Observations sur des empreintes de Calamostachys Ludwigi Carruthers,

PAR

ARMAND RENIER.

Observations sur des empreintes de Calamostachys Ludwigi Carruthers,

PAR

ARMAND RENIER.

Planches I, II et III.

\S I. — Etat actuel des recherches sur Calamostachys Ludwigi.

On doit à Ludwig (61) (1) la connaissance d'épis fructificateurs de Calamariée d'un type très remarquable, qui, recueillis dans le terrain houiller aux puits de Musen, à Hattingen, sur la Ruhr, avaient été décrits par Lottner (59, 154) comme débris de Cyathocrinus.

Ludwig s'est borné à signaler l'analogie de ces épis avec ceux de Calamites communis Ettingshausen (54) et de Calamites transitionis Roemer (Asterocalamites scrobiculatus Schlotheim sp.). Mais il s'agissait là d'une espèce nouvelle. Aussi Carruthers (67) a-t-il proposé de lui donner le nom de Volkmannia Ludwigi, tandis que Schimper (69, 328) la dénommait Calamostachys typica, la considérant ainsi comme type du genre Calamostachys Schimper. A la suite de l'abandon du vocable Volkmannia, de signification ambiguë, l'espèce est aujourd'hui connue sous le nom de Calamostachys Ludwigi. Ch. E. Weiss (84, 163) la range en première ligne dans la section des Eucalamostachys.

L'échantillon original est un fragment de nodule de sidérose qui englobe un régime d'épis groupés parallèlement les uns aux autres et appartenant, selon toute vraisemblance, au même rameau spicifère. Les faces de l'échantillon sont des cassures artificielles qui lui donnent une forme grossièrement parallélipipédique. Les unes sont parallèles, les autres normales aux axes des épis, si bien que quatre d'entre elles en montrent des coupes remarquables. Ludwig (61, 11, 1-3), puis Weiss (84, XXII, 1-8) les ont figurées. Schimper (69, XXIII, 2-4) et Renault (82, XXI, 7) ont reproduit les dessins de Ludwig. Weiss (84, XXIII-XXIV) a, en outre, publié des microphotographies d'une coupe tranversale d'épi.

Quant à la description de l'échantillon, elle résulte surtout des travaux de Weiss (76, 38; 84, 163), qui ont rectifié et complété le mémoire de Ludwig (61). Les conclusions, accompagnées de remarques, se trouvent plus ou moins intégralement reproduites dans les traités de Schimper (69, 309 et 328; 90, 169), Renault (82, 135), zu Solms-Laubach (87, 335) et Schenk (88, 130). On trouve aussi quelques mots au sujet de cette espèce dans les traités de M. Seward (98, 351) et de M. Scott (08, 58), et dans un ouvrage de M. Bower (08, 375).

(1) Voir la bibliographie.

A en croire Ch. E. Weiss (84, 169), Calamostachys Ludwigi serait commun dans le Westphalien. Lui-même cependant ne le signale, en dehors du gisement original, qu'au charbonnage Hibernia, à Gelsenkirchen (Weiss 84, 168, XVIII, 2 et 82, 51), d'après un échantillon en empreinte d'abord figuré par von Rœhl (69, VII, 1) sous le nom de Volkmannia elongata, et, en Haute-Silésie, à Orzeche. Mais comme il y rattache C. typica Schimper (cf. Weiss 76, 38; 84, 169), il y joint implicitement les spécimens que Schimper (69, 328; 74, 457) rapportait à cette espèce et qui, provenant du bassin de Radnitz, ont été figurés par Ettingshausen (54, VIII, 1, 4: Calamites communis) et Schimper (69, XXIII, 1).

Schimper (90, 169) a cru pouvoir y joindre, à en juger par l'aspect, outre l'échantillon décrit par von Rœhl (69, VII, 1), qu'il figure cependant sous le nom de *Palaeostachya elongata* (Schimper 90, 169, 128³; portion inversée du dessin de von Rœhl), les épis que Geinitz (55, XVI, 4, 7) rapporte à *Calamites* (Asterophyllites) foliosus (cf. Schimper 69, 309), et ceux que Binney (71, 309) rattache avec doute à *Calamodendron commune*.

M. R. Kidston (93, 249) a signalé Calamostachys typica dans les Lower et Middle Coal Measures de l'Angleterre, et plus spécialement dans le pays de Galles (cf. Kidston 92, 583). M. N. Arber (09, 74, LVII) a rapporté avec doute à la même espèce un échantillon du bassin de Canonbie.

Enfin, M. Westermann (**05**, *24*) a signalé *Calamostachys Ludwigi* au toit de la couche Grosskohl du bassin d'Eschweiler.

En dehors du type, qui est à structure conservée, tous les échantillons qui ont été rapportés à Calamostachys Ludwigi Carruthers, sont des empreintes.

Mais M. Kidston (03, 794) a émis l'opinion que, sous le nom de Calamostachys typica, Schimper a confondu et réuni deux types bien différents. L'un est Calamostachys Ludwigi Carruthers. L'autre est un Palaeostachya. M. Kidston a proposé pour cette espèce le nom de P. Ettingshauseni.

Du coup, tout se trouve remis en question.

L'affaire se présente d'ailleurs comme particulièrement délicate. M. Kidston (03, 794; 11, 127) a, en effet, été très laconique au sujet de P. Ettingshauseni. Il a certes signalé, comme exemples de cette espèce, les échantillons de Radnitz décrits par Ettingshausen (54, VIII, 1 et 4), voire celui figuré par Schimper (69, XXIII, 1), et en outre l'échantillon de Gelsenkirchen étudié par von Rœhl (69, 19, VII, 1) et par Weiss (84, XVIII, 2), qui, tous, avaient été rapportés par Schimper (69 et 74) et par Weiss (76 et 84) à Calamostachys Ludwigi. Mais, après avoir déclaré que ses observations lui avaient fait reconnaître l'erreur de Schimper, M. Kidston (03 et 11) ne donne pas de diagnose de l'espèce nouvelle. Il se borne à dire que si, à sa connaissance, aucun des échantillons figurés, qu'il y rattache, ne montre la position des sporangiophores, une forme d'épi, présentant tous les caractères des échantillons figurés, et qui n'est pas rare dans les Lower et Middle Coal Measures de la Grande-Bretagne, est nettement un Palaeostachya, ainsi qu'il a pu le reconnaître sur un exemplaire (n° K/3130) provenant du bassin de Canonbie. Malheureusement, cet échantillon n'a pas été figuré.

Se basant sur l'opinion de M. Kidston, M. Jongmans (09, 210) a fait observer que la détermination du Calamostachys Ludwigi d'Eschweiler, due à M. Westermann (05), devait être tenue pour incertaine jusqu'à plus ample informé. Lui-même (09, 210) a recueilli P. Ettingshauseni au toit de la couche n° 5 du charbonnage Carl et au sondage n° 77, dans le Limbourg hollandais, et M. Kidston (11, 127) a constaté l'existence de cette espèce dans le Hainaut belge, au charbonnage de Trazegnies et au charbonnage de Leval-Courte, veine 50, à Leval.

M. Kidston a bien voulu me donner quelques éclaircissements au sujet de la distinction de Calamostachys Ludwigi et Palaeostachya Ettingshauseni. Il m'a communiqué la photographie de l'échantillon nº K/3130 de sa collection et m'a fait savoir que le spécimen figuré par M. Arber (09, LVII), sous le nom de Calamostachys (?) typica, appartenait à la même série.

J'ai ainsi pu me convaincre de la parfaite exactitude des vues de M. Kidston (03 et 11). Mais je crois préférable de postposer au § 6 les conclusions qui se dégagent des bienveillantes explications de cet éminent confrère.

Les réserves formulées par M. Kidston sont, malgré tout, telles qu'au total, l'espèce connue sous le nom de Calamostachys Ludwigi Carruthers, type du genre Calamostachys Schimper et de la section des Eucalamostachys Weiss, n'est actuellement représentée avec certitude que par l'échantillon original.

M. Jongmans (11) a bien voulu me faire savoir, en me communiquant obligeamment ses notes, que telle est aussi la conclusion des recherches de bibliographie synthétique qu'il a entreprises.

C'est en raison de cet état précaire de nos connaissances sur les empreintes d'une importante espèce, que je me vois amené à étudier en détail une série d'échantillons que j'ai récoltés récemment. Ces recherches sont, en effet, de nature à jeter quelque lumière sur une question controversée. Une note préliminaire (cf. Renier 11) en a déjà fait connaître les principales conclusions.

§ 2. — L'état de conservation des échantillons dits " en empreinte ".

On ne saurait trop réagir contre l'opinion qui porte à considérer les empreintes comme des échantillons frustes et de minime valeur.

Propagée par des paléobotanistes éminents, mais trop épris, semble-t-il, de la délicate beauté des échantillons « à structure conservée », cette opinion a soulevé des réserves formelles (cf. zu Solms-Laubach 87, 33q). Elle n'en est pas moins classique.

Nombreux sont encore ceux qui partagent les idées de Ludwig (61, 14): « les empreintes (Abdrücke) de ces plantes sont de règle écrasées et conséquemment confuses », ou encore celles de Renault (96, 129): Les empreintes fournissent bien quelquefois des fructifications encore attachées à des rameaux, mais, malheureusement, leur composition intime échappe à l'investigation, de façon que le doute peut encore exister sur la place systématique que doivent occuper les Calamodendrées dans la classification botanique.

Je crois pouvoir dire que si, dans l'avenir, on veut bien, d'une part, étudier d'un peu plus près le mode de conservation des échantillons dits en empreinte, et, d'autre part, modifier résolument la méthode suivie jusqu'ici dans leur récolte, on ne tardera pas à apprécier de tout autre façon leur valeur et leur intérêt (cf. Bertrand 10, 103).

Le mode de conservation des échantillons « en empreinte » n'est pas aussi profondément différent que d'aucuns le pensent, de celui des échantillons « à structure conservée ». Originellement, les végétaux qu'ils renferment, se trouvaient enfouis dans des conditions identiques. Nombreux sont les exemples que l'on a cités, où les deux modes de conservation se trouvent associés ou combinés dans un même fossile.

Les échantillons à structure conservée se distinguent en ce qu'ils ont été l'objet d'un procédé de fixation plus parfait. Ainsi qu'on le sait, ils se rencontrent dans des zones de la roche, vers lesquelles s'est faite une concentration de minéralisateurs. Cette condensation a généralement été hâtive.

Or, ces zones d'« imbibition minérale » (Renault 81, 10) possèdent une propriété capitale qui les a distinguées, dès l'origine, de la vase sédimentaire au sein de laquelle elles s'étaient différenciées.

Ces concrétions sont massives et par conséquent inaptes au tassement, tandis que sous la pression des sédiments accumulés, voire des actions tectoniques, la vase est susceptible de se comprimer et se comprime, toujours de façon variable suivant sa nature. Les expériences, faites à l'occasion du remblayage hydraulique des exploitations minières, fournissent, sur le coefficient de tassement des sédiments, des chiffres précis.

Telle est, en principe, la distinction des deux modes de conservation.

Classiquement, on ne retient qu'un corollaire de cette loi. C'est celui-ci : L'immunité contre le tassement dont jouissent les échantillons à structure conservée, a été telle que les tissus y sont restés distendus et s'y retrouvent dans une attitude naturelle. Le minéralisateur a pénétré subtilement dans l'intérieur des cellules et les a comblées. Sous le microscope, les cloisons des cellules apparaissent nettes avec la teinte brune qu'ont les plantes décolorées. C'est cette conservation intime qui vaut à ces échantillons d'être dits « à structure conservée ».

