 juin.

LISTE

des tourbières, des gisements de lignite, braunkohle et stipite, et des bassins houillers visités depuis 1890 et mis à contribution dans ces Mémoires.

TERRAINS	SYSTÈMES	SÉRIES	ÉTAGES	
terrain quatern.				Tourbières de la <i>Somme</i> , de <i>Diepholz</i> en Oldenburg et de la <i>Grande-Brière</i> (Loire-Inférieure). Tourbières des <i>Vosges</i> , de la <i>Verpillière</i> (Isère). Tourbières sous-aquatiques et sous-dunes de la <i>Hollande</i> .
Terrains tertiaires	Système néogène	Pliocène.	Pliocène supér.	Lignites de <i>Nousti</i> , près de Pau, de <i>Larquier</i> , près de Dax.
		—	— moyen	Lignite de l' <i>Aubépin</i> (Haute-Loire).
		—	— infér.	Lignites de <i>Solînga</i> (Roumanie).
		Mio-pliocène.		Lignites de <i>Kolomea</i> (Galicie, de la <i>Tour-du-Pin</i> (Isère).
		Miocène sup.	Pontien.	Lignites de <i>Douvres</i> , <i>Ambronay</i> et <i>Soblay</i> (Bas-Bugey).
	Système éogène	Miocène moyen.	Sarmatien.	
		Miocène inférieur.	Helvétien.	Lignite de <i>Marceau</i> (Algérie).
		Oligo-miocène.	—	Braunkohles du <i>Brennberg</i> et de <i>Zehreichenwald</i> (Panonie).
		Oligocène.	Aquitanien.	Braunkohle de <i>Beletinec</i> (Croatie), Terre d'ombre de <i>Cologne</i> .
		—	—	Braunkohles de <i>Falkenau</i> et de <i>Konigsberg-am-Eger</i> (Bohême).
Terrains secondaires	Système crétacé	—	—	Bassins de la <i>Zsily</i> (Transylvanie) et de <i>Manosque</i> (Basses-Alpes).
		—	—	Bassin plat de <i>Salgo Tarjan</i> et <i>Matra-Novak</i> (Hongrie).
		Eocène.	Tongrien.	Braunkohle de <i>Célas</i> près d'Alais.
		—	—	Braunkohle d' <i>Entrevernes</i> , près d'Annecy.
		—	—	Braunkohle de <i>Solymer</i> et <i>Kovacs</i> , près Budapest.
	Système jurassique	Néo-crétacé.	Danien.	<i>Bassin de Fuveau</i> (Bouches-du-Rhône), <i>Affleurements charbonneux de Piolenc</i> , près d'Orange.
		—	Suessonien.	
		—	Turonien.	Lignites noires de <i>Pont-St-Esprit</i> , de « <i>Le Pin</i> » (Gard), et de <i>Saint-Lon</i> (Landes).
		—	Cénomanién.	Lignites noirs du <i>Sarladais</i> (Dordogne).
		Méso-crétacé.	Albien.	
Système jurassique	—	Aptien.		
	—	Barrémien.		
	—	Néocomien.		
	—	Wealdien.		
	Jurassique sup <sup>r</sup> .	Portlandien.	Stipite du <i>Mont-Darbo</i> n (Chablais).	
—	Kimmeridgien.			
—	Séquanien.			
—	Oxfordien.			
—	Callovien.			
Jurassique moyen.	Bathonien.	Stipite des <i>Causses</i> : des <i>Gardies</i> , de la <i>Liquisse</i> .		
—	Bajocien.			
Jurassique infér. ou Lias.	Toartien.			
—	Charmouthien.	Mines de <i>Bregeda</i> et d' <i>Anina</i> (Banat).		
—	Sinémurien.	Nerfs de la couche <i>Hatou</i> (Tonkin).		
Infra-Lias.	Rhétien.			
Trias	—	Keuper.	Stipites de <i>Gemmelaincourt</i> et de <i>Norroy</i> (Vosges), de <i>Gouhenans</i> (Haute-Saône), de <i>Vescagne</i> (Alpes-Maritimes) et de <i>Fonte-Divina</i> (Monaco).	
	—	Muschelkalk.		
	—	Grès bigarré.		
Terrains primaires	Permo-carbonifère	Permien.	Saxonien.	Mines de <i>Bert</i> (Allier), anthracite de <i>Budweiss</i> (Bohême).
	—	Carbonifère.	Autunien.	Bassins de la <i>Loire</i> , du <i>Gard</i> , de <i>Saint-Eloy</i> et <i>Singles</i> , de <i>Langeac</i> , de <i>La Mure</i> , de <i>Léon</i> (Espagne).
	—	—	Stéphanien.	Bassins <i>Franco-Belge</i> , de la <i>Ruhr</i> , du <i>Donetz</i> , des <i>Asturies</i> , de <i>Belmez</i> .
—	—	Westphalien.	Terrains à <i>Anthracite</i> du <i>Roannais</i> , de <i>Bretagne</i> .	
—	—	—	Culm.	



## PREMIÈRE PARTIE

### VÉGÉTATION HOUILLÈRE ET FORMATION DES CHARBONS FOSSILES DE TOUT AGE ET DE TOUTE ESPÈCE

Sous ce titre, je me propose de décrire en détail les sols et forêts fossiles, fondement de la première partie, d'en dégager le mode de végétation et de vie des plantes houillères, et induire ensuite la manière dont celles-ci ont formé les houilles.

La réalisation de ce programme repose sur une étude qui n'a pas encore été faite, celle des arbres et souches enracinés dans le terrain houiller lui-même.

Des arbres debout ont bien été signalés en maints endroits par de nombreux observateurs, mais faute d'observations suffisantes, ceux-ci ne sont même pas parvenus à s'entendre sur le point de savoir si ces arbres sont en place ou ont été charriés.

Le précis historique suivant, en montrant combien ont varié les opinions à leur égard, fait ressortir la nécessité de les étudier de près et complètement.

Déjà en 1752, de Schlotheim cite un arbre debout à Chemnitz; en 1784, Habel, des calamites à Sarrebrück; en 1805, Vogt, des tiges dressées à Manebach. En 1810 (*Journal des Mines*), Vogt fait remarquer que les Calamites verticales dans les grès de Hainichen sont rondes alors que les mêmes tiges stratifiées sont aplaties. En 1818, on découvre à Edimbourg une tige debout avec ses racines.

La même année, de Charpentier signale à Waldenburg une tige verticale munie de ses racines, mais écarte l'idée qu'elle a poussé sur place, parce que, acceptée, cette idée entraînerait, à son avis, des conséquences invraisemblables sur la formation du terrain houiller. En 1819, Nöggerath décrit (*die Dendrolithen*, p. 45) des arbres trouvés debout à Wellesweiler, qui lui paraissent avoir vécu sur place, car de leur base élargie partent des commencements de racines. Cette même année, d'Aubuisson des Voisins (*traité de Géognosie*, t. II, p. 292) cite près de Hainichen des roseaux qui, par leur position verticale et parallèle, lui semblent bien être en place. En 1821 (*Annales des Mines*, Pl. III, p. 359) Alexandre Brongniart figure une vue de la carrière du Treuil<sup>(1)</sup> où se dressent, traversant les

(1) Ce simple croquis de Calamites debout sans base, a néanmoins si vivement excité la curiosité que, à leur passage à Saint-Etienne, Schimper, de Saporta, Stur, Renault, Stanislas-Mennier, etc., m'ont demandé de les conduire aux carrières du Treuil.

couches, de grosses Calamites et des tiges à racines divergentes. En 1831, Witham (*On fossil Vegetables*, p. 6 et 7) figure des Sigillaires debout ayant leurs racines dans le schiste et la houille. En 1832, Lindley (*Fossil Flora*, Pl. 54, p. 150) représente sous le nom de *Sigillaria pachyderma* une des 30 tiges trouvées dressées sur le charbon près de Newcastle.

En 1833 (*Bull. soc. géol.* p. 436) Valferdin conteste, d'accord en cela avec C. Prévost et Voltz, que les Calamites verticales du Treuil soient en place, parce que, dit-il, douze ans après Brongniart, il y voyait des tiges de mêmes sortes, occuper toutes les positions verticales, inclinées et horizontales, ce qui lui donna à penser que la position verticale est accidentelle. La même année (*Résumé des progrès des sciences géolog.*, p. 179) William Hutton estime que les troncs droits du terrain houiller ont été charriés avec la terre qui entoure leurs racines, et ne sont pas à la place où ils ont vécu. Au contraire, de Sternberg ayant inspecté à Radnitz, des tiges debout, admet qu'elles sont dans leur sol originaire, tout en soutenant que la houille est un produit de transport. En 1841, les auteurs de la carte géologique de France (tome II, p. 762) figurent deux troncs debout aux mines d'Anzin, comme preuve d'un dépôt horizontal. Dans *Quarterly journal*, 1846, p. 395, 1848, p. 46 et 1849, p. 354, Richard Brown signale et figure des Sigillaires debout sur leurs racines. La même année Germar représente un *Dadoxylon* dressé avec ses racines dans le district houiller de Wettin. En 1855, Geinitz voit au toit des couches de houille de la Saxe des *Sigillaria alternans* dont il représente la base et les racines (d. *Verst. d. Steink., in Saxen* Pl. V, fig. 1 à 4). En 1855 et 1857 Goldenberg figure des Sigillaires debout dans le bassin de la Sarre (*Flora Saraep. fossilis*, Pl. XIII, Pl. X, p. 25, 51), et fait observer en 1862 (3<sup>e</sup> livr., p. 13) que 40 sur 50 des tiges ainsi rencontrées appartiennent aux Sigillaires et quelques-unes des autres aux Lépidodendrons. En 1870, O. Heer (*Flora d. Bären Inseln*) indique des *Bornia transitionis* debout dans les grès et leurs rhizomes traçants dans les schistes.

Par ailleurs, sont réputés nombreux les troncs de Sigillaires normaux aux couches de houille, notamment au Nord de l'Angleterre, en Haute-Silésie tout au moins à Zalense (d'après Göppert), et surtout au Canada (d'après Dawson). En Staffordshire on constate une suite d'étages d'arbres debouts sur des lits de charbon que leurs racines auraient contribué à former. En Belgique les troncs de Sigillaires sont particulièrement communs aux charbonnages du Bois d'Avroy; on en a compté 33 assez rapprochés au toit de la Grande Veine d'Ougréé. Mais on les a tenus tour à tour pour des tiges transportées ou empêtrées à l'endroit natal, M. Stainer nie qu'ils soient en place (*Ann. Soc. Géol. de Belgique*, 1900, p. 292).

Dans le Nord de la France, j'ai vu dans la mine érigés au toit des couches, les Lépidophytes figurés sur la Pl. IX, et remarqué au jour sur les terris, notamment à Lens, Bully-Grenay, Dechy, Cuesmes, de nombreux tronçons de tiges rondes provenant, à n'en pas douter, de Sigillaires ou de Lépidodendrons debout.

On avait cependant prétendu que dans le Westphalien les arbres debout sont plutôt rares, se réduisant à des Sigillaires et Calamites. Le fait est que je n'en ai point aperçu dans le Donetz ni dans les Asturies, et il faut qu'ils soient bien rares dans l'Ohio pour que M. Lesquereux ait pu m'écrire en 1886 qu'il n'y en a presque pas au toit des couches de houille dans ce pays.

Mais partout, dans le Westphalien, se trouvent, tout au moins au contact et dans l'intérieur des couches de charbon, des *Underclay* à *Stigmaria*, et, dans le Stéphaniens, des souches et racines d'autres plantes, constituant par leur généralité un trait, un attribut du terrain houiller productif.

Nous verrons dans la 4<sup>e</sup> livraison que, dans les formations secondaires et tertiaires, les sols de végétation sont également un signe favorable à la découverte des houilles brunes.

Bien qu'il soit parfois difficile de séparer les sols fossiles des forêts fossiles, il convient de les envisager séparément, les forêts fossiles représentant une végétation clairsemée d'arbres enracinés qui ont été exposés aux atterrissements dans les eaux courantes, et les sols fossiles des fonds de marais étendus où ont poussé les mêmes plantes dans les eaux mortes.

Les forêts que je connais le mieux et plus complètement sont illustrées et décrites dans la 1<sup>re</sup> livraison (1). Celles dont je n'ai que des schémas figureront dans la 5<sup>e</sup> livraison à côté des coupes de terrains houillers.

Les sols fossiles Stéphaniens jusqu'à présent passés inaperçus, sont décrits et représentés dans la 2<sup>e</sup> livraison : toutes les plantes y sont largement représentées, leurs associations donnent une idée de la véritable topographie des marais houillers.

Les 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> livraisons ont trait à la formation des charbons fossiles et des bassins charbonneux.

Dans la 3<sup>e</sup> livraison je reproduis aussi exactement que possible, de nombreuses coupes géobotaniques de couches de houille et de systèmes charbonneux empruntées à tous les étages carbonifères et à plusieurs bassins houillers, et prises en plusieurs points du parcours des couches. Et de toutes ces coupes et de la connaissance des forêts et sols fossiles, il suit, dans la limite de mes observations, que la formation du charbon est autochtone, qu'elle s'est produite dans des marais boisés comme ceux de la Floride, d'une manière analogue à la tourbe en place et à la tourbe charriée au fond des marais de la Hollande.

Dans la 4<sup>e</sup> livraison, consacrée aux charbons secondaires et tertiaires, je figure la coupe géobotanique de nombreux gisements de stipite, de braunkohle et de lignite, continuant et complétant la série des charbons fossiles jusqu'aux produits charbonneux qui s'élaborent présentement dans certains marais. Dans tous, les éléments de formation se présentent de la même manière.

La 5<sup>e</sup> livraison réunit les profils géobotaniques des bassins charbonneux que

(1) Il n'en a été publié que quelques fragments dans mes précédents écrits.

j'ai eu l'occasion d'étudier. Sur ces coupes je distingue les roches suivant leur nature et origine, je rapporte les forêts fossiles qui révèlent la direction des cours d'eau et les mouvements d'affaissement pendant la formation.

Les planches des cinq premières livraisons ont été confectionnées d'après mes dessins levés sur place.

A l'appui de ces livraisons, j'ai réuni une collection de rhizomes et racines, de charbons et de roches.

## PREMIÈRE LIVRAISON

### FORÊTS FOSSILES

Sous ce titre, dans cette livraison, je me propose de figurer et décrire tous les arbres debout enracinés que depuis plus de quarante ans j'observe sur le terrain tant pour eux-mêmes que dans leurs rapports avec les roches.

Ces rapports sont particulièrement intéressants à connaître pour la Géologie, car, si la végétation de ces arbres et le dépôt des roches sont concomitants, si en d'autres termes leurs racines ont poussé dans les dépôts en voie de formation, ils ont réellement vécu dans les conditions où se sont opérés ces dépôts, c'est-à-dire le pied dans l'eau ; et en retour, le fait seul d'une tige, souche ou racine en place dans une roche quelconque, entraîne la certitude que cette roche s'est formée en eaux peu profondes, comme l'atteste d'ailleurs la forme ordinairement irrégulière des couches environnantes.

De plus, là où sont superposés des arbres debout, ils portent la preuve irrécusable d'affaissements lents ou saccadés pendant la formation, combinés, s'il y a des sols fossiles de végétation, à des pauses.

Ce sont sans doute ces conséquences que redoutait de Charpentier lorsqu'il repoussa l'idée que les arbres debout sont à l'endroit natal.

Sous le rapport botanique, les forêts fossiles qui ouvrent une vue sur la végétation primaire, renferment souvent leurs organes aériens tombés au pied des arbres et stratifiés sur place ou peu s'en faut, ce qui en augmente considérablement l'intérêt.

Aussi loin de me contenter comme M. Dawson au Canada <sup>(1)</sup>, d'en prendre de simples croquis, les ai je explorés durant de nombreuses années ; j'en ai dégagé les souches et les racines et radicules des principaux genres fossiles et poursuivi dans la roche les organes rampants.

De mes observations les plus précises, faites en majorité à Saint-Etienne <sup>(2)</sup>, dans le Gard, à Saint-Eloy, etc., j'ai formé les neuf planches doubles jointes à cette livraison.

(1) *Acadian Geology*, p. 156 à 179 et p. 190, 198, 200.

(2) Dans des carrières en partie suspendues, arrêtées ou à jamais fermées.

Je n'ai pas besoin de dire qu'elles ne représentent pas une vue des arbres visibles à un moment donné sur un front de taille, mais, la plupart, la projection sur ce front de taille des arbres observés dans différents plans au fur et à mesure de leur découverte; repérés et placés autant que possible dans leur position relative, il a fallu les rapprocher pour les faire tenir dans le cadre restreint des planches.

La station géologique des forêts fossiles est marquée sur les coupes géobotaniques générales du bassin de la Loire, dans la 5<sup>e</sup> livraison, par un rectangle portant le numéro des planches.

Celles-ci avec leurs titres et les descriptions qui s'y rapportent, ne comportent pas de légende.

A chaque planche correspond une division du texte où sont décrites les espèces figurées, et interprétées les circonstances de leur gisement. Il s'ensuit que la description des mêmes fossiles est dispersée dans plusieurs chapitres.

Pour remédier à cela, pour orienter le lecteur au milieu des développements qui suivent, peut-être n'est-il pas inutile de résumer par avance, les résultats peu à peu obtenus :

On verra que les plantes houillères ont, comme les Hydrophytes, vécu le pied dans l'eau, le plus souvent dans les eaux mortes des marais, mais aussi dans les eaux courantes plus ou moins chargées de limon.

Elles prenaient pied sur les aires de dépôt, et par suite dans des conditions variées et variables qui les obligeaient à changer de forme plus même que les Hydrophytes. Les Calamites, par exemple, ont revêtu des faciès différents suivant qu'elles ont poussé dans les eaux courantes ou dans le sol, et la partie des tiges qui a poussé dans le sol et l'eau est bien différente de celle qui a poussé dans l'air.

Et lorsque, vivant dans les eaux courantes limoneuses, les plantes se sont trouvées ensevelies sous un apport considérable de limon, celles à rhizomes ont poussé à travers et dans ce limon, des tiges d'une hauteur et d'une grosseur (voir Pl. I, VII) véritablement stupéfiantes. C'est ainsi que des Calamites entières et même des bouquets de Calamites ont poussé en dedans d'alluvions puissantes, sans appendice, cause de la méprise qui me les a fait dessiner sans feuilles.

Une des conséquences de cette facilité d'adaptation des plantes fossiles à des milieux variés, est que leurs organes basilaires et souterrains sont plus diversifiés que leurs organes aériens, ceux-ci s'étant développés dans un milieu invariablement uniforme.

## PLANCHE I

## FORÊTS DE CALAMITES DU TREUIL

Comme on le voit sur la Pl. I, la carrière du Treuil est ouverte sur le système des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> couches du bassin de Saint-Etienne.

La première fois que je l'ai visitée, vers 1865, j'y ai vu de hautes Calamites dressées verticalement à travers les grès. Quelques années après, l'attaque du mur de la 2<sup>e</sup> couche, a mis à découvert la végétation souterraine du *Calamites Suckowii*, telle que je l'ai figurée dix ans plus tard (1). En 1895 une nouvelle attaque de ce mur m'a conduit à raccorder à cette espèce les *Cal. Cistii*. Br. et *Asterophyllites viticulosus*, Gr. (2). Une seule fois, à la faveur d'un éboulement, j'ai surpris les Calamites verticales (fig. 1. D) tirant leur origine d'un réseau de rhizomes et racines. Entre temps j'ai pris le dessin des groupes de Calamites fig. 1. A, 1. B, 1. C, 1. D, 1. E. Et il n'y a pas plus de six ans que l'extension de la carrière vers l'Ouest m'a permis de prendre la coupe des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> couches et du minerai de fer lithoïde en nodules qui les sépare. Et c'est ainsi qu'il m'a fallu résider quarante ans à Saint-Etienne pour recueillir occasionnellement un à un tous les éléments de la Pl. I.

La dite carrière s'arrête à un front de taille (fig. 1) de plus de 200 mètres de longueur. C'est sur ce front de taille que s'élèvent normales à la stratification les puissantes Calamites du Treuil (3).

**Calamites giganteus, Gr.** — Hautes de 3 à 5 mètres sans changer individuellement de diamètre, sans appendices rhizoïdes, sans feuilles, sans cicatrices foliaires, nues en un mot, ces Calamites sont articulées à intervalles réguliers, sauf tout à fait en haut où quelques tiges (a, fig. 1. D) offrent sur des mérithalles très courts, des traces de cicatrices raméales.

Ces tiges sont formées d'un noyau pierreux circulaire entouré d'une couche charbonneuse. Le noyau de 0,05 à 0,20 de diamètre, est articulé et cannelé, à côtes bombées, larges de 3 à 5 millimètres sur les grosses tiges, de 1 à 2 millimètres sur les plus petites. L'enveloppe charbonneuse moulant le noyau, épaisse de 10 à 20 millimètres, est unie ou presque unie à l'extérieur où elle est accom-

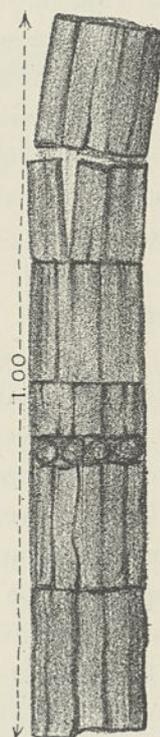


Fig. 1.

(1) *Flore carb.* Pl. I, p. 14.(2) *Compt. rend.* 1897, 14 juin.(3) *Compt. rend.* 1900, 2 avril.

pagnée d'une mince écorce *b*, fig. 1. D. gercée en long comme l'indique le croquis ci-dessus N° 1, sans cicatrices autres que des insertions de racines. Lorsqu'on détache ces Calamites de la roche, leur écorce reste adhérente à celle-ci. Stratifiées et aplaties, les mêmes Calamites sont constamment privées de leur écorce qu'a disjointe et séparée la macération.

A voir les grandes Calamites du Treuil traverser les grès et trouser, comme à l'emporte-pièce, les joints et intercalations schisteuses, on ne peut douter qu'elles n'aient poussé souterrainement dans le sol. Elles naissent à différentes hauteurs, ce qui a fait penser à C. Prévost et à Lindley qu'elles pourraient bien n'être pas à leur station de croissance, mais elles tirent leur origine les unes des autres ou de rhizomes émanant d'elles (fig. 1. A), et au lieu d'être dispersées au hasard de la sédimentation, elles forment plutôt des colonies; toutes, du reste, disparaissent du côté de l'Ouest.

Des articulations de certaines tiges (fig. 1. A) sortent des jets latéraux ascendants fusiformes de Calamites sans feuille, à mince enveloppe charbonneuse costulée à l'extérieur comme à l'intérieur; ce sont là des Calamites avortées dans le sol.

A suivre les Calamites dans la roche qui dérobe ordinairement leur base à la vue, on voit cette base (fig. 1. D) se recourber et s'amincir tout ensemble, et tirer son origine d'un sol de végétation F où courent des rhizomes articulés au milieu d'abondantes racines passablement charbonneuses. De ce sol (fig. 1) s'élèvent aussi des *Psaronius*, un *Caulopteris* (fig. 1. B), de puissantes bases de *Calamodendron* (fig. 1. E), dont celle fig. *p*

On comprend que pendant qu'elles poussaient au travers des alluvions, les grandes Calamites du Treuil tiraient leur nourriture de ce sol de végétation, jusqu'à ce que les plus vivaces atteignant l'atmosphère pussent à leur tour entretenir la vitalité de ce sol profondément enfoui.

La figure 1 enregistre 4 événements géophytologiques: 1° l'installation de la forêt fossile D, E, F; 2° un alluvionnement général; 3° la poussée à travers les alluvions sableuses des hautes Calamites verticales nues; 4° leur arasement et l'installation d'une nouvelle forêt où se fait remarquer un *Syringodendron* (fig. 1. C).

Une question se pose: à quelle espèce connue se rapportent ces hautes Calamites souterraines confinant de forme au *Cal. cannaeformis*, Schlot? J'en ai figuré une sous le nom de *Cal. giganteus*, Gr. (1). A tout prendre leur enveloppe charbonneuse me paraît représenter du bois d'*Arthropitus* converti en houille, et non, à l'avis de Cotta et des auteurs du *Fossil Flora*, l'écorce d'arbre dont le bois aurait disparu. Et en effet à l'intérieur des jeunes tiges on trouve très rapproché de l'enveloppe de houille, un endoderme de nature cellulaire délimitant de concert avec

(1) *Flore carb.* Pl. III, fig. 3.

des diaphragmes tendus au niveau des articulations, de vastes chambres à air qui, allégeant les tiges dans l'eau, les portaient à s'élaner à une grande hauteur, soutenues qu'elles étaient en outre par la formation d'un bois secondaire.

**Faciès souterrains.** — Si puissantes et si hautes sont les Calamites du Treuil qu'il ne vient pas à l'esprit qu'elles aient poussé dans le sol. Et cependant il faut se résoudre à l'admettre pour les raisons mises ci-dessus en avant. Il est en tout cas visible que les *Cal. cannaeformis* traçants et ascendants du Bardot que représente le croquis ci-joint N° 2 ont poussé dans le sable. Le groupe complexe (croquis n° 3) de *Calamites Suckowii* fusiformes sans feuilles est dans le même cas ; la touffe M fig. 1, Pl. I de *Cal. cannaeformis*, celle N. de *Cal. Suckowii* passant en haut au *Cal. Cistii* sans feuilles, les *Cal. Cistii* stratifiés que la macération a dépouillé de leur épiderme, tout m'avait induit à représenter, par erreur, les Calamites sans appendices foliaires.

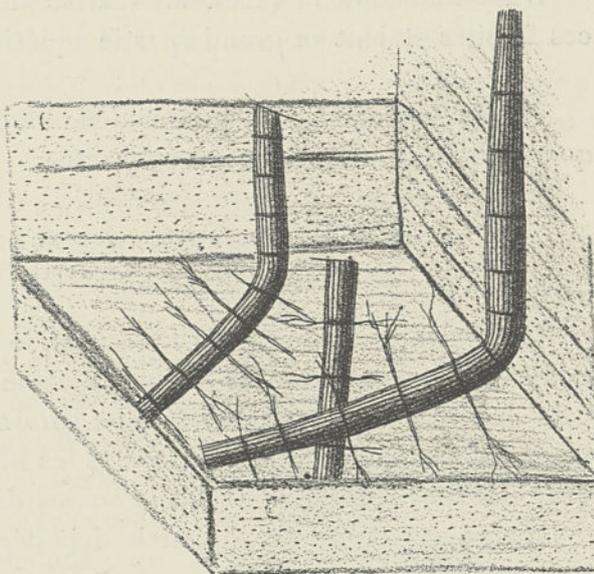


Fig. 2.

**Faciès batracien.** — Le croquis N° 1, p. 7 représente un lambeau d'écorce des Calamites du Treuil. Ce lambeau ressemble de tout point à l'écorce sans feuille ni cicatrice foliaire de l'*Arth. Parrani* (*Géol. et Pal. bassin du Gard* Pl. XIV fig. 6). Dans la 2<sup>e</sup> livraison des présents mémoires, je figure (Pl. XII, fig. 4) des Calamites renversées sur place, recouvertes de la même écorce sans feuilles. D'après ces exemples, les Calamites poussaient dans l'eau comme dans le sol, sans feuilles, revêtant le même faciès à cette différence près que dans l'eau elles se garnissaient de racines.

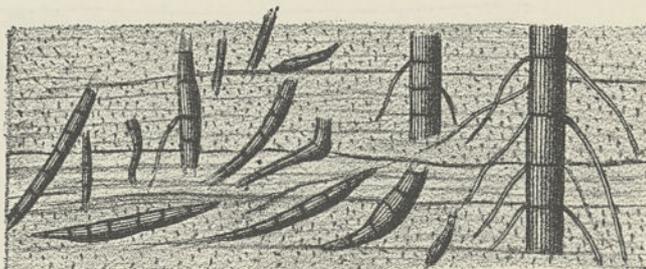


Fig. 3.

Les sols fossiles ne sont pas rares qui sont recouverts de Calamites (Pl. XII, fig. 1), ayant poussé dans l'eau ou au fond de l'eau. On y reconnaît les Calamites à racines sans feuilles publiées par Weiss (*Steink. Calamarien* 1884, Pl. II, III,

IV, VIII, IX), celles de Belgique par le D<sup>r</sup> Sauveur, de Westphalie par de Röhl, de Radnitz par d'Ettingshausen, etc.

L'abondance de ces Calamites laisse même à penser que, tel l'*Eq. limosum*, ces fossiles étaient en grande partie aquatiques.

**Faciès fluviatile.** — A propos de la Pl. II, nous verrons des Calamites vivaces qui ont poussé dans les eaux courantes.

