

# FORMATION SUR PLACE

DE LA

# HUILLE

PAR

G. SCHMITZ, S. J.

Directeur du Musée géologique des bassins houillers belges,  
Professeur de Géologie au Collège de la Compagnie de Jésus, à Louvain.

---

Extrait de la *REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES*, avril 1906.

---

LOUVAIN  
IMPRIMERIE POLLEUNIS ET GEUTERICK  
60, RUE VITAL DECOSTER, 60  
(Ancienne RUE DES ORPHELINS, 32)

Même maison à Bruxelles, 37, rue des Ursulines

1906



# **FORMATION SUR PLACE DE LA HOUILLE**



# FORMATION SUR PLACE

DE LA

# HUILLE

PAR

G. SCHMITZ, S. J.

Directeur du Musée géologique des bassins houillers belges,  
Professeur de Géologie au Collège de la Compagnie de Jésus, à Louvain.

---

Extrait de la *REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES*, avril 1906.

---

LOUVAIN  
IMPRIMERIE POLLEUNIS ET CEUTERICK  
60, RUE VITAL DECOSTER, 60  
(Ancienne RUE DES ORPHELINS, 32)

Même maison à Bruxelles, 37, rue des Ursulines

1906



# FORMATION SUR PLACE

DE LA

## HOUILLE <sup>(1)</sup>

---

Il y aura bientôt dix ans que nous eûmes l'honneur d'entretenir les lecteurs de la REVUE (2) de nos idées sur la formation de la houille. Le cours de nos études sur les bassins houillers belges nous avait amené à examiner les diverses théories qui tâchent d'expliquer ce phénomène, toujours si captivant pour un géologue. Aucune ne nous donnait pleine satisfaction. A prendre les choses en gros, on peut dire que les idées se partageaient — comme elles se partagent encore — entre deux courants principaux : l'un, le plus ancien, guidé par le principe des *causes actuelles*, convergeait vers ce qu'on appelle *la formation de la houille sur place* (autochtonie) ; l'autre, plus récent, plus vigoureux, grâce aux travaux et aux

(1) Cet article a fait l'objet de plusieurs conférences que l'auteur a données cet hiver : à la Société scientifique de Bruxelles ; à l'École supérieure de Commerce de l'Institut St-Ignace d'Anvers ; à l'École professionnelle du Collège St-Louis de Liège ; à la Société « Geloof en Wetenschap » de Maas-tricht ; à l'Extension universitaire belge de St-Gilles ; à l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Louvain ; à l'« Émulation » de Namur ; à l'Extension universitaire d'Elterbeck ; à l'Extension universitaire de Mons ; à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie de Bruxelles ; à l'Extension universitaire d'Ixelles, etc.

(2) *L'Age de la houille*. REVUE DES QUEST. SCIENT., 1896, t. XXXIX, pp. 463-486.

expériences de MM. Grand'Eury et Fayol, tendait à tout expliquer par *la formation par transport* (allochtonie) (1).

Bien que la formation sur place comptât plus de sympathie et plus d'appui en Belgique, il faut avouer qu'à ce moment-là elle était basée sur un fondement moins scientifique, moins riche en raisons et en preuves. Tout se résumait à dire que les lits de houille devaient s'être constitués à la façon dont se forment aujourd'hui les tourbières. Et les tourbières, on les connaissait peu ou prou. Lisez les travaux les plus autorisés de l'époque et vous y verrez les raisons mises en assez pauvre lumière, et les auteurs se satisfaire trop aisément de cette idée simpliste qui croit que jamais il n'y eût rien de nouveau sous le soleil.

L'autre théorie se présentait en bien meilleure posture devant la critique. Elle était basée sur l'étude fouillée de certains bassins houillers du centre de la France et se trouvait corroborée par les fameuses expériences que M. Fayol fit dans les lavoirs de ses exploitations minières. Pour elle, la houille était une alluvion au même titre que les sédiments entre lesquels ses couches sont enserrées. En cherchant bien, nous avons eu la bonne fortune de trouver dans notre bassin houiller belge un certain nombre de faits qui rentraient dans les idées des savants français. C'était l'enchevêtrement lenticulaire latéral des sédiments qui composent l'horizon houiller de Belgique (2), c'étaient encore les conditions de gisement de nombreux troncs-debout accusant beaucoup plus le transport qu'une végétation autochtone (3), c'étaient enfin de nombreux galets parfaitement roulés qui se trouvaient disséminés

(1) M. de Lapparent s'en est fait l'avocat. Cfr. *L'Origine de la Houille*, REVUE DES QUEST. SCIENT., juillet 1892. Et aussi *Traité de Géologie*, 3<sup>me</sup> édit., 1906, pp. 976-990.

(2) *Projet d'étude des bassins houillers belges*. REVUE DES QUEST. SCIENT., t. XXXVII, janvier 1903, pp. 145-159.

(3) *La Portée géogénique des troncs-debout*. ANN. DE LA SOC. SCIENT., 1893-1896, t. XX, première partie, pp. 113-117.



dans la houille même, lui imprimant ainsi le caractère d'une alluvion (1).

Malgré ces observations, qui auraient dû nous écarter de la théorie traditionnelle et nous gagner pour de bon aux idées de la formation par transport, un fait nous arrêta. Il nous amena à concevoir alors une hypothèse hybride qui, nous semblait-il, aurait pu satisfaire dans la mesure voulue aux exigences des deux théories. Ce fait, il convient que nous y insistions, c'est le « mur » géologique (2) de nos couches de houille. Tout le monde le sait, le mur est cet aspect particulier que prend tout sédiment en dessous d'un lit de charbon. Le caractère stratigraphique de la roche est comme atténué par la macération particulière qu'y a amenée la végétation, dont le développement *in loco natali* s'affirme sans conteste. Les axes des racines (*stigmaria*) pénètrent naturellement la roche avec leurs radicules inconsistantes radiant tout autour dans la situation même de la vie, surprise par la pétrification de l'ensemble. En un mot, ce mur n'est autre chose qu'un sol de végétation qui se répète *dans l'épaisseur* de la formation houillère, non seulement autant de fois qu'il y a de veines exploitables, mais autant de fois qu'il y a de simples passées de charbon ; et qui s'étend *en surface*, à chacun de ces niveaux, autant que chacune de ces couches mesure d'extension. L'absence d'un mur en dessous d'une couche de houille est un fait exceptionnel et absolument local. Un phénomène d'une pareille signification s'impose à l'observateur d'une façon si pressante qu'on ne peut point négliger son importance dans les déductions théoriques qu'on est amené à formuler. La chose ne laisse pas place au doute : *le mur des*

(1) *A propos des cailloux roulés du houiller*. ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1894, t. XXI, pp. LXXI et suiv.

(2) *Le Mur des couches de houille et sa flore*. ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1893, t. XXII, pp. 15 et suiv. — *La signification géogénique des Stigmaria au mur des couches de houille*. ANN. DE LA SOC. SCIENT., 1896-1897, t. XXI, première partie, pp. 86-92.

*couches de houille est un phénomène autochtone.* Il indique d'une manière péremptoire la présence d'une végétation qui s'est naturellement développée à l'endroit même où on en trouve le système radicaire pétrifié.

C'est en considération du mur géologique que nous ne parvînmes pas jadis à nous dégager entièrement des idées d'autochtonie. Nous pensions alors que, si les éléments rocheux de la formation houillère étaient dus uniquement à la sédimentation, il n'en était pas de même de la *totalité* des lits charbonneux. Ceux-ci étaient parfois la trace d'une végétation autochtone qui avait pris racine sur la plaine maritime, tandis que, grâce à d'autres causes — par exemple à des érosions — il était venu s'y ajouter des débris de la végétation continentale. C'était là une vraie sédimentation humique — la « bouillie végétale » de de Saporta — amenée de la terre ferme par les cours d'eau. Il y avait donc quatre procédés différents : l'allochtonie de tous les sédiments, schistes ou grès ; la modification de ceux-ci en « mur » par l'implantation d'une végétation ; et enfin l'autochtonie ou l'allochtonie de la houille, d'après que celle-ci provenait des restes de la végétation transformés sur place, ou bien qu'elle provenait de l'apport, par les eaux courantes, des débris végétaux enlevés aux terres voisines (1).

Pour tirer profit de ces observations, il nous manquait, comme à beaucoup de géologues, la connaissance des tourbières, avec lesquelles nous aurions dû pouvoir établir

(1) M. A. Renier vient de réunir dans un mémoire les principaux faits connus, qui établissent l'autochtonie des « murs » et des « troncs-debout » des bassins belges (a). Ce n'est pas l'endroit d'en discuter le contenu. Disons seulement que nous préférons, pour schématiser le cycle houiller, la formule : « *stampe, mur, couche de houille, stampe.....* » Il est plus logique de fournir d'abord au mur de quoi s'établir.

(a) *Observations paléontologiques sur le mode de formation du terrain houiller belge.* ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1906, t. XXXII, pp. 26 et suiv., pl. XI.

un parallèle pour édifier d'une façon scientifique la théorie de la formation autochtone de la houille.

L'année dernière, M. le D<sup>r</sup> H. Potonié, professeur à l'École des Mines de Berlin, fut prié d'exposer à Liège, dans le pavillon de la Société Internationale de Forage d'Erkelenz, ses idées touchant la formation de la houille. Son exposition était des plus parlantes, appuyée sur des échantillons variés, recueillis au cours de ses longues et savantes observations. Cependant le public, avec ses idées préconçues, n'aurait guère tiré tout le parti désirable de cet ensemble si complexe. Il fallait un guide. M. Potonié rédigea un mémoire et voulut bien recourir à nous pour le présenter aux lecteurs de langue française (1). Ce travail nous amena à pénétrer les idées du savant professeur ; il nous dévoila tout un monde nouveau d'observations et nous ébranla singulièrement dans la tendance de plus en plus prononcée qui nous entraînait à attribuer dans la formation de la houille la part du lion au transport.