Dans les « empreintes », au contraire, les tissus se retrouvent, comme chez nos échantillons, à l'état de charbon brillant à clivages parallélipipédiques. Toutefois, il arrive que l'on distingue des traces de structure sur les faces externes de ces lamelles de charbon. Le cas est même fréquent. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que la compression ait été uniforme, ce qui n'est possible que si le grain de la roche est suffisamment fin. C'est pourquoi les empreintes des roches franchement sableuses ou gréseuses manquent de netteté. Mais dans le cas de boues fines, d'argiles ou de schistes, la conservation externe est très remarquable. Malheureusement, l'enrobage par les boues a été massif. Il n'y a pas eu pénétration intracellulaire. Manquant de soutien, les cellules ont été écrasées dans le tassement, et leurs parois sont venues en contact. La masse des tissus s'est soudée sous l'effort de compression. Les lamelles houillifiées, ainsi produites, défient l'étude microscopique. Elles sont obstinément opaques en lames minces. Attaquées par des oxydants énergiques, elles ne montrent que des lambeaux de tissus.

Ces quelques mots suffisent pour que nous puissions déjà conclure que c'est à tort que certains confondent, à l'exemple de Renault (81, 16), empreintes et moulages. Dans les empreintes, la substance organique subsiste.

Mais cette confusion des empreintes et des moulages est surtout déplorable, parce qu'il y a plus. Dès lors, elle devient absolument inadmissible.

La distinction classique des échantillons à structure conservée et en empreintes, est en définitive fondée sur la possibilité d'observation et d'étude de la structure intime. Mais celle-ci est-elle bien toute la structure ? N'y a-t-il pas lieu de tenir compte des caractères de la structure d'ensemble ? Les systématiciens ont toujours fait grand cas des caractères morphologiques. Est-ce à tort ?

La compression des végétaux conservés à l'état d'empreintes et la soudure subséquente de leurs tissus en une masse houillifiée ne sont pas indéfinies. Il existe une limite. C'est parce que cette limite peut se trouver bien en deçà de ce qu'indique le mot empreinte, que l'intérêt de ces échantillons est beaucoup plus grand que d'aucuns ne le soupçonnent.

Dans l'échantillon original de *Calamostachys Ludwigi* (cf. Weiss **84**, XXII, 1-8), la section des épis est ronde, et l'on ne constate aucune trace de compression sous l'action d'une poussée dirigée suivant l'axe. C'est donc, à cet égard, un échantillon parfait, un vrai type de nodule à structure conservée.

Dans nos échantillons, les épis étalés en stratification ont une section subelliptique surbaissée. C'est la déformation classique d'une section circulaire sous la pression du tassement, force normale au plan de stratification. Mais l'axe vertical de l'ellipse a une dimension appréciable; il paraît être, d'après mes mesures, à peu près égal, dans certains cas, à la moitié de l'axe horizontal, situé dans le plan de stratification. Cet axe, n'étant pas déformé, le tassement a donc été d'environ 50 %.

Comment se peut-il qu'une masse végétale d'aussi minime importance que celle d'un épi, ait pu résister à des efforts de compression que nous nous représentons avec raison comme ayant dû être énormes? Comment a-t-elle pu conserver quelque chose de son relief, alors que nous nous attendons à la trouver réduite à une lamelle d'épaisseur tellement minime qu'elle paraîtrait sensiblement uniforme?

Un examen des échantillons figurés (pl. I-III) fournit aisément l'explication.

Procédons du simple au compliqué, et étudions d'abord les rameaux feuillés. La série des échantillons (fig. 2f''', 4 et 16f) montre que chaque verticille de feuilles forme autour de l'axe un cône de section subelliptique écrasée. Les feuilles ne sont pas rabattues dans le plan d'étalement de l'axe (f. fig. 16 et fig. 2).

L'explication des faits paraît simple. Sur le vivant, les feuilles, assez rigides, s'étalaient plus ou moins obliquement à l'axe. Lorsque le rameau, tombé à l'eau, s'est arrêté sur le fond, et s'y est couché, il ne s'est que partiellement affaissé. La vase fluide l'a bientôt saisi. Se déposant avec grande douceur, elle s'est accumulée entre les feuilles et l'axe, en respectant l'attitude des feuilles. Lorsque le tassement s'est produit, il y a eu réduction de la distance verticale entre l'axe et ses feuilles; mais quand la vase eut été suffisamment déshydratée, puis comprimée, le tassement a cessé. Telle paraît être la seule explication logique des faits observés.

De semblable façon, les épis d'un même verticille (fig. 1, 2, 3, 5 et 6) ne se trouvent pas rabattus dans le même plan de stratification que l'axe du rameau spicifère. Il faut fouiller la roche au burin pour les retrouver et les dégager.

Il en est de même de la structure des épis. Entre les différentes pièces qui les composent, la vase s'est insinuée partout (E fig. 2). Dans la suite, elle a empêché la soudure des organes voisins, alors même que son épaisseur était tellement minime que la pellicule argileuse, séparant les bractées des écussons des sporangiophores, nous paraît à présent translucide. Elle a aussi soutenu l'ensemble, et assuré la conservation de la dimension parallèle à la direction du tassement.

Les empreintes sont donc tout autre chose que des moulages. Elles occupent une place intermédiaire entre ceux-ci et les échantillons à structure conservée, mais peuvent se rapprocher de ces derniers.

Il y a certes des empreintes d'inégale valeur. Dans les roches sableuses ou gréseuses, la conservation laisse à désirer. Ce n'est que dans celles de grain fin que l'ornementation externe des tissus est encore visible. Cette règle s'applique aussi aux moulages.

Le relief atténué des empreintes est également très variable. Il est d'autant plus net que le tassement a été moins énergique. A cet égard, les schistes psammitiques, comme ceux du toit de la couche Grande Delsemme, d'où proviennent nos échantillons, sont les meilleurs. Quoiqu'étant de grain fin, ils ne se tassent pas trop.

Voilà ce qu'il importe de ne pas perdre de vue au sujet du mode de conservation des empreintes.

Quelques mots, à présent, sur les méthodes de récolte et de préparation de ces échantillons.

On peut, à mon sens, poser en thèse générale que les échantillons, destinés aux études de systématique, doivent être recueillis dans des gisements autochtones. La règle est valable tant en paléobotanique qu'en paléozoologie.

Ce n'est, en effet, que dans semblables gisements, qu'il est possible de se procurer des séries suffisantes pour en arriver à connaître les divers stades de développement d'un même organe ou les divers organes d'une même espèce, et, encore, à pouvoir distinguer et mettre en évidence les particularités accidentelles de chaque échantillon.

J'ai cherché à m'inspirer de ce principe dans la récolte des matériaux qui ont servi de base à ce travail. Une région du toit de la couche Grande Delsemme avait été reconnue comme fossilifère. On en a abattu un wagonnet de roche. Ce wagonnet, extrait, puis culbuté sous abri, a été examiné méthodiquement. Les Calamostachys qu'on y découvrit appartenaient incontestablement à la flore autochtone, car on les rencontrait nombreux, entiers et constamment associés à des Asterophyllites, Calamites et Radicites eux-mêmes nombreux et complets. D'autres wagonnets de roche furent prélevés dans la même galerie et sensiblement au même point. Ils ont fourni des échantillons complémentaires intéressants. Malgré une visite du gisement faite dans l'intervalle, je n'ai pu pousser à l'extrême limite l'étude de la question qui fait l'objet de ce mémoire. Les conditions de récolte sont, en effet, assez délicates. Le toit n'est accessible que sur une surface restreinte, dans les galeries d'exploitation. Ici, il est trop entamé; là, il l'est trop peu, car le gisement recherché se trouve à un certain niveau et sur une épaisseur limitée. Enfin, le gisement peut être, pour l'espèce considérée, assez localisé en surface. L'exploration du toit de la couche Grande Delsemme dans d'autres points de la mine, a fait découvrir des Calamostachys; mais ils étaient moins abondants et moins bien conservés.

Quoiqu'il en soit, la suite permettra de juger de la valeur de cette méthode de récolte.

La méthode de préparation y est intimement liée. En l'examinant d'un peu plus près, nous compléterons nos connaissances au sujet du mode de fossilisation.

L'examen du gisement et le débitage des blocs de schiste montrent qu'en règle générale, les rameaux spicifères, de même que les rameaux feuillés, sont étalés en stratification. Il en est à peu près de même des épis, ainsi que nous le savons déjà (fig. 1 à 6).

Suivant la chance, la cassure produite par le choc du marteau passe à tel ou tel autre niveau dans l'épi. Tantôt, elle est tangentielle et extérieure aux bractées (fig. 4); tantôt, elle est tangentielle aux écussons des sporangiophores (fig. 6 b'), et ainsi de suite.

Le premier cas est le plus favorable. On peut alors disséquer le cône à l'aiguille sur celui des deux échantillons qui renferme l'épi; l'autre, qui en est la «contre-empreinte» ou «négatif», est de moindre valeur, mais montre la surface externe de façon souvent plus nette (fig. 4).

La dissection à l'aiguille est toutefois délicate. Il est souvent plus commode de rechercher des échantillons où la cassure s'est faite suivant l'axe (fig. 2, E) ou suivant un plan intermédiaire. Dans un grand nombre de cas, la cassure est d'ailleurs ondoyante et découvre dans un même épi une série de niveaux différents (fig. 20).

On se trouve ainsi en présence de coupes sériées analogues à celles utilisées pour l'étude des échantillons à structure conservée.

Qui mieux est, il arrive que les épis aient été écrasés obliquement. Les verticilles de bractées, étant rigides, ont alors tendance à être ramenés dans le plan de stratification. On obtient ainsi des coupes transversales d'épis. Ici, l'allure est un peu confuse (fig. 12); là, les verticilles sont bien distincts (fig. 7-10 et 18). L'irrégularité de la cassure a d'ailleurs pour conséquence de montrer simultanément des coupes parallèles et des coupes normales à l'axe de l'épi. Elles se relayent et s'enchevêtrent, mais se raccordent bien simplement. L'emploi du microscope binoculaire en facilite beaucoup le déchiffrement. (Pl. III.)

§ 3. — Description des échantillons.

Notre série d'échantillons a été recueillie dans un gisement autochtone, sur une surface de quelques mètres carrés, dans un seul et même banc de roche de faible épaisseur Ces échantillons proviennent peut-être d'un seul et même individu. Ils appartiennent en tous cas à la même espèce.

Les spécimens les plus typiques se trouvent reproduits aux planches I et II. La planche III donne en outre quelques détails intéressants. (Cf. Note additionnelle.)

L'explication des figures fait l'objet d'une légende détaillée. Nous nous bornerons ici à un exposé synthétique.

L'ensemble de l'appareil fructificateur est un rameau allongé dont la tige articulée, à entrenœuds de longueur régulièrement décroissante, porte des épis groupés en verticilles au niveau des nœuds, et se termine par un épi unique de grande taille.

Aucun échantillon ne montre l'ensemble du rameau spicifère, les dimensions des blocs étant trop faibles. Un spécimen non figuré, parce qu'il est peu démonstratif, montre cependant l'axe depuis la base jusqu'à la moitié inférieure de l'épi terminal. Sa longueur est de 20 centimètres. Si l'on remarque que la figure 1 représente la partie inférieure, la figure 3 la région moyenne et les figures 4, 5 et 6 le sommet du rameau spicifère, on obtient pour longueur minima du rameau 25 centimètres.

