

détaillée les minutes restées en ma possession), on pourra bientôt, grâce aux travaux repris aujourd'hui, juger de la valeur des motifs qui m'ont déterminé.

Parmi ces motifs, figurait en premier chef la nécessité de perfectionner le tracé des failles autrement que par le mode sinueux auquel s'étaient arrêtés MM. Boulanger et Bertera dans leur *Carte géologique du Cher*.

Sans prétendre pousser ce genre d'études au degré de détails que M. Guillebot de Nerville a su atteindre dans son beau travail sur la Côte-d'Or, je trouvais absolument nécessaire de faire figurer les failles à rejet notable par des tracés polygonaux à éléments rectilignes, afin de montrer les rapports de ces cassures et des phénomènes éruptifs, comme j'avais déjà commencé de le faire dans la Haute-Marne.

Je suis heureux de constater que sur ces points en particulier, — la rectilignité des éléments de cassure et leurs rapports directs avec les faits éruptifs, — je me trouve complètement d'accord avec MM. Vélain et Michel-Lévy.

Le Secrétaire analyse les notes suivantes :

Sur la **Flore carbonifère** du département de la Loire et du Centre de la France, de M. Cyrille **Grand'Eury**,
par M. le comte G. de Saporta.

Plus une œuvre est destinée à fixer l'attention, en révélant des faits nouveaux et inattendus, plus on est en droit de se recueillir avant de porter sur elle un jugement. Cette considération explique le retard que j'ai mis à entretenir la Société de la *Flore carbonifère du département de la Loire* (1), publication dont l'importance n'a pas besoin d'être démontrée. Non-seulement les recherches de l'auteur remontent à plus de dix ans et résument des explorations poursuivies avec une grande persévérance dans le fond des galeries, mais l'Académie des Sciences, par une faveur spéciale, a accordé à M. Grand'Eury l'hospitalité du recueil de ses *Mémoires*, et un des derniers rapports sortis de la plume du regrettable Adolphe Brongniart a, pour ainsi dire, consacré par avance les données principales de ses travaux.

L'illustre botaniste y puisait d'ailleurs des arguments en faveur de ses propres idées ; il y trouvait une confirmation de ses assertions

(1) Extrait du t. XXIV des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences* de l'Institut de France.

antérieures, relatives à la structure plutôt gymnospermique que cryptogamique de certains types de végétaux dont les empreintes sont fréquentes dans la houille, mais dont l'organisation n'a pu être jusqu'ici déterminée avec une précision suffisante, et cela par deux raisons : l'une est l'absence ou l'extrême rareté d'une connexion matérielle des divers organes que comprenaient autrefois les plantes carbonifères, à la fois très-singulières et très-hautes de taille ; l'autre tient à la carbonisation qui rend très-difficile l'examen des parties intérieures des anciennes tiges, puisque, au lieu de tissus avec leur trame anatomique, on ne rencontre le plus ordinairement que du *fusain*, c'est-à-dire une masse amorphe, où cependant il est quelquefois possible d'entrevoir l'ordre de superposition et de densité relative des différentes zones constitutives du végétal ainsi dénaturé et de plus comprimé.

De ces deux catégories de difficultés, on savait que M. Grand'Eury avait dans plusieurs cas surmonté heureusement la première, en observant au fond des mines les organes encore en place et en déterminant la connexion réciproque des tiges, des feuilles et des inflorescences. D'autre part, l'étude des végétaux convertis en silice et recueillis, soit aux environs d'Autun par M. Renault, soit dans le bassin de Saint-Étienne par M. Grand'Eury lui-même, ces derniers consistant surtout en graines de Gymnospermes, avait mis au jour des éléments d'une très-haute valeur, que M. Ad. Brongniart sut mettre en œuvre avant de mourir. Les travaux personnels de M. Renault sur la structure intérieure des tiges de Sigillaires, poursuivis sous les yeux de M. Brongniart, se rattachent au même ordre de recherches et tendent également à introduire une connaissance plus exacte des types des végétaux que comprenait la flore des temps houillers. On savait encore, et les lignes placées à la dernière page du mémoire de M. Grand'Eury confirment pleinement cette notion, que M. Ad. Brongniart prenait une part personnelle aux travaux du savant ingénieur, dont les vues ont été sanctionnées par lui jusqu'à la fin.

Tous ces motifs réunis expliquent l'impatience avec laquelle la *Flore carbonifère de la Loire* était attendue ; il me sera facile de faire voir qu'elle justifie pleinement cette impatience, par la netteté de certains résultats, par la portée de l'ensemble, enfin par les difficultés même qui se trouvent soulevées et mises en lumière, sinon résolues, par l'auteur.

Le bassin houiller de la Loire, dans lequel se renferme M. Grand'Eury et dont il donne une carte détaillée, se rapporte à la partie récente du Carbonifère. En effet, si l'on s'attache aux grandes divisions seulement, on voit au-dessus de la flore primordiale, *dévonienne* ou *précarbonifère*, se succéder plusieurs horizons, dont le plus inférieur, *carbo-*

nifère ancien, étage paléanthracitique de M. Schimper, urvien de M. Heer, n'a presque aucun rapport spécifique, ni même générique, avec le bassin de la Loire, selon le témoignage de M. Grand'Eury lui-même (p. 444). Le *Culm* forme le sommet de cette division inférieure, au-dessus de laquelle se place le *Carbonifère moyen*, partagé par M. Grand'Eury en *Infra-houiller*, *Houiller moyen proprement dit* et *Houiller sus-moyen* correspondant au *Cholme* de Bohême et à l'*Upper Coal-measures* des Anglais.

A cette hauteur seulement commence la série carbonifère de la France centrale, dont le terme inférieur est constitué par l'étage de Rive-de-Gier, auquel se superposent d'abord les végétaux silicifiés de Grand-Croix et enfin le bassin particulier de Saint-Etienne, avec ses sous-étages des Cordaïtés, des Fougères et des Calamodendrées, compris tout entier dans le terrain houiller supérieur proprement dit, et passant par le haut au *Suprà-houiller*, qui lui-même opère une transition vers le *Rothliegende* ou *Permien rouge inférieur*. Une foule de genres et d'espèces manquent ainsi à la flore de la Loire ou n'y sont représentés que dans des proportions très-faibles : ce sont des types qui, après avoir prédominé dans la partie ancienne du terrain, avaient déjà disparu ou se trouvaient en voie de déclin au moment du dépôt de ces couches.

