

Observations paléontologiques

SUR LE

MODE DE FORMATION

DU

TERRAIN HOULLER BELGE

PAR

A. RENIER

*Extrait des Annales de la Société géologique de Belgique, t. XXXII,
Mémoires.*

LIÈGE
Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)
8, rue Saint-Adalbert, 8

1906

Observations paléontologiques

SUR LE

MODE DE FORMATION

DU

TERRAIN HOULLER BELGE

PAR

A. RENIER

*Extrait des Annales de la Société géologique de Belgique, t. XXXII,
Mémoires.*

LIÈGE
Imprimerie H. VAILLANT-CARMANNE (Société anonyme)
8, rue Saint-Adalbert, 8

1906

OBSERVATIONS PALÉONTOLOGIQUES

sur le mode de formation du terrain houiller belge,

PAR

A. R E N I E R ⁽¹⁾.

(Planche XI).

Cette note, présentée à la séance du 21 mai 1905 de la Société géologique de Belgique, n'a pu être rédigée que cinq mois après. Telle que je l'avais exposée, elle ne comportait qu'une simple description de quelques observations sur les *Stigmaria*. Mais je me suis vu amené à lui donner ici une portée plus générale, afin de tenir compte des remarques que M. M. Lohest a bien voulu me faire en cette séance, et encore afin de pouvoir utiliser, d'une part les données complémentaires que j'ai eu l'occasion de recueillir depuis la présentation de mon travail et, d'autre part, certains mémoires développés au Congrès de géologie appliquée tenu à Liège en juin dernier.

Je dois dire ici tous mes remerciements à M. Kemna, professeur à l'Athénée royal de Liège, qui a bien voulu se charger si gracieusement de photographier quelques échantillons remarquables, ainsi qu'à MM. les ingénieurs des Charbonnages Réunis de Charleroi, qui m'ont facilité souvent la bonne marche de mes études, et enfin à M. Julien Fraipont, professeur à l'Université de Liège, pour ses aimables encouragements.

CHAPITRE I.

Toit et mur.

Une description détaillée du terrain houiller belge, qui seule pourrait servir de base à l'édification d'une théorie sur son mode de formation, débiterait utilement par la définition des deux

(¹) Communication faite à la séance du 21 mai 1905,

variétés de roches que le mineur distingue sous les noms de *toit* et de *mur*. L'examen approfondi des caractères du toit et du mur permet, en effet, de déduire des conclusions capitales sur le faciès du terrain houiller.

Je m'attacherai donc, dans ce premier chapitre, à établir la distinction géologique de ces roches. Je n'ignore pas que de nombreux travaux ont déjà été écrits dans ce but, notamment pour ne parler que de ce qui a été fait en Belgique, l'essai publié, il y a quelques années, par M. G. Schmitz (1). Mais le fait nouveau que j'apporte, m'oblige à reprendre l'ensemble du sujet.

*
* * *

Si, par couche de houille, nous comprenons non seulement les veines exploitables, mais encore les veiniats ou veinettes, et même les simples passées de veine qui, à un point de vue absolu, sont identiques aux veines, nous constatons, en étudiant en de nombreux points le terrain houiller belge, que, en règle générale, c'est-à-dire dans le cas de loin le plus fréquent, toute couche de houille en position normale repose sur un mur et est recouverte par un toit. De là, le nom donné à ces variétés de roches.

On connaît cependant des couches qui ont pour toit immédiat une roche de mur, telle *Petite-Pieuse* à l'étage de 700 m., bouveau à 750 m. Ouest, du puits n° 4 des charbonnages de Monceau-Fontaine, et d'autres qui ont pour mur une roche à empreintes de toit, telle *Mère-des-Veines* au puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Aussi, importe-t-il de remarquer que ce qui, aux yeux du mineur, constitue la base de la distinction du toit et du mur, ce n'est pas la position stratigraphique, mais bien les caractères pétrographiques et paléontologiques de ces roches.

On dit couramment en langage minier : « c'est un beau toit », d'un schiste fin, bien stratifié, parfois rempli de débris végétaux couchés à plat suivant la stratification.

On dit de même : « c'est un vrai mur », d'un schiste gras, argileux, mal stratifié, que parcourent en tous sens des appendices et des axes de *Stigmaria*.

(1) Voir, pour ces chiffres gras entre parenthèses, la BIBLIOGRAPHIE terminant ce travail,

Il semble néanmoins évident que, si la base de la distinction de ces roches est pétrographique ou mieux paléontologique, leur position stratigraphique soit d'une importance capitale au point de vue géologique. Le fait que, dans la plupart des cas, on retrouve en série ascendante la succession : mur, couche de houille, toit... mur..., est, pour le moins, l'indice qu'on a affaire à un cycle de phénomènes dont il faudrait élucider le mécanisme. La solution du problème résulte, pour une grande part, ainsi que je viens de le dire, de la notion nette de la nature intime du toit ou mieux de celle du mur.

Avant de pousser plus avant, je rappellerai la méthode de distinction pratique de ces importantes variétés de roches.

*

* *

C'est principalement à l'allure de la cassure que le mineur distingue le mur du toit. Dans un toit, la cassure est généralement régulière ; elle est au contraire irrégulière ou peu régulière dans les murs.

Toutefois, le mineur ne se contente pas, en général, d'examiner l'allure de la cassure ; il apprécie également, de façon sommaire, les caractères paléontologiques. La caractéristique des murs est la présence de ces petits rubans noirs, appendices de *Stigmaria*, qui traversent la roche en tous sens. Par contre, le toit ne renferme pas de fossiles caractéristiques ; on y rencontre souvent des débris étalés de végétaux, parfois encore des restes d'animaux : coquilles de lamellibranches, écailles de poissons, débris de crustacés, etc. ; mais il se peut qu'il soit absolument stérile. Ce qui le distingue surtout, c'est sa stratification régulière ou mieux, c'est l'absence de *Stigmaria*.

Telle est la règle pratique du mineur.

Il faut, d'ailleurs, remarquer qu'il existe une relation directe entre l'allure de la cassure de la roche et la présence des fossiles. Les végétaux fossiles sont, en général, transformés en une pellicule charbonneuse qui constitue, dans la roche, une surface de moindre résistance. Or, il est évident que c'est suivant les zones de moindre résistance que la roche a une tendance à se rompre, que ce soit sous le choc du marteau ou sous la tension qu'y développe le plissement.

C'est ce qui explique que le schiste de mur, encombré d'appendices de *Stigmaria*, ne se débite pas parallèlement à la stratification. La cassure produite par le pic, le marteau ou l'explosif, court tantôt suivant l'un, tantôt suivant l'autre de ces petits rubans à pellicule charbonneuse. Elle est, dans son ensemble, irrégulière, parce que la disposition de ces rubans n'offre elle-même aucune régularité. La même allure s'observe d'ailleurs dans les glissements du mur, qui suivent généralement des radicelles de *Stigmaria*.

Le phénomène complémentaire se remarque dans les toits où les végétaux couchés à plat facilitent le débitage suivant des plans de stratification, et orientent certains glissements naturels qui, lorsqu'ils sont très développés, donnent au schiste l'aspect dit « à lathias » dans le bassin de Charleroi.

En examinant la cassure d'un schiste, le mineur se base donc toujours, mais parfois inconsciemment, sur les caractères paléontologiques de la roche. S'il recherche souvent, pour plus de sûreté, les radicelles de *Stigmaria*, c'est qu'il arrive que, dans certains toits compacts, la cassure soit irrégulière, et que dans certains murs, elle affecte au contraire une certaine régularité.

* * *

De tout ceci, il résulte que, ce qui distingue le mur, c'est la présence de *Stigmaria*.

A vrai dire, certains mineurs ont tendance à restreindre la dénomination de mur à la roche dont j'ai donné plus haut la description, c'est-à-dire au schiste gras, argileux, l'*underclay* des houilleurs anglais. Des géologues partagent, d'ailleurs, cette manière de voir.

Elle doit cependant être considérée comme erronée; car une étude attentive démontre que la notion de mur ne peut être liée à la nature de la roche. Le mur est souvent argileux, mais ce peut être aussi un schiste psammitique, voire un grès. C'est là un fait d'expérience bien connu. M. G. Schmitz nous déclare qu'à la suite d'observations nombreuses, il a acquis la conviction que « le mur des veines est aussi bien du grès que du schiste » (2, p. 89). Mon collègue, M. Bertiaux, a, de son côté, signalé au charbonnage de Bonne-Espérance, à Herstal, des exemples suffisamment nombreux pour me dispenser d'en fournir de nouveaux (3, p. 173).

M. X. Stainier a d'ailleurs rapporté un cas réellement typique (4, p. 70). Détaillant les variations latérales des roches sur lesquelles repose la veine *Lambiotte* au charbonnage de Falisolle, il rapporte y avoir constaté partout la présence de *Stigmaria*. Il note, certes, que ces fossiles sont plus rares dans les grès que dans les roches argileuses, fait qui a été signalé par d'autres observateurs, notamment par M. Grand'Eury. Mais faut-il conclure, comme il le fait, que, parce que « ce grès, même lorsqu'il se trouve directement sous le charbon⁽¹⁾, ne renferme que de rarissimes radicules » de *Stigmaria*, ... ou peut dire que, dans ce cas, la veine n'a « pas de mur » ? C'est là, je pense, une conclusion à laquelle aucun paléobotaniste ne pourrait souscrire.

Car, ainsi que nous le verrons, la présence de *Stigmaria* empâtées dans la roche, constitue un fait d'ordre spécial. Ce sont ces *Stigmaria* qui font de la roche un mur, quels que puissent être les autres caractères minéralogiques ou paléontologiques de cette roche.

* * *

Revenons un instant à la notion du toit.

Tout comme pour le mur, plus que pour le mur, le mineur a tendance à ne considérer comme toit que la roche que j'ai définie ci-dessus. Il qualifie, en conséquence, de *Pierre de stampe* toutes les roches qui ne sont, à son sens, ni mur, ni toit.

Une étude des variations latérales d'un toit, tel celui de *Strapette* au puits n° 2 MB. des Charbonnages Réunis de Charleroi permet cependant de constater qu'un schiste argileux recouvrant la veine peut se transformer en un schiste psammitique, et finalement en un psammite ou en un grès, dans lequel on ne rencontre plus de stratification régulière. Ces observations nous amènent à considérer comme toit, un banc de grès ou de psammite reposant directement sur la veine.

L'étude d'une coupe normale aux bancs, conduit d'ailleurs à une conclusion analogue. Lorsque l'on examine la stampe comprise entre deux couches ou passées de veine, on constate, en effet, de profondes variations de composition minéralogique des roches. J'ai eu l'occasion de noter maintes fois ce fait, en étudiant des

(1) Il se pourrait, toutefois, comme il s'agit de terrains en dressants, qu'il y ait, par endroits, des lacunes résultant du laminage. A. R.

séries très complètes de témoins provenant des sondages exécutés en Campine, pour lesquels le rapport de la longueur développée des carottes à la longueur forée atteignait jusque 90 et 95 %. Ces observations concordent, d'ailleurs, avec celles que l'on peut faire dans les bassins exploités. Les variations de composition minéralogique sont profondes, mais elles sont généralement progressives ; on note un passage plus ou moins rapide, mais régulier, du schiste au grès et inversement, de telle sorte qu'au point de vue pétrographique, il est malaisé de définir la limite du toit.

Aussi puis-je conclure que, à ce point de vue, *stampe* et *toit* sont synonymes.

*
* *

La notion de *toit*, tout comme celle de *mur*, doit donc être considérée comme indépendante des caractères minéralogiques. Toute roche, schiste, grès ou psammite peut aussi bien être un *toit* qu'un *mur*.

C'est donc que la distinction de ces deux variétés de roches, considérée comme étant de grande importance par les praticiens, résulte de leurs caractères paléontologiques.

Examinons de plus près ce côté de la question.

*
* *

On parle souvent d'empreintes de *toit* et d'empreintes de *mur*. Les empreintes de *mur* sont principalement, pour ne pas dire exclusivement, des *Stigmaria* ; les empreintes de *toit* sont des débris d'organes aériens, des frondes de fougères, etc.

Cette distinction est très réelle ; elle est basée sur la différence des états de conservation de ces empreintes.

Les végétaux de *toit* sont des fossiles désintégrés ; ceux de *mur* sont des fossiles complets.

Certains paléontologistes, notamment M. Potonié (5), font grand état de la découverte, constante dans les schistes de *toit*, de frondes de fougères (*lato sensu*), étalées à la façon des plantes d'un herbier. Je dois à la vérité de dire que, de l'examen des toits fossilifères, tant du terrain houiller des plateaux de Herve que du bassin de Charleroi, j'ai acquis la conviction que ces exemplaires de frondes sont excessivement rares et réellement exceptionnels. C'est à un point tel que M. Hector Delteure, qui explore depuis

un grand nombre d'années le bassin du Centre, me déclarait ne pas comprendre la richesse des musées en échantillons de grande taille. Cette constatation a, d'ailleurs, été faite et rapportée par d'autres observateurs (L. Cremer, *in* 2, p. 91).

Ce qu'on rencontre surtout dans les toits, ce sont, je le répète, des végétaux désintégrés. Les *Neuropteris* et les *Linopteris* sont souvent représentés par des pinnules isolées ; il en est de même de certains *Sphenopteris* ; les fragments de pennes sont fréquents dans le cas de genres à pinnules soudées par toute la base : *Pecopteris*, *Alethopteris*, *Lonchopteris* ; mais ils sont généralement déformés. Les lépidodendrées ont souvent perdu leurs feuilles ; il en est de même des sigillaires ; leurs cônes de fructifications sont parfois entiers, plus souvent tronqués ou encore désagrégés en leurs bractées ; les écorces sont, dans bien des cas, déchirées, suivant les lignes de soudure des rhombes chez les *Lepidodendron*, suivant les soudures des côtes chez les *Sigillaria* ; les troncs sont, chez ces espèces et plus encore chez les *Calamites*, irrégulièrement rompus ; les feuilles de *Cordaites* sont généralement froissées ou fendues, etc. En un mot, la division des débris est poussée à l'extrême ; toutes les connexions naturelles sont détruites.

Les axes des *Stigmaria* des murs portent, au contraire, de nombreux et délicats appendices en liaison intime avec eux. On ne peut douter, après avoir examiné de près les échantillons, que les connexions existent encore : chaque appendice se détache régulièrement d'une cicatrice ombiliquée et la mince pellicule de charbon qui le recouvre, se prolonge sur l'axe.

Ce contraste est d'autant plus frappant, qu'il arrive de rencontrer, dans des toits incontestables, des débris de *Stigmaria*. Les axes sont alors fragmentés et dépourvus de leurs radicelles (6). Ils gisent au milieu de débris d'organes aériens désintégrés. Je n'ai, cependant, pas eu l'occasion, jusqu'à présent, de constater semblable fait dans le Houiller productif. M. C.-Eg. Bertrand a signalé des *Stigmaria* charriés en pleine veine Marquise, à Hardinghen (7, p. 18). Je n'en connais d'exemples, en Belgique, que dans l'étage inférieur, *H1b* de la Carte géologique au 40 000^e ; ainsi, dans la tranchée du chemin de fer du Nord, entre la station de Marchienne-Zone et l'arrêt de la Jambe-de-Bois, près de la rotonde de l'arsenal, on rencontre, dans un schiste compact, des écorces d'axes et des débris isolés de radicelles de *Stigmaria*, en compagnie

de *Sphenophyllum tenerrimum*, *Neuropteris antecedens*, *Sphenopteris sp.*, etc.

* * *

L'état de conservation des *Stigmaria* de mur est d'ailleurs plus parfait encore que celui que je viens de décrire; la plupart, je pourrais même dire la totalité de leurs axes possèdent une macrostructure conservée; on y retrouve non seulement l'étui médullaire, mais encore la trace de l'endoderme, ainsi que l'a signalé M. Zeiller (8); c'est le cas pour l'échantillon représenté par la figure 1 de la planche XI; on peut y voir, en outre, la trace des cordons vasculaires (c. v.), des appendices traversant la masse de l'endoderme (en.) à l'épiderme.

Mais ces exemples de macrostructure conservée ne se retrouvent pas seulement chez les *Stigmaria* entiers; ils existent aussi dans les végétaux désintégrés. On retrouve fréquemment, dans les débris de troncs de sigillaires, la trace de l'empreinte de l'étui médullaire, qu'a décrit l'an dernier M. Werner Kœhne (9). Je crois même pouvoir dire que tous les échantillons de troncs complets de sigillaires que j'ai étudiés jusqu'ici, possédaient cette empreinte. On en voit la trace en *m* sur l'échantillon représenté par la figure 2 de la planche XI. Cet échantillon est presque entièrement dépouillé de son écorce qui n'est plus visible qu'en quelques points, notamment en *e*, sous forme d'une lame carbonneuse.