L'axe du rameau est sensiblement cylindrique, mais légèrement renflé aux nœuds (c, fig. 6). Son «écorce» est conservée sous forme d'une lamelle houillifiée de faible épaisseur. Aussi l'ornementation n'est-elle pas sensiblement différente sur les deux faces de cette lamelle. Elle consiste en stries longitudinales, souvent rendues inégales par le plissement résultant du tassement (fig. 2 et 5). Si l'axe est de fort diamètre, on y remarque, en outre, des côtes régulières (fig. 1 M). Le niveau des nœuds est obscur, la pellicule charbonneuse y étant plus épaisse et très adhérente.

Le diamètre de l'axe varie de 2 à 3,5 mm. et décroît faiblement vers le sommet.

La longueur des entrenœuds est de 30-32 mm. dans le bas, et diminue progressivement et régulièrement de la base au sommet. Le premier entrenœud est souvent un peu plus court que le suivant (fig. 1).

Le nœud inférieur est simplement feuillé. Dès le second nœud, il existe immédiatement au-dessus de chaque verticille de feuilles, un verticille d'épis.

Les feuilles (f, fig. 1, 2, 5) ne sont pas toujours bien visibles lorsque la cassure passe par l'axe (fig. 1, fig. 2). Ailleurs (fig. 2, f'; fig. 5, f), elles apparaissent nettement groupées en verticilles et très nombreuses. Elles sont linéaires, parfois régulièrement courbées à la base (fig. 5, f), généralement dressées, uninerviées et finement striées longitudinalement. Très longues, elles atteignent le niveau du nœud immédiatement supérieur. Leur base est ronde et légèrement calleuse.

Elles existent à tous les nœuds depuis l'inférieur (fig. 1) jusqu'au dernier (fig. 5), et sont toujours également longues (fig. 2 f''), sauf peut-être au sommet (fig. 5).

Les verticilles d'épis existent dès le second nœud (fig. 1, fig. 2 e). Ils naissent immédiatement au-dessus des verticilles de feuilles.

Les épis sont, en général, encore attachés au rameau. Toutefois, on en remarque qui se sont détachés naturellement au cours de la macération sur le fond (C, fig. 8). Ils montrent à leur base, légèrement élargic, une cicatrice faiblement concave, analogue à celle du rameau spicifère (R, fig. 1), dont on retrouve la trace sur les axes sous forme de saillie (C, fig. 5). La chose est surtout nette quand il n'y a que commencement de désarticulation (C, fig. 3)

Quoiqu'il en soit, aucun des échantillons figurés ne montre l'ensemble d'un verticille, parce qu'ils possèdent tous un certain relief. Les épis, ayant conservé leur attitude naturelle, se trouvent enfouis dans des plans différents. On constate fréquemment trois épis par verticille (fig. 1 et 3). Mais on remarque en outre qu'ils font en eux un angle droit, de telle sorte qu'il y a effectivement quatre épis par verticille. J'ai pu, dans un cas, établir le compte exact par une dissection, mais ce ne fut qu'en détruisant un épi.

Les épis alternent d'un verticille à l'autre. Le fait se constate aisément sur divers échantillons. Sur la figure 1, le verticille supérieur comprend deux épis latéraux en stratification et un troisième vu de face dans le plan axial du rameau; le verticille, situé au dessous, est manifestement tourné de 45°. Cette disposition est également apparente sur les échantillons fig. 3, partie supérieure, et fig. 5.

Le fait que la longueur des épis est supérieure à celle de l'entrenœud du rameau, tout en étant inférieure au double, rendrait vraisemblable, a priori, l'alternance des verticilles d'épis.

Au sommet du rameau, l'épi, de plus grande taille, est unique (fig. 5-11).

L'épi ayant atteint son complet développement, sera celui que nous étudierons d'abord.

Il est de forme régulièrement cylindrique et a de 30 à 55 mm. de longueur, parfois 65 mm. (épi terminal, fig. 4); son diamètre atteint alors 8 mm., tandis qu'il ne varie ordinairement que de 4,5 à 6 mm.

Le pédicelle court, qui relie l'épi à l'axe du rameau, naît sensiblement à angle droit sur l'axe, puis se recourbe régulièrement jusqu'à la verticale ou à peu près. Il est strié longitudinalement (fig. 5).

L'aspect de l'épi est évidemment très variable, suivant qu'il est vu de l'extérieur ou sectionné, et encore suivant le niveau de la coupe. On s'en convaincra par l'examen des planches. La comparaison des figures 5 et 6 permettra en outre de juger de l'influence de l'éclairage.

L'épi est typiquement constitué par un axe qui porte en alternance, dès la base, des verticilles régulièrement espacés de bractées stériles et de sporangiophores.

L'axe de l'épi est subcylindrique et renflé au niveau des verticilles de bractées. Il est strié longitudinalement et parfois costulé (fig. 7-11).

Bractées stériles. Les coupes longitudinales (fig. 2, E; fig. 7, épi b) montrent que les bractées s'étalent d'abord normalement à l'axe. plates ou convexes vers le haut, puis se redressent brusquement suivant la verticale en émettant vers le bas un court éperon, et s'élèvent en lame triangulaire jusque peu au-dessus du niveau du verticille immédiatement supérieur (fig. 4 et 5, 17 et 18).

La pellicule charbonneuse des bractées est formée, tant dans la partie horizontale que dans la lame verticale, de cellules fortement allongées et très étroites. Je n'y perçois pas de nervure nette à la face ventrale.

Les bractées sont libres dès leur départ de l'axe (fig. 7, 10 et 12). Le fait peut être aisément constaté sur un grand nombre d'épis couchés en stratification; il est plus net quand ils sont écrasés obliquement fig. 12), et surtout quand les verticilles sont bien étalés (épi terminal, fig. 7-10 et 18).

On peut, dans ce cas, compter le nombre de bractées sur un demi-verticille (fig. 9 et 10) et constater qu'il y a $16 (2 \times 8)$ bractées dans les trois verticilles inférieurs, puis $12 (2 \times 6)$ bractées dans les verticilles supérieurs. Il est plus délicat de faire ce compte sur des échantillons vus de face (fig. 4 et 5), parce qu'il arrive fréquemment que les bords de l'épi ne soient pas entièrement dégagés ou aient disparu (épi E, fig. 3).

Enfin l'examen, tant des coupes que des échantillons vus de face (fig. 4), montre qu'il y a alternance des bractées d'un verticille à l'autre.

Les sporangiophores sortent de l'axe exactement à mi-distance entre deux verticilles de bractées (s, fig. 10). On ne constate pas de renflement de l'axe à ce niveau (fig. 17 et 19).

Ils sont constitués d'un pédicelle, normal à l'axe, qui, par l'intermédiaire d'une expansion peltoïde terminale, supporte quatre sporanges, disposés aux sommets d'un carré.

Les pédicelles des sporangiophores latéraux sont bien visibles dans les coupes longitudinales sensiblement axiales (fig. 7-10). Les sporangiophores centraux ayant, dans ce cas, été arrachés, la trace

de leur pédicelle se remarque sur l'axe de l'épi sous forme de saillies perforées (fig. 11). Ce sont ces saillies qui, décurrentes vers le bas, donnent parfois à l'axe un aspect costulé.

Divers échantillons montrent que les verticilles les plus inférieurs comportent $8 \ (2 \times 4)$ sporangiophores, les supérieurs $6 \ (2 \times 3)$ seulement

Le pédicelle est légèrement renflé à la base, et se termine par une expansion peltoïde ou bouclier dont la coupe est bien visible en b (fig. 7 et 9).

L'expansion peltoïde, vue de face, est subcirculaire ou subquadrangulaire à angles arrondis (b', fig. 6, 7, 8). Dans quelques cas, j'ai constaté qu'elle était ornée extérieurement d'un sillon horizontal bifurqué aux extrémités (>-<). Intérieurement, elle montre, sur d'autres échantillons, quatre fossettes arrondies, séparées par une crête verticale et une crête horizontale (b'', fig. 6, et fig. 20).

L'épi sp (fig. 8) montre, en sp, deux sporanges fixés horizontalement, de part et d'autre, aux extrémités du bouclier. Sur l'épi E (fig. 7), on voit en creux les traces des sporanges. Les exemples de l'un et l'autre types sont nombreux (fig. 17 et 19).

Les sporanges sont elliptiques ou ovoïdes, allongés et finement striés longitudinalement.

Il importe de remarquer ici que sur divers échantillons, la cassure passe entre les bractées et les boucliers des sporangiophores. C'est le cas de la plupart des épis des figures 1-6. Les boucliers, accolés par le tassement, forment des bourrelets, bien mis en évidence par l'éclairage sur la figure 6, notamment à la base du cône terminal; plus haut, le bord gauche de ce cône montre seuls, en saillie, les boucliers situés au-dessus du plan axial (b').

Ici encore, il me paraît difficile de faire le compte exact des boucliers en les examinant sur une vue de face. Ils ont été impressionnés par les bractées, comme on le remarque nettement sur l'épi de gauche de la figure 5. De là une fausse apparence d'alternance des sporangiophores, alors que l'examen des coupes longitudinales (fig. 10 s et autres) montre que les sporangiophores sont sensiblement superposés.

Le sommet de l'épi est étiré et plus ou moins effilé (S, fig. 4, 5 et 16). Les coupes (S', fig. 5) montrent qu'il y a en ce point réduction rapide de la hauteur des verticilles, bien que les bractées soient remarquablement développées. Les bractées débordent ainsi vers le haut, tandis que les sporangiophores sont nettement avortés. Semblable structure a été décrite par Renault chez Calamostachys borgiensis (cf. Renault 93, LXI, 1).

A côté des épis parvenus à développement complet, il en est d'autres de beaucoup plus petite taille, qui se rencontrent assez nombreux dans ce même gisement autochtone (fig. 3, e: fig. 13 et 14). Ils appartiennent à la même espèce, car ils se trouvent associés de façon constante aux épis bien développés, qui tous appartiennent à une seule et même forme, et, d'autre part, — et surtout —, ils présentent dans l'ensemble les mêmes caractères morphologiques.

Les petits épis se rencontrent toujours isolés. C'est en vain que j'ai cherché à les trouver groupés, afin de reconnaître le mode de développement du rameau spicifère. Leur faible volume rend d'ailleurs la dissection très difficile.

La figure 13 montre l'aspect extérieur d'un épi. Les bractées y sont nettes ; leurs lames triangulaires, alternant d'un verticille à l'autre, ont un aspect imbriqué ; leur port est roide.

La figure 14 montre la coupe axiale d'un épi ; on y reconnaît nettement l'allure des bractées et l'indication des boucliers des sporangiophores.

§ 4. — Identification de nos échantillons.

La littérature du genre Calamostachys Schimper est assez touffue. Encore faut-il reconnaître que, parmi les créateurs d'espèces, deux des plus féconds, Ch.-E. Weiss (84) et B. Renault (96), ne se sont pas assez attachés à donner des diagnoses homogènes et méthodiques qui, seules, font nettement ressortir les caractères spécifiques. Il est probable que, dans un avenir plus ou moins proche, il se produira un élagage important. L'effort si considérable que tente actuellement M. Jongmans (11) y trouvera un couronnement.

Calamostachys Ludwigi Carruthers se trouve cependant défini de façon assez précise, bien que l'échantillon original, seul certain à cette heure, ne montre que des épis et n'indique rien de leur mode de groupement ou de toute autre particularité du rameau spicifère.

A ne considérer que les épis isolés, les traits caractéristiques les plus frappants des fructifications de Calamariées, sont la position des sporangiophores et leur constitution; en second lieu, la constitution des verticilles stériles.