Il en était ainsi, non-seulement de certains types caractéristiques, comme les *Cyclostigma*, les *Palæopteris*, certains *Knorria*, mais, d'une façon générale, des Astérophyllites, des Lépidodendrées et des Sigillaires, dès lors amoindries et réduites à un nombre restreint d'espèces et d'individus, bien que ces plantes soient toujours présentes. Au contraire, la foule des *Pecopteris* augmente ; les *Odontopteris*, qui persisteront dans l'âge suivant, abondent de plus en plus ; les *Cordaites* remplissent certaines couches ; enfin quelques types décidément permieniens, comme les *Walchia*, commencent dès lors à se montrer. Il existe donc une liaison générale, non-seulement des divers étages ou sous-étages entre eux, mais des groupes eux-mêmes, qui se fusionnent à l'aide de lits de jonction dans lesquels se montre constamment le mélange des éléments en voie d'élimination avec ceux qui entrent en scène pour se développer à leur tour.

La flore carbonifère, considérée dans son ensemble, représente la plus lointaine expansion, l'explosion d'exubérance la première en date, dont le règne végétal ait donné le spectacle, à partir de son origine. La cause prochaine de cette évolution doit être recherchée dans les circonstances de sol, de température et de composition atmosphérique qui se produisirent alors, au moins autant que dans la nature même des plantes que comprenait le règne végétal. Ce règne, encore voisin,

à l'infériorité relative des types éliminés, mais bien, au contraire, à cette perfection hâtive qui chez eux était inséparable d'une adaptation rigoureuse à des circonstances déterminées. C'est à ces deux particularités solidaires de leur organisme, qu'ils ont dû certainement de succomber devant la disparition des conditions extérieures de sol et de température auxquelles leur existence avait été attachée.

Les types cryptogamiques ne furent du reste pas les seuls qui périrent : les Gymnospermes et spécialement la tribu entière des Cordaïtées n'eurent pas un meilleur sort ; les unes et les autres furent, pour ainsi dire, décimées, et pourtant les *Salisburia*, parmi les Gymnospermes, les *Equisetum*, certaines Fougères et les Lycopodes proprement dits, parmi les Cryptogames, représentent encore de nos jours des types vivants peu éloignés de ceux qui dominaient exclusivement dans le Carbonifère.

C'est à définir exactement, à classer dans un ordre systématique et régulier, les types de cette grande et curieuse période, que M. Grand'Eury s'est appliqué dans la première partie de son ouvrage. Les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames gymnospermes ou autrement archispermes se partageaient alors presque également la flore carbonifère du bassin de la Loire. M. Grand'Eury range dans les premières trois groupes principaux ou classes : ce sont les *Calamariées*, les *Filicacées*, les *Sélaginées*, ou, en employant des noms vulgaires, les Prêles, les Fougères et les Lycopodes. Les secondes ou Gymnospermes comprennent les *Sigillariées*, les *Næggerathiées*, les *Cordaïtées*, enfin les *Calamodendrées*, non plus sous la dénomination de classes, mais comme autant d'ordres, et les dernières sous la formule de famille (p. 312 à 314). C'est là un classement qui demeure, comme on le voit, entaché d'ambiguïté, ambiguïté qui n'existe pas uniquement dans les termes, mais aussi, à ce qu'il semble, dans la pensée de l'auteur, qui a soigneusement évité de trancher ce qui lui paraissait obscur, de préciser ce qui était pour lui douteux ou controversable.

On doit certainement le louer d'avoir ainsi avoué, contrairement à la pratique de tant de savants, l'incertitude dans laquelle certains côtés de ses recherches l'ont plongé ; mais on voit aussi du même coup d'œil les points par où la discussion devra pénétrer et s'établir au cœur même du sujet. En fait, si les classes entre lesquelles M. Grand'Eury divise les Cryptogames carbonifères paraissent généralement admises et établies d'après des bases sérieuses et définitives, il ne saurait en être de même des ordres inscrits comme faisant partie des Gymnospermes, soit qu'on leur conteste le droit d'appartenir réellement à cet embranchement, comme on le fait aux Sigillaires, soit que l'on élève des objections contre la façon dont l'auteur s'y est pris pour définir et déli-

niter les *Næggerathiées* et les *Conditées* elles-mêmes. Nous aurons à revenir sur tous ces points, mais il faut en premier lieu s'attacher aux *Cryptogames*.

Les *Calamariées* de M. Grand'Eury comprennent les *Calamites* et les *Astérophyllites*, les *Annularia* et *Sphenophyllum*, enfin le genre *Bornia*; mais, contrairement à l'opinion de son prédécesseur immédiat, M. Schimper, l'auteur considère les *Astérophyllites* comme devant être séparées des vraies *Calamites* et comme formant un groupe de plantes indépendantes, n'ayant rien de commun, ainsi que le pensait Brongniart, avec les *Calamodendrées*. Les *Astérophyllites* se rapprocheraient surtout des *Annularia*, plantes débiles, submergées et flottantes, qui venaient épanouir à la surface de l'eau leurs épis fructificateurs. Les *Astérophyllites* ne s'élevaient pas autant que les *Calamites*; leurs tiges plus herbacées et moins fermes étaient plus ou moins lisses, couvertes, sur les parties jeunes, de verticilles de feuilles linéaires qui laissaient, après leur chute, une rangée circulaire de cicatrices punctiformes, bien différentes, selon l'auteur, des tubercules par lesquels se terminaient les côtes des *Calamites*. Le moule intérieur *calamitoïde*, c'est-à-dire strié en long, des tiges fistuleuses et en grande partie vides des *Astérophyllites*, serait la vraie cause de la confusion établie si longtemps entre ces plantes et les *Calamites*, en réalité si différentes.

Celles-ci, dont l'organisation intérieure offre le plus grand rapport avec celle de nos *Prêles*, étaient entièrement privées de feuilles et de graines, selon M. Grand'Eury; leurs tiges à parois minces s'élançaient en haute colonne, entièrement nue dans certaines espèces, pourvue dans d'autres de ramules et de ramuscules peu développés et promptement caducs. Les punctuations tuberculeuses, disposées autour des diaphragmes, correspondraient à des organes latents; elles donnaient lieu à des radicules dans la partie des tiges qui pénétrait dans la vase, en s'atténuant et se recourbant; mais M. Grand'Eury, tout en assimilant théoriquement ces punctuations à des rudiments de gaines ou parties vaginales constamment avortées, est porté à croire qu'aucun organe de cette nature n'en sortait jamais et que ces punctuations, chez les *Calamites*, s'effaçaient, au lieu de s'accentuer, vers les extrémités supérieures des tiges.