#### CALAMITES SUCKOWII ENFOUIS SUR PLACE

Non moins que le toit de la 1<sup>re</sup> couche, le mur de la 2<sup>e</sup> couche se signale par une profusion extraordinaire de racines, rhizomes et tiges de *Cal. Suckowii* en place, et de *Cal. Cistii*, d'*Asterophyllites viticulosus* et de chatons jonchant les joints de stratification supérieures, les tiges et les branches ayant double sillon, toutes les parties se raccordant les unes aux autres dans la même unité spécifique (1).

Le système souterrain en partie déjà décrit (2) et dont je donne une vue d'ensemble Pl. I, fig. 2, se compose de tiges dressées émettant en grand nombre des rhizomes horizontaux qui se relèvent en avant en tiges ascendantes, lesquelles à leur tour émettent d'autres rhizomes, et ainsi de suite, la même plante s'étant de la sorte propagée sur une étendue en quelque façon indéfinie; toutefois ses organes souterrains deviennent rares du côté de l'Ouest où la plante disparaît.

Des jointures des tiges redressées s'échappent des racines horizontales longues de 0,20 à 0,40, ramifiées; les rhizomes sont pourvus de racines latérales plus courtes, ou garnis d'écaillés foliaires. De nombreux rhizomes *x, x, x, x* sont avortés. Les racines sont concentrées au niveau *z, z*.

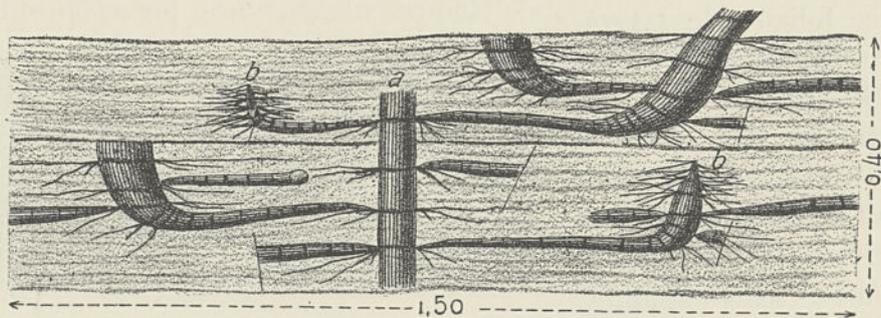


Fig. 4.

Sur le croquis n<sup>o</sup> 4 ci-joint on voit deux tiges avortées *b, b*, prolongeant deux rhizomes émis par une maîtresse tige *a*.

(1) *Compt. rend.* 1897, 14 juin.

(2) *Flore carb.* Pl. II, fig. 1.

Les racines sont complètes jusqu'aux radicelles, toutes les parties occupent leur position naturelle de croissance, les tiges échancrent et même traversent des Calamites couchées, et il n'y a pas de doute que leurs générations successives n'aient vécu et n'aient été enfouies sur place. Les *Cal. Suckowii*, aphyllés, constituent la base aquatique et souterraine, les *Cal. Cistiü* et *Ast. viticulosus* la partie aérienne de la plante qui s'est accommodée de la surélévation du sol en s'y répandant par des rhizomes étagés (1).

A la Roche-du-Geai, Pl. XXIV, fig. 2, cette Calamite a poussé souterrainement sur 1 à 1,50 de hauteur. Au contraire, à Communay, entrelacée dans de très nombreuses racines aquatiques, la même plante paraît avoir vécu en grande partie dans l'eau.

Enfin, le *Cal. Suckowii* a toute les apparences d'une plante herbacée, Pl. I, fig. q, à mince paroi, contrastant sous ce rapport avec la base de Calamodendron, fig. p. Comme le montre le croquis n° 5 ci-joint, la tige se compose d'une couche moyenne calamitoïde ligneuse, accompagnée au dehors d'un épiderme cellulaire continu, et au dedans d'un endoderme membraneux, circonscrivant des chambres à air séparées par des diaphragmes articulaires transversaux.

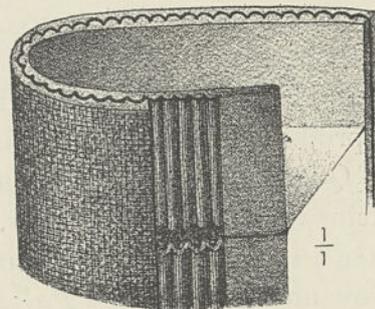


Fig. 5.

**Sole de la 2<sup>e</sup> couche** (fig. 4). — Du fond de la 2<sup>e</sup> couche descendent sous tous les angles d'inclinaison (fig. 4) de très nombreuses racines passablement charbonneuses à épiderme de Calamite, et de ces racines se détachent des branches horizontales rameuses simulant des *Pinnularia* (voir l'entaille T). A la base de la couche, les racines obliques se mêlent à des racines horizontales, à des rhizomes et tiges couchées de Calamite, le tout très altéré, effacé comme par un commencement de tourbage, mais où néanmoins j'ai reconnu des *Cal. cannaeformis*, plantes dont la végétation aurait alors formé sur place le fond de la dite couche; quelques-unes de ces Calamites plongent d'ailleurs dans le mur. Contre le toit, le charbon stratifié est nettement séparé d'un schiste gris. Un peu au-dessus de la couche (fig. 3) une veine de schiste charbonneux G est formée en partie de racines; il s'en élève un tronçon de *Cordaites e.*

Immédiatement sous le charbon de la 2<sup>e</sup> couche j'ai reconnu à l'Ouest de la carrière, des *Pecopteris Pluckeneti* avec leurs graines sur les stolons et racines très diffuses de cette plante buissonnante. On trouvera aussi sous cette couche de nombreux *Poa-Cordaites* avec leurs graines, et un mètre plus bas un gros banc de schiste rempli de *Callipteridium ovatum*, Br. (feuilles, stipes et racines).

(1) Tous les organes et leurs modifications sont réunis pour être publiés dans la 10<sup>e</sup> livraison.

PREMIÈRE COUCHE. — La 1<sup>re</sup> couche visible à ciel ouvert, se compose (fig. 3) de deux bancs de charbon séparés par un nerf charbonneux K plein de racines noyées dans un terreau commun à ce nerf et au charbon supérieur. Non seulement au mur mais aussi au toit de la couche, lui sont collés des charbons de racines J et L. Nous verons que ces racines appartiennent à des stolons de *Psaronius*, et comme le charbon connexe est précisément formé des organes aériens de ces arbres, c'est-à-dire des tiges, pétioles et feuilles de *Pecopteris*, l'on peut dire que ce charbon s'est à peu près formé sur place.

Au mur de la dite couche sont deux sols de racines arasées I. Au toit sur le lit de racines L, nombreux *Pecopteris Cyathea*, et plus haut *Odontopteris acuta* avec ses graines.

*Minerai de fer carbonaté lithoïde.* — Entre les 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> couches, on a exploité autrefois un minerai de fer en gros nodules de sidérose isolés dans un schiste gris-noir durci très ferrugineux. Et chose curieuse, dans les criques internes de certains nodules, j'ai trouvé cristallisées dans la chaux spathique, de la blende et de la galène. Comme la roche est granitogène, c'est-à-dire par elle-même très peu ferrugineuse, ne pourrait-on supposer que, dans ce cas, le minerai de fer est le produit de sources ferrugineuses ?

Quoi qu'il en soit, une puissante tige ligneuse verticale *c* à fortes et longues racines horizontales étagées, y a été mise à nu il y a longtemps, la tige *d* couchée a été découverte récemment. Le bois sidérifié de la tige verticale m'a paru avoir une structure de *Palaeoxylon*.

## PLANCHE II

## FORÊTS D'ARTHROPITUS ET DE CALAMODENDRONS

A l'Est et à 400 mètres de la carrière du Treuil, au lieu dit « le Trève », on mit à découvert avant 1870, une forêt fossile dont j'ai tiré les figures du *Calamodendrea rhizobola* (*Flore carb.* Pl. XXXI), et un groupe de *Psaronius* publié dans les *Annales des Mines*, 1882 Pl. III, fig. 2. J'y ai conduit Ad. Brongniart en 1871.

A la suite au Nord, M. Lhoste a ouvert et exploité de 1880 à 1890, une carrière longue d'une centaine de mètres et dont la Pl. II, fig. 1 représente le front de taille où j'ai projeté et rapproché toutes les tiges observées (1).

Le puits Major atteignant la 1<sup>re</sup> couche a 16 mètres de profondeur, ce front de taille correspond sans lui ressembler à celui du Treuil.

On remarquera sur le tableau Pl. II, fig. 1, à gauche, un groupe d'*Arthropitus* puissants à fortes racines, et, dominant au milieu et à droite, des *Calamodendron* aux longs entre-nœuds bistriés. Ces tiges naissant à différentes hauteurs s'arrêtent toutes tronquées au poudingue qui couronne la carrière. En voici la description.

**Arthropitus.** — Les fortes Calamites groupées à gauche du tableau fig. 1, sont articulées à courts intervalles et contractées aux articulations ; d'un diamètre de 0,15 à 0,20, leur moule interne est recouvert d'une couche de houille de 0,02 à 0,03, et cette couche est, à certains endroits, empreinte à la surface de la structure tangentielle du bois d'*Arthropitus*, Göp.

De ces Calamites, descendent, lorsqu'elles sont verticales, tout autour et symétriquement, de fortes racines adjuvantes très charbonneuses de 0,03 à 0,05 de large, et lorsqu'elles sont tant soit peu obliques, des racines verticales de la face inférieure seulement des tiges.

Les tiges naissent les unes des autres par voie de rhizomes comme les Calamites en général, et de quelques-unes sortent comme au Treuil des jets fusiformes Calamitoïdes souterrains avortés *c, c*.

Il est à supposer que les rhizomes disparaissaient en arrière après que les tiges enracinées plus haut et atteignant l'atmosphère, pouvaient vivre par elles-mêmes.

Les tiges pourvues de racines étagées voient leur écorce charbonneuse diminuer d'épaisseur, de haut en bas, de 30 à quelques millimètres, comme si, à la

(1) Il en a été figuré quelques-unes dans les *Mém. Soc. géol.*, 1887, Pl. XXXVIII, que M. Potonié a reproduites comme exemples de Calamites à croissance étagée.

suite des rhizomes, elles avaient péri en bas (à l'arrière) tout en progressant par le haut (à l'avant).

Quoi qu'il en soit, entre les tiges d'Arthropitus, gisent dans les parties hautes de la carrière, détachées et stratifiées, des Calamites semblables, et, avec elles, de très nombreux *Asterophyllites densifolius*, Gr. et *Macrostachya infundibuliformis*, Bronn, représentant à n'en pas douter les rameaux et épis tombés de ces tiges et enfouis presque sur place.

Au milieu dudit groupe d'Arthropitus, ressort une maîtresse tige dont la photographie a figuré dans le Livret-Guide du congrès de géologie de 1900 à Paris. Cette tige est articulée à intervalles de 0,07 à 0,15. Ayant fait creuser à côté une fouille de 4 à 5 mètres de profondeur, j'ai facilement reconnu que sa base a poussé dans le sol et son milieu dans les eaux courantes comme, du reste, la tige *b*, l'une et l'autre ayant au même niveau, par leurs racines adventives étalées, influencé les dépôts environnants.

**Faciès fluviatile.** — A ce niveau, tout au moins, cette partie des tiges a vécu dans les eaux courantes, comme les Calamites *f* et *g* au-dessus des joints de stratification *u v* (1).

Quand les eaux étaient limoneuses, les boues s'arrêtaient entre les racines, puis les recouvraient, et la plante les remplaçait par une émission de nouvelles racines. Tel est le cas de la tige *g* ou mieux de la tige Pl. XII, fig. 12 : les racines sont alors étagées. La tige fig. 1, Pl. XXXI de la *Flore Carbonifère* possède un plus grand nombre de racines étagées qui, au point de vue du mode de végétation, la mettent en parallèle avec le Psaronius P fig. 1 Pl. III.

**Calamodendron**, Br. — Au milieu et à droite du tableau fig. 1 Pl. II, se distinguent d'autres Calamites *d, d, d, g.* . par des entre-nœuds régulièrement plus longs, de 0,15 à 0,25, par des articulations plutôt saillantes d'où s'échappent des racines adventives plus grêles, plus égales ; leur moule interne est plutôt bistrifié. Ce sont là les seuls signes auxquels, dans les forêts fossiles, se reconnaissent les Calamodendrons, leur enveloppe de charbon n'offrant que par la plus grande exception, des traces de structure (2).

**Calamites enracinées pivotantes.** — Nombre d'entre eux ont une base pivotante qui me les avait fait éloigner complètement des Calamites (3).

(1) S'il était besoin de fournir une autre preuve que ces tiges ont pu pousser dans les eaux courantes, on la trouverait dans la tige *k* qui après avoir, sous la poussée des eaux, penché avec ses racines au Sud, a, continuant à vivre, remplacé celles-ci par de nouvelles racines verticales.

(2) Les caractères qui les distinguent des Arthropitus, je les ai résumés dans le compte-rendu 1889, 27 mai.

(3) *Flore Carbonifère*, p. 298, PL. XXXI.

Cette base, à l'inverse de ce que nous venons de voir chez les *Arthropitus*, est très charbonneuse ainsi que ses racines qui, traversant des empreintes stratifiées, lui donnent les apparences d'un pivot indépendant qui aurait poussé de haut en bas. En tout cas, au pied des jeunes pivots *h*, je n'ai pu trouver le moindre vestige de rhizome.

Mais sachant que dans les grès, les rhizomes ont normalement disparu, je ne puis me baser sur ce caractère négatif pour tenir ces *Calamodendrons* éloignés de toutes les autres *Calamites*.

Toutefois je pense que les *Calamariées* pivotantes forment un type à part dont je reconstitue ci-contre le port en superposant mes croquis n<sup>os</sup> 6, 7, 8, 9, dénotant des tiges élancées de grande hauteur implantées dans le sol par un pivot souterrain très charbonneux, garnies, au-dessus, de racines rameuses étalées aquatiques, et plus haut de racines verticales simples descendant de la base de longs fûts (croquis n<sup>o</sup> 9).

Plusieurs de ces tiges sont figurées à droite du tableau Pl. II ; celle *g* comprend des racines étalées au-dessus du joint *uv* et plus haut des racines verticales ; par rapport à ce joint de stratification, les racines étalées au-dessus s'enfoncent par leur extrémité dans le schiste inférieur, circonstance de gisement démontrant mieux que toute autre que ces organes ont poussé sur place.

Le croquis ci-après n<sup>o</sup> 10 et le tronçon de tige, fig. *p*. Pl. I représen-

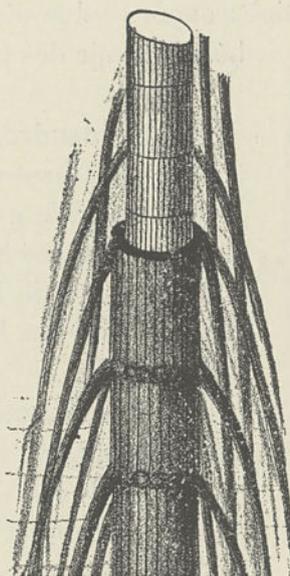


Fig. 8.

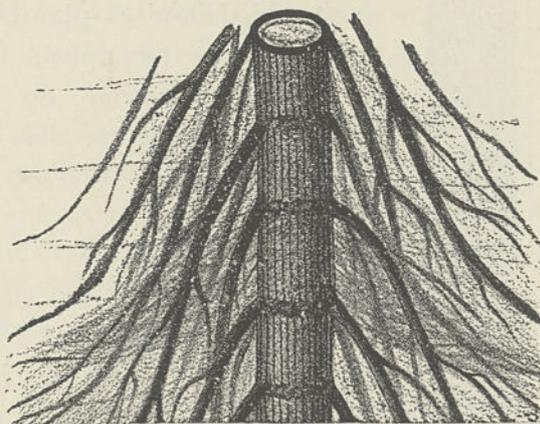


Fig. 7.

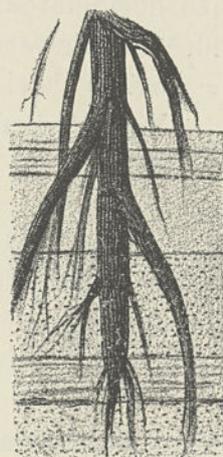


Fig. 6.

tent des tiges encore plus ligneuses dans lesquelles nous avons longtemps hésité à voir des Equisétinées.

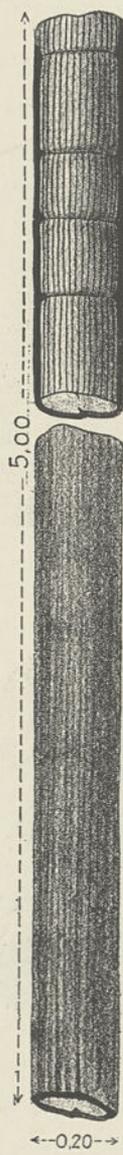


Fig. 9.

**Calamodendron striatum**, Cot. — La tige *f* qui ressemble en haut à celle *g*, se prolonge amincie et légèrement cambrée à la base. Au moment où elle a été découverte la couche de charbon qui l'entourait n'était pas si homogène que sur la section transversale, je ne l'ai vue composée de bandes égales rayonnantes de nuances différentes alternes qui me l'ont fait identifier au *Cal. striatum*.

A noter en outre sur le tableau fig. 1 : un *Arthropitus l* à très fortes racines concentrées à la base; deux *Psaronius p, p*; une souche de *Cordaites m*; deux bulbes rapprochés de Sigillaires *n*, et, au-dessous d'un schiste sans racines, quelques *Calamites* plantulaires, et un très jeune et très petit *Psaronius*. A noter encore autour du puits Major, sous les poudingues, des tiges qui se sont fortement penchées au Sud sous l'action d'un courant d'eau N.-S. qui les a presque arrachées.

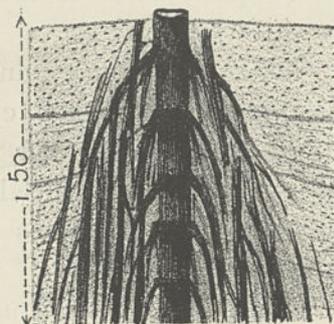


Fig. 10.

#### FORÊT FOSSILE DU TOIT DE LA 10<sup>e</sup> COUCHE AU TREUIL

En 1894, le puits de la Manufacture a extrait du toit de la 10<sup>e</sup> couche, de 350 mètres de profondeur, une grande quantité de schistes très fossilifères traversés normalement à leur stratification par de nombreux *Psaronius* et *Calamodendrons* enracinés formant la forêt fossile reconstituée fig. 3. Quelque temps après, le même puits a sorti au jour, du mur de la 11<sup>e</sup> couche je crois, des grès fins argileux pénétrés de racines ligneuses arasées au charbon, formant sous celui-ci un sol fossile de végétation représenté sur la même figure.

Ladite forêt fossile comprend : 1<sup>o</sup> une tige tronconique *S* de 0,20 à 0,30 de diamètre remplie de racines tubulaires sidérifiées de *Psaronius* ; 2<sup>o</sup> un *Psaronius* ordinaire *S*<sub>1</sub> ; 3<sup>o</sup> un *Arthropitus t* à fortes racines déformées par le tassement du schiste ; 4<sup>o</sup> un *Calamodendron cruciatum t*, sur lequel j'ai dirigé toute mon attention.

**Calamodendron cruciatum**, St. — Ce *Calamodendron*, représenté en détail sur la Pl. XIII, fig. 6, fait suite à un rhizome horizontal calamitoïde enraciné ; il est enve-

loppé dans de très nombreuses racines adventives très inclinées en haut s'étalant en se ramifiant à leur extrémité. Sortant de la tige à angle droit comme l'indique le croquis n° 11 ci-contre, elles s'élargissent d'abord un peu, puis s'allongent de 1 à 1,50 en émettant, dans un schiste à texture très fine, des racines d'ordre croissant jusqu'aux radicelles, tandis qu'à la carrière Lhoste, dans les grès les mêmes racines ont vu disparaître leurs dernières ramifications. Les racines principales sont creuses et remplies du même limon que la tige. Nous verrons qu'elles ont été entourées d'une écorce épaissie creusée de grandes lacunes témoignant de leur végétation dans l'eau.

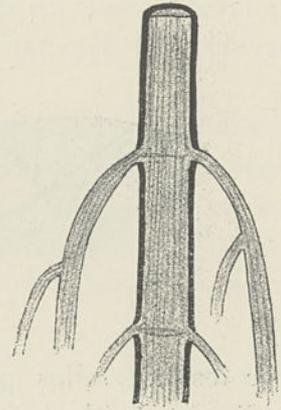


Fig. 11.

Or, comme je l'indique sur la Pl. II, fig. 3, les schistes que traversent les tiges debout contiennent, stratifiés, des tronçons de Psaronius et de Calamodendron et un grand nombre de leurs racines détachées ; les tronçons de Calamodendron sont la plupart entourés parallèlement à la tige des mêmes racines (Croquis n° 12). Ces débris rompus et flottés si nombreux, représentent sans nul doute les racines et la partie submergée d'arbres qui ont poussé en notable partie plongés dans l'eau.

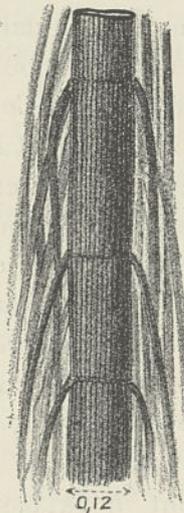


Fig. 12.

Avec les tiges couchées entourées et accompagnées de leurs racines, se sont rencontrés des *Cal. cruciatum* en partie conservés à l'état d'un fusain où j'ai cru reconnaître la structure propre au *Calamodendron congenium*, Gr. Nous verrons plus loin que ces débris fusinifiés proviennent de la partie aérienne des mêmes arbres.

Quelques tiges sont encore en possession de leur épiderme cortical ; toutes les empreintes végétales sont parfaitement conservées ; l'intégrité des plus délicates, le mélange de beaucoup d'*Annularia longifolia*, le rapprochement des organes congénères, tout convie à voir dans ce gisement les débris de plantes ayant vécu presque sur place sur une vase de marais devenue un schiste où j'ai découvert des *Unios*.

#### FORÊT FOSSILE A SOL MULTIPLE DE LA GUINGUETTE

Une tranchée du chemin de fer départemental de Saint-Étienne à Pélussin a recoupé en 1897, près de Sorbiers, au lieu dit « La Guinguette », dans la position géologique précisée sur le croquis ci-dessous n° 13, une forêt fossile dont la figure 2, Pl. II, donne une vue réelle et non une projection.

Cette forêt est exclusivement composée de tiges grêles quoique épaissies en charbon, dont la forme s'accorde avec celle des *Arthropitus*, mais que les

*Asterophyllites* associés ne permettent pas de confondre avec les puissants *Arthropitus* de la carrière Lhoste.

Les tiges *q, q, q* sont comme enracinées dans des cônes d'argile schisteuse

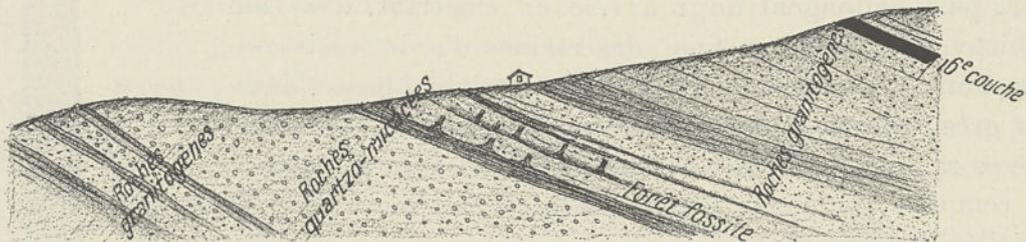


Fig. 13.

par lesquels elles paraissent avoir résisté au courant d'eau qui a apporté les sédiments caillouteux déposés aux alentours. Mais à les bien examiner, on reconnaît aisément qu'elles ont poussé dans des eaux agitées qui ont abandonné entre les racines le limon fin pendant que les graviers allaient se déposer à la suite au même niveau, il y a en effet transition de l'un aux autres.

Les tiges amincies à la base s'y recourbent, faisant suite à des rhizomes ; leurs racines adventives d'abord très inclinées, s'étalent en bas sur et dans un schiste où courent des rhizomes peu apparents.

Elles naissent à trois niveaux différents assez rapprochés, certaines d'entre

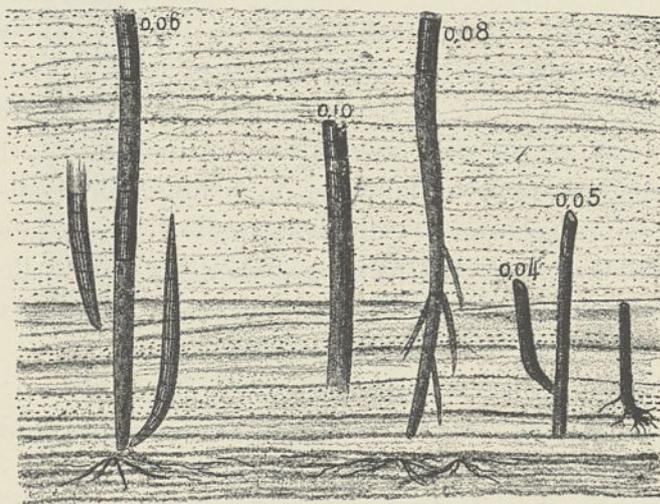


Fig. 14.

elles s'élèvent d'un niveau dans l'autre, quelques-unes moins développées rappellent le *Cal. cannaeformis*, il surgit çà et là de petites *Calamites* souterraines de la même espèce, le tout comme si les tiges, grandes et petites, appartenant à la même plante, formaient toute la forêt fossile, celle-ci prenant son essor du sol de végétation R à racines traçantes identiques à celles qui s'étalent à la base des tiges principales.

Dans cette forêt, les *cal. Cannaeformis* ne seraient ainsi que de jeunes *Arthropitus*; de même ceux sortant des *Arthropitus* de la carrière Lhoste, de même encore les pousses accessoires des *Calamites* géantes du Treuil.

Cette *Calamite* serait alors moins une espèce qu'une forme fossile commune à plusieurs espèces.

Toutefois les Asterophyllites sont peu variées, et aux formes si nombreuses de Calamites enracinées, il ne correspond que 4 espèces bien tranchées de ces rameaux. Il en est de même des autres plantes qui sont plus variées dans les sols et forêts fossiles que dans leurs organes aériens, ce qui est dû à ce qu'elles se développaient le pied dans des conditions beaucoup plus changeantes que celles où s'élevait la cime.

Le croquis n° 14 ci-dessus reproduit une forêt fossile de la carrière des Flaches, formée également d'Arthropitus grêles mais sans racines, paraissent alors avoir poussé dans le sol. Les apparences sont que ces petite tiges enracinées profond tirent leur origine du sol de végétation figuré au-dessous. Leur étui charbonneux passablement épais est calamitoïde en dedans et uni au dehors. Des jets avortés de Cal. cannaeformis se dressent à côté d'elles.

## PLANCHE III

## FORÊTS DE PSARONIUS ET DE CALAMITES

La fig. 1, Pl. III, représente la forêt fossile la première observée, telle que je l'ai dessinée sans préoccupation scientifique. Située à 30 mètres au-dessus de la couche du Petit-Moulin (9<sup>e</sup> couche) elle est isolée entre des schistes en bas et des schistes intercalés de cordons de grès en haut, les uns et les autres également privés de racines en place.

Elle se compose de nombreux Psaronius et Calamites s'élevant normalement à la stratification à travers une assise de grès, les unes sur toute la hauteur de 4 à 5 mètres, les autres s'arrêtant à une passe de schiste au-dessus de laquelle se dressent quelques Calamodendrons.

Toutes les tiges sont rondes, non déformées, réduites à une écorce de houille cylindrique remplie de grès, et rien ne permet de supposer qu'aucune d'elles ait été transportée.

**Psaronius**, Cotta. — Les tiges de Psaronius <sup>(1)</sup> hautes de 3, 4 et 5 mètres, reposent par un cône de racines innombrables sur un schiste transformé à leur contact en argile schisteuse; elles sont comme posées par ce cône de racines sur le sol à l'égal des tiges de fougères vivantes après la destruction en arrière de leurs rhizomes, et si les racines de Psaronius semblent coiffer un mamelon de schiste, c'est à la suite d'un tassement de roches plus prononcé autour des tiges, lequel a eu pour effet de faire bomber le schiste en dessous.

Des racines massées et étalées à la base, quelques-unes pénètrent dans le

(1) Trois de ces Psaronius sont figurés dans la *Flore Carb.* Pl. XI.

mamelon de pose ; elles sont fasciculées et parallèles sauf celles de la surface supérieure du cône, qui, repliées et entremêlées ont flotté ; le schiste interstitiel est plus fin et plus noir que celui qui y fait suite latéralement ; elles ont donc poussé librement au fond de l'eau, et comme des bancs de grès se terminent en biseau sur les racines, celles-ci formaient déjà du vivant de l'arbre un cône surbaissé.