Chez certaines espèces de Calamostachys, les sporangiophores émergent de l'axe à mi-distance entre deux verticilles stériles. C'est ce que nous constatons sur nos échantillons. Cette disposition existe non seulement chez C. Ludwigi, mais encore chez C. Binneyana Carruthers (67) de création contemporaine et chez nombre d'autres espèces de création plus récente.

La distinction s'établit alors d'après la constitution des verticilles stériles.

Les bractées peuvent être, soit libres dès leur départ de l'axe, soit soudées entre elles dans leur partie horizontale, de manière à former une sorte de plancher circulaire continu.

Ce caractère n'a pas, jusqu'ici, été utilisé dans les diagnoses. Renault (90, 449; 96, 130) semble cependant y avoir prêté attention, puisqu'il a désigné les épis du premier type sous le nom de Calamodendostachys, et a réservé à ceux du second type le nom d'Arthropityostachys, sans toutefois attirer l'attention de façon bien explicite sur cette base de distinction.

Quelle que soit la valeur que l'on accorde aux considérations phyllogéniques émises par M. Lignier (03, 126) et critiquées par M. Bower (08, 384), on ne pourra cependant s'empêcher de reconnaître l'intérêt de cette distinction morphologique, puisque seule elle permet, de l'avis de M. Scott (08, 58), de séparer C. Ludwigi de C. Binneyana et C. Casheana.

Le caractère est d'observation aisée dans le cas d'échantillons à structure conservée. Il est plus délicat à saisir dans les empreintes, car il arrive que par suite de compression, les bractées aient une fausse apparence de soudure. Mais le doute peut être levé, si la série d'échantillons est assez importante.

Je ne connais que trois Calamostachys chez lesquels les bractées sont certainement libres de l'axe. Ce sont : C. Ludwigi Carruthers (cf. Weiss 76, 40; 84, 176); C. longifolia Weiss (76, X, I B) et C. Zeilleri Renault (96, 130, LX, 3-8).

Ces espèces se distinguent entre elles par le nombre de bractées d'un verticille. Ce nombre est sensiblement double de celui des sporangiophores du verticille immédiatement supérieur.

C. Ludwigi a 16 ou 12 bractées ou 6 sporangiophores par verticille (cf. Weiss 76 et 84); C. longifolia posséderait aussi 12 bractées par verticille (cf. Weiss 76, X, IB), bien que Weiss ne dise pas en avoir fait le dénombrement; C. Zeilleri a 28 bractées ou 14 sporangiophores par verticille (cf. Renault 96, 130).

Nous sommes ainsi conduits, par l'examen de nos échantillons, à admettre que nous avons affaire à C. Ludwigi ou à C. longifolia.

Les caractères morphologiques des bractées stériles sont identiques dans les deux espèces.

On pourrait songer à utiliser ceux des sporangiophores. Mais Weiss (84, 171) n'a guère défini ceux de C. longifolia.

Au reste, le droit de priorité existe en faveur de Calamostachys Ludwigi.

Comme les épis de nos échantillons présentent tous les caractères de cette espèce, tant en ce qui concerne l'axe des épis et leur pédicelle, que leurs bractées et leurs sporangiophores (cf. Weiss 76 et 84), nous les considérerons donc comme y appartenant.

Une objection pourrait être soulevée. Weiss renseigne, en effet, que le nombre des sporangiophores est de six par verticille chez *C. Ludwigi*. Or, nous en comptons ici huit, puis six. Cette objection peut être aisément réfutée. En effet, il est de règle, chez le genre *Calamostachys*, que le nombre des sporangiophores soit de moitié moindre que celui des bractées. Or. Weiss renseigne 16 ou 12 bractées. S'il ne note que six sporangiophores, c'est que ses investigations ont été sommaires. Il n'a pas cherché à étudier les épis sur toute leur hauteur en y sériant les coupes. Nous constatons d'ailleurs sur nos échantillons (fig. 9 et 10), que les verticilles les plus inférieurs seuls comportent 16 bractées.

On peut encore faire observer, en se basant sur les études de M. Hickling (10, 1 et 8), que les faits sont identiques chez C. Binneyana.

L'espèce récoltée au toit de la couche Grande Delsemme est donc bien C.Ludwigi Carruthers = C.typica Schimper (ex parte).

Nous connaissons ainsi de façon certaine des échantillons en empreinte de cette espèce si intéressante, mais créée sur un échantillon d'un type un peu spécial (1).

§ 5. — Les organes végétatifs associés à Calamostachys Ludwigi.

Le banc de schiste du toit de la couche Grande Delsemme renferme, en même temps que Calamostachys Ludwigi, de nombreux restes d'Asterophyllites, Calamites et Radicites. Vu le caractère autochtone du gisement, il convient d'étudier cette association.

Les rameaux végétatifs encore garnis de feuilles (Asterophyllites), qui se trouvent constamment associés à Calamostachys Ludwigi, sont du type représenté par les figures 2, 3, 4, 15 et 16.

Leurs axes sont à entrenœuds allongés de longueur progressivement décroissante vers l'extrémité apicale (fig. 15).

Ils sont recouverts d'une mince pellicule charbonneuse ornée, tant sur sa face interne que sur sa face externe, de stries longitudinales très régulières, parmi lesquelles on saisit parfois un indice de côtes.

On rencontre aussi des empreintes d'étui médullaire de même diamètre qui montrent nettement aux nœuds une alternance des côtes (S, fig. 1). Sur les axes encore munis de leur écorce, le niveau des nœuds est marqué par un léger renflement de la tige; lorsque les feuilles ont été enlevées ou arrachées (fig. 16, N), le nœud est obscur, et simplement marqué d'un sillon dans la pellicule charbonneuse, ou encore de dépressions rondes correspondant à la base calleuse des feuilles (t, fig. 16).

Les feuilles, libres dès la base, sont linéaires, amincies au sommet, striées longitudinalement, uninerviées (fig. 2f''') et très longues, dépassant la longueur de deux ou trois articles (fig. 16). La touffe apicale indique qu'il en est ainsi dès l'origine (fig. 15). Leur allure est légèrement falciforme. Elles naissent perpendiculairement à l'axe et se recourbent régulièrement. L'aspect est toutefois bien variable suivant l'allure de la cassure. Il faut, ici encore, une série d'échantillons d'assez forte taille pour pouvoir se faire une idée exacte de l'aspect du rameau malgré les déformations. Le tassement, en écrasant les feuilles médianes, en vient à donner à l'échantillon un aspect tout différent (fig. 16) de celui qu'il possède lorsque les feuilles latérales sont seules visibles (fig. 4).

Dans certains cas, la masse des feuilles s'est affaissée avant que les sédiments n'aient eu le temps de la soutenir. L'axe n'est plus visible que par transparence, ayant impressionné la masse des feuilles dans le tassement (fig. 15 B).

D'après l'échantillon 15 A, cet Asterophyllites est A. rigidus Sternberg (23, 31, XIX, 1; 26², p. xxix). D'après les figures 4 et 16, notre espèce est plutôt A. longifolius Sternberg (26, 1, 50, LVIII, 1; 26², XXIX), dont le type provient d'Eschweiler. Weiss (76, 51) considérait ces deux espèces comme très voisines, mais non comme identiques, la nervure médiane des feuilles de A. rigidus étant carénée. En fait, la nervure est, sur nos échantillons, tantôt nette, tantôt indistincte, parfois saillante, parfois plate. Au reste, M. Kidston (11, 118), rectifiant ses opinions antérieures (86, 41), admet actuellement l'identité de ces deux espèces. Il a bien voulu, sur le vu de photographies 15 et 16, confirmer mes déterminations. Conformément à l'usage, et bien qu'il existe une apparence de droit de priorité en faveur du premier vocable, je désignerai cette forme sous le nom d'Asterophyllites longifolius.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

⁽¹⁾ Ayant eu récemment l'occasion de récolter Calamostachys ramosa Weiss, j'ai constaté que les bractées stériles y étaient libres. Ce caractère est nettement visible sur les dessins de Weiss (84, VI, 2, 3, 6 et 7); mais il m'avait échappé. Le nombre des bractées paraît être de 12 par verticille; mais leur allure falciforme permet de faire aisément la distinction d'avec Calamostachys Ludwigi.

L'association constante de Calamostachys Ludwigi et Asterophyllites longifolius dans un gisement autochtone donne évidemment à penser qu'ils sont respectivement les rameaux spicifères et les rameaux végétatifs d'une seule et même espèce.

En les comparant, on constate que tous leurs caractères morphologiques sont identiques, hormis un seul : le rapport du diamètre de l'axe à la longueur des articles. Mais de part et d'autre, l'axe est cylindrique et légèrement renflé aux nœuds; il est orné de stries longitudinales, également fines ou de côtes rudimentaires; les nœuds ont même aspect; les feuilles naissent de semblable façon, ont même allure et même ornementation, si bien que la partie inférieure de certains rameaux spicifères, l'aspect est presque celui d'Asterophyllites longifolius. La réduction du diamètre de l'axe des rameaux spicifères trouve d'ailleurs une explication logique dans la faible durée de leur existence : un organe disparaît aussitôt sa fonction achevée; partant, il n'y a aucune utilité à ce que ces rameaux possèdent des axes aussi vigoureux que les rameaux végétatifs dont l'existence est plus longue. Nombreux sont les exemples de cette loi que l'on pourrait citer. Elle trouve ici aussi son application.

Cet exemple d'association de Calamostachys Ludwigi et Asterophyllites longifolius n'est d'ailleurs pas isolé.

- I. Un échantillon d'Eschweiler figuré par Weiss (76, X, I) en offre un autre. M. Zeiller (88, 374) s'est d'ailleurs rallié à l'avis de Weiss, tout en considérant que cette association ne suffisait pas à elle seule pour permettre de regarder comme définitive l'attribution de l'épi à Asterophyllites longifolius. Mais notre série d'échantillons renferme et des rameaux feuillés identiques à celui figuré par Weiss (fig. 16), et des rameaux spicifères de même état de conservation (fig. 12). En outre, ainsi que nous l'avons déjà vu (§ 4), les caractères morphologiques de Calamostachys longifolia sont ceux de C. Ludwigi: bractées libres dès l'axe, même nombre de bractées par verticille, même allure de la lame des bractées d'abord horizontale, puis brusquement redressée. D'après les dessins de Weiss (76, X, IB), les bractées de C. longifolia sont, il est vrai, très étroites (cf. Zeiller 88, 375); mais l'examen de notre échantillon (fig. 12) me porte à croire qu'il y a là une sorte de déformation résultant de ce que, par suite d'un enfouissement oblique, les bractées sont vues par leur tranche.
- 2. Weiss (84, 171, XX, 6) a retrouvé cette même association sur un échantillon provenant de la Basse-Silésie (Puits Carl Georg Victor, près de Gottesberg), mais il n'en a figuré que les épis. Ceux-ci semblent être du type Calamostachys: le mode d'insertion des sporangiophores n'est, en effet, pas distinct. Un de nos échantillons a l'aspect de celui de Weiss.
- 3. Bien que Stur (87, 205, XV, 7-9) ait adopté une détermination spéciale pour des échantillons récoltés au puits Julius du charbonnage Fuchs à Waldenburg, Brückmannia polystachya Sternberg et Asterophyllites polystachyus Stur, c'est bien à l'association C. Ludwigi et A. longifolius, d'un aspect un peu spécial, qu'il a eu affaire. On s'en convaincra aisément par l'examen des figures et de la description détaillée. L'allure des bractées se retroussant brusquement en une lame verticale, en émettant vers le bas un léger éperon, est nette. Stur a, d'autre part, reconnu le départ des pédicelles des sporangiophores à mi-hauteur de l'entrenœud.