FIG. 3. — *Lepidodendron obovatum*, Sternberg.

Dessin, à quart de grandeur, de la coupe transversale d'un échantillon dont la position est inconnue, mais certainement couché à plat. Il est orienté d'après d'autres exemplaires.

l. Lamme carbonneuse à ornementation extérieure de *Lepidodendron*.

b. Face extérieure du premier anneau schisteux, à empreinte de *Bergeria*.

Kn. Fraction de la lamme carbonneuse intermédiaire à ornementation intérieure de *Knorria*.

m. Lamme carbonneuse entourant l'étui médullaire.

Toit de Duchesse à 200 m. Puits des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Collections de paléontologie de l'Université de Liège.

On retrouve des faits semblables chez les *Calamites*, les *Cordai-cladus*, et les *Lepidodendron*. J'ai même été assez heureux pour

retrouver, chez ces derniers, l'empreinte jusqu'ici peu connue de l'étui médullaire (fig. 3 et 4) ⁽¹⁾. Elle existe probablement aussi chez les *Lepidophloios*.

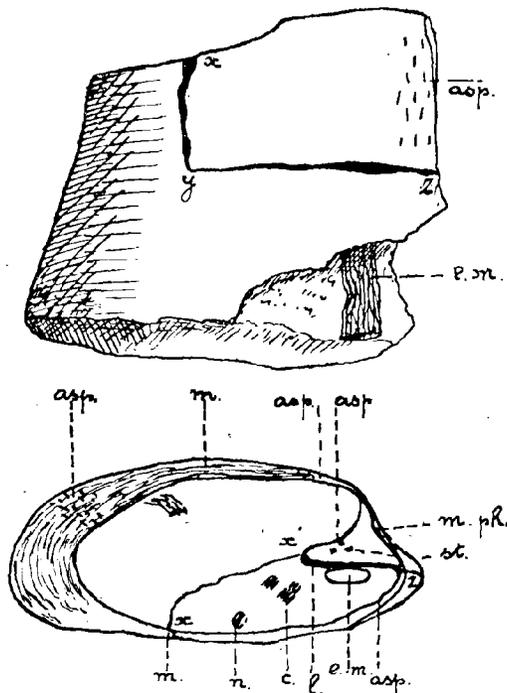


FIG. 4. — *Lepidodendron* cf. *aculeatum*.

Vues de face et de dessus au $\frac{1}{10}$.

Fragment d'un tronc debout, empétré dans un schiste quelque peu psammitique à mi-stampe entre *Crève-cœur* et *Mère-des-Veines* en dressants renversés à 50° Sud, dans le bouveau nord à 520 m. du puits n° 2 MB. des Charbonnages Réunis de Charleroi.

xxz. Trace horizontale et xyz. Trace verticale d'une cassure.

l. Pellicule charbonneuse, avec fourrure de calcite fibreuse, portant des cicatrices déformées de coussinets foliaires : *L. cf. aculeatum*.

asp. Empreintes d'*Aspidiopsis*. e. m. Étui médullaire.

m. Miroir de glissement avec ph. Pholélite.

Dans le plan z.

c. Débris de *Calamites* sp.

n. Pinnule de *Neuropteris* sp.

En dehors de l'arbre :

st. Radicelles de *Stigmara*.

⁽¹⁾ Elle a déjà été signalée par divers auteurs, notamment par Geintz qui en a figuré la trace sur des coupes de *Lepidodendron*, dans son mémoire *Darstellung der Flora der Hainichen Ebersdorfer*, à. s. w., pl. VII, VIII et X.

Les échantillons 2, 3 et 4 nous démontrent que la macrostructure conservée se rencontre aussi bien dans les végétaux à plat que dans les troncs debout, fait également visible sur les illustrations du travail de M. W. Köhne.

L'échantillon représenté par la figure 3 mérite de retenir encore un instant notre attention. Ce croquis 3 est une figure vraie. Nous le compléterons par la pensée, d'une part en lui restituant son enveloppe en charbon brillant, détruite en grande partie durant les manipulations, et d'autre part en y supposant continue la pellicule charbonneuse *Kn*, que le burin n'a mise à nu qu'en un endroit. D'autres échantillons montrent, en effet, que cette pellicule forme une gaine qui, enveloppée par l'écorce *l* (et *b*), enveloppe à son tour l'étui médullaire *m*.

Il n'y a donc que trois assises de tissus, trois membranes plus ou moins épaisses, originellement concentriques l'une à l'autre, qui ont été conservées et fossilifiées. Tout le reste a disparu et a été remplacé par de l'argile.

La cause de cette disparition est simple. M. C.-Eg. Bertrand l'a établie de façon indiscutable par l'étude des nodules à structure conservée de Hardingen (7). « A structure conservée », le terme est juste, mais il n'est pas vrai. Car ces végétaux saisis par le calcaire, étaient si profondément altérés que M. C.-Eg. Bertrand eut grand-peine à les débrouiller.

Cette cause est une tourbification ; c'est une pourriture avancée, qui, à Hardingen, avait dissocié profondément les lièges de *Lepidodendron aculeatum* et les avait transformés en « une gelée moins consistante que la confiture de groseilles (7, p. 10).

Dans cet état, les tissus conservés, plus denses que le reste de la masse, ont cherché à prendre la position statiquement la plus favorable (7, p. 18). Ils sont descendus ; et c'est ainsi que nous retrouvons toujours l'assise intermédiaire à *Knorria* et l'étui médullaire des *Lepidodendron* dans le voisinage, parfois même au contact de la face inférieure. Des faits analogues s'observent chez les sigillaires ; la dissymétrie existe dans l'échantillon représenté par la figure 2, pl. XI. Mais je ne puis dire si l'étui se trouve au bas plutôt qu'au haut, la face supérieure de l'échantillon n'ayant pas été distinguée lors de la récolte.

Les échantillons de Hardingen étudiés par M. C.-Eg. Bertrand étaient complètement minéralisés, même dans les parties où toute

structure avait disparu. Dans les nôtres, les membranes conservées ont été transformées en des pellicules charbonneuses sur lesquelles on peut encore lire, à la loupe, les moindres détails d'organisation. Tout le reste a été envahi par de l'argile. Le processus de formation de cette roche est mis en évidence par les corps étrangers qu'elle renferme. Ceux-ci établissent, sans conteste, l'origine alluvionnaire. La cassure déterminée dans le sigillaire représenté par la figure 2, pl. XI, suit un plan intermédiaire, dans lequel on retrouve des macrospores et des *Lepidophyllum triangulare*, Zeiller (1). Ce fait est également mis en évidence, pour les troncs debout, par la figure 4. Il est d'ailleurs bien connu (12 et encore 22, p. 8 du tire à part, etc.).

Je n'ai pas encore pu étudier de façon complète les *Stigmaria* empétrés des murs, au point de vue des conclusions à tirer de leurs caractères différentiels. Mais j'ai, dès à présent, acquis la conviction que, si la plus grande partie de leur substance a, tout comme chez les fossiles de toit, été remplacée par de l'argile ou du sable, le processus de cette substitution doit avoir été différent. Car l'étui médullaire se trouve parfois placé non au bas, mais à la partie supérieure de la section (fig. 10) et souvent au centre (fig. 1, pl. XI).

Quoi qu'il en soit, si j'ai tenu à rappeler ces faits, c'est d'une part pour établir le degré de désagrégation des végétaux de toit, qu'on peut être porté à exagérer et, d'autre part, pour rappeler, fait dont j'aurai besoin par la suite, que quelque grand que puisse avoir été le degré de pourriture de ces végétaux, les empreintes que nous retrouvons aujourd'hui, représentent la trace ultime de membranes consistantes, et généralement transformées en une pellicule charbonneuse.

* * *

Les dénominations d'empreintes de toit et d'empreintes de mur sont, comme on le voit, justifiées. Leur distinction est basée sur une différence capitale entre les états de conservation.

La solution de la question qui nous occupe, va nous être fournie par l'examen du mode de répartition de ces deux grandes classes de fossiles dans le terrain houiller.

Étudions, à cet effet, les roches comprises entre deux veines de houille ou passées de veine, et notons-y, d'une part, la présence de végétaux désintégrés et, d'autre part, celle des fossiles entiers qui

sont représentés presque exclusivement par les *Stigmaria*. Après avoir répété ces observations sur de multiples cas, nous en arriverons à conclure ce qui suit.

Procédant de bas en haut, on cesse, à un certain niveau sous la veine, de rencontrer des *Stigmaria*. L'épaisseur de cette zone est variable; réduite parfois à 30 centimètres, elle atteint, dans certains cas, 3 et 4 mètres, voire même davantage. Elle dépend souvent de la nature de la roche. Mais, dans les schistes comme dans les grès, ce sont les mêmes *Stigmaria* munis de radicules étalées en tous sens que nous découvrons (3, p. 173). Nous notons en outre que les *Stigmaria*, excessivement abondants dans la région en contact immédiat avec la couche de houille, se font progressivement de plus en plus rares, jusqu'à disparaître définitivement, à mesure qu'on pénètre dans des couches de plus en plus profondes. On n'en retrouve plus en dessous d'un certain niveau, jusqu'à ce qu'on arrive à la couche de houille suivante (fig. 5).

Il arrive, certes, de découvrir, entre deux couches exploitables successives, une zone à *Stigmaria*; mais elle est toujours surmontée d'une passée de veine, mince filet charbonneux, épais parfois et souvent localement, de quelques millimètres seulement. Selon la convention faite au début de ce chapitre, cette passée de veine est assimilable à une veine. Le cas ne constitue donc pas une exception. Et l'on peut dire que, en thèse absolument générale, toute stampe entre deux couches de houille est couronnée par une zone à *Stigmaria* entières.

Telle est la loi de répartition des fossiles de mur; tout autre est celle des fossiles de toit.

Il faut évidemment, en outre des végétaux désintégrés, comprendre sous cette dénomination les fossiles animaux. Ces derniers sont généralement localisés dans des schistes, souvent de nature spéciale, dont les végétaux ne sont toutefois pas exclus, contrairement à ce qu'a écrit M. Boulay (14, p. 58) (1).

(1) Tel est le cas pour les schistes de toit de : *Première-Miermont* au charbonnage de Quatre-Jean, à Rétinne : *Lepidodendron obovatum* et *Gastrioceras Listeri*; *Coquelet* au puits n° 1, étage de 403 m. des Charbonnages Rénnis de Charleroi : *Carbonicola cf. ovalis*, *Lepidophyllum lanceolatum*, *Cardiocarpus sp.* etc.; *Droit-Jet* à 207 m., au puits n° 2 SF. des mêmes charbonnages : *Carbonicola sp.*, *Anthracomya sp.*, etc., avec *Neuropteris pseudogigantea*, *Neuropteris tennifolia*, *Sphenopteris sp.*, etc.

Quant aux végétaux, ils se rencontrent également dans les roches sableuses et les roches argileuses. Mais on note des différences de nature, d'attitude et de fréquence qui ont été signalées depuis longtemps (13, p. 762).

Les schistes sont de loin les roches les plus fossilifères. On y rencontre surtout des débris de frondes de fougères et de ptéridospermes, des fructifications, des écorces, des feuilles de calamites, de lepidodendrons, de sigillaires, parfois encore d'énormes troncs ou des planches d'écorces. Les végétaux sont presque tous couchés à plat (*Masse* à 260^m, *Crève-cœur* à 600^m du puits n° 2, *Sacré-Français*, *Dix-Paumes* aux Hamendes, *Duchesse* au n° 12 des Charbonnages Réunis de Charleroi, etc., etc.).

Les grès et les psammites sont moins fossilifères. On y remarque surtout des troncs et des planches d'écorces; les frondes de fougères y sont extrêmement rares. Les végétaux y sont jetés en tous sens, parfois très redressés (ex. haut toit de *Six-Paumes* au puits n° 1 des Charbonnages réunis, etc.).

De ces quelques mots, résulte un fait qu'il importe de mettre en évidence, à savoir que, tandis que les mêmes *Stigmaria* entiers se rencontrent dans toutes les roches, les fossiles de toit varient, au contraire, suivant la nature minéralogique des sédiments où ils sont renfermés. La loi qui relie la nature des fossiles de toit à celle de la roche, est, en ce qui concerne les végétaux désintégréés, d'ordres édimentaire, car leur attitude est conforme aux lois mises en lumière par M. Fayol (15).

Mais ce n'est là qu'un point de détail, puisqu'il s'agit, aussi bien dans les grès que dans les schistes, d'empreintes de toit. Ce qui nous intéresse surtout, c'est la loi générale de répartition de ces empreintes à travers la stampe. Cette répartition se fait très régulièrement par banes. Le fait ressort clairement, en ce qui concerne les fossiles animaux, des travaux de M. X. Stainier sur les bassins de Charleroi et de Liège (10 et 11). Je pourrais, pour ce qui est des végétaux, citer de nombreux exemples; mais ils sont si fréquents, que je crois inutile d'insister.

Non seulement l'abondance, mais encore la nature des débris varient, sur un espace plus ou moins développé, très régulièrement par lits.

Toutefois, la répartition suivant la verticale est inégale et très variable.

Il est des bancs, non seulement de grès, mais même de schiste, qui sont entièrement dépourvus de fossiles, ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer (3, p. 171). Ce sont souvent des schistes compacts, sans stratification apparente au premier abord, mais qui laissent voir, par altération, une succession de lits bien réguliers, qui, plus ou moins carbonatés, prennent par oxydation des teintes différentes, telle l'*escaille* de Broze au puits Sacré-Français.

Cette zone stérile repose parfois directement sur la veine, alors que, dans le haut-toit, abondent les débris végétaux.

Par contre, il arrive que dans le mur d'une couche, on découvre, au milieu des *Stigmaria* entiers, des empreintes de toit. Ce cas est loin d'être rare ; il a souvent été signalé (1 et 4).

L'abondance des empreintes de toit peut même se faire plus grande quand on approche de la veine, comme c'est le cas pour *Mère-des-Veines* au puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Les *Calamites undulatus* s'y montrent surtout au haut du mur.

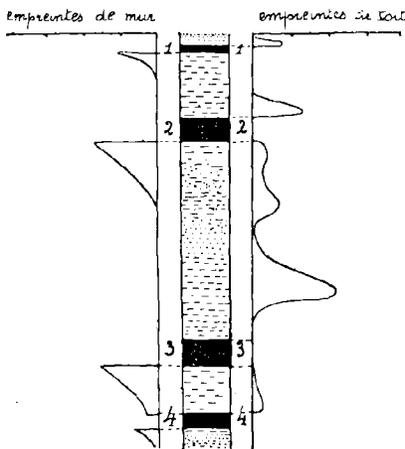


FIG. 5.

Diagramme de la loi de répartition des fossiles dans le terrain houiller.

Les abscisses sont proportionnelles à l'abondance des fossiles.

en relation avec la veine. Pour le surplus, tout ce qui n'est pas mur sera dénommé toit, puisque, tant au point de vue paléontolo-

De toutes ces constatations, résumées schématiquement dans la figure 5, il résulte que le seul caractère paléontologique différentiel qu'on peut reconnaître entre les roches du terrain houiller, est la présence ou l'absence d'empreintes de mur. Ces *Stigmaria* entiers se retrouvant principalement dans la roche que tous, géologues et mineurs, sont d'accord pour considérer comme le mur type ; il y a donc lieu d'étendre cette dénomination à toute roche renfermant des *Stigmaria* entiers, puisque cette présence constitue un caractère distinctif qui paraît bien être

gique qu'au point de vue minéralogique, on ne peut saisir la limite entre le toit et la pierre de stampe.

Telle est la conclusion qui se dégage d'une étude systématique des caractères paléontologiques du terrain houiller.

* * *

Arrivé à ce point, nous pouvons rechercher la signification de ces *Stigmaria* entiers qui caractérisent les murs.

Les végétaux désintégrés témoignent, par leur attitude et leur répartition, qu'ils ont subi un transport ou tout au moins un flot-tage, ainsi que je l'ai dit ci-dessus. Ils sont parfois jetés en tous sens dans la roche, mais, le plus souvent, ils sont étalés à plat (fig. 6).