Ce qui nous manquait, nous le disions tout à l'heure, c'était la connaissance des tourbières actuelles. Or, M. Potonié avait passé à la paléobotanique avec un acquis immense amassé par de longs travaux botaniques au milieu des marécages tourbeux de l'Allemagne du Nord. Ses observations venaient renverser beaucoup d'idées reçues touchant la vie des tourbières et nous apprenaient une foule de détails qui, à chaque pas, établissaient un trait d'union nouveau entre le passé de la houille et des lignites et le présent des tourbières. Qu'il nous permette de lui exprimer ici notre plus vive gratitude pour les marques de confraternité scientifique aussi aimables que désintéressées dont il nous honora.

(1) *Entstehung der Steinkohle*, von prof. D<sup>r</sup> H. Potonié. 3<sup>e</sup> Aufl. Berlin, Bornträger, 1905.

Cette brochure a été largement distribuée à l'Exposition. Notons à ce propos que, en la traduisant, nous nous sommes attaché à rendre le plus fidèlement possible la pensée de l'auteur ; ici nous avons pu nous affranchir de cette rigueur et adopter la forme à notre manière de voir.

Avant d'aborder l'examen du parallèle qui va s'imposer à nous, à la lumière des faits nouveaux, il convient que sommairement nous exposions les grandes lignes de la formation actuelle des gisements d'origine végétale.

On pourrait énoncer ce principe : toute accumulation de débris organiques, et particulièrement de restes végétaux, dépend de la relation qui s'établit par le jeu des circonstances entre la production des organismes et leur décomposition chimique. Si celle-ci égale et surtout dépasse celle-là, il n'y aura point d'accumulation.

Ainsi le végétal qui tombe à découvert sur le sable de nos chemins devient aussitôt la proie de l'oxygène de l'air qui l'aura bientôt réduit en eau ( $H_2O$ ) et en gaz ( $C_2O$ ). Ce sera la *destruction*. En repassant par le chemin, vous pourrez voir se dessiner encore dans le sable l'organisation délicate de la feuille qui y était étalée, mais vous ne distinguerez plus aucune trace des matières qui l'ont composée. Ce jeu-là pourra, à un endroit donné, se répéter maintes fois, sans que jamais aucune trace palpable ne puisse en rester : le processus de la décomposition l'emporte radicalement sur celui de la production.

Il en va tout autrement lorsque, aux pieds des arbres d'une forêt, s'accumulent les dépouilles de sa végétation dense et compacte. Les débris se recouvrent rapidement les uns les autres, dans un milieu tout de moiteur où la stagnation de l'air est favorisée par les couronnes enchevêtrées des arbres et des buissons. Dans ces circonstances l'oxygène ne peut pas exercer son action assez rapidement pour amener une destruction complète. A la faveur du milieu spécial, qui n'est point aseptique, mais où l'action bactérienne est intense, le produit humique qui se formera sera le *terreau*. C'est un humus nettement alcalin ou neutre. Dans ce cas-ci il se constituera déjà une certaine accumulation humique qui, si elle est à temps recouverte par un sédiment, pourrait donner lieu à une couche de matières charbonneuses.

Mais les circonstances sont bien autrement favorables à une accumulation importante de produits humiques dans les milieux où se développent les tourbières. La *tourbière* est essentiellement une végétation marécageuse qui, tout en se développant à l'air libre, a son pied sous le manteau protecteur de l'eau. Grâce à une adaptation particulière, les végétaux tourbeux meurent par leur base sous l'eau, tandis que des niveaux successifs de racines s'étagent le long de leurs tiges et de leurs troncs. Le végétal peut ainsi accumuler sous lui, abrités contre l'oxygène par une eau peu mouvementée, les restes de toute sa vie, et assurer, tant que les circonstances ne changeront pas, la continuité de la croissance tourbeuse. La tourbe est aussi un humus, mais un humus entièrement aseptique et d'un caractère franchement acide.

Il suffirait, pour passer de la tourbe au lignite, et du lignite à la houille, d'imaginer un processus chimique qui s'exprimât par l'idée d'un *enrichissement en carbone* (1). Le malheur en tout ceci est que la chimie des matières humiques en est encore à l'a b c. Ce chapitre reste entièrement ouvert aux investigations des spécialistes. Espérons que l'intérêt qu'y trouverait la géologie, engagera quelque patient chercheur à élucider cette difficile question. L'impossibilité où nous nous trouvons de tabler actuellement sur les conclusions des chimistes, ne doit pas cependant nous défendre d'émettre une idée qui n'a pour elle rien d'improbable.

Passons enfin à un milieu plus spécial encore, celui des eaux stagnantes ou semi-stagnantes où se forment les *Sapropels* (boues de putréfaction). M. Potonié a créé ce terme, pour grouper toutes espèces de vases organiques fort répandues, qui ont jusqu'ici trop peu attiré l'attention

(1) On trouvera les plus suggestives considérations à ce sujet dans la conférence faite à Arras, en 1904, par M. Ch. Barrois, de l'Institut. Cfr. *Sur le mode de formation de la houille au Pas-de-Calais*. ANN. DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, 1904, t. XXXIII, pp. 136 et suiv.

des naturalistes. Fraîche, cette vase singulière est d'un aspect boueux et au toucher fort élastique (1) ; séchée elle durcit extrêmement, se craquèle et présente des cassures conchoïdales quand elle est ancienne.

L'examen microscopique nous montre le sapropel constitué de débris plus ou moins décomposés, appartenant aux plantes et aux animaux aquatiques, qui se trouvent comme noyés dans une gelée. Celle-ci ne peut être que le résidu humique d'une décomposition initiale des organismes entamés qu'elle empâte. Peut-être pourrait-on rapprocher cette constatation de la présence constante d'une « matière bitumineuse » qui compénètre la masse de tout charbon, d'après les consciencieuses recherches de M. C.-Eg. Bertrand (2). En tous cas les faits indiquent que, dans ce milieu, l'oxygène, agissant au début, s'est trouvé en quantité insuffisante pour amener la « destruction ». Mais ce qui ne s'explique guère, c'est que cette décomposition amorcée se soit arrêtée, et que le résidu soit comme figé dans un état définitif. Ainsi les échantillons de sapropel, qui avaient passé à Liège les plus chauds mois de l'année, n'accusaient pas le moindre progrès de décomposition à la fin de l'exposition !

L'intérêt de la matière nous engagerait à ne pas nous en tenir au sapropel pur ; mais nous étendrions trop le cadre de notre sujet. Il est rare, en effet, que cette roche se présente dans une homogénéité absolue. Ordinairement des sédiments minéraux s'y mêlent, ils peuvent même

(1) Dans les régions à sous-sol tourbeux, comme en Hollande, la présence éventuelle de cette formation est prévue dans les cahiers de charge. Son élasticité joue parfois de mauvais tours aux entrepreneurs. Elle résiste au début, puis la bâtisse s'alourdisant, en une fois, le sol cède et la vase sapropélienne (Derrie ou Darink en Hollande) s'échappe tout autour de la construction, qui s'effondre d'autant en dessous du niveau prévu.

(2) *Ce que les coupes minces des charbons de terre nous ont appris sur leur mode de formation.* — MÉM. DU CONGRÈS INTERNATIONAL DE... GÉOLOGIE APPLIQUÉE, Liège, 1905.

constituer la masse tandis que le sapropel n'en sera plus que l'accessoire.

Qu'il nous suffise de dire ici que tout cet ensemble rentre dans la classe des *roches sapropéliennes*. Tantôt, comme dans les *cannel-coal*, les *boghead*, les *kieselguhr*, etc., le sapropel prédominera — tantôt, comme dans les roches bitumineuses ou fétides, le sapropel ne fera qu'imbiber la pâte minérale. Tous ces degrés se rencontrent dans la formation houillère depuis le sapropel pur — qui serait la houille mate, d'après M. Potonié — jusqu'au sédiment minéral qui dégage des hydrocarbures à la flamme. Enfin indiquons simplement que M. Potonié a établi qu'au nombre des sapropels se rangent les roches-mères des pétroles (1).

Les différents stades que nous venons de rencontrer en appellent tous à l'autochtonie. Si nous n'avons pas signalé de phénomène où l'accumulation d'un combustible soit due au transport, c'est tout simplement, qu'à notre connaissance, il n'y a pas de formation où actuellement nous puissions observer la constitution d'un pareil gisement dû à cette cause. Il est vrai qu'on cite certains sondages — comme ceux de l'*Albatros*, rapportés par Agassiz — où du fond du golfe du Mexique, les appareils auraient ramené des végétaux *dans tout les états de la décomposition*, mêlés à la vase à globigérines ! Le fait est intéressant, mais il est unique. Et il s'agirait encore de démontrer que c'est à partir du charriage même que ces végétaux étaient ainsi décomposés. Il nous reste de ce que nous avons appris par M. Potonié, comme de nos propres observations, qu'il paraît bien difficile, sinon impossible, qu'une masse végétale — la « bouillie » de de Saporta — soit charriée à quelque distance par des eaux courantes, sans être notablement diminuée, si même elle ne partage pas le

(1) *Zur Frage nach den Ur-materialien der Petrolea* von H. Potonié. — JAHRB. D. KÖNIGL. PREUSS. GEOL. LANDESANSTALT, B. XXV, SS. 342-368.

sort des végétaux que nous voyions tout à l'heure réduits à la « destruction ». Descendez en Belgique des faîtes de la Baraque Michel, où vivent pas mal de tourbières, et vous verrez descendre à vos côtés mille filets d'eau tout teintés de noir par les matières humiques dont ils se sont chargés en parcourant le plateau. Vous ne devrez pas marcher bien loin pour constater que la teinte s'éclaircit et que bientôt même l'eau par ses remous aura permis à l'oxygène de l'air de brûler entièrement l'humus qu'elle charriait. C'est un exemple de fort petite mesure, mais nous avons sur le monde de grands fleuves, le Rio-Negro, le Congo, etc., qui charrient des dépôts analogues en proportion de leur importance comme de celle des forêts tourbeuses qu'ils traversent. Or nulle part on ne nous a montré jusqu'ici un recoin, une anse plus tranquille, un lac où ces grands charrieurs de matières végétales auraient déposé une sédimentation de combustibles végétaux. Ils roulent leurs eaux toutes noires jusque dans la mer et c'est là, dans les remous de l'estuaire, que se détruisent les dernières traces du transport de matières végétales.