À côté de ces *Calamites* en colonnes nues, M. Grand'Eury en fait cependant figurer d'autres sur lesquelles il a observé des rameaux muus de feuilles verticillées soudées inférieurement; c'est ce qu'il nomme *Calamites foliosus* (p. 31), et il rapproche ce *C. foliosus* du *C. Cistii*, dont il représente probablement les parties feuillées. M. Grand'Eury fait encore ressortir l'analogie de ce *C. foliosus* avec les *Phyllothea*, type triasique et même jurassique, lié de très-près à nos *Equi-*

setum. On voit donc qu'en adoptant même l'opinion de M. Grand'Eury, les Calamites n'auraient pas été constamment dépouillées d'organes appendiculaires, et il aurait existé de plus, dès le Carbonifère, de vrais *Equisetum* (p. 46), c'est-à-dire des Equisétées garnies de gaines. Au milieu de cette variété fort naturelle dans un âge où les Calamariées constituaient un ordre puissant, et non pas un groupe faible et entièrement isolé, les Astérophyllites se présentaient, à ce qu'il semble, comme le type le plus élégant et le plus parfait, celui qui par conséquent avait le moins de chance de survivre aux circonstances qui lui avaient donné naissance. Les *Volkmannia* étaient les épis fructificateurs de ces végétaux, et l'origine caulinaire des sporanges qu'ils portent les éloignait, non-seulement des *Equisetum*, mais aussi de la plupart des Cryptogames actuelles. Mais si l'on suppose, ainsi que paraît l'admettre M. Schimper, que sur ces épis les verticilles de sporanges alternaient avec les verticilles de feuilles transformées qui les séparent et qui étaient destinées à les protéger, l'anomalie disparaît pour ne laisser subsister qu'une particularité de structure facile à concevoir et à expliquer.

En résumé, M. Grand'Eury diffère surtout d'opinion avec M. Schimper en ce que, pour celui-ci, les Astérophyllites sont les rameaux des Calamites et les *Volkmannia* les épis fructificateurs de ces mêmes plantes, tandis que le premier fait des Astérophyllites un type à part, tout en les rejoignant, ainsi que les Calamites, aux Equisétées par une suite de formes intermédiaires, encore imparfaitement étudiées. Quant aux organes reproducteurs des Calamites, M. Grand'Eury pense les avoir trouvés dans des chatons dépourvus de bractées, naissant directement de la tige, opposés ou fasciculés, dont il ne donne, il est vrai, qu'une description et des figures des plus confuses (voyez *op. cit.*, pl. V, fig. 1-4).

Les découvertes de M. Grand'Eury relatives à la classe des *Filicacées* ont plus d'importance encore et surtout plus de précision que celles qui précèdent. M. Grand'Eury, d'accord avec l'école de Brongniart, que j'ai moi-même suivie et à laquelle M. Schimper s'est également rattaché en ce point, établit d'abord que l'apparence tirée de la forme des feuilles et des détails de la nervation, tout en servant de guide parfois heureux à l'analogie, ne saurait pourtant être considérée comme un *criterium* souverain, et que les Fougères les plus dissemblables au premier abord peuvent avoir été en possession du même appareil reproducteur, tandis que ces appareils peuvent avoir différé beaucoup, tout en se trouvant placés sur des frondes à peu près semblables. Les Fougères actuelles nous fournissent des exemples frappants de ce désaccord entre les deux catégories d'organes, ceux de la reproduction étant d'ailleurs les seuls qui soient susceptibles de nous dévoiler l'affinité véritable de la plante que l'on examine.

C'est à une pareille étude que M. Grand'Eury s'est attaché avec une grande persévérance et un succès qui constitue un progrès relatif très-notoire vers la connaissance des Fougères paléozoïques. Aucune d'elles jusqu'ici ne saurait être assimilée à nos Polypodiacées, dont les sores ou amas de fructifications sont formés de capsules très-petites, diversement groupées, nues ou protégées par un tégument ; chacune des capsules, considérée à part, est généralement pédicellée et entourée d'un anneau élastique et articulé, verticalement dirigé, qui provoque par sa rupture la déhiscence du sporange et la dissémination des sporules. Les Polypodiacées comprennent de nos jours l'immense majorité des espèces vivantes ; mais, à côté d'elles, se rangent un certain nombre de tribus ou sous-familles aberrantes, dont la plus éloignée, que Sachs propose même de rejoindre aux Ophioglossées, qui ne sont plus de vraies Fougères, est celle des *Marattiacées* : cette sous-famille se distingue essentiellement par des capsules ~~devenues de plus en plus d'axeaux~~, réunies en nombre déterminé, contiguës et soudées en un *synangium* ou organe complexe pluriloculaire, assis sur une base plus ou moins pédicellée (1). Dans la tribu des *Gleicheniacées*, déjà moins éloignée des Polypodiacées que ne le sont les *Marattiacées*, les capsules sont encore distinctes ; l'anneau existe ; seulement, au lieu d'être vertical et périphérique, il est disposé transversalement et obliquement sur les sporanges, qui sont groupés en nombre déterminé, toujours restreint (4 à 6), autour d'un axe ou point d'attache central, de façon à donner lieu à une disposition en étoile.

Les deux types des *Marattiacées* et des *Gleicheniacées* sont ceux auxquels doivent être surtout comparées les combinaisons de structure que présentent la plupart des Fougères dont M. Grand'Eury a observé la fructification. Depuis longtemps les parties fructifiées des anciennes frondes avaient attiré l'attention des auteurs, mais jusqu'ici, sauf de très-rares exceptions, et faute d'avoir eu recours à des échantillons choisis sur place, il avait été impossible de les décrire d'une façon exacte. C'est ce qu'a pu faire M. Grand'Eury en ce qui concerne un certain nombre de formes, presque toutes confondues jusqu'ici dans le groupe artificiel des Pécoptridées.

M. Grand'Eury en distrait d'abord, sous le nom de *Pre-pecopteris*, un genre correspondant aux *Senftenbergia* de Corda, qui se lie aux Schizacées (2) et présente, à l'exemple des *Mohria*, des sporanges isolés, terminés par un connecticule caractéristique en forme de coëffe.

(1) Voy. Sachs, *Traité de Botanique* traduit par Ph. Van-Tieghem, p. 482.

(2) Autre tribu distincte des Polypodiacées, dans laquelle les sporanges sont disposés en série ou isolément, sur des parties déterminées de la fronde et couronnées par un connecticule en forme de calotte apicale.