Les *Stigmaria* entiers conservent, au contraire, la même attitude dans toutes les roches. D'axes plus ou moins forts, souvent légèrement plongeants dans le banc, s'échappent, tant vers le haut et vers le bas que latéralement, des appendices tubulaires de section ronde ou ovale (fig. 7, *p*) qui, d'abord normaux aux axes, sont souvent courbés vers l'avant (fig. 10). Cette attitude témoigne d'une fossilification sur place. Il suffit d'examiner attentivement un de ces fossiles pour avoir l'impression nette de ce fait. Cette impression est d'ailleurs confirmée par l'étude des échantillons à structure conservée, qui a pleinement établi que ces appendices ne possédaient aucune rigidité.

C'est là un fait proclamé depuis longtemps.

Mais les *Stigmaria* émettant des appendices verticalement et obliquement vers le haut, il est évident que les sédiments qui les recouvrent devaient être déposés avant que ces appendices ne se développent, puisque ceux-ci réclamaient un support, ou tout au moins qu'ils se sont déposés au fur et à mesure du développement des *Stigmaria*. Toutefois, comme les axes sont plongeants sur la stratification et que, d'autre part, les appendices sont aussi bien développés vers le bas que vers le haut, il est plus logique d'écarter la seconde hypothèse et d'admettre en conséquence que les *Stigmaria* sont des végétaux qui se sont insinués dans une boue déjà déposée, dans un sol, à la façon de rhizomes ou de racines, et y ont été, par la suite, fossilifiés sur place.

Le mur représente donc, suivant l'expression reçue, un sol de végétation.

*
* *

Géologues et paléobotanistes sont complètement d'accord pour admettre que les *Stigmaria* sont des végétaux fossilifiés sur place.

Mais tous ne se rallient pas également à l'opinion que ces *Stigmaria* se soient insinués dans une boue déjà déposée. M. G. Schmitz semblait admettre, dans son mémoire de 1895, que le mur s'est formé d'une pièce, c'est-à-dire que la boue a progressivement enlisé les *Stigmaria*.

« La présence constante de *Stigmaria* au mur des couches et » leurs conditions de gisement, accusant un *in situ* manifeste, » nous avaient fait conclure », écrivait-il, « à la formation sur » place des roches qui les contiennent. » (1, p. 14).

Je reviendrai bientôt sur l'argumentation que notre confrère produisit pour renverser une objection grave à cette manière de voir, et j'ajouterai immédiatement que M. G. Schmitz se ralliait, peu après, à l'idée opposée, car il écrivait, en 1897 :

« Le mur des veines est aussi bien du grès que du schiste. Nous » y voyons un sédiment comme tout autre sédiment de l'horizon » houiller, mais *dans lequel une végétation est venue s'établir sub-* » *séquentement*. La croissance et les diverses opérations qu'elle a » produites ont donné à ce sédiment un facies caractéristique, plus » ou moins *boueux*, qui est le résultat et non la cause du dévelop- » pement des végétaux et partant aussi la raison de l'imperméa- » bilité relative de la roche. » (2, p. 89).

Rarement, les auteurs ont plus nettement défini le mode de formation des murs. Toutefois, M. G. Schmitz ne cite qu'un seul fait à l'appui de son opinion : c'est que les sédiments du mur, bien que possédant un facies caractéristique, ne diffèrent pas des autres sédiments du terrain houiller. La remarque est exacte ; il y a, entre la stampe et le mur, continuité parfaite des caractères minéralogiques et paléontologiques, en ce qui concerne les végétaux désintégrés. Cette continuité est du même ordre que celle qui existe entre la pierre de stampe et le toit. De telle sorte qu'on peut dire qu'il existe une zone de fusion entre le toit et le mur, ainsi qu'il ressort de descriptions de coupes détaillées (4, pp. 72-73).

Toutefois, cette remarque ne suffit pas. Il faut encore faire observer que la limite inférieure de la zone à *Stigmaria*, donc du mur, varie constamment et ne coïncide nullement, même sur un

espace restreint, avec un plan de stratification. De telle sorte que la continuité du toit et du mur est indéniable.

J'ai fait remarquer plus haut que l'attitude des appendices plaide également en faveur de la surimposition des *Stigmaria*.

Malgré la force de ces arguments, il peut néanmoins subsister des doutes dans l'esprit de certains géologues. Le fait nouveau que j'apporte est, je pense, de nature à les dissiper complètement. Ce fait n'est, toutefois, que relativement neuf. Il a été depuis longtemps signalé par divers paléontologistes (16, p. 336), notamment par M. C. Grand'Eury, à Saint-Étienne; mais il est, jusqu'ici, passé inaperçu en Belgique. Ce fait, c'est le taraudage des empreintes de toit contenues dans les murs, par les radicules de *Stigmaria*.

L'importance de ce fait est telle, que j'ai cru, comme je l'ai dit en débutant, devoir reprendre l'ensemble de la question. Les notions que nous avons acquises par les développements qui précèdent nous permettent, en effet, de saisir de façon rapide et nette l'intérêt et la portée de ces phénomènes de taraudage.

* * *

Si les *Stigmaria* sont des fossiles qui se sont introduits tardivement dans la roche ou, en un mot, sont des fossiles surimposés, la roche dans laquelle nous les retrouvons était originellement un toit, puisque la pierre de stampe ne diffère en rien du toit.

La continuité existant entre le toit et le mur, ou entre la stampe et le mur, s'accorde bien avec l'hypothèse. Celle-ci explique encore pourquoi nous retrouvons, dans les murs, des fossiles de toit.

On pourrait toutefois admettre que ces fossiles ne sont que les débris des organes aériens des végétaux dont les *Stigmaria* représentent les parties souterraines, comme l'avait un instant avancé M. G. Schmitz (1).

Cette interprétation tombe évidemment d'elle-même, si les *Stigmaria* perforent les empreintes de toit qui, conservées sous forme d'une pellicule charbonneuse, ne sont, ainsi que je l'ai dit plus haut, que la trace ultime de membranes primitivement consistantes. Or, c'est ce qui existe en fait, non seulement dans les bassins du sud, mais même dans le bassin du nord de la Belgique. J'en ai, en effet, retrouvé des exemples sur des *Calamites* provenant des sondages n° 10 et n° 14, que j'ai réexaminés à l'occasion de l'Exposition de Liège.

Ces phénomènes n'ayant pas, jusqu'ici, fait l'objet de description détaillée, je crois devoir rapporter ici l'exemple que j'ai exposé à la séance du 21 mai 1905 de la Société géologique, afin de rendre plus aisées les observations de contrôle.

* * *

L'exemple que je prendrai est celui du veiniat du toit d'*Ardinoise* au puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi.

À l'entrée du niveau à 410 m., le veiniat est séparé de la veine par 5 mètres environ de stampe, d'après les renseignements que j'ai pu recueillir, car la galerie à travers banes est actuellement inaccessible au-delà d'*Ardinoise*. Quoi qu'il en soit, le toit d'*Ardinoise* est constitué, en cet endroit, par un schiste gris psammitique, finement micacé, peu fossilifère, où j'ai rencontré *Paleostalhya* sp., *Sphenophyllum* sp., c'est-à-dire tous fossiles désintégréés, mais pas de *Stigmaria*.

À 600 m. au levant de ce point, la coupe des terrains est la suivante (fig. 9) :

Toit (schiste)	—	
Veiniat	0 ^m 20	
Schiste	1 ^m 30	
Faux toit	0 ^m 05	} <i>Ardinoise</i> .
Sillon (houille)	0 ^m 40	
Schiste charbonneux	0 ^m 11	
Sillon (houille)	0 ^m 24	
Faux mur	0 ^m 01	
Mur (schiste)	—	

Le bane entre le veiniat et la veine est fait d'un schiste argileux, de couleur brunâtre, avec rognons de sidérose. Il est très fossilifère et renferme :

Neuropteris gigantea, Sternberg.
Neuropteris rarinervis, Bunbury.
Cyclopteris orbicularis, Brongniart.
Calamites undulatus, Sternberg.
Asterophyllites sp.
Annularia radiata, Brongniart sp.
Annularia sphenophylloides, Zeiller,

Radicités columnaris, Artis sp.
Sphenophyllum cf. *myriophyllum*, Crépin.
Sphenophyllum cuneifolium, Sternberg sp.
Aspidaria sp.
Lycopodites carbonarius, O. Feistmantel.
Stigmaria ficoides, Sternberg sp.

Les *Stigmaria* se font de plus en plus abondants à mesure qu'on se rapproche du veiniat. Ils taraudent les *Calamites undulatus*, les *Neuropteris gigantea*, les *Cyclopteris*, etc. Les échantillons que j'ai figurés sont spécialement choisis pour l'illustration.

On voit sur le premier (fig. 6, pl. XI) que les perforations (*p*) sont loin d'être rares. On y remarque, comme sur les suivants, que les appendices de *Stigmaria* (*st.*) cherchent cependant à éviter le travail supplémentaire du taraudage et se développent de préférence dans les parties libres.

Dans les figures 7 et 8 de la planche XI, est reproduit le détail d'une perforation. On remarquera que l'appendice traverse de part en part l'étui médullaire dont (*fs*) est la face supérieure, (*fi*) la face inférieure; il y a donc, en fait, deux perforations. La trace de l'appendice est visible en *tr* sur toute l'épaisseur de l'étui. L'appendice apparaît en section (ronde) dans le plan de la face inférieure (*fi*) de l'étui médullaire, à l'endroit même (*p*) de la perforation.

On peut admirer, sur ces échantillons, la perfection de l'état de conservation des débris végétaux renfermés dans les schistes houillers. La radicelle verticale (*tr. p*), soustraite au tassement, a conservé sa forme originelle, tandis que les radicelles horizontales (*st*) ont, tout comme le calamite, été fortement comprimées.

Mais l'on doit aussi admirer, sur ces reproductions, l'art consommé de M. Kemna qui a su saisir et fixer, de façon aussi remarquable, sur la plaque photographique, tous les détails de ces échantillons.

* * *

Il est temps de conclure.

De tout ce qui précède, il résulte que toutes les roches stériles du terrain houiller sont du toit. Le toit ne possède donc aucun caractère minéralogique spécial; il n'a pas de caractères paléontologiques essentiels, mais il contient souvent des végétaux

désintégrés, des empreintes de toit. Ce toit peut avoir été métamorphosé, au sens large du mot, par la surimposition, par l'implantation de végétaux et principalement de *Stigmaria*. Le toit, ainsi métamorphosé, est appelé mur. On peut, par antithèse, réserver la dénomination de toit aux roches non métamorphosées, c'est-à-dire ne renfermant pas de *Stigmaria* entiers.

Dès lors, toutes les anomalies si souvent signalées disparaissent.

Le mur peut contenir des empreintes de toit, puisque cette roche n'est autre qu'un toit métamorphosé. Et, pour la même raison, le mur peut servir de toit à la veine.

Ces deux cas sont représentés sur le croquis 5, p. M 274 (veines 2 et 4), sur lequel figurent également deux cas normaux (couches 1 et 3).

On y voit clairement, fait déjà évident dans l'exemple d'*Ardinoise* cité plus haut, qu'une couche ne peut avoir pour toit un mur, que quand la stampe qui la sépare de la suivante est faible, c'est-à-dire quand cette stampe est inférieure à l'épaisseur de la zone métamorphosée.

C'est ce que les observateurs ont souvent signalé.

CHAPITRE II

Troncs debout.

L'étude des troncs d'arbres debout va nous permettre de faire un nouveau pas dans cette recherche des conditions de formation du terrain houiller.

Cette étude a, de tout temps, attiré fortement l'attention des géologues. Les découvertes se sont même multipliées au delà de toute espérance dans les bassins houillers belges, durant ces dernières années, et ont réduit à néant cette opinion, assez courante en dépit des affirmations de spécialistes (17, p. 170) et de praticiens (13, p. 162), que les troncs debout sont rares dans notre Westphalien.

M. G. Schmitz en a décrit un riche gisement aux Charbonnages de Bois-d'Avroy (18 et 19) et a signalé un autre cas au puits de la Boule des Charbonnages du Rieu-du-Cœur (20); puis c'est M. X. Stainier qui a fait connaître un gisement de troncs d'arbres debout au charbonnage de Falisolle (4), et un autre au Charbonnage d'Oignies-Aiseau (21), qui a également fait l'objet d'une note de mon collègue, M. A. Bertiaux (22). Enfin, M. Smeysters a détaillé

les découvertes faites aux Charbonnages de Monceau-Bayemont (23).

J'ai, pour ma part, rencontré des cas de troncs debout en de nombreux points, notamment :

Dans le Borinage, aux Charbonnages du Rieu-du-Cœur, puits St-Florent : toit de *Renard*, plat à 329^m ; aux Charbonnages du Couchant-du-Flénu, puits n° 2 : toit de *Grand-François*, plat à 387^m.

Dans le bassin de Charleroi : aux Charbonnages Réunis de Charleroi, puits n° 1 : toit de *Duchesse*, plat à 532^m ; mur de *Six-Paumes*, droit ; puits n° 2 MB. : toit de *Crèveœur*, droit à 520^m, toit de la *Strapette*, plat à 464^m ; puits n° 12 : toit de *Duchesse* ; 1^{er} et 2^e plats à 685^m ; puits n° 2 SF. : toit de *Broze*, plat à 650^m ; toit de *Crèveœur*, plat à 600^m ; toit de *Quérelle*, plat à 650^m ; puits n° 7 : mur de *Follemprise*, plat à 410^m ; aux Charbonnages de Masses-Diarbois, puits n° 5 : toit de *Grosse-Masse*, plat à 321^m.

Mon intention n'est pas de détailler ici tous ces cas. Beaucoup d'entre eux n'ont d'ailleurs pas pu être étudiés de façon suffisamment complète pour me permettre d'arriver à des conclusions certaines. Je me bornerai à en faire connaître deux qui sont réellement typiques. Mais, afin d'éviter toute confusion dans les développements ultérieurs, je demanderai à pouvoir reprendre la question d'un peu plus haut.

*
* *
*

On comprend, sous le nom de « troncs debout », les débris d'arbres fossiles qui, empétrés dans les roches du terrain houiller, ont leur axe dirigé sensiblement suivant une perpendiculaire aux strates.

En admettant que les strates aient été originellement horizontales ou à peu près horizontales, on rapproche tout naturellement cette attitude des troncs fossiles de celle des arbres actuels, dont la majorité a tendance à croître verticalement, et l'on est aisément porté à croire qu'on se trouve en présence de vestiges des forêts carbonifères, qui auraient été fossilifiées au lieu même de leur croissance. Cette idée paraît, à première vue, assez admissible, alors même que les troncs debout seraient quelque peu inclinés sur la perpendiculaire aux strates, soit que l'on veuille supposer que les sédiments qui les encaissent se soient déposés sur un talus (16) où croissaient ces arbres, soit qu'on se rappelle que si, de nos jours,

les arbres ont une tendance à croître verticalement, nombreux sont les spécimens dont le tronc est incliné.

Mais, ainsi qu'on le sait, cette attitude ne peut suffire pour entraîner une conviction ; elle n'est qu'un indice, mais non une preuve (4, p. 74). M. Fayol a achevé de démontrer, par ses expériences sédimentaires (6), ce fait important que les géologues avaient pour le moins pressenti plusieurs années auparavant, à la suite de leurs observations directes, à savoir, que des troncs charriés peuvent parfaitement se trouver debout.

J'ai rappelé ci-dessus, que l'attitude des végétaux désintégrés qu'on rencontre dans les roches, schistes, psammites ou grès, du Westphalien belge, se trouve en rapport avec la nature des sédiments dans lesquels ils sont enrobés. C'est dire que la loi établie par les expériences de M. Fayol peut certainement être applicable à certains de nos troncs debout.

Lors donc que nous rencontrons un tronc debout, nous ne devons considérer son attitude que comme un indice, mais comme un indice d'autant plus sérieux d'une fossilisation sur place, que la roche dans laquelle se trouve engagé ce tronc, et surtout la base de ce tronc, est d'un grain plus fin et d'une nature plus argileuse.

La grande preuve de la fossilisation sur place, sera toujours la présence de racines nombreuses et délicates, en connexion avec la base du tronc. Mais, ainsi que nous le verrons bientôt, la constatation de l'existence de ces racines n'est pas toujours possible, en raison du mode de fossilisation. Et c'est pourquoi il fallait préciser la valeur des indices qui, faute de mieux, constituent des preuves de second ordre.

Remarquons encore que, même dans le cas où le chevelu des racines se trouve conservé, il importe de constater que la roche qui les encaisse, ne diffère pas, par sa nature, du banc dont elle fait partie, afin d'écartier l'hypothèse qu'on se trouve en présence d'une souche qui aurait été arrachée d'un bloc à son sol de végétation.

* * *

Ceci dit, j'aborde la description des deux cas annoncés ci-dessus.