Avant de passer à l'analyse du phénomène actuel, tel qu'il s'offre à nos observations, il convient de nous arrêter encore à une remarque préliminaire, d'une portée fort générale. Nulle part, et surtout dans notre vieille Europe, dont l'homme a pris tellement possession, nous ne voyons la nature librement agir ; partout l'homme intervient et la régit brutalement. Voulez-vous un exemple : nous parlions tout à l'heure de fleuves, quels sont ceux qui sont encore abandonnés à leur libre développement ? Ici on les rétrécit, là on leur donne plus d'ampleur, on établit des barrages, des écluses, on les enserre de quais rigides, on va même jusqu'à leur faire... de « grandes coupures ». On comprendra aisément qu'il serait dangereux d'établir des théories si l'on prétendait trop rigoureusement tenir compte de ce que l'on voit dans la nature telle qu'on peut l'atteindre aujourd'hui : le « voile de la civilisation » déforme et



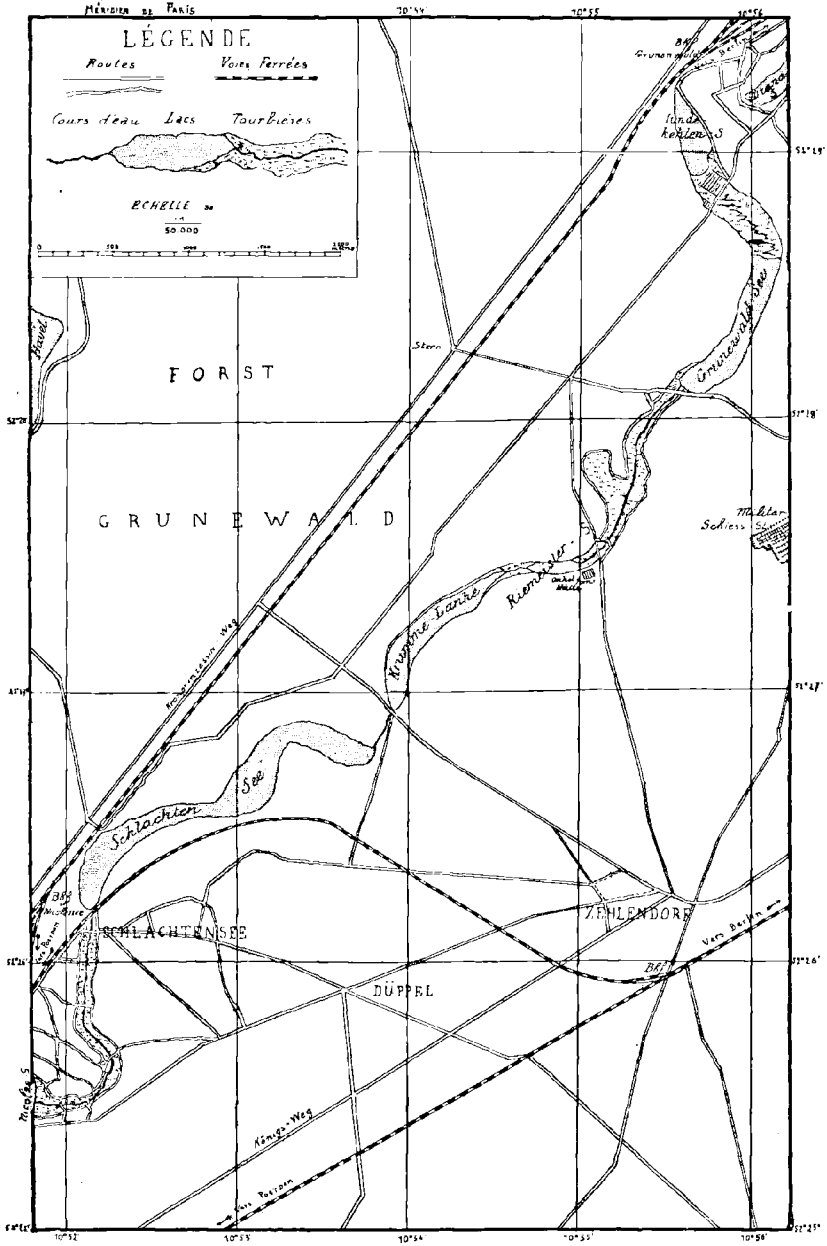


Fig. 1. — Bras de la Havel envahi graduellement par le régime tourbeux.

masque beaucoup trop les choses. Il ne faut point chercher dans nos observations des photographies selon lesquelles nous voudrions reconstituer trop fidèlement le passé. M. de Lapparent nous a mis en garde contre la « fascination des causes actuelles ». Ce n'est que sage ; vouloir trouver dans le présent l'*absolue* représentation du passé serait une grave erreur. Mais nous pensons, d'autre part, qu'il est également hasardeux de vouloir faire de toutes pièces le passé, sans avoir égard à ce que nous enseigne la nature d'aujourd'hui. La nature jouit d'une activité trop exubérante, trop capricieuse pour se laisser enfermer dans l'étroitesse d'un cadre aussi conventionnel.

Il y a, non loin de Berlin, un bras de la Havel (Fig. 1), qui est en voie de disparaître par l'ensablement de son fond et par la conquête que les végétaux font lentement, mais à coup sûr, de chacun des lacs qui s'échelonnent le long de son ancien cours. Lorsqu'on observe les lacs — le Schlachtensee, par exemple (Pl. I, fig. 1) — qui sont encore largement ouverts, on voit s'y développer une grande quantité d'algues, de plantes et d'animaux aquatiques. Les restes de ces organismes ne tardent pas à se précipiter au fond des eaux semi-stagnantes en s'additionnant des excréments de la faune aquatique et des organes caducs des plantes riveraines. Cette formation se produit d'une façon très active dans la plupart de ces lacs ; elle en tapisse le fond et en auréole (Pl. I, fig. 2) les bords : c'est du *sapropel*.

Grâce à cette bordure, composée d'une matière éminemment nutritive, la végétation hydrophile qui cerne le lac se hâte de l'envahir. Il se fait ainsi que, dans un temps relativement court, des surfaces aquatiques se trouvent entièrement envahies par la végétation qui s'y glisse à la faveur de la vase sapropélieuse (Fig. 2). Le premier résultat de cet envahissement végétal est la constitution de ce que nous connaissons sous le nom de « prairie élastique » (Pl. II, fig. 1). Des *Nuphar*, des *Potamogeton*, des *Phragmites*, des *Glyceria*, des *Carex* et bien d'autres plantes



Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — LAC SUR L'ANCIEN BRAS DE LA HAVEL. STADE A *Sapropel*.  
(Schlachten See, Grunewald, Berlin.)



Cliché de l'auteur

FIG. 2. — MÊME LAC AURÉOLÉ DE SAPROPEL. — ROSELIÈRE ENVAHISSANTE.  
AU LOIN LA TOURBIÈRE BOISÉE.



adaptées à ces milieux s'acquittent graduellement de la  
besogne. Et voilà le régime de tourbière amorcé : c'est

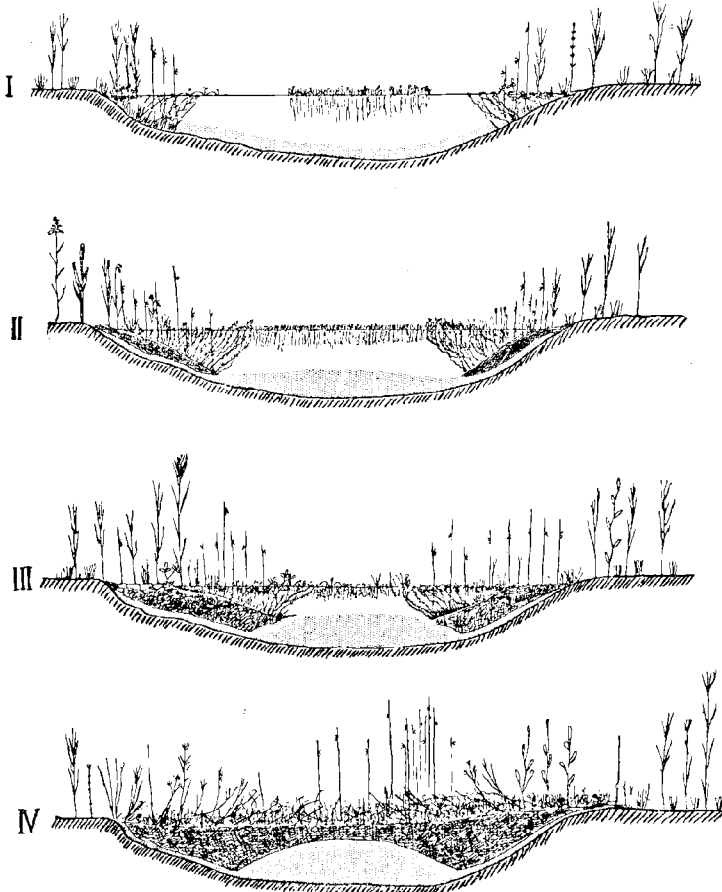


Fig. 2. — Représentation schématique de l'envahissement des lacs par  
l'accumulation sapropélieuse (le pointillé) et la multiplication des plantes  
hygrophiles (*Verlandung*). Aller de I à IV; IV est le stade de prairie  
élastique.

le premier stade de *tourbière plate*, le stade marécageux,  
la « *roselière* ».