Les tiges de *Psaronius* sont garnies, sur toute ou partie de leur pourtour et

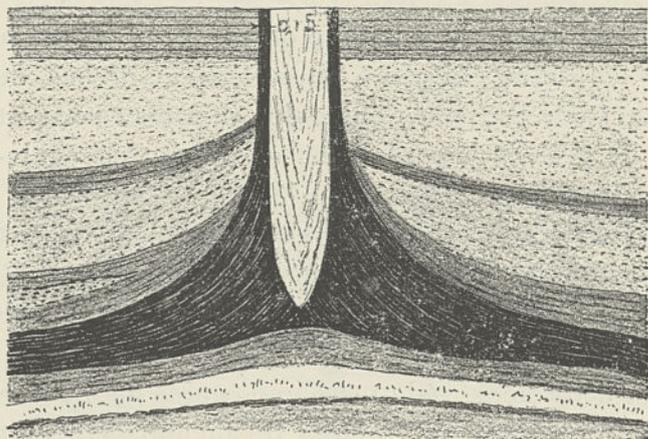
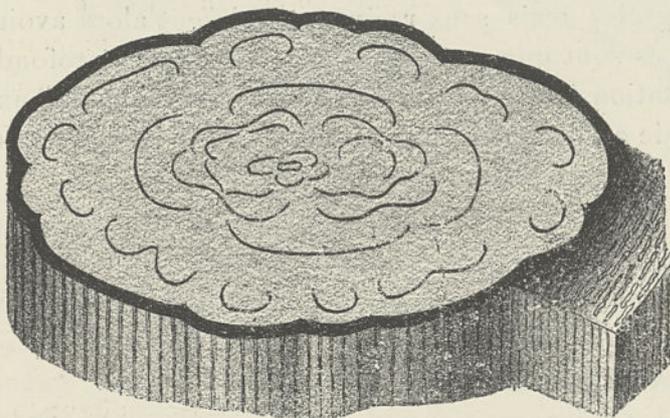


Fig. 15.

de leur hauteur, de racines libres homologues concrecentes avec l'écorce carbonneuse dont elles se détachent tangentiellement. Leur masse augmente en bas où par contre la tige diminue d'épaisseur ; cette tige amincie se prolonge au-dessous du cône par de minces rhizomes  $P$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ .

Après la destruction du tissu cellulaire interne des tiges, par la macération qui en a respecté les faisceaux vasculaires, ceux-ci ressortent dans le grès sous la forme de feuillets charbonneux longitudinaux, disposés sur la coupe transversale en cercle vers l'intérieur, et diversement repliés à la périphérie où ils forment des arcs dont les extrémités sont, en bas, tournées en dehors rejoignant l'écorce, et, en haut, enroulées en dedans

comme ceux qui, dans les *Psaronius* pétrifiés, vont alimenter les feuilles.

Je donne ci-contre, fig. 15, la coupe en long et en travers d'un *Psaronius* de la Crouzette (Gard) où la forme et la relation de positions des faisceaux vasculaires au niveau des feuilles sont mieux conservés dans une roche plus fine.

A suivre le cours des racines dans l'enveloppe carbonneuse quelles forment, on les voit parfois descendre verticalement très nombreuses le long du moule interne, sous la forme de filets pierreux très serrés de 1 à 2 millimètres. Par analogie avec les *Psaronius* silicifiés, ce sont des racines intra-corticales prosenchymateuses ayant donné autour des axes des enveloppes de houille de 0,03 à 0,05. En s'approchant de la surface extérieure, le diamètre des racines augmente, et, devenues

libres et larges de 0,01 à 0,02, elles ressemblent tout à fait à celles aquatiques à tissu lacuneux du *Psar. giganteus*, Cord (1).

Parmi tous les Psaronius, celui P se fait remarquer par des racines étalées à différents niveaux ; à chaque niveau les racines sont reliées comme ci-dessus aux roches sous-et adjacentes, leur végétation est concomitante avec le dépôt de ces roches, contemporaine de ce dépôt, la tige en question ayant renouvelé ses racines au fur et à mesure de leur atterrissement. Et si, comme cela est probable, les anciennes ensevelies périssaient ainsi que la partie inférieure de la tige dont un secteur, au niveau  $x$ , est occupé par des racines, la plante morte en bas continuerait à vivre par en haut.

Que penser des autres tiges de Psaronius à tiges nues  $P_1$ , ou garnies de racines verticales  $P_2$ , sinon qu'elles ont poussé dans l'eau avant les atterrissements qui n'auraient alors provoqué chez elles qu'une sortie accidentelle de racines étagées.

**Calamites.** — La forêt fossile de Roche-la-Molière comprend de nombreuses Calamites de toute dimension, isolées ou groupées, naissant à différentes hauteurs, sans appendice aucun. Elles ont toutes les apparences de Calamites souterraines ; elles coupent en effet comme à l'emporte-pièce les joints de stratification ; les tiges C, C, de 0,20 et 0,12 ont cependant bien 4 mètres de hauteur. Le diamètre de la plupart varie de 0,12 à 0,05, les unes sont longues, les autres fusiformes et courtes  $C_5$ ,  $C_6$ , celles  $C_6$  sont évidemment issues d'une souche dont il ne reste plus trace, cette souche ainsi que la base de  $C_4$  ayant vraisemblablement été rongées, brûlées par l'oxygène des eaux en circulation dans le sable.

De la tige  $C_3$  j'ai parfaitement vu sortir une Calamite plongeant sous un angle de plus de 20°.

Les petites tiges sont recouvertes d'une mince écorce de 1 à 1/2 millimètre ; les côtes sont aussi marqués en dehors qu'au dedans de cette écorce.

La Calamite C en particulier a une écorce charbonneuse notablement plus épaisse en haut où elle a 5 millimètres qu'en bas où elle a à peine 1 millimètre ; sous cette écorce les côtes larges de 4 millimètres sont plates mais séparées par des sillons profonds ; dans l'intérieur du moule, on aperçoit quelques lambeaux d'endoderme et de cloison ; à la traversée des passes schisteuses le tassement a fait se plisser les côtes en zigzag, et s'ouvrir la tige au milieu.

**Calamodendron.** — Au-dessus de la passe schisteuse, les Calamites affectent une toute autre forme que j'avais distinguée sous le nom de *Clautocalamites* ; telles sont les tiges isolées D,  $D_1$ ,  $D_2$ , très charbonneuses, fortement enracinées par des racines très inclinées presque aussi fortes que le pivot dont l'origine reste inconnue.

(1) Suivant Brongniart (*Dict. Hist. Nat.* 1849) la grosseur et le tissu lacuneux de ces racines indiquent que ces plantes poussaient dans les marécages.

A un certain niveau, les racines, en amortissant la vitesse des eaux, ont provoqué, dans leurs interstices, la précipitation d'un limon non stratifié, mais stratigraphiquement équivalent au banc de sable qui y fait suite tout autour au même niveau. Ces tiges, vivant dans les eaux où s'opérait le dépôt de ces sables, montrent aussi avoir renouvelé leur appareil racinaire pour continuer à vivre malgré les atterrissements auxquels elles étaient exposées.

La tige D a plus que les autres un port de Calamodendron à tige enracinée pivotante ; d'un diamètre de 0,11 et à entre-nœuds de 0,20, elle est entourée de 5 millimètres de houille, et de ses articulations sortent des racines très charbonneuses possédant un axe pierreux légèrement cannelé.

Une petite Calamite a poussé après coup entre les racines de ce Calamodendron.

#### CALAMITES SOUTERRAINES DE LA GIRARDIÈRE

Souterraine aussi a été la végétation des Calamites fig. 2 découvertes en 1901 et 1903 à 50 mètres au-dessus de la couche Siméon (8<sup>e</sup> couche) : *Cal. Cannaeformis* à gauche et *major* à droite, privés les uns et les autres de tout appendice ; à la traversée des grès schisteux et schistes, les côtes sont plissées en chevron. Je n'ai pu voir la base de ces tiges.

Les *Cal. major*, Weiss, fort élargis en haut où leur diamètre atteint 0,30, ont des entre-nœuds presque égaux de 0,06 à 0,08 et des côtes larges de 6 à 8 millimètres, peu bombées, séparées par des sillons pénétrants.

Les tiges, tronquées en haut, sont arrêtées à un joint de stratification où se trouve couchée une Calamite analogue quoique beaucoup plus charbonneuse, provenant sans doute de la partie aérienne d'un *Calamites major*.

#### FORÊTS FOSSILES DES MINES DE SAINT-ELOY ET DE LA BOUBLE

Dans le district houiller de Saint-Éloy en Combrailles, les travaux miniers ont mis à découvert, à plusieurs niveaux au toit de la grande couche de charbon, trois forêts fossiles dont la position est fixée et le schéma figuré sur une planche de la 5<sup>e</sup> livraison.

La seule que je connaisse bien est située à 80 mètres environ au-dessus du charbon. La fig. 3 la représente au milieu et la fig. 4 à l'est de la grande tranchée du Manoir. La fig. 4 ayant été dessinée en une seule fois est une représentation fidèle de la forêt fossile ; la fig. 3 est composée de croquis levés à différentes époques, et si les parties mal repérées n'y occupent pas leur position relative exacte, les tiges plus variées traversent une plus grande épaisseur de terrain qu'à l'Est.

Ce qui frappe au premier coup d'œil, c'est la diffusion, entre les tiges enraci-

nées ayant poussé le pied dans l'eau, de nombreux *Cal. Suckowii* à faciès souterrain ne s'étant développés qu'après l'ensablement des premières. Dans la fig. 3 on les voit dériver les unes des autres, et si dans la fig. 4 ces Calamites ne sont pas reliées par des rhizomes, c'est sans doute parce que ceux-ci, courant dans des grès plus grossiers et plus poreux, se sont laissés plus facilement détruire.

Les *Cal. Suckowii* peuplant exclusivement le banc inférieur fig. 3, recourbent et enfoncent leur base dans un schiste noir ; cette base, remplie de grès blanc, se détache nettement de ce schiste sous la forme G dite, par les ouvriers, *botte de gendarme* ; en haut de ce banc, plusieurs tiges H, couchées sur le Sud, passent au *Cal. Cisti*. Dans le banc moyen les mêmes tiges sont plutôt remplies de schiste.

Quelques-unes apparaissent dans le banc supérieur entre des tiges variées de Psaronius et de Calamodendrons savoir : A, *Psaronius* à deux cônes espacés de racines, le cône supérieur solidement fixé par des racines plongeantes ; E, *Psaroniocolon* à mince écorce striée sans racines libres ; B, D, tiges penchant au Sud, à racines flottantes repoussées de ce côté au gré des eaux courantes, comme d'ailleurs celles de la tige C ; F, tige recouverte d'une couche de charbon de 0,03 et dont les radicelles intracorticales sortent et s'étalent en bas sous la forme de racines de Psaronius. Et au pied de ces tiges, tout au moins en K, gisent leurs organes aériens détachés et stratifiés : *Psaroniocolon*, *Ptychopteris macrodiscus*, *Pecopteris cyathea*.

Deux Calamodendrons M et N se font remarquer, le premier par des racines tubuleuses de 0,02 à 0,03, et, dans les dépendances de la forêt fossile, j'ai cru reconnaître dans les tiges X, Y, les *Cal. cruciatus*, Stern., et *Rielleri*, Stur. ; à noter encore une tige de *Cordaites* dont le bois et l'écorce sont indistinctement convertis en houille autour d'un noyau pierreux de 0,04.

Les tiges sont enracinées dans des dépôts irréguliers lenticulaires de grès.

A l'Est de la tranchée pullulent fig. 4 d'énormes *Cal. Suckowii* de 0,10 à 0,15, au-dessous et entre des *Psaronius* court rompus, celui Z ayant avec ses racines plus de 1 mètre de diamètre. Des bases semblables de Psaronius gisent en haut au milieu de grès en lentilles.

La fig. 5 prise au puits Tollin à 40 mètres au-dessus de la houille, à la partie supérieure des schistes fissiles et grès rubanés, représente un groupe de Calamites-rhizomes solidement fixées par de longues racines verticales ramifiées.

Ces Calamites ayant visiblement poussé dans la roche après son dépôt, leur végétation n'est pas liée à ce dépôt, et par suite on ne peut appliquer à celui-ci la règle posée page 5.

Et, voyant de part et d'autre (fig. 3 et 4) la forêt fossile succéder à des dépôts en eaux profondes de grès rubanés, on ne saurait douter qu'un changement de régime sédimentaire ne se soit produit dans l'intervalle, car dans les grès rubanés les empreintes végétales sont fragmentées et hachées, tandis que entre les arbres

enracinés les empreintes sont grandes et bien conservées dans des dépôts irréguliers d'eaux peu profondes.

Ce changement fait partie du mécanisme de la formation du terrain houiller productif, objet principal de la 5<sup>e</sup> livraison.

#### PLANCHE IV

#### FORÊTS ET SOLS FOSSILES DE MONTMARTRE

L'emprunt de remblais de Montmartre, où j'ai conduit le congrès géologique de 1900, a mis au jour une série complexe de forêts et sols fossiles étroitement associés; les sols de végétation y sont au nombre de plus de 15; les fossiles dominants sont les Pecopteris et les Calamites; les graines sont très rares.

Dans cette série j'ai reconnu, par les fossiles, la couche des Littes et la couche des Trois-gores de Montrambert. Celle-ci à Montmartre est accompagnée d'argile blanche et de grès et schiste cendré-olivâtre métamorphisés par les eaux siliceuses qui ont suivi la venue du *gore blanc* de cette couche à Montrambert (voir Pl. XX, fig. 1, n° 7).

**Couche des Trois-gores.** — C'est au-dessous de cette couche que git la principale forêt fossile fig. 1. Les tiges y penchent au S.-O. accusant un ancien cours d'eau dirigé dans ce sens. Elle comprend trois étages de tiges dressées, et, en plus, dans un schiste argileux compact olivâtre, diverses souches tronquées et racines arasées. Une petite faille relève à droite un système schisto-charbonneux immédiatement inférieur, où j'ai noté 5 sols de végétation sous filets de houille; une autre faille remonte en face une puissante série de grès schisteux où je n'ai aperçu aucune trace de plantes enracinées. Quant à la couche des Trois-gores, elle repose sur un sol de végétation; ses deux bancs sont séparés par un nerf rempli de racines paraissant appartenir aux plantes qui ont formé le banc supérieur. Un Syringodendron posé sur le banc inférieur traverse le banc supérieur.

Parmi les tiges composant la forêt fossile, je mentionnerai : 4 *Psaronius a*, dont deux passent en haut au *Ptychopteris macrodiscus*; un *Calamites cruciatus b* à entre-nœuds de 0,20; un *Caulopteris d*; et en bas nombre d'*Arthropitus* reposant comme les *Psaronius* sur un cône de racines adventives; ces *Arthropitus* penchant avec leurs racines dès la base au S.-O. ont de toute évidence poussé librement dans l'eau; quelques-uns paraissent arrachés, mais ils prolongent des rhizomes K solidement fixés.

La fig. 2 représente agrandis : 1° des *Arthropitus g* et *h* dont les racines ont nettement influencé le dépôt des roches adjacentes; 2° des cônes de racines embourbées *c* et *d* si bien séparés des grès encaissants qu'ils apparaissent comme s'étant élevés, antérieurement au dépôt de ces derniers, du fond de l'eau, comme certaines

touffes de *Carex stricta* (dites cônes de marais) jusqu'à la surface des marais; 3° la Calamite *o* et le Psaronius *n* sont entourés l'un et l'autre d'une si forte couche de charbon qu'on les pourrait confondre avec le Cordaïte *m*, d'autant plus que ces trois tiges possèdent les unes et les autres un mince noyau minéral de 0,04, 0,06 et 0,04.

**Couche des Littes.** — Cette Calamite *o* m'amène à signaler à l'attention, les Cal. *A* et *a* trouvées dans le toit de la couche des Littes, celle *A* de 4 à 5 mètres de long couchée dans un joint de stratification croisée. Toutes deux sont entourées d'une épaisseur invraisemblable de charbon que pourraient à peine fournir les bois très épais des *Arth. sub communis*, Gr., trouvés à Montrambert au toit de la même couche (1). Je représente ci-contre fig. 16 le plus bel arbre qu'on y ait rencontré vers 1870 et dans lequel je me suis refusé de voir pendant longtemps un ancêtre de nos Prêles.

Transformé en houille son bois paraît susceptible de former, avec son écorce épaisse déjà houillifiée, une calamite aussi extraordinaire que celle *A*, fig. 1, pl. IV.

La couche des Littes est recouverte d'un massif de grès surmonté de 3 veinules de charbon sur racines, au-dessus desquelles quelques tiges penchent fortement au S.-O.. Cette couche repose sur des souches et racines rampantes de *Cordaïtes* qu'elle s'est incorporées. Immédiatement au-dessous, racines, stipes feuilles et graines d'*Odontopteris*, puis deux veines de charbon sur racines.

Un peu plus bas, ma curiosité a été vivement excitée par une base de Psaronius *R* à racines étalées en éventail du côté où cette base donne la main, par dessous, coupe *Rr*, à une tige rampante *r* à racines repliées et entremêlées en haut, parallèles en bas. Ayant fait découvrir plus profondément ce mur, j'ai remarqué deux fossiles *S. S.* paraissant représenter en réduction la base de deux autres Psaronius (2). Mais je n'ai été définitivement fixé

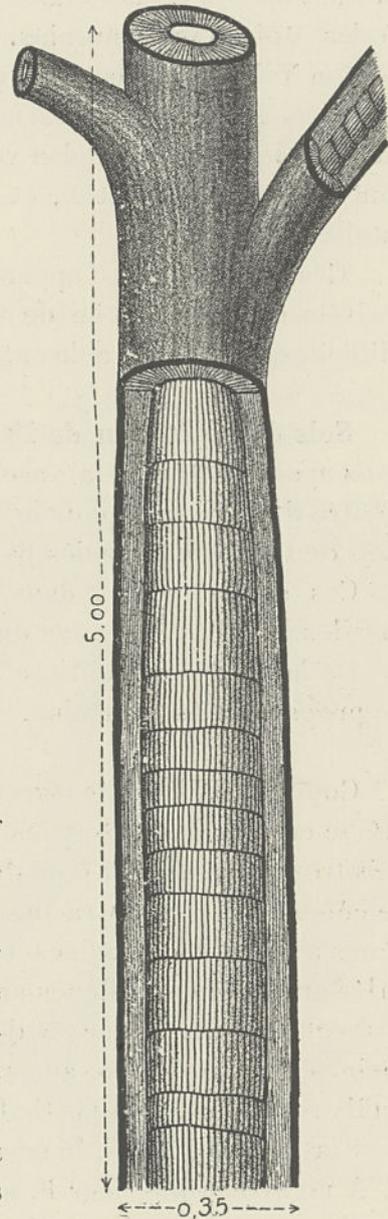


Fig. 16.

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, 1887, p. 108. Un tronçon de ces tiges ligneuses se trouve au Muséum.

(2) La fouille a encore mis à nu un rhizome *T* offrant en haut des insertions incertaines de pétioles, un axe *U* hérissé de racines très charbonneuses, et deux fortes touffes de racines *V* et *V'* auxquelles paraissent se rattacher de longs rachis de 2 à 3 mètres et des *Pecopteris polymorpha* gisant à côté.

sur la nature de la tige rampante *r* que par la découverte d'une pareille tige fig. X faisant suite à la base étalée d'un *Psaronius* ordinaire. Nous avons donc affaire ici à des stolons de *Psaronius*. Après ce premier succès, j'ai bien cru rencontrer un stolon Y bifurqué dans un plan horizontal, avec racines dirigées en arrière. En tout cas au toit de la couche « l'Italienne », à la Béraudière, j'ai dessiné un stolon bifurqué dans un plan vertical, la branche supérieure se redressant suivant un *Psaronius* debout Z, et la branche inférieure continuant en ligne droite le stolon.

Ces stolons ont l'apparence de tiges de *Psaronius* couchées qui seraient privées de leur couche de radicelles intracorticales; aussi l'écorce en est-elle difficilement discernable entre les racines et les stèles.

**Sols de végétation de *Psaronius* à faciès palustre.** — Ce sont de pareils stolons ayant flotté sur la vase qui remplissent les schistes du mur, du toit et de l'entre-deux de la 1<sup>re</sup> couche au Treuil (Pl. I, fig. 3), y formant des sols de végétation de *Psaronius* à faciès palustre.

Ces sols abondent dans le stéphanien avec les *Pecopteris* à *Asterotheca*, les fossiles les plus communs du bassin de la Loire.

De la plante tout entière, il ne nous reste plus à connaître que les rhizomes de propagation souterraine.

Complétant les découvertes ci-dessus, j'ai fait à Montrambert au mur de la même couche des Littes, les observations suivantes. Il y a environ six ans je me suis trouvé en face du fond de forêt de *Psaronius* fig. 4 comprenant une trentaine de cônes tronqués de racines, répartis sur une étendue de 20 sur 7 mètres. Ces cônes avaient leurs racines sinueuses entremêlées et flottantes au-dessus, fasciculée au-dessous, quelques-unes de celles-ci plongeant dans le grès inférieur. Entre ces cônes étaient couchés des *Psaroniocolon* n'offrant, sous l'enveloppe des racines intracorticales, aucune ébauche de cicatrice foliaire, ce qui porte à penser qu'ils représentent la partie basse submergée de tiges de *Psaronius*.

Sur le profil fig. 5, le susdit fond de forêt occupe le banc de schistes argileux E. A un niveau inférieur F, se sont montrées d'énormes bases de *Psaronius* dont les tiges penchées ou couchées sur le sud ne présentent sur 2 à 3 mètres de longueur aucune trace de cicatrices; seule la tige détachée à gauche, garnie de racines qui lui sont parallèles, offre sous son écorce charbonneuse, des cicatrices très allongées de *Ptychopteris*, lesquelles cependant n'infirmant pas l'interprétation ci-dessus, la tige en question représentant une partie déjà élevée de tige de *Psaronius*. Les schistes sont devenus argileux sous les cônes de racines, alors que dans les intervalles ils sont restés durs et bien stratifiés.

La coupe fig. 5 porte deux preuves que le cône des racines de *Psaronius* faisait saillie au fond de l'eau, savoir : l'arasement de ces cônes au banc de grès supé-

rieur E et les ondulations de ces grès qui se terminent effilés sur les cônes F du côté Sud et buttent à ces cônes du côté Nord.

Sous les cônes F gisent en très grand nombre des rachis et feuilles de *Pecop. polymorpha*, en corrélation avec des racines simples flottantes en haut, et ramifiées touffues souterraines en bas ; l'ensemble en est représenté Pl. XIV, fig. 15.

## PLANCHE V

## FORÊTS DE CORDAITES

Les Cordaïtes si abondants dans la flore stéphanienne, se rangent dans quatre groupes dont trois établis dans la *Flore Carbonifère* et le 4<sup>e</sup> signalé récemment à l'Académie des sciences sous le nom de *Rhabdocarpus-Cordaïtes* <sup>(1)</sup>.

Leurs tiges ligneuses enracinées sont très communes à Saint-Etienne.

Seul à ma connaissance Dawson a figuré des tiges de conifères (Cordaïtes) dans ses croquis de forêt fossiles (*Acadian geology*, p. 198), tout en partageant avec d'autres observateurs (p. 428) l'opinion que c'était des plantes de hautes terres plutôt que de marais.

Mais nous les avons vues et les verrons partout enracinées à côté des Psaronius, Calamites, Syringodendrons, et l'on ne saurait mettre en doute qu'elles n'aient aussi vécu

le pied dans l'eau, comme du reste dans le monde vivant un de leurs parents éloigné, le *Taxodium distichum*, et la densité de leur tissu ligneux n'autorise plus à les envisager comme des plantes de terre sèche non plus que les Calamodendrons.

Il faut savoir que les tiges debout de Cordaïtes ne sont pas vides de leur contenu comme presque toutes les autres ; leur bois est ou converti en houille avec

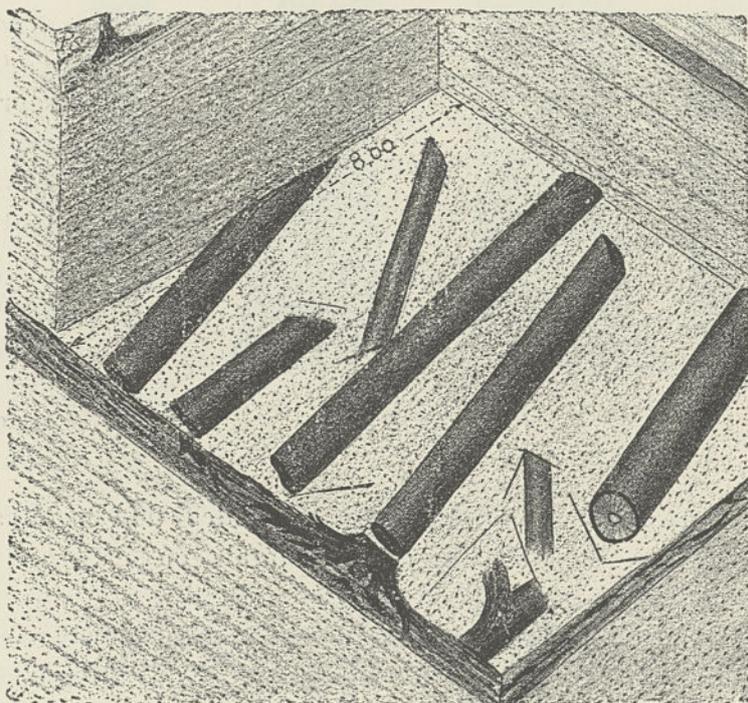


Fig. 17.

(1) *Comptes rendus*, 1905, p. 995.

l'écorce, ou pétrifié de manières diverses ; un axe pierreux occupe la place de la moelle.

Un de mes plus anciens croquis levé à Quartier-Gaillard avant 1870, représente fig. 17 ci-avant, une forêt de Cordaïtes renversés sur place, l'une des tiges tenant encore par côté à ses racines.

Le croquis suivant n° 18 réunit quatre troncs trouvés debout : celui B à l'Afenadou (Gard) d'un Cordaïte dont le bois de *Dadoxylon* est indistinctement houillifié avec l'écorce ; l'un D plus jeune contenant un moule artisiiforme ; une tige fluette C du Treuil dans l'intérieur de laquelle j'ai trouvé quelques traces de bois de *Peuce* que avec B. Renault, nous avons rapporté aux *Poa-Cordaïtes* ; et une

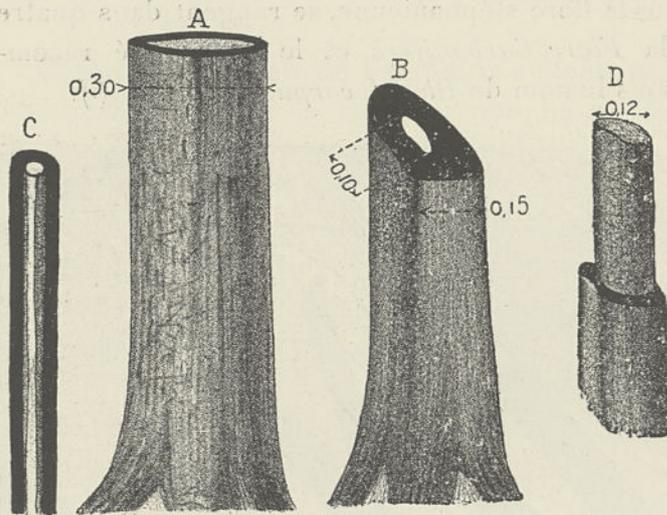


Fig. 18.

tige A de même apparence mais vide de son bois qui n'avait sans doute pas plus de consistance que celui rapporté aux *Rhabdocarpus-Cordaïtes*.

Quant aux souches, elles sont représentées en grand nombre sur la Pl. XV. Les unes sont ex-palmées, quelques autres pivotantes et je présume que celles-ci appartiennent aux *Dory-Cordaïtes*, il y en a à racines étagées et ces fossiles bien que ligneux offrent des différences grandes contrastant avec l'uniformité du feuillage.

La Pl. V porte deux forêts fossiles de Cordaïtes, explorées, celle fig. 1 à l'Eparre, et celle fig. 2, au Marais où j'ai conduit le Congrès géologique de 1900.

Celle de l'Eparre, constituée presque exclusivement de Cordaïtes, est située au toit de la couche dite « La Rousse » ; à peu de distance au mur de cette couche se voient aussi un grand nombre de ces tiges (voir Pl. XXII).