Le premier est celui d'un arbre debout rencontré dans le mur d'*Ardinoise*, au niveau levant à l'étage de 410 mètres du puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Cette voie avait été ouverte en enlevant la couche ainsi qu'une partie de son mur, dont la section irrégulière était visible sous la paroi nord de la voie,

Le croquis (fig. 9) détaille de façon un peu schématique la

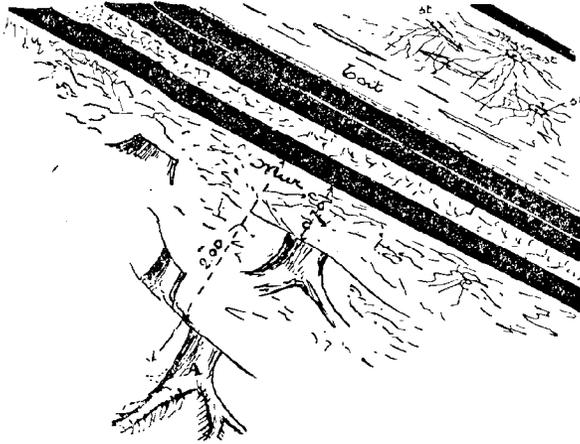


FIG. 9.

Croquis quelque peu schématisé de la coupe des terrains à la voie de niveau de 410 m., au pied du montage à 600 mètres levant, dans *Ardinoise*. Puits n° 7 des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Echelle d'environ $\frac{1}{75}$.

composition des terrains ainsi mis à nu au pied du montage creusé à l'extrémité de ce niveau, endroit où le tronc debout dont il est question a été découvert. Le toit de la couche était accessible, en ce point, jusqu'au veinat. L'entaille faite par le bosseyement ou coupage de la voie, dans le mur, était irrégulière; à sa surface, apparaissaient, près de l'extrémité du niveau, deux souches peu importantes et peu nettes d'ailleurs, d'importants miroirs de glissement affectant le plan d'étalement de leurs racines majeures. Mais nous avons découvert, en A, une souche plus importante, mieux développée et surtout mieux conservée, dont quelques racines ont pu être rapidement mises à nu.

Il fut, malheureusement, impossible de dégager plus complètement la base de cet arbre, dont le tronc était d'ailleurs cisailé à 0^m35 de hauteur par un miroir de glissement (fig. 9).

La base du tronc se trouvant engagée, à 2 mètres environ en dessous du niveau de la veine, dans un schiste gris, compact, fine-

ment micacé, qui, au niveau des dernières radicelles, contenait de nombreuses tiges feuillues de *Sphenophyllum cuneifolium*, Sternb. (*sph*, fig. 10) et des pinnules isolées de *Neuropteris gigantea*, Sternb.

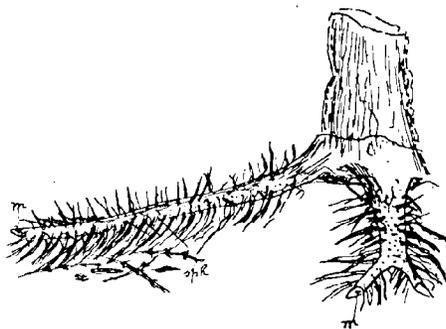


FIG. 10.

Croquis de la partie inférieure du tronc A. (fig. 9.)

Echelle de $\frac{1}{40}$.

Pour la légende, voir le texte.

Vers le haut, il passait progressivement à un mur plus argileux.

Le tronc, déformé en section, de façon assez semblable à celui représenté par la fig. 4, mesure 0^m30 de diamètre ; il était recouvert d'une pellicule de houille brillante par endroits, ailleurs schisteuse, épaisse de 3 à 4 millimètres. Extérieurement, cette croûte était glissée et enduite de pholérite. Intérieurement, elle présentait, par endroits, une ornementation indécise, même dans la partie supérieure du tronc, sortes de côtes flexueuses, très froissées, larges de 2 à 3 mm., sur lesquelles ou entre lesquelles je n'ai pu découvrir la trace de cicatrices foliaires.

Il ne peut donc être décidé s'il s'agit, en l'espèce, d'un lepidodendron ou d'un sigillaire⁽¹⁾. Le remplissage ne montrait, d'ailleurs, pas la présence d'un étui médullaire ; il était fait d'un schiste grossier, très micacé, mal stratifié, analogue à celui des roches encaissantes, dans lequel on retrouvait, vers le haut, des appendices de *Stigmaria* dirigés en tous sens. La surface de la colonne de remplissage était complètement glissée et enduite de pholérite.

(¹) Cette ornementation rappelle celle de *Stigmariopsis anglica*, Kidston. Un nouvel examen me porte à croire qu'elle n'est autre que celle d'une empreinte sous-corticale très déformée de *Lepidodendron*.

Vers la base, elle était traversée par une série de miroirs de glissement, plus ou moins horizontaux et incomplètement développés.

La surface inférieure de la base était en forme de cupule quadrangulaire, ainsi que j'ai pu en juger par l'examen de la contre-empreinte. De la base, se détachaient donc quatre maîtresses racines qui se bifurquaient vraisemblablement assez rapidement, à ce que j'ai pu conclure de l'examen des débris qui ont, par la suite, été rapportés à la surface. Ainsi que je l'ai dit, il a, en effet, été impossible de dégager tout l'appareil radiculaire, qui avait, d'ailleurs, été détruit en partie avant la découverte.

Quoi qu'il en soit, deux fortes racines encore en connexion avec le tronc ont pu être parfaitement étudiées et dégagées de façon satisfaisante. L'une et l'autre sont légèrement aplaties ; toutes deux, couvertes depuis leur naissance d'ornementations nettes de *Stigmaria*, montrent l'empreinte de l'étui médullaire (*m*). L'une d'entre elles, de profil conique (*Stigmariopsis*? Grand' Eury), se bifurquait rapidement en deux axes d'un diamètre moitié moindre (3 et 4 centimètres), cisailés à leurs extrémités par un miroir de glissement. Cette racine était très plongeante, comme le montrent les croquis. L'autre, de diamètre assez constant (5 à 6 centimètres), s'étendait horizontalement sur plus de 70 centimètres de longueur.

De l'une et l'autre de ces racines, s'échappaient régulièrement de nombreuses radicules lardant la roche tant vers le bas et le haut qu'horizontalement. Elles étaient, comme le montre la figure 10, légèrement courbées vers l'avant.

Le remplissage des axes était de même nature que celui du tronc. L'étui médullaire y était reporté vers le haut.

* * *

Le second exemple est d'un autre ordre.

Il a été découvert dans l'*escaille* de la couche *Broze*, chantier levant, à l'étage de 650 mètres du puits n° 2, Sacré-Français, des Charbonnages Réunis de Charleroi. La couche *Broze* forme, dans la région déhouillée par ce chantier, une vaste plateure faiblement ondulée. Dans la taille 2 bis, où le tronc a été découvert, la pente des bancs est de moins de 10°.

L'*escaille* s'abat, en général, avec la veine, de telle sorte qu'elle apparaît en section sur le front. C'est à cette circonstance excep-

tionnelle que je dois d'avoir pu étudier ce cas très remarquable. J'ajouterai qu'il me fut signalé, au passage dans la taille, par M. B. Bastin, délégué à l'inspection des mines.

La figure 12 reproduit fidèlement le croquis que j'ai levé rapidement de cet intéressant échantillon, dont la figure 11, pl. XI donne la photographie.

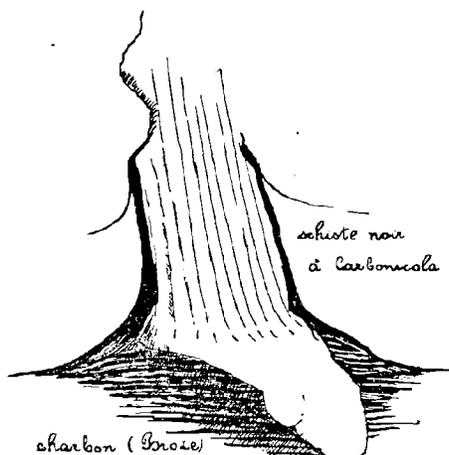


FIG. 12.

Croquis d'un tronc debout dans le toit de *Broze*. Puits Sacré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi. Echelle de $\frac{1}{6}$.

L'arbre se poursuivait sur toute la hauteur du banc d'*escaille*, épais d'un peu plus de 30 centimètres et qui n'était autre qu'un schiste noir, très fin, à rayure plus ou moins brune, renfermant des débris, d'ailleurs rares, de *Carbonicola*, et barré par une partie durcie «clou» qui soulignait la stratification.

L'arbre se trouvait encore engagé dans la roche et n'apparaissait que par une partie de son pourtour dans la cassure de l'*escaille*. Sa surface, couverte de côtes assez plates, se prolongeait vers le bas au dessous du plan de la veine par une surface inclinée vers l'avant et plus ou moins conique. Une pellicule de charbon brillant, épaisse de 1 à 2 centimètres, entourait complètement l'arbre. Elle se prolongeait vers le bas en se courbant et se perdait dans la couche.

Celle-ci se relevait, ainsi que le montre le croquis, à l'endroit du tronc en une sorte de cône.

On remarquait dans l'*escaille*, à peu près à mi-hauteur, un retroussement qui correspondait à des miroirs de glissement de surface irrégulière, sur lesquels je n'ai pu découvrir aucune trace d'empreintes.

L'arbre put être enlevé de façon satisfaisante; sa base fut quelque peu abîmée; mais on put y conserver adhérent le bloc de houille sur lequel il reposait. Une cassure produite durant l'enlèvement, sectionna le tronc suivant un plan sensiblement diamétral.

Le tronc, de section à peu près ronde, mais quelque peu déformé verticalement, mesurait 17 centimètres de diamètre à la base et 13 au sommet. Sa surface, presque entièrement polie et couverte, par endroits, de pholérite, montre de vagues cannelures longitudinales, plus ou moins régulières, de 7 à 8 mm. de largeur, qui se prolongent sur la partie supérieure de la face inclinée, visible sur la figure. L'enveloppe charbonneuse a été détruite par les travaux d'enlèvement et je n'ai trouvé, comme contre-empreinte dans la roche encaissante, qu'un miroir de glissement, de telle sorte que ce n'est qu'avec doute que l'on peut considérer cette souche comme la trace d'un tronc de *Sigillaria*.

La figure 13 est un dessin à mi-grandeur de la coupe intérieure du tronc, telle qu'on peut la voir dans la cassure irrégulière du fragment de base, auquel adhère encore un bloc de houille.

Cette coupe, sans être plane, est presque perpendiculaire à la direction du front de taille visible sur la figure précédente; elle est prise du côté opposé; on voit, en effet, à gauche, la partie supérieure de la face inclinée, tandis qu'à droite, la base du tronc est en forme de bulbe, résultat d'un glissement déterminé par le plissement. Le plan de coupe est d'ailleurs très irrégulier.

Le bas de l'échantillon est constitué par une houille rubannée, dont les lames brillantes ont été fortement soulignées sur le dessin. On y remarque quelques amas de fusain; les lames brillantes présentent un léger bombement vers le haut; elles plongent sous la face inclinée, constituée elle-même par une lame de charbon brillant, mais sous un angle beaucoup plus faible que la pente de cette face.

La zone charbonneuse s'élève jusqu'à la partie inférieure du tronc proprement dit. Elle se termine de façon rapide, quoique peu nette; on remarque encore un grand nombre de fines lignes charbonneuses horizontales, à la base du schiste gris qui remplit

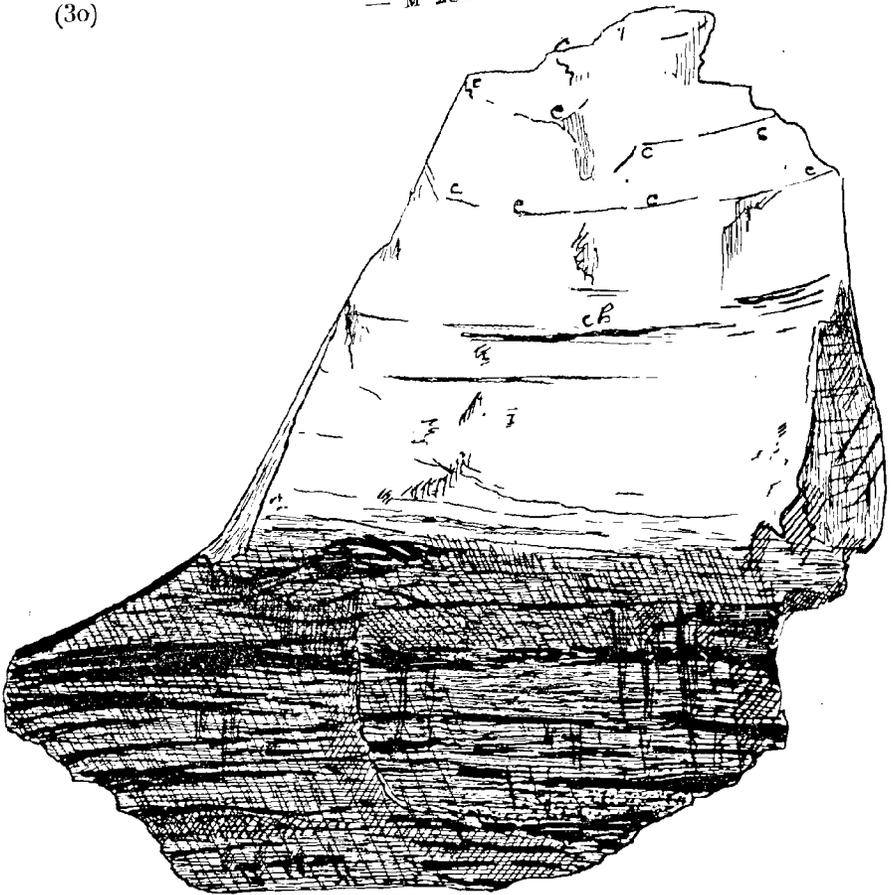


FIG. 13.

Vue de la cassure montrant la coupe intérieure du tronc représenté fig. 12.
Échelle de $\frac{1}{2}$.

le tronc. Ce schiste passe progressivement, vers le haut, à un schiste foncé, de rayure brunâtre. Le changement est particulièrement net au dessus de la lame carbonneuse (*ch*) indiquée sur le croquis, fig. 13, à mi-hauteur de la partie schisteuse.

La stratification de cette masse, soulignée par des filets carbonneux, épais de quelques dixièmes de millimètre, ainsi que par divers miroirs de glissement, est remarquable. Le remplissage est, en fait, formé par l'empilement de lentilles concaves vers le haut, ainsi qu'on peut le remarquer sur la figure, à l'allure de certaines lignes de cassure (*c*).

30 DÉCEMBRE 1905.

* * *

Il y a, je pense, tout lieu d'admettre que nous avons affaire, dans ces deux exemples, à des arbres fossilifiés au lieu même de leur croissance.

La chose ne peut faire de doute pour les troncs debout du mur d'*Ardinoise*; la seule hypothèse de transport possible est écartée, tout au moins pour le tronc que j'ai étudié de façon détaillée, du fait que la roche qui enrobe le chevelu de ses racines est de même nature que le mur normal, auquel elle est d'ailleurs intimement liée.

Mais cette conclusion n'est pas évidente pour le tronc debout découvert dans le toit de *Broze*, car on ne peut guère, dans ce cas, fournir la preuve directe. La base de l'arbre se perd dans la houille; c'est donc dans cette roche qu'il faudrait rechercher les racines et le chevelu. Je n'ai pu me livrer à cette recherche qu'il eût, d'ailleurs, été très malaisé de conduire à bonne fin. S'il s'était rencontré, à cet endroit, dans les parties supérieures de la couche de houille, des nodules à structure conservée, j'aurais pu espérer démontrer qu'il y existait des *Stigmaria*. Mais on sait que, jusqu'ici, on n'a pas rencontré, dans le Westphalien belge, de nodules à structure conservée du type de ceux de la couche *Catharina* du bassin de la Westphalie et de la couche *Eugène*, à Peterswald (Moravie). Quoiqu'il en soit, il importe de remarquer, d'une part, qu'un amas de végétaux peut parfaitement servir de sol de végétation, ainsi que M. Potonié l'a surabondamment prouvé dans ses études sur les marais tourbeux (5) et que, d'autre part, l'étude microscopique des nodules à structure conservée, faite, notamment, par M. C.-Eg. Bertrand, a établi, sans conteste, l'existence, dans la houille westphalienne, de racines de plantes aquatiques fossilifiées sur place (24, p. 369).