Nous le savons, ces prairies élastiques prennent bientôt

assez de consistance pour supporter des charges, voire pour permettre petit à petit l'établissement à leur surface de bois et de forêts. Parmi la végétation arborescente, qui constitue ainsi le second stade de tourbière plate — la *tourbière boisée*, — dominant les aulnes (*A. glutinosa*), les bouleaux (*B. pubescens*), les sapins, les chênes, les fusains, etc., le tout bientôt envahi par les plantes grimpantes — les lianes de ces climats — le houblon, le chèvrefeuille, etc. (Pl. II, fig. 2, Pl. III et Pl. IV, fig. 1). Ce tableau d'ensemble nous montre les tourbières sous un aspect pittoresque, sous lequel nous n'étions pas accoutumés à nous les imaginer. Quand toute cette végétation se trouve harmonieusement mêlée dans une tourbière, M. Potonié y voit — nous le justifierons plus tard — le type moderne le plus rapproché de ce que devaient être les forêts houillères (*Mischwaldflachmoor : tourbière boisée à essences diverses*).

Il est aisé de comprendre qu'une végétation aussi puissante ne puisse pas s'établir là où l'alimentation ne serait pas en proportion de ses appétits. Aussi voyons-nous qu'au travers de toutes ces tourbières circulent des eaux, quelquefois des rivières, des fleuves, qui apportent aux végétaux une nourriture sans cesse renouvelée. Nous sommes loin des tourbières qui s'étioleraient à l'entrée de la moindre eau impure !

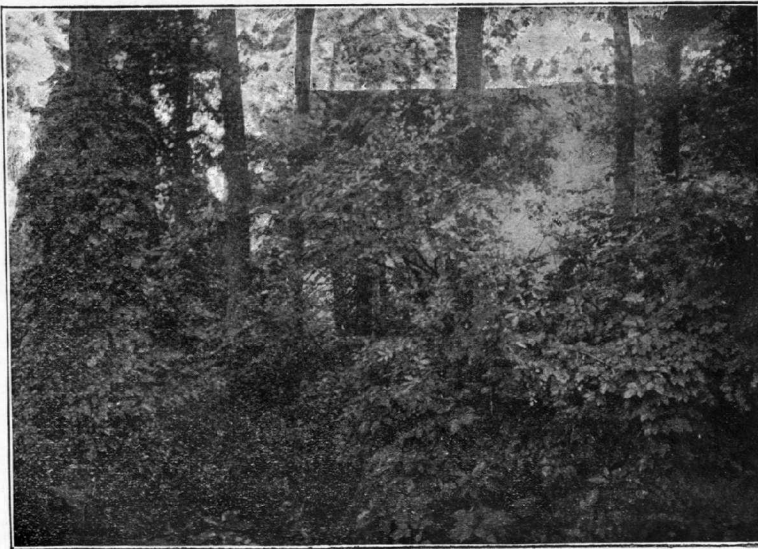
Mais supposons maintenant que les circonstances viennent à empêcher l'eau de pénétrer encore la tourbière, ou que, par l'accumulation tourbeuse même, la surface où la vie se développe, dépasse le niveau où l'alimentation se produit, et voilà que les végétaux propres aux tourbières boisées arrêtent leur développement, deviennent difformes, chétifs, et bientôt dépérissent (Pl. IV, fig. 2 et Pl. V, fig. 1). Pour peu que dans ces circonstances-là le milieu, par suite du climat, par exemple, soit particulièrement humide, une nouvelle végétation naine, plus résistante et surtout plus sobre (les *Sphagnum*, les *Eriophorum*, les *Vaccinium*, les *Scheuchzeria*, etc.),



Cliché de l'auteur.

FIG. I.

TRANSITION : 1. Lac. — 2. Roselière. — 3. Prairie élastique. — 4. Tourbière boisée.  
(Krumme-Lanke, Grunewald, Berlin.)



Cliché de l'auteur.

FIG. 2. — TYPE DE BOIS A TOURBIÈRE.

(Bäketal, Teltowcanal, Gross-Lichterfelde, Berlin.)





prend pied et amène la tourbière au stade de *tourbière bombée* (Pl. V, fig. 2 et Pl. VI, fig. 1). Ce sont là, en somme, les tourbières dont parle le plus la littérature géologique ; mais, comme on voit, elles ne constituent qu'une étape parmi toutes celles que peut traverser ce régime si complexe. Une tourbière bombée peut non seulement se passer de nourriture, mais elle n'en supporte pas. Si une circonstance, un changement de régime, venait à lui en amener, elle périrait et retournerait à l'un des stades antérieurs. Non loin du château de Grunewald se trouve une petite tourbière bombée. Son existence, menacée par diverses causes, vient de l'être d'une façon plus sensible encore par la proximité d'une route que les automobiles fréquentent beaucoup. La poussière, que celles-ci soulèvent, et les fumées hydrocarburées, qu'elles lancent, apportent à la tourbière une nourriture trop abondante qui va achever de la faire dépérir.

Mais continuons la marche normale. Si la tourbière continue à s'accroître, l'accumulation humique va nécessairement s'élever tôt ou tard au-dessus du niveau de l'humidité qui lui est nécessaire avant tout. Ce sera la sécheresse, presque l'aridité (Pl. VI, fig. 2). Alors s'établira par dessus la tourbière bombée la *bruyère* (*Calluna*, *Erica*, etc. ...) stade dernier, type de la décrépitude ultime dans la vie des tourbières.

Nous venons dans ce court aperçu de retracer d'une façon *toute théorique*, tous les différents états par lesquels pourrait passer une tourbière. Mais, il convient d'y insister, cette succession ainsi représentée est purement théorique : c'est un schéma. Loin de nous d'en inférer que partout et toujours la succession se fait dans cet ordre complet et que toujours, devant une tourbière fossile, il faille rechercher les différents lits accusant la superposition des cinq formations (Pl. VII, fig. 1) que nous venons de décrire.

Quelques exemples mettront notre remarque en pleine lumière. On a pu voir parmi les documents exposés à

Liège par M. Potonié, la photographie d'une minuscule tourbière bombée, née sur la surface mamelonnée mais nue d'un bloc erratique du Hartz. En somme, que faut-il pour qu'il s'établisse une tourbière bombée ? Rien n'exige que quelque autre formation tourbeuse se soit d'abord développée en cet endroit. Il suffit d'une atmosphère saturée d'humidité, de quelques spores ou semences appropriées amenées en cet endroit, mais par dessus tout d'un sol dépourvu de principes nourriciers. Ce qui s'est fait directement sur cette roche, aurait pu se faire aussi bien sur un sable bien lessivé, comme en toutes conditions analogues. Nous parlions à l'instant de la disparition d'une tourbière bombée cédant à nouveau la place à une tourbière boisée. Ce fait seul indique la possibilité d'alternances répétées de lits tourbeux appartenant à des régimes différents. Imaginons même qu'une bruyère tourbeuse s'effondre assez pour provoquer par dessus sa surface un envahissement lacustre, et nous trouverons du sapropel (1<sup>er</sup> stade) superposé à de la tourbe de bruyère (5<sup>e</sup> stade). En petit nous pouvons observer ce phénomène, lorsque des roselières, envahies par les eaux aux périodes de crue, se couvrent de « papier d'algue ». Pareille alternance, d'une formation aquatique et d'une autre plus terrestre, ne pourra-t-elle pas se répéter souvent ? Sur la tranche, la tourbe qui en résultera, devra présenter un aspect stratifié, rappelant celui de la plupart de nos morceaux de charbon où des lames brillantes alternent avec des lames mates.

Tout ceci revient à dire que s'il nous a fallu décrire le phénomène tourbeux dans un ordre — et nous avons préféré un ordre logique, — nous ne voulons nullement signifier par là que toujours dans la nature le phénomène se présente avec la succession rigoureuse de toutes ses phases possibles. Cela dit encore, si l'on y réfléchit, que toutes ces diverses végétations que nous avons décrites en rapport avec les divers régimes tourbeux peuvent fort bien se rencontrer sans qu'on trouve par dessous l'accumulation tourbeuse à laquelle on pourrait s'attendre. Ainsi tel lac



Clichés de l'auteur.

FIG. 1.-2. — TYPES DE TOURBIÈRE BOISÉE A ESSENCES VARIÉES (LIANES).  
(Barnbruch, Fallersleben, Brunswick.)



des environs de Swinmünde (Ahlbecker See) s'est si fort rempli de sapropel que son eau adipeuse n'y permet plus la libre navigation. Et cependant les conditions du milieu n'ont pas encore amené par dessus l'établissement des régimes tourbeux qui devraient, semble-t-il, s'y être installés depuis longtemps. Encore un exemple, plus proche de nous : la surface aride de notre sableuse Campine a amené le développement de bruyères sans fin, et cependant nous ne voyons que rarement se former sous leurs pieds la tourbe de bruyère. Cela prouve tout simplement — rappelons-nous notre premier principe — qu'en cette région les conditions du milieu, tout en étant favorables à la croissance de l'association végétale propre aux bruyères, favorisent d'ailleurs la « destruction » des végétaux dans une telle mesure qu'aucune accumulation humique n'a le temps de se constituer. Nous n'y relevons que des humates ferreux qui teintent le sol et forment quelquefois des croûtes d'*alios*.