Quant à la masse principale des Pécoptéridées, elle est rangée par M. Grand'Eury auprès des Marattiacées, ou plutôt il a dû en composer un ordre ou sous-famille, dont les Marattiées actuellement vivantes font naturellement partie, bien qu'elles ne rentrent pas dans les mêmes genres et que les Pécoptéridées présentent une grande variété de types, dont certains s'écartent beaucoup, au premier abord, de toutes les Marattiées vivantes. D'autres affectent plutôt, dans le mode de groupement de leurs sporanges, une ordonnance qui les rapproche très-sensiblement des Gleichéniées. Peut-être ces derniers types opèrent-ils même une transition servant à joindre les deux tribus. Les Marattiées actuelles, réduites aux *Angiopteris*, aux *Marattia*, aux *Danxia* et aux *Kaulfussia*, ne comptent qu'un petit nombre de types ; mais il existe entre ces types comparés de si notables différences, que l'on conçoit très-bien qu'à l'époque où le groupe entier avait acquis sa plus grande extension, il ait donné lieu aux combinaisons les plus variées et en apparence les plus singulières. En réalité, nos Polypodiacées actuelles offrent un spectacle en tout analogue, par l'immense multitude de genres, basés sur autant de différences dans le mode de disposition des sores, qu'elles comprennent.

Le caractère général qui sert de lien à toutes ces diversités, dans les Pécoptéridées carbonifères, c'est l'absence de tout vestige de connecticule sur les sporanges, dont la superficie est simplement occupée par un fin réseau de cellules uniformes, sans différenciation ni groupement sériel de quelques-unes en anneau ou en calotte. Les capsules ainsi conformées sont réunies de la façon la plus variée; elles sont généralement soudées par leurs parois latérales en un *synangium* formé d'autant de cavités renfermant des sporules qu'il entre de sporanges dans sa composition ; mais cette soudure est souvent assez incomplète pour que les sporanges, comme cela existe dans les *Angiopteris*, soient simplement accolés. Le *Pecopteris marattiæthea*, Gr. (Pl. VII, fig. 5), semble différer très-peu des vrais *Marattia*, tandis que les *Asterothea*, le *Pecopteris arborescens*, le *Goniopteris unita*, Brngt., le *Pecopteris Candolleana*, Brngt., le *P. cyathea*, Brngt., et bien d'autres (V. pl. VIII) présentent des capsules réunies en étoile autour d'un point central et soudées en un *synangium* à 4-6 et jusqu'à 8 compartiments. Cette disposition, inconnue dans les Marattiées actuelles, rappelle d'une manière frappante ce qui existe dans les Gleichéniées, bien que la soudure des capsules et l'absence de tout anneau obligent de ranger plutôt ce type éteint à côté des *Marattia*. D'autres Marattiacées carbonifères, désignées sous le nom de *Scolecopteris*, portaient leurs sporanges dressés, réunis par trois ou par quatre sur un court pédicelle commun, soudés latéralement par la base, mais libres par le sommet atténué en

pointe. Nul doute que les observations postérieures ne multiplient le nombre de ces types de fructification, si singuliers au premier abord, d'autant plus que les espèces qui les présentent diffèrent très-peu les unes des autres, si l'on a égard aux feuilles seulement.

A l'exemple des modernes Marattiées, les Pécoptéridées carbonifères étaient certainement arborescentes ou du moins pourvues d'une souche ligneuse permanente. Les tiges réunies aux frondes de ces plantes par M. Grand'Eury sont de plus d'une sorte. Les unes sont connues depuis longtemps sous le nom de *Caulopteris*; elles étaient grandes, élancées, cylindriques, marquées de larges cicatrices foliaires ovales, limitées par un rebord circulaire, présentant, au milieu d'un cercle concentrique, une ligne vasculaire dessinée en fer à cheval ou décrivant un \cup très-ouvert. Ces tiges réunissaient au port des Cyathées une structure intérieure conforme à celle des souches bulliformes d'*Angiopteris*, circonstance qui paraît justement à M. Grand'Eury une confirmation éclatante de sa manière de voir. Les *Caulopteris* ne sont pas du reste des plus nombreux; la faible épaisseur et le peu de résistance de leur tissu cortical ont dû s'opposer à leur conservation. A côté d'eux, M. Grand'Eury énumère les *Ptychopteris* de Corda, auxquels il rattache les frondes des *Pecopteris* du type du *P. Schlotheimi*. Les *Psaroniocaulon*, Gr., sont des parties de ces mêmes tiges revêtues d'une espèce d'enveloppe de radicules adventives. Enfin, l'auteur arrive aux *Psaronius*, souvent décrits à l'état silicifié et rapprochés légitimement des *Marrattia*, mais que M. Grand'Eury a pu observer en place, émettant de nombreuses radicules et les étalant à diverses hauteurs, comme si, implantés dans un sol submergé, ces végétaux avaient pris successivement possession des différents lits superposés, à mesure que le dépôt s'en effectuait autour d'eux. Les radicules descendantes des *Psaronius*, comparables à celles des *Todea* et, en dehors des Fougères, à celles des Lycopodiées, se frayaient un passage à travers la large zone de tissu cortical lâche dont la tige de ces plantes était entourée. L'attribution à ces tiges de frondes déterminées de Pécoptéridées a paru impossible à M. Grand'Eury, bien que la relation des deux catégories d'organes lui semble plus que vraisemblable.

Les *Neuroptéridées* forment, dans l'ouvrage de M. Grand'Eury, une tribu particulière et anormale, à laquelle il rattache les *Alethopteris* et les *Callipteris* et qui comprend les *Odontopteris*, les *Neuropteris* et les *Dictyopteris*. C'étaient des Fougères puissantes ou même gigantesques, quoique herbacées, mais dont les frondes, avec des pétioles souvent énormes à leur base, se développaient graduellement, en donnant naissance à d'innombrables subdivisions. Les *Aulacopteris* Pl. XII) de M. Grand'Eury étaient les stipes ou supports de fronde,

finement striés et à ramifications multiples, des Neuroptéridées.

Ces Fougères présentaient une structure singulière, que personne encore n'avait soupçonnée et qui vient d'être mise en pleine lumière par les patientes investigations de M. Grand'Eury. Ce savant a découvert non-seulement le port et le mode de développement, mais encore les fructifications de ces sortes de Fougères; elles se présentent sous la forme de capsules oblongues et terminales, situées sur le pourtour des pinnules, à l'extrémité des ramifications dichotomes des nervures. Cette organisation, en apparence du moins, rappelle à l'esprit celle des Trichomanées vivantes, sans que l'on puisse affirmer pourtant ni le vrai sens, ni le degré précis de cette analogie. Les souches d'où sortaient les frondes de Neuroptéridées et auxquelles par conséquent les *Aulacopteris* servaient de prolongement, n'étaient autres, selon M. Grand'Eury, que les *Medullosa*, *Myeloxylon* de Brongniart, *Myelopteris* de M. Renault, tiges longtemps problématiques, dans lesquelles on a cru voir soit des Cycadées, soit des *Dracæna*, et auxquelles M. Renault a restitué leur vrai caractère, en faisant ressortir l'analogie de leur structure, plus complexe et plus parfaite, il est vrai, avec celle des parties correspondantes des *Angiopteris*. Les débris accumulés de Neuroptéridées, d'*Aulacopteris* et de *Medullosa*, c'est-à-dire les souches, les supports ou rachis et les frondes elles-mêmes de ces plantes si curieuses, remplissent des lits entiers et ont contribué pour une large part à la formation de la houille, à un niveau déterminé du bassin de Saint-Étienne.