Néanmoins, il existe des présomptions graves en faveur d'une fossilification sur place de l'arbre en question, car la gaine de houille brillante qui entourait le tronc et qui représente une partie de l'écorce, se fondait avec la veine, où je n'ai malheureusement pu la suivre. On n'aperçoit certes pas distinctement sur la coupe (fig. 13), parmi toutes les lames brillantes qui traversent le bloc, celle qui correspondrait à la base de l'arbre. Il faut, cependant, consi-

dérer l'incurvation vers le haut de ces lames, comme l'indice qu'une ou plusieurs d'entre elles représentent cette base. On se rappellera, en effet, que la surface d'assise du tronc du mur d'*Ardinoise* est en forme de cupule. Il resterait, toutefois, à expliquer la transition de la masse de houille au schiste de remplissage. Cette transition est assez brusque et c'est pourquoi je suis porté à admettre que ce tronc n'a pourri que jusqu'à un certain niveau ; ainsi qu'il arrive dans les marécages tourbeux, sa base a été tourbifiée. Le reste du tronc s'est putréfié par le cœur, puis a été, à un certain moment, envahi par l'argile. Celle-ci a pénétré plus ou moins dans les tissus supérieurs de la base, incomplètement tourbifiés. Et c'est pourquoi nous ne trouvons pas une limite absolument nette.

Il y a, d'ailleurs, lieu d'observer qu'à défaut de preuve directe absolue, nous avons, outre les indices que je viens de rappeler, une preuve indirecte. L'arbre se trouve engagé, par sa base, dans une roche de nature argileuse et organique, plus ou moins sapropéleuse, dont le grain est d'une finesse telle, qu'on peut dire que toutes les autres roches du terrain houiller sont plus grossières que celle là. Il y a donc toute chance qu'il soit fossilifié sur place.

Il ne reste, pour se rallier définitivement à cette hypothèse, qu'à écarter une dernière objection, celle de l'existence des retroussements au contact du tronc.

« Il y a longtemps », écrit M. de Lapparent (25, p. 952), « que le fait » du relèvement des couches encaissantes au voisinage des tiges a » été observé. La figure 378, empruntée à *l'Explication de la carte » géologique de France*, représente une tige de *Calamites*, longue » de plus de 5 mètres, trouvée en 1836 dans l'exploitation de la » fosse Bleuse-Bornic, à Anzin, et où ce relèvement est très accen- » tué. Or cette circonstance, inexplicable dans l'hypothèse d'un » dépôt lentement opéré autour d'une tige en place, concorde au » contraire avec l'idée d'un transport. »

Le fait comme on le voit, mérite considération.

Il est toutefois impossible d'admettre que le banc d'escaille de *Broze* soit le produit d'une sédimentation rapide. C'est un dépôt de vase, où l'action de courants violents est inadmissible ; il faut donc chercher autre chose pour expliquer le retroussement.

L'étude du remplissage du tronc est, à cet égard, très suggestive. Le remplissage, surtout dans les parties supérieures où le schiste devient assez semblable à celui de l'escaille, est stratifié ; mais les

lits de stratification, qui forment des lignes de cassure facile, parce qu'ils sont souvent couverts d'une patine grasse, les lits de stratification ne sont pas plans. Ils affectent la forme de calottes sphériques, concaves vers le haut, ainsi que le montrent les lignes (cc) de la figure 13 (1). Il y a donc retroussement des lits sur les deux faces de l'écorce. La figure intérieure est celle d'un ménisque. Aussi, suis-je porté à croire qu'il s'agit, en l'espèce, de phénomènes de capillarité.

Il se peut, d'ailleurs, que le tassement ait été moins fort aux environs de l'écorce, ainsi qu'on l'a déjà suggéré (13, p. 766). L'attitude des végétaux à plat des toits, témoigne de ce tassement (fig. 2, 6 et 7, pl. XI).

Quoi qu'il en soit, je pense que le relèvement des bancs ne peut être, de façon générale, considéré comme une preuve formelle du transport d'un tronc debout, car il peut s'expliquer par d'autres hypothèses que celle de courants violents. Mais, en admettant même que celle-ci soit la seule acceptable, on ne voit pas quelle différence il pourrait y avoir entre l'action exercée sur le dépôt de sédiment, d'une part par un tronc enlisé sur place, et d'autre part par un tronc charrié, qui, engagé par sa base, se tiendrait debout.

Aussi, doit-on admettre qu'il s'agit vraisemblablement, dans le cas qui nous occupe, d'un tronc fossilifié au lieu même de sa croissance.

* * *

La conclusion qui se dégage de ces observations sur les troncs debout, étant diamétralement opposée à celles que divers géologues belges ont été portés à accepter pour tous les cas étudiés jusqu'ici, j'ai cru devoir serrer de plus près la question et entreprendre une étude approfondie des travaux antérieurs.

Il est certain qu'il peut y avoir, dans notre Westphalien, des troncs debout charriés par des courants, puisque, ainsi que je l'ai rappelé plus haut, nous y constatons, dans les toits, des attitudes de végétaux désintégréés, conformes aux lois sédimentaires démontrées par M. Fayol. Mais il semblait bizarre que, dans tous les exemples décrits jusqu'ici, il se fût toujours agi de troncs charriés.

A vrai dire, M. G. Schmitz a signalé un cas analogue à celui

(1) Semblable fait a été relevé sur un des arbres dont parlent Dufrenoy et Elie de Beaumont (13, p. 766).

du tronc debout du mur d'*Ardinoise* dans le mur de la veine *Deux-Laies*, en plateure à l'étage de 495 mètres du puits n° 3, dit la Boule, des Charbonnages de Rieu-du-Cœur, à Quaregnon, sans cependant en donner d'autre description qu'une figure d'ailleurs schématisée (20). M. G. Schmitz semblait bien convaincu de la croissance sur place de cet exemplaire, bien qu'il ne dise, ni ne montre y avoir constaté l'existence du chevelu des racines.

Mais ces cas n'apportent guère d'éléments nouveaux, puisque ces troncs se trouvent dans une roche qu'il faut considérer comme un sol de végétation pétrifié. Ils nous apprennent, certes, que les *Stigmaria* ne représentent pas une végétation spéciale et qu'ils ont donné naissance à des tiges aériennes. Mais cette constatation, capitale pour la paléobotanique, peut être considérée comme secondaire au point de vue géologique.

Le gisement classique des troncs debout, c'est le toit. Or, de tous les troncs constatés dans les toits, aucun de tous ceux qu'on a étudiés jusqu'ici dans les bassins houillers belges, n'a été considéré comme étant en place. Dans le bassin houiller du Pas-de-Calais, M. Ch. Barrois a rapporté avoir vu, au toit de la veine n° 16, à la fosse 5bis des mines de Bruay, « un gros tronc de » *Sigillaria* debout, qui paraissait en place, avec ses racines » rampant à la surface de la veine » ; M. Barrois ajoute : « le » schiste de ce toit, très fin, est rempli de fougères étalées, » délicatement conservées, parmi lesquelles dominant les *Neurop-* » *teris* et *Alethopteris*, et leurs pinnules sont chargées de coquilles » de *Spirorbis pusillus*, Martin sp. » (26, p. 51). C'est, à ma connaissance, le seul cas où on ait conclu à la fossilification sur place d'un tronc debout conservé dans le toit d'une couche du bassin franco-belge.

Nombreux sont, cependant, les doutes qui se sont élevés dans mon esprit, au sujet de l'origine sédimentaire de la position « debout » des troncs signalés jusqu'ici en Belgique. Je ne crois pouvoir mieux terminer ce chapitre qu'en les soumettant au lecteur.

* * *

Des trois troncs debout étudiés par M. X. Stainier au Charbonnage de Falisolle (4), le seul qui ait pu faire l'objet d'un examen approfondi, était un tronc de forme conique, de grande hauteur,

qui se trouvait empêtré dans un schiste gris, dur, compact, où les joints de stratification étaient peu perceptibles.

Sa base, sur laquelle on distinguait, sur la face est-ouest, deux moignons de racines « nettement terminés par une surface lisse » arrondi même sur les arêtes », était enfoncée de 2 à 3 centimètres dans une couche de schiste carbonneux avec lits minces de charbon brillant. Cette couche qui avait 0^m20 à 0^m25 de puissance sous les arbres, s'amincissait en s'en écartant et finissait par ne plus constituer qu'une ligne noire carbonneuse, ou passée de veine.

La stampe, épaisse de 8 mètres entre cette passée de veine et la couche *Lambiotte* sous-jacente, était constituée, au haut, par une roche un peu grossière, rappelant le mur et contenant, en outre, des radicelles de *Stigmaria*, des frondes de fougères et des débris de tiges de *Calamites*, disposés à plat. Plus bas, la roche devenait plus feuilletée et présentait, contre la couche, les caractères d'un toit. Le tronc debout ne possédait pas d'enveloppe carbonneuse.

Je complète ce résumé par la reproduction d'une partie des figures originales (fig. 14 et 15) (1).

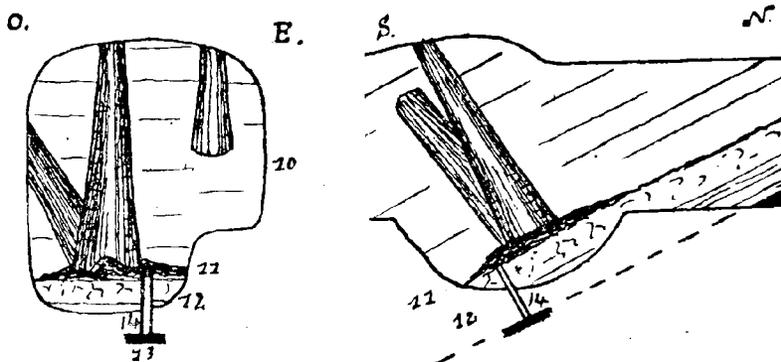


FIG. 14

FIG. 15

Vues en travers (fig. 14) et en long (fig. 15) du bouveau où furent rencontrés les troncs debout au Charbonnage de Falisolle.

(Extrait du mémoire de M. X. Stainier, fig. 2 et 3, pl. IV.)

(1) L'arbre figuré à droite du tronc conique, n'était visible que par la pointe, lors de la visite de M. Stainier. La prolongation de la galerie nécessita sa destruction.

Voyons, à présent, les raisons qui font admettre à M. Stainier que « ces arbres ne sont pas en place », mais qu'au contraire, » arrachés de leur sol natal par la violence des eaux, ils ont été en- » traînés au loin et sont venu s'enliser là où nous retrouvons au- » jourd'hui leurs débris ». J'examinerai successivement chacun des arguments présentés.

Je reproduis textuellement l'exposé du premier :

« a. Tout d'abord, » dit M. Stainier, « si ces arbres étaient en place, » ils se trouvent, pour nous montrer les caractères de troncs en » place, dans une situation bien plus favorable que ne le sont la plu- » part de leurs congénères que l'on découvre dans les charbon- » nages. »

On ne peut que partager cet avis. Les figures reproduites ci-dessus montrent combien grandes ont pu être les facilités d'observation (4, p. 69).

« Dans l'immense majorité des cas, en effet, » continue M. Stainier, « les troncs que l'on découvre se trouvent dressés immédiatement » sur la couche de charbon qui, on doit en convenir, ne devait pas » présenter un sol bien favorable au développement d'un arbre ».

Cette affirmation est fortement mise en doute, pour ne pas dire réduite à néant, par les observations faites dans les marécages tourbeux. Des végétaux en voie de tourbification peuvent parfaitement servir de sol de végétation à des arbres de grande taille.

« Tel n'est pas le cas ici : Nos troncs », poursuit M. Stainier, « re- » posent sur un banc de cette roche que les partisans de la formation » de la houille sur place considèrent comme le sol dans lequel se sont » implantés les végétaux houillers. Si nos arbres étaient en place, » on devrait donc voir ici leur souche émettre en tous sens de puis- » santes racines en rapport avec les dimensions des arbres et s'insi- » nuant de tous côtés dans le banc sous-jacent. Ici, rien de tout cela. » A peine quelques petits moignons de racines n'ayant aucune rela- » tion avec les fragments isolés et épars de radicelles qui se trouvent » dans le même banc, fragments qui se montrent bien aussi comme » étrangers à la roche qui les renferme. Dans ce prétendu sol, nous » voyons, sous l'arbre lui-même, des végétaux disposés à plat comme » ceux qui se déposent au milieu d'un sédiment en voie de forma- » tion ».

J'ai établi ci-dessus que la présence d'empreintes de toit dans un mur, ne modifie en rien le caractère essentiel de cette roche.

L'argumentation de M. Stainier paraît, d'ailleurs, être en contradiction avec la description rappelée ci-dessus et avec ses croquis.

L'arbre reposait, non directement sur le mur, mais sur une couche épaisse de 20 à 25 centimètres de schiste carbonneux, dans laquelle il pénétrait de 2 à 3 centimètres (4, p. 73). Mais M. Stainier a cru pouvoir rattacher cette couche au mur dans son argumentation. De là, ainsi qu'il a bien voulu me le dire, l'apparence de contradiction.

Il me paraît, cependant, que le mode de fossilisation de végétaux peut avoir été très différent dans un schiste carbonneux et dans un schiste franc et que, dans ces conditions, la recherche des prolongements des racines est tout aussi délicate que quand le tronc repose sur la couche de houille.

« b. Le fait de voir nos troncs bien perpendiculaires aux banes, »
 » comme le seraient des arbres réellement en place, ne constitue »
 » nullement une preuve, comme on l'a dit tant de fois. On sait, en »
 » effet, que de nos jours encore les arbres emportés par les courants »
 » flottent les racines en bas, étant donné que le centre de gravité se »
 » trouve très près de la souche. Ce qui est vrai de nos jours était »
 » encore plus vrai à l'époque houillère, avec des troncs coniques »
 » comme les nôtres, troncs, en outre, presque creux, n'ayant qu'une »
 » mince écorce ligneuse. »

Cet argument se borne à rappeler des faits généraux, mais il ne rappelle qu'une partie des faits : ceux relatifs au flottage. M. Fayol a recherché si cette attitude debout se conserve lors du dépôt ; et il a constaté, ainsi que je l'ai rappelé ci-dessus, que l'arbre a d'autant plus de tendance à se coucher, que le grain de la roche est plus fin. Or, d'après la légende de la fig. 2 de la planche IV, l'arbre, engagé faiblement par sa base dans une « couche de schiste » carbonneux avec lits minces, brillants, de charbon » (n° 11 des croquis), était enrobé dans un « schiste gris dur bien stratifié vers » le haut, devenant plus compact au voisinage des arbres, où les » joints de stratification sont peu perceptibles » (n° 10 des croquis, fig. 14 et 15) .

Le fait que ce tronc soit debout dans un schiste, ne plaide-t-il pas plutôt en faveur de sa fossilification sur place ?

« c. On ne peut guère se figurer », écrit encore M. Stainier, « com- »
 » ment on pourrait concevoir des arbres grandissant sur place dans »
 » des conditions générales de gisement comme celles que nous avons

» dans le gîte de Falisolle. Il faudrait admettre pour cela que la sur-
 » face de la couche *Lambiotte* fût venue à un moment donné à la
 » surface des eaux, puis, tout à coup, il y aurait eu un envahissement
 » rapide de la mer, puisque dans le toit du veiniat de *Lambiotte* on
 » retrouve, non seulement dans tout le charbonnage de Falisolle,
 » mais dans tous les charbonnages voisins, une abondante faune de
 » *poissons marins*. Une telle transformation de conditions : passage
 » d'un état continental à un état marin, devrait être accompagnée de
 » ravinements, de transformations lithologiques dont on ne retrouve
 » pas la moindre trace ici. »

La première remarque qu'il importe de faire ici, est que les caractères de la formation houillère sont essentiellement locaux. L'ensemble est formé, sauf de très rares exceptions, par un imbriquement de lentilles plus ou moins développées. La région en question semble bien avoir été le théâtre de phénomènes spéciaux à cette époque, car voici en quels termes M. X. Stainier, partant de la notion du transport, explique ce qui s'est passé : (4, p. 75.) « d. La sixième plateure de la veine *Lambiotte* se trouve dans une région où il y a eu un apport plus considérable de matériaux. En effet :

» 1^o Dans cette sixième plateure, la veine *Lambiotte*, dont nous avons donné plus haut la composition (1), n'a que 0^m60 de charbon (abstraction faite du veiniat). Ici, dans les tailles de la voie de niveau de 328^m30 (2) notamment, la composition est la suivante :

» Charbon	1 ^m 00
» Havage dur	0 ^m 02

» Nulle part dans le charbonnage, la veine n'a été si belle ni si puissante (une veine de 1 mètre de charbon sans aucune intercalation est fort rare en Belgique).