Celle du Marais située à 35 mètres au-dessus de la 15° couche, fait partie d'une série de sols et forêts fossiles découvertes de 1893 à 1906 ; dans cette série les Cordaïtes dominant au milieu, les Calamodendrons en haut ; des Caulopteris se font remarquer en bas, et dans un schiste intermédiaire abondent les racines, stipes, feuilles et graines de l'*Alethopteris Grandini*, Br.

**Forêt de Cordaïtes de l'Eparre.** — Au toit de la Rousse, fig. 1, sont érigées, dans un grès micacé, des tiges de Cordaïtes tout entières converties en houille, enracinées dans une argile schisteuse où prennent également pied des *Arthropitus*

et des touffes de racines de *Pecop. polymorpha*. Les tiges A et B tout en charbon sont puissantes, celles P et Q minces et non moins hautes.

La tige inclinée K avec sa souche élevée au-dessus du joint de stratification XY, ne tient au schiste inférieur que par l'extrémité de ses racines, de manière que si la tige et sa souche avaient été emportées, il ne resterait à la place que la pointe de ses racines. Telle est l'origine des racines ligneuses arasées.

**Tiges ligneuses à racines étagées.** — A quelques mètres au-dessus, s'élèvent d'autres Cordaïtes, un Psaronius, et d'étranges tiges ligneuses M, N, grossissant en haut, à racines étagées à la distance de 1 à 1<sup>m</sup>,50. On peut voir Pl. XV, fig. 23 une pareille tige à 3 étages de racines. Au Treuil la tige c fig. 3, Pl. I a aussi des racines étagées quoique moins régulièrement. Cette forme singulière de tiges ligneuses à racines étagées est fréquente.

Je ne pouvais dès l'abord y voir le pied d'un Conifère, je pensais plutôt que cette disposition représente le faciès de tiges de Cordaïtes qui exposées par leur habitat aux atterrissements, ont dû, pour ne pas mourir étouffées sous un apport notable de limon, produire de nouvelles racines, faculté dont ne sont cependant pas dénués les Conifères, puisque le pied d'un *Epicea* enseveli sous un convoi d'alluvions a émis au-dessus de nouvelles racines inclinées<sup>(1)</sup>.

A signaler sous la forêt fossile de Cordaïtes, un filet de houille F qui s'amincit et disparaît progressivement vers le Nord; un banc de grès argileux G d'étendue limitée, traversé par de nombreuses racines qui ne le dépassent pas, et près de la couche « La Rousse » des souches arasées que leur forme et l'allure des racines rattachent aux Rhabdocarpus-Cordaïtes.

#### FORÊTS FOSSILES SUPERPOSÉES DU MARAIS

La série fig. 2 dont j'ai donné un schéma au Congrès de l'A.F.A.S. de 1897 à Saint-Etienne, est partagée en deux parties par un massif de grès lui-même divisé par une brèche de schistes remaniés.

Du bas et du milieu de ce massif, se dressent quelques Dadoxylons, et dans ce massif sont échouées des tiges de même nature, conservées de la même manière, les unes tout entières transformées en houille, les autres en partie pétrifiées par la silice. A noter encore au milieu de l'assise de grès, un grand *Syringodendron* couché, apparemment renversé sur place.

Sur cette assise sont érigées trois tiges ligneuses remarquables M, N, P, solidement fixées par de grosses et longues racines horizontales rapprochées, à crampons obliques ayant visiblement poussé dans un grès schisteux qu'elles ont rendu

(1) *Journal forestier Suisse*, décembre 1900, p. 201.

GRAND'EURY. — Recherches géobotaniques, I.

argileux à leur contact. Au même niveau s'est trouvée une jeune tige *r* de forme analogue, et un petit *Artisia* figurant un Cordaïte resté à son premier stade de développement.

Plus haut, au milieu de dépôts lenticulaires, se montrent des *Psaronius*, une tige de Cordaïte à deux étages de racines, et plusieurs *Calamodendrons* penchés au S.-E., l'un d'eux paraissant arraché.

Au-dessous du massif de grès, se font remarquer successivement :

1° Fig. 3 des schistes noirs alternants avec des filets de houille ; l'un de ces filets est traversé par les *Cal. cruciatum* C dont les tiges, rompues et stratifiées dans un plan supérieur, sont en possession de leur épiderme cortical et garnies de leurs racines. Deux *Arthropitus* A et A<sub>1</sub>, font corps, par leur base recourbée rampante, avec le lit de charbon inférieur ; l'*Arthropitus* A a manifestement poussé à travers une base déjà développée de *Psaronius*. Et en haut de la série, sous le grès, argile schisteuse pénétrée de *Rhizopteris communis*, nom sous lequel seront désignées dans la suite les racines de *Pecop. polymorpha*.

2° Fig. 4, schiste et charbon rempli et formé d'*Alethopteris Grandini*.

3° Au-dessous de la série schisteuse, grès fin traversé par de très nombreuses tiges debout de *Cal. Suckowii* plus minces que d'ordinaire.

4° Veine de charbon de 0,30, d'où s'élèvent les *Psaronius* C, A, B, celui A prolongé par un magnifique *Protopteris* à cicatrices plus allongées en bas qu'en haut, et celui B ébauchant dès son milieu des cicatrices de *Pty. macrodiscus*.

5° Et au-dessous de cette veine de charbon, système schisto-charbonneux sans racines bien apparentes.

#### CHARBON D'ALETHOPTERIS GRANDINI, Br. (fig. 4).

Sur la fig. 4, *a* représente des schistes charbonneux où l'on ne voit que des débris d'*Aleth. Grandini* accumulés sur les racines *b* de cette plante (1) ; à ces débris sont mélangés si inséparablement des *Pachytesta gigantea*, Br. que depuis plus de douze ans je suis convaincu que ces énormes graines appartiennent à cette Névroptéridée ; ayant fait découvrir ce schiste charbonneux sur une certaine étendue j'y ai compté au moins 10 de ces graines par mètre carré. Ledit schiste passe en haut à une houille composée des mêmes débris fossiles.

Au-dessous des racines *b*, un schiste rendu charbonneux par les feuilles et stipes d'*Odontopteris Reichiana*, est encombré d'une si grande quantité de ses radicelles aquatiques, que, pendant quelque temps, je l'ai soupçonné d'avoir flotté.

Faut il encore citer au-dessus et au-dessous de ce gisement remarquable de

(1) Ces plantes n'ayant pas laissé de tiges debout, leur enracinement sera décrit dans la 2<sup>e</sup> livraison.

fossiles à peine remaniés, les filets charbonneux *c* et *d* à racines incluses et le schiste *e* à racines arasées formant un autre sol de végétation.

## PLANCHE VI

## FORÊT FOSSILE MULTIPLE DE L'ÉPARRE

Depuis plus de douze ans la C<sup>e</sup> des Houillères de Saint-Etienne emprunte ses remblais à la colline de l'Éparre qu'elle entame sur toute sa hauteur par 5 gradins; elle a ainsi mis en évidence, grâce à une faille, la constitution de 80 mètres de terrain houiller productif (voir Pl. XXII). Sur cette haute tranche de terrain, de très nombreuses tiges enracinées ont été découvertes à différents niveaux; elles abondent notamment entre la *Bleue* et la *Crue*, formant la forêt fossile multiple Pl. VI où j'ai dû rapprocher les nombreuses tiges observées depuis 1900.

Ces tiges forment cinq forêts fossiles distinctes, savoir, de haut en bas, une *première* forêt composée de tiges de toute espèce dont beaucoup de Cordaïtes, naissant, au milieu de dépôts lenticulaires, les unes entre les autres. Une assise de 4 à 5 mètres de grès grossiers en bancs cependant réguliers sépare ces tiges de la *deuxième* forêt fossile où dominent les Psaronius dont les rhizomes rampent sur un filet de charbon très régulier de 0,03 à 0,05 d'épaisseur. Au-dessous de ce filet, *troisième* forêt de Cal. *Cannaeformis* penchant fortement avec leurs racines au N.-O., surgissant d'un sol *B* d'où se sont élevées plus tard mais verticalement des Calamites semblables sans racines. Plus bas, sur un banc de schiste noir, *quatrième* forêt principalement composée de Psaronius en partie couchés sur le Nord. Et entre ce schiste et « La Crue », *cinquième* forêt de tiges normales à la stratification, alors que toutes les autres y compris celles de Cordaïtes penchent plus ou moins au N. ou au N.-O. du côté où diminuent l'épaisseur des bancs et le grain des roches, double effet produit sous des eaux qui descendant du Sud, ont fait pencher la tige en sens contraire.

Les tiges enracinées sont les mêmes qu'ailleurs, mais ici elles présentent des particularités collectives ou individuelles qui se traduisent par des aperçus nouveaux du plus grand intérêt.

J'ai apposé les lettres : *C* contre les Cordaïtes, *Ps.* Psaronius, *Cm.* Cal. major; et numéroté les tiges les plus dignes d'être notées.

**Psaronius.** — La tige N° 1 a ses racines concentrées à la base, le n° 2, étagées, le n° 3 ébauche des cicatrices.

Les n<sup>os</sup> 5, 6 et 7 ont une base des plus charbonneuses. Les n<sup>os</sup> 8 et 9 pourraient

être confondus avec des tiges de Cordaïtes si leurs axes pierreux ne renfermaient quelques stèles charbonnifiées.

La tige n° 4, longue de plus de 5 mètres et couchée en haut, s'est constitué, au point où elle se relève, un nouveau cône de racines supplantant le premier.

Les n<sup>os</sup> 10, 11, 12, 13 se prolongent dans le sol par des rhizomes traçants suivis sur 1 à 3 mètres sans en avoir vu sortir des racines libres, sauf du n° 10 : le long rhizome n° 14 s'étend au Sud sur le charbon.

Les tiges n<sup>os</sup> 37 et 38 rampent sur le sol sans se modifier, tout comme des stolons.

Tous ces Psaronius sont plus puissants, plus charbonneux en bas qu'en haut.

**Particularités.** — Au contraire, les n<sup>os</sup> 15, 16, 17 et 18 sont nettement plus forts et plus charbonneux en haut qu'en bas ; ils font suite à des rhizomes déliés de 0,04 à 0,05 peu charbonneux, faiblement striés ayant visiblement poussé de bas en haut.

Ils ont, suivant toute apparence, alimenté des Psaronius de seconde poussée, ces rhizomes très inclinés paraissant bien être en rapport avec la base et les stolons des autres Psaronius.

Or, dans l'intérieur des tiges qui s'élargissent en haut, par exemple du n° 17, descendent entre les faisceaux vasculaires, de nombreuses racines ordinaires (croquis n° 19) : ces tiges s'étant pourvues plus haut de cônes de racines, il est logique de supposer qu'elles périssaient par le bas tout en continuant à pousser par le haut. Cela ne fait pas de doute pour la tige n° 4 ci-dessus signalée. Nous avons vu page 21 qu'il a pu en être de même des Psaronius à racines étagées.

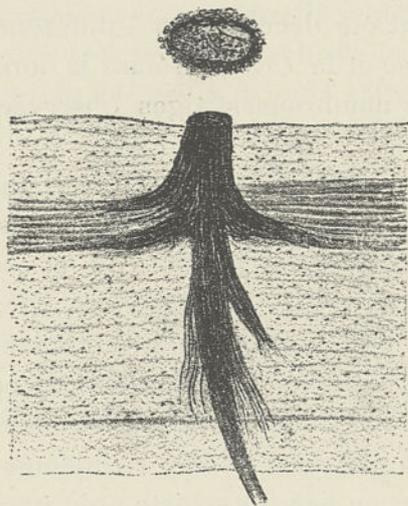


Fig. 19.

A remarquer, à ce sujet, les Psaronius n<sup>os</sup> 15 et 19 Pl. VI qui ont pris naissance au bout de rhizomes verticaux.

Il faut croire que les rhizomes se détruisaient facilement, car on n'en voit trace dans les roches poreuses où ont poussé des Psaronius ; dans le schiste, au contraire, se sont conservés, sur le plan en perspective O, les racines, stolons et rhizomes des Psaronius dressés au-dessus.

Pour terminer l'histoire de ces tiges, je ferai remarquer que les Psaronius n<sup>os</sup> 20 et 20' paraissent s'être bifurqués dans un plan vertical.

**Calamites.** — Il est dit plus haut que la 3<sup>e</sup> forêt fossile est surtout peuplée de Calamites penchant fortement au Nord et, ajouté que, entre ces tiges ont poussé en second lieu des Calamites verticales de même espèce.

Or, les tiges de Calamites inclinées avec leurs racines adventives, ont poussé

dans l'eau, tandis que les Calamites verticales ont poussé dans le sol après ensablement des premières.

La 3<sup>e</sup> forêt fossile offre ainsi l'exemple de deux végétations successives, issues du même fond de rhizomes et de racines.

Il en est de même, d'après ce qui précède, des Psaronius de la 2<sup>e</sup> forêt fossile.

On voit apparaître ici et là dans l'étendue de la carrière, 1<sup>o</sup> des Calamites souterraines de même sorte, comme à Saint-Éloy des Cal. Suckowii, 2<sup>o</sup> et, en haut, des Arthropitus à racines horizontales.

Les Cal. major apparaissent également en divers endroits sans être reliées visiblement entre eux par des rhizomes nécessaires aux besoins du premier développement de ces tiges.

**Syringodendrons.** — Au cours de plus de cent visites aux gradins de l'Eparre je n'ai rencontré dans la forêt fossile Pl. VI que les troncs de Sigillaires n<sup>os</sup> 33, 34, 35 et 36 : 33, simulant un sac coudé de 0,60 sans glandes, à fond de chaudron sans racines ; 34 tronc analogue, droit en bas, couché en haut avec glandes ; 36, tige droite de 0,30 à 0,40 de diamètre, passablement haute, à base divisée en moignons non encore munis de racines ; 35, bouton énorme de Syringodendron dont la base ne se dessine pas encore.

Il ne peut venir à l'esprit que ces énormes bases de tiges primitivement remplies de tissus mous, ayant surgi comme celles de la Pl. VII avec leur plein diamètre, soient, contre toute possibilité, nées de spores ; elles ont à coup sûr tiré leur première nourriture de rhizomes succulents disparus. Cela ne saurait faire de doute pour le bouton n<sup>o</sup> 35 non plus que pour le dôme de Syringodendron alternans découvert par Richar Brown au cap Breton (*Quarterly Journal* 1849, p. 359).

Nous sommes préparés à croire qu'il en est de même des Calamites, des Psaronius, et par là conduit à compléter par la pensée les forêts fossiles par plusieurs réseaux de rhizomes fugaces, dont on retrouve en effet par ci par là quelques traces évidentes.

**Cordaïtes.** — Les Cordaïtes sont assez nombreux à la base de la forêt fossile supérieure. La souche 26 hors sol ne laisserait, détruite, que des pointes de racines, comme la tige K fig. 1 Pl. V. Les racines 27 sont les témoins restant d'une souche disparue. La tige 29 à longues racines rampantes fixées par des crampons, me paraît avoir porté les feuilles de *Rhabdocarpus-Cordaïtes* accumulées à ses pieds. Au contact des racines, le grès est devenu argileux, et dans cette roche, les petites racines ont été rongées et détruites.

A la base et au Sud de la forêt fossile supérieure, les groupes n<sup>o</sup> 22 et 23 méritent plus qu'une mention.

Du groupe 22 sont isolés : *b* un tronc de 0,45 pétrifié à l'intérieur, *c*, une souche à racines puissantes ramifiées. Au milieu du groupe, *a* est un tronc large

de 0,20, haut de 1 m. 20, de la partie supérieure duquel descend une forte racine rameuse ; de cette tige paraît se détacher en haut une branche horizontale qui, après avoir pris racine, se relève suivant une nouvelle tige. Le groupe 23 plus condensé comprend trois souches *m*, *n*, *p* si rapprochées qu'on les croirait connexes, la souche *p*, tout au moins, semblant aussi dériver d'une branche horizontale de *m*.

Les Cordaïtes appartenant aux Gymnospermes, j'ai considéré ces apparences comme trompeuses jusqu'au jour où j'ai vu aux Charmois (Nancy), des branches basses d'*Epicea excelsa* descendre jusqu'au sol où elles prennent racine en se redressant sous forme de nouvelles tiges.

A noter encore que de chacune des souches nos 24 et 25 semblent sortir deux tiges.

#### PLANCHE VI *bis*

#### FORÊTS FOSSILES DES CHAUMIÈRES

D'aspect peu prometteur, la carrière à remblais des Chaumières ouverte à 100 mètres au-dessus de la 15<sup>e</sup> couche, a le privilège de posséder des *Pecopteris Pluckeneti* ovulifères, des bouquets de grandes feuilles terminales de *Cordaïtes*, de nombreuses *Walchia* irrégulièrement ramifiées, etc. Elle nous a de plus révélé un faciès souterrain de Psaronius, et le point de départ de la végétation du *Cal. Suckowii*; j'y ai encore découvert une végétation aquatique de fond du plus grand intérêt.

La fig. 1 Pl. VI *bis* réunit superposées les assises où se détachent trois forêts fossiles, savoir :

1<sup>o</sup> En haut une forêt à sol multiple sur un complexe de schistes noirs et de veines de charbon sur racines. Explorée il y a plus de 20 ans, je n'ai rien à signaler qui ne soit figuré.

Les deux autres forêts fossiles n'ont été découvertes que depuis une douzaine d'années, savoir :

2<sup>o</sup> Au milieu, dans un banc de schiste de 1,50 à 2 m. qui disparaît au Nord dans un puissant massif de grès, innombrables *Calamites cannaeformis* à l'Ouest et *Suckowii* à l'Est. Ceux-ci s'implantent dans le schiste sous la forme de minces pivots s'évanouissant dans la roche (voir Pl. XII, fig. 9 et 10). Dans le milieu du banc de schiste, grande abondance d'*Annularia longifolia* à peine déplacés.

3<sup>o</sup> En bas, forêt dont les tiges verticales, n'altérant pas la schistosité de la roche, paraissent avoir poussé souterrainement. Par la verticalité des tiges, cette forêt offre en tout cas un contraste frappant avec la forêt multiple Pl. VI de l'Eparre. Elle seule, fig. 2 et 3, va faire ici l'objet d'une analyse détaillée.

Et à 0,20 au-dessous de cette forêt, sur et dans un schiste M N fig. 1, végéta-

tion sous-aquatique d'une Névroptéridée remarquable, dont le feuillage étrangement diversifié sera décrit sous le nom de *Thallopteris*.

Le puissant massif de grès où est intercalée la 2<sup>e</sup> forêt fossile, est coupé par des brèches de schistes *b, b, b, b* et renferme des tronçons et souches charriés de Cordaïtes et de Psaronius, dénotant également des courants d'eau érosifs, que l'inclinaison des tiges des 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> forêts d'accord avec le sens de dégradation des grès en schiste, font aller du N. ou du N.-O. au S. ou S.-E.

Mais ce qui nous intéresse pour l'instant c'est la forêt fossile fig. 2 et 3 où sont condensées les tiges observées.

Ces tiges arasées à une brèche de schistes, prennent pied dans un grès fin où courent dans tous les sens des rhizomes et racines.

**Psaronius subterraneus.** — Les plus communes ressemblent d'aspect et de structure à des Psaronius.

Hautes de 2 à 3 mètres, elles grossissent en s'élevant de 0,05 à 0,12 et 0,15, et s'effilent en descendant de 0,05 à 0,03. La surface en est striée par des racines intracorticales. A la traversée des passes schisteuses A, A, ces racines sortent en nombre variable et s'étalent ressemblant à celles des Psaronius. Cela se répète à plusieurs niveaux et chaque fois la tige perd de son épaisseur ; et lorsque toutes les racines adventives sont sorties de la tige, celle-ci amincie n'est plus striée et, de sa surface verruqueuse, s'échappent de véritables racines horizontales fort longues passablement charbonneuses.

Touchant la structure de la tige, j'ai cru remarquer à sa base, dans l'axe, une stèle cylindrique ; à mi-hauteur, en plus, des stèles rayonnantes entre lesquelles se placent, près de la périphérie, d'autres stèles à bord tourné vers l'extérieur et rejoignant l'écorce.

Ces tiges ont les apparences d'avoir poussé dans le sol, comme en témoigne la tige C de laquelle s'échappent tangentiellement des racines traversant un schiste feuilleté ; la fig. 13 Pl. XIV représente un autre exemplaire très probant que les Psaronius pouvaient pousser avec leurs racines à travers le limon. D'ailleurs à la traversée des passes schisteuses A, A fig. 2 Pl. VIbis, on se rend facilement compte que les racines qui y sont étalées, ont poussé après et non avant leur dépôt. Avec cela que ces tiges n'ébauchent pas encore de cicatrices, sauf l'une tout à fait à son sommet. Au reste, la tige D s'est arrêtée dans son développement à côté d'une tige F qui après s'être élargie en entonnoir s'est élevée jusqu'en haut de la forêt fossile.

Les tiges amincies en bas et garnies de racines très consistantes m'ont bien paru se prolonger par de minces rhizomes horizontaux traçants, garnis des mêmes racines, ce qui dénoterait un nouveau type de tiges de fougères plutôt qu'une modification de Psaronius porteurs de Pecopteris cyatheïdes. Mais ces rhizomes n'auraient pas été de taille à alimenter la végétation souterraine des tiges.

J'ai bien cru aussi voir sortir des tiges, avec les dernières racines, des rhizomes

plus larges, mais telle est la difficulté de dégager ces organes dans la roche que les plus grands efforts ne m'ont pas tiré de l'incertitude où me laissent ces observations insuffisantes.

**Cordaïtes.** — Les tiges de Cordaïtes qui s'élèvent parallèlement aux Psaronius, paraissent elles aussi avoir poussé souterrainement. Mais cette hypothèse doit être repoussée *a priori*, ces plantes, nées de graines, n'ayant pas de rhizomes pour subvenir à leur développement sous terre. Il est plus probable qu'elles ont poussé les premières avant le dépôt qu'ont ensuite traversé les Psaronius. Pour trancher la difficulté dans ce sens, il faudrait trouver des tiges de Cordaïtes rompues près de la base.

Quoi qu'il en soit, ces minces tiges de Cordaïtes s'élèvent sans dévier, bien que leur diamètre souvent ne dépasse pas 0,10; leur canal médullaire cloisonné à distance ne ressemble pas à la moelle diaphragmatique (dite *Artisia*) des Cordaïtes ordinaires. Elles réalisent un type à part auquel je suis tenté de rapporter des Cordaïtes associés, dont la marge sur plus de 5 millimètres de largeur est privée de nervures apparentes.

**Syringodendrons.** — Parmi les Psaronius et Cordaïtes se dressent des Syringodendrons particulièrement minces de 0,12 à 0,20, l'un de la base, un autre du milieu et un 3<sup>e</sup> en haut de la forêt fossile. Et comme dans le même lieu se rencontre une nouvelle espèce de Sigillaires à coussinets saillants, je suis également tenté de la leur rapporter.

**Calamites minor.** — Dans le banc de grès schisteux K sont cantonnées de nombreuses Calamites debout, minuscules, de 0,05 à 0,02, à articulations rapprochées, que des *Asterophyllites* et *Volkmannia* spéciaux associés me permettront de décrire comme nouvelle espèce sous le nom de *Calamites minor*. Ces petites tiges relèvent de rhizomes ou s'insèrent sur des rhizomes par une base obtuse.

## PLANCHE VII

### FORÊTS DE SYRINGODENDRONS

Le rôle effacé qu'ont joué les Lépidophytes dans la flore du terrain houiller supérieur m'a fait reléguer à cette arrière-place les Syringodendrons ou bases de Sigillaires, qui ayant poussé dans le sol et l'eau, diffèrent très sensiblement de la partie aérienne de ces tiges.

Ces bases de tiges, primitivement remplies de tissus spongieux gonflés d'eau, sont réduites à une écorce charbonneuse circonscrivant d'énormes moules pier-

reux de 0,30 à 1 mètre de diamètre, hauts de 1 à 3 mètres, tronqués en haut et étalant en bas de fortes branches radicantes (*Stigmariopsis*) également vides de leurs tissus internes. Le moule porte, tout au moins à sa partie supérieure, des glandes géminées, images de celles sous-corticales des Sigillaires, mais sans passage vasculaire entre les glandes à même hauteur qui sont d'ailleurs souvent soudées entre elles ou même confondues l'une dans l'autre. Ces organes sécréteurs sont limités à la couche subéreuse, et n'atteignent pas la surface de l'écorce (*Géol. et pal. bassin h. du Gard*, Pl. XII, fig. 1 D.) Aussi dans le schiste où se dressent les Syringodendrons, n'y a-t-il, au droit de ces glandes, aucuns appendices feuilles ou racines; ils n'en comportaient du reste pas d'après Renault (*Comptes rendus* 1887, 24 octobre).

Ils ont cependant été décrits comme Sigillaires, sous les noms de *Sig. alternans* par Richard Brown (*Quarterly Journal*, 1849, p. 354), de *Sig. reniformis* par Goldenberg (*Flora Saraep. fossilis*, 1<sup>er</sup> livre, Pl. B fig. 13, p. 25); ce dernier terminé en couple représente sans doute une tige avortée.

**Syringodendrons souterrains.** — Les réflexions de la fin du chapitre VI sont surtout applicables à ce syringodendron qui a eu besoin pour sa croissance de réserves de nourriture qu'il n'a pu puiser que dans des rhizomes; et comme il ne reste rien de ceux-ci, il est probable que, comme dans le monde vivant, ils mouraient en arrière au fur et à mesure qu'ils progressaient en avant.

Les descriptions suivantes nous en convaincront.

#### SYRINGODENDRONS SOUTERRAINS

**Syringodendrons du puits Mars.** — Dans la carrière du puits Mars, à 20 mètres au-dessous de la 12<sup>e</sup> couche, on a, de 1885 à 1895, dégagé deux forêts superposées de Syringodendrons fig. 1. La tige A a une base expalmée, de l'ombilic central de laquelle rayonnent les branches radicantes. La tige B, au contraire plonge ses branches radicantes dans du grès schisteux qu'elles ont visiblement traversé de haut en bas et repoussé par côté; ces branches ont perdu leurs appendices qui ont dû être rongés par les eaux en circulation dans le sable, car de la tige C, les mêmes branches ont dans le schiste conservé toutes leurs radicules. Les tiges C et D sont enracinées plus haut dans un schiste contenant tiges, feuilles et cônes de sigillaires. La tige A et le gros bulbe E, en poussant et se dilatant, ont repoussé latéralement et replié en zigzag les lames du grès schisteux. Toutes ont visiblement poussé dans le sol.

Sur la même figure, un peu au-dessous de la brèche de schistes IJ on voit, ayant leurs branches étalées sur un filet de houille, deux autres Syringodendrons G et H, ce dernier ayant ses branches radicantes garnies d'appendices longs de 0,25 à

0,50 et birfuqués plusieurs fois de suite. En dedans de cette tige, des étuis ligneux *r* descendent dans les *branches radicales* (expression légitimée par une organisation de ces branches égale à celle de la tige).

**Syringodendron à fond plat.** — La tranchée du Châtelard à Saint-Chamond a exhumé un puissant Syringodendron sans glandes fig. 5, posé par un fond plat sur l'argile. Ce fond est coupé en croix par deux bandes vaguement striées, origines de branches radicales étalées sur l'argile; entre ces bandes, la surface vaguement réticulée porte quelques rares cicatrices de *Stigmaria*.

**Syringodendrons du gradin supérieur de l'Eparre, fig. 2 et 3.** — A la banquette supérieure de l'Eparre, j'ai pris le dessin fig. 3 de Syringodendrons et de *Psaronius* enracinés au même niveau; les premiers (1), (2), (3), (4) étant verticaux et ayant coupé et repoussé par côté les bancs de roches, s'y sont indubitablement développés. Quant aux *Psaronius* qui penchent tous au Nord, ils ont dû vivre avant le dépôt du limon à travers lequel ont ensuite poussé les Syringodendrons.

Un peu plus haut fig. 2 l'attention est d'abord attirée par un Syringodendron écrasé S prenant racines au même niveau que deux souches voisines remplies de grès, à branches radicales entrecroisées; à gauche les racines de branches analogues ont nettement perforé un schiste gréseux.

La tige S est environnée de *Cal. Suckowii* arasés à un filet de terroule, d'où descendent des racines qui, chose curieuse, ont traversé ces Calamites qu'avait sans doute ramollies auparavant la macération.

**Syringodendrons de Méons.** — Mais de toutes les forêts de Syringodendrons, la plus instructive est, sans contredit, celle de Méons fig. 6 et 7. La fig. 6 levée récemment est une coupe du terrain où l'on voit la forêt fossile surmontée d'une série de schiste et grès sans racine, et reposer sur un système schisto-charbonneux tout pénétré de racines sous des veinules de charbon. La fig. 7, du moins la partie droite de cette figure, a été dessinée il y a vingt-cinq ans environ.