Les conditions idéales pour l'établissement du régime des tourbières sont les suivantes. Il faut une humidité climatique intense, soit par continuité des pluies, soit par humidité persistante de l'air, soit par irrigation pénétrante et ininterrompue du sol. Toute cette eau contribue d'une part au développement des plantes qui fournissent le plus volontiers de la tourbe, tandis que d'autre part elle alimente cette nappe protectrice à la faveur de laquelle s'opère la macération tourbeuse. Il semble aussi que la lumière tamisée soit plus favorable au phénomène que la lumière solaire directe et intense. On pense assez généralement que c'est la condition dont bénéficiait la terre aux temps carbonifériens. Une bonne partie de l'eau actuellement condensée sur notre planète devait encore se trouver dans l'atmosphère. Cette enveloppe nuageuse tempérant l'action directe du soleil et procurait à toute la végétation les avantages des serres où la lumière obscure est d'autant plus agissante qu'elle reste captive. En tous cas MM. Ber-

thelot et G. André (1) ont montré que l'activité directe de la lumière solaire aidait singulièrement la rapide destruction des résidus végétaux. C'est peut-être pour ce motif qu'on signale plus rarement des dépôts humiques de quelque importance dans les régions tropicales qui à d'autres titres sembleraient tout indiquées pour produire en masse des formations de tourbe.

L'ensemble des conditions que nous avons détaillées est bien celui dont jouit la grande plaine morainique qui s'étend vers la mer du Nord et la Baltique. Les relevés récents nous apprennent que les tourbières couvrent en Poméranie 10 p. c. de la surface du sol, 15 p. c. en Hanovre, 30 p. c. en Finlande. Ce sont des conditions analogues qui ont multiplié par centaines, sur les flancs irrigués des Alpes, les centres tourbeux dont le grand mémoire de MM. Früh et Schröter (2) vient de nous révéler l'existence et la vitalité. C'étaient aussi, nous n'hésitons pas à le croire, dans des conditions analogues que devaient se trouver les régions carbonifériennes alignées dans les synclinaux le long du plissement hercynien, ainsi que plus tard les régions des lignites éogènes qui s'allongeaient au pied du plissement alpin.

Mais il est temps d'en revenir à la formation de la houille. Nous l'avons dit, avec M. Potonié nous voyons dans *les tourbières plates à essences variées* le type le plus rapproché de ce que devaient être les tourbières carbonifériennes. Il s'agit de justifier cette manière de voir.

Et d'abord, parmi les tourbières actuelles ce type-là est le seul qui comporte le développement d'une végétation très variée et dont les individus atteignent la forme arborescente dans toute sa plénitude. Or il ne faut pas s'être occupé

(1) *Sur l'oxydation spontanée de l'acide humique et de la terre végétale.* — COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SCIENCES, 1892, t. CXIV, pp. 41 et suiv.

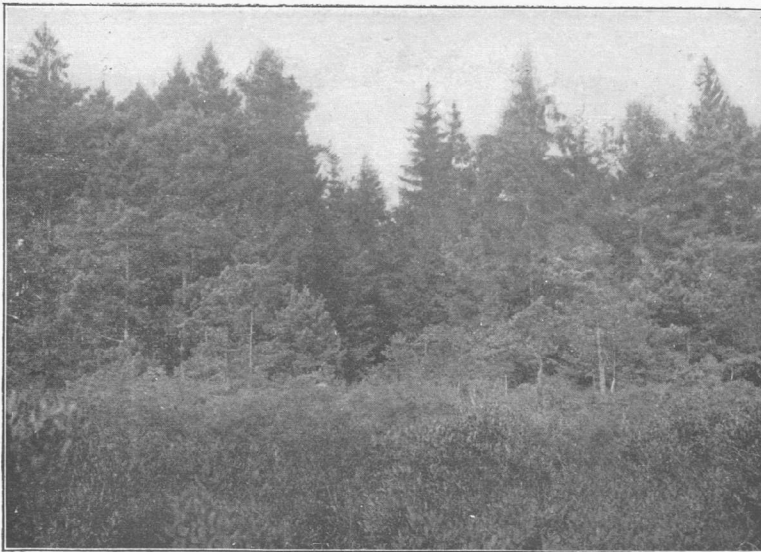
(2) *Die Moore der Schweiz.* — BEITR. ZUR GEOL. DER SCHWEIZ, III Lieferung, 1904.



Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — TOURBIÈRE PLATE BOISÉE A ESSENCES VARIÉES.

(Dalle, Hanovre.)



Cliché de l'auteur.

FIG. 2. — TRANSITION DE LA TOURBIÈRE BOISÉE (1) VERS LA TOURBIÈRE BOMBÉE (2).

(Dalle, Hanovre.)





beaucoup de paléobotanique houillère pour savoir combien la flore de cet âge est mêlée, et combien grands sont les végétaux — même les cryptogames — qu'on y rencontre. Il ne faudrait pas croire cependant que du fait qu'il s'agit d'une végétation à grande allure, la tourbe formée sur place allât accuser dans sa masse la conservation d'organes, voire de plantes entières. L'examen de la tourbe, si autochtone qu'elle soit, montre une désagrégation bien comparable à celle qu'on a relevée jusqu'ici dans la houille. C'est pour croire que la macération tourbeuse désorganise pro-

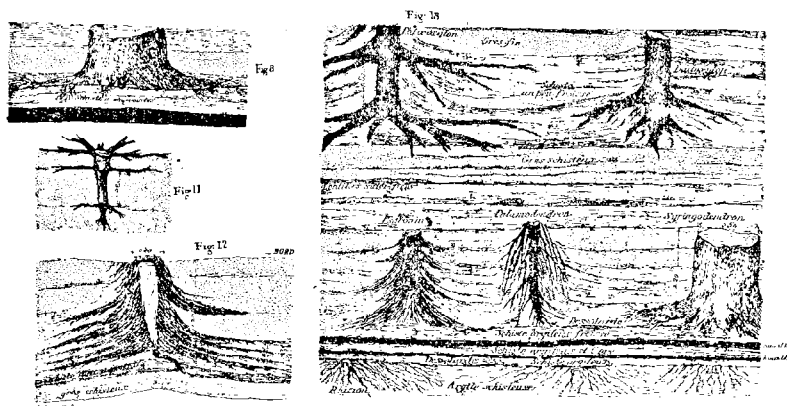


Fig. 3. — Croissance étagée de végétaux houillers du bassin St-Etienne d'après M. C. Grand'Eury. *Formation des couches de houille*, Pl. XXVII.

fondément les végétaux les plus puissants. Dans les lignites la désorganisation est tout aussi accusée. Il est exceptionnel de pouvoir reconnaître dans la masse l'organisation d'une partie appréciable de végétal.

Quant au mode de croissance des végétaux de tourbière, il rappelle par bien des traits ce qu'on a observé dans la formation houillère. Ainsi en dessous des lits de tourbe on relève la présence du sédiment qui a donné l'hospitalité à la première végétation (Pl. VII, fig. 2). C'est le « mur » de la couche, son sol végétal où l'on voit le développement des racines *in loco natali*, tel que nous le connaissons aux

murs de nos houillères. Quant à l'appareil radical lui-même, il a deux caractères spéciaux. Il accuse d'abord la « croissance étagée » telle que, depuis longtemps, M. Grand'Eury l'a décrite pour la région carboniférienne (Fig. 3). Si pour le passé nous ne pouvons guère la montrer d'une façon probante que sur des faits relevés en plein dans les sédiments, ce n'est pas à dire que ces mêmes végétaux croissent autrement au milieu du marécage tourbeux. Seulement, au sein de la houille et du lignite la désorganisation est trop prononcée, pour que nous puissions nettement surprendre le phénomène, tel qu'on l'atteint partout dans les tourbières actuelles. L'important est d'établir que les espèces houillères avaient l'élasticité voulue pour s'adapter à un milieu enlizant.

Ensuite, pour les grands végétaux, cet appareil radical n'est jamais pivotant — dispositif qui n'assurerait aucune stabilité au milieu d'un marécage — mais au contraire il se développe puissamment en radeau (Pl. VIII, fig. 1) terminé par des racines traçantes, de manière à asseoir solidement le végétal à la surface du marécage, tout en lui assurant le moyen de respirer. Les souches en place, dont on rencontre quelquefois des restes appréciables, aussi bien dans les tourbières que dans les gisements de lignite, ne gênent nullement pour établir un rapprochement de plus avec certains troncs-debout observés dans nos charbonnages. Dans la grande tourbière de Triangel (Hanovre), nous avons eu la bonne fortune de rencontrer une plage où la bruyère et sa tourbe (dernier stade) avaient été consumées par un incendie. La photographie montre (Pl. VIII, fig. 2), sortant du milieu du lit tourbeux sous-jacent, les souches puissantes et serrées de la grande végétation arborescente qui avait couvert de sa luxuriante couronne cette tourbière actuellement désolée, au temps où elle appartenait encore au type des tourbières boisées. Si la formation tourbeuse s'était arrêtée en ce temps-là, et si, au lieu de passer à la bruyère, elle s'était



Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — RACHITISME DES ARBRES ET CROISSANCE EN TOUFFE  
DES PLANTES BASSES, DANS UNE TOURBIÈRE BOMBÉE.

(Grunewald, Berlin.)



Cliché de l'auteur.