L'auteur rapporte d'ailleurs à cette espèce les échantillons figurés par Weiss (76, X, 1; 84, XX, 6 et XXI, 11) sous le nom de Calamostachys longifolia et Asterophyllites longifolius, dont il vient d'être question à l'instant.

Je crois utile de faire observer ici, d'une part, que Weiss (76, 180 et 207) paraît avoir une conception assez personnelle de A. longifolius, conception qui ne tient pas assez compte des variations d'aspect résultant du mode de conservation du rameau feuillé, et, d'autre part, qu'à ne considérer que la figure 1ª de la planche LI de Sternberg (26), la figure 1ª étant indistincte, il n'est pas possible, même en utilisant les diagnoses et remarques de l'auteur, de décider des caractères spécifiques du Volkmannia polystachya. Stur lui-même l'a reconnu après une étude consciencieuse au cours de laquelle il a vainement recherché l'original. On s'étonne que dans ces conditions, il se soit obstiné à utiliser un vocable spécifique qui n'a pas de signification objective bien définie. Bruckmannia polystachya Stur, non Sternberg, doit donc être considéré comme synonyme de C. Ludwigi Carruthers.

4. M. Kidston (92, 583) a constaté l'association de Calamostachys typica et Asterophyllites longifolius sur deux échantillons anglais, l'un recueilli au charbonnage Ebbw Vale (Cardiff), l'autre de provenance

inconnue et faisant partie des collections du Service géologique d'Angleterre. M. Kidston (11, 127) ne signale pas cette détermination de *C. typica* dans la liste des synonymes de *Palaeostachya Ettingshauseni*. Il y a donc lieu de la considérer comme étant probablement exacte.

5. Schimper (69, 328) a d'ailleurs cru pouvoir déclarer : Ce fruit (Calamostachys typica) paraît appartenir à Calamocladus longifolius.

L'étude de la flore du toit de la couche Grande Delsemme confirme donc une opinion déjà ancienne. Les épis de Asterophyllites longifolius sont du type Calamostachys; ce Calamostachys est C. Ludwigi.

Pas plus que nos prédécesseurs, nous ne pouvons fournir une preuve absolue de cette opinion en montrant rameaux végétatifs et rameaux fertiles attachés à un même tronc; mais nous avons tenté de pousser plus avant la démonstration en accumulant les arguments. Le fait que dans leur partie inférieure simplement feuillée, les rameaux spicifères de C. Ludwigi ont l'aspect d'A. longifolius est particulièrement probant.

M. Deltenre (08, 218) a, il est vrai, signalé la constance d'association de Palaeostachya pedunculata Williamson et Asterophyllites longifolius Sternberg. Il a bien voulu récemment me faire savoir qu'il s'agissait plutôt de P. Ettingshauseni Kidston; en même temps, il me communiquait des photographies des rameaux feuillés et des rameaux fertiles. Je regrette de n'avoir pu me faire une opinion définitive, la série d'échantillons étant assez réduite. Mais les épis semblent bien être de type Palaeostachya. Quant aux Asterophyllites, ils appartiennent vraisemblablement à une espèce differente de celle à laquelle nous avons affaire ici : la longueur des entrenœuds est énorme par rapport au diamètre de l'axe; les feuilles sont plus largement arrondies à la base et plus étalées; elles sont aussi plus larges. J'hésite à les trouver plus conformes que nos échantillons (fig. 16) au type d'Asterophyllites longifolius Sternberg (26, LVIII, 1). La question reste donc ouverte.

Parmi les espèces de Calamostachys qu'a distinguées Weiss, il en est peut-être d'autres qui, à la suite de C. longifolia, devront tomber en synonymie avec C. Ludwigi.

Puisque nous considérons comme une seule et même espèce Asterophyllites rigidus Sternberg et A. longifolius Sternberg, il paraîtrait vraisemblable de ranger en seconde place parmi les synonymes de C. Ludwigi Carruthers, C. rigida Weiss (76, 54, XII, 4; 84, 191). Mais cette forme, telle qu'elle se trouve définie par l'échantillon original, paraît être bien différente de C. Ludwigi. Les épis sont très brièvement pédicellés; leur longueur est inférieure à celle de l'entrenœud; les bractées sont, semble-t-il, courbes et saillantes. D'ailleurs Weiss (76, 54), tout en signalant l'association de ces épis avec A. rigidus, déclare que leurs relations sont bien moins certaines que celles de C. longifolia et A. longifolius. C. rigida n'est donc pas synonyme de C. Ludwigi. Ses relations avec A. rigidus sont moins que probables.

A striatus Weiss (84, 192, XX, 3) est assez voisin de A. longifolius. C. striatus paraît cependant différent de C. Ludwigi. Les bractées semblent, en effet, plus lâches et aussi plus nombreuses. Il faut attendre la publication de reproductions photographiques des types pour pouvoir se prononcer définitivement.

Les tiges ou axes (Calamites), associés à Calamostachys Ludwigi au toit de la couche Grande Delsemme, étaient abondants. Mais tous ou presque tous se trouvaient déformés par tassement ou par glissement, à un point tel que je n'ai guère recueilli d'échantillons déterminables. Encore s'agit-il exclusivement d'étuis médullaires Je ne m'étendrai donc pas sur ce point.

La Calamites, associé à C. Ludwigi, est une Stylocalamites à côtes généralement très étroites et à entrenœuds souvent longs.

Quant aux Radicites associés à C. Ludwigi, ils sont du type R. capillacea Lindley et Hutton.

En résumé, Calamostachys Ludwigi Carruthers représente les rameaux spicifères ou les épis de la Calamariée dont les rameaux feuillés sont connus sous le nom d'Asterophyllites longifolius Sternberg =

A. rigidus Sternberg = A. polystachyus Stur. C. Ludwigi est synonyme de C. longifolia Weiss et de Bruckmannia polystachya Stur, non Sternberg, mais non de C. (Paracalamostachys) rigida Weiss.

Cette Calamariée possédait, à en juger par la constance d'association, des axes ou tiges du type Stylocalamites. Ses racines étaient du type Radicites capillacea Lindley et Hutton.

§ 6. - Conclusions.

Nous grouperons nos conclusions en distinguant celles qui ont trait à la systématique, celles qui se rapportent à l'extension horizontale ou géographique de l'espèce, et enfin celles qui regardent son extension verticale.

Au point de vue de la systématique, je ne crois pouvoir mieux faire que de donner une nouvelle rédaction de la diagnose de l'espèce, basée à la fois sur les travaux de Weiss et sur mes observations.

Bien que la constitution de l'épi soit particulièrement importante, il n'est pas sans intérêt que la diagnose indique les caractères morphologiques du rameau spicifère. C'est pourquoi je pense pouvoir proposer la forme suivante :

Calamostachys Ludwigi Carruthers

 $(= Calamostachys\ typica\ Schimper\ (ex\ parte) = Calamostachys\ longifolia\ Weiss = Bruckmannia\ polystachya\ Stur\ non\ Sternberg).$

Rameaux spicifères allongés à tige articulée, finement striée longitudinalement et légèrement renflée aux nœuds, à entrenœuds de longueur régulièrement décroissante, à nœuds garnis de feuilles verticillées, longues, assez dressées, linéaires, finement striées longitudinalement, plus ou moins nettement uninerviées (Asterophyllites longifolius Sternberg).

Epis naissant immédiatement au-dessus du verticille de feuilles, disposés, par groupes de quatre, en verticille à chaque nœud, à partir du second nœud, avec alternance d'un verticille à l'autre. Epi terminal unique et de grande taille.

Epi de forme cylindrique, à sommet étiré et à pédicelle court. Pédicelle strié longitudinalement naissant sensiblement à angle droit de l'axe du rameau et se recourbant régulièrement jusqu'à la verticale ou à peu près. Axe subcylindrique, renflé aux nœuds, finement strié longitudinalement, parfois costulé, portant en alternance, dès la base, des verticilles régulièrement et également espacés de bractées stériles (nœuds) et de sporangiophores.

Bractées libres dès leur départ de l'axe, au nombre de 16, puis de 12 par verticille, alternant d'un verticille à l'autre, d'abord normales à l'axe, larges, presque jointives, plates ou convexes vers le haut, puis se redressant brusquement suivant la verticale, en émettant vers le bas un court éperon et en s'élevant en lame triangulaire jusque peu au dessus du niveau du verticille immédiatement supérieur, finement striées longitudinalement et uninerviées (Sec. Weiss)

Sporangiophores naissant à mi-distance entre les verticilles de bractées, au nombre de 8, puis de 6 par verticille, sans alternance d'un verticille à l'autre. Pédicelle du sporangiophore naissant perpendiculairement à l'axe de l'épi, sur une côte décurrente de cet axe, renflé à la base et se terminant en expansion peltoïde, bombée extérieurement et de contour subcirculaire, qui porte, disposés aux sommets d'un carré, quatre sporanges elliptiques ou ovoïdes, allongés et finement striés parallèlement au pédicelle.

Epi hétérosporé (?). Dans la partie supérieure, sporanges renfermant tous de nombreuses microspores groupées en tétrades.

Cette diagnose soulève quelques remarques.

Tout d'abord, le fait déjà signalé par Weiss (76, 41) que l'axe des épis ne présente pas de renflement au niveau des sporangiophores, indique qu'il n'y a pas de nœud à ce niveau.

Combinée avec l'observation que la saillie ou pseudo-côte sur laquelle naît le pédicelle du sporangiophore est décurrente, cette remarque nous conduit à conclure, à la suite de M. Hickling (10, 3), que chez C. Ludwigi,

le faisceau vasculaire du sporangiophore se sépare de l'axe au niveau du verticille de bractées immédiatement inférieur. C'est là une structure qui se retrouve également chez C. Binneyana (cf. Hickling 10).

En second lieu, nous devons observer que c'est vraisemblablement par erreur que Weiss (84, 167, XXIII) a considéré comme des macrospores les spores nombreuses et de petite taille qu'il a observées dans les verticilles contenant six sporangiophores. M. le comte de Solms (87, 336) a déjà signalé la possibilité de cette erreur.

Il semble d'ailleurs assez vraisemblable que C. Ludwigi était hétérosporé. Nous constatons en effet, à l'extrême base de l'épi, dans les verticilles les plus inférieurs, une différenciation morphologique. Les verticilles de bractées y comportent 16 pièces, ceux de sporangiophores 8 pièces, alors que sur la plus grande partie du cône, il n'y a que 12 bractées ou 6 sporangiophores par verticille. Cette différenciation morphologique souligne vraisemblablement une différenciation physiologique. Il est précisément de règle que les macrosporanges occupent la base de l'épi et y soient peu nombreux. C'est pourquoi je suis porté à croire que C. Ludwigi est hétérosporé.

Sur ces trois points, il y aurait lieu de reprendre l'étude de l'échantillon original en y sériant les coupes. Weiss (84) déclare certes en avoir fait plusieurs; mais il me semble ne pas avoir, à cette époque déjà lointaine, adopté pour cette étude la méthode de sériation qui seule fournit des résultats satisfaisants.

Examiner l'extension géographique de l'espèce est chose assez délicate, car cet examen implique une revision des échantillons rapportés à C. Ludwigi.

