

## SÉANCE MENSUELLE DU 21 FÉVRIER 1944.

*Présidence de M. E. Cuvelier, président.*

La séance est ouverte à 20 h. 50.

### **Approbation du procès-verbal de la séance de janvier.**

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Le Secrétaire général s'excuse de ce que, par sa faute, le procès-verbal ait été distribué le matin même de la séance. L'épreuve des planches était, par mégarde, restée en souffrance chez lui, sans quoi le *Bulletin* eût paru une semaine plus tôt.

### **Communication du Bureau.**

Nous avons le plaisir d'annoncer à nos confrères que la Commission administrative de la Société belge des ingénieurs et des industriels a passé un contrat avec notre Société, qui lui loue une salle à l'hôtel Ravenstein, où nous tiendrons dorénavant nos séances. Les diverses affectations de cette salle nous obligent à la demander à date fixe; c'est pourquoi nous nous trouvons obligés de renoncer à nos séances de jour et à fixer *ne varietur* nos séances mensuelles au troisième mardi du mois, à 20 h. 50.

### **Correspondance.**

MM. Mourlon, Halet, Putzeys et van den Broeck s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

Le baron Yvan de Radzitzky d'Ostrowick annonce, au nom du Comité directeur de la Société belge de Spéléologie et de Préhistoire « Les Chercheurs de la Wallonie », la publication du quatrième *Bulletin* de cette Société. Les souscriptions à ce *Bulletin*, qui se vend

au prix modique de fr. 5.75, peuvent être adressées à M. Louis de Rasquin, secrétaire de la Société, à Engis.

MM. E. Lagrange et Simoens représenteront notre Société à l'assemblée générale de l'Association internationale de sismologie, qui aura lieu à Manchester.

Notre confrère M. J. Thierry nous annonce qu'il fonde, avec MM. Florentino Ameghino et Jorge Newberry, la « Sociedad argentina de Geologia, de Paleontologia e Hydrologia » à Buenos-Aires.

La Section scientifique de l'Exposition internationale d'Hygiène, de Dresde, envoie le premier numéro du *Bulletin mensuel de l'Exposition*, qui sera envoyé gratuitement à ceux de nos membres que la chose intéresse et qui en témoigneraient le désir au bureau de l'Exposition (55, Zwickauerstrasse, Dresden).

### Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

- 6249 **Arschinow, W.-W.**, Zur Geologie der Halbinsel Krym. Moscou, 1910. Extr. de *Petrographisches Privat-Institut « Lithogœa »*, 16 pages.
- 6250 **Arschinow, W.-W.**, Ueber die Verwendung einer Glashalbkugel zu quantitativen optischen Untersuchungen am Polarisationsmikroskope. Moscou, 1910. Extr. de *Petrographisches Privat-Institut « Lithogœa »*, pp. 223-229 et 1 figure.
- 6251 **Kraentzel, F.**, et l'Abbé P. Mahy, *Géographie de la Belgique et du Congo*. Bruxelles, 1909. Vol. in-8° de 246 pp., 29 figures et 2 planches.
- 6252 **Lotti, B.**, La Riunione della Societa geologica italiana a Portoferraio e l'ipotesi del Termier sulla tettonica dell' Isola d'Elba. Rome, 1911. Extr. de *Boll. del R. Comitato geol. d'Italia*, vol. XLI, 1910, fasc. 3. 10 pages et 1 figure.
- 6253 **Maggini, M.**, Observations de la Comète 1910b (Metcalf). Firenze, 1910. Extr. des *Public. dell' Osserv. Ximeniano dei P. P. Scolopi*, n° 112, 9 pages.
- 6254 **Malaise, C.**, Les terrains les plus anciens de Belgique. Bruxelles, 1910. Extr. des *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, n° 12, 23 pages.
- 6255 **Steinmann, G.**, Zur Phylogenie der Belemnnoidea. Berlin, 1910. Extr. de *Zeitschr. für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre*, Bd IV, Heft 2, pp. 103-122 et 13 figures.
- 6256 **Steinmann, G.**, Gebirgbildung und Massengesteine in der Kordillere Südamerikas. Leipzig, 1910. Extr. de *Geol. Rundschau*, Bd I, Heft 1-3.

- 6257 Steinmann, G., Die kambrische Fauna im Rahmen der organischen Gesamtentwicklung. Leipzig, 1910. Extr. de *Geol. Rundschau*, Bd I, Heft 5-6, pp. 69-81.
- 6258 Wunstorf, W., und Fliegel, G., Die Geologie des Niederrheinischen Tieflandes. Berlin, 1910. Extr. de *Abhandl. der K. Preuss. Geol. Landesanstalt*, Neue Folge, Heft 67, 172 pages, 2 planches et 2 cartes.
- 6259 ... Hygiène. Extr. de *Offizielle Monatsschrift der Internationalen Hygiene-Ausstellung Dresden*, 1911. Brochure in-4° de 16 pages et 27 figures (2 exemplaires).
- 6260 Donceel, P., Vandebosch, A., et Baron Iv. de Radzitzky d'Ostrowick, Région Sclayn-Bonneville. (Étude spéléologique.) Seraing, 1910. Extr. du *Bull. des Chercheurs de la Wallonie*, pp. 131-160, 6 figures et 2 cartes (2 exemplaires).
- 6261 Glangeaud, Ph., Les facies de l'Oligocène aux environs de Bergerac et à travers l'Aquitaine. Paris, 1909. Extr. du *Bull. de la Soc. géol. de France*, 4<sup>e</sup> série, t. IX, pp. 434-441 et 5 figures.
- 6262 Glangeaud, Ph., Les monts du Forez :
- 1<sup>o</sup> Architecture de la partie centrale des monts du Forez. Paris, 1910. Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 3 pages et 1 figure.
  - 2<sup>o</sup> Les formations archéennes, l'ancienne couverture et les plissements des monts du Forez. Paris, 1910. *Idem*, 3 pages.
  - 3<sup>o</sup> La bordure occidentale du bassin de Monbrison, la surrection oligocène et la cuirasse du Forez. Paris, 1910. *Idem*, 3 pages.
  - 4<sup>o</sup> Les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez. Paris, 1910. *Idem*, 3 pages et 1 figure.
  - 5<sup>o</sup> La région volcanique du Forez et ses roches. Paris, 1911. *Idem*, 3 pages.
- 6263 Glangeaud, Ph., I. Notes sur les monts du Forez (8 pages et 2 figures). II. Région volcanique carbonifère des environs de Rochechouart (Haute-Vienne) (2 pages). Paris, 1910. Extr. du *Bull. des Serv. de la Carte géol. de la France*, n° 126, t. XX.
6264. Kaisin, F., Sur quelques caractères lithologiques du marbre noir de Dinant. Louvain, 1910. Extr. de la *Rev. des Questions scientif.*, 15 pages, 1 planche et 2 figures (2 exemplaires).
- 6265 Baron Ivan de Radzitzky d'Ostrowick, L'Abri de Mégarnie ou Abri d'Inghoul (commune de Ehein, prov. de Liège). (Étude de pré-histoire.) Seraing, 1910. Extr. du *Bull. des Chercheurs de la Wallonie*, pp. 197-203, 3 figures (2 exemplaires).

- 6266 **Rainaldi, B.**, Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1908 all' Osservatorio della R. Università di Torino. Turin, 1910. Extr. des *Atti della R. Acad. delle Sc.*, vol. XLV, 53 pages.
- 6267 **Rainaldi, B.**, Osservazione meteorologiche fatte nell' anno 1909 all' Osservatorio della R. Università di Torino. Turin, 1910. Extr. des *Atti della R. Acad. delle Sc.*, vol. XLV, 55 pages.
- 6268 **Rivière, E.**, Trente-sept années de fouilles préhistoriques et archéologiques en France et en Italie. Congrès de Lyon, 1906. Paris. Extr. des *Comptes rendus de l'Assoc. franç. pour l'avancement des Sc.*, 28 pages et 19 figures.
- 6269 **Rivière, E.**, L'Homme primitif dans les Alpes-Maritimes. Chambéry, 1908. Extr. du 4<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France, 3 pages.
6270. **Rivière, E.**, Antiquité paléolithique du squelette humain du Moustier-de-Payzac (Dordogne). Le Mans, 1909. Extr. de la *Soc. préhistorique de France*. Séance du 25 mars, 4 pages.
- 6271 **Rivière, E.**, Découverte d'un squelette humain chelléo-moustérien au Moustier-de-Peyzac (Dordogne). Chambéry, 1908. Extr. du 4<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France, 16 pages, 1 planche et 2 figures.
- 6272 **Rivière, E.**, Note sur l'ordre chronologique véritable des six premières découvertes de grottes à gravures et à peintures. Le Mans, 1909. Extr. de la *Soc. préhist. de France*. Séance du 27 mai, 5 pages.
- 6273 **Rutot, A.**, Essai sur les origines et sur le développement de l'humanité primitive. Bruxelles, 1911. Extr. de la *Revue de l'Univ.*, numéro de janvier, pp. 241-276.
- 6274 **Rutot, A.**, Essai sur les variations du climat pendant l'époque quaternaire en Belgique. Stockholm, 1910. Extr. des *Postglaziale Klimaveränderungen*, pp. 35-47.
- 6275 **Schardt, H.**, Dérivations glaciaires de cours d'eau dans la Suisse occidentale et le Jura français. Genève, 1908. Extr. du *Compte rendu des trav. du 9<sup>e</sup> Congrès intern. de Géogr.*, t. II, 16 pages et 9 figures.
- 6276 **Schardt, H.**, L'éboulement préhistorique de Chironico (Tessin). Bellinzona, 1910. Extr. du *Bollett. della Soc. ticinese di Sc. nat.*, anno VI, fasc. unico (Lugano, 1910), 16 pages, 3 figures et 1 carte.
- 6277 **Schardt, H.**, Ueber Färbungsversuche mit Fluorescein an unterirdischen Wässern. Lausanne, 1910. Extr. des *Eclogæ geol. Helveticæ*, vol. XI, n° 2, pp. 271-274.