Il est plus facile maintenant de saisir l'importance des découvertes de M. Grand'Eury sur la vraie nature des Fougères carbonifères. Avec lui, nous sortons des hypothèses, pour le moins bizarres, adoptées cependant par tant d'auteurs, spécialement par les Allemands, qui récemment encore prétendaient assimiler les genres paléozoïques à ceux qui vivent sous nos yeux, et décrivaient des *Cyatheites*, des *Asplenites*, des *Polypodites*, etc., en s'appuyant sur une supposition aussi gratuite que peu vraisemblable. Sans nier d'une façon absolue qu'il ait pu dès lors exister quelques rares représentants de la famille des Polypodiacées, il est établi désormais que l'assimilation des types ptéridoglyphiques carbonifères ne peut se faire qu'avec les Marattiées, peut-être avec les Gleichéniées, et pour une moindre part avec les Schizéacées, et qu'en un mot les groupes les plus anomaux de nos jours étaient justement ceux qui se trouvaient le plus largement représentés. Mais ajoutons aussi qu'ils étaient représentés par des types plus parfaits que ceux de la même catégorie que nous possédons encore. Le résultat est identique avec celui que nous avons déjà retiré de l'examen des Calamariées, et ce résultat sert de base à une loi véritable dont les groupes suivants nous offriront encore des exemples.

Les *Sélaginées* confirment pleinement ce point de vue ; elle comprennent un très-petit nombre de *Lycopodites*, souche de nos Lycopodes, et des *Lépidodendrées*, dès lors en voie de déclin et déjà assez rares. Les *Lepidodendron* effectivement, dont les diverses parties sont maintenant bien connues, n'étaient que des Lycopodes arborescents et perfectionnés, chez lesquels les organes de l'un et l'autre sexe, par leur groupement en strobile, à l'aisselle de feuilles transformées en bractées, les tiges par l'élégance de leurs rameaux feuillés, par la décurrence des coussinets, par la régularité des cicatrices laissées par les feuilles après leur chute, enfin par leur structure anatomique intérieure et, à ce qu'il semble aussi, par l'appareil racinaire, dénotent un type ayant atteint sa dernière perfection. C'est ce que l'on ne doit pas perdre de vue au moment de passer des Cryptogames vasculaires aux Gymnospermes, par le contact nécessaire des Sigillariées.

La ressemblance de ces deux groupes a frappé M. Grand'Eury lui-même, bien qu'il les sépare l'un de l'autre en les reportant dans des embranchements distincts. Cette ressemblance le porte à établir, sous le nom de *Pseudo-sigillaria*, un genre (p. 142) qu'il place à la suite des *Lepidodendron* et dans lequel il inscrit le *Sigillaria monostigma*, Lesq.

C'est par la considération de l'appareil racinaire, sortant directement du collet de la tige, pour se ramifier par dichotomie, et souvent décrit sous le nom de *Stigmaria*, que l'on a été porté à retirer les Sigillariées des Cryptogames, pour les ranger parmi les Gymnospermes. M. Brongniart, à qui est dûe cette translation, était encore mu par la pensée de l'étude qu'il avait faite de la structure anatomique des tiges de ces végétaux, bien plus élevés en organisation qu'aucune Cryptogame connue, et constitués à peu près sur le même plan que les Cycadées, c'est-à-dire possédant un corps ligneux disposé autour d'une moelle centrale, relativement large, et divisé en séries rayonnantes par de nombreuses lames de tissu médullaire allant du centre à la périphérie corticale. Les faisceaux fibro-vasculaires épars, situés à la partie intérieure du corps ligneux, l'ornementation striée en travers des fibres elles-mêmes, reportent également l'esprit vers les Gymnospermes, tandis que ce que l'on connaît de l'appareil reproducteur des Sigillaires indiquerait plutôt une structure cryptogamique ; les corps sporangiformes situés à la base de certaines feuilles, les strobiles eux-mêmes avec verticilles de feuilles transformées et supportant des conceptacles, figurés par M. Grand'Eury (Pl. XIV), ne sont pas faits pour dissiper de pareils doutes.

En effet, des Cryptogames d'un ordre très-élevé, comme l'étaient peut-être les Sigillaires, ont pu posséder avec des racines, non plus

adventives, mais permanentes, particularité qui leur aurait été commune avec les *Lepidodendron*, une organisation intérieure se rapprochant de celle des Cycadées, qui elles-mêmes sont les plus inférieures des Phanérogames. Les réserves apportées par M. Grand'Eury et M. Renault, ce dernier à la fin de son beau mémoire sur le *Sigillaria spinulosa*, commandent d'attendre encore avant de se prononcer au milieu d'un conflit d'opinions qui ne sont peut-être divergentes qu'en apparence.

La première tribu qui s'offre au regard, en quittant les Sigillaires, est celle des *Cordaitées*, dont la notion, sinon aussi la dénomination, est dûe presque entièrement aux recherches de M. Grand'Eury. Aux *Cordaitées*, telles que ce savant a pu les observer au fond des galeries de Saint-Étienne, vient se joindre la masse des graines silicifiées recueillies à Grand'Croix et déterminées par M. Brongniart dans les dernières années de la vie de ce savant illustre. La nature phanérogamique de ces graines, étroitement liées à celles des Cycadées, des Salisburiées et même des Ifs, ne saurait être contestée, et leur variété annonce la présence, dès cette époque, de types nombreux de Gymnospermes.

Il est singulier d'avoir à reconnaître, en présence de cette diversité de graines, la très-grande monotonie des organes appendiculaires recueillis jusqu'ici. Ces derniers se rapportent, pour la plupart, au type maintenant bien connu des *Cordaites*. C'étaient de grandes feuilles rubannées en apparence, en réalité configurées en coin allongé ou en spathule insensiblement atténuée vers la base, sessiles avec un onglet, mais non amplexicantes et donnant lieu sur la tige qui les portait à des cicatrices allongées en travers et repliées en bas par les deux extrémités. M. Grand'Eury a proposé trois subdivisions ou sous-genres, sous les noms de *Cordaites*, *Dory-Cordaites* et *Poa-Cordaites*, suivant que les feuilles sont plus allongées ou plus larges ou enfin plus étroitement linéaires. Il a restitué en grande partie le port de ces arbres gigantesques qui, avec l'aspect de nos Ginkgos, de nos Podocarpées et de nos *Dammara*, retenaient quelque chose de la physiologie de nos *Dracæna*, par l'ampleur de leurs feuilles, ampleur inusitée chez les Conifères actuelles et dont les *Dammara* seuls retracent une image bien affaiblie.