Le moment est venu de préciser la distinction de Calamostachys Ludwigi et de Palaeostachya Ettingshauseni, puisque nous savons (§ 1) que Schimper a confondu ces deux espèces, entraînant à sa suite Ch. E. Weiss et divers paléobotanistes. En conclusion de l'échange de vues auquel M. R. Kidston a obligeamment consenti, je pense que P. Ettingshauseni se distingue aisément de C. Ludwigi en ce que les bractées, plus longues et plus étroites, ne se relèvent pas brusquement comme chez C. Ludwigi, mais s'incurvent progressivement et, ne se redressant pas jusqu'à la verticale, font saillie sur les bords du cône. Il en résulte que l'aspect de celui-ci est plus lâche. Cette attitude résulte aussi de ce que les sporanges sont écrasés obliquement.

Bien que la reproduction laisse beaucoup à désirer, on saisira aisément ces caractères différentiels de P. Ettingshauseni sur l'échantillon figuré par M. N. Arber (09, LVII. Calamostachys (?) typica).

Le dessin de l'échantillon de *P. Ettingshauseni* de Gelsenkirchen [Hibernia], publié par Weiss (82, X, 51 et 84, XVIII, 2. Calamostachys Ludwigi) est peut-être plus typique. On remarquera que le dessin de ce même échantillon publié par von Rœhl (69, VII, 1) et reproduit par Schimper (90, 169, 128) est, d'après Weiss (84, 168), très inexact. On s'en convaincra aisément par la comparaison de ces figures. L'attitude roide donnée aux bractées sur le dessin de von Rœhl permet de comprendre et de justifier l'erreur de Schimper, dont l'opinion semble avoir influencé celle de Weiss.

Enfin, l'échantillon de Radnitz, figuré par von Ettingshausen (54, VIII, 1) et qui semble être le type de P. Ettingshauseni, présente encore les caractères différentiels que nous venons de signaler, mais de façon moins nette que l'échantillon de Gelsenkirchen, et même que celui de Canonbie figuré par M. Arber.

Ce point étant bien établi, on peut fixer comme suit l'extension géographique minima de C. Ludwigi (1):

- 1. bassin de la Westphalie: Hattingen (original de Ludwig);
- 2. bassin de Liége: Romsée (nos échantillons, pl. I et II);
- 3. bassin d'Eschweiler: Eschweiler (Weiss 76, X, I);
- 4. bassin de la Basse-Silésie : Gottesberg (Weiss 84, XX, 6); Waldenburg (Stur 87, XV, 7-9);
- 5. bassin de Radnitz (Schimper 69, XXIII, 1; Ettingshausen 54, VIII, 4?);
- 6. ? bassin du pays de Galles : Ebbw Vale (Kidston 92, 583).

⁽¹⁾ D'une communication, qu'a bien voulu me faire M. R. Zeiller, il résulte que Calamostachys Ludwigi a été récemment recueilli, associé à Asterophyllites longifolius, au toit de la couche Denise, la plus basse de celles exploitées à la fosse Casimir Périer de la Compagnie d'Anzin.

Nous nous sommes déjà expliqués ci-dessus au sujet des nos 2, 3 et 4, et nous avons vu qu'il s'agissait bien de C. Ludwigi.

Pour ce qui est du bassin de Radnitz, l'échantillon figuré par Schimper a les bractées roides. Il semble être du même type que certains de nos spécimens (fig. 4 et 5), bien que l'attitude des épis paraisse être exagérée, et que leur diamètre soit un peu plus fort. M. Kidston a bien voulu me faire savoir, après examen des photographies de mes échantillons, qu'il se pourrait que le second échantillon du même gisement figuré par von Ettingshausen, fût C. Ludwigi. C'est une opinion que je partage.

Quant aux échantillons anglais, ils n'ont pas été figurés, et si même M. Kidston ne les vise pas dans sa liste de synonymes de P. Ettingshauseni, le doute subsiste néanmoins.

L'extension géographique de C. Ludwigi est vraisemblablement plus considérable, à en juger par celle d'Asterophyllites longifolius que tant de considérations nous incitent à rapporter à la même Calamariée.

Tout en croyant pouvoir déclarer que c'est à tort que Renault (90, 415, XLVII, 3; XLVIII, 1 et 6) a rapporté à cette espèce d'Asterophyllites certains échantillons de Commentry, je ne pense pas être en mesure d'entreprendre une revision des données géographiques sur cette espèce.

Calamostachys Ludwigi paraît être cantonné dans la partie inférieure de la zone supérieure du Westphalien (de Lapparent et Munier-Chalmas 94).

L'original, recueilli, d'après Ludwig, aux puits Musen nos III et IV, provient, en effet, du faisceau Hauptflötz-Mausegatt de la zone des maigres, et probablement, d'après M. Mentzel (03, 54, V), de la couche Sarnsbank, inférieure d'environ 100 m. à la couche Mausegatt. C'est évidemment à tort que Ludwig rapportait au Culm cet horizon. Il y signale d'ailleurs des Sigillaria: S. hexagona.

Si, comme je le pense, la couche directrice Mausegatt se trouve à peu près au même niveau que la couche Stenaye = Veine de Nooz, du bassin de Liége, ce serait au même niveau qu'à Hattingen que C. Ludwigi aurait été rencontré au charbonnage de Wérister. La couche Grande Delsemme se trouve, en effet, immédiatement en dessous de Grande Veine de Nooz (cf. Ledouble 06; Fourmarier 05 et 06), et appartient à la zone supérieure du faisceau de Huy de l'assise de Châtelet, suivant la classification de M. Stainier (05, 57) (1).

La provenance exacte de l'échantillon d'Eschweiler pumpe n'est pas précisée par Weiss (76). Mais c'est dans le faisceau inférieur (Aussenwerke), au toit de la couche Grosskohl, que M. Westermann (05, 24) a signalé l'existence de C. Ludwigi. Ce niveau correspond à peu près à celui de Sarnsbank et de Grande Delsemme.

Enfin dans la Basse-Silésie, le puits Julius du charbonnage Fuchs, dans les travaux duquel ont été recueillis les échantillons de Stur (87, 205), exploite, d'après Schütze (in Dannenberg 08, 160, 17), le faisceau supérieur de l'assise de Waldenburg, tandis que le puits Carl Georg Victor, d'où proviennent certains échantillons décrits par Weiss (84, 171), déhouille les couches de l'assise de Schatzlar (cf. Schütze 92, 22).

Voici d'ailleurs, page suivante, la liste des espèces constitutives de la flore du toit de la couche Grande Delsemme, d'après une étude sommaire faite sur l'étendue de la concession du charbonnage de Wérister :

⁽¹⁾ Suivant l'opinion de M. W. Klein, la couche Stenaye du bassin de Liége se trouverait être équivalente à la couche Sonnenschein du bassin de la Westphalie. Le niveau de la couche Grande Delsemme pourrait donc être un peu plus élevé que je ne le suppose. (cf. W. C. Klein. Die Steinkohlenformation im Holländisch-Limburg und dem angrenzenden belgischen Gebiet. — in Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins. Festschrift zum XI. Allgemeinen deutschen Bergmannstag in Aachen. Berlin. Verlag König. preuss. geol. Landesanstalt 1910).

Sphenopteris aff. S. trifoliolata (Artis). Alloiopteris Sternbergi (Ettingshausen).

Essinghi Andrae.

Sphenopteris sp.

Mariopteris acuta (Brongniart).

Pecopteris Miltoni (Artis).

Neuropteris gigantea Sternberg.

heterophylla Brongniart.

Schlehani Stur (très abondant).

Rhabdocarpus (an N. Shlehani). Trigonocarpus Næggarathi (Sternberg). Sphenophyllum cuneifolium (Sternberg). Calamites Suckowi Brongniart.

ramosus Artis.

Asterophyllites longifolius (Sternberg). Annularia radiata (Brongniart) and the first the second Calamostachys Ludwigi Carruthers. Radicites capillacea (Lindley et Hutton). Lepidodendron aculeatum Sternberg. Lepidophloios acerosus (Lindley et Hutton). Lepidostrobus sp. - and the same the grade that

Lepidophyllum lanceolatum Lindley et Hutton.

» cf Anthemis König.

Sigillaria elegans (Sternberg).

aff. S. Lutugeni Zalessky.

Sigillariostrobus sp.

Spirorbis carbonarius (sur Calamites)

Murchison.

Il me reste à remercier M. N. Dessard, ingénieur-directeur des travaux du charbonnage de Wérister; M. l'inspecteur-général des mines R. Zeiller; MM. R. Kidston et W. Jongmans, ainsi que mon excellent ami M. H. Deltenre, qui, tous, à des titres divers, m'ont facilité les études qui font l'objet de ce travail.

[12-111-1912]

LÉGENDE DES PLANCHES I ET II.

- Fig. 1, pl. I. Région basilaire d'un rameau spicifère. R, cicatrice raméale, légèrement concave, entourée d'une collerette plate. En M, l'axe est nettement costulé. Le nœud inférieur est uniquement garni de feuilles, f; les feuilles latérales sont seules visibles. Des trois verticilles d'épis, le moyen est le plus complet et le plus net. Les trois épis visibles ont un écartement de 90°. L'épi de gauche du verticille inférieur indique clairement l'alternance des épis d'un verticille à l'autre.
 - S, section transversale d'un axe.
- Fig. 2, pl. I. Région basilaire d'un rameau spicifère. Des traces d'évasement se remarquent au bas de l'axe et semblent bien en indiquer la base. Tous les nœuds montrent un verticille de feuilles f, f', f''. Le nœuf inférieur est simplement feuillé; le second montre, en e, la partie inférieure d'un épi.
 - E. Section longitudinale et axiale d'un épi. Les verticilles de bractées sont seuls visibles. La coupe est légèrement oblique vers l'extérieur, dans le haut.
 - f'''. Fragment de rameau végétatif encore enfoui dans la roche et dont les verticilles de feuilles ne sont découverts par la cassure que peu au-dessus de leur insertion. Les feuilles sont nettement uninerviées.
- Fig. 3, pl. I. Région moyenne d'un rameau spicifère, montrant la base de quatre verticilles d'un épi, et le sommet d'un cinquième. Les épis sont encore en connexion ou légèrement détachés par écrasement (c). E, épi montrant bien la lame verticale des bractées, mais irrégulièrement dégagé sur les bords. S, sommet étiré d'un épi.
 - e, épi isolé de petite taille.
- Fig. 4, pl. I. Sommet d'un rameau spicifère. L'épi terminal, très long, montre bien, dans sa partie inférieure, la forme lancéolée et la disposition alternante des bractées.
 - S, sommet avec sporangiophores avortés.
 - A droite, région supérieure d'un rameau végétatif.
- Fig. 5, pl. I. Sommet d'un rameau spicifère. L'ornementation de l'axe et la forme du pédicelle des épis sont bien visibles. En C, cicatrice d'épis ; en f, verticille de feuilles à la base de l'épi terminal. S', coupe longitudinale d'un sommet d'épi, dont la forme extérieure est bien montrée par l'épi terminal S.
- Fig. 6, pl. I. Même échantillon photographié sous un éclairage différent après dégagement du bord gauche de l'épi terminal. Le bombement des verticilles indique plus nettement celui des boucliers des sporangiophores, qui sont bien visibles en b par leur face externe, et en b' par leur face interne.
- Fig. 7, pl. II. Echantillon montrant le sommet d'un rameau spicifère étalé obliquement, mais incomplètement dégagé (cf. fig. 9). b', un bouclier de sporangiophore vu extérieurement.

Au-dessus se trouve, couché en travers, un épi (b), orienté le sommet vers le bas. Il se trouve vu suivant une coupe sensiblement axiale.

- b. Pédicelle du sporangiophore et coupe de l'expansion peltoïde (cf. fig. 17).
- Fig. 8, pl. II. Mème échantillon que celui de la figure 7, mais photographié sous un éclairage différent.
 - C, cicatrice raméale à la base de l'épi E.
 - b', bouclier vu par sa face externe.