Cette forêt surmontée de deux souches de Cordaïtes, comprend des Syringodendrons à tous les degrés de développement, depuis les plus jeunes à l'état de bulbes jusqu'aux plus puissants qui s'élèvent sur toute la hauteur. La photographie n° 20 ci-dessous représente l'une de ces tiges fixées au sol par des crampons analogues aux « *Conical tap roots* » de Richard Brown.

La fig. 21 ci-après p. 40 représente 3 tiges en série.

M. de Solms-Laubach s'étant trouvé de passage à Saint-Etienne au moment où l'on découvrait ces tiges, nous en avons dépecé une et trouvé affalés à sa base 5 à 6 étuis charbonneux de 0,08 à 0,02 entrant dans les branches radicales comme on le voit sur mon dessin K; ils sont amincis à leur extrémité supérieure par

laquelle ils étaient sans doute en rapport avec le nœud vital de la plante. Ces étuis très analogues pour ne pas dire identiques au cylindre central des sigillaires,

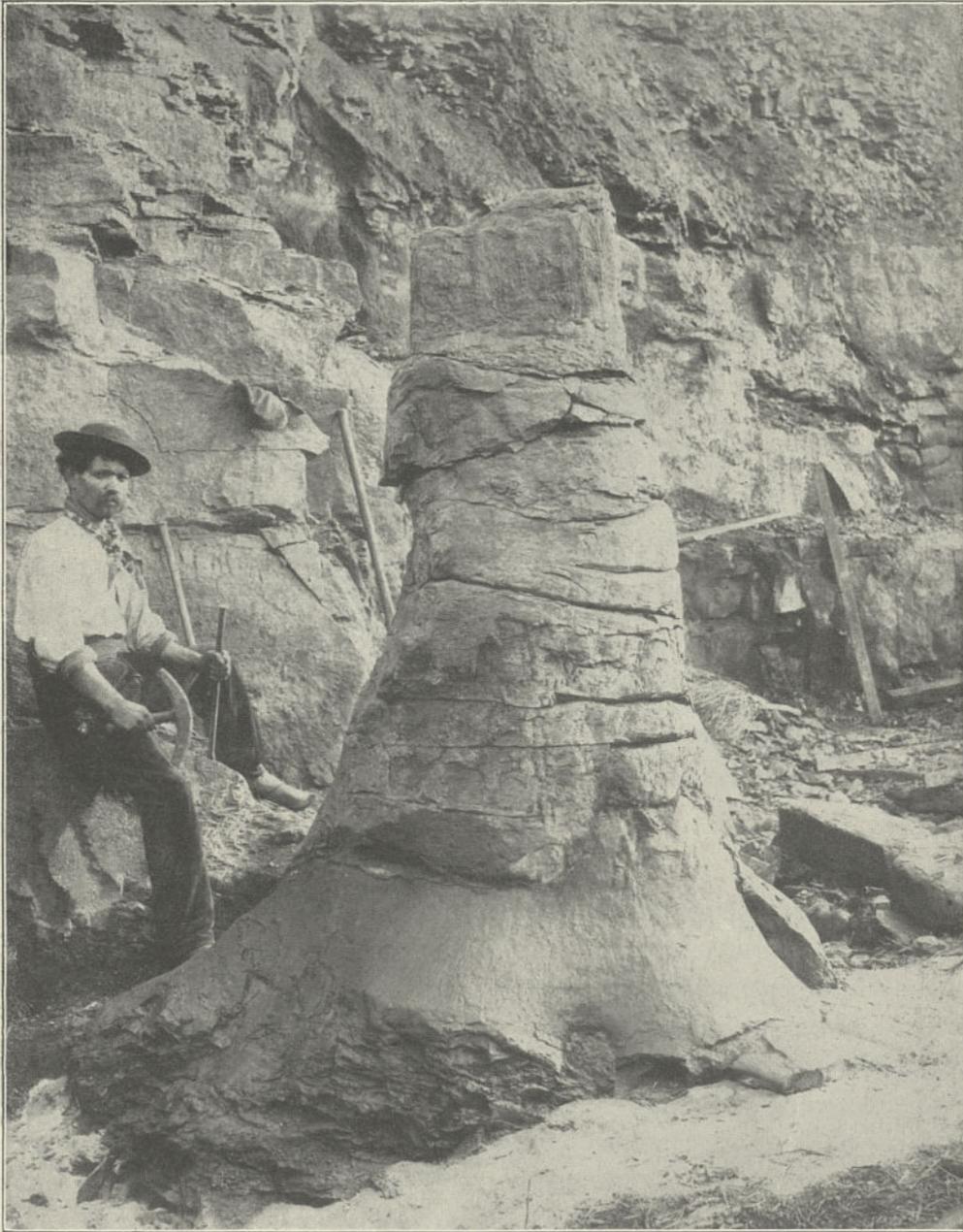


Fig. 20.

sont cannelés en dedans et relevés à la surface extérieure de points saillants de départ des faisceaux vasculaires se rendant aux appendices. M. de Solms-Laubach a d'ailleurs fait de cette tige l'objet d'une notice à laquelle je renvoie <sup>(1)</sup>.

(1) *Ueber Stigmariopsis, Gr.*, in *Palaeont. Abh. d. Dames u. Kayser*, 1894.

Mais l'intérêt principal que présente ladite forêt réside : 1° dans la présence de boutons de Sigillaires  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\varepsilon$ , de 0,10 à 0,30, ébauchant à leur base des branches radicantes non encore pourvues de racines; 2° surtout dans la présence de rhizomes stigmarioïdes vidés, peu précis (1), mais néanmoins certains, aboutissant au centre des bulbes  $\alpha$  et  $\beta$ . Ces boutons et bulbes ont poussé manifestement dans le sol. Plus haut  $h$  et  $h'$  sont deux jeunes souches non développées, et  $i$  les branches radicantes arasées de quelque autre jeune Syringodendron. Ces boutons, souches et tiges ne paraissant pas indépendants les uns des autres, comment comprendre leur distribution sans l'aide de rhizomes détruits (2) ?

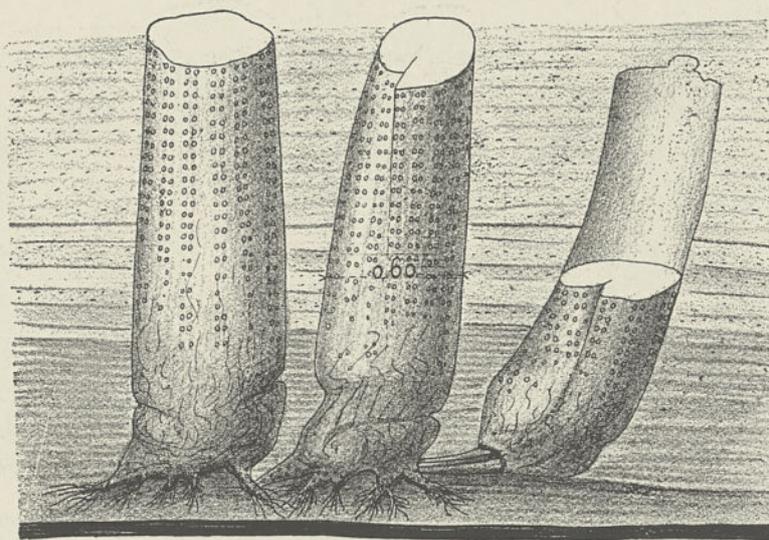


Fig. 21.

**Syringodendrons palustres.** — En opposition aux Syringodendrons précédents qui ont poussé dans le sol, les fig. 4, 4', 4'' en représentent un qui a poussé hors sol, porté sur ses branches radicantes et soutenu d'autant plus efficacement par les eaux qui en baignaient le pied que ses tissus étaient en partie aérifères.

Trouvé à la carrière Villefosse de Villars à 125 mètres au-dessus de la 13<sup>e</sup> couche, ce Syringodendron fig. 4 était couché; ses branches rompues pouvaient s'ajuster à celles arasées d'un Stigmariopsis sous-jacent. Les branches ne sont pas dans un même plan comme en témoigne la photographie 4''. La tige 4' est ornée en bas de cicatrices stigmarioïdes, et en haut de glandes géminées.

**Sol de végétation de Sigillaires.** — Les cas sont rares où les tiges séparées des souches gisent dans leur proximité. Mais les souches connues sous le nom de

(1) Le bulbe  $\beta$  et la matrice de son rhizomes sont au Muséum.

(2) Sur la Pl. XXII on voit sous la 8<sup>e</sup> couche une souche de Stigmariopsis du centre de laquelle descend une branche verticale de propagation souterraine.

*Stigmariopsis* sont très abondantes au mur et dans les couches de houille, témoignant, pendant leur formation, d'une abondante végétation en eaux mortes de Sigillaires. La Pl. XI est consacrée à la représentation de ces sols de végétation, on en voit un sur la Pl. VIII suivante.

Pour le moment je ne donne, Pl. VII fig. 11 qu'une forme anormale de *Stigmariopsis*, se singularisant par des branches radicales verticales ayant repoussé en les trouant de haut en bas des grès rubanés, et s'étant arrêtées ainsi que leurs appendices à une veine d'argile qu'ils ont évité de traverser.

**Classement des Syringodendrons.** — Les Syringodendrons prennent les formes les plus variées, cylindriques, tronconiques, renflés comme des tonneaux, etc.; les uns sont rétrécis à la base fig. 9, les autres au contraire plus ou moins évasés fig. 10. La fig. 8 représentent ces fossilles à trois degrés de développement.

Devant la diversité de leurs formes à Saint-Etienne, on s'abuserait grandement si l'on voulait y voir les bases de nombreuses espèces de Sigillaires. Je connais assez la flore fossile pour dire qu'il ne leur correspond que des Sigillaires à écorce plate : *Sig. Brardii*, *Spinulosa*, *Lepidodendrifolia* et autres très voisines. Les formes parfois si étranges de nos Syringodendrons ne sont donc que des modalités de tiges qui forcées de s'adapter aux circonstances changeantes de leur habitat, modifiaient, comme les Hydrophytes, leurs formes en conséquence. Les mêmes Syringodendrons, en effet, diffèrent suivant qu'ils ont poussé dans le sol ou dans l'eau, dans du limon gréseux ou sur des dépôts imperméables argileux ou charbonneux, sur lesquels, pour éviter l'asphyxie, ils se façonnaient un fond plat.

#### PLANCHE VIII

##### FORÊTS DE SIGILLAIRES ET DE CALAMITES DE LA GRAND'COMBE

Les tiges enracinées réunissant bout à bout les deux formes *Syringodendron* et *Sigillaria* ne se trouvent pas à Saint-Etienne, je n'ai eu la bonne fortune d'en rencontrer qu'à la Grand'Combe où durant les nombreux séjours que j'y ai faits de 1884 à 1889, j'ai relevé les forêts fossiles objets de la Pl. VIII.

**Tiges de Sigillaires sur Syringodendrons.** — A Champelauson, à la carrière des Rosiers, j'ai vu se dresser fig. 1 entre un *Caulopteris* et une tige de Cordaïte, deux Syringodendrons ornés, à la hauteur où commencent les cicatrices foliaires du *Caulopteris*, de cicatrices déterminables de Sigillaires, l'un, cas unique, ayant encore ses feuilles attachées peu rigides, se raccourcissant et disparaissant en bas, constituant une nouvelle espèce, le *Sig. Mauricii*, Gr., illustrée

dans *Géol. et pal. du bassin houiller du Gard*, Pl. XIII, fig. 3, 4 et 5; l'autre de cicatrices analogues à celles du *Sig. spinulosa*, Ger., mais plus petites.

A Champclauson, au toit de la couche des Lavoirs fig. 2, se sont rencontrées trois Sigillaires déterminables entées sur trois Syringodendrons, l'un en forme de bouteille passant en haut au *Sig. Mauricii*, un second cylindrique légèrement

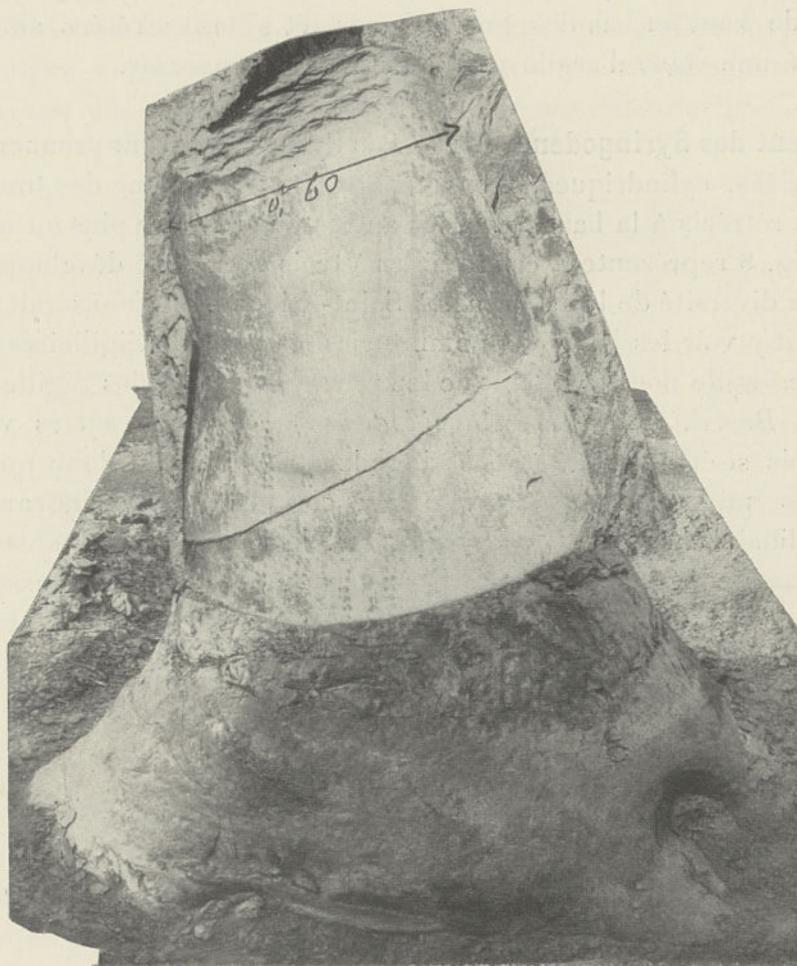


Fig. 22.

cannelé à cicatrices de *Sig. Lepidodendrifolia*, Br., et un troisième à cicatrices s'approchant de celles du *Sig. Grasiana*, Br.

Je signalerai encore à la carrière de la Crouzette fig. 1 une petite tige debout de *Sig. Brardii*, Br.

Il y a ainsi à Champclauson 4 à 5 espèces de Sigillaires déterminables sur troncs debout de Syringodendrons de moyenne et petite grosseur.

A Portes, des Syringodendrons plus gros et plus hauts n'offrent traces de cicatrices foliaires. Il en est de même, au toit de la couche Fontaine, de *Syr. biocu-*

*latum*, Gr., hauts de plusieurs mètres. Le *Syringodendron* couché du Marais Pl. V fig. 2 a près de 5 mètres de longueur sans présenter d'un bout à l'autre de changements sensibles. Que penser par analogie de l'absence de cicatrices foliaires en haut ou au bout de ces puissantes tiges, sinon qu'ayant poussé dans le sol et l'eau, elles ne se sont garnies de feuilles qu'à une assez grande hauteur.

La fig. 4, Pl. VIII représente un *Syr. bioculatum* très élargie à la base, qui paraît bien avoir poussé dans l'alluvion, et le croquis fig. 22 ci-contre une base de tige plus volumineuse encore.

Ces tiges érigées ont suivant toute apparence poussé dans le limon ; et l'on reste confondu devant la hauteur et la grosseur d'une pareille végétation souterraine.

**Sols de végétation de Sigillaires.** — Mais les Sigillaires sont rares qui sont représentées par des *Syringodendrons* debout. Ayant peuplé les marais houillers, il n'en reste généralement que les souches arasées, les *Stigmariopsis*, formant les sols fossiles de végétation M et N fig. 11, sols agrandis fig. 3. Pareil sol fossile existe au mur de la couche des Lavoisirs fig. 2, mur recouvert directement par des Sigillaires couchées à plat.

C'est sous cette forme incomplète que se présente d'ordinaire dans le terrain houiller, les forêts fossiles de Sigillaires.

**Syringodendrons cannelés.** — Jusqu'à présent il n'a été question que de Sigillaire à écorce plate. C'est que les *Syringodendrons* cannelés sont rares dans nos bassins houillers ; la fig. 5 en représente un de Lalle, qui paraît se rapporter au *Sig. polleriana*, Br. Ils sont au contraire communs dans le Westphalien, on en voit plusieurs sur les fig. 1, 2, 3 et 4, Pl. IX et bien qu'ils ne portent pas de cicatrices foliaires, on n'hésitera pas à les rapprocher des Sigillaires cannelées si abondantes dans cet étage. Richard Brow en a publié une sur racines de *Stigmaria* (*Quarterly Journal*, 1846, p. 395).

**Calamites.** — La couche Abylon, à Ricard, fig. 12, est accompagné de deux forêts remarquables de Calamites, l'une au toit de *Cal. major*, W., l'autre au mur de *Cal. cannaeformis* à différents degrés de développement. A cette dernière espèce se rattache par la lettre  $\Theta$  l'ensemble fig. 10 de tous ses organes : tiges, rhizomes, racines, et, enfouis au-dessus, *Calamophyllites*, *Asterophyllites equisetiformis*, Schl., *Volkmannia gracilis*, Presl. Plus près de la couche, est un groupe K de *Cal. Suckowii*.

**Calamites major, Weiss.** — Au toit de cette couche, la carrière de Luce présentait vers 1885 le tableau imposant fig. 6, d'énormes *Cal. major* de 0,15 à 0,35 de diamètre, plutôt renflées au milieu et de 2 à 3 mètres de hauteur. Leur attitude à

travers des schistes gréseux est celle de tiges ayant poussées dans cette roche. Leurs côtes plates larges de 7 à 10 millimètres sont séparées par des sillons s'avancant jusqu'à une espèce d'endoderme qui dénote des tiges fistuleuses; la fig. 7 en représente, à moitié grandeur naturelle, la paroi. Les tiges se terminent en bas par un culot ou une base amincie et cambrée; la tige Q sort latéralement de la tige P. On ne voyait des racines qu'à la base des tiges. Je n'en ait point découvert les rhizomes; mais à la Malafolie (Loire) près du puits Adrienne, j'ai pris la vue oblique fig. 8 d'un *Cal. major* à la base duquel aboutissait un mince rhizome enraciné.

J'ai reçu des mines de Portes une Calamite encore plus considérable fig. 9 qui ne le cède pas, en grosseur, à beaucoup de Sigillaires; son diamètre mesure 0,40 et ses côtés 0,01. Ces tiges creuses attestent, de concert avec les Syringodendrons, une puissance de végétation faite pour étonner.

Je représente encore fig. 11 un Calamodendron de la Grand'Combe, constitué, entre une forte écorce de charbon et un endoderme, par des lames rayonnantes alternes de houille et de tissus pétrifiés oblitérés; et un Arthropitus fig. 12 de la Crouzette, dont le noyau Calamitoïde est entouré de 0,02 à 0,10 d'une houille que la pression a fait refluer par côté.

Les fig. 11 et 12 donnent de la couche Abylon deux coupes, prises à la Levade et à Ricard, si différentes qu'on ne les peut raccorder que par le banc d'argilophyre G; ces coupes portent des légendes écrites à compléter comme suit d'après des observations faites en 1899: *b* stolons de Psaronius; *c* racines en place de Cordaïtes; *f* sol de végétation de Cordaïtes; *l* Caulopteris; *h* forêt fossile; *g* et *i* schistes remplis d'*Alethopteris aquilina*.

## PLANCHE IX

### FORÊTS DE TIGES ET SOUCHES DE LÉPIDODENDRONS

Bien rares et peu précises sont les tiges debout sur racines, rapportées jusqu'à présent aux Lépidodendrons.

De Sternberg, en 1825, a publié sous le nom de *Lep. aculeatum*, une tige trouvée debout sans racines dans une carrière de Wranowitz <sup>(1)</sup>. Richard Brown a cru découvrir un Lépidodendron en place sur une souche de *Stigmaria* par cela seul que les cicatrices de celui-ci occupent des mailles rhomboïdales <sup>(2)</sup>.

(1) *Versuch einer Geog. d. Flora d. Vorwelt*, Pl. XIV, p. 25.

(2) *Quarterly Journal*, 1848, p. 46.

Geinitz a rapproché des Lépidodendrons des branches de Stigmariopsis, Schimper a été conduit à leur attribuer les *Stig. ficoïdes* de Thann (1).

Ces rapprochements sont incertains et l'on ne connaît toujours pas les souches et branches radicantes des Lépidodendrons comparativement aux mêmes organes des Sigillaires.

Les Lépidodendrons étant rares dans le centre de la France, j'en suis allé rechercher les troncs, souches et racines dans le bassin Franco-belge où ils voisinent avec les Sigillaires, à Hattingen (Westphalie), où ils dominent de beaucoup les Sigillaires, et dans le Culm de Mouzeil et de Montrelais où, en fait de Lépidophytes, il n'y a que des *Lépidodendron* et des *Stigmaria*.

Les tiges de Lépidophytes que j'ai observées dans la mine au toit des couches de houille du Nord et du Pas-de-Calais, sont représentées Pl. IX, fig. 1 à 7.

**Mines d'Aniche.** — Aux mines d'Aniche, la couche Gabrielle fig. 1 comprise entre Stigmarias au toit et au mur, se compose de deux bancs de charbon séparés par un schiste où j'ai vu, assis sur le banc inférieur, la base d'un tronc debout dans lequel descend une branche d'un groupe de Stigmarias convergeant en haut et arasés au banc de charbon supérieur; j'ai suivi l'un de ces stigmarias sur 4 mètres de longueur, son épaisseur se réduisait de 0,08 à 0,06, il paraissait devoir se prolonger beaucoup plus loin.

Sous la couche Grande veine fig. 2 il y a aussi des *Stigmaria* convergeant en haut sans doute vers quelque base détruite de Lépidophyte. Sur cette couche sont nombreux les troncs debout répartis par groupes plus ou moins isolés. J'ai plus particulièrement remarqué ceux figurés dont la souche repose directement sur le charbon fig. 2 et s'y imprime même fig. 2'.

**Mines de Liévin.** — Aux mines de Liévin, le regretté Vaissière m'a montré, au-dessus de la couche Saint-François, de nombreux troncs debout groupés par 5 ou 6, les groupes étant éloignés les uns des autres de 30 à 50 mètres. La fig. 3 en reproduit quelques-uns parmi lesquels on remarque : deux tiges accolées B dont l'une est avortée, l'autre a une écorce charbonneuse de 5 à 10 millimètres; des deux tiges C, l'une a gêné le développement normal de l'autre; les tiges D, fort rapprochées, ont leurs racines entrecroisées.

Celle A m'a d'autant plus intéressé qu'elle apparaissait comme tronquée à la base par une Sigillaire aplatie (2), circonstance qui a fait douter que les tiges debout soient en place (3). Ladite tige forcée de se développer immédiatement au-dessus, s'y est modelée par un fond plat que nous avons remonté au jour pour le photographier; ce fond fig. 3 A est découpé par des bandes rayonnantes se prolongeant par

(1) *Terrain de transition des Vosges*, p. 324, 330.

(2) La couche est recouverte de charbon menu dit *Noireux*, qu'un joint argileux sépare de cette Sigillaire

(3) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1896, p. 264.

des *Stigmaria p* ; sa surface légèrement réticulée ne montre quelques cicatrices circulaires qu'à 0,50 et 1 mètre du centre, les échancrures du contour ne commencent qu'à 1 mètre et 1 m. 50 de ce centre.

Les *Stigmaria p* s'étendent fort loin tout autour de la tige; ils se bifurquent en plan et en coupe. Un fragment de l'un d'eux pris à 2 mètres de l'ombilic central ne diffère pas sensiblement du *Stig. ficoides*.

Les tiges, coupant nettement les bancs et lames de schiste, ont poussé dans le limon.

La veine Frédéric possède aussi à son toit de nombreux troncs debout de Lépidophytes.

**Mines de Bruay.** — Aux mines de Bruay j'ai vu, au toit de la 11<sup>e</sup> couche, de nombreuses tiges penchant toutes du même côté fig. 4; leurs souches s'étendent dans un schiste au-dessus duquel les tiges ont fléchi, sauf une plus rigide, qui s'est enfoncée d'un côté dans le charbon. Il est probable que, peu fixées au sol, elles ont cédé sous l'effort du cours d'eau qui a déposé les roches encaissantes, car dans ces roches a poussé un *Cal. Suckowii* dont les tiges sont normales à la stratification.

Les tiges obliques sont les unes unies, les autres cannelées. Il n'y a aucun doute que les tiges cannelées ne se rapportent aux Sigillaires. Or, sous l'écorce unie de l'une des autres, j'ai remarqué de légères saillies en quinconce approchant de celles de certains *Aspidiaria* genre fondé comme *Korria* sur le moule sous-cortical des Lépidodendrons.

Des tiges analogues reposent tantôt sur le charbon fig. 5, tantôt en sont séparées par du schiste où plongent leurs racines fig. 6.

**Mines de Lens.** — Aux mines de Lens, sur la couche Amé et sur la passée d'Amé, j'ai observé de nombreuses tiges unies et cannelées fig. 7; les écorces charbonneuses des tiges unies ont une épaisseur de 0,01 et même 0,03. On devine que la partie inférieure des tiges, qui est normale à la stratification, a poussé dans le limon et la partie supérieure dans l'eau.

**RÉSUMÉ.** — En somme les troncs de Lépidophytes, érigés au toit des couches de houille, sont les unes cannelées comme toutes les Sigillaires du Westphalien et les autres lisses, et il est d'autant plus probable que celles-ci représentent des Lépidodendrons que dans le Culm de Mouzeil, on trouve au toit des couches 0 et 1 des tiges debout de tous points semblables qui ne peuvent être que des bases de Lépidodendrons. Il est vrai que les uns et les autres ont même port et même base stigmarioïde; mais l'analogie de structure et de fructification des Sigillaires et Lépidodendrons (1) ne comporte pas des organes de végétation très différents.

Tous paraissent avoir poussé dans le sol et l'eau, aucuns de ceux observés n'ayant présenté en haut la moindre ébauche de cicatrices foliaires.

(1) Compte rendu, 1889, 29 avril.

Sans pouvoir expliquer ce fait négatif autrement que je n'ai fait plus haut pour les Syringodendrons, je représente cependant fig. 8 une courte tige paraissant dessiner en haut des cicatrices foliaires rhomboïdales de *Lepidostoyos*; sa base fortement contractée se prolonge par des Stigmaria; de l'axe central partent les cordons qui se rendaient aux feuilles; à l'intérieur, trois autres axes  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  dont la destination m'est inconnue.

#### SOUCHES ET BRANCHES RADICANTES DE LÉPIDODENDRONS

Les troncs lisses du Pas-de-Calais étant rattachés aux Lépidodendrons, la découverte faite, à la base de l'une d'elles A fig. 3, de branches radicantes de *Stig. ficoides* prend une importance de premier ordre qu'accentuent les observations suivantes.

Dans la terrée de la couche O de Mouzeil, représentant un fond de marais peuplé de souches de véritables Stigmaria fig. 9, ces souches sont en rapport avec des tiges renversées analogues à celles lisses des Lépidodendrons; leurs branches radicantes, larges à l'origine de 0,15, se subdivisent plusieurs fois se réduisant peu à peu au diamètre de 0,05, elles rappellent le *Stig. ficoides*, les cicatrices en sont seulement plus rapprochées sinon plus petites, d'où le nom de *Stig. aproximata*<sup>(1)</sup> sous lequel je les citerai par la suite.

La photographie ci-contre n° 23 est celle d'une tige moyenne de 0,10 de diamètre.



Fig. 23.

Aux mines de Linden (Westphalie) où abondent les Lépidodendrons, j'ai observé de près la souche fig. 10, divisée en grosses branches peu inclinées recouvertes d'une forte écorce distendue par l'intercalation de fuseaux de liège qui ont écarté les cicatrices de Stigmaria comme les cicatrices foliaires du *Lep. rimosum* du Gard<sup>(2)</sup>; la souche ayant par là augmenté en diamètre, son empreinte sous-corticale n'est pas sans ressembler au Stigmaria Pl. V du terrain de transition des Vosges que Schimper a (p. 326) rapproché des Lépidodendrons. A ces grosses

(1) Geinitz mieux que Göppert a figuré sous le nom de *St. inæqualis* Göp. (*Darst. der Flora des Hainichers Flóhaer Kohles* fig. 5) des *Stigmaria* approchant, abondants sans Sigillaires dans les couches anciennes de la Saxe, page 58.

(2) *Geol. et Pal. du bassin du Gard*, Pl. IX fig. 3.

branches font suite, courant dans plusieurs plans rapprochés, de nombreux *Stig. approximata* se bifurquant à angle droit et s'amincissant de 0,10 à 0,05 jusqu'à 0,02.