- 6278 **Schardt, H.**, Eine Flankenüberschiebung bei Neuenstadt am Bielersee. Lausanne, 1910. Extr. des *Eclogæ geol. Helvetiæ*, vol. XI, n° 2, pp. 288-290.
- 6279 **Schardt, H.**, Sur des cristallisations de calcite dans les eaux souterraines. Neuchâtel, 1910. Extr. du *Bull. de la Soc. neuchâtoise des Sc. nat.*, t. XXXVII, pp. 158-170, 1 planche et 4 figures.
- 6280 **Schardt, H.**, 1° Geologische Uebersicht (9 pages et 3 cartes). 2° Quellenkunde (11 pages). Aarau, 1910? Extr. de *Bäder und Kurorte der Schweiz*.
- 6281 **Schmidt, R. R.**, Die Spaetpaläolithischen Bestattungen der Ofnet. Würzburg, 1910. Extr. de *Mannus*, 7 pages et 1 planche.
- 6282 **Schmidt, R. R.**, Die paläolithischen Kulturen und die Klimaschwankungen in Deutschland nach dem Maximum der letzten Eiszeit. Braunschweig, 1910. Extr. de *Korrespondenzblatt der Deutschen Gesellsch. für Anthrop., Ethnol. und Urgesch.*, XLI, n°s 9-12, 3 pages.
- 6283 **Schwerts, H.**, Recherches sur les eaux souterraines ferrugineuses et manganésifères en Belgique. Leur fréquence, leur variabilité, leur utilisation (1908-1909). Bruxelles, 1910. Extr. du *Bull. de l'Acad. roy. de Méd. de Belg.*, n° d'octobre, 121 pages et 32 figures.
- 6284 **Schwerts, H.**, Le fer et le manganèse dans les eaux souterraines. La déferrisation et la démanganisation. Anvers, 1910. Extr. du *Journal de Pharmacie*, n° du 15 novembre, 14 pages.
- 6285 **Schwerts, H.**, L'importance actuelle de la déferrisation et de la démanganisation des eaux potables et industrielles. Bruxelles, 1910. Extr. de la *Technique sanitaire*, n° d'octobre, 9 pages.

### Présentation et élection de nouveaux membres effectifs.

Sont élus à l'unanimité des membres présents :

MM. HAYEZ, Édouard, imprimeur des Académies royales de Belgique, 112, rue de Louvain, à Bruxelles, présenté par MM. Cuvelier et Greindl.

LUYTEN, William, lieutenant du Génie à la compagnie de Torpilleurs et d'Artificiers à Anvers, présenté par MM. Cuvelier et Rabôzée.

L'ADMINISTRATION DU SERVICE DE SANTÉ ET DE L'HYGIÈNE, au Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture (délégué : M. HACHEZ, inspecteur général des travaux d'hygiène), présentée par MM. Cuvelier et Greindl.

### Discussion des thèses présentées à la séance de janvier.

E. ET F. PUTZEYS ET A. RUTOT. — **Contribution nouvelle à l'étude de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine.**

L'extension donnée par les auteurs à la réponse à la communication de M. Deblon ne permet pas d'insérer celle-ci au Procès-verbal de la séance, sans en retarder la livraison en dehors des délais fixés.

Cette contribution paraîtra dans le fascicule I des *Mémoires* de 1911.

R. D'ANDRIMONT. — **Réponse aux notes de M. Delecourt:**

Le Secrétaire général, de la part de M. d'Andrimont empêché, donne lecture des communications ci-dessous :

#### I. — EAU A L'ÉTAT PELLICULAIRE.

Il suffit de lire les mémoires que j'ai publiés à ce sujet pour se rendre compte que je parle moi-même des gouttelettes d'eau qui, dans un état d'imbibition intermédiaire entre l'état capillaire et pelliculaire, réunissent les grains entre eux.

Mais l'état pelliculaire existe en même temps ou même indépendamment de cet état d'imbibition par gouttelettes interposées.

M. De Heen, professeur à l'Université de Liège, a d'ailleurs démontré l'existence de cet état pelliculaire dans une note à l'Académie. (M. De Heen qualifie cet état de superficiel.)

Il a démontré de plus qu'à cet état l'eau circule. D'ailleurs, si l'eau n'imbibait pas la surface des grains, comment circulerait-elle?

Quoi qu'il en soit, si j'ai cherché à introduire cette notion théorique d'état pelliculaire, c'est uniquement pour caractériser cet état d'un terrain humide où l'eau circule et où l'air a encore accès entre les grains.

Enfin, pour en terminer avec cette question, je dirai que cette notion d'état pelliculaire est actuellement admise par tous les spécialistes en agrogéologie qui étudient ces questions au point de vue de l'alimentation des végétaux. Notre collègue n'ignorerait pas ce fait s'il avait suivi les deux dernières conférences agrogéologiques à Budapest (1909) et à Stockholm (1910); je le prie donc de bien vouloir se documenter.

## H. — FORMES DES TRAJECTOIRES LIQUIDES DANS UNE NAPPE AQUIFÈRE.

M. Delecourt ne nous a rien appris que nous ne connaissions déjà. Il nous dépeint seulement avec une certaine nouveauté la circulation de l'eau en nous parlant de « vitesse considérable » et de « remous » !

Pour déclarer que les trajectoires ont telle ou telle forme, il faut plus qu'une description originale. Il faut le calcul mathématique ou mieux encore une étude expérimentale sur le terrain. C'est ce que je conseille à notre collègue d'entreprendre.

Les expériences que j'ai faites moi-même n'ont eu pour but que d'illustrer, de rendre plus tangible ce qui se passe en grand dans la nature.

M. Penninck a étudié la question pour les sables du sous-sol des dunes en Hollande. En mesurant dans des puits tubés, ne recevant l'eau que par la base, la pression qui régnait en divers points de la nappe, il a tracé des courbes d'égale pression. Les trajectoires suivies par l'eau en sont les courbes orthogonales. Il a démontré que ces trajectoires sont absolument semblables à celles que l'on obtient en petit.

Sa méthode est rigoureusement exacte et scientifique et ne peut être mise en parallèle avec les déductions de notre collègue.

Pour le surplus, je suis en excellente compagnie pour défendre ma manière de voir. Il suffit pour cela que notre collègue veuille bien lire ou même parcourir, non pas les seuls travaux de Penninck, mais encore ceux de géologues américains réputés, comme King, van Hise (celui-ci base sur ces notions toute une partie de sa thèse sur le métamorphisme). Enfin, tout récemment, M. Dienert défend ces mêmes idées dans son *Traité d'Hydrologie agricole*, et notre collègue Cornet semble faire siennes ces mêmes notions, car il reproduit dans son *Traité de Géologie* les figures de King et van Hise.

## Communications des membres.

GEORGES HASSE. — Un Rhinocéros dans l'argile oligocène de Boom. (*Note préliminaire.*)

L'argile de Boom appartient à l'étage oligocène moyen, rupélien supérieur, et a toujours été considérée comme un dépôt purement marin et comme un dépôt assez homogène.

Cependant j'ai pu, au cours de mes fréquentes visites dans les

régions de Duffel, Lierre, Boom, Steendorp, Anvers, observer diverses caractéristiques extrêmement intéressantes pour l'étude de cette argile, et déterminer une série d'horizons dans celle-ci ; les voici :

1. — Argile pure au contact des terrains sus-jacents.
2. — Banc de septaria, se trouvant souvent à 1 mètre seulement de profondeur dans l'argile ; grands septaria.
3. — Argile pure, épaisseur variable 2 à 3 mètres, parfois 4 à 5 mètres.
4. — Zones sableuses en stratification alternant avec les couches d'argile souvent marquées simplement par une argile plus ou moins sableuse.
5. — Banc de septaria moyens se trouvant souvent à 10 mètres de profondeur dans l'argile, parfois, mais plus rarement, à 5 ou 6 mètres.
6. — Argile pure variant en épaisseur de 5 à 10 ou 15 mètres.
7. — Troisième banc de petits septaria parfois remplis d'eau, ne formant souvent plus un banc bien continu.
8. — Parfois strates sableuses.
9. — Argile pure.

Certaines exploitations d'argile montrent cette succession complète, d'autres sont moins régulières.

Les restes fossiles retrouvés se rapportent à des oiseaux, à des syriens, à des poissons et à des mollusques, tous êtres marins ; aussi l'on peut dire que jusqu'à la découverte, il y a trois ans, d'un reste de Marsupial à Contich et d'un reste fossile de Rhinocéros à Rumpst, l'idée d'un horizon purement marin était absolument justifiée. Chose curieuse, ces ossements de mammifères supérieurs terrestres furent retrouvés sur le second banc de septaria, au milieu d'ossements de poissons ; il est donc bien difficile de se représenter les causes de leur présence en ce point et d'avoir des notions exactes de l'histoire de la mer rupélienne de cette époque.

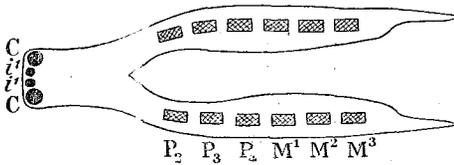
Le fragment de maxillaire inférieur de marsupial a déjà été décrit dans les *Annales de la Société royale de Malacologie de Bruxelles* ; voici une note préliminaire au sujet des maxillaires inférieurs du Rhinocéros de Rumpst.

La formule dentaire est :

$$i_1 - c_1 - pm_3 - m_3 -$$

Les deux maxillaires inférieurs sont complets, soudés solidement dans la région incisive, toutes les dents sont encore implantées dans leurs alvéoles, sauf une incisive et une canine ; ils appartiennent à un

sujet adulte mais très jeune encore. Ils mesurent 42 centimètres de longueur, 7 centimètres de largeur aux incisives et ont un écartement de 8 centimètres. Voici le schéma de la disposition des dents :



Une note définitive donnera la détermination exacte de cet important reste fossile et en fera ressortir tous les caractères primitifs.

### X. STAINIER. — Notes sur la formation des couches de charbon.

Depuis de nombreuses années, je recueille des matériaux pour une étude de la formation des gisements houillers. En même temps, naturellement, je parcours ce que l'on a écrit sur la matière, et Dieu sait si la littérature en est touffue. Au cours de mes lectures il m'est arrivé de rencontrer l'énoncé de faits ou de théories qui, vu sans doute l'autorité de leurs auteurs, ont été admis sans conteste. Même mieux, par la suite, ces faits ou ces hypothèses, considérés comme des vérités acquises, sont répétés par des savants qui, de très bonne foi sans doute, les ont acceptés sans les contrôler. Or, il y en a qui sont manifestement faux et qui, par conséquent, ne peuvent qu'induire en erreur. Débarrasser le terrain de la science des ronces qui l'encombrent est parfois aussi utile que d'ajouter une nouvelle pierre à son édifice. C'est pour cela que nous allons passer au crible de la critique trois affirmations intéressant le mode de formation de la houille et que nous avons rencontrées dans des ouvrages traitant de la question. Nous sommes d'autant plus obligé de procéder à ce nettoyage que deux de ces opinions ont malheureusement vu le jour dans notre pays.