Sur le côté gauche de l'épi E, on voit en creux la trace des sporanges, tandis qu'en sp, l'épi sp montre en relief les sporanges eux-mêmes (cf. fig. 17).

- Fig. 9, pl. II. Même échantillon que les figures 7 et 8, photographié après dégagement de l'axe du rameau spicifère principal. La base de l'épi terminal est bjen visible. Les bractées sont écrasées obliquement. Elles sont libres dans leur partie horizontale. On en compte huit sur un demi-cercle dans les deux verticilles marqués (8).
 - b, voir figures 7 et 17.
- Fig. 10, pl. II. Contre-empreinte de l'échantillon précédent (fig. 7-9).
 - Le verticille de bractées marqué 8 correspond au verticille supérieur marqué 8 dans la figure 9.
 - Le verticille suivant, marqué 6, ne compte plus que six bractées sur un demi-cercle.
 - En s et so, pédicelles des sporangiophores naissant à mi-distance entre deux verticilles de bractées.
- Fig. 11, pl. II. Fragment de la base de l'épi terminal d'un rameau.
 - En 4, traces des pédicelles des sporangiophores médians.

- Fig. 12, pl. II. Fragment de rameau dont les épis ont été écrasés obliquement. L'apparence est un peu confuse, mais on y voit nettement la partie horizontale des bractées libres dès l'axe (cf. Weiss 76, X, 1 B).
- Fig. 13, pl. II. Vue externe d'un épi jeune. On y remarque les lames alternantes des bractées.
- Fig. 14, pl. II. Coupe longitudinale d'épis jeunes, montrant distinctement l'allure des bractées.

On y voit aussi l'indication des boucliers bombés des sporangiophores.

- Fig. 15, pl. II. Rameaux feuillés, associés de façon constante à C. Ludwigi.
 - A. Extrémité de rameau, dont les feuilles médianes ont été arrachées par la cassure.
 - B. Rameau visible par transparence, les feuilles s'étant tassées avant enrobement par les sédiments.
- Fig. 16, pl. II. Epis et rameaux feuillés, d'aspect varié (revers de l'échantillon fig. 2).
 - S, sommet étiré d'un épi.
 - t, traces ponctiformes des feuilles arrachées.
 - N, nœud renflé dont l'écorce a été arrachée par l'enlèvement des feuilles.
 - f, verticille de feuilles encore en saillie et séparées de l'axe par une épaisseur de roche.

Tous ces échantillons proviennent du toit de la couche Grande Delsemme au charbonnage de Wérister, à Romsée (Liége). Ils ont été recueillis dans le même banc sur une surface de quelques mètres carrés. Collections personnelles de l'auteur.

Photographies de grandeur naturelle et sans retouche.

Clichés de M. L. Julin.

Note additionnelle

En finale du § 2, j'ai signalé l'emploi du microscope binoculaire comme facilitant singulièrement l'étude des échantillons de petite taille et de structure compliquée, tels les épis de Calamostachys Ludwigi.

Depuis le dépôt du mémoire, il m'a été donné de faire quelques essais de microphotographies stéréoscopiques. Je les dois à l'obligeance de mon collègue M. Damas, chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Liége. Je lui en exprime ici tous mes remercîments.

La planche III groupe quatre de ces essais. Ils offrent un intérêt direct pour notre étude, car ils permettent de saisir plus exactement et le mode de conservation et la structure des épis de nos Calamostachys. Ils permettent en outre de juger combien l'emploi du microscope binoculaire et de la microphotographie stéréoscopique peut faciliter les études paléontologiques. Ces documents photographiques en apparence de moindre valeur, sont cependant plus sincères que ceux que l'on a coutume de publier, car on n'y rencontre pas d'effet de lumière trompeur.

Le microscope et la chambre photographique utilisés ont été construits par la maison Zeiss et fournis par la firme Drosten, 43, rue du Marais, Bruxelles.

Pour l'examen de la planche, on aura recours, soit à un stéréoscope ordinaire, soit à un stéréoscope de poche, constitué par une simple lame de carton découpée en forme de petit masque et portant deux lentilles convergentes. Semblable instrument, fourni par la maison Jos. Vandevliet-Caroyez, 8, rue Neuve, à Bruxelles, a été joint à l'album illustrant le travail de M. Jean Massart : Esquisse de la géographie botanique de la Belgique (Recueil de l'Institut botanique Léon Errera, VII^{bis}, 1910).

LÉGENDE DE LA PLANCHE III.

Fig. 17. — Région de droite de l'échantillon représenté fig. 9. Grossissement : environ 2.

L'épi marqué b sur la figure 9, montre une coupe longitudinale très remarquable, surtout sur le côté gauche. On y voit nettement, au premier verticille complet à partir du bas, le bouclier du sporangiophore : au verticille suivant, les sporanges piriformes suspendus aux extrémités du bouclier; aux deux verticilles suivants, le pédicelle du sporangiophore surmonté du bouclier; etc.

Au haut, la trace de l'épi terminal (fig. 18), dont le verticille de bractées de base est immédiatement à droite de l'épi.

Fig. 18. — Région centrale de l'échantillon représenté fig. 10. Grossissement : environ 2.

Epis étalés obliquement. Les verticilles stériles de l'épi inférieur, légèrement écrasés, ont orienté la cassure. On perçoit distinctement la forme des bractées; on constate aisément leur indépendance et le nombre. Le dernier verticille de droite est le troisième à partir de la base de l'épi.

L'épi supérieur est principalement vu en coupe longitudinale.

- Fig. 19. Fragment d'épi vu principalement en coupe longitudinale, presqu'axiale. Grossissement approximatif : 2. Cet échantillon, quoiqu'étant de conservation médiocre, montre nettement les sporanges.
- Fig. 20. Fragment d'épi, vu en coupe longitudinale oblique, plongeant du bas vers le haut. Grossissement : environ 2.

 Vers le haut, on perçoit le groupement en carré des sporanges, aux angles de l'écusson du sporangiophore.

 Au bas, une flèche indique un écusson de sporangiophore marqué d'un sillon en forme de >--<, qui pourrait bien souligner les faisceaux vasculaires.

Photographies sans retouches. Clichés de M. Louis Julin.

BIBLIOGRAPHIE.

Nota. — Les renvois du texte sont rédigés de la façon suivante :

- 1º le nom de l'auteur;
- 2º en caractères gras, les deux derniers chiffres du millésime de l'année de publication;
- 3º en chiffres italiques, le numéro de la page;
- 4º en chiffres romains, le numéro de la planche, et
- 5º en chiffres arabes, le numéro de la figure.
- Arber N., 1909. Fossils Plants.

Gowans's Nature Books. No 21.

Bertrand P., 1910. Note sur la découverte de végétaux houillers à structure conservée en Belgique et en Russie.

Ann. Soc. Géol. Nord, XXXIX, 97-103.

Binney E.-W., 1868. Observations on the Structure of fossil Plants found in the Carboniferous Strata. Part I. Calamites and Calamodendron.

Palaeontographical Soc. Volume for 1867.

1871. Note on the Organs of Fructification and Foliage of Calamodendron commune (?) Mem. Lit. and Philos. Soc. Manchester. 3e série. IV. 218-233. VI.

Bower F.-O., 1908. The Origin of a Land Flora.

London. Macmilian and Co. Ld.

Carruthers W., 1867. On the structure of the fruit of Calamites.

Seemann's Journ. of Botany. V (Fide Ch.-E. Weiss).

[Je n'ai pu me procurer ce travail qui ne se trouve dans aucune bibliothèque belge.]

Cremer L., 1903. Geologische Beschreibung des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlenbeckens.

in Die Entwickelung des Niederrhein.-Westfäl. Steinkohlen-Bergbaues in der zweiten
Hälfte des 19 Jahrhunderts. Band 1.

Dannenberg, 1908. Geologie der Steinkohlenlager.

Deltenre H., 1908. Les empreintes végétales du toit des couches de houille.

Ann. Soc. Géol. Belgique, XXXV, 212-221.

Ettingshausen (von) C., 1854. Die Steinkohlenflora von Radnitz in Böhmen.

Abhandl. K. K. geolog. Reichsanstalt. Band II. Abth. III. Nº 3.

Fourmarier P., 1905. Esquisse paléontologique du bassin houiller de Liége.

Congr. internat. géolog. appliq. Liége 1905.

1906. Note sur la zone inférieure du terrain houiller de Liége

Ann. Soc. Géol. Belgique, XXXIII, M. 17-20.

Geinitz H.-B., 1855. Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen.

Hickling G., 1910. The anatomy of Calamostachys Binneyana Schimper.

Memoirs and Proceed. Manchester Literary and Philos. Soc. LIV.

Jongmans W., 1909. in van Waterschoot van der Gracht.

The deeper Geology of the Netherlands and adjacent Regions.

Memoirs of the Government Institute for the geological Exploration of the Netherlands (Rijksopsporing van Delfstoffen). N° 2.

» 1911. Anleitung zur Bestimmung der Karbonpflanzen West-Europas. I. Thallophytae, Equisetales, Sphenophyllales.

Mededeelingen van de Rijksosporing van Delfstoffen, nº 3.

[D'après les bonnes feuilles que l'auteur m'a obligeamment communiquées.]

Kidston R., 1886. Catalogue of the Palaeozoic Plants in the... British Museum.

» 1892. On the Fossil Flora of the South Wales Coal Field and on the Relationship of its Strata to the Somerset and Bristol Coal Field.

Trans. Roy. Soc. Edinburgh, XXXVIII, 565-614.

» 1893. On the various Divisions of British Carboniferous Rocks as determined by their fossil Flora.

Proceed. Royal Soc. Edinburgh, XII.

» 1903. The Fossil Plants of the Carboniferous Rocks of Canonbie, Dumfriesshire, and of Parts of Cumberland and Northumberland.

Transact. Royal Soc. Edinburgh, XL.

1911. Les végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge.

Mém. Musée Histoire Naturelle de Belgique, IV.

Lapparent (de) et Munier-Chalmas, 1894. Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires.

Bull. Soc. Géol. France, 3e série, XXI, 447-501.

Ledouble O., 1906. La Carte des Mines du bassin houiller de Liége (2e édition).

Annales des Mines de Belgique, t. XI.

Congrès international de géologie appliquée, Liége 1905, 553-594.

Lignier O., 1903. Equisétales et Sphénophyllales. Leur origine filicéenne commune.

Bull. Soc. Linn. Normandie, 5e série, VII, 93-137.

Lottner, 1859. Geognostiche Skizze des Westphälischen Steinkohlengebirges.

Ludwig R., 1861. Calamitenfrüchte aus dem Spatheisenstein bei Hattigen an der Ruhr. Palaeontographica, X, 11-16, II.

Mentzel H., 1903. Voir CREMER L.

))

))

Munier-Chalmas, 1905. Voir de Lapparent et Munier-Chalmas

Renault B., 1881. Cours de Botanique fossile, I.

1882. Cours de Botanique fossile, II.

1890. Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Flore fossile.

Bull. Soc. Ind. Minérale, 3e série, IV.

» 1893. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac. Flore fossile. Deuxième partie. Atlas.

1896. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac.

Flore fossile. Deuxième partie. Texte.

[Ce travail se trouve reproduit dans le Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun : Notice sur les Calamariées. Pour les Calamostachys, voir t. XI. Les planches sont des réductions photographiques de celles de la publication du Service des Topographies souterraines (pl. III = pl. LX; pl. IV = pl. LXI; pl. V = pl. LXII).]