Une des branches radicales est munie d'un crampon *b*. Dans le même endroit j'ai pris le dessin fig. 11 de plusieurs branches de *Stigmaria* pourvus de crampons les uns horizontaux, les autres verticaux, destinés sans doute à fixer celles de ces branches qui rampaient sur le fond ou près du fond des marais houillers. Ces crampons résultent de bifurcations à branches inégales.

La souche de Linden se trouve sous une croûte de charbon paraissant formée de *Lépidodendrons*. J'ai reconnu sur les terris plusieurs souches semblables encore plus étalées.

Aux mines d'Ostricourt (Nord), j'ai pris le dessin fig. 14 d'une souche très complexe de *Stigmarias* inclinés très ramifiés dans un grès où ont disparu une bonne partie des appendices ; quelques branches m'ont paru avortées.

Aux mêmes mines, sur un mur de couche, j'ai relevé le dessin fig. 13 d'une souche dont la tige rabattue ressemble à celle d'un tronc de *Lépidodendron*. De la base de cette tige, divergent, en coupe, des branches de *Stigmaria* comme dans les fig. 1 et 2 sur lesquelles j'ai appelé ci-dessus l'attention ; ces branches, jusqu'à une certaine distance de la souche, ont leurs cicatrices effacées ou dissimulées sous une écorce épaissie.

A la fosse Casimir-Périer, j'ai suivi de longues branches de *Stigmaria* fig. 15, à cicatrices rapprochées, se bifurquant à longue distance plusieurs fois de suite en diminuant d'épaisseur, de 0,10 à 0,02, et réellement effilées, d'où le qualificatif *attenuata* ; les unes rampent, les autres tracent, paraissant toutes se diriger vers une souche surélevée ; l'épaississement près du collet de l'écorce en a fait disparaître les cicatrices, du moins à la surface.

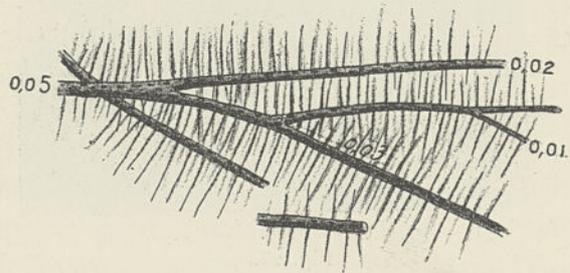


Fig. 24.

A Abscon se trouvent des *Stigmaria* encore plus minces (croquis 24 ci-contre), quelques-uns n'ayant pas plus de 0,01 de diamètre. Ces sortes de *Stigmaria* n'ont été ni figurés ni signalés.

La fig. 16 représente, par tronçons, un *Stigmaria attenuata* garni d'appendices serrés au gros bout, de plus en plus rares et espacés vers l'extrémité effilée, fait dont il n'a pas été tenu compte sur le croquis ci-dessus.

**Stigmaria Lepidodendroïdes.** — Parmi les branches de *Stigmaria*, il s'en trouve fig. 12 dont les cicatrices sont circonscrites dans les mailles d'un réseau de losanges, qui les font ressembler aux *Lépidodendrons*, notamment au *Lepid. Anglicum*, de St., lequel, d'après M. Kidston, n'est autre qu'un *Stigmaria*. Mais cette modifica-

tion que j'ai signalée à l'Institut <sup>(1)</sup> comme un trait d'union, n'a pas de continuité; je l'ai rencontrée en Westphalie, à Mariemont, à Gagnières, à Rive-de-Gier, etc.

De tous les développements qui précèdent, il me paraît résulter, à l'encontre de mes variations à ce sujet, que les Lépidodendrons avaient pour branches radicales de véritables Stigmarias ramifiés par dichotomie répétée jusqu'à se terminer par une extrémité étroite ou même effilée, et comme ces Stigmarias fort longs sont multipliés en plan et en coupe, il est effectivement dans l'ordre naturel des choses qu'il leur corresponde des tiges également très ramifiées comme les Lépidodendrons, et non colonnaires comme les Sigillaires.

Nous verrons en effet dans la 2<sup>e</sup> livraison Pl. XI que les souches de Sigillaires sont comparativement très réduites sous la forme de *Stigmariopsis*, Gr. à branches écourtées peu nombreuses, et appendices obliques.

(1) Comptes-rendus, 1904, p. 450.



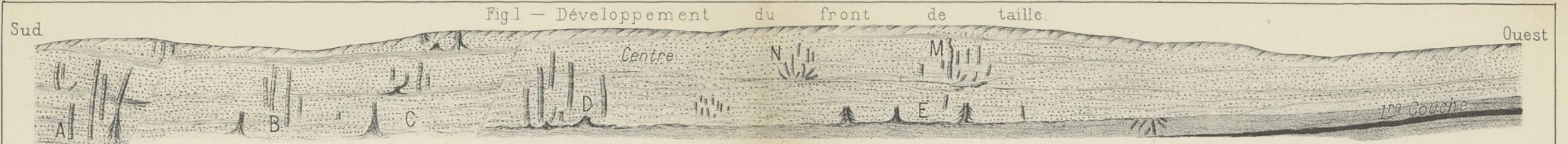


Fig. 1 A

Forêt fossile de Calamites Pachyderma et Cannaeformis.

Fig. 1 E.

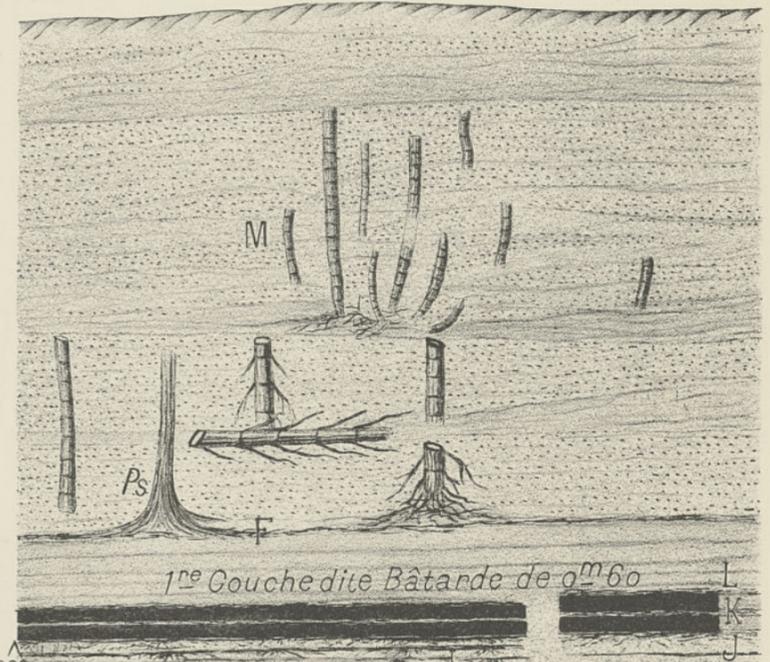
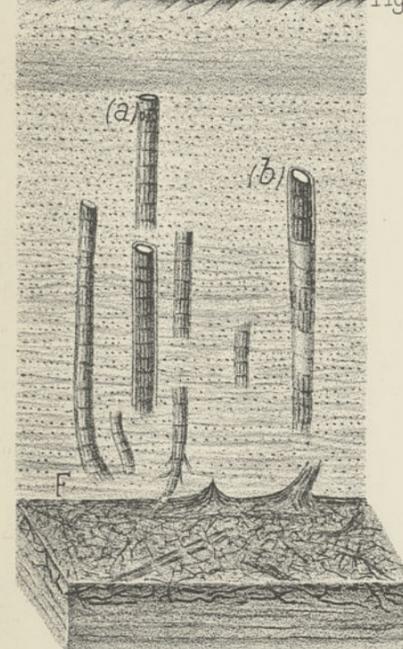
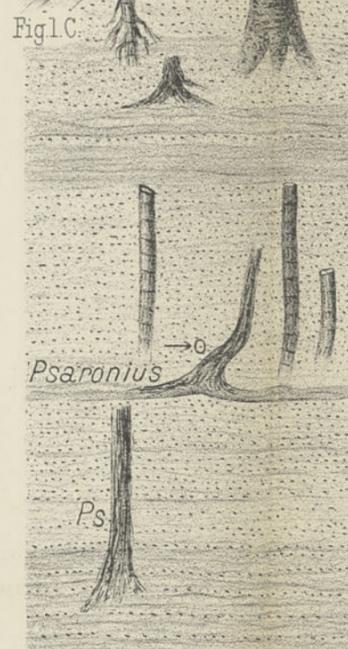
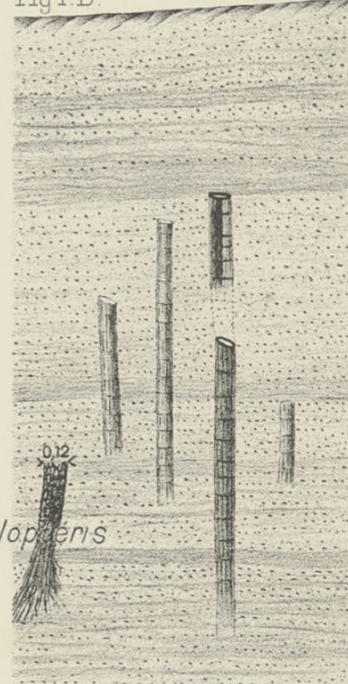
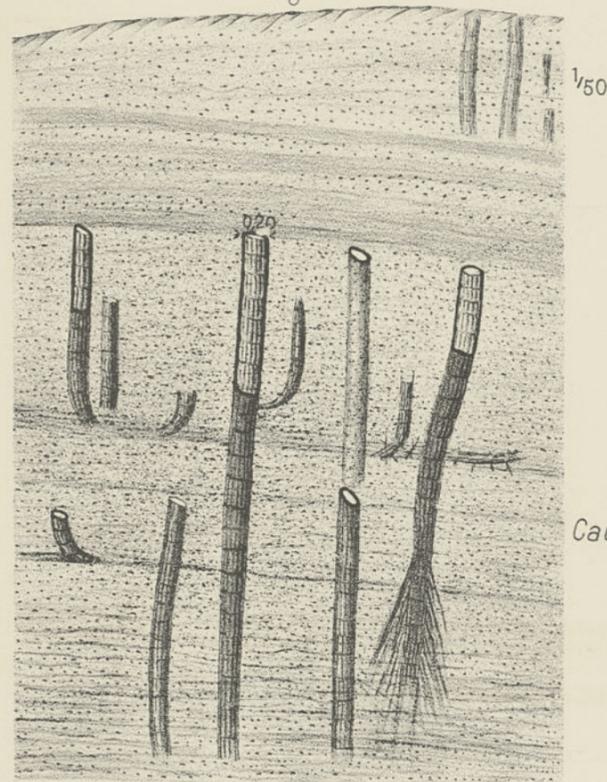


Fig. 2 - Forêt fossile de Calamites Suckowii.  
Organes souterrains.

Organes aériens.

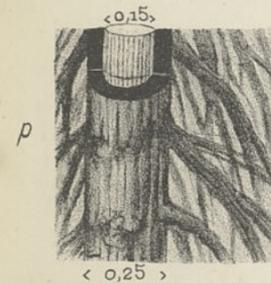
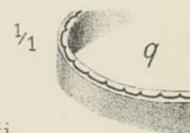
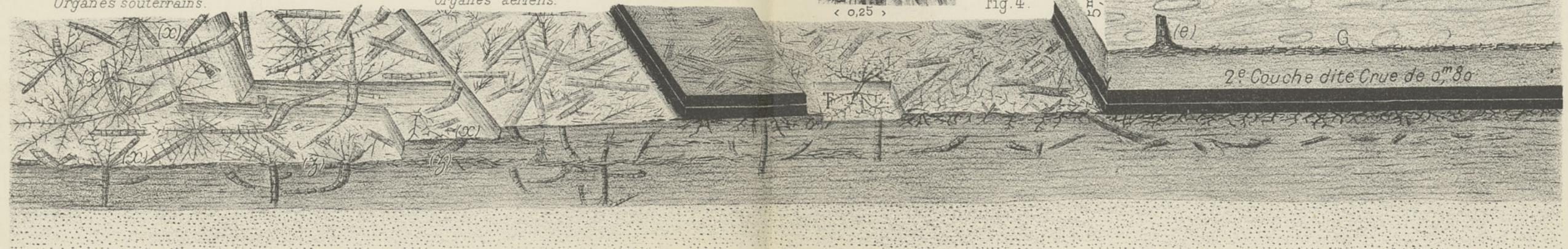


Fig. 4.

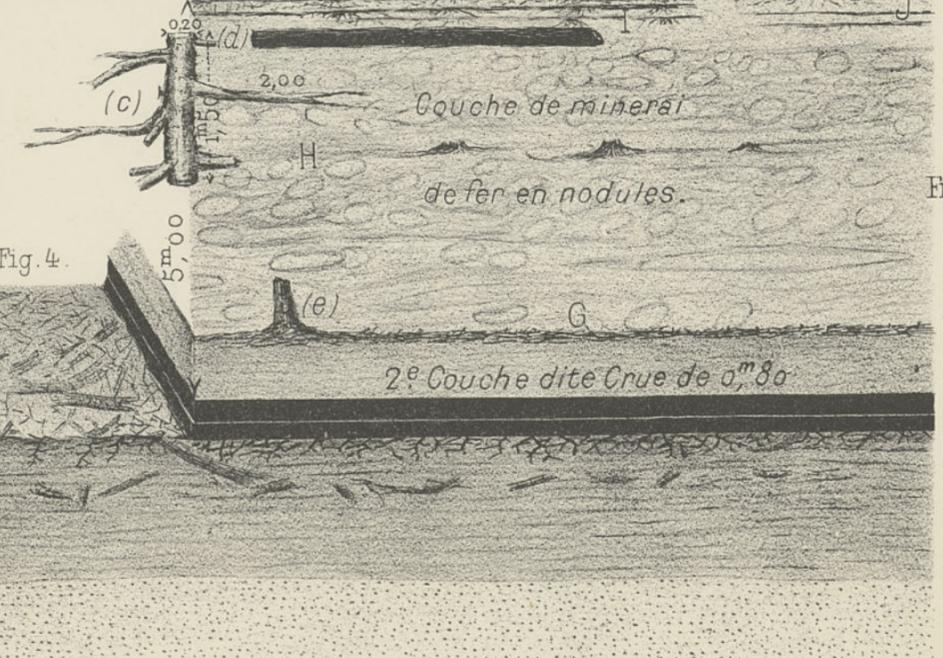


Fig. 3.

Grand'Eury-Recherches géobotaniques sur les forêts fossiles.

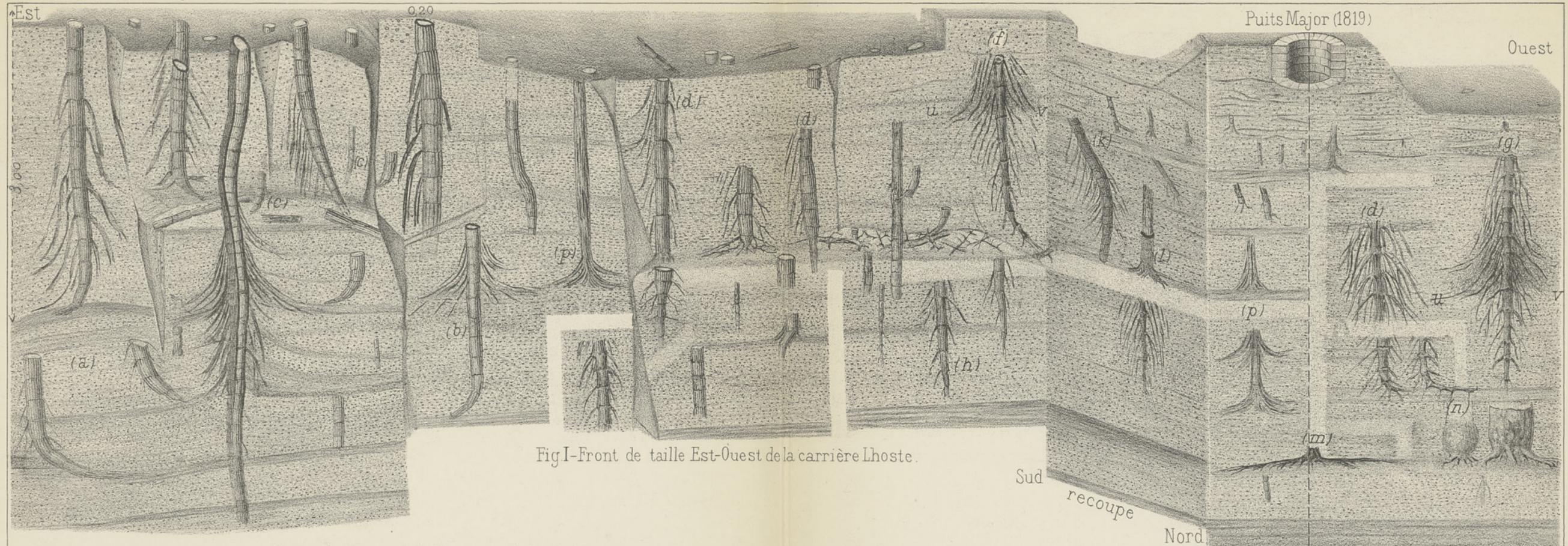


Fig. 1-Front de taille Est-Ouest de la carrière Lhoste.

Fig. 2-Forêts d'Arthropitus de la guinguette.

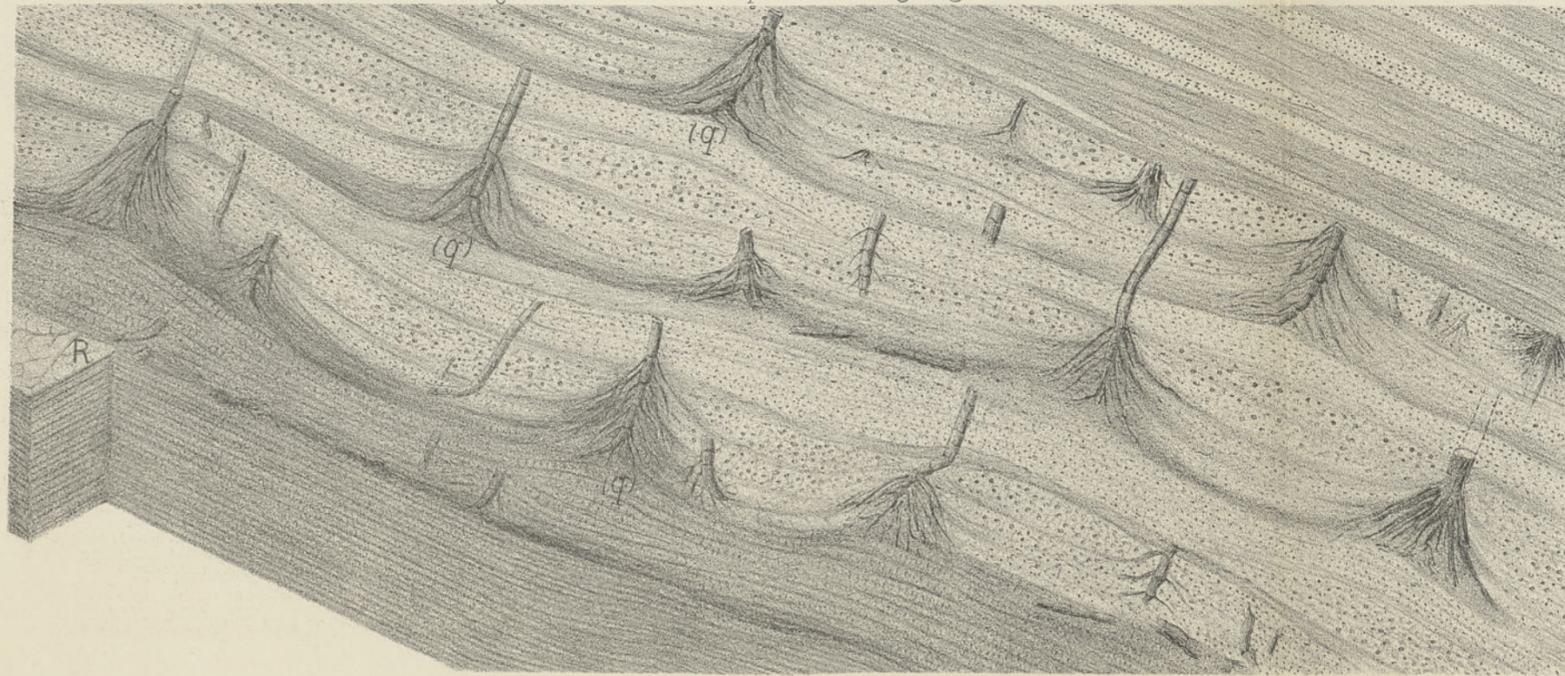
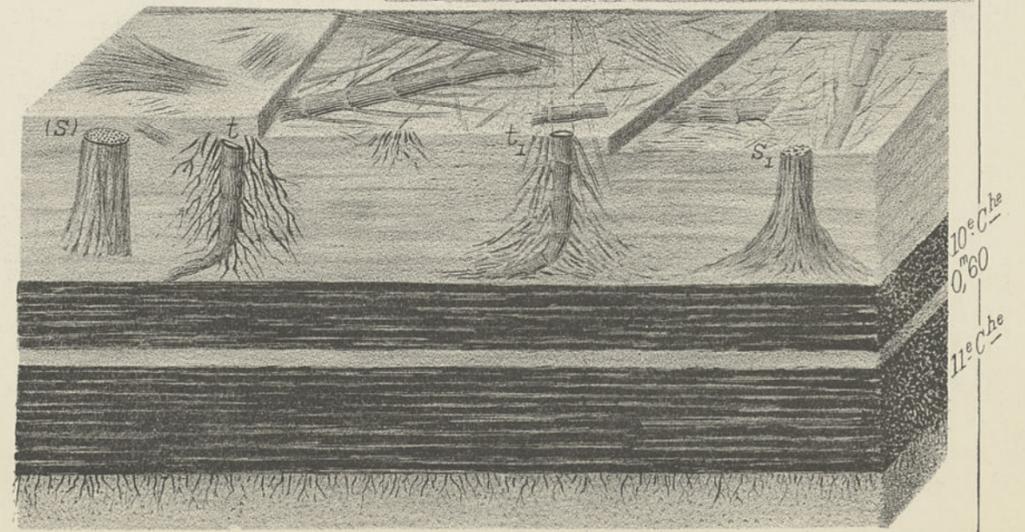


Fig. 3. Forêt Fossile du toit de la 10<sup>e</sup> couche au Treuil



Ch. Béran ger, Editeur à Paris

Dessiné par Grand'Eury.

Grand'Eury - Recherches géobotaniques sur les forêts fossiles.

Fig.1 - Roche-la-Molière, à l'Est du puits Dolomieu. Forêt de Psaronius, de Calamites et de Calamodendron.

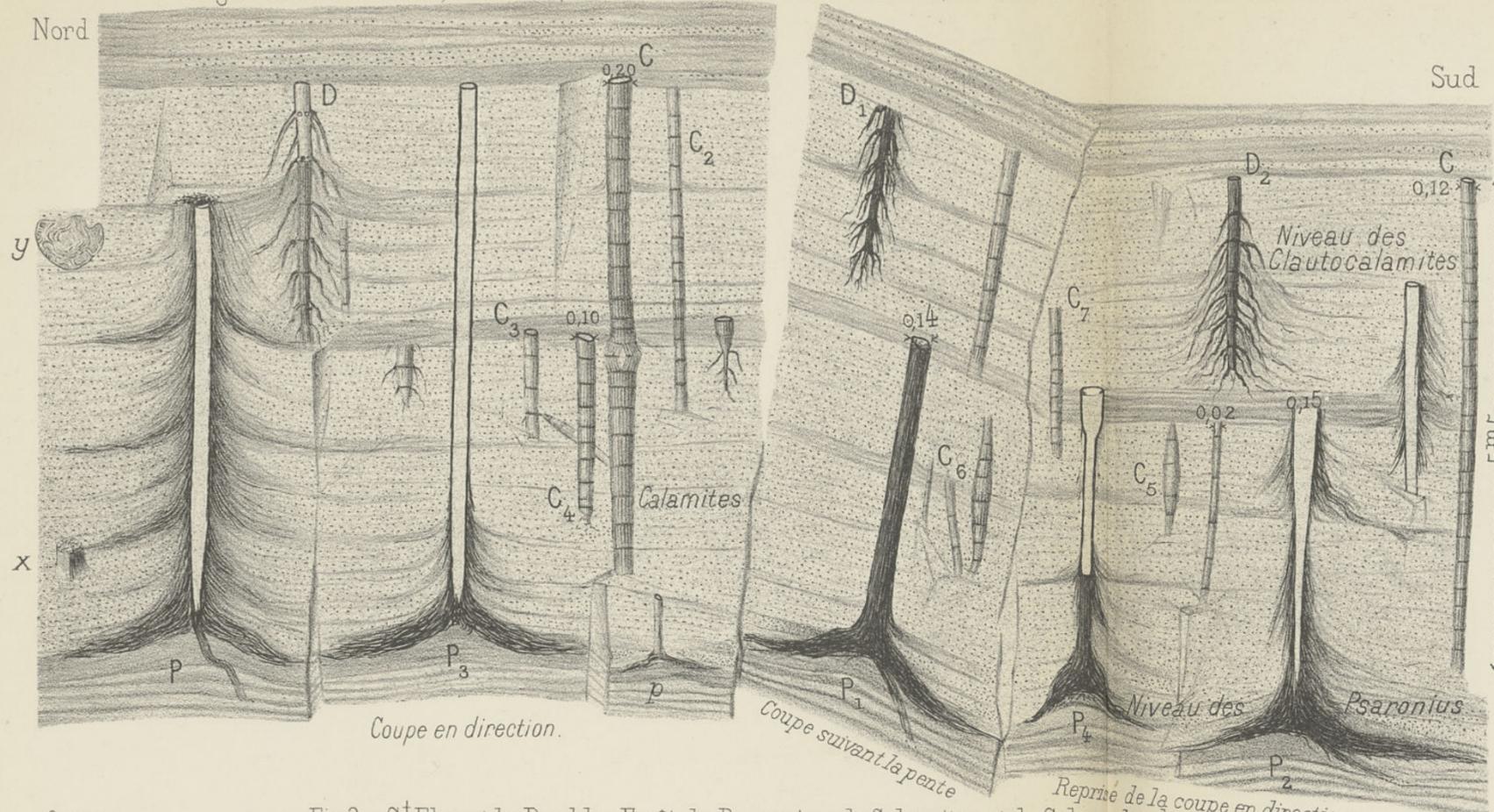


Fig.2 - Roche-la-Molière aux abords du puits de la Girardièrre; Forêt de Calamites souterraines

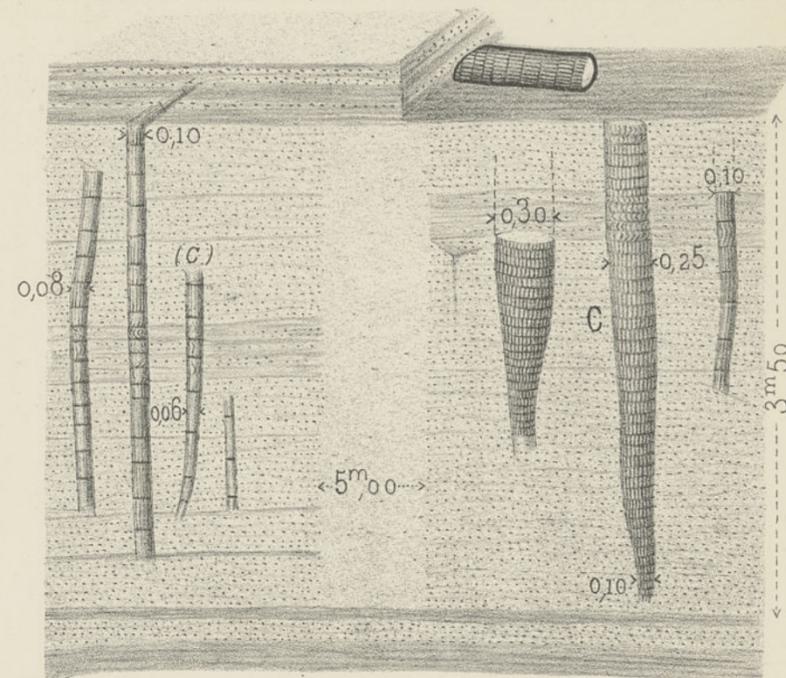


Fig.3 - S<sup>t</sup>Eloy et la Bouble; Forêt de Psaronius de Calamites et de Calamodendron.