FIG. 2. — TYPE DE TOURBIÈRE BOMBÉE.

(Triangel, Gifhorn, Hanovre.)



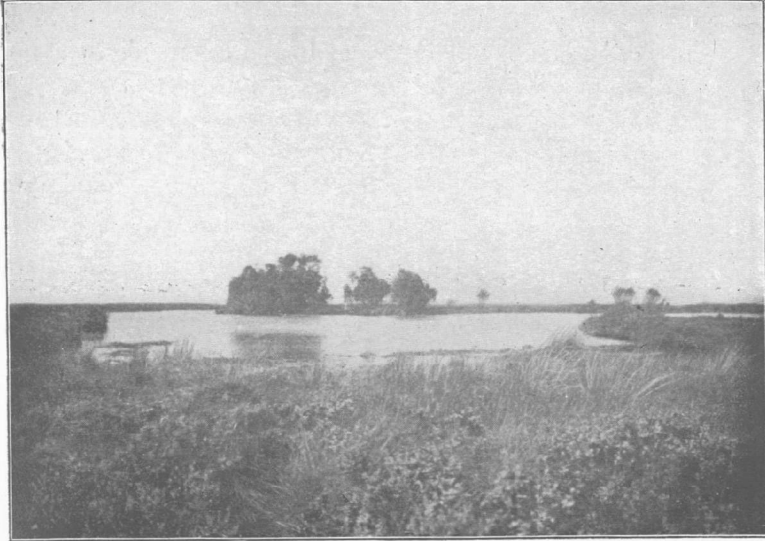
recouverte d'un manteau de sédiments, nous aurions eu, à n'en pas douter, au « toit » de cette couche de combustible, une légion de troncs-debout autochtones.

Un dernier détail encore justifie le choix que nous avons fait parmi les types de tourbières : c'est que seules les tourbières plates, et surtout les tourbières boisées, permettent l'apport par les eaux courantes d'éléments nourriciers et partant d'éléments minéraux. Or, c'est grâce à ces apports internes, dus aux eaux de circulation, qu'on peut expliquer aisément la formation dans les couches de combustible de ces concrétions minérales dont nous recueillons de nombreux témoins dans la formation houillère, ainsi que nous les rencontrons, en voie de constitution, au sein des tourbes actuelles. On attribue à une loi chimico-physique le fait qui amène au sein d'une masse homogène les principes minéralisateurs libres à se porter de préférence sur et autour de l'objet dont la présence rompt l'homogénéité de l'ensemble. Nous expliquons ainsi que dans un sédiment minéral un principe minéralisateur liquide se porte, pour le pétrifier et l'entourer même de couches concentriques qui en font un nodule, sur un corps organisé — un fossile — gisant dans le sédiment. Ici la distance du sédiment au reste organisé est frappante. Mais il semble que les choses se passent de même lorsque, dans une amas humique qui a subi la macération tourbeuse, il se trouve un élément, végétal aussi, mais qui n'en est pas réduit au même degré de décomposition, qu'il soit resté davantage ligneux ou bien qu'il ait été atteint de pourriture avant son enfouissement. Dans ce cas, le principe minéral liquide, circulant à travers l'ensemble, se portera de préférence pour le minéraliser sur cet organisme-là, qui rompt l'homogénéité de la masse. On expliquerait ainsi les concrétions silicieuses, ferrugineuses ou calcaires qui se trouvent fréquemment au sein des couches du houiller, et qui nous montrent souvent des végétaux à structure pétrifiée, dont la conservation a

conduit aux récents et sensationnels progrès de la paléobotanique.

Il convient aussi de mettre en lumière le parti que la théorie doit tirer de l'extension des tourbières. Tout le monde connaît les surfaces énormes que couvrent sur le monde les formations houillères. A ne prendre que le grand bassin westphalien, qui s'étend d'Allemagne en Angleterre en passant largement par la Belgique et la France, on saisira aisément que le point de comparaison qu'on lui cherche dans la nature actuelle doit aussi être susceptible d'un grand développement superficiel. Remarque qui ne sera qu'accentuée, si l'on songe que les limites originelles de sa largeur (N.-S.) étaient loin de coïncider avec celles que lui assignent nos cartes géologiques : les plissements et les érosions les ont notablement réduites. Comment donc imaginer une même formation lagunaire — car cet immense bassin est nettement un et homogène — comment imaginer une même lagune s'étendant obliquement à travers 10 degrés de longitude, dont on ne connaît que vaguement l'aboutissant marin et plus vaguement encore l'aboutissant continental, avec son puissant régime fluvial? Ajoutons — tout, jusqu'à la structure intime des plantes, nous l'impose — que la végétation houillère était marécageuse et qu'il faudrait, pour rester fidèle à l'idée de transport, amener les résidus humiques d'une vaste surface continentale déjà assez basse, vers l'énorme lagune plus basse encore.

Ce que nous venons de dire du bassin westphalien, nous pourrions le répéter dans une certaine mesure de la plupart des bassins houillers. Nous verrions ainsi la terre ferme prendre à ces époques un développement qui serait plutôt inquiétant pour les océans. Il faudrait admettre en outre que tous ces systèmes lagunaires ont été proprement respectés par les vicissitudes subséquentes de la surface terrestre, tandis que l'appareil côtier comme



Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — MARES ASEPTIQUES DANS UNE TOURBIÈRE BOMBÉE.  
(Kehdinger-Moor, Stade, Hamburg.)



Cliché de l'auteur.

FIG. 2. — BRUYÈRES AVEC GENÈVRIERS.  
(Unterloh, Landes de Lüneburg.)





l'appareil fluvial auraient toujours été impitoyablement détruits. Ce serait demander beaucoup de bonne volonté.

Mais il en va tout autrement si nous en appelons à la formation sur place, aux tourbières. Il n'est plus nécessaire alors d'imaginer ces terres si étendues pour loger l'intense végétation carboniférienne, qui devrait être plus intense qu'on ne le pense, vu que le charriage en aurait nécessairement réduit d'une façon notable les résidus. Il ne faut plus chercher la place où tracer l'imposant réseau hydrographique, chargé de laver le continent, d'amener et d'étendre sur la plaine maritime la délicate « bouillie végétal », soigneusement triée. Il ne faut pas davantage ménager les contacts nécessaires entre la lagune et la mer. Il suffira d'une terre basse — que ce soit la dépression d'un synclinal, ou l'évasement d'une vallée — où l'irrigation intense et continue satisfasse aux exigences des végétations tourbeuses et dont la topographie permette à la mer voisine de la visiter en quelques points de son étendue, soit par de passagères incursions, soit par l'établissement d'un régime saumâtre plus ou moins franc. Grâce à la persistance de pareilles conditions du milieu, l'amas tourbeux pourra atteindre des proportions appréciables, et, au temps de la sédimentation minérale, rien n'empêchera — au moins dans notre bassin westphalien — ces lentes opérations dont témoignent tant de preuves et en particulier les humbles *Spirorbes* (1) enroulés sur de si nombreux fossiles houillers.

(1) CH. BARROIS. *Sur les Spirorbes du terrain houiller de Bruay (Pas-de-Calais)*. — ANN. DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, 1904, t. XXXIII, pp. 50 et suiv.

A. MALAQUIN, *Le Spirorbis pusillus du terrain houiller de Bruay, la formation du tube et leur adaptation en eau douce à l'époque houillère*. — *Ibid.*, pp. 65 et suiv., pl. II.

Il ne faut pas se le dissimuler, les *Spirorbes* tant de fois observés et qui viennent de faire l'objet de la belle étude renseignée ci-dessus, ces *Spirorbes* s'observent sur les fossiles recueillis dans la *stampe*, ils sont donc certainement allochtones. Il serait difficile d'attribuer les empreintes si nombreuses des sédiments aux *seules* souches qu'on y trouve parfois enracinées ;

Quant à la surface, peu importe. Rien ne limite l'extension possible d'une tourbière et surtout d'un ensemble de tourbières, tant que perdurent les conditions favorables à leur naturel développement.

Nous savons parfaitement qu'il y a une grande difficulté à expliquer la superposition de nombreuses couches de combustible, comme nous la voyons dans nos bassins houillers belges. Il faut, sur toute la surface du bassin, ramener le niveau terrestre à l'altitude qu'exige la vie des plantes, autant de fois qu'on compte de lits charbonneux, et cela après autant de périodes où la sédimentation y aura déposé les roches intercalaires (stampe). C'est un grave problème. Mais, est-il moins grave dans l'autre théorie ? Ne faut-il pas aussi des conditions hypsométriques bien définies pour provoquer un charriage ? Ne faudra-t-il pas même faire varier à la fois, dans une situation réciproque bien déterminée, et le niveau de la lagune et celui des terres où prospèrent les forêts ? La formation par transport ne fait donc que déplacer la difficulté, si elle ne l'augmente pas. M. Douvillé, le savant professeur de l'École des Mines de Paris, nous disait dernièrement que ses études sur les Pyrénées l'avaient conduit à démontrer que durant toute la surrection de ce système montagneux, les flancs avaient subi des oscillations continues et fort appréciables. Son mémoire va prochainement nous édifier à ce sujet. La lumière ne viendrait-elle pas de là ? Maintenant que nous admettons, que nous touchons du doigt — on peut le dire — la survivance des mouvements tectoniques les plus anciens, verrons-nous une impossibilité à croire que, lorsque la croûte terrestre était en travail de ces énormes chaînes

la plupart doivent appartenir aux stations échelonnées le long de la zone tourbeuse. Jusqu'ici donc les *Spirorbis* n'indiquent rien pour les lits charbonneux eux-mêmes.