» 2^o Immédiatement après la formation de la veine, il s'est produit un nouvel apport de matières végétales caractérisé surtout par la présence de troncs de grandes dimensions. C'est à la présence de ces nouvelles matières qu'est due la formation de cette petite couche charbonneuse qui n'est connue nulle part

(1) » Veiniat : Charbon 0^m20.
 » — Schiste charbonneux 0^m20.
 » Veine : Charbon 0^m60.

(2) Peu au-dessus du point où furent rencontrés les arbres.

» ailleurs dans cette région. Il est fort probable que cette couche
 » mince charbonneuse n'est pas autre chose que le résidu de la
 » décomposition de toutes les parties végétales arrachées pendant
 » le transport et surtout pendant l'enlèvement à ces troncs et à
 » d'autres qui existent peut-être aux alentours. Ainsi s'explique-
 » rait l'épaississement de cette couche charbonneuse dans les
 » environs du tronc.

» 3° Il s'est ensuite produit dans cette région une accumula-
 » tion inusitée de sédiments qui a provoqué l'écartement insolite
 » du veinat d'avec la veine. Grâce aux coupes des bouveaux *e* et
 » *f*, on voit que cet accroissement de sédiment est surtout de
 » nature sableuse.

» Dans le bouveau *f* ⁽¹⁾, on ne voit entre le veinat et la veine
 » qu'une mince couche de psammite, tandis que dans le bouveau *e*,
 » situé dans une région où le veinat est encore plus écarté de
 » la veine, on voit s'intercaler un horizon épais de grès. »

La région est donc spéciale. Il y a épaississement de la
 stampe entre le veinat et la veine *Lambiotte*.

Cet épaississement n'est nullement une conséquence du plisse-
 ment, bien que l'on se trouve ici dans le voisinage du crochon de
 tête, car la coupe du travers-bancs *f* montre une succession
 régulière de bancs, entre la veine et le veinat; en outre, les troncs
 ne sont pas déformés. Ces phénomènes sédimentaires locaux sont
 caractérisés surtout par l'apparition d'une passée de veine, schiste
 charbonneux, peu au-dessus de *Lambiotte*.

M. X. Stainier peut-il, dans ces conditions, faire état d'un fait
 qu'il dit être normal, pour écarter l'hypothèse d'un enlèvement sur
 place ? Peut-il, d'ailleurs, conclure que parce que le toit du veinat
 de *Lambiotte* renferme une faune marine, le mur de ce même vei-
 niat, c'est à-dire l'intercalation entre le veinat et la passée de veine
 dans laquelle furent découverts les troncs debout, est, elle aussi,
 d'origine marine ?

La chose ne me paraît guère admissible, puisqu'il s'agit d'un
 dépôt très local. Serait-il enfin besoin de supposer, pour pouvoir
 admettre que ces arbres sont en place, que la couche *Lambiotte*
 fut venue, à un moment donné, à la surface des eaux ? Non, car les
Stigmaria, de même que la presque totalité des plantes houillères,
 avaient un habitat marécageux.

(1) Celui où furent découverts les arbres.

Se basant sur les faits acquis, voici quelle est l'idée qu'il me semble possible de se faire, sans théorie préconçue, de la suite des phénomènes.

Après la formation de la couche *Lambiotte*, tandis que, dans la plus grande partie de la région, se déposait une couche de schiste charbonneux, il y a eu ici un important apport de sédiments terrigènes. Cet apport a, cependant, subi un instant d'interruption, car il s'est implanté, dans cette boue, une végétation de *Stigmaria* qui, ainsi que nous l'avons vu ci-dessus à propos du cas d'*Ardinoise*, a pu être en relation avec des troncs debout. Il s'est déposé, sur ce sol de végétation, une mince couche de schiste noir, charbonneux, avec des lignes minces de charbon brillant. En examinant de près ces lignes brillantes, dit M. Stainier (p. 73), on voyait qu'elles étaient formées de végétaux houillifiés, spécialement de grands morceaux paraissant être des morceaux d'écorces. Puis la sédimentation terrigène a repris avec une intensité plus grande. Ces argiles et sables déposés, le veiniet de *Lambiotte* s'est constitué, ici, comme dans le reste de la région. Une invasion marine mit fin à sa formation.

Dans ces conditions, le tronc n° 1 peut-il être considéré comme fossilifié sur place ?

Peut être oui; car ses conditions de gisement sont très analogues à celles de l'arbre découvert dans l'escalier de *Broze*, au puits Sacré-Français.

En tous cas, il n'existe, ce me semble, en faveur de son apport par flottage, aucun argument décisif. Qu'il repose sur le mur ou sur la couche schisto-charbonneuse, le tronc se trouve sur un sol propre à la végétation. Il n'est, d'autre part, pas prouvé qu'il y a lieu, après la formation de la passée de veine, à un retour rapide et offensif de la mer, qui aurait fauché tout arbre qui se serait trouvé encore debout. Ce retour n'est établi que pour le veiniet de *Lambiotte*.

Le fait que le tronc est renfermé dans un banc schisteux est, d'autre part, une objection sérieuse à l'hypothèse d'un charriage. La présence d'un cône de charbon à la base du tronc est, d'ailleurs, difficile à éclaircir dans l'hypothèse d'un transport.

M. Stainier explique « l'épaississement de la couche charbonneuse aux environs du tronc, en admettant que cette mince couche charbonneuse n'est pas autre chose que le résidu de la décomposition de toutes les parties végétales arrachées pendant le trans-

» port et surtout pendant l'enlèvement, à ces troncs et à d'autres qui existent peut être aux alentours. »

L'explication me paraît difficilement acceptable, car la base du tronc n'était enfoncée que de 2 à 3 centimètres dans l'amas charbonneux. Si l'on admet que le tronc a été amené par flottage, il est évident que les matières qui ont constitué l'amas charbonneux étaient, pour la plus grande partie, déposées avant que le tronc ne vienne à s'échouer. Mais alors, pour quelles raisons le tronc se serait-il arrêté au beau milieu de ce cône charbonneux ? C'est ce que je ne saisis pas.

N'est-il pas plus simple d'admettre que ce cône représente les racines qui, se trouvant sous le niveau des eaux, se sont tourbifiées ? On peut certes objecter que deux moignons de racines sont conservés, non en charbon, mais en pierre. Ce fait signifie simplement que ces racines, tout comme le tronc, se sont putréfiées. Grâce à leur connexion avec le tronc, elles ont pu être plus profondément atteintes. Mais cette attaque s'est, ainsi qu'il se passe dans les tourbières modernes, limitée à un certain niveau. L'explication se concilie, d'ailleurs, parfaitement avec le fait que ces moignons étaient nettement terminés par une surfacelisse, arrondie même sur les arêtes, car les mouvements produits dans les roches par le plissement doivent avoir entraîné la destruction de la liaison entre les parties carbonifiées et les parties pierreuses.

Il importe encore de remarquer que, parlant du second tronc très fruste, découvert contre le premier, M. Stainier déclare que « sa base se fondait aussi insensiblement avec la couche charbonneuse ».

N'est-ce pas là un argument important en faveur de la fossilification sur place ?

* * *

Le gisement d'Oignies-Aiseau a fait l'objet de deux descriptions, l'une de M. X. Stainier (21), l'autre de mon collègue, M. A. Bertiaux (22).

Les troncs ont été rencontrés dans une galerie à travers bancs à l'étage de 320 mètres du puits n° 5, dans le toit immédiat de la couche *Grand-St-Martin*, aux points de recoupe de deux dressants de cette veine.

Il y a lieu de distinguer, dans ce gîte, trois parties bien différentes :

1^o La première décrite par M. Stainier et par M. Bertiaux, comprend un seul tronc long de 6 mètres, placé horizontalement, mais géologiquement debout.

Son profil est visible sur la figure 16, détachée du travail de M. Stainier.

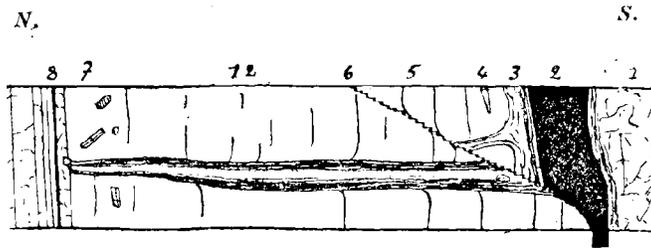


Fig. 16

Vue en long de la paroi du bouveau à 320 m. du puits n^o 5 des Charbonnages d'Oignies-Aiseau. Extrait du mémoire de M. Stainier, fig. 1, pl. VI).

Il était empêtré dans un schiste psammitique (siliceux) micacé, chargé de débris de végétaux, *Calamites*, et pénétrant, par son extrémité arrondie, dans le mur d'une veinette.

Il était cisailé du côté de la base par une petite faille; d'après une communication faite aux auteurs par M. Thirion, directeur des travaux, on aurait recoupé, en creusant une galerie de niveau dans la couche, à 0^m50 de la paroi du travers-bancs, un débris de tronc, compris entre le plan de faille et la couche, et qui paraissait bien être la base du tronc de 6 mètres. Ni M. Stainier, ni M. Bertiaux n'ont pu étudier les conditions du gisement de cette base.

Nous sommes donc privés, ainsi que le remarque M. Stainier, des éléments les plus intéressants pour trancher la question d'origine.

La seule remarque que l'on puisse faire, est que le sédiment encaissant étant une roche argileuse, il y a moins de probabilité en faveur d'un charriage que pour une fossilification sur place.

2^o M. Stainier renseigne qu'« au dessus du tronc principal, il y a » un arbre plus mince, qui, lui, se trouve de l'autre côté de la faille » et nous montre ses relations avec la couche. Ce petit arbre ne

» vient pas en contact avec la veine, mais on le voit en quelque
 » sorte se fondre et disparaître dans une couche de schiste forte-
 » ment rempli de débris végétaux charbonneux. Il est impossible de
 » rendre exactement par le dessin (fig. 16) la façon dont se fait cette
 » terminaison inférieure de l'arbre (¹), mais l'impression que
 » l'observation nous a laissée est qu'il n'y a pas là d'apparence d'im-
 » plantation naturelle d'un végétal dans son sol nourricier. Un
 » arbre bien implanté se montre sous le sol étendant, en tous sens,
 » son système de racines de plus en plus divisé, mais on ne voit pas,
 » comme ici, l'arbre passer, en quelque sorte, par transition insen-
 » sible au sédiment voisin » (21, p. 542).

La seule remarque que je me permettrai de présenter est qu'il eut été intéressant de savoir si le schiste voisin renfermait des radicules et plus particulièrement des *Stigmaria* et que, d'autre part, certains végétaux, tels les *Calamites*, ne possédaient pas un système radiculaire aussi développé que, par exemple, les *Lepidodendron*. Il eut donc été intéressant de savoir à quelle espèce on avait affaire dans ce cas.

3^e M. Bertiaux a étudié, outre l'arbre de 6 mètres, deux troncs situés dans le toit du deuxième dressant de *Grand-Saint-Martin*. Ces troncs, longs de 1^m20, s'étendaient du faux-toit de la veine à un même plan de stratification « qui n'était pas très nettement » marqué ».

Le seul d'entre eux qui ait été examiné en détail, se terminait par une surface de fracture assez compliquée, ne présentant aucune trace de branche ou de racine. Ce tronc montrait, à la base, quelques fines lamelles de calcite et des taches blanches de pholélite.

Son sommet finissait par une surface légèrement arrondie, sa surface étant presque entièrement glissée. Il était rempli d'un schiste psammitique avec débris de *Calamites* et se trouvait empâté dans un schiste également psammitique avec débris de *Calamites Suckowi* et de *Sphenophyllum*.

M. Bertiaux conclut que « les conditions de gisement de ces » troncs debout ne paraissent pas décisives pour permettre de se » prononcer en faveur de l'une ou l'autre théorie ».

Je me bornerai à faire remarquer que les probabilités sont, dans ce cas encore, plutôt en faveur d'une fossilification sur place.

(¹) A en juger par le croquis, on le croirait implanté.

La liaison de l'arbre et du faux-toit (schiste charbonneux) a vraisemblablement été détruite ici par un glissement qui s'est produit à la limite des schistes et des roches charbonneuses. C'est là un fait courant sur lequel je reviendrai bientôt.

4° M. Stainier a, à l'occasion de la découverte de ces troncs debout, rappelé une observation qu'il avait eu l'occasion de faire au puits n° 14 des Charbonnages de Monceau-Fontaine. Il s'agit d'un fragment de tronc de *Calamites*. « Ce tronc se trouvait au toit » de la première veinette, que l'on observe dans ce bouveau sous la » veine *Grande-Pieuse*. Ce tronc, d'environ 0^m60 de long, était coupé » en deux par un rejet produit par une faille empruntant vraisem- » blablement un joint de stratification. Mais la chose importante, » c'est que ce tronc venait dans le bas se terminer brusquement et » nettement contre un petit banc de grès, alors que la roche encais- » sant le tronc est du schiste psammitique bien différent. La » séparation entre les deux roches est très nette et il n'y a à la base » du tronc aucune trace de racine. Il s'agit bien ici d'un arbre » emporté et brisé par les courants, emporté plus ou moins loin de » son sol natal et mêlé ultérieurement aux sédiments. » (21, p. 543).

L'évidence de cette conclusion ne me paraît pas s'imposer, à s'en rapporter à cet exposé. En fait, il s'agit, ainsi que le montre le croquis reproduit ci-contre (fig. 17), d'un débris de tige debout,

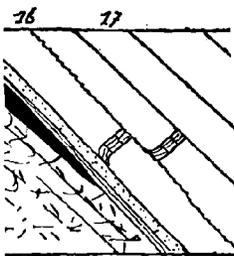


FIG. 17.

Vue en long de la paroi
du bouveau
à 685 m. du puits n° 14
de Monceau-Fontaine.
(Extrait du mémoire
de M. Stainier
fig. 3, pl. VI).

limité à deux joints de stratification et cisailé, en son milieu, par un joint intermédiaire. Ce joint est affecté d'un rejet; c'est là chose assez courante. Le plissement des couches entraîne forcément des déplacements relatifs des lits. Ces déplacements ne sont pas toujours des mouvements suivant l'inclinaison; ils sont, peut-on dire, généralement gauches. L'arbre, limité par deux joints de stratification, peut parfaitement s'être primitivement prolongé par delà ces deux joints. Les portions extrêmes, la base notamment, peuvent, comme celle de l'arbre de 6 mètres d'Oignies-Aiseau, avoir été déplacées latéralement de quelques centimètres et, partant, n'être pas visibles sur la paroi du travers-bancs.

M. Stainier a, cependant, bien voulu me faire remarquer qu'ayant examiné spécialement cette objection lors de l'étude sur place, il avait acquis la conviction qu'il n'y avait pas eu glissement entre le banc de grès et celui de schiste.

Je ne puis, évidemment, rien objecter à cette remarque, sinon que, pour pouvoir conclure franchement qu'il s'agit d'un débris charrié, dans le cas de pareille découverte, dans des terrains soumis à des plissements intenses, il faudrait trouver la terminaison du tronc en plein banc.

* * *

Le gisement de troncs debout du puits St-Charles des Charbonnages de Monceau-Bayemont, décrit par M. Smeysters (23) comprend deux parties.

La première ne comporte qu'un seul tronc découvert dans la paroi d'un travers-bancs, peu en-dessous de la couche *Crève-cœur*. C'est un *Sigillaria* de 0^m30 de diamètre, assez déformé, qui, visible sur toute la hauteur de la paroi, 2^m50, se prolongeait tant vers le haut que vers le bas. Ni sa tête, ni sa base n'ont été explorées. Le tronc, sensiblement vertical, était engagé dans un psamnite nettement stratifié, dont les bancs inclinaient de 20° au Sud. Son écorce charbonneuse entourait un moule de psamnite dans lequel on a retrouvé des débris végétaux étrangers.

Comme on le voit, il n'y a guère moyen de décider s'il s'agit d'un arbre charrié ou d'un tronc en place.

Un groupe de quatre troncs a, d'autre part, été mis à découvert par l'ouverture d'une voie dans les remblais de *Crève-cœur*.

Ces quatre troncs, sensiblement perpendiculaires aux strates, étaient engagés dans un schiste franc. Ils s'évasaient progressivement vers le bas; l'un d'eux, pénétrant dans le faux-toit, montrait, à sa partie inférieure, des traces de racines à ornementation de *Stigmara*. La dislocation des terrains et la disparition de la couche n'ont pas permis de pousser plus loin les constatations. M. Smeysters a, d'ailleurs, fait remarquer que les figures qu'il a données des conditions de gisement de ces troncs étaient des reconstitutions.