Les fructifications des *Cordaitées*, disposées en épis ou inflorescences munies le long d'un axe de deux rangées distiques de bractées supportant à leur aisselle des ovules sessiles ou pédicellées, entourés de papilles qui leur servaient d'involution, étaient connues sous le nom d'*Antholithus*, changé par M. Grand'Eury en celui de *Cordaianthus*. Les *Dadoxylon* représentent le bois des *Cordaites*, dont les tiges puis-

santes, et à la fois volumineuses, comprenaient une large moelle, entourée d'un cercle ligneux relativement étroit, partagé en séries rayonnantes par des conduits médullaires simples et courts. M. Grand'Eury pense reconnaître dans les *Artisia* de Sternberg les moules de la cavité médullaire de ses *Cordaïtes*.

Auprès des Cordaïtées, non encore strictement limitées, mais très-nettement définies dans leurs caractères essentiels par M. Grand'Eury, viennent se placer les *Næggerathiées*, diminuées par une foule de retranchements successifs, mais qui paraissent pourtant correspondre, à l'aide de quelques rares empreintes de frondes pinnées, à un type de Cycadées prototypiques; mais, entre les Næggerathiées et les Cordaïtées, il a certainement existé un autre groupe, confusément décrit par M. Grand'Eury et correspondant, d'une part aux *Psymphyllum* de M. Schimper, d'autre part à quelques-unes au moins des formes désignées par le savant ingénieur de Saint-Étienne sous le nom collectif de *Doléroptérides*, particulièrement au *Næggerathia cyclopteroides* de Gœppert. Ce sont des végétaux qui seront peu à peu mieux définis, à mesure que les observations se multiplieront, mais que l'on peut dès à présent signaler comme représentant les Salisburiées prototypiques et montrant le point de départ paléozoïque des modernes Gingkos ou *Salisburia*. Dans ces végétaux, le limbe foliaire dilaté supérieurement n'est plus entier, comme chez les Cordaïtées, mais toujours fimbrié ou divisé plus ou moins profondément en partitions dichotomes. C'est à ce groupe, plutôt qu'à celui des Cordaïtées, qu'il faut rapporter les *Dicranophyllum*, Gr., qui paraissent être les ancêtres plus ou moins directs des *Trichopitys* permien et jurassiques; de même que les *Psymphyllum* ménagent un passage vers les *Ginkgophyllum* de Lodève, qui mènent aisément aux *Baiera* et *Salisburia* jurassiques.

Enfin, en dehors des Cordaïtées comme des *Psymphyllées*, il faut encore signaler, dans le Carbonifère récent de Saint-Étienne, les premiers vestiges des *Walchia*, type de Conifères proprement dites qui se multiplie dans l'âge suivant et semble avoir eu pour descendants les *Ulmannia* du Permien récent et les *Brachyphyllum* jurassiques. On voit ainsi que le berceau originaire et les vestiges premiers des types qui ne tarderont pas à occuper une large place dans la végétation secondaire doivent être reportés au sein du Carbonifère récent, et que l'on commence alors à les distinguer au milieu de la foule encore dense des types houillers les mieux caractérisés, soit de ceux qui commençaient à décliner, pour disparaître ensuite totalement, soit de ceux, comme les Prêles, les Lycopodes et certaines Fougères, qui, doués d'une plus forte vitalité, plus simples et par cela même plus

robustes, devaient, à travers tous les âges, arriver finalement jusqu'à nous.

A la suite des Cordaïtées et des Conifères prototypiques qui viennent d'être énumérées, avant de clore le cycle entier de la flore carbonifère, M. Grand'Eury aborde une dernière famille, plus obscure dans ses éléments constitutifs que toutes celles qui précèdent : c'est celle des *Calamodendrées*, sortes d'Astérophyllites gymnospermes, aux tiges remplies d'une large moelle entourée d'un anneau formé de lames fibreuses ou vasculaires rayonnantes, séparées par des conduits médullaires continus; les fibres des parties ligneuses sont rayées ou ponctuées.

Les tiges des *Calamodendrées* étaient articulées de distance en distance, et leurs rayons médullaires, simples ou composés, étaient formés de cellules allongées dans le sens vertical et ponctuées, comme les fibres elles-mêmes. Ces tiges, connues sous le nom générique d'*Arthropitys*, ont été décrites et analysées dans la Flore permienne de Göppert (1). Il est difficile de ne pas admettre la structure gymnospermique de ces *Arthropitys*, ainsi que des *Calamodendron* de Brongniart, dont le bois et l'écorce ont été décrits par M. Grand'Eury sous les noms respectifs de *Calamodendroxylon* et de *Calamodendroftoyos*. Ces tiges, qui ont joué un rôle considérable dans la formation de certains lits déterminés de houille, vers le sommet de l'étage de Saint-Etienne, ont été observées en place par M. Grand'Eury, qui les a vues se terminer inférieurement par de véritables racines ligneuses, non plus articulées, mais pivotantes et par conséquent de structure phanérogame. Mais au-dessus de ces racines pivotantes et terminales, les *Calamodendrées* avaient encore, selon M. Grand'Eury, la propriété d'émettre, le long de tous les nœuds, des racines adventives, fasciculées par verticilles et s'étalant de toutes parts dans la vase au milieu de laquelle croissaient ces végétaux; de cette façon, leur tige s'enracinait de plus en plus dans le sol où elle plongeait, à mesure que de nouveaux lits de sédiments se superposaient autour d'elle.

La structure certainement articulée aux diaphragmes, fistuleuse à l'intérieur, avec des stries longitudinales à l'extérieur, des *Calamodendrées* porte M. Grand'Eury à admettre que ces plantes étaient munies sur les parties jeunes d'organes appendiculaires verticillés, peu différents d'aspect de ceux des Astérophyllites et que représente sa planche XXXII. Ces feuilles auraient été coriaces, fibreuses, parcourues par des nervures égales et fines; elles confirmeraient la notion de l'existence d'un type de Gymnospermes tout à fait primitives, difficile

(1) *Die fossil Flora der permischen Formation*, p. 184, pl. XXXII et XXXIII.