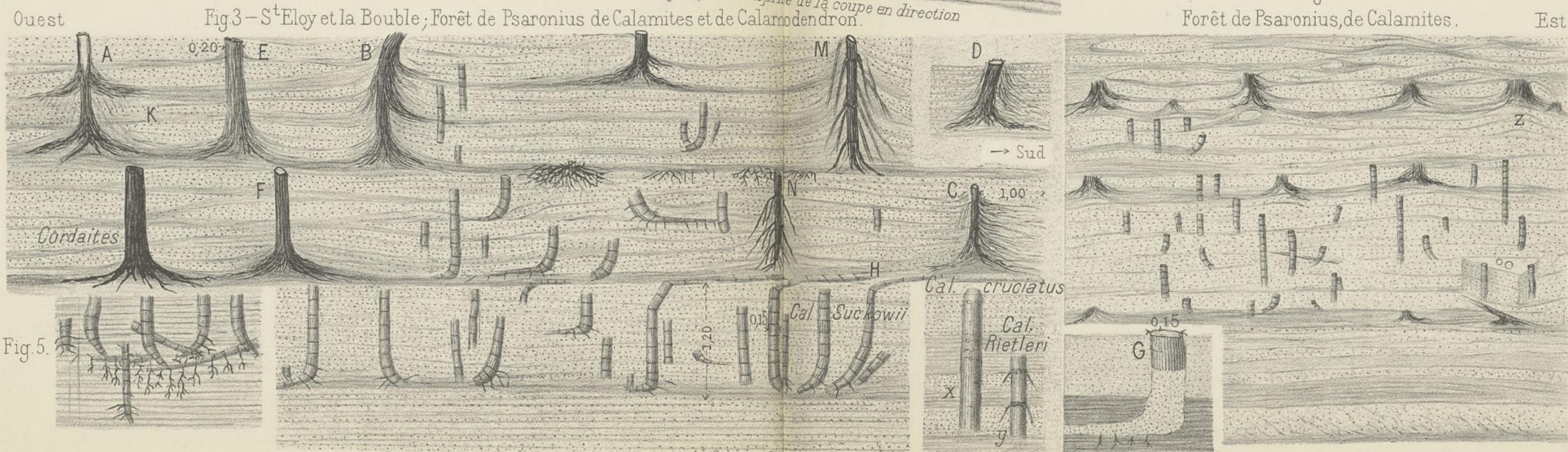


Fig.4.

Forêt de Psaronius, de Calamites.

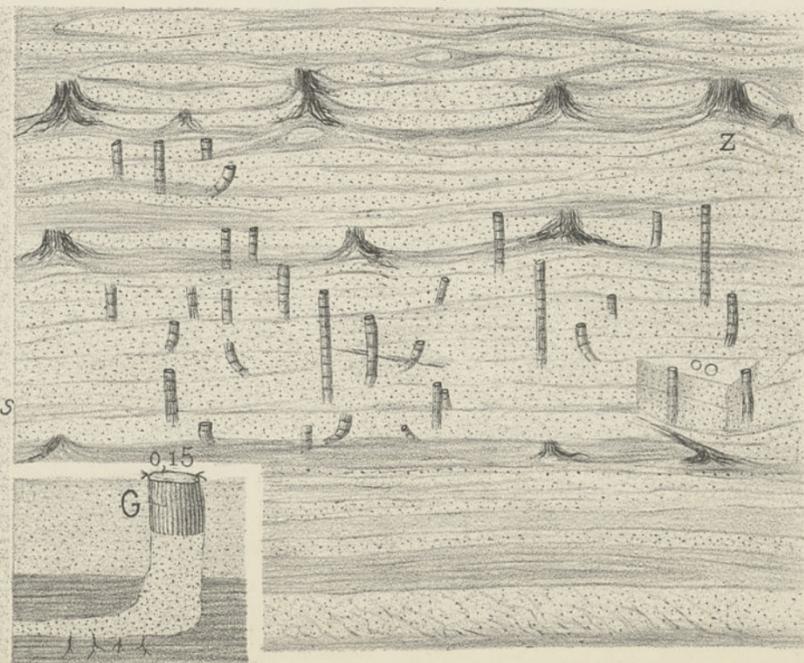


Fig.5.



Fig.1-Forêts et sols fossiles de végétation.



Fig.3-Couche des Lites à Montmartre.

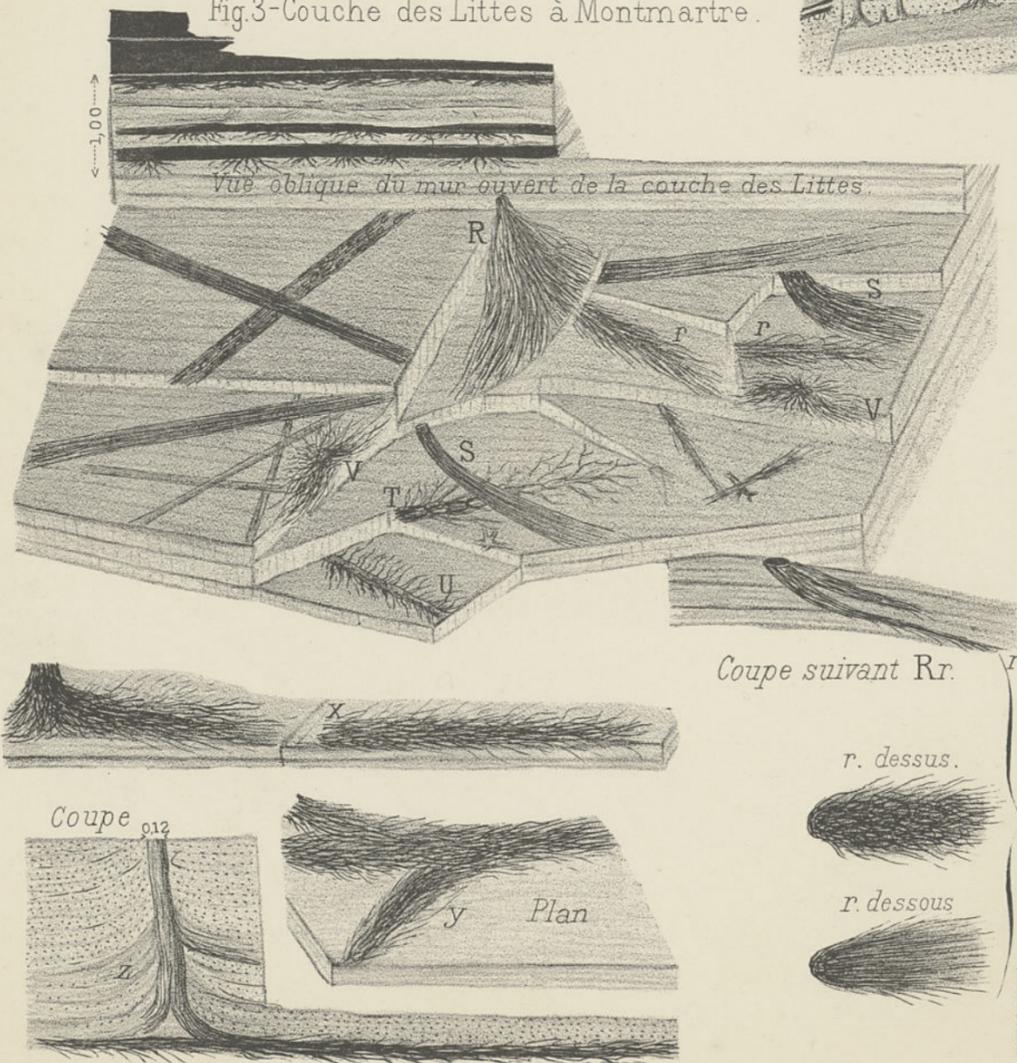


Fig.2 - Circonstances de gisement de quelques tiges enracinées.

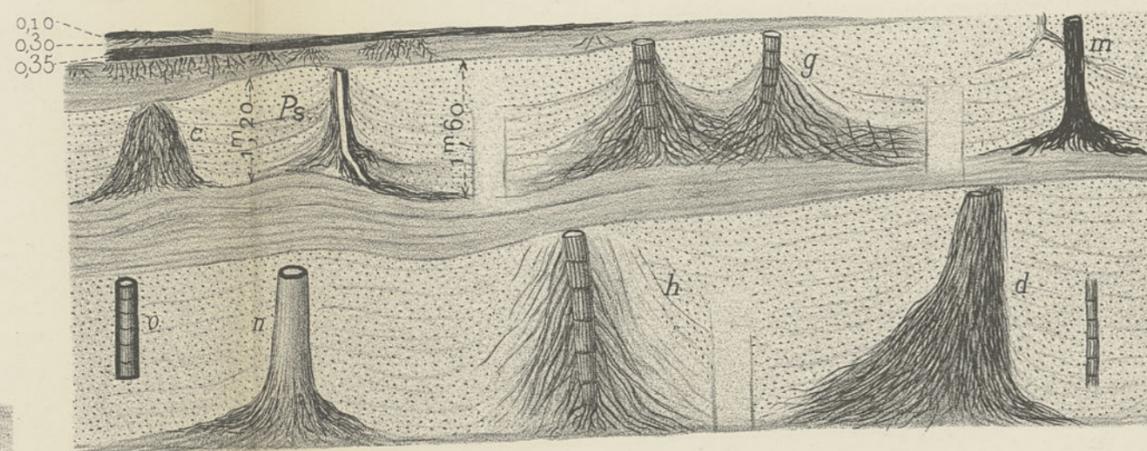


Fig.4 - Fond d'une forêt de Psaronius.

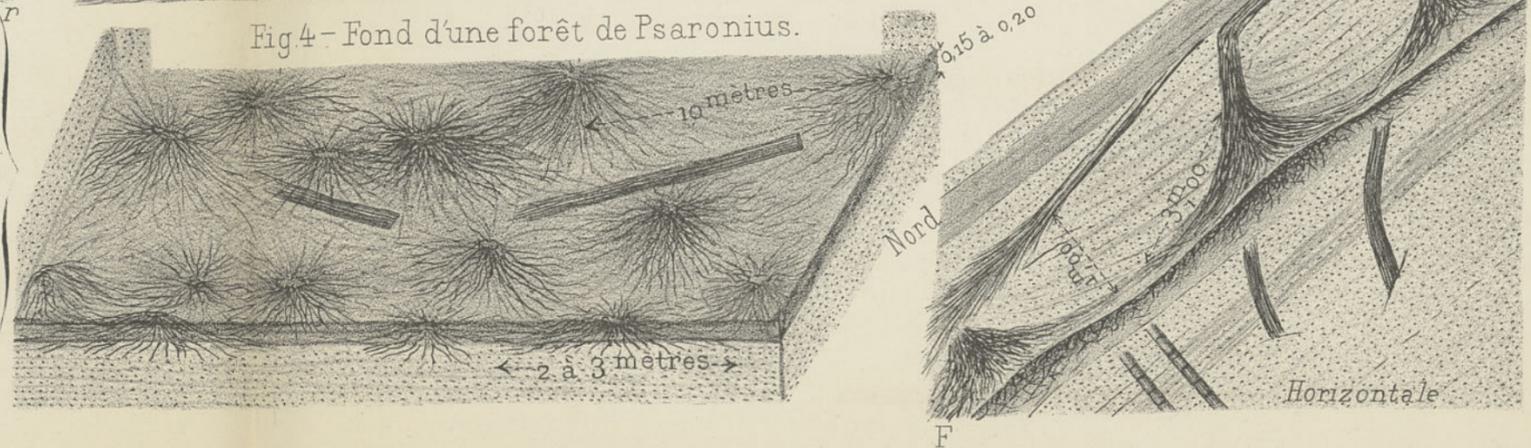
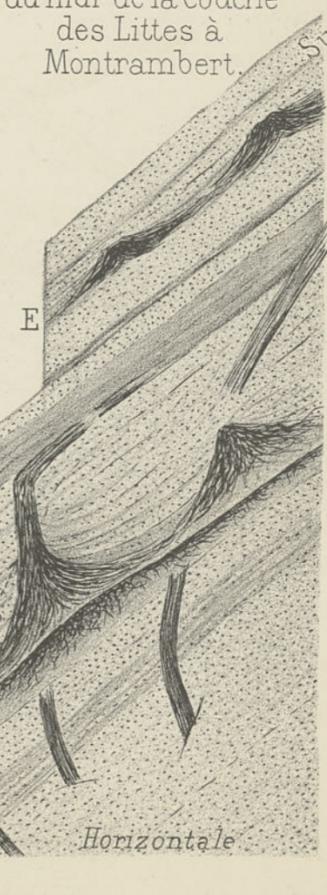


Fig.5 - Coupe Nord-Sud du mur de la couche des Lites à Montrambert.



Forêts fossiles de Cordaïtes  
("Le Marais - L'Eparre")



Grand'Eury-Recherches géobotaniques sur les forêts fossiles.

Fig.2 - Forêt fossile du Marais.

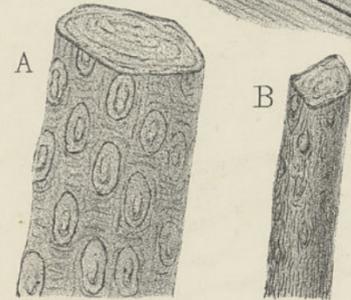
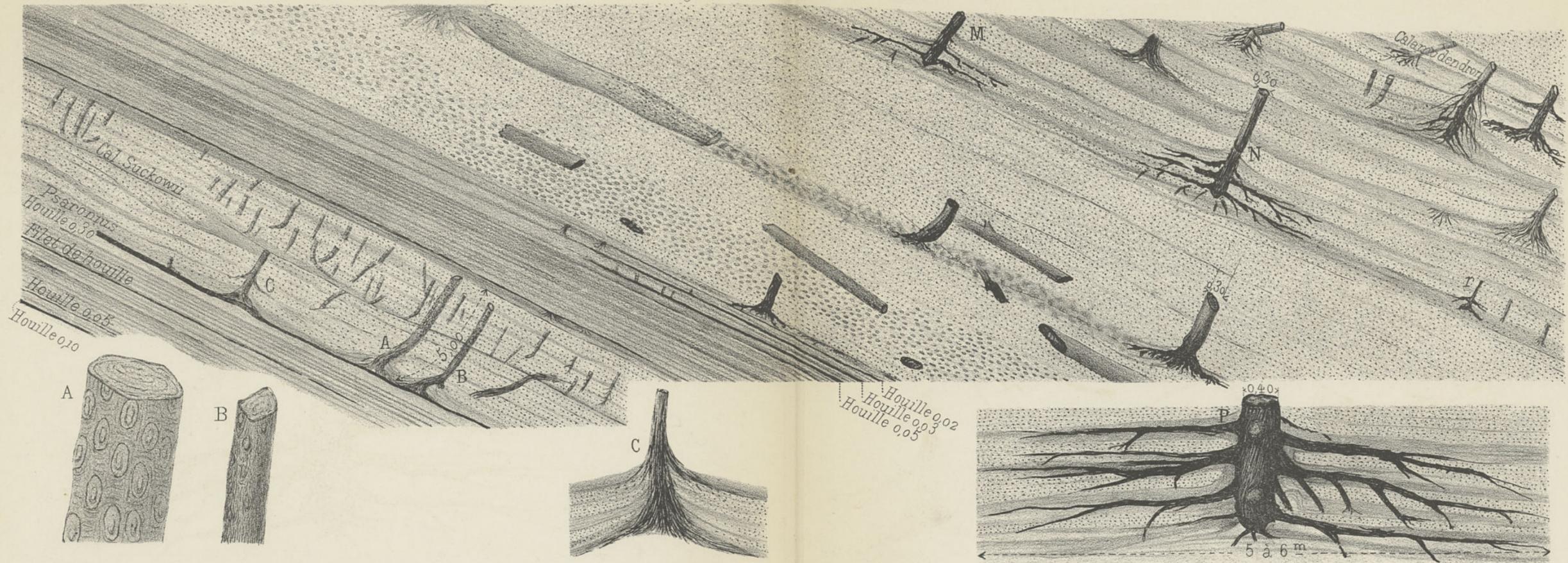


Fig. 3.

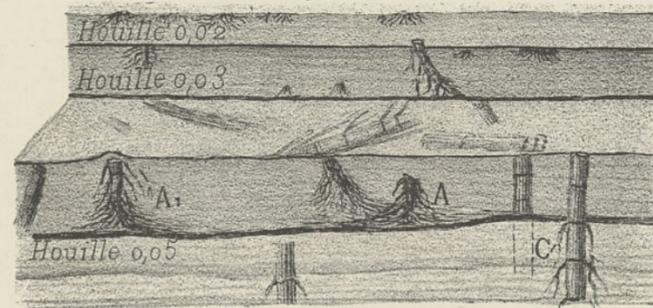


Fig 4-Charbon d'Aléthropteris Grandini.

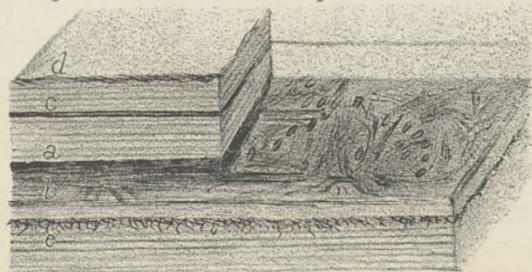
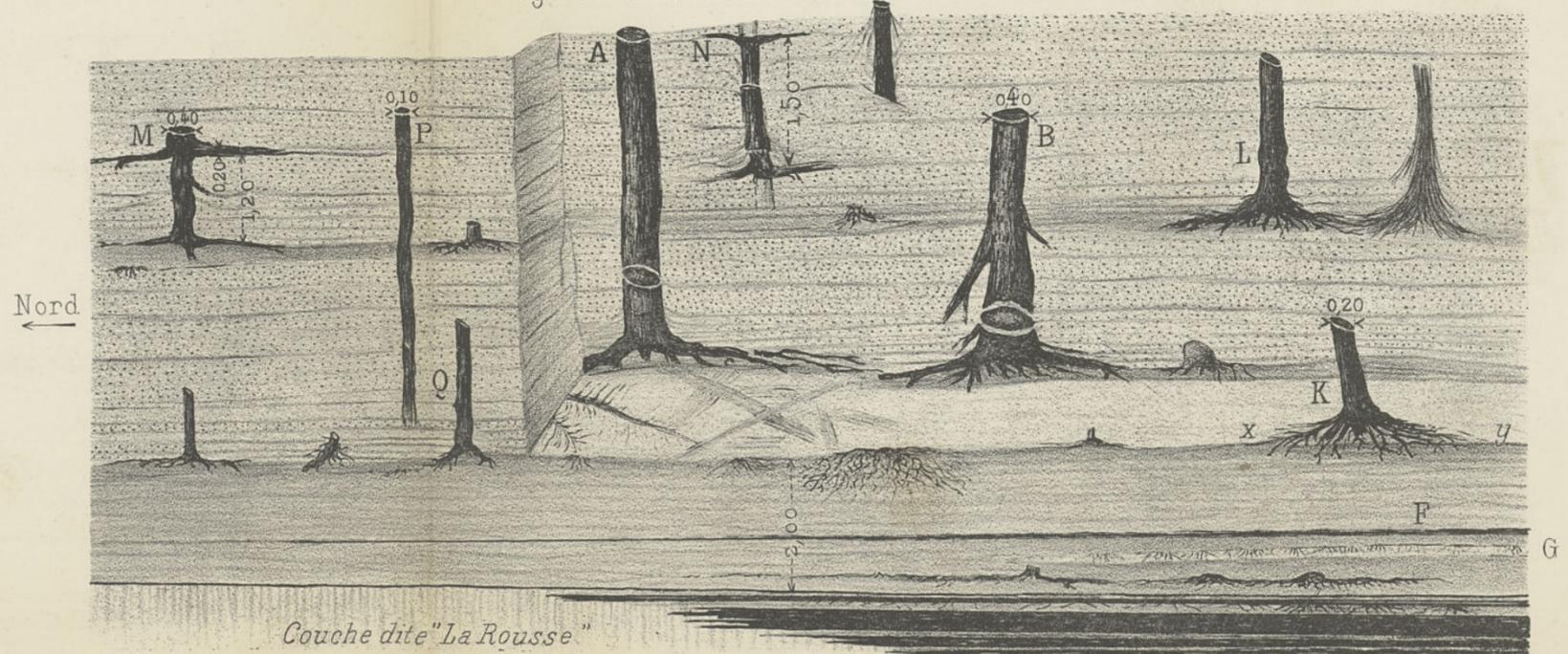
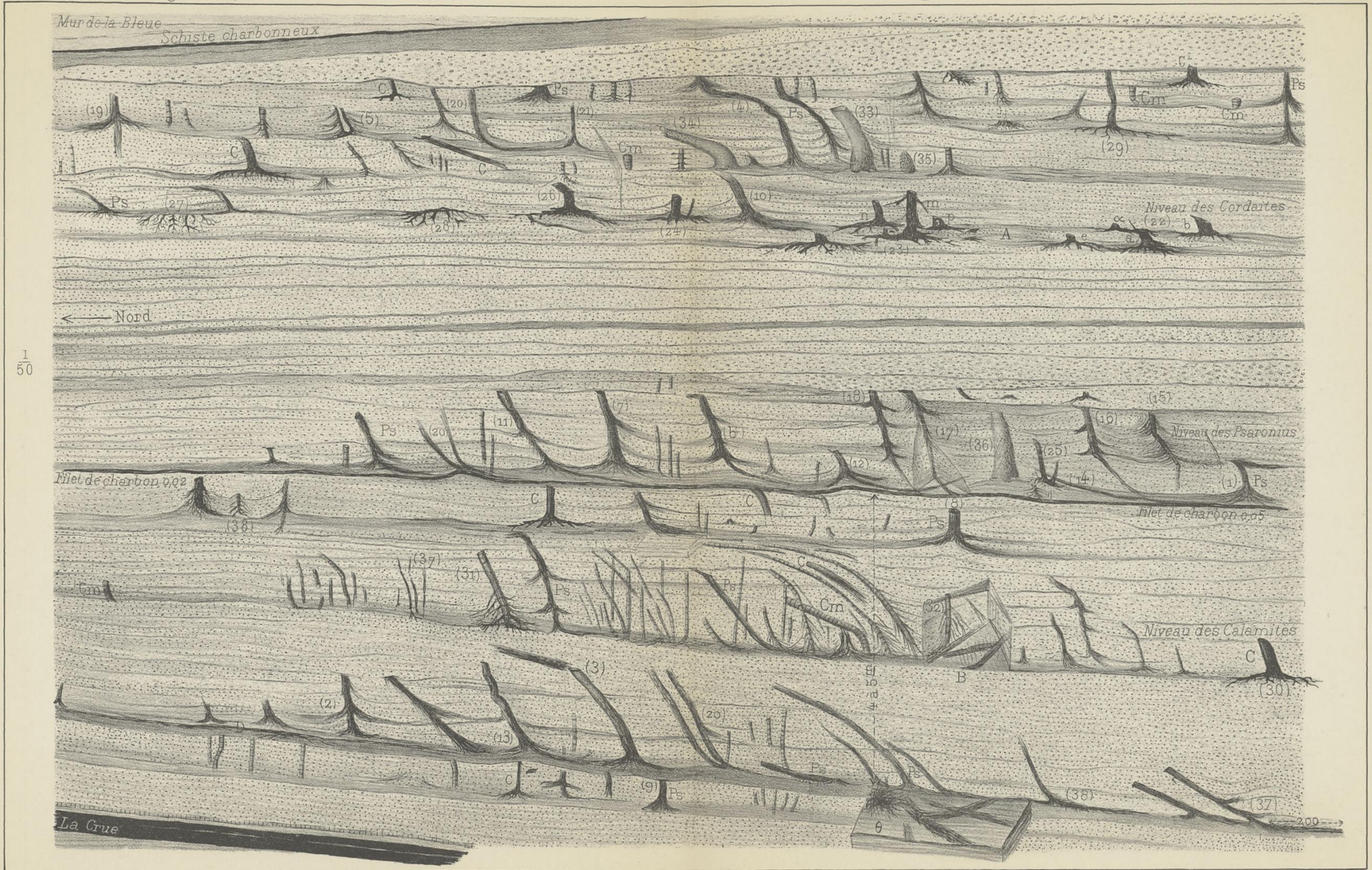


Fig.1-Forêt de Cordaïtes au toit de la couche "La Rousse"





1/50

Ch. Béranger, Editeur à Paris

Dessiné par Grand'Eury.

# Forêts fossiles des Chaumières.



Grand'Eury - Recherches géobotaniques sur les forêts fossiles.

Fig 1

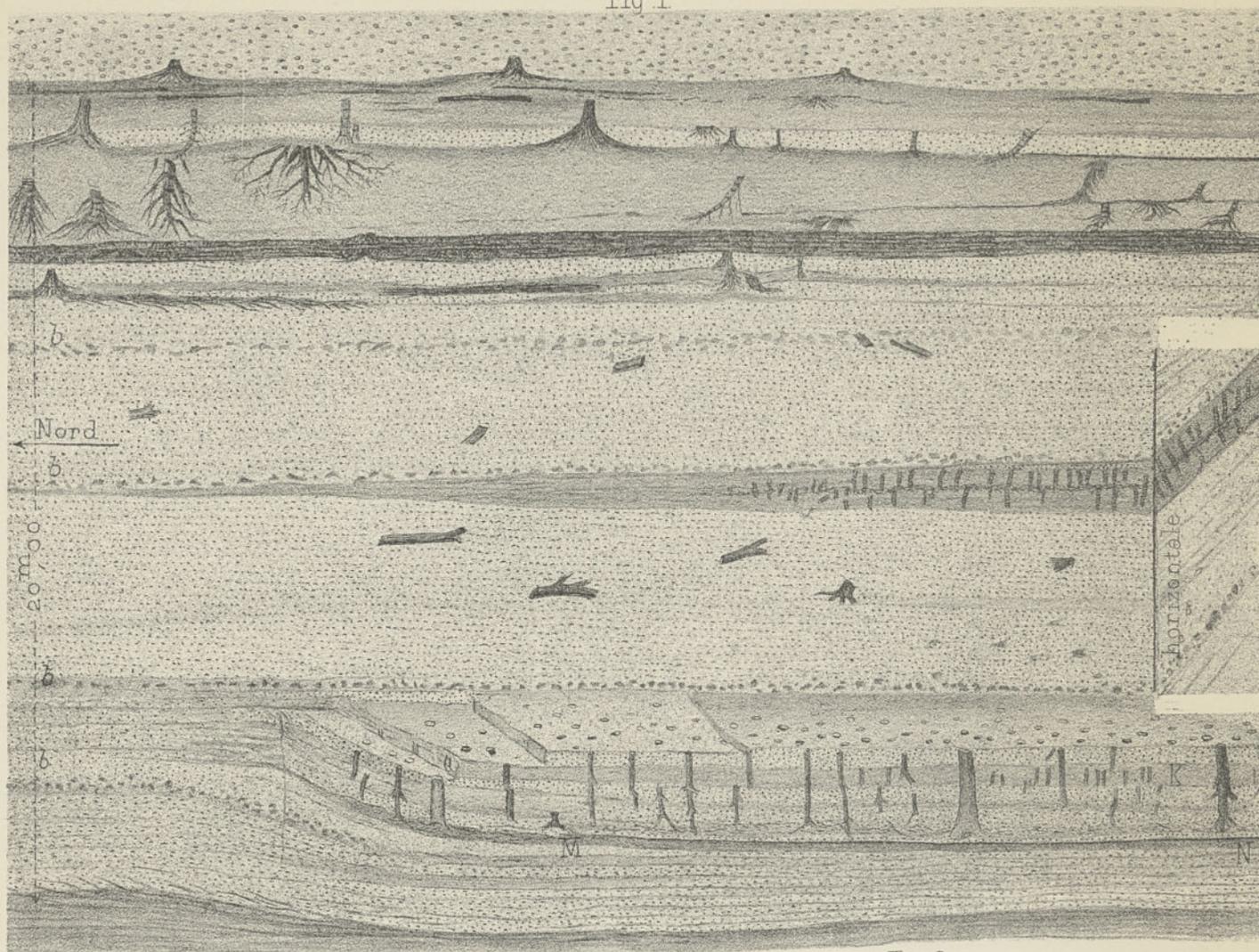
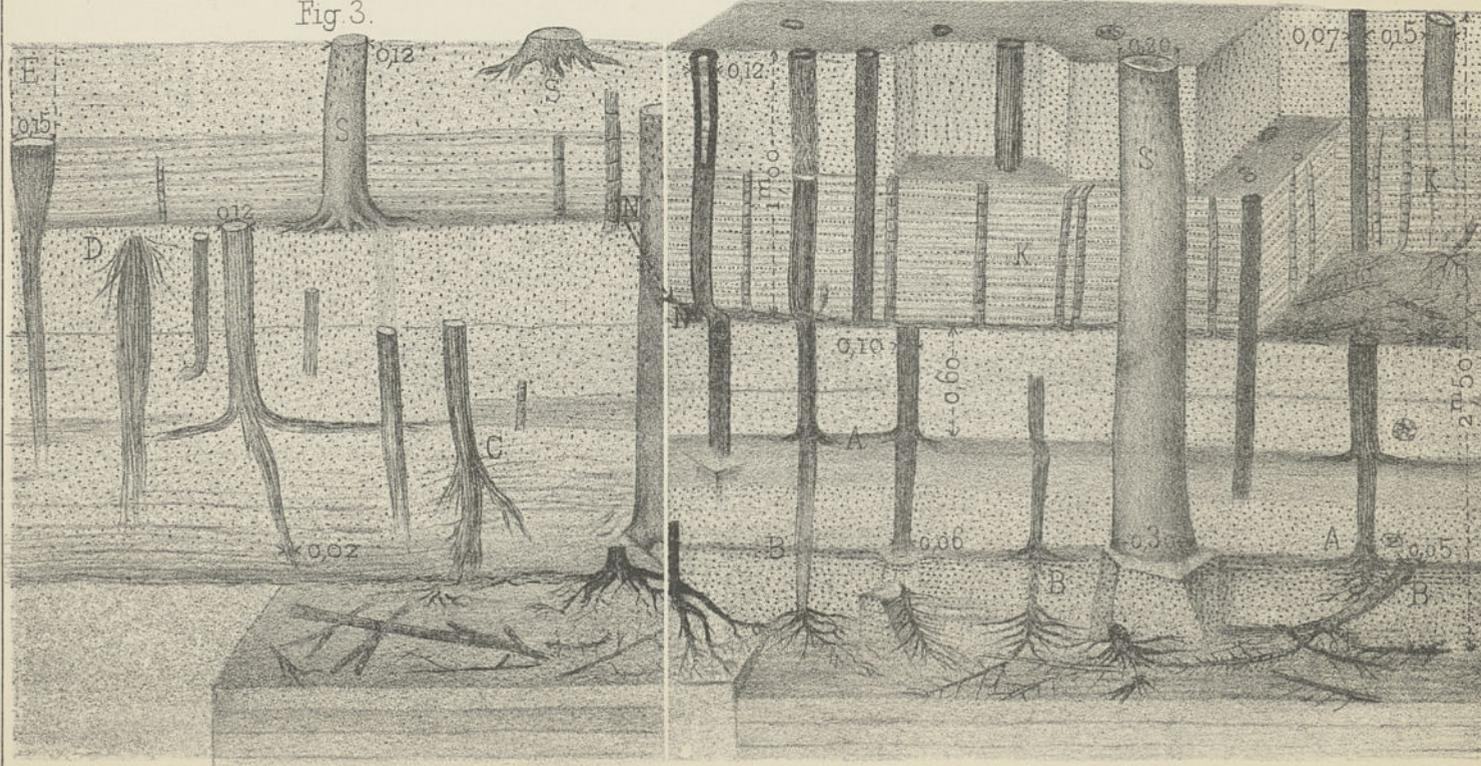


Fig 2.