#### I. — TENEUR EN FER DU MUR DES COUCHES DE CHARBON.

Dans un des meilleurs ouvrages d'ensemble que nous possédions sur la géologie de notre pays : *La Géologie de la Belgique*, de M. M. Moulon

(t. I, p. 121), on trouve l'énoncé suivant que je copie textuellement : « En outre, le schiste du toit (des couches de charbon) acquiert par l'action du feu une teinte rouge brique très prononcée, due à la présence de l'oxyde de fer, tandis que celui du mur donne par la cuisson des produits blancs ou gris. Le mur représente la terre végétale sur laquelle s'élevaient les forêts aujourd'hui ensevelies et métamorphosées de l'époque houillère. Ces forêts avaient alors, comme aujourd'hui, la propriété d'enlever le fer disséminé dans le sol. »

Ainsi qu'on le voit par cette citation, l'absence de fer dans le mur des veines de charbon est donnée comme une preuve en faveur de l'hypothèse de la formation sur place.

La recherche de la paternité n'étant pas interdite en géologie, j'ai essayé de retrouver celui qui a le premier affirmé le fait rappelé par M. Murlon et, à mon grand étonnement, j'ai vu que c'était feu F.-L. Cornet, un éminent géologue et en même temps un ingénieur de charbonnages des plus distingués. En effet, dans un article intitulé : « Mines et carrières », qu'il a publié dans l'ouvrage *Patria Belgica* de Van Bemmél (t. I, p. 208, 1873), on retrouve mot pour mot la citation que nous avons reproduite plus haut.

Nous allons voir ce qu'il faut penser de cela.

Tout d'abord nous ne comprenons pas très bien ce que M. Cornet a voulu dire en parlant de la propriété que posséderaient, de nos jours, les végétaux d'extraire le fer du sol. D'éminents botanistes près desquels je me suis renseigné m'ont dit ne pas savoir non plus à quoi il était fait allusion. Toute substance qui doit être absorbée par les plantes doit se trouver à l'état dissous pour être assimilée. Or le fer existant dans le sol à l'état soluble est extrêmement limité et ne peut guère se produire que sous l'influence de l'anhydride carbonique (sous forme de bicarbonate de fer) ou sous l'influence d'acides organiques. Aussi la proportion de fer contenue dans les végétaux est-elle très faible, comme le prouve d'ailleurs la blancheur de leurs cendres. Seuls quelques végétaux spéciaux sont assez riches en fer. Même en admettant chez les végétaux une teneur en fer notable, pour que ce fer soit enlevé au sol, il faut que les plantes, après l'avoir extrait du sol, soient elles-mêmes emmenées au loin par les récoltes, par exemple, ou par érosion naturelle. Ainsi il est exact de dire que les récoltes de céréales enlèvent l'acide phosphorique du sol.

Mais si cet enlèvement des plantes n'a pas lieu, si la plante se décompose là où elle a vécu, les composés de fer qu'elle pouvait renfermer rentrent dans le sol pour recommencer le même cycle.

Or, nous voyons ici des partisans de la formation sur place, admettant, par conséquent, que les plantes houillères se sont décomposées là où elles ont vécu, parler d'entraînement du fer, alors qu'ils nient ce transport des végétaux, qui seul rendrait admissible l'enlèvement du fer.

Concluons donc *a priori*, l'absence de fer du mur des couches, même si cette absence était réelle, ne pourrait être invoquée comme preuve du bien fondé de l'hypothèse de la formation sur place.

Mais cette absence de fer dans le mur est-elle réelle? Nous avons voulu en avoir le cœur net, d'autant plus que nous avons eu fréquemment l'occasion, en faisant des recherches de fossiles sur les terris de charbonnages, de constater, dans les parties de ces terris ayant subi une combustion, que les morceaux de murs qu'on rencontrait dans ces parties brûlées avaient la même teinte rouge brique que les échantillons de toit.

Nous avons alors prélevé, en place, de nombreux échantillons de mur de veines ou veinettes différentes dans divers charbonnages situés à peu près dans toute l'étendue de nos bassins. Pour y déceler la présence du fer, nous nous sommes contenté de renouveler l'expérience de coloration signalée ci-dessus et nous avons calciné nos échantillons au nombre d'environ cent cinquante. A peine une dizaine d'échantillons n'ont pas pris la teinte rouge ou rougeâtre et sont restés blanchâtres ou gris. Tous les autres ont rougi et beaucoup d'une façon très nette. Les échantillons qui n'ont pas rougi avaient une composition particulière. La plupart étaient des murs psammitiques ou gréseux, deux ou trois étaient des murs gras, blanchâtres, très argileux, du vrai type de l'*Underclay* des Anglais.

En me basant sur mes expériences, je dois donc déclarer que le mur des couches de houille dans la région où j'ai opéré n'est pas dépourvu de fer.

Depuis l'époque déjà lointaine où j'ai fait ces expériences, mon attention n'a cessé d'être attirée sur ce point. J'ai toujours constaté dans les visites de charbonnages que le fer existait dans le mur des couches d'une façon si visible qu'il n'est pas besoin de calcination ni d'analyse pour le déceler. Il est bien rare, en effet, que l'on ne rencontre pas dans le mur, comme dans le toit des veines, des rognons ou nodules de sphérosidélite ou carbonate de fer des houillères. Il est même très évident que ces nodules sont bien plus abondants dans les murs. La seule remarque que l'on puisse faire, c'est que les nodules du mur ont une forme spéciale, irrégulière, tourmentée, qui permet de les

distinguer aisément des nodules réguliers ovoïdes ou ellipsoïdaux du toit. L'observation que j'ai pu faire, depuis quelques années, de kilomètres d'échantillons de carottes de sondages, m'a absolument confirmé ce fait, car j'ai pu voir là, dans les milliers de murs de veines, que la présence des nodules de sphérosidérite est en quelque sorte caractéristique des murs, ceux qui n'en ont pas constituant l'exception.

M. Cornet n'a signalé aucun fait à l'appui de son opinion. Mais en lisant les phrases par lesquelles il a développé son idée dans l'article cité plus haut, je me persuade facilement que l'opinion de M. Cornet est née elle-même d'idées antérieures sur un fait connu, mais très spécial, qu'il a généralisé à tort.

En effet, dans cet article cité plus haut, et dont nous avons reproduit l'extrait fait par M. Mourlon, il compare le mur des couches de charbon de Belgique aux célèbres *Underclays* d'Angleterre, recherchés pour la fabrication de produits réfractaires et connus pour leur absence de fer.

Il n'y a pas de doute, M. Cornet se sera laissé influencer par l'exemple classique des célèbres argiles à poterie du bassin houiller du South-Staffordshire : *the Potteries-coalfield*, exploitées au mur de certaines couches. Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que ces *Underclays* très argileux, sans fer, donnant par la cuisson des produits bien blancs et réfractaires, que ces *Underclays* ne se trouvent qu'au mur de quelques rares couches bien déterminées et qu'on ne les exploite qu'aux affleurements, là où le passage des eaux pluviales aurait pu, à la longue, entraîner le fer primitivement contenu dans la roche. En tout cas, ce fait particulier ne saurait être généralisé, appliqué partout, et surtout il ne peut servir de preuve pour ou contre une théorie de la genèse des combustibles.

Nos recherches nous ont montré qu'une opinion fort semblable à celle de F. Cornet avait été énoncée, bien avant lui, par Dawson.

Cet éminent géologue canadien, partisan convaincu de la formation autochtone de la houille, a publié de nombreux travaux sur la stratigraphie, la flore, la faune et la genèse des bassins houillers de son pays. Il a d'ailleurs eu le plus beau champ d'étude de Houiller qui existe, dans la merveilleuse coupe de la falaise des *South Joggins* en Nouvelle-Écosse. Il a étudié et décrit cette région avec une précision et une minutie qui permet de puiser dans ses travaux des éléments pour saper nombre de ses déductions théoriques. Aussi nous aurons à citer fréquemment ses publications.

Dans un de ses travaux consacrés à cette région et intitulé : *On the coal-measures of the South Joggins, Nova Scotia* (QUARTERLY JOURN. OF

THE GEOL. Soc., t. X, 1854, pp. 1-42), on trouve, page 14, l'assertion suivante que je traduis littéralement : « Tous les murs (*underclays*) ont l'aspect blanchi que l'on voit dans le sous-sol des marais (*swamps*) modernes et dû sans doute à la même cause, l'enlèvement ou la transformation des matières colorantes ferrugineuses par l'action désoxydante ou dissolvante de la matière organique en décomposition ou des acides organiques. »

Comme on le voit, Dawson, dans cette phrase, fait partiellement allusion au même fait que F. Cornet, mais il l'explique par d'autres causes et, de plus, il ajoute un fait nouveau, l'aspect décoloré des murs.

Nous allons voir ce qu'il faut penser d'abord des faits en eux-mêmes, puis de l'explication.

Parlons d'abord des faits. Pour Dawson comme pour F. Cornet, les murs seraient dépourvus de matières ferrugineuses. Pour lui, tous les murs présenteraient même cette particularité dans la coupe des *South Joggins* à laquelle il fait allusion. Pour réfuter cette assertion, nous allons invoquer l'autorité de Dawson lui-même. Le travail cité plus haut est surtout un travail de géogénie, mais douze ans plus tard Dawson a publié dans le même périodique, en 1866, un travail intitulé : *On the conditions of the deposition of coal more especially as illustrated by the coal-formation of Nova Scotia and New Brunswick* (p. 95). Dans ce travail, il donne une description très détaillée de tout ce que l'on voit dans la célèbre coupe des *South Joggins*. Or, dans cette description, il ne cite pas moins de dix murs rougeâtres, donc ferrugineux, et il indique la présence de nodules de carbonate de fer dans dix-neuf autres murs. Comme on le voit, la disparition du fer dans le mur est très loin d'être générale. Comme Dawson n'indique aucune raison pouvant expliquer pourquoi certains murs auraient été débarrassés de leur fer, alors que d'autres, formés évidemment dans les mêmes conditions, l'auraient conservé, on peut en déduire que l'explication qu'il donne n'est pas fondée.

En effet, sous la plupart des tourbières actuelles ou des endroits tourbeux, le sous-sol est bien débarrassé de son fer par les causes indiquées par Dawson, c'est-à-dire grâce au lessivage par des eaux chargées d'acide carbonique et d'acides organiques, humiques ou autres. Puisque ce lessivage du fer sous les couches de houille ne s'observe pas, nous en pouvons déduire, contrairement à Dawson, que les houilles ne se sont pas déposées dans des dispositifs géographiques analogues aux *swamps* ou aux tourbières.