Ces dessins donnent, certes, l'impression qu'« on ne se trouve pas » en face d'arbres fossiles ayant cru sur place, mais bien d'épaves » charriées et échouées à l'endroit où l'exploitation les a fait découvrir ». Mais peut-on considérer cette impression comme devant entraîner la conviction ?

Il a été impossible, les terrains étant disloqués, d'étudier les relations existant entre la base des troncs et la houille schisteuse, faux-toit, qui surmontait immédiatement la couche. L'absence de racines complètes ne peut donc être considérée comme significative. Quant à la preuve indirecte, elle est en faveur d'une fossilification sur place, puisque la roche encaissante est un roc, schiste, bien caractérisé.

* * *

De tous les cas signalés jusqu'ici en Belgique, le plus important est, sans conteste, celui du dressant vertical de la couche *Grande-Veine*, à l'étage de 409 mètres du siège du Grand-Bac de la Société anonyme du charbonnage du Bois-d'Avroy, étudié et décrit par M. G. Schmitz (19).

Il s'agit de trente trois troncs debout, empétrés dans un « schiste » gréseux » et répartis sur une longueur de 95 mètres, dans la paroi nord de la voie de niveau qui, ouverte dans la couche, mesurait 2 mètres de hauteur.

Presque tous possédaient une gaine charbonneuse. Un grand nombre d'entre eux étaient des sigillaires. Leurs bases apparaissaient comme des circonférences sur « la paroi lisse et brillante du » toit ». La planche jointe au mémoire original, montre que ces troncs étaient assez régulièrement répartis.

Le banc immédiatement sous-jacent était un faux-toit, schisteux et noir, contenant, surtout à la partie supérieure, de nombreuses empreintes à plat. En-dessous venait la couche *Grande Veine* en un lit.

La répartition de troncs paraît être une circonstance « plutôt » favorable à l'idée d'une trouvaille *in loco natali*.

» Mais », écrit M. G. Schmitz, « deux autres conditions s'y opposent absolument, et c'est sur celles-ci qu'il nous faut insister.

» La première, c'est que les souches sont *nettement arasées* à l'approche de la couche de houille. La plupart vont, de plus, en accentuant très fort l'évasement qui est naturel aux troncs près de la naissance des racines. Cet épanouissement est si accusé que M. l'ingénieur Bogaert nous fit observer, avec raison, qu'il serait contre nature d'attribuer au végétal une progression de cette allure pour lui faire atteindre le mur de la couche.

» On ne pourrait pas davantage songer à enraciner les souches dans le toit lui-même. La transition normale de la roche stérile à

» la houille, qui sépare la base du tronc du sommet de la couche, est
» à peine de quelques centimètres de schiste charbonneux.

» Nous n'avons rien remarqué de ce que figure souvent M.
» Grand'Eury. Nulle part, dans notre gisement, le tronc ne se
» trouve à la distance voulue pour permettre aux racines de pren-
» dre leur développement, tout en respectant, avec un soin scru-
» puleux, le domaine du lit houilleux.

» Ces scrupules seraient d'ailleurs ici superflus, comme va le
» montrer la seconde circonstance, de loin plus grosse en consé-
» quences. Les souches 1, 15, 26 et 31 de la planche vont la mettre
» en lumière.

» Malgré leur faible épaisseur, les feuilletts du *faux-toit*, qui font
» passer le schiste psammiteux du *toit* au charbon de la couche,
» contiennent des empreintes assez variées. Entre autres, nous y
» avons relevé la présence de nombreuses tiges de Lycopodiniées et
» d'Équisétiniées *aplaties et couchées à plat*. Or, parmi ces tiges,
» quatre sont appliquées dans la position horizontale sur la base
» même des quatre troncs-debout en question. Elles se trouvent
» tellement appliquées sur les troncs que leurs empreintes passent
» comme une sécante à travers la base du cylindre arasé. L'em-
» preinte, bien marquée de part et d'autre sur les roches encais-
» santes, l'est tout aussi bien sur la base même du tronc; sa netteté
» se trouve un peu compromise là où passe l'« empreinte en creux »
» de M. Briart.

» Impossible donc de prétendre que ces souches soient *in loco*
» *natali* et qu'elles aient poussé leurs racines malgré la présence de
» tiges qui s'appliquent sur la surface même de leur base arasée ».
Cette argumentation repose, en premier lieu, sur une hypothèse.
Elle suppose, en effet, que les arbres en question ne peuvent avoir
été enracinés dans la couche de houille.

Il paraît y avoir là une idée préconçue. Pourquoi les racines
des arbres debout devraient-elles respecter la couche de houille ?
Si cette houille résulte de l'accumulation sur place des forêts fos-
siles, pourquoi se refuser à admettre que, primitivement, les arbres
n'aient pu se développer à la surface de cette « tourbe » ainsi qu'il
arrive dans les tourbières boisées (16, p. 233). Vouloir que ces
arbres aient leurs racines enfouies dans le mur au-dessous d'une
épaisse couche de végétaux en voie de tourbification, serait d'ail-
leurs méconnaître les conditions végétatives des plantes. Il n'est

donc que très naturel que la plupart des troncs affectent l'allure de souches au contact du faux-toit. Ce fait plaide, tout comme la répartition des troncs, en faveur d'une fossilification sur place.

M. G. Schmitz fait, en second lieu, abstraction d'une des principales circonstances de gisement : la couche, à l'endroit où les arbres ont été découverts, est en dressant. C'est chose bien connue que, dans les terrains en dressants, les phénomènes de laminage des couches sont fréquents. L'examen des coupes de nos charbonnages, de même que l'étude de celles des Alpes, par exemple du massif du Säntis que j'ai eu la bonne fortune de parcourir, l'an dernier, sous la conduite de M. Heim, permet de saisir toute l'importance et toute la généralité du fait. Or, il y a certainement eu, dans la région où furent découverts les troncs, d'importants glissements entre le toit et le faux-toit. Car la surface de celui-là était « lisse et brillante ».

Quelle importance peut-on donc, dans ces conditions, attribuer au fait que les souches étaient nettement arasées à l'approche de la couche de houille, au point que leurs bases apparaissaient comme des circonférences sur la paroi lisse et brillante du toit ?

Aucune, je pense. Si la couche *Broze* avait été soumise à un plissement intense, dans la région du puits Sacré-Français, où fut découvert le tronc debout décrit ci-dessus, il y aurait eu glissement relatif de l'escaille et de la couche, suivant la surface de séparation la plus facile, c'est-à-dire suivant la dernière lame de charbon. Celle-ci affectant une allure convexe vers le haut, nous aurions pu remarquer, dans le toit, après enlèvement de la veine cette « empreinte en creux qui circonserit une surface grossièrement circulaire », que Briart a signalée (27, p. 838) comme caractérisant la base des troncs debout.

Une souche en liaison étroite avec la veine peut donc avoir vu cette liaison détruite par suite des plissements ultérieurs.

Le premier argument ne porte donc pas. Il en est de même du second. Nous savons, en effet, que la présence de végétaux à plat en-dessous d'un tronc n'est pas la preuve que le tronc a été amené en ce point par flottage. Le fait est du même ordre que la présence d'empreintes de toit dans un mur.

Mais il y a plus ; les positions relatives actuelles du tronc debout et des végétaux à plat, peuvent n'être que le résultat du plissement. Car il y a eu glissement relatif du toit et du faux-toit, glisse-

ment accompagné, du reste, de laminage, qui peut avoir fait disparaître une partie du faux-toit et avoir amené les débris à plat en contact avec le remplissage schisteux du tronc.

Il est d'ailleurs à remarquer, tant à propos de ce cas, que des précédents, que les conditions générales de gisement renseignées par nos confrères, ne sont nullement celles du « banc des ro-seaux » de Commentry (15, pl. XIV). Puisque les terrains encaissants sont des schistes, il devrait y avoir, si ces troncs étaient charriés, à côté des tiges dressées, de nombreuses tiges inclinées et plus encore de tiges à plat.

* * *

Telles sont les remarques que m'a suggérées la lecture de ces divers travaux. Elles me portent à croire que, pour aucun des cas signalés jusqu'ici, hormis peut être celui de Monceau-Fontaine, on ne possède un fait établissant à l'évidence qu'il s'agit de troncs charriés. Dans ces conditions, l'opinion que j'ai été conduit à admettre pour expliquer l'origine de l'arbre du toit de Broze, n'est pas en contradiction avec les faits observés jusqu'ici.

Le lecteur remarquera cependant que, bien que basées sur les descriptions originales, ces remarques n'ont évidemment pas la même valeur démonstrative, que si elles résultaient d'observations directes. Il appartiendra donc aux travaux ultérieurs d'élucider plus complètement cette question.

CHAPITRE III

Le mode de formation du terrain houiller belge

Ce n'est pas après ces prémisses, quelque détaillées qu'elles puissent être, que j'oserais tenter de donner une théorie complète de la formation du terrain houiller belge. Mais cependant, les indications fournies par les constatations exposées dans les deux premiers chapitres, sans être neuves, sont trop nettes pour ne pas les signaler ici.

* * *

Il résulte de ce qui a été dit au chapitre I et, notamment, de la figure 5, que la formation du terrain houiller résulte de la répétition du cycle: mur, couche de houille, toit...mur...

Il importe toutefois de dire couche de *houille* et non couche de *charbon*. Ce n'est, en effet, que sous les charbons présentant des alternances de lames brillantes, d'épaisseurs variables, débris incontestables de planches, d'écorces, de feuilles, etc., que l'on rencontre des roches à *Stigmaria* entiers. Les quelques observations que j'ai pu faire jusqu'ici, me portent à croire que les charbons compacts, à faible teneur en matières volatiles, dénommés *anthracites* à Charleroi, possèdent également un mur. Mais il n'en serait pas toujours de même des *cannel-coal* proprement dits, «gayets» de l'horizon des Flénus, à ce qu'a bien voulu m'en dire M. l'ingénieur R. Cambier. Ce point mérite donc d'être étudié plus amplement.

Remarquons cependant que les variétés d'*anthracite* et de *cannel-coal* ne constituent que l'exception dans le terrain houiller et que, partant, nous aurons examiné de façon générale le mode de formation de ce dépôt, quand nous aurons étudié le cas des couches de houille.

A vrai dire, nous n'avons analysé, au chapitre I, que deux termes du cycle: le *toit* et le *mur*. Il faudrait encore porter nos investigations sur les couches de houille, pour arriver à une solution complète. Ne voulant donner ici qu'une esquisse, je me contenterai de dire quelques mots des couches de houille au cours même de cet exposé.

* * *

Examinons donc un cycle complet, et commençons cet examen par celui du terme *toit*. Le *toit* est un dépôt formé en eau courante, généralement, par accumulation d'argile et de sable; les poudingues sont, en effet, très rares dans le terrain houiller. Le *toit* n'est pas nécessairement fossilifère. Les débris végétaux qu'il renferme, sont désintégrés. Cette désintégration est vraisemblablement, tout au moins en partie, le résultat d'une pourriture avancée. Toutefois, l'attitude et le mode de répartition des végétaux dans les toits conduisent à admettre qu'ils ont été charriés. Ils auraient, néanmoins, continué à se tourbifier près leur dépôt, à en juger par l'examen de certains débris, tel celui du *Sigillaria* représenté dans la figure 2, pl. XI.

La formation du mur a précédé, dans la plupart des cas, la formation de la couche, ainsi qu'en témoigne la coupe (fig. 9)

du mur d'*Ardinoise*. Le mur est caractérisé par la surimposition, par l'implantation dans les roches de toit, dans les sédiments, de végétaux dont les organes souterrains sont principalement des *Stigmaria*.

Cette surimposition a, dans beaucoup de cas, coïncidé avec la fin de la sédimentation stérile. Mais elle l'a parfois précédée, ainsi que le montre le cas d'*Ardinoise*, où nous trouvons une souche ensevelie à près de 2 mètres sous la veine (1).

Cette surimposition ne semble pas avoir produit de modifications appréciables dans la composition des roches ; c'est du moins la conclusion à laquelle m'a conduit l'examen de murs remplis d'empreintes de toit, tel que ceux du veinat d'*Ardinoise*, de *Mère-des-Veines*, etc.

La nature terreuse des murs typiques doit être considérée comme étant plutôt en relation avec la sédimentation stérile : les boues fines qui se trouvaient en suspension dans la nappe d'eau, se sont déposées lorsque l'action des courants a cessé de se faire sentir.

Les sols de végétation qui, fossilifiés, forment des murs, ont porté des arbres importants, ainsi que le montre le cas d'*Ardinoise*. Ce cas n'est d'ailleurs pas isolé ; j'aurais pu en citer de semblables, mais moins nets dans le mur du dressant de *Six-Paumes*, au puits n° 1 des Charbonnages Réunis. D'ailleurs, une fois l'œil fait à ces observations, on rencontre très souvent des troncs debout dans les murs en parcourant les travaux de nos charbonnages (2).

Semblables observations ne sont, toutefois, possibles que dans le cas de murs assez développés. Il faut que la souche soit à un certain niveau sous la couche de houille, pour que le tronc soit conservé en roche. On remarque, en effet, que les troncs sont arasés au niveau de la veine. Ce peut être là un résultat du glissement des banes qui a accompagné le plissement des terrains.

(1) Ce fait est du plus haut intérêt, car il démontre que la formation d'une couche de houille, si elle a toujours nécessité l'implantation de forêts, a réclamé, en outre, des circonstances spéciales, principalement la présence de nappes d'eau relativement tranquilles.

(2) J'ai, tout récemment, vu un exemple presque aussi remarquable que celui d'*Ardinoise*, dans le mur de *Six-Paumes*, plat au puits des Hamendes des Charbonnages Réunis de Charleroi.

Je suis, toutefois, porté à croire que ce fait est la conséquence des conditions de formation de la couche de houille.

Quoi qu'il en soit, la végétation a continué à prospérer avec le dépôt des végétaux qui ont formé la partie inférieure des lits de houille, car on retrouve des *Stigmaria* entiers dans les nodules à structure conservée qui représentent des parties de veine minéralisées, ainsi qu'en témoignent les superbes échantillons de Stur que j'ai vus l'an dernier au musée du Service géologique d'Autriche, à Vienne. Il m'a, en effet, paru qu'il y avait continuité des débris végétaux entre la partie carbonatée et la partie charbonneuse.

Cette végétation a continué à prospérer jusqu'au haut de la couche. Ses derniers représentants enracinés dans les débris en voie de tourbification, ont été saisis par les sédiments terreux qui sont venus former le toit suivant, et y sont restés debout; c'est le cas pour l'arbre du toit de *Broze* et, probablement, pour bien d'autres encore.

La couche de houille résulterait donc de la putréfaction sur place et sous l'eau de plantes variées et, probablement encore, d'animaux, mais pour une moindre part. L'étalement à plat des lames brillantes, débris de fenilles, d'écorces, etc., qui donnent à la houille son aspect rubanné, ne peut, ce me semble, être considéré comme une objection à cette façon de voir.

Les arbres et les plantes diverses des marécages houillers, tombés par suite de décrépitude et pour toute autre cause, devaient naturellement avoir une tendance à se poser à plat. D'ailleurs, l'horizontalité des lits brillants est loin d'être parfaite et ce n'est qu'en gros, qu'on constate cette stratification.

Il ne faut pas s'étonner d'avantage de ne pas percevoir, sur la tranche des couches, le passage des *Stigmaria*. Leurs axes sont faiblement plongeants et quant à leurs appendices, ils doivent tendre, comme dans les murs à empreintes de toit, à s'insinuer entre ces dernières.

Il est d'ailleurs hors de doute que, si les couches de houille ont été constituées par surimposition continue de forêts sur des dépôts en voie de tourbification, une partie de leurs constituants a subi un flottage. La meilleure preuve qu'on en puisse fournir est la présence de cailloux roulés au sein même des couches de houille. Ces

galets contrastent tellement, par leurs dimensions, avec la grosseur des sédiments du terrain houiller, qu'il faut bien admettre que leur apport à la place où nous les découvrons, est dû à des circonstances exceptionnelles. Comme il se fait qu'on les trouve enrobés au milieu de restes de végétaux, l'hypothèse la plus simple, est de supposer qu'emprisonnés par ceux-ci, ils ont vu leur poids spécifique réduit à un point tel, qu'ils ont pu être emportés par les eaux courantes. M. Potonié a, d'ailleurs, montré que cette hypothèse se concilie parfaitement avec la théorie des marais tourbeux (5).