L'évidence de l'allochtonie des empreintes nous a conduit d'ailleurs à ne tenir aucun compte, dans notre théorie, de la parfaite conservation « à la façon des plantes d'herbier » des végétaux délicats étalés entre les strates houillers.

de montagnes, les flancs de ces plissements et jusqu'à leur voisinage aient subi comme une répercussion de ces ridements gigantesques en les suivant de loin dans un mouvement oscillatoire plusieurs fois répété ? Cela nous sourit fort ; d'autant plus que le grand bassin westphalien se constituait tout juste dans un vaste synclinal courant au pied nord de la chaîne hercynienne, alors en plein mouvement de surrection. L'intermittence du mouvement oscillatoire par lequel cette dépression suivait ainsi l'ascension du système montagneux, l'aurait mise en situation, tantôt de recevoir des sédiments, tantôt de permettre à sa surface le développement de la vie. A cette fin, pas n'est besoin d'imaginer que ce mouvement se produisait de l'est à l'ouest avec un synchronisme et un ensemble absolus. Il suffit qu'au total chaque point ait été soumis à des variations d'amplitude sensiblement égales. Ceci justifierait la grande similitude et le caractère d'homogénéité qu'accusent les diverses régions d'un même bassin, tandis que l'asynchronisme relatif expliquerait les discontinuités latérales mises en une lumière si frappante par l'enchevêtrement lenticulaire que montrent les sédiments et les couches de combustible.

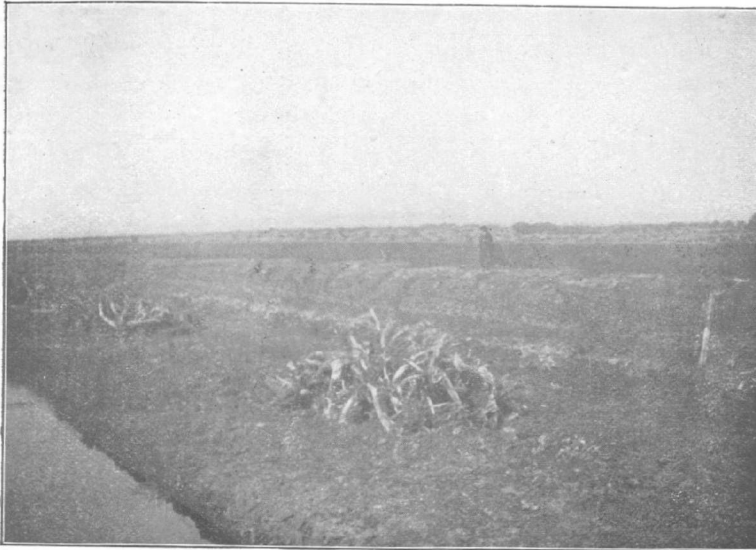
Notre conclusion se dégage de plus en plus : l'horizon houiller est constitué par des roches allochtones et par des lits charbonneux autochtones. Le mur n'est pas un sédiment spécial, c'est une simple modification amenée dans le sédiment par suite de l'établissement d'une végétation. Est-ce à dire que nous excluons tout phénomène de transport, une fois que nous nous trouvons en face d'un gisement humique ? Ce serait une absurdité criante. La nature n'agit point d'après des lois aussi simples : sa fécondité se manifeste par la complexité harmonieuse de ses opérations. Si nous en venons à croire que, en général, toute formation humique est autochtone, nous ne prétendons point qu'il ne puisse s'y rencontrer, à titre d'épisodes, des cas de transport ; comme, d'ailleurs, rien n'établit

*à priori* que certains gisements ne pourraient être dus uniquement à un phénomène d'allochtonie.

Par exemple, personne ne mettra en doute que les gisements de dopplérite, d'aliol humique, etc., ne soient dus à une formation par transport ; pas plus qu'il ne viendra à l'idée de personne de comparer ces formations si peu importantes aux couches de charbon que renferment nos bassins houillers.

Pour peu qu'on observe les surfaces des roches accumulées sur les terris des charbonnages, on y voit souvent des brins de végétaux sensiblement de même grandeur et souvent orientés dans une même direction. C'est le « Häcksel » (paille hachée) des Allemands. Rien d'étonnant dans ce phénomène, puisqu'il s'observe au sein même des sédiments. Il indique qu'une eau courante a charrié des débris de végétaux frais, qu'elle les a classés et entraînés au gré de son cours, dans le sens que réclame la pesanteur. Mais ce phénomène a son pendant dans l'intérieur même des tourbières actuelles, des gisements de lignite et, sans doute, des gisements houillers. On voit, en effet, s'isoler certaines fois, au milieu même de la tourbe compacte, un paquet de tourbe bouillante (Schlammtoorf) : ce n'est autre chose que de la tourbe « remaniée » par une eau courante et rejetée plus loin dans cet état désagrégé. M. Potonié explique de la même façon la présence du lignite bouillant (Rieselkohle), si bien connu du mineur rhénan. Et nous nous demandons si une action analogue ne pourrait expliquer l'accident d'une houille qui ruisselle sous le pic de l'ouvrier, alors que le reste de la veine se débite en gros morceaux.

Il y a aussi les troncs-debout dont certains spécimens semblent, par leurs conditions de gisement, présenter plutôt un phénomène allochtone. Ils se trouvent en plein sédiment sans racines, parfois en situation peu naturelle, et accusant par le relèvement du sédiment qui les encaisse la preuve qu'ils furent comme ensablés. Qu'est-ce qui



Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — TOURBIÈRE EN EXPLOITATION MONTRANT LA SUPERPOSITION  
DES TOURBES :

1. Tourbe de roselière. — 2 Tourbe de forêt. — 3. Tourbe de bruyère.

(Triangel, Hanovre.)



Cliché de l'auteur

FIG. 2. — MUR DE TOURBIÈRE.

1 Sédiment. — 2, Mur. — 3. Tourbe de Roselière.

(Teltowcanal, Gross-Lichterfelde.)



nous empêche d'admettre que des troncs d'arbres aient été charriés de la même façon que la roche qui les moule? Nous devons avouer que nous n'attachons même plus à certains caractères la portée que nous leur donnions autrefois. Il ne faut pas oublier, en effet, que notre bassin houiller — nous ne parlons pas de celui de la Campine — a été intimement bouleversé par de multiples plissements. Ceux-ci ont fait jouer, si peu que ce soit, les strates les uns par rapport aux autres. Ainsi nous avons relevé aux charbonnages de l'Ouest-de-Mons un tronc d'arbre qui, dans un anticlinal aigu, se trouvait débité en autant de tronçons qu'il traversait de strates et ces tronçons n'étaient plus restés, de par le plissement, dans leur superposition naturelle; pour certains le rejet était de l'importance du diamètre de la tige. Pareils faits nous amènent à douter de la signification que nous avons attribuée autrefois à des empreintes horizontales qui s'étaient étalées sous la base des troncs-debout du Bois d'Avroy (1). Nous étions en « dressant ». L'acuité du plissement aurait très bien pu déplacer les strates contigus de manière à glisser la base du tronc par dessus l'empreinte voisine : la superposition nous aurait trompé. D'ailleurs, plus on examine les souches qu'on trouve au voisinage d'une veine, plus on est porté à y voir des survivants de la végétation autochtone.

Il y a encore le fait des « cailloux roulés », fait auquel nous avons contribué à donner nous-même une grande signification. Pour être sincère, nous ne pouvons point dire que la question nous semble résolue. Les cailloux restent des témoins éminemment allochtones et dont la fréquence relative ne laisse pas d'être troublante. Seulement il est certain que ces cailloux se présentent d'une façon trop accidentelle, trop sporadique pour emporter la conviction. Ils se trouvent disséminés à travers l'horizon houiller sans

(1) *Un banc à troncs-debout aux charbonnages du Grand-Bac* (Selessin-Liège). — BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 1896, 3<sup>e</sup> s., t. XXXI, pp. 260-266, pl. 1.

égard ni à leur masse, ni à leur nature. L'eau courante n'aurait-elle pas dû les classer par ordre de densité et en semer même de temps en temps des traînées ? Cela imposerait avec plus d'évidence l'idée de transport.

Proposons deux explications qui pourraient, dans une certaine mesure, satisfaire aux exigences du phénomène observé. D'abord, rien ne nous empêche de supposer que de temps à autre les cours d'eau — comme la Sprée qui traverse le Spréewald (tourbière d'aulnes) — n'aient déraciné quelques grands végétaux tenant des cailloux empétrés dans leurs racines et qu'ainsi, portés par ces radeaux, les cailloux ne se soient échoués au sein de la tourbière. Ensuite, pour peu que la tourbière ait été proche du rivage de la mer — comme celles de la Prusse Orientale ou de l'île de Sylt — les fortes marées auraient pu rejeter à certains moments des galets en pleine formation autochtone. Nous avons observé la chose au lendemain d'une tempête sur les rivages d'Helgoland. A cet endroit, le fond de la mer est tout couvert de galets ; de grandes laminaires s'y attachent et, lorsque la tempête remue les eaux, elle rejette sur la côte des galets sur lesquels l'eau n'aurait pas eu de prise si la surface de ces grandes algues ne lui avait prêté son concours. Les galets parviennent ainsi sur un rivage sans qu'on puisse après un certain temps s'en expliquer la présence, car le tissu de l'algue se détruit bien vite et laisse la pierre sans moyen de justification devant l'observateur étonné.