Fig 3.



Ch Béranger, éditeur, Paris

Imp. M. Bléjean, Paris.

Dessiné par Grand'Eury.

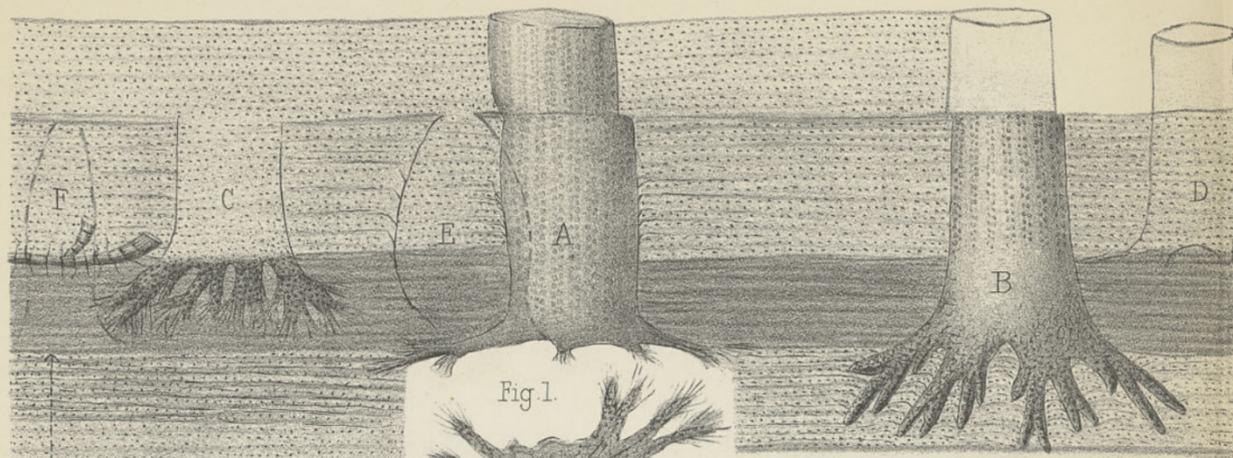


Fig. 1.

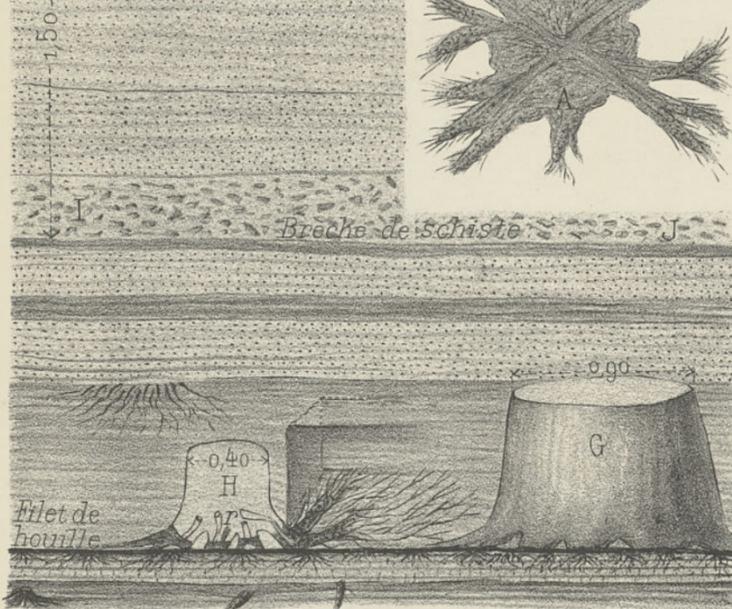


Fig. 4.

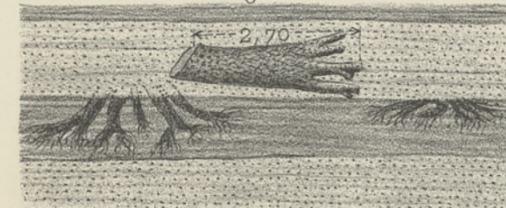


Fig. 4'.

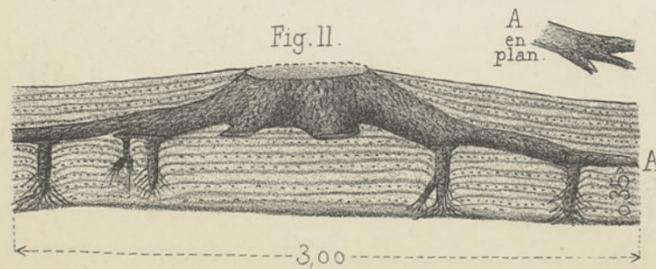


Fig. 11.

A en plan.



Fig. 4''.



Fig. 5.

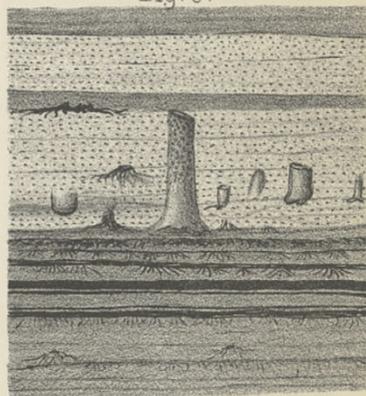


Fig. 6.

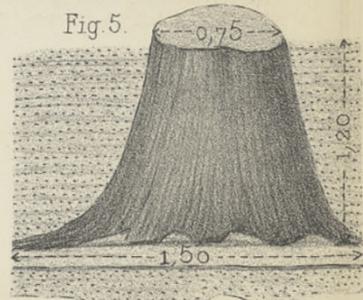


Fig. 5.

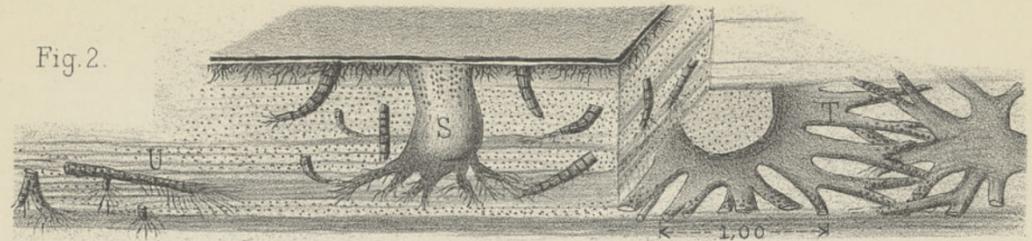


Fig. 2.

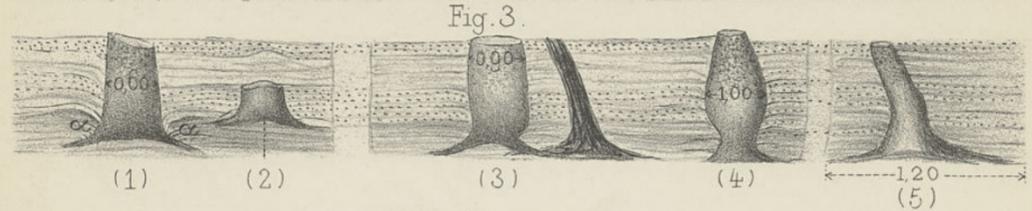


Fig. 3.

Fig. 7.

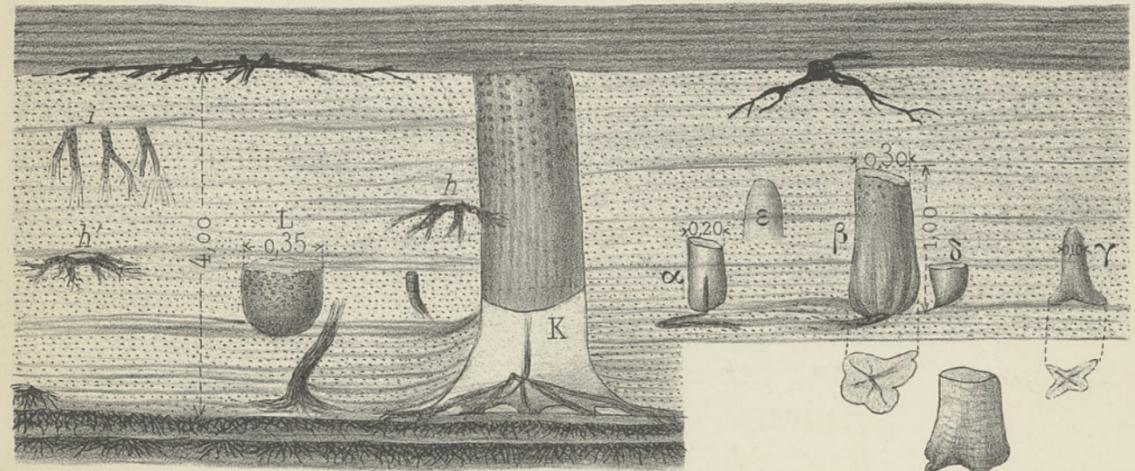


Fig. 8.

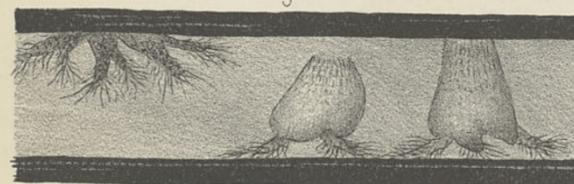


Fig. 10.

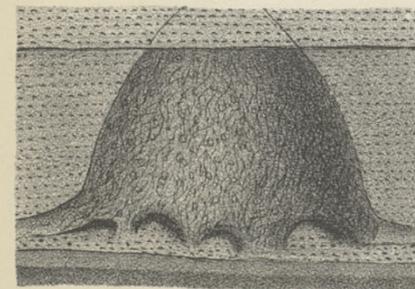


Fig. 9.

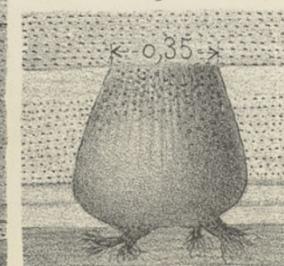
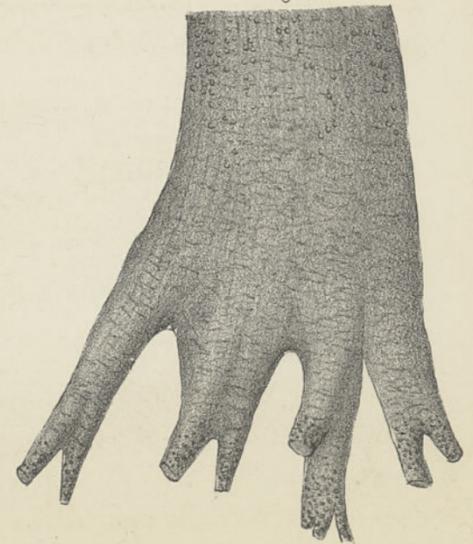
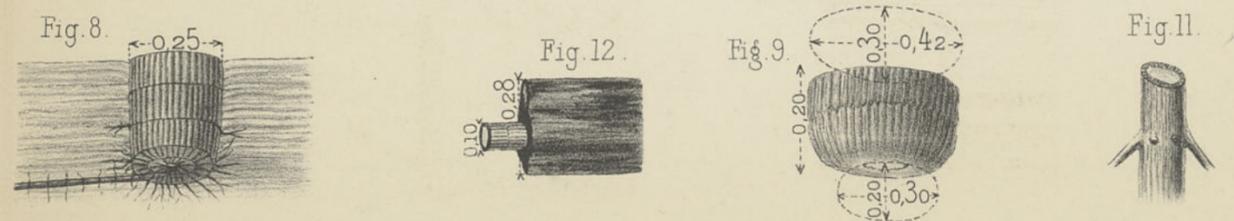
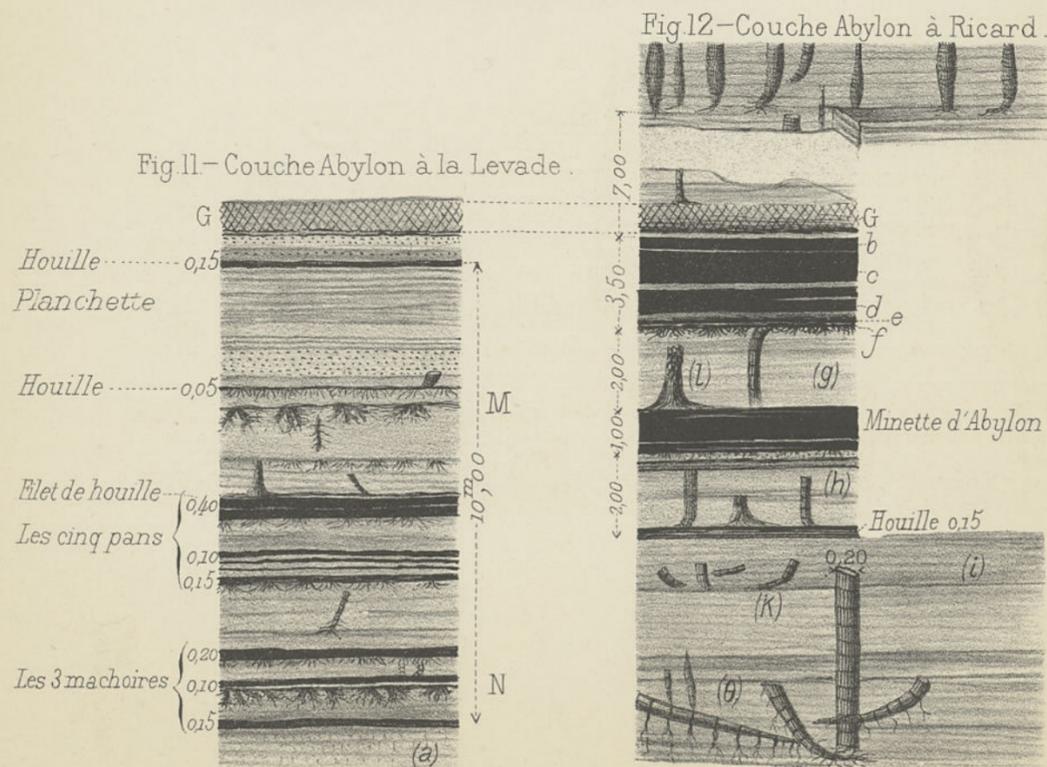
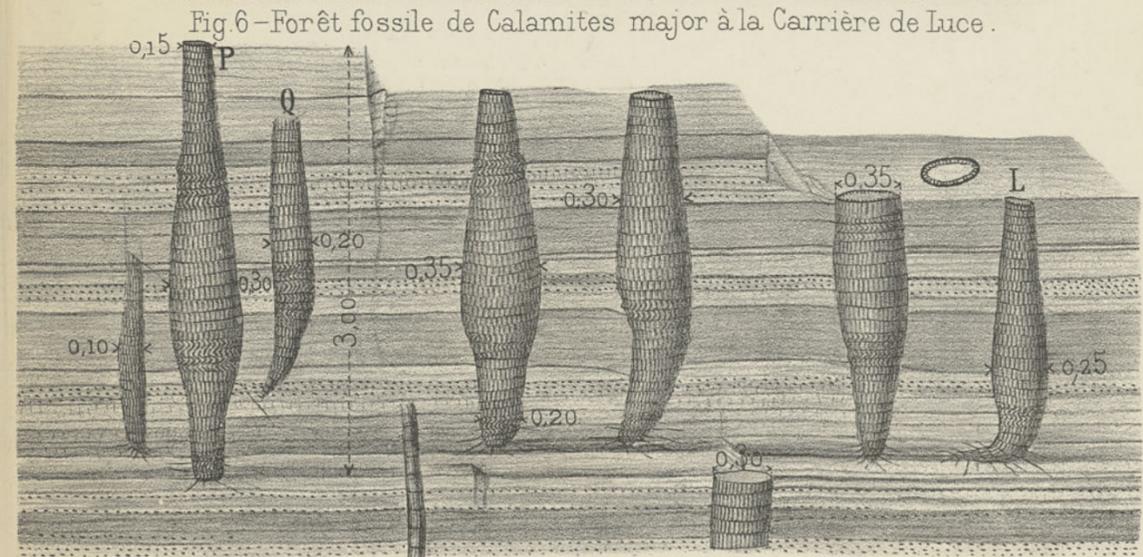
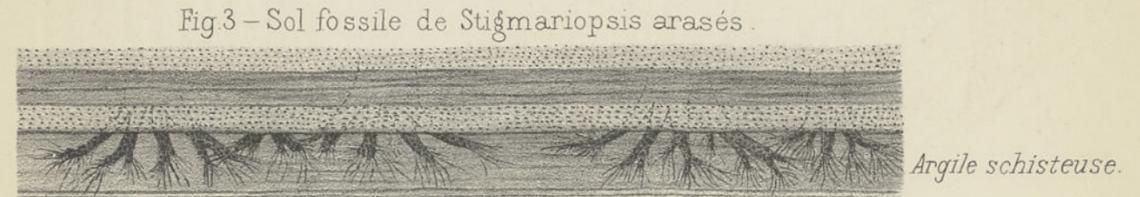
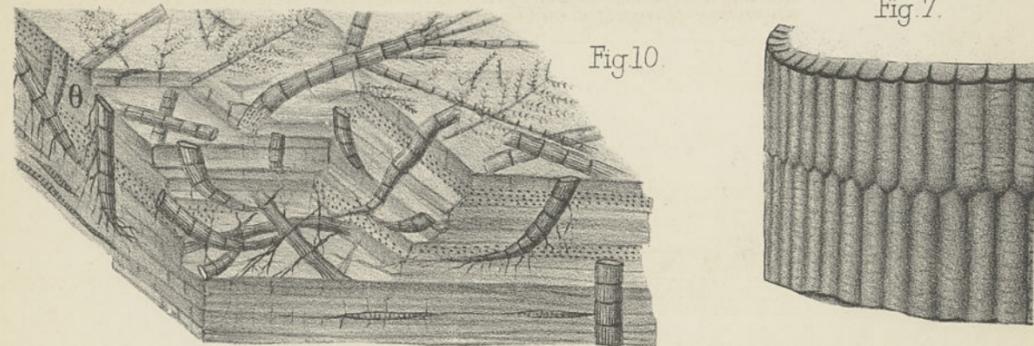
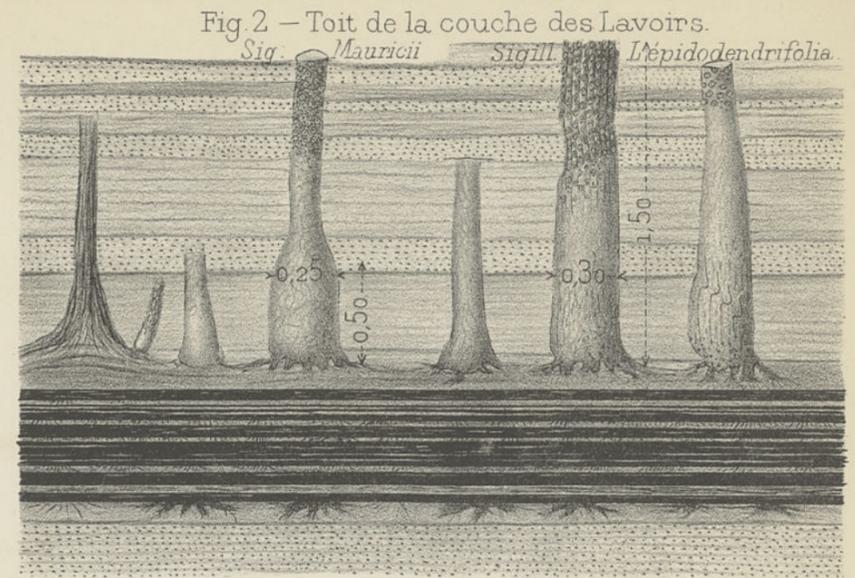
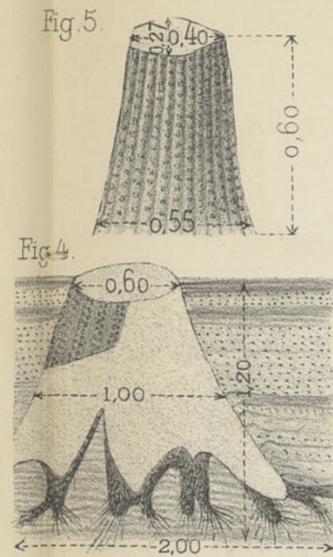
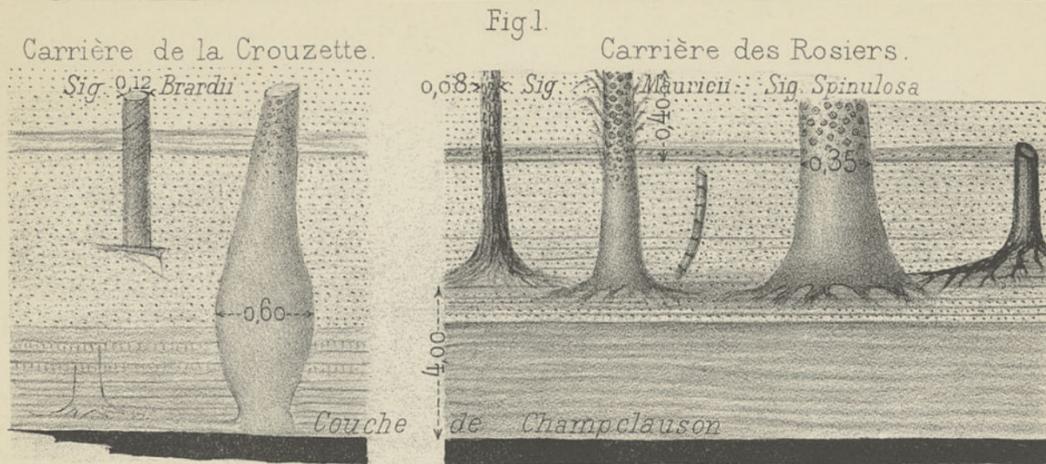


Fig. 4'.



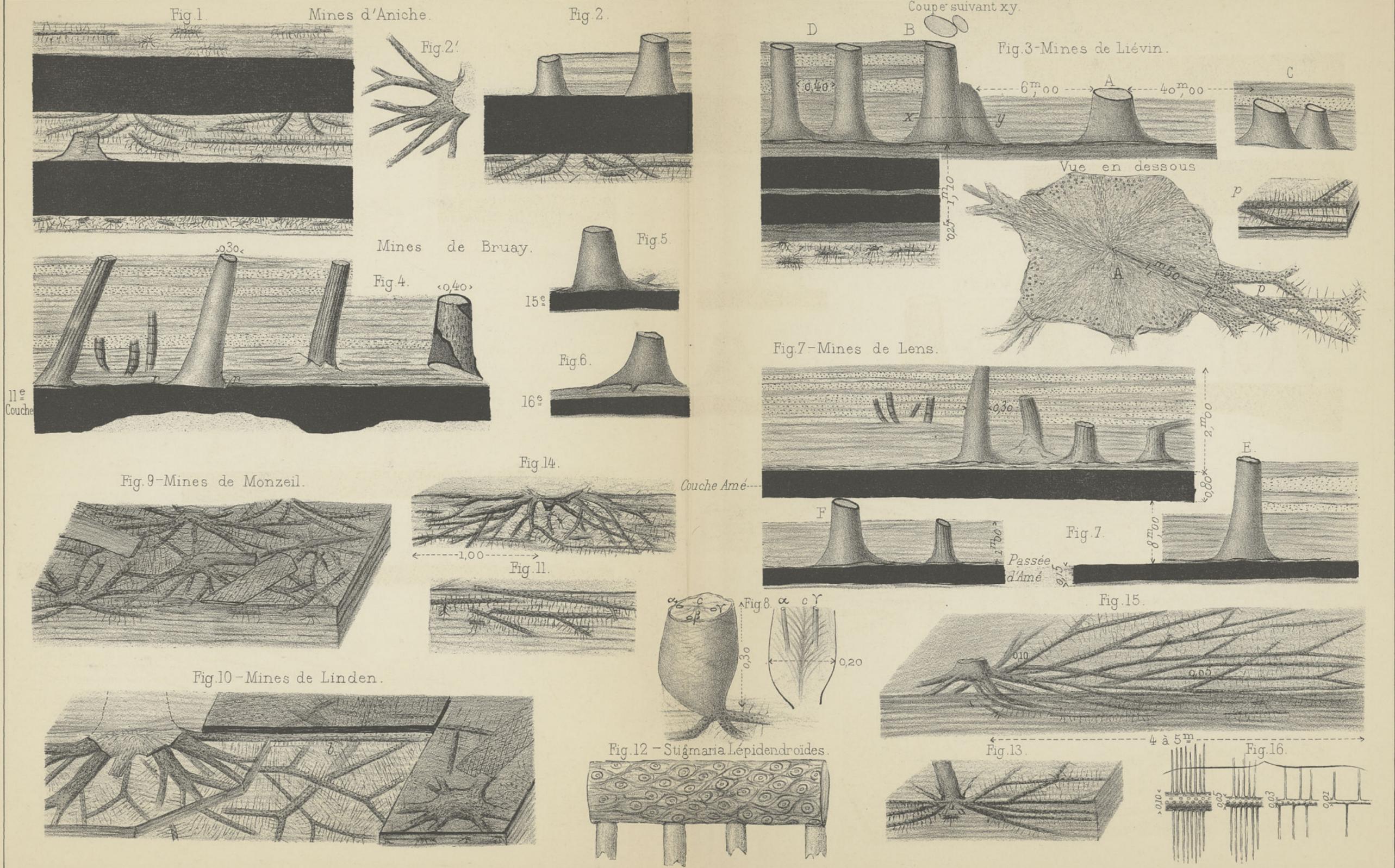
Grand'Eury - Recherches géobotaniques sur les forêts fossiles.



Ch. Béranger, Editeur à Paris.

Dessiné par Grand'Eury.

Grand'Eury-Recherches géobotaniques sur les forêts fossiles.



Ch. Béranger, Editeur à Paris.

Dessiné par Grand'Eury.