Mais Dawson ne parle pas seulement de la disparition du fer dans les murs, il fait aussi allusion à leur aspect blanchi. Il y a quelque chose de fondé dans cette partie de l'observation. Celle-ci porte, ne l'oublions pas, sur des affleurements. Or, dans les affleurements, tout le monde peut voir, dans le Houiller, que les murs prennent des teintes plus claires, parfois même blanchâtres, alors que les schistes gardent des teintes foncées parfois, surtout pour les schistes très argileux. Mais ce ne sont pas seulement les murs qui prennent ces teintes claires, les grès font de même. D'ailleurs ces teintes claires ne sont nullement originelles et ne datent pas de l'époque où les dépôts houillers se sont formés. Ce qui le prouve, c'est que lorsque l'on a l'occasion d'observer les murs en profondeur, dans les charbonnages par exemple, les murs n'ont nullement tous un aspect blanchi décoloré. Tous ceux qui ont exploré les terris de charbonnages pour la recherche de fossiles ont pu constater que les murs ont la même teinte que les autres roches houillères. Il n'est même pas rare d'en rencontrer d'un noir intense, et, en tout cas, c'est surtout au voisinage de la veine que les murs sont généralement le plus foncés. Ce devrait évidemment être le contraire, si les murs avaient été décolorés par des eaux descendant de la couche. En réalité, ce qui règle la teinte des murs comme celle de toutes les autres roches houillères inaltérées, c'est la plus ou moins grande abondance de débris végétaux que les roches contiennent.

On rencontre bien de temps en temps dans le Houiller des murs très clairs, gris, bistres ou blanchâtres, mais ce cas est d'abord très exceptionnel et ensuite il s'accompagne d'autres particularités curieuses qui montrent bien, comme nous le disions dans un travail spécial, qu'il s'agit là d'un phénomène tout autre.

La cause du blanchiment signalé par Dawson ne remonte pas si loin. Il s'agit, on l'aura déjà deviné, d'une altération moderne par les eaux météoriques. Ce qui donne aux roches houillères noires leur teinte foncée, c'est le carbone. Pour que ce carbone disparaisse, il faut qu'il s'oxyde et se transforme en anhydride carbonique. Or, comme le dit très bien Dawson, les matières organiques et les acides organiques, et on peut ajouter les eaux carboniquées qui proviennent des tourbières, ont un pouvoir désoxydant et non pas oxydant. Aussi ce n'est pas à l'époque houillère que le blanchiment s'est produit, c'est à l'époque moderne et sous l'influence du passage continu des eaux pluviales chargées d'oxygène.

Si les murs sont blanchis comme les grès et plus que les autres

schistes, c'est que leur nature grossière et souvent arénacée, la présence d'innombrables tubulures de radicules de *stigmaria* dirigées en tous sens, facilitent singulièrement, dans les murs, la circulation des eaux pluviales, alors que cette circulation est au contraire rendue plus difficile dans les schistes argileux.

Tout le monde sait qu'à la surface du terrain houiller il se forme fréquemment, par le simple passage d'eaux pluviales, et sans intervention d'aucune tourbière ou matière organique, des couches blanches décolorées, argileuses, appelées en Belgique dièves, par comparaison avec les argiles crétacées. M. Ad. Firket a décrit un cas classique de ce genre de formation qui nous dispensera d'en dire davantage. (Cf. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. I, Mém., p. 60.)

## II. — CENDRES DE CHARBONS ET CENDRES DE VÉGÉTAUX.

Dans une note bien connue sur la formation de la houille : *La formation houillère*, par A. Briart (BULL. ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 3<sup>e</sup> sér., t. XVIII, 1889, p. 825), on peut lire, page 829, l'alinéa suivant : « Il semble aussi que la grande pureté chimique de la houille soit une objection, pour le moins aussi sérieuse que la précédente, à la formation par voie de transport. N'oublions pas que la houille des bassins marins est généralement plus pauvre en matières terreuses que la plupart de nos végétaux actuels. »

La grande autorité de Briart comme géologue et la compétence particulière que semblait devoir lui donner une longue carrière passée tout entière dans les charbonnages, ont sans doute exercé leur influence sur ceux qui ont adopté cette opinion de Briart. Cependant, dans la note en question on ne trouve pas l'ombre d'une preuve invoquée en faveur de son assertion. Il nous paraît pourtant qu'un fait aussi curieux et aussi extraordinaire que celui-là méritait bien quelque développement, car, *a priori*, il paraît tout à fait inexplicable. En admettant que ce fait soit réel, on se demande en effet comment on pourrait l'expliquer, même en admettant la théorie de la formation de la houille sur place, théorie en faveur de laquelle ce fait vient témoigner, au dire de Briart.

Non seulement Briart n'a cité aucune preuve à l'appui de ses dires, mais il n'a donné aucune explication du fait et il n'a pas même expliqué en quoi il prouve la formation de la houille sur place. Il se contente de dire que ce fait est une sérieuse objection au mode de formation de la houille par transport. Nous allons reprendre en détail l'étude de

la question si complexe que Briart a traitée au pied levé et nous verrons ce qu'il y aura à déduire de cette étude.

Tout d'abord nous dirons que le fait avancé par Briart, avant même tout examen de la question, paraît hautement improbable, pour les motifs suivants :

1° Les cendres de végétaux renferment des corps solubles et des corps insolubles. D'après Berthier (*Dingler's pol. Journ.*, t. XXII, p. 150), cent parties de cendres de végétaux renfermeraient pour les espèces suivantes :

	Tilleul.	Bouleau.	Aulne.	Sapin.	Pin.
Parties solubles . .	10,68	16,00	18,70	25,14	13,61
Parties insolubles . .	89,49	84,00	81,81	74,29	86,39

En totalisant, nous trouvons la proportion suivante :

$$415,60 : 84,23 = 4,84 : 1.$$

La proportion de matières insolubles est donc près de cinq fois plus forte que celle des matières solubles.

Les matières insolubles étant composées de polysilicates, de carbonates, d'oxydes de fer, de sulfure de fer, toutes substances fort stables, on ne conçoit pas comment ces substances insolubles auraient pu être enlevées aux végétaux pendant leur houillification, car toute réaction qui aurait pu produire cet enlèvement aurait agi avec beaucoup plus d'intensité sur la matière organique voisine.

Mais on comprend que, pendant la décomposition des plantes, leurs composés minéraux solubles aient pu être entraînés par exemple par lessivage dans l'eau. En admettant un lessivage parfait, la proportion de cendres ne serait inférieure que de 16,5 % dans la houille par rapport aux végétaux. Mais les végétaux ne renferment pas que des composés minéraux solubles. Ils renferment aussi des gommés, hydrates de carbone, acides organiques, etc., solubles, qui naturellement seraient aussi entraînés par le lessivage et dont la disparition augmenterait d'autant la proportion de cendres dans le produit final. Nous n'avons aucune idée de la proportion de matières organiques solubles que les plantes bouillères ont pu renfermer, mais tenant compte, comme nous le verrons plus loin, de la faible proportion de matières minérales totales dans les végétaux, du fait que les matières minérales solubles ne constituent encore qu'une minime partie de ce total, nous pouvons hardiment supposer que l'enlèvement des matières organiques solubles a pu amplement compenser le lessivage des matières minérales

solubles. Les charbons devraient avoir, dans ce cas, la même proportion de cendres que les végétaux qui leur ont donné naissance.

2° Mais dans le processus de la transformation des végétaux en charbon il n'y a pas seulement des substances qui peuvent disparaître par dissolution, il y a surtout des corps qui s'échappent à l'état de gaz du fait de la fermentation, quoique cette fermentation soit incomplète. Ce départ de substances gazeuses a nécessairement pour conséquence d'enrichir en cendres le produit final, le charbon (1).

Donc, si l'on met en parallèle, pour apprécier la teneur en cendres de la houille, les causes d'appauvrissement ou d'enrichissement en cendres, on voit que les causes d'enrichissement sont de loin dominantes. Il doit donc en résulter que, même en admettant avec Briart que la houille s'est formée dans des eaux excessivement pures, la houille devrait être plus chargée de matières minérales que les végétaux qui l'ont produite, contrairement à l'opinion exprimée par Briart.

3° Mais ce n'est pas tout. On n'a aucune bonne raison de croire que la teneur en cendres des végétaux aurait subi une modification régulière au cours de la période houillère. De plus, tous ceux qui se sont occupés de la question de la transformation chimique de la matière végétale en houille admettent que la teneur de la houille en matières volatiles varie non d'après la nature des végétaux constituants, mais d'après les conditions de formation et de transformation. Les houilles

(1) Pour montrer combien est important ce départ de matières volatiles lors de la transformation des matières végétales en diverses espèces de combustibles, nous donnerons ici le tableau suivant, emprunté à l'ouvrage de Muck : *Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie*, in-8°, E. Strauss, Bonn, 1884, I.

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Bois . . . . .	50 %	6,0 %	43,0 %	1,0 %
Tourbe . . . . .	59 —	6,0 —	33,0 —	2,0 —
Lignite . . . . .	69 —	5,5 —	25,0 —	0,8 —
Charbon . . . . .	82 —	5,0 —	13,0 —	0,8 —
Anthracite . . . . .	95 —	2,5 —	2,5 —	traces.

(J'ai corrigé une erreur d'impression pour la teneur en oxygène de la tourbe, indiquée par Muck comme étant de 43 %. C'est évidemment 33 % qu'il faut lire.)

Comme on le voit, la teneur initiale en matières fixes, même en admettant que tout le carbone soit fixe, serait encore presque le double dans l'anthracite de ce qu'elle est dans le bois, et la proportion de cendres d'un bois qui se transforme en anthracite devrait ainsi presque doubler. Or, on sait bien que si à peu près tout le carbone est fixe dans l'anthracite, il n'en est pas de même dans les autres substances combustibles et que l'enrichissement en cendres doit en conséquence être d'autant plus élevé par le processus de houillification.

sèches à longue flamme à 40 % de matières volatiles sont le produit de transformations peu avancées ayant permis au produit final de conserver la plus grande partie des matières volatiles des substances végétales originelles. Les anthracites à 5 % de matières volatiles sont des produits très métamorphiques ayant perdu, pour une cause ou l'autre, presque tous les constituants gazeux de leur matière végétale originelle.

Ces prémisses étant posées, il en résulte nécessairement, si les matières minérales de la houille proviennent uniquement des végétaux constitutifs, que l'on devrait trouver une gradation régulière dans la proportion en cendres des charbons, depuis les anthracites jusqu'aux charbons à longue flamme ou flénus. Le départ de 35 % de matières gazeuses n'ayant pu se faire sans que la proportion en cendres ne s'augmente corrélativement, les anthracites devraient être beaucoup plus riches en cendres que les flénus, et entre les deux on devrait trouver des teneurs intermédiaires en rapport avec les teneurs intermédiaires en matières volatiles.