à distinguer au premier abord de celui des Astérophyllites cryptogames, mais qui aurait été vis-à-vis de ce dernier ce que nos Casuarinées et nos Éphédrées sont aux *Equisetum*, dont elles reproduisent extérieurement la forme, bien que leur étant étrangères réellement à tous les points de vue.

Ajoutons encore que, si l'on considère l'embryon à feuilles primordiales verticillées des Abiétées, des Araucariées et de plusieurs autres Conifères, on inclinerait sans trop de peine à reconnaître dans ces *Arthropitys* une des formes ancestrales sous lesquelles les plus anciennes Conifères ont pu se manifester à l'origine et que certaines Cupressidées conserveraient encore de nos jours. Il convient d'avouer cependant que cette partie de l'ouvrage de M. Grand'Eury est celle qui semble la plus obscure, qui demande du moins le plus d'explications et sur laquelle on doit le plus attirer l'attention et le contrôle des hommes de science (1).

Cette flore si merveilleuse, malgré la simplicité relative de ses éléments, passe presque entière, mais en s'appauvrissant et en s'amoin-drissant, dans le Permien, qui, au point de vue des plantes, n'est qu'un prolongement du Carbonifère. Cette période semble avoir possédé, avec les plantes de l'âge antérieur, une partie au moins des conditions de milieu qu'avait possédées ce dernier, bien que ces conditions soient allées en s'atténuant et en s'altérant de plus en plus. C'est à l'entrée du Trias, période encore très-mal explorée, en ce qui est de la végétation, période de bouleversement, peut-être aussi de rénovation, que l'ancien état de choses disparut. C'est alors que l'on perd décidément la trace de la plupart des types caractéristiques du Carbonifère; quelques-uns d'entre eux seulement, comme les énigmatiques *Spirangium*, les *Schizoneura*, les *Salisburia* et certaines Fougères, persistent à se montrer, tandis que les Conifères et les Cycadées se dégagent de plus en plus, accentuent leurs traits et revêtent finalement la physionomie que nous leur connaissons.

Mais, si l'on consent à se renfermer dans le Carbonifère récent de Saint-Étienne et que l'on interroge l'auteur de la Flore houillère de la

(1) Les récentes observations de M. Renault démontrent une telle conformité de structure dans la disposition en séries rayonnantes du cylindre ligneux, autour de la moelle centrale des tiges de Sigillaires, de Calamodendrées et de Cordaïtées, comparées entre elles, que l'affinité de ces trois groupes et leur attribution commune à une classe de Gymnospermes primitives dont le bois aurait été encore dénué de zones d'accroissement distinctes, résulte invinciblement des recherches de l'éminent naturaliste du Muséum de Paris. On ne saurait assez louer la précision et la juste portée de pareils travaux, dont la publication est impatiemment attendue.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

Loire, on reconnaît avec lui que tout était singulier et presque insolite dans cet ensemble de formes, où les Conifères proprement dites étaient si rares, où quelques *Equisetites* et *Lycopodites* représentaient seuls des formes qui nous fussent familières. Les Cryptogames vasculaires et les Gymnospermes luttèrent de grandeur et de force; point encore de Monocotylédones, encore moins de vrais Dicotylédones. De là sans doute une très-grande originalité et avec elle une profusion plus grande encore. Rien ne saurait nous donner l'idée de ce qu'étaient les Sigillaires, les Calamodendrées, les Calamariées, arbres qui tous s'élançaient en colonnes, avant de donner naissance à des ramifications, le plus souvent dichotomes, quelquefois rares ou nulles; les organes appendiculaires, ou autrement le feuillage, se réduisaient à des faisceaux de feuilles étroites et longues, à de légers pinceaux terminant les extrémités caulinaires. M. Grand'Eury croit au rapide développement de toutes ces tiges, la plupart fistuleuses, pleines de moelle ou gorgées de sucs, le plus ordinairement articulées, se développant sous l'impulsion d'une humidité tiède, baignant dans les vapeurs d'une atmosphère basse et lourde, plongeant dans un sol inondé, le pied enraciné dans une vase molle encombrée de débris entraînés incessamment au fond des eaux, le long des parties déclives, jusque dans les bas-fonds de chaque lagune. Une pareille masse de végétaux, avançant, reculant selon le temps et les circonstances, profitant de tous les accidents du sol, favorisée par l'abondance des eaux ruisselant de toutes parts, paraît avoir étendu au loin son domaine et déployé dans les cantons envahis par elle un luxe dont rien aujourd'hui sur le globe ne reproduit plus le spectacle.

Une remarque très-simple de M. Grand'Eury appuie ces considérations : elle est relative à l'énormité des bourgeons, décuples de ce qu'ils sont aujourd'hui dans des arbres analogues. Les *Cordaites* en ont fourni des exemples; les *Psymophyllum* en avaient de plus gros encore, d'après un échantillon que j'ai sous les yeux. Ces types n'étaient pas pourtant très-éloignés des Ginkgos et des Dammaras. C'étaient les végétaux ramifiés et touffus de cet âge. Les *Cordaites* avaient des troncs qui, après s'être élancés comme de puissantes colonnes, donnaient lieu à une multitude de branches et de rameaux, dont les dernières subdivisions supportaient des feuilles en coin allongé ou en rubans étroits et arrondis au sommet, sessiles à la base et mesurant parfois plusieurs pieds de long. Qu'on se figure un énorme *Podocarpus*, dont toutes les feuilles égalerait ou dépasseraient en ampleur celles du plus grand *Dracæna*, et l'on aura une faible idée de ce qu'étaient les *Cordaites*.

Au milieu de ces végétaux monotones, les Astérophyllites propres, les *Dicranophyllum*, les *Sphenopteris*, représentaient des formes plus

grêles, plus gracieuses ou plus élancées, tandis que les souches et les stipes entrelacées des *Aulacopteris* constituaient au sein des lagunes d'inextricables treillis de verdure. Enfin, dans les eaux même flottaient les *Annularia* et les *Sphenophyllum*, ornements des nappes dormantes, qui venaient épanouir à la surface leurs épis fructificateurs.

Non-seulement M. Grand'Eury penche à croire que pour l'accomplissement d'efforts végétatifs aussi énergiques et aussi souvent renouvelés, la chaleur et l'humidité étaient des éléments indispensables, mais il admet aussi la présence nécessaire d'une lumière, sinon très-vive, du moins très-abondante, bien que diffuse; telle, en un mot, qu'il la fallait pour activer la respiration des plantes et favoriser l'exhalaison de l'eau pompée de tous côtés par elles. N'oublions pas en effet qu'il s'agit généralement de tiges criblées de lacunes, remplies de parties tendres et molles et pleines de sucs. M. Grand'Eury croit également à une autre composition de l'atmosphère, ainsi qu'à une égalité parfaite de la température et du climat. Toutes ces conditions lui paraissent résulter du spectacle que présente à l'observateur la végétation carbonifère reconstituée. Il n'a pas manqué de rechercher le mode de formation probable de la houille; mais pour y mieux parvenir, il s'est attaché auparavant à définir la nature des forêts fossiles ou associations végétales dont les lits de combustibles ont été le produit.