Un nouveau fait, plus frappant encore, vient d'émouvoir les savants. Dans les *coal balls* du Yorkshire, M. Lomax a rencontré des masses de Goniatites intimement mêlées aux débris de végétaux humifiés (Pl. IX) dont ces nodules carbonatés ont préservé en partie la structure intime (1). Voilà bien la mer : car il semble qu'on ne puisse pas attribuer à ces céphalopodes d'autre habitat que la

(1) Henri Douvillé *Les « coal balls » du Yorkshire*. — BULL. DE LA SOC. GÉOLOGIQUE DE FRANCE, 1903, 4<sup>e</sup> série, t. V, pp. 154 et suiv., pl. VI.





Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — SOUCHE DRESSÉE, MONTRANT LE DÉVELOPPEMENT EN RADEAU  
DES RACINES DES GRANDS ARBRES.

(Tourbière de Triangel.)



Cliché de l'auteur.

FIG. 2. — SOUCHES EN PLACE DE LA TOURBIÈRE BOISÉE,  
MISES A NU PAR L'INCENDIE DE LA BRUYÈRE ET DE SA TOURBE.

(Triangel, Hanovre.)



haute mer. Comment se trouvent-ils en masses si compactes, comptant des individus de tout âge, au milieu de cette végétation continentale que nous croyons autochtone ? Le problème est ardu. Nous pouvons même en accentuer la portée en rapprochant de ce fait la présence si fréquente de *Goniatites*, de *Productus*, et d'autres animaux marins, à plusieurs niveaux de la plupart des formations houillères, de la nôtre en particulier (1). Nous avons l'unique ressource de supposer que la mer n'était pas fort éloignée de la région tourbeuse, pas assez du moins pour lui défendre des incursions répétées. La chose ne répugne point, c'est tout ce qu'on peut dire. On voit par ceci que nous ne tentons pas d'atténuer les difficultés au profit de notre cause ; nous avouons même que c'est une objection à laquelle nous ne voyons pas de réponse péremptoire. Seulement nous ne voyons pas davantage comment il serait plus facile d'interpréter le phénomène dans l'hypothèse de la formation par transport. D'autant plus que, d'un caractère très localisé, le fait de la présence de ces coquilles marines ne pourrait pas à lui seul infirmer le fait du « mur » géologique des couches de houille, qui, lui, s'affirme avec une persistance et une continuité frappantes à travers toute l'épaisseur et toute l'étendue de la formation houillère.

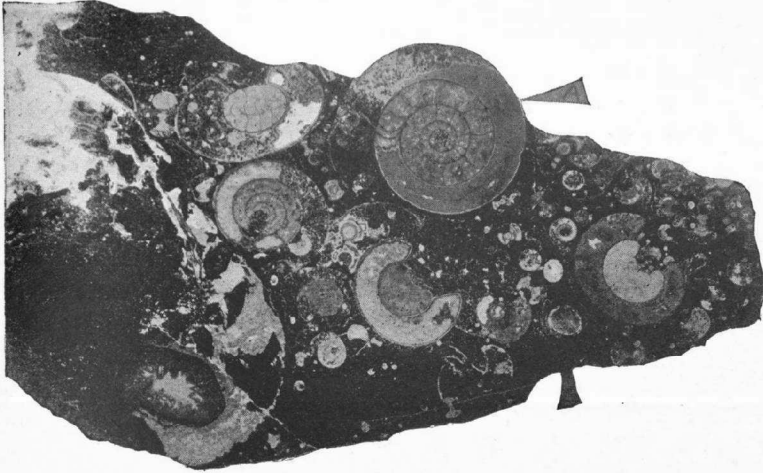
L'ensemble de ces considérations nous amène donc à abandonner nos idées d'autrefois et à croire que les accumulations de combustible, et particulièrement celles de notre grand bassin westphalien, se sont formées sur place, grâce à des végétations analogues à celles des vastes tourbières boisées. Si le transport a aussi concouru à la formation de ces gisements, ce n'est que localement et comme par épisode. Évidemment nous n'avons pas la hardiesse

(1) Voir, entre autres, P. Fourmarier : *Esquisse paléontologique du bassin houiller de Liège*. — Congrès international... de géologie appliquée, Liège, 1903 ; et du même : *Note sur la zone inférieure du terrain houiller de Liège*. — ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, 1905-06, t. XXXIII, pp. M 17 et suiv.

de vouloir présenter cette théorie comme absolument définitive, mais les faits nous obligent à la croire mieux fondée, et en science nous ne devons avoir cure d'autre chose : le progrès vers la vérité.

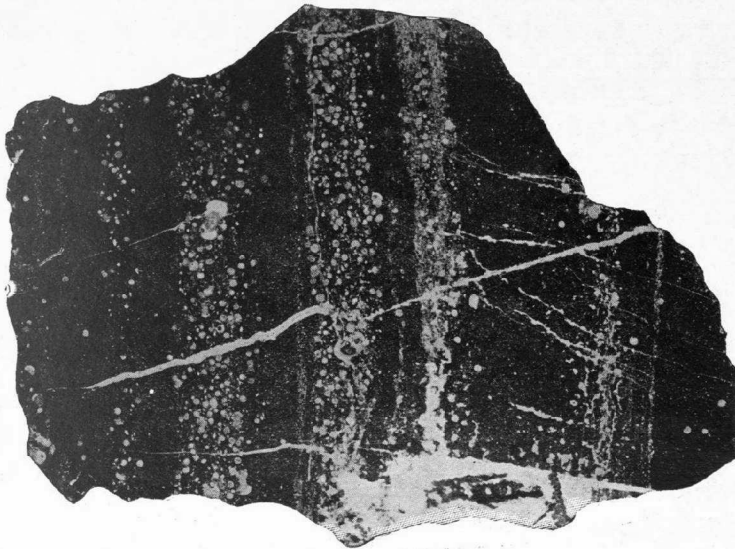
Ajoutons aussi qu'en géologie nous nous sentons porté de préférence vers l'application large du principe des causes actuelles. La nature est une, les principes de son activité ont toujours été les mêmes ; ce qui a varié, c'est bien plus la modalité que le fond des choses. Et si nous étions conduit par là à allonger, à multiplier un peu les siècles, qu'importe ? Les données chronologiques sont si incertaines dans l'espèce, que nous n'avons point à nous en mettre en peine. Nous pouvons marcher, tant que nous restons dans les limites que les faits imposent. La crainte d'allonger l'histoire géologique du globe est la dernière objection à opposer à une hypothèse rationnelle.

Pour finir, nous abandonnons aux réflexions du lecteur une vue téléologique qui nous a plusieurs fois hanté au cours de nos récents voyages. Dans la nature, les tourbières jouent, vis-à-vis des terres basses et marécageuses, le rôle que les coraux tiennent, dans les mers chaudes, à l'endroit des hauts-fonds. Ce ne sont d'ailleurs que deux épisodes de l'histoire géologique de la croûte terrestre. Elle se résume en quelque sorte dans le titanesque combat que se sont livré à travers les âges l'élément marin et l'élément continental. Celui-ci a triomphé de celui-là. Il a commencé à poindre en archipel à la surface des eaux, il s'est solidarisé petit à petit en se groupant, il a assuré ses conquêtes successives par l'ossature des chaînes de montagne, et voilà qu'il se trouve actuellement constitué en plusieurs masses importantes lui assurant un définitif triomphe. Le temps des violences semble passé ou au moins suspendu ; mais la lutte continue, lente et sourde, en divers points du globe. Ici l'élément marin a quelques avantages, là la terre prend les siens. Parmi les avantages de l'élément solide il convient de signaler les



Cliché de l'auteur.

FIG. 1. — *Coal-ball* DU YORKSHIRE AVEC *Goniatites* NOYÉES  
DANS LE MAGMA HUMIQUE.



Cliché de l'auteur.

FIG. 2. — *Goniatites* JEUNES RÉPARTIES PAR COUCHES RÉGULIÈRES  
DANS L'AMAS HUMIQUE.

Les préparations appartiennent à l'École supérieure nationale  
des Mines de Paris; M. Douvillé nous les a obligeamment prêtées.



tourbières et les atolls, produits les uns par l'activité animale, les autres par celle des végétaux. Dans les mers tropicales s'élèvent des récifs dus à la vie corallienne ; lentement les animalcules multiplient leurs colonies et construisent de gigantesques édifices capables de braver les flots. Ils forment ainsi un système insulaire dont les chaînons, se rejoignant toujours davantage, fournissent un abri à l'accumulation des sédiments et tendent vers la constitution d'une terre ferme nouvelle aux dépens de la mer. Sur la terre l'eau a gardé certains domaines marécageux, surfaces incertaines qui pourraient retourner aisément au régime marin ; il s'agit d'en assurer la conquête au continent. C'est ici la végétation tourbeuse qui s'en charge. Nous l'avons vu, les végétaux aquatiques se multiplient rapidement, la végétation riveraine enserre la surface liquide, la pénètre, y introduit le régime forestier, qui, lui, prend définitivement possession du terrain, s'y établit en maître et conquiert la surface entière au régime continental. C'est ainsi que l'activité biologique qui travaille d'une part à préparer l'érosion, l'abaissement des hautes cimes, s'applique d'autre part à combler les faibles dépressions terrestres ou marines pour faire tendre tout vers la stabilité désertique de la plaine — vers la mort.

---

Louvain. — Imprimerie Polleunis et Ceuterick, rue Vital Decoster, 60  
Même maison à Bruxelles, rue des Ursulines, 37.





# REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

---

## TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891); la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901); la livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

Elle paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Outre ces trois parties, chaque livraison contient ordinairement un ou plusieurs articles de **Variétés**.

## CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la **REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES** est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25 %**; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

**Table analytique des cinquante premiers volumes** de la **REVUE**. Un vol. du format de la **REVUE** de xu-168 pages. Prix : 5 francs; pour les abonnés, 2 francs.

La collection complète et des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

*S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction et l'Administration** au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*

**Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.**