Or en fait, dans la nature, rien de pareil ne s'observe. Il n'y a pas l'ombre d'un rapport entre la teneur en cendres et la teneur des charbons en matières volatiles.

Ce seul fait suffit, *a priori*, pour ruiner complètement l'hypothèse de M. Briart et pour montrer que la présence de cendres dans le charbon est due non seulement aux cendres primitivement contenues dans les végétaux, mais aussi à des apports étrangers de matières terreuses.

Jusque maintenant nous n'avons examiné le fait signalé par Briart qu'à un point de vue tout à fait théorique; mais il est bien facile de savoir si ce fait est réel, puisqu'il repose sur la comparaison de chiffres sur lesquels il ne peut donc y avoir d'opinions divergentes.

Briart n'ayant cité aucun des chiffres sur lesquels il aurait pu étayer son opinion, nous allons faire le travail à sa place. Il est d'ailleurs bien simple en principe. Il suffira de voir dans les ouvrages spéciaux quelles sont les teneurs en cendres des végétaux actuels qui se rapprochent le plus des végétaux houillers. Ensuite on pourra puiser dans les recueils d'analyses de charbons. La comparaison des chiffres de ces deux sources montrera, sans conteste possible, de quel côté penche la balance.

#### *Cendres des végétaux actuels.*

Grâce à l'obligeance de mon collègue M. E. Marchal, professeur de botanique à l'Institut agricole de Gembloux, j'ai eu connaissance d'un

ouvrage qui est une source inépuisable de renseignements sur le point qui nous intéresse. Il a de plus eu l'amabilité de me communiquer ce travail, et je le prie d'agréer ici mes sincères remerciements.

Il s'agit du travail classique : E. WOLFF, *Aschenanalysen von landwirthschaftlichen Producten, Fabrikabfällen und wildwachsenden Pflanzen*. Berlin, Wiegands et Hempel, in-4°, t. I, 1871, 194 pages, t. II, 1880, 170 pages.

Au milieu des innombrables résultats d'analyses que contiennent ces volumes, vrai travail de bénédictin, nous choisirons naturellement les résultats d'analyses de plantes se rapprochant le plus des plantes qui composaient la flore houillère.

Ainsi nous prendrons en première ligne les résultats des analyses de Fougères et de Lycopodiacées, puisque ces plantes dominaient dans la flore houillère.

La proportion de cendres en pour cent indiquée dans toutes les analyses que nous allons citer d'après Wolff est la proportion des cendres pures dans la matière végétale préalablement desséchée.

#### Fougères et Lycopodiacées.

Cf. Wolff, t. I, p. 136 :

<i>Aspidium Filix femina</i> . . . . .	6,76
— <i>mas.</i> . . . . .	7,56
— rhizome . . . . .	2,78
— frondes . . . . .	5,43
— pinnules . . . . .	7,94
<i>Asplenium Filix femina</i> . . . . .	6,44
<i>Lycopodium clavatum</i> . . . . .	4,70
<i>Lycopodium chamaecyparissus</i> . . . . .	6,10
— — sans spores . . . . .	4,30

Cf. Wolff, t. II, p. 110 :

Fougère indéterminée. . . . .	4,32
-------------------------------	------

Citons aussi les analyses de quelques mousses à titre de comparaison.

Cf. Wolff, t. II, p. 110 :

<i>Hypnum Schreberi</i> . . . . .	2,32
— <i>splendens</i> . . . . .	3,05
— <i>triquetrum</i> . . . . .	3,92

Cf. Wolf, t. I, p. 135 :

<i>Sphagnum palustre</i> . . . . .	3,71
— sp. . . . .	3,00
— <i>cuspidatum</i> . . . . .	1,87
— sp. . . . .	1,30 2,16 2,88 3,00

Toutes les plantes que nous venons de citer sont des plantes herbacées, tandis que les couches de houille sont surtout formées par des troncs ou plutôt des écorces. Aussi nous donnons ici, d'après le travail de Wolff, la teneur en cendres de quelques arbres de la famille des Conifères déjà représentée à l'époque houillère.

Cf. Wolff, t. I, pp. 124-125-126 et 128 :

<i>Pinus sylvestris</i> : plante entière. . . . .	4,15
— bois d'un arbre malade . . . . .	0,14
— le même, mort . . . . .	0,19
— aiguilles . . . . .	1,40-5,59
<i>Abies excelsa</i> : bois d'un arbre de 220 ans. . . . .	0,38
— — 172 ans . . . . .	0,46
— — 135 ans. . . . .	0,33
— écorce d'un arbre de 220 ans. . . . .	0,94
— — 172 ans. . . . .	1,57
— — 135 ans. . . . .	2,02
— aiguilles . . . . .	5,82
<i>Abies pectinata</i> : plante entière . . . . .	4,47
— bois. . . . .	0,80
— aiguilles . . . . .	7,10
<i>Pinus pumilio</i> : bois . . . . .	0,22
— écorce . . . . .	0,88
<i>Pinus larix</i> : bois . . . . .	0,32

Cf. Wolff, t. II, pp. 84-100 :

<i>Pinus sylvestris</i> : bois d'âges différents. . . . .	0,287 à 1,224
— graines . . . . .	2,44 à 2,79
— aiguilles . . . . .	1,482 à 2,41
<i>Pinus austriaca</i> : aiguilles . . . . .	1,63 à 4,55
<i>Pinus maritima</i> : bois. . . . .	0,42 à 1,54
<i>Pinus Larix</i> : aiguilles . . . . .	2,49 à 6,02
— cambium . . . . .	4,118
— bois . . . . .	0,098 à 0,245

<i>Abies excelsa</i> : différentes parties du tronc . . . . .	0,169 à 2,815
— aiguilles . . . . .	3,591
— graines . . . . .	2,54 à 3,07
— bois à diverses époques . . . . .	0,189 à 0,252
<i>Abies pectinata</i> : diverses parties du tronc . . . . .	0,234 à 2,742
— aiguilles . . . . .	3,064

### *Analyses des charbons.*

Les analyses de charbons sont innombrables. Les citer toutes formerait la matière de plusieurs volumes, et le résultat obtenu ne serait guère en rapport avec le travail dépensé. Cependant, pour pouvoir donner une idée, suffisante pour les besoins de la cause, de la teneur des charbons en cendres, voici comment j'ai procédé : J'ai réuni au delà d'une cinquantaine d'ouvrages contenant des analyses de charbons des bassins houillers carbonifériens des États-Unis, du Canada, d'Angleterre, de France, de Belgique, d'Allemagne et de Russie. Comme la composition des charbons au point de vue des cendres présente une grande importance au point de vue commercial, j'ai soigneusement évité de consulter les ouvrages publiés par les intéressés, spécialement dans un but de réclame, comme les notices, prospectus ou autres brochures. J'ai dû cependant faire exception à cette règle pour des pays tels que l'Angleterre ou la Russie, où il n'existe guère d'autres sources de renseignements. Autant que possible j'ai pris les résultats d'analyses faites par des institutions officielles. J'ai ainsi réuni un total de 2 658 résultats d'analyses donnant le pourcentage en cendres de charbons.

J'ai ensuite classé ces différentes analyses, d'après leurs résultats, dans les catégories suivantes :

1°	Charbons tenant de	0 à 1	% de cendres.
2°	—	1 à 2	—
3°	—	2 à 3	—
4°	—	3 à 5	—
5°	—	5 à 10	—
6°	—	10 à 20	—
7°	—	20 % de cendres et plus.	

Voici les chiffres que j'ai obtenus :

		Proportion en % pour le total.
1 <sup>re</sup> catégorie . . . . .	27	1,00
2 <sup>e</sup> — . . . . .	249	9,25
3 <sup>e</sup> — . . . . .	354	13,25
4 <sup>e</sup> — . . . . .	689	26,00
5 <sup>e</sup> — . . . . .	931	35,25
6 <sup>e</sup> — . . . . .	346	13,00
7 <sup>e</sup> — . . . . .	62	2,25
TOTAUX. . . . .	2,658	100,00

*Discussion des résultats.*

Les résultats consignés ci-dessus indiquent que la proportion de cendres varie, dans les charbons, dans de très grandes limites. Tous ceux qui se sont occupés d'analyses de charbons savent que la proportion des cendres que l'on y trouve dépend non seulement de la constitution des charbons, mais surtout de la façon dont on prélève les échantillons destinés à l'analyse et même un peu des procédés d'analyse employés. Les résultats d'analyses que nous avons énumérés plus haut, provenant des sources les plus diverses, ne sont donc pas rigoureusement comparables. Par conséquent, si les différences de teneurs étaient peu prononcées, il ne pourrait en être tenu compte comme élément d'appréciation. Mais tel n'est pas le cas. La catégorie de charbon de loin la plus fournie, celle des charbons de 5 à 10 %, renferme plus du tiers du nombre total. Réunie à la catégorie des charbons de 3 à 5 % de cendres, elles comprennent à elles deux plus des  $\frac{6}{10}$  de l'ensemble.

Par contre, la première catégorie ne comprend qu'un nombre si infime qu'on peut la considérer comme négligeable, d'autant plus que presque tous les résultats se rapportent à des analyses anciennes et que douze d'entre elles proviennent d'une même source, influencée donc fortement par le facteur personnel.

En tenant compte du fait que les quatre premières catégories d'un côté et les trois dernières de l'autre comprennent juste chacune la moitié des chiffres totaux, on sera certes près de la vérité en admettant pour les charbons une teneur moyenne en cendres de 5 %.

*Rapport des cendres de houille avec celles des végétaux.*

Si l'on examine les résultats d'analyses de végétaux actuels que nous avons donnés plus haut, ou, mieux encore, si l'on compulse les innombrables chiffres réunis avec tant de patience par E. Wolff, on verra que la proportion des cendres varie, dans les plantes vivantes, dans les mêmes limites que les cendres dans les charbons. Mais il est aussi très facile de voir qu'au point de vue des cendres, les matières végétales peuvent se grouper en deux catégories différentes.

D'un côté nous avons toutes les parties ligneuses des végétaux. Comme le dit Friedrich Czapek, page 761 du volume II de sa *Biochimie der Pflanzen* (1903, Fischer, Iéna) : La proportion totale de cendres dans tout corps ligneux est, en règle générale, faible et atteint souvent moins de 1 % de la matière sèche. Les très nombreux résultats cités par Wolff confirment absolument ce fait et montrent que dans le bois de n'importe quelle espèce d'arbres on arrive toujours à des teneurs inférieures à 1 %. Les conifères tout particulièrement peuvent avoir des teneurs très basses (0,21 % pour le pin d'après Strasbürger, Noll, Schenck et Schimper : *Lehrbuch der Botanik*, 1894, Fischer, Iéna).