Renier A., 1911. Découverte, dans le Westphalien de la Belgique, d'empreintes de Calamostachys Ludwigi Carruthers.

Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, CLII, 1067.

Roehl (von) E., 1869. Fossile Flora der Steinkohlen-Formation Westphalens.

Palaeontographica, XVIII.

Schenk A., 1888. Die fossilen Pflanzenreste.

Sonderdruck aus dem Handbuch der Botanik.

Schimper W., 1869. Traité de paléontologie végétale, I.

1874. Traité de paléontologie végétale, III.

1890. Palaeophytologie.

in K.-A. von Zittel: Handbuch der Palaeontologie.

Schütze A., 1892. Geologisch-bergmännische Beschreilung der beiden Waldenburger Berg-Reviere.

Scott D.-H., 1908. Studies in Fossil Botany, I, 2d Ed.

Seward A.-C., 1898. Fossil Plants Students of Botany and Geology, I.

Solms-Laubach (zu) H., 1887. Einleitung in die Paläophytologie.

Stainier X., 1905. Stratigraphie du bassin houiller de Liége.

Bull. Soc. Belge Géologie, XIX, 1-120, I.

- Sternberg G., 1823. Essai d'un exposé géognostico-botanique de la Flore du monde primitif. (Traduction de Bray.) Second cahier.
 - 1826¹. Quatrième cahier.
 - 1826². Introduction (I-XLI).
- Stur D., 1887. Die Carbon Flora der Schatzlarer Schichten. II. Die Calamarien. Abh. K. K. geolog. Reichsanstalt, XI.
- Weiss Ch.-E., 1876. Steinkohlen-Calamarien, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fructificationen.

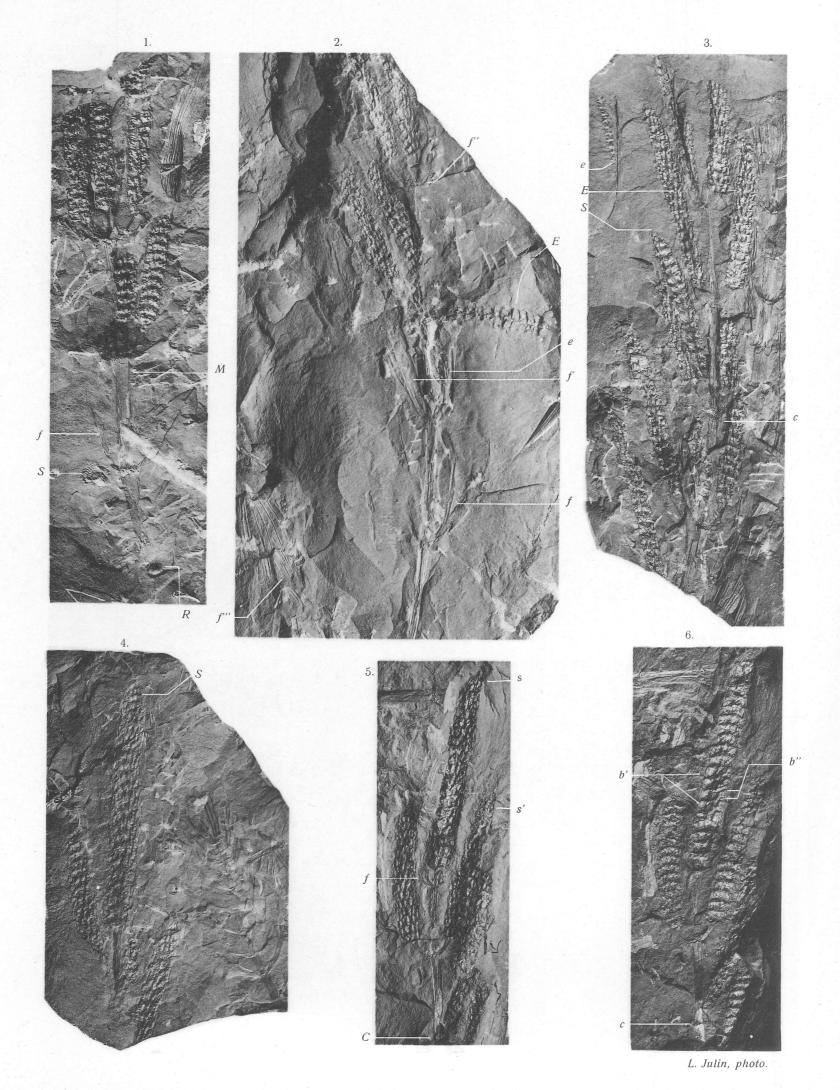
 Abhandl. zur geolog. Specialkarte von Preussen. II. Heft I.
 - 1882. Aus der Flora der Steinkohlenformation.
 - » 1884. Steinkohlen-Calamarien, II.

Abhandl. zur geolog. Specialkarte von Preussen. V. Heft II.

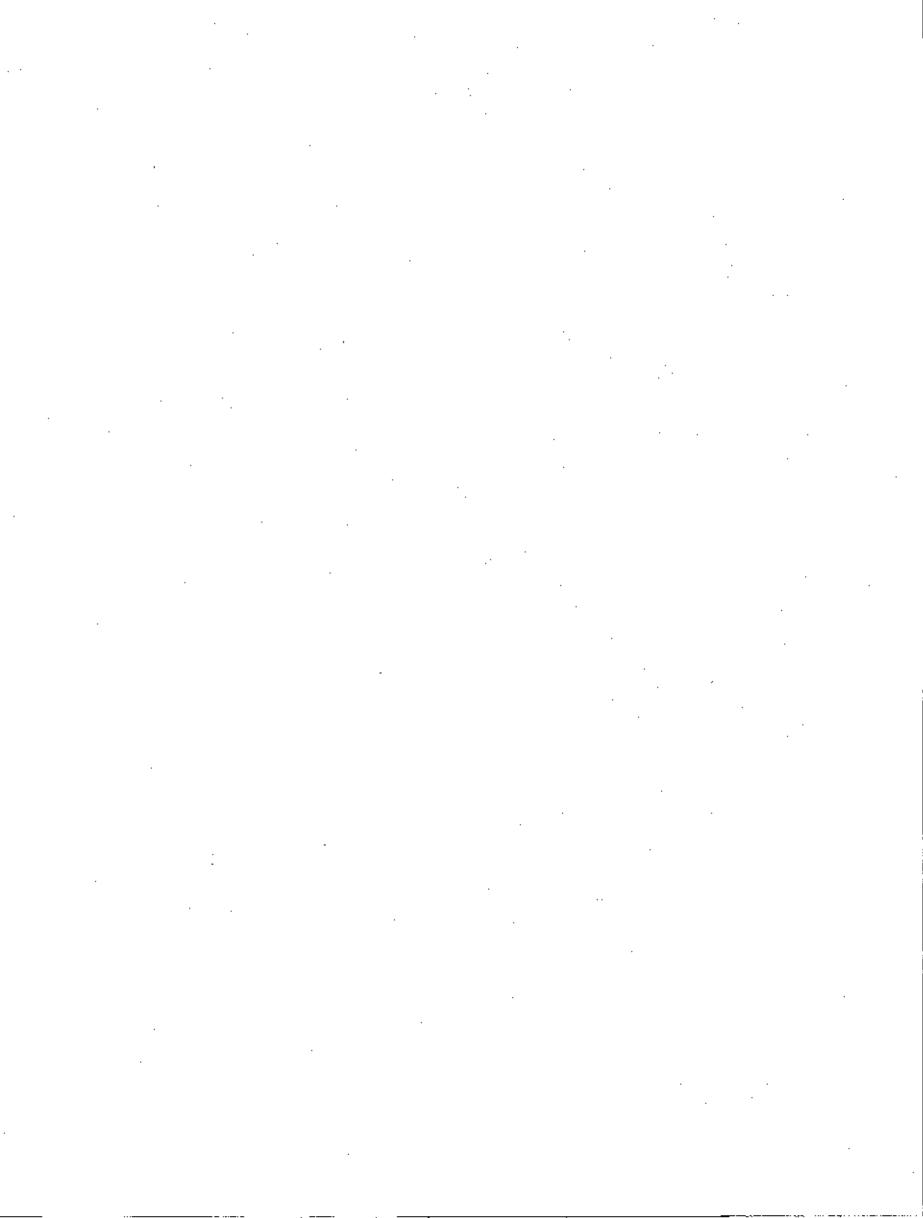
Westermann H., 1905. Die Gliederung der Aachener Steinkohlenablagerung auf Grund ihres petrographischen und palaeontologischen Verhaltens.

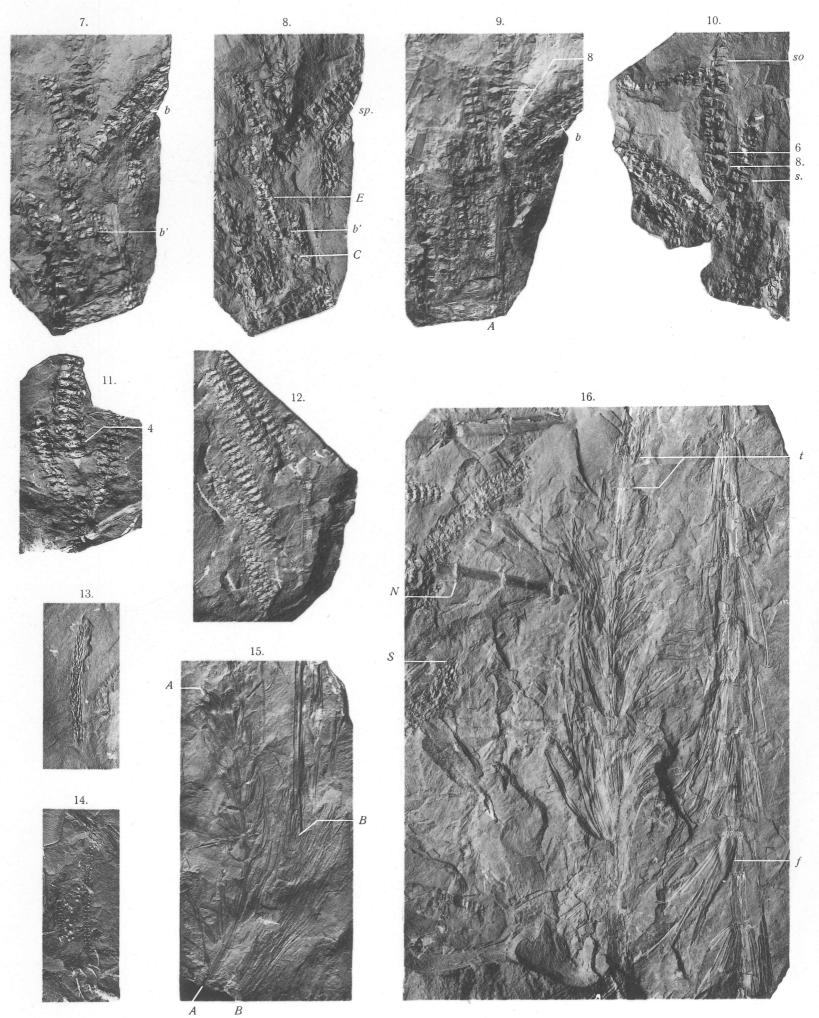
Verhandl. naturhistor. Vereins d. preuss. Rheinlande u. s. w. LXII.

Zeiller R., 1888. Bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Texte.



CALAMOSTACHYS LUDWIGI CARRUTHERS.





L. Julin, photo.



L. Julin, photo.