Telles sont, à grands traits, les conclusions sur l'allure du cycle houiller, qui se dégagent des observations paléontologiques exposées ci-dessus (1).

* * *

Les régions belges où se sont déposés les sédiments houillers, devaient, à cette époque, présenter un relief presque nul. Nous retrouvons, en effet, de façon continue au-dessous de toutes les couches de houille, des sols de végétation à *Stigmaria*. C'est là un fait bien connu que M. G. Schmitz s'est attaché à mettre en évidence, en exposant à Bruxelles, en 1897 (28), une série d'échantillons de murs provenant de divers points choisis sur l'étendue du bassin belge. Or, d'après les botanistes qui s'occupent spécialement des végétaux houillers, et notamment d'après M. C.-Ég. Bertrand, les *Stigmaria* n'ont pu végéter sous une profondeur d'eau de plus de 5 mètres. Ces conditions géographiques se sont vraisemblablement maintenues durant les périodes de sédimentation stérile, au moins durant le Houiller moyen, car nombreux sont les exemples de roches à stratification entrecroisée, tant dans les grès que dans les schistes psammitiques.

Dans ces conditions, l'application de la théorie des deltas devient illusoire, au sens où M. Lemièrre a tenté de la faire tout récemment (29). Les modifications topographiques n'ont, d'ailleurs, pas été simultanées dans l'ensemble, car l'épaisseur des intercalations stériles et leur composition varient fortement.

Il est intéressant de remarquer à ce sujet que, de la comparaison

(1) Il y aurait lieu, à cet égard, de compléter le diagramme, fig. 5, en indiquant qu'on rencontre, dans les couches de houille, et des empreintes de mur, et des empreintes de toit.

du Westphalien inférieur et du Westphalien moyen, il résulte que l'abondance en empreintes de toit est, toutes choses égales d'ailleurs, en relation directe avec l'abondance des murs ou encore la faible épaisseur des stampes.

Ce fait constitue une preuve de plus des phénomènes de charriage. La présence, dans les toits et dans les couches, de *Stigmaria* désintégrés, tels ceux rencontrés par M. C.-Eg. Bertrand en pleine veine à Hardighen, témoigne enfin de la réalité des phénomènes de ravinement, dont M. X. Stainier a pu observer des exemples remarquables au Charbonnage de Monceau-Fontaine (21).

BIBLIOGRAPHIE

1. G. SCHMITZ. Le mur des couches de houille et sa flore. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXII, pp. 13-17. Liège, 1895.
2. G. SCHMITZ. La signification géogénique des *Stigmaria* au mur des couches de houille. *Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, XXI^e année, *Bull.*, pp. 86-92, 1896-97.
3. A. BERTIAUX. Esquisse d'une étude paléontologique sur le charbonnage de Bonne-Espérance, à Herstal. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, pp. 161-177, 1899.
4. X. STAINIER. Un gisement de troncs d'arbres debout au charbonnage de Falisolle. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVI, *Mém.*, pp. 69-76, pl. III et IV, 1902.
5. H. POTONIÉ. Die Entstehung der Steinkohle, etc. Berlin, Borntraeger, 1905. Formation de la houille et des roches analogues, y compris les pétroles. *Mémoires du Congrès de géologie appliquée*. Liège, 1905.
6. H. POTONIÉ. Silur- und Culm-Flora des Harzes und des Magdeburgischen. *Abhand. zur geol. Karte von Preussen, neue Folge*, Ht. XXXVI.
7. C.-EG. BERTRAND. Le boghead d'Autun. *Bull. Soc. ind. minérale de Saint-Etienne*, 3^e série, t. VI, 1892.
8. R. ZEILLER. Le bassin houiller de Valenciennes. Description de la flore fossile. Texte, p. 617. Paris, 1888.
9. H. POTONIÉ. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste, Lief. II. Berlin, 1904.
10. X. STAINIER. Stratigraphie du bassin houiller de Charleroi. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XV. Bruxelles, 1901.
11. X. STAINIER. Stratigraphie du bassin houiller de Liège. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIX, *Mém.*, pp. 1-120, 1905.
12. M. LOBEST. Tronc d'arbre debout au charbonnage de Gosson-Lagasse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, p. B 126. Liège, 1904.
13. DUFRENOY et E. DE BEAUMONT. Explication de la carte géologique de la France, t. I. Paris, 1841.
14. BOULAY. Recherches de paléontologie végétale dans le terrain houiller du nord de la France. *Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, 4^e année, 2^e partie, 1880.
15. H. FAYOL. Le bassin houiller de Commentry. Stratigraphie et lithologie. *Bull. Soc. ind. minérale de Saint-Etienne*, 2^e série, t. XV.
16. H. POTONIÉ. Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. Berlin, 1899.
17. A. BRIART. Principes élémentaires de paléontologie. Mons, 1883.
18. G. SCHMITZ. Découverte de troncs debout dans un charbonnage. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIII, pp. XLVII-XLVIII. Liège, 1895-1896.
19. G. SCHMITZ. Un banc à troncs debout aux charbonnages du Grand-Bac (Sclessin-Liège), *Bull. Acad. r. des sc. de Belg.*, 3^e série, t. XXXI, pp. 260-266, 1 planche. Bruxelles, 1896.
20. G. SCHMITZ. Une souche d'arbre au mur d'une couche. *Ann. Soc. scientif. de Bruxelles*, XIX^e année, pp. 21-24, 1 fig., 1895.

21. X. STAINER. Découverte de troncs d'arbres debout au charbonnage d'Oignies-Aiseau. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII, *Mém.*, pp. 539-544, pl. VI, 1903.
22. A. BERTIAUX in L. DELACUVELLERIE. Charbonnage d'Oignies-Aiseau à Aiseau. Rencontre de troncs d'arbres houillers. *Ann. des mines de Belg.*, t. IX, 1904.
23. J. SMEYSTERS. Note sur les troncs d'arbres fossiles découverts dans les travaux souterrains du charbonnage de Monceau-Bayemont. *Ann. des mines de Belg.*, t. X, 1905.
24. C.-EG. BERTRAND. Ce que les coupes minces des charbons de terre nous ont appris sur leur mode de formation. *Mém. du Congrès de géol. appliq.* Liège, 1905.
25. A. DE LAPPARENT. *Traité de géologie*, 4^e édition. Paris, 1900.
26. CH. BARROIS et A. MALAQUIN. Sur les spirorbes du terrain houiller de Bruay (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIII, pp. 50-75, 1904.
27. A. BRIART. La formation houillère. *Bull. Acad. r. de Belg.*, 3^e série, t. XVIII, pp. 815-849.
28. G. SCHMITZ. Le musée géologique des bassins houillers belges. Namur, A. Godenne, 1897, broch. de 72 pp.
29. M. LEMIERE. Formation et recherche des combustibles fossiles. *Mém. Congrès intern. de géol. appliq.* Liège, 1905.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

- FIG. 1. *Stigmaria ficoides*, Sternb. Echelle 2/3. Charbonnage du Nord du Rieu-du-Cœur, à Quaregnon. Collections de paléontologie de l'Université de Liège. La légende est dans le texte, p. M 268.
- FIG. 2. *Syringodendron* sp., couché à plat, vu par sa face supérieure. Echelle 1/2. Toit de *Duchesse* à 685^m. Puits n° 12 des Charbonnages Réunis de Charleroi. Collections de paléontologie de l'Université de Liège. La légende est dans le texte, p. M 268.
- FIG. 6. Echantillon provenant du mur du veinat d'*Ardinoise* (*loco citato*) et montrant de nombreuses perforations d'appendices de *Stigmaria* à travers la paroi de l'étui médullaire d'un *Calamites undulatus*. Echelle 2/3. Collections de paléontologie de l'Université de Liège. La légende est dans le texte, p. M 279.
- FIG. 7. Détail d'une perforation sur un échantillon de même provenance que celui représenté dans la figure 6. Echelle 1/1. Collections de paléontologie de l'Université de Liège. La légende est dans le texte, p. M 279.
- FIG. 8. Même échantillon grossi. Echelle 4/3. Collections de paléontologie de l'Université de Liège. La légende est dans le texte, p. M 279.
- FIG. 11. Photographie d'un tronc debout dans le toit de *Broze*. Puits Saeré-Français des Charbonnages Réunis de Charleroi. Echelle 1/6. Collections de paléontologie de l'Université de Liège. Voir p. M 286.

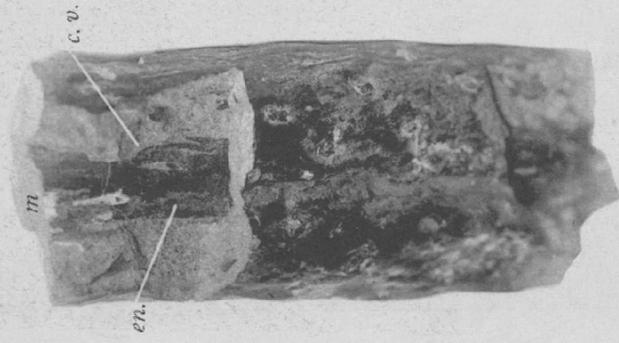


Fig. 11

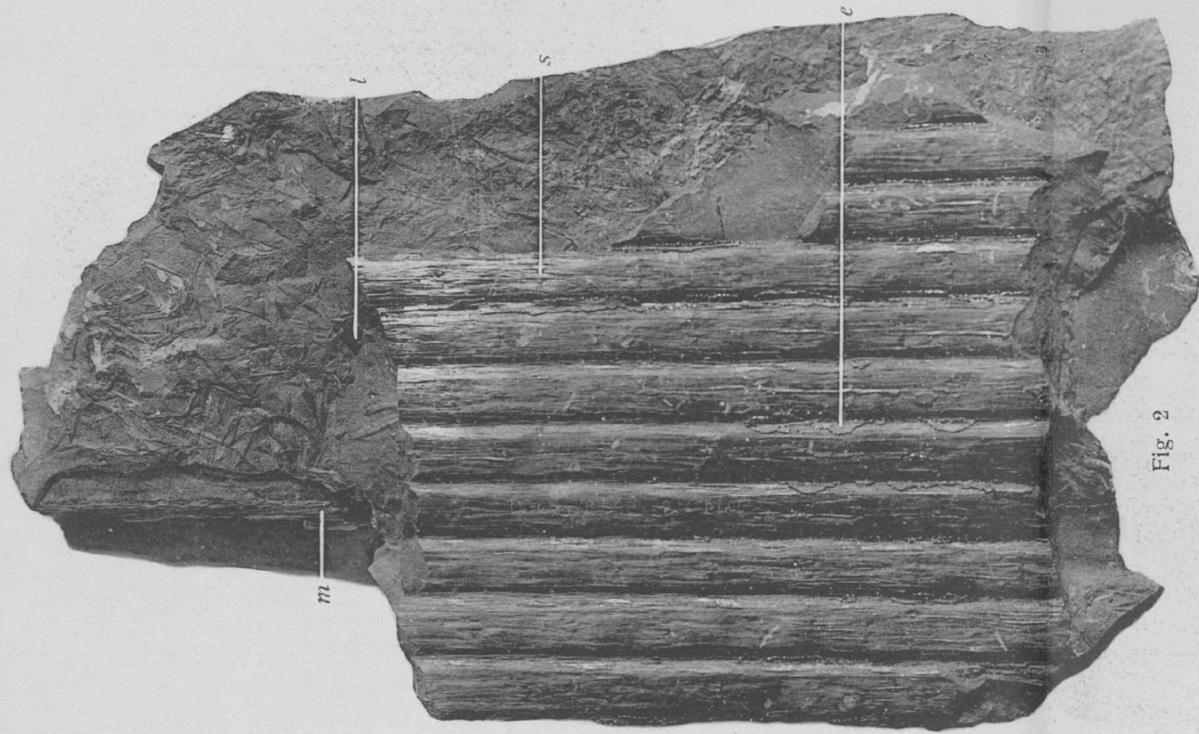


Fig. 2

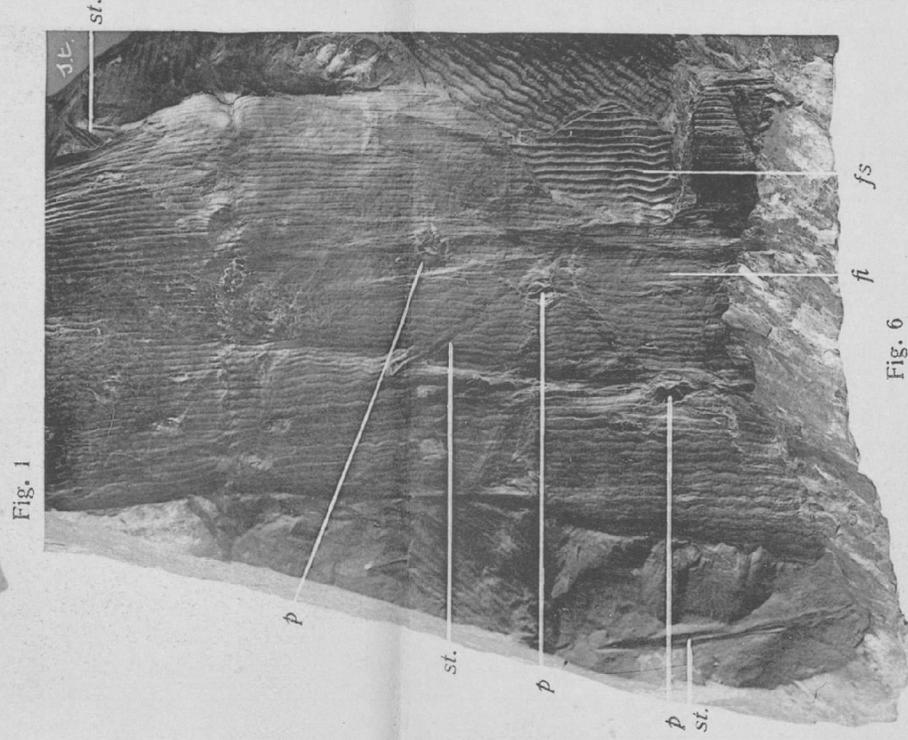


Fig. 6

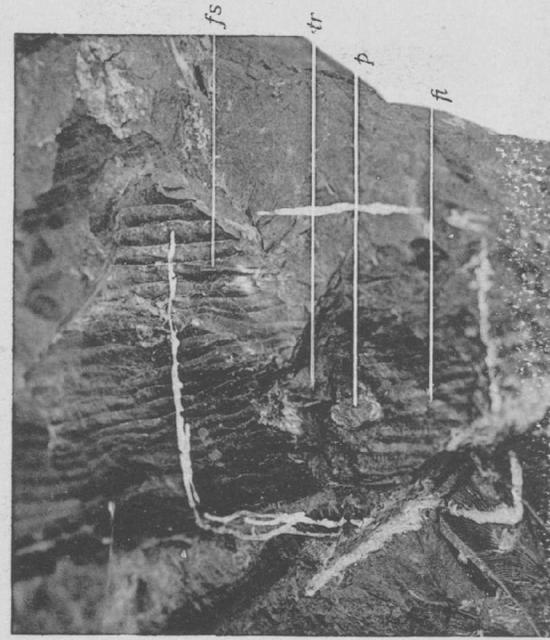


Fig. 8

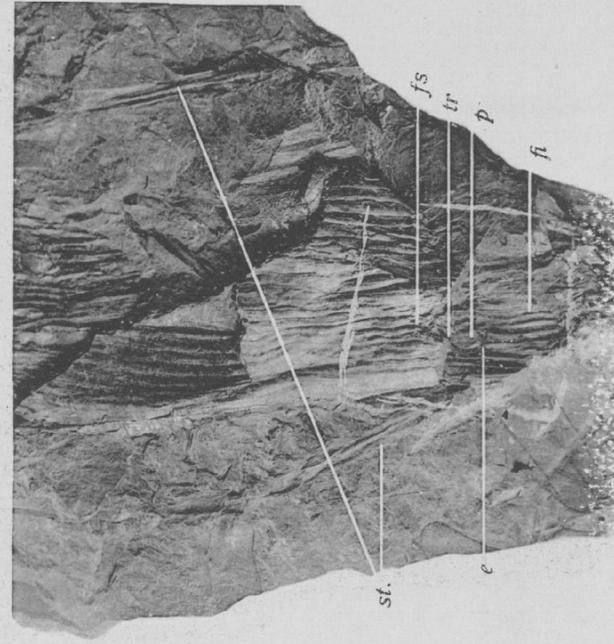


Fig. 7