De l'autre côté, toutes les parties herbacées des plantes peuvent renfermer des cendres, en proportions fort variables, mais toujours plus élevées de beaucoup que dans les parties ligneuses. La différence est visible dans un même végétal, comme l'indiquent les analyses de M. Violette (citées dans le *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, t. I, p. 641) portant sur le poirier.

Feuilles . . . . .	7,118
Extrémité des tiges : écorce . . . . .	3,454
— bois . . . . .	0,304
Partie moyenne : écorce . . . . .	3,682
— bois . . . . .	0,134
Partie inférieure : écorce . . . . .	2,903
— bois . . . . .	0,354
Tronc : écorce . . . . .	2,657
— bois. . . . .	0,296
Racine : écorce . . . . .	1,129
— bois . . . . .	0,234

Ces dernières analyses vont nous permettre de résumer ce que l'on peut dire, dans l'état actuel de nos connaissances, sur la teneur en

cendres des végétaux : Les matières végétales ligneuses renferment environ 1 % de cendres, les écorces environ 3 % et les parties herbacées 4 % et au delà (1).

Or, de l'avis de tous les spécialistes qui ont étudié la formation des couches de houille ordinaires des grands bassins sur lesquels portent nos appréciations, ces couches de houille sont surtout formées par l'accumulation des troncs et tout spécialement d'écorces. Ce sont ces troncs et ces écorces qui forment les lits brillants et purs des couches de houille, tandis que les lits ternes ou mats sont produits par la macération de parties herbacées plus ou moins mélangées de matières terreuses étrangères. Si le fait avancé par Briart était vrai, les couches de houille ordinaires, en majeure partie formées d'écorces, devraient non seulement avoir une teneur en cendres moyenne de 3 %, mais une teneur inférieure à celle-là. Or, nous l'avons montré plus haut, les charbons titrant moins de 3 % de cendres ne forment qu'un peu plus de  $\frac{1}{3}$  du total, et la moyenne atteint 5 %. Les teneurs inférieures à 1 %, la teneur en cendres du bois, pratiquement n'existent pas dans les charbons. Nous pouvons ainsi conclure, à l'encontre de Briart, que les charbons ne sont pas plus purs que les matières végétales qui leur ont donné naissance.

On doit dès lors admettre que pendant la transformation des végétaux en houille, il y a eu apport d'une quantité plus ou moins grande de matières terreuses étrangères.

L'objection que Briart avait voulu tirer de la pureté de la houille, contre la formation par transport, se retourne donc contre lui.

Certes on me fera l'objection de principe suivante : « Puisque la haute teneur en cendres des charbons provient surtout de la présence

---

(1) Pour que la comparaison des végétaux houillers avec le charbon qu'ils ont formé fût rigoureusement exacte, au point de vue de la teneur en cendres, nous devrions évidemment posséder des analyses de ces végétaux houillers, ce qui est et restera impossible. On doit donc se contenter de prendre dans la flore actuelle les végétaux qui se rapprochent le plus des végétaux dominants de l'époque houillère. Nous devrions par conséquent disposer d'analyses de cryptogames arborescents (Fougères, Lycopodiées, Équisétacées), de cryptogames herbacés des mêmes familles et de gymnospermes arborescents ou herbacés. Malgré toutes mes recherches, je n'ai pu trouver aucune analyse de cryptogame arborescent, et le résultat est d'autant plus regrettable que ce sont vraisemblablement eux qui ont contribué pour la plus large part à la formation des couches de houille. Nous en sommes donc réduit à supposer qu'ils avaient la même teneur en cendres que les gymnospermes arborescents actuels. L'uniformité de la teneur chez tous les végétaux arborescents actuels, à quelque groupe qu'ils appartiennent, nous autorise d'ailleurs à agir ainsi.

dans les couches des lits terreux et mats qui ne seraient donc que des charbons impurs, il faut en faire abstraction et ne considérer que le charbon brillant et pur. » Il est bien facile de répondre à cette objection.

Certes, si l'on se bornait à étudier, uniquement au point de vue chimique, les transformations qu'ont subies les substances végétales pour passer à l'état de charbon, on serait parfaitement fondé à écarter les matières étrangères qui n'ont aucune influence sur ces transformations. On pourrait alors logiquement faire des prises d'échantillons de charbon avec toutes les précautions possibles pour éliminer les matières étrangères.

Il suffit de lire le travail de Briart pour voir que ce n'est nullement le côté chimique de la formation houillère qu'il a voulu aborder. Cette face de la question n'est même pas effleurée dans son travail qui est purement géologique et plus spécialement géogénique. Ce n'est pas le mode de transformation chimique, la houillification, en d'autres mots, des végétaux houillers qu'il recherche, c'est l'origine des accumulations de charbon, des couches de houille qui le préoccupe.

Or, une couche de houille forme un tout inséparable au point de vue de l'origine. Les matières terreuses mélangées intimement à la houille ou isolées en lits plus ou moins épais, mais intercalés dans le charbon, se sont déposées en même temps que le charbon et n'y ont pas été introduites après coup. On ne peut pas en faire abstraction et séparer leur étude de celle du charbon. Sans cela ce serait une façon d'agir bien facile et enfantine. On ferait abstraction des impuretés du charbon, puis l'on viendrait faire état de la pureté du charbon.

Les partisans de la formation de la houille sur place moins que tous les autres peuvent faire abstraction de tout ce qui se trouve dans le corps d'une veine, car c'est surtout pour eux qu'une veine forme un tout formé par un même cycle végétatif enraciné dans un même sol, le mur de la couche.

La lecture du travail de Briart laisse l'impression que pour lui la formation de la houille trouve son analogue le plus frappant dans les tourbières actuelles des régions froides ou tempérées, des tourbières à mousses. Comme dans ces tourbières la végétation n'est possible qu'à la faveur d'eaux très claires (cf. DE LAPPARENT, *Traité de Géologie*, 5<sup>e</sup> édit., p. 548), il fallait nécessairement admettre que le charbon était fort pur. De là le fait qu'il a avancé sans le démontrer, car il ne repose sur rien. Les analyses de mousses actuelles de tourbières que nous avons citées plus haut montrent même que ces mousses sont beaucoup moins

riches en cendres que tous les autres végétaux herbacés. Quant à l'autre terme de la comparaison, la composition des charbons, Briart était d'autant moins fondé à l'ignorer que, directeur d'une des plus vastes exploitations charbonnières du pays, il lui suffisait de consulter les milliers de bulletins d'analyse dont il disposait, pour savoir à quoi s'en tenir.

### III. — DÉCOLORATION DU MUR DES COUCHES PAR LES RACINES DES PLANTES HOUILLÈRES.

Nous avons vu plus haut un partisan de la formation autochtone de la houille invoquer, en faveur de son opinion, la couleur claire des murs de veines. Exactement à la même époque et dans le même volume de l'année 1854 du *Quarterly Journal of the Geological Society*, nous allons voir revenir la même idée, mais sous une tout autre tournure et que l'on ne pourrait accuser de manquer d'originalité. Décrivant un gisement de troncs-debout au charbonnage de Dukinfield (*Description of the Dukinfield Sigillaria*, cf. *op. cit.*, p. 590), un éminent géologue et paléontologiste, E.-W. Binney, a donné le jour à l'étonnante phrase suivante, dont je vais donner la traduction littérale, après le texte original, pour qu'on ne me reproche pas d'avoir travesti la pensée de l'auteur :

« The floor, as before stated, is a dark fire-clay. Owing to its colour, scarcely any traces of plants can be distinctly seen in it; but on a careful examination I found it to be entirely traversed by the long stringy fibrils so characteristic of *Stigmaria*, and which have, in all probability discoloured the deposit with the carbon liberated by their decomposition. »

Ce qui veut dire :

« Le mur, comme il a été indiqué plus haut, est une argile réfractaire foncée. A cause de sa couleur, à peine peut-on y découvrir quelques traces de plantes; mais après un examen attentif, je découvris qu'il est entièrement traversé par les longues radicules fibreuses si caractéristiques des *Stigmaria* et qui ont, suivant toute probabilité, décoloré le dépôt par le carbone libéré par leur décomposition. »

Savourons ce fin morceau et admirons tout d'abord ce carbone mis en liberté par la décomposition des végétaux. Évidemment on ne pouvait avoir en 1854 les idées exactes que nous possédons sur la décomposition et la fermentation, mais les travaux précités de Dawson montrent que l'on savait déjà bien alors que la putréfaction des

plantes ne met pas le carbone en liberté ; au contraire, elle le fixe dans une combinaison très stable, l'anhydride carbonique.

Mais admettons même que du carbone serait mis en liberté par la décomposition des végétaux : j'aurais naïvement cru, et beaucoup de personnes le croiront avec moi, que le carbone organique, d'un noir intense, aurait non pas décoloré, mais au contraire coloré en foncé, en noir, le dépôt.

Mais le plus beau est pour la fin. Binney, qui signale lui-même la couleur foncée du dépôt, cherche à expliquer pourquoi il est décoloré. Qu'aurait donc fait Binney si le dépôt avait été en réalité pâle et décoloré ? Nous nous trouvons là vraisemblablement en présence d'un cas d'autosuggestion des plus curieux. Avidé de trouver des arguments en faveur de la théorie de la formation sur place et cherchant donc à comparer le mur des couches au sous-sol blanchi des tourbières, il a vu, en esprit, ce mur pâle, malgré le témoignage de ses yeux qui le lui montraient foncé.

On avouera après cela que si la théorie de la formation de la houille sur place n'est pas solide, ce n'est pas faute d'avoir été défendue d'une façon originale et logique. Binney, d'ailleurs, lorsqu'il s'agissait d'appuyer sa théorie favorite, n'était jamais à court. On se rappellera que c'est lui qui, trouvant, un des premiers, des cailloux roulés de quartz et de quartzite au beau milieu des couches de houille, ennuyé de la présence de ces intrus si dangereux pour ses théories, s'était lestement tiré d'affaire en les considérant comme des.... météorites.

Et cependant Binney était un savant de grande valeur à qui nous devons des travaux très sagaces de géologie et de paléontologie, dont plusieurs se distinguent par des vues originales et sensées.

Réellement il y a pour croire, comme le prouvent encore d'autres exemples que je citerai à l'occasion, que les théories de la formation de la houille exercent sur certains esprits le même effet que la tramontane.

**F. HALET. — Analyse du rôle de l'agrogéologie, d'après le travail présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm par M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois.**

Dans un travail récent publié en langue allemande dans le volume XL (1910) des *Földtani Kozlöny* et présenté au Congrès agrogéologique de Stockholm, M. Treitz, géologue en chef du Gouvernement hongrois, a voulu jeter un coup d'œil sur le rôle de l'agrogéologie et envisage les différents buts que cette science est appelée à remplir.