Deux faits principaux ressortent invinciblement des observations et des recherches de M. Grand'Eury : le premier (voyez p. 329, en tête du § 3), confirmé par une foule d'indices et par des coupes dont quelques-unes figurent sur la planche XXXIV, c'est que les souches, racines et tiges se trouvent fréquemment en place à l'endroit même et dans la situation qu'elles occupaient à l'état vivant; elles n'ont ni échoué ni flotté; elles ont végété sur le sol, dans la vase molle et dans les eaux au fond desquelles les lits de limon, de sable ou d'argile se déposaient successivement, alternant avec la houille elle-même. Les plantes *en place* sont donc universellement répandues; toutes n'ont pas vécu dans l'eau, mais, outre que plusieurs croissaient soit au contact de l'eau, soit dans la vase ou sur un sol fréquemment inondé, toutes du moins ou presque toutes ont certainement fréquenté les abords immédiats des grandes lagunes de l'époque et puisé dans ce voisinage et cette influence la vigueur qui les caractérise et l'élément nécessaire à l'accomplissement de leurs fonctions.

Mais comment la houille même ou les lits de combustible charbonneux se sont-ils formés? La réponse à cette question résulte du second fait, déjà observé, mais que M. Grand'Eury a contribué à mettre en

pleine lumière: il consiste en ce que la houille se compose de fragments de troncs, de débris de tiges et de rameaux, de lambeaux de feuilles, tantôt très-divers, tantôt très-uniformes dans leur provenance et leur composition, accumulés les uns sur les autres, agglutinés et convertis en houille, en partie amorphe, en partie conservant des traces d'organisation. Dans l'un et l'autre cas, la masse est toujours formée de résidus appliqués à plat et se recouvrant mutuellement, comme si les résidus, grands et petits, étaient allés au fond de l'eau s'y déposer sur un plan toujours horizontal, dans une situation trop uniforme pour que l'on n'y reconnaisse pas, avec M. Grand'Eury, l'action permanente d'un liquide servant de véhicule.

D'après ces données, il paraît probable que les vastes lagunes, en forme de cuvettes largement évasées, auxquelles sont dûs les bassins houillers et que la flore exubérante des temps carbonifères envahissant sur tous les points accessibles, ont été le théâtre de deux sortes de phénomènes, divers dans leurs effets, mais dépendant d'une même cause incessamment active, et plus active sans doute à cette époque que dans aucune autre: je veux parler des précipitations aqueuses, dont rien de ce que nous voyons maintenant ne saurait rendre la violence et qui, même en admettant une très-grande égalité dans la température, devaient se renouveler avec plus d'abondance relative à certains moments déterminés, correspondant à nos saisons.

Les lagunes carbonifères, situées pour la plupart le long de plages récemment exondées, établies sur les dépressions d'un sol encore assez peu accidenté, ont dû éprouver de faibles, mais constantes oscillations, qui tantôt approfondissaient et tantôt diminuaient la masse des eaux, tantôt faisaient pénétrer dans leur sein et tantôt en écartaient les courants susceptibles d'y amener des limons et des détritrus entraînés des hauteurs et des vallées intérieures du pays. De là deux sortes d'états bien différents, se succédant à d'assez longs intervalles: l'un donnant lieu à des lits de sédiments accumulés; l'autre laissant la lagune avec ses eaux calmes exclusivement livrée à la végétation, fermée à l'accès des eaux courantes limoneuses. Dans ce second état, la lagune pouvait librement et indéfiniment, grâce à des plantes dont le contact de l'eau favorisait l'essor, se couvrir de véritables forêts, de masses énormes de verdure, composées de certaines catégories de plantes se remplaçant et profitant tour à tour du hasard des circonstances pour s'avancer au sein de l'étendue aquatique. Dès lors les bords de semblables lagunes, d'autant plus vagues qu'on se rapprochait de leur limite indécise, par la faible saillie du sol, par l'affluence même des précipitations aqueuses, susceptibles d'en doubler momentanément le périmètre, sous l'action des eaux courantes pures

de limon, mais entraînant de toutes parts les débris de végétaux, devaient donner lieu à un immense apport de substances organisées, destinées à se convertir en charbon. Tout ce que la chute annuelle des organes, la destruction des tiges vieilles, la caducité des diverses parties aussi rapidement usées que rapidement évoluées, peuvent produire de résidus, venait s'ensevelir au fond de la nappe par un mouvement incessant, que les lits charbonneux et même les lignites des époques subséquentes nous représentent certainement, quoique sous des proportions bien plus médiocres.

C'est ainsi, croyons-nous, qu'a été formée la houille; on peut l'inférer des explications assez succinctes et assez peu explicites de M. Grand'Eury; mais si cet auteur s'est abstenu de s'étendre davantage sur un sujet aussi intéressant et qui tient de si près au fond même de son ouvrage, c'est qu'il a réuni des notes et qu'il poursuit des études dans le but d'aborder directement la question dans un second mémoire et de la discuter avec l'autorité que lui donnent son nom et l'expérience acquise sur les lieux, à l'aide d'observations directes que les collections ne sauraient suppléer.

Je termine ici un compte-rendu dont la longueur se trouve justifiée par l'importance même du sujet traité par M. Grand'Eury. Son ouvrage aborde successivement par tous les côtés les questions que soulève l'étude du terrain houiller; s'il ne les résout pas toutes avec le même bonheur, si son ouvrage demeure entaché d'obscurité à certains points de vue, si ses démonstrations et ses idées ne sont pas toujours aussi claires qu'on le souhaiterait, il faut avouer cependant que la plupart des problèmes dont la flore carbonifère garde le secret s'y trouvent exposés avec franchise et examinés avec une parfaite bonne foi, souvent même avec une sûreté de jugement qui en fixe dès à présent la signification. Les découvertes incontestables de M. Grand'Eury sur l'appareil fructificateur des Pécoptéridées, sur la nature gymnospermique et les affinités des *Cordaites*, demeurent au nombre des plus belles dont la science française puisse se vanter dans le domaine de la paléontologie végétale. Rien d'aussi décisif n'avait été tenté au point de vue de la flore carbonifère, depuis les grands travaux d'Adolphe Brongniart.