Nous avons cru intéressant de faire ressortir les points les plus importants de ce travail, la science agrogéologique étant toute récente et ses attributions étant encore peu nettement comprises et connues par le plus grand nombre des géologues.

Ce sont les géologues allemands qui se sont surtout spécialisés dans les recherches agrogéologiques; le Service géologique officiel de ce pays a même fait paraître une série de cartes agrogéologiques qui ne sont en réalité que des cartes géologiques contenant des déterminations pétrographiques des dépôts supérieurs du sol.

Ces cartes, au point de vue pratique, ne semblent pas avoir donné les résultats auxquels on s'attendait, bien que dans un climat humide comme celui de l'Allemagne on puisse déjà déduire des conclusions pratiques par les investigations pétrographiques des dépôts supérieurs du sol.

Mais l'auteur nous fait remarquer que, quand on envisage des régions pauvres en précipitations atmosphériques, l'analyse pétrographique ne rend aucun service en vue de l'amélioration du sol, car dans les régions soumises à des époques de sécheresse les sols de composition absolument différente se montrent d'une fertilité identique.

Ces observations ont été confirmées par M. Treitz dans les régions arides de la Hongrie, par le professeur Hilgard en Californie et par différents spécialistes dans le Sud de la Russie et la Roumanie.

Se basant sur ces résultats, M. Treitz a reconnu qu'il fallait abandonner la voie suivie jusqu'à ce jour dans les levés agrogéologiques, et il expose dans sa brochure des vues nouvelles sur la question résultant

des observations nombreuses qu'il a effectuées sur le terrain et de ses travaux au laboratoire.

Avant d'entreprendre l'examen des problèmes agrogéologiques, l'auteur commence par jeter un coup d'œil sur l'évolution de cette science hors de la géologie.

Tandis que le géologue doit étudier la structure de l'écorce dure de la Terre et les forces qui sont entrées en jeu dans la formation de cette croûte, l'agrogéologue, d'après la signification du mot *agron*, c'est-à-dire champ ou la partie supérieure des dépôts terrestres exposée aux actions atmosphériques, doit étudier les couches supérieures de cette Terre imprégnées de produits de décomposition organique, car, la végétation prenant naissance sous l'action des agents atmosphériques, les déchets de cette végétation abandonnés à la surface ou dans le sol se décomposent et s'huméfient.

Comme le sol supérieur est fortement influencé par le sous-sol et que, de plus, avant la formation du sol supérieur actuel, le sous-sol était déjà également souvent mélangé de terre humeuse, on voit que l'agrogéologie est intimement liée à la géologie.

D'autre part, la profondeur à laquelle les recherches doivent être poussées devait être estimée d'après la structure du sol et la nature de ses éléments; cette profondeur pouvant varier, suivant les cas, de 4 à 16 mètres, on voit que l'agrogéologue doit être versé dans les questions de géologie générale et ne peut se passer de la connaissance des minéraux et des roches.

La première et la plus importante science qui vient en aide à l'agrogéologie est la chimie, car la terre arable prend naissance par la transformation chimique des minéraux et des roches. Cette métamorphose et la transformation des substances humiques contenues dans la terre ne peuvent être comprises sans l'aide de la connaissance des processus chimiques.

Mais ces processus chimiques ne peuvent pas expliquer seuls la formation des sols; les recherches faites dans des sols vierges ont montré que la nature des procédés d'altération est déterminée par la forme de la végétation originelle et naturelle. En présence de végétations différentes, des processus chimiques différents ont lieu, mais en présence de végétations semblables des transformations chimiques semblables ont également lieu.

Or on sait que les formes de végétation existent suivant des zones de climat; dans chaque zone, la végétation prend naissance et varie suivant le climat.

Comme on a vu que le sol est influencé par la végétation, l'auteur arrive à la conclusion, déjà connue du reste, que les limites des zones de climat et des formes de la végétation déterminent en même temps les limites des différents types de sol, ou en un mot que chaque zone de climat a son sol caractéristique. Divers savants, par des cartes spéciales des grandes régions, ont montré les rapports qui existaient entre le sol et le climat.

L'ensemble de tous ces travaux démontre clairement que le climat est le facteur le plus actif dans la formation des sols.

Le climat et la végétation influençant le sol permettent de diviser les sols en trois grandes classes :

- 1° Les sols à végétation ligniteuse (forêts et bosquets) ;
- 2° Les sols à végétation herbacée (steppes) ;
- 3° Les sols à végétation herbacée artificielle (transformation par la main de l'homme).

La séparation entre les régions boisées et les régions des steppes est basée sur le climat.

Dans les zones de climat soumises en été et en automne à des vents complètement secs, les arbres et les buissons ne peuvent résister ; seules des plantes qui ont terminé leur croissance au milieu de l'été peuvent résister à ce climat.

L'auteur examine successivement la constitution : a) du sol des régions boisées ; b) du sol des régions des steppes ; c) de quelques formations de sols particuliers.

Pour la facilité de compréhension, il divise le sol qui intéresse la culture en trois parties ou horizons distincts, à savoir :

- 1° L'horizon A, constitué par les couches tout à fait supérieures ;
- 2° L'horizon B, les couches sous-jacentes à A ;
- 3° L'horizon C, formé de la roche mère.

#### LE SOL DES RÉGIONS BOISÉES.

La caractéristique du sol des forêts est que dans l'horizon moyen B se forme toujours un banc durci.

D'après l'auteur, le mode de formation du sol des forêts peut se résumer de la façon suivante :

Le sol de la forêt est recouvert d'une couche de 10 à 15 centimètres de matières organiques provenant de la chute des feuilles et branches. Le sol étant tenu dans l'ombre par le feuillage des arbres, cette couche organique sera constamment humide.

L'eau de pluie chargée d'acide carbonique enlève presque toutes les bases contenues dans la matière organique, et il ne restera de celle-ci que la cellulose et quelques substances minérales.

Cette cellulose se décompose, et le produit de la décomposition, une substance colloïdale acide réagissante, se dispersant avec les eaux de pluie, traverse les couches supérieures du sol. Les eaux qui descendent dans le sol sont de cette façon à réaction acide et attaquent les substances minérales du sol.

Sous cette influence, les couches de l'horizon A sont continuellement lavées, et il ne reste qu'un sol très pauvre, appelé par les Allemands Bleichsand ou sable blanc.

Les produits de décomposition sont donc conduits par les eaux dans l'horizon inférieur B.

Pendant l'été et la saison sèche, les chutes d'eau étant au minimum et une grande évaporation étant faite par la végétation très active en ce moment, l'humidité entraînée dans les profondeurs du sol pendant l'hiver remonte par capillarité en été et ramène avec elle une partie des sels minéraux qui ont été entraînés des couches supérieures pendant la saison pluvieuse.

Ces sels solubles arrivent jusqu'au niveau où l'air du sol ne contient pas de substances acides, mais dans l'horizon B il se trouve pendant l'été encore de faibles quantités de ces substances, et dans cet horizon une partie des substances solubles subit une oxydation et se sépare de la solution par précipitation.

Ce précipité entoure les grains du sol, et au bout d'un certain temps le nombre de ces précipitations peut former un banc dur cimenté auquel, suivant les pays, on a donné le nom de Ortstein, Orterde, alios, tuf, Hardpau, Vaskövesfok.

L'Ortstein contient une et demie à deux fois autant de produits de décomposition que la roche mère et dix fois autant que le Bleichsand.

En particulier dans l'Ortstein le rapport des matières minérales aux matières organiques est influencé par les conditions climatiques.

Un climat humide et froid ne favorise pas la décomposition des matières organiques, celles-ci s'amoncellent; au contraire, un climat chaud et sec facilite le processus de décomposition, le sol se dessèche, les pluies d'été entraînent une grande quantité de matières acides dans les couches inférieures du sol et activent l'oxydation des sels organiques.

Par suite, l'Ortstein dans les forêts de ces zones se compose en plus grande partie de substances minérales, et les matières humiques ne sont contenues dans l'Ortstein que dans la proportion de 3 à 5 %.

Cet Ortstein a été appelé par le Prof Ramann « Orterde », en opposition avec le véritable Ortstein dans lequel les substances humiques atteignent 17 %.

C'est de cette façon que l'auteur comprend la formation des sols des forêts et de l'Ortstein.

Il est intéressant d'y comparer la formation de l'Ortstein telle qu'elle a été formulée par M. Bradfer dans son travail sur l'Ortstein publié dans le Bulletin de la Société belge de Géologie, tome XVII.

L'auteur a envisagé la formation de ce tuf dans les sols des bruyères de la Campine et s'exprime de la façon suivante :

« Quand il pleut, l'eau entraîne avec elle les acides organiques qui se sont formés, ainsi que de fines particules d'humus que l'on retrouve dans le tuf. Ne rencontrant dans la couche végétale et le sable gris qu'une très faible proportion de chaux, de potasse, de fer, il est évident que cette solution acide va les dissoudre et les entraîner avec elle (1), et qu'elle ne sera pas neutralisée. Mais elle arrive au contact du sable jaune, très riche en fer. Naturellement il va se produire une précipitation des acides organiques, c'est-à-dire une neutralisation de ceux-ci par le fer. Ainsi se forme le tuf humique, et c'est ce qui explique :

» 1° Pourquoi on le trouve toujours au contact du sable jaune;

» 2° Pourquoi il est aussi riche et même un peu plus riche en fer que celui-ci.

» En résumé donc, nous avons une solution d'acides organiques qui descendent dans le sol et ne se précipitent que lorsqu'ils rencontrent un corps neutralisant, c'est-à-dire le fer. »

On voit que les deux auteurs ne sont pas d'accord sur la formation de ces tufs. M. Treitz n'envisage que la formation lors de la précipitation des sels provenant des eaux remontant des profondeurs pendant la période sèche, tandis que M. Bradfer explique cette formation pour les eaux descendant dans le sol et a appuyé sa manière de voir par des expériences de laboratoire; ces dernières auraient été plus complètes si l'on avait aussi fait intervenir une période d'évaporation, car, à notre avis, les deux méthodes de formation pourraient exister dans des cas spéciaux et arriver au même but, c'est-à-dire la formation de l'Ortstein.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que les bruyères sont ordinairement le résultat du déboisement et que l'Ortstein qui se rencontre

---

(1) En effet, ces éléments : chaux, potasse, fer, etc., sont en trop faible quantité pour précipiter les acides qui sont surabondants. Ils seront donc dissous par eux. D'autre part, un acide ne peut exister à l'état libre en profondeur.

dans ces sols a été formé lors du boisement de ceux-ci et n'a pas été détruit à cause de la culture en bruyère.

Toutefois, la manière de voir de M. Treitz expliquerait pourquoi le tuf humique ne s'épaissirait pas davantage dans nos régions, car, les époques pluvieuses l'emportant sur les époques sèches, l'Ortstein ne peut jamais atteindre une forte épaisseur étant détruit en partie chaque année pendant la période pluvieuse.

Pour terminer, il ressort du travail de l'auteur que dans tout sol de forêt on trouve une première zone A tout à fait appauvrie (Bleichsand) et une deuxième zone B contenant un banc dur ou cimenté (Ortstein) contenant une bonne partie des produits de décomposition enlevés à la zone A.

#### LE SOL DES RÉGIONS DES STEPPES.

Le sol de ces régions se différencie du sol des régions forestières.

La formation végétale étant herbacée, au mois de juillet la plupart des herbes ont terminé leur croissance et se dessèchent, la plupart des racines chevelues meurent et se putréfient; cette putréfaction se fait dans le sol, contrairement à ce qui se passe dans les régions forestières où la putréfaction se fait sur le sol.

Ces matières organiques en décomposition donnent naissance à un excès de bases, et les acides libres ne peuvent se former.

Il se forme des combinaisons humiques de fer, de chaux et de magnésie peu solubles dans l'eau et, par suite, ne circulant que peu dans le sol.

De cette façon, l'horizon supérieur A du sol s'enrichit en produits de décomposition au lieu de s'appauvrir comme dans le sol des forêts.

Pendant l'été, le sol étant peu protégé, il se dessèche rapidement et l'humidité des profondeurs remonte; les produits de décomposition sont ainsi conduits dans les couches supérieures et s'y déposent à mesure de l'évaporation de l'eau.

De ces considérations il résulte que l'eau du sol est le facteur qui ou bien enrichit ou bien appauvrit le sol.

Plus l'air est sec, plus la teneur en sels du sol augmente, ce qui explique que le sol des déserts est presque toujours imprégné de sels.

La teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère étant réglée par le climat, ce dernier fait également paraître des formations végétales différentes et par suite des genres de sols différents, ou bien le sol blanc des forêts ou bien le sol riche en sels des régions des steppes.

Entre ces deux types principaux de sol, il y a naturellement une grande quantité de sols intermédiaires qui varient suivant le changement du climat local.

L'auteur examine séparément la formation d'un certain nombre de sols herbacés, tels que les formations de la région des Tundren dans les régions froides du Nord de l'Europe.

#### LE SOL DES BRUYÈRES DE L'EUROPE CENTRALE.

Ces sols existent depuis la disparition des forêts; comme dans ces régions l'évaporation de l'humidité de l'atmosphère est encore trop faible et que le lavement du sol sous le couvert de gazon ne discontinue pas, l'Ortstein sous le sable de bruyères reste intact et peu changé.

L'auteur examine aussi le cas des sols des forêts de steppes, des taillis sous futaie, le sol des alluvions.

Il envisage également la nature du sol des bois transformés en terre herbacée.

Le sol de ce bois antérieur subit par la nouvelle plantation un changement profond.

Par suite de la disparition de l'ombrage, le sol se dessèche et la couche d'humus se détruit.

En été, l'humidité accumulée dans les couches profondes pendant l'hiver remonte, vient au contact de l'Ortstein et dissout peu à peu les matières y déposées et les conduit dans l'horizon supérieur A; après évaporation de l'eau, les matériaux entraînés se déposent; à mesure que dans l'horizon inférieur B la teneur en fer diminue et quitte l'Ortstein, l'horizon supérieur se colore en rouge brunâtre.

Finalement l'Ortstein disparaît, et ses parties constitutives seront conduites dans les couches supérieures du sol, la terre blanche primitive devient de la terre brune de forêts; cela résulte de ce que les quantités de sels de fer qui étaient dans l'horizon B ont été ramenées en haut, et l'horizon A se colore en brun ou en rouge.

L'intensité de la couleur dépend aussi de la teneur en calcaire du sous-sol. Au-dessus des roches calcaires il existe toujours un sol riche en fer et pauvre en humus, et au-dessus des roches ne contenant pas de calcaire il existe un sol foncé, souvent tout à fait noir.

Le climat influence différemment ces colorations; c'est ainsi que dans les tropiques le sol est souvent riche en latérite.

L'auteur semble rapporter la formation de la latérite à l'apport de fer dans les couches supérieures à la suite de l'évaporation de l'été; il

est peut-être bon de rappeler ici que, dans le travail de M. Holland sur la constitution de la latérite, cet auteur émet l'opinion que la formation de latérite est liée au développement d'une espèce de bactéries qui ne vivent que sous les tropiques et qui oxydent et fixent les composés ferrugineux.

Les sols des zones de climats cités, tels que les Tundren, le sol des forêts, les sols des forêts de steppes, les sols de steppes, ne sont pas répartis uniquement d'après les degrés de latitude géographique, mais existent chaque fois que la situation orographique amène des changements dans le climat.

L'auteur examine également quelques cas particuliers, tels que la formation dans le sol de concrétions ferrugineuses et calcaires.

Les matériaux qui se séparent de l'eau du sol par l'évaporation se solidifient d'après leur composition en concrétions diverses.

Dans les régions où l'eau du sol ne renferme pas de chaux, la majorité des concrétions contiennent du fer.

Dans ces régions, il se forme exclusivement des concrétions ferrugineuses.

En Belgique, dans toutes les alluvions il y a énormément de ces concrétions ferrugineuses.

En opposition, dans les régions a été sec, l'eau du sol est une solution saturée de chaux, et par suite de cela il se forme des concrétions calcaires.

Comme l'humidité du sol circule en majeure partie le long des racines des plantes, la séparation des sels se fait en grande masse autour des racines, et ces dernières se pétrifient.

Au début, la forme et la structure des racines sont encore visibles sur les concrétions.

Nous pensons que c'est de cette façon que se forment les poupées calcaires de notre limon belge; en effet, nous avons déjà remarqué des traces de racines sur ces concrétions, et primitivement ces concrétions ont la forme des racines. C'est ce qui expliquerait que ces concrétions ne s'observent qu'à des niveaux déterminés et n'existent que là où il y a eu de la végétation.

Dans les autres cas, ces dépôts de calcaire s'observent plutôt en traînées ou lignes blanchâtres qu'on observe si souvent dans des coupes de limon exposées à l'air.

L'auteur fait remarquer que l'origine des grandes concrétions calcaires que l'on rencontre dans les dépôts marneux et argileux à des profondeurs assez grandes n'est pas du tout celle des concrétions

calcaires du loess; ces grandes concrétions sont le produit du métamorphisme de gros cristaux de gypse.

L'auteur, pour terminer son travail, examine un dernier point, c'est-à-dire les applications de l'agrogéologie.

D'après lui, les indications et les connaissances les plus utiles que le praticien peut retirer des recherches agrogéologiques peuvent se diviser d'après leur nature en cinq groupes.

Sur les cartes agrogéologiques, on distinguera les régions des forêts et des herbacées; dans ces dernières, on distinguera les steppes, les prairies, les terres marécageuses; de plus, on indiquera les terres rouges, etc.

Cette division des sols nous enseigne ce qui suit :

1° La composition chimique du sol, la constitution physique du sous-sol et la structure de la coupe du sol.

Car chaque type de sol possède, comme nous l'avons vu, son caractère propre; la constitution chimique des horizons A, B et C est différente pour chaque type de sol, mais pour le même type elle est la même dans tous les sols.

2° On pourra connaître par la carte les propriétés physiques des sols.

Le sol des forêts est dense, serré; par contre, celui des steppes est poreux et percé de trous. De là des indications pour la façon de travailler ces sols afin de conserver leur fertilité.

3° La division des sols, d'après ces zones de climats, fournit des données météorologiques aux exploitants des terres et des forêts.

4° Ces cartes renseignent au cultivateur les procédés d'amélioration du sol qu'il devra choisir.

En effet, dans la zone des forêts, les terres labourables doivent être drainées, étant humides et froides; au contraire, dans la zone des steppes, on devra souvent irriguer.

5° Cette division des sols donne d'importantes indications sur le choix des plantes à cultiver et les engrais à appliquer à ces sols.

L'auteur termine son travail en touchant un mot des analyses du sol relativement à la nutrition de la plante.

Nous avons vu que dans les différentes régions climatologiques la circulation de l'eau du sol est différente. Dans certains cas, l'eau remonte en été jusqu'à la surface du sol; dans d'autres, cette eau ne monte que jusqu'à un certain niveau où elle est enlevée par la végétation.

Jusqu'à ce jour, en prenant des échantillons du sol, on n'a pas dis-

tingué pour chaque région la profondeur à laquelle on prélevait les échantillons destinés aux analyses; on n'a pas considéré non plus pour chaque région à quelle saison on prélevait les échantillons, car, comme l'auteur nous l'a indiqué pour ces différents types de sols, les richesses naturelles se trouvent à des niveaux du sol différents suivant des moments de l'année différents.

Toutes ces questions et d'autres encore, comme nous le dit bien M. Treitz, ne sont pas envisagées dans les cartes géologiques, même quand celles-ci, comme en Allemagne, sont accompagnées d'annotations pétrographiques; aussi comprend-on le peu de succès qu'ont eu ces cartes auprès des agriculteurs.

Les cartes agrogéologiques, au contraire, donnent des renseignements précieux sur toutes ces questions.

Après avoir lu attentivement cette brochure, nous croyons pouvoir affirmer que M. Treitz a apporté, par ce petit travail récapitulatif, une nouvelle preuve de la nécessité de distinguer nettement les deux sciences géologique et agrogéologique; ces deux sciences, tout en étant intimement liées, ont chacune leur tâche bien déterminée.

S'il est admis que l'on ne peut s'occuper d'agrogéologie sans être géologue, nous voyons par cette étude que les géologues, pour faire de l'agrogéologie, doivent être très versés dans les sciences agronomiques.

On conçoit bien d'après cela que les cartes agronomiques doivent être faites par des agrogéologues.

Les applications du travail de M. Treitz seront évidemment moins en place dans des pays à agriculture parcellaire, comme celle de la Belgique, mais trouveront surtout leur application dans des pays nouveaux où l'on n'est pas encore en mesure de connaître par expérience les ressources que le sol est capable de donner, c'est-à-dire dans de grands pays comportant des régions climatologiques bien différentes et des sols encore vierges.

Ces principes ont déjà été appliqués en partie dans les États-Unis pour la mise en valeur des terres nouvelles, et nous croyons qu'ils pourraient utilement servir de guide et de base pour la mise en valeur de nos territoires nouveaux du Congo et surtout du Katanga.

La séance est levée à 25 heures.

