La géologie du sous-sol des Pays-Bas et des régions adjacentes, étude basée plus spécialement sur les résultats des récents sondages exécutés dans les Pays-Bas, en Belgique et en Westphalie, par W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht, Mr. Jur., F.G.S., Directeur du Service, avec collaboration, pour les recherches sur la flore fossile, du Dr Jongmans, Conservateur principal de l'Herbier royal de Leyde. (*The deeper Geology of the Netherlands and adjacent Regions, with special Reference to the latest Borings in the Netherlands, Belgium and Westphalia by* W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht, Mr. Jur , F. G. S., *Director of the Service, — with Contributions on the Fossil Flora by* Dr W. Jongmans, *principal Assistent at the Herbarium at Leiden*). — *Memoirs of the Gouvernement Institute for the Geological Exploration of the Netherlands.* [*Rijksopsporing van Delfstoffen*]. N° 2. — La Haye, 1909 : un volume in-4° de VIII+437 pages, illustré de 15 figures et de 10 planches hors texte, dont plusieurs en couleurs. — En commission chez Craz et Gerlach, à Freiberg (Saxe).

Ainsi que nous l'avons dit (1), la seconde partie, de loin la plus volumineuse, de cet important mémoire, a pour titre : « Discussion géologique ». Elle se divise en cinq chapitres :

VI. La formation houillère des Pays-Bas comparée à celle de régions avoisinantes.
VII. La flore du terrain houiller néerlandais comparée à celle des régions voisines (par le Dr Jongmans).
VIII. Le grand bassin houiller anglo-germanique.
IX. Les formations permo-triasiques.
X. Les formations post-triasiques.

Poursuivant notre analyse, nous examinerons successivement ces divers chapitres.

VI *a*). — L'auteur étudie d'abord de façon générale l'échelle stratigraphique des étages inférieur et moyen du carboniférien. Il décrit la zone inférieure (*gannister*) du bassin de Liége et du bassin d'Eschweiler, en attirant l'attention sur leur dissemblance rendue plus frappante par leur rapprochement, résultant du jeu de la faille eifélienne. La même dissemblance existerait entre le Limbourg méridional et le bassin de la Wurm, d'une part, et celui d'Eschweiler, d'autre part. Cependant les petits bassins houillers du Condroz présentant une subdivision stratigraphique identique à celle du bassin de Liége, cette théorie ne laisse pas de prêter le flanc à la critique.

(1) *Annales des Mines de Belgique*, t. XIV, 1909, 4me liv., p. 1488.

Après quelques renseignements sur la division inférieure du houiller de la Westphalie, l'auteur aborde le houiller proprement dit. Il donne, sur la lithologie des bassins du Limbourg et du Peel, des renseignements sommaires : les schistes, parfois psammitiques, sont prédominants. Les grès sont rares. Les poudingues sont plus rares encore. On trouve toutefois des cailloux et encore des noyaux schisteux dans les grès.

L'auteur note la présence constante d'un « mur » sous chacune des couches de houille. Il y voit la preuve de la formation autochtone de celles-ci. Il insiste sur l'importance de la reconnaissance des « murs », qui indiquent le passage d'une veine possible, s'ils ne sont pas recouverts d'une couche de houille.

La description de l'auteur est toutefois légèrement incorrecte : les radicelles des *stigmaria* des « murs » sont *toujours* et non pas *souvent* attachées aux axes.

Jusqu'ici, on n'a pas rencontré de vrai *Blackland* dans le terrain houiller de la Hollande, bien que la sidérose y soit abondante.

La flore indique le houiller moyen. La faune est surtout d'eau douce. On ne connaît jusqu'ici que deux gîtes d'animaux marins.

Le carboniférien supérieur n'existe ni en Hollande ni dans les régions avoisinantes. La teinte rouge de certains schistes résulte des infiltrations du permien ou du trias.

L'auteur rappelle à nouveau que l'allure générale du houiller hollandais est très tranquille, mais qu'elle est interrompue par de grandes failles normales.

b) Un second paragraphe est consacré aux couches de houille et aux qualités de houille. L'auteur reprend les résultats de chacun de ses sondages et donne les résultats d'analyses pour cendres et matières volatiles. Ces dernières analyses sont faites à la fois d'après la méthode belge et d'après la méthode dite de Bochum. Les farines de forage ont été, préalablement à l'analyse, lavées à l'aide d'une solution saturée de $Mg\ Cl^2$ qui élimine schistes et sables.

Cette méthode est certainement plus rationnelle que celle, trop souvent suivie, qui consiste à calculer la teneur en matières volatiles sur charbon sans cendres.

c) Relations entre la composition des houilles et leur position stratigraphique. L'auteur ne fait qu'effleurer le sujet et renvoie le lecteur, pour plus de détails, au mémoire publié par M. le Pro-

fesseur X. Stainier, dans le tome V des *Annales des Mines de Belgique*. La loi fondamentale qui se dégage de l'étude d'ensemble des bassins belges et westphalien est que la teneur en matières volatiles des charbons est en relation avec le niveau stratigraphique. Cette loi est connue sous le nom de loi de Hilt, mais elle souffre de nombreuses exceptions. Elle a cependant été reconnue applicable au bassin du Lancashire, à celui de Bristol, à celui du Donetz, etc.

A notre avis, il faudrait tout d'abord bien spécifier dans son énoncé qu'il s'agit, non pas de charbons quelconques, mais de houilles.

Ceci dit, il y a lieu de remarquer immédiatement, ainsi que le fait observer l'auteur, que les différentes laies de houille d'une même couche présentent des teneurs parfois assez différentes.

En second lieu, on constate des variations latérales, graduelles et progressives, dans la teneur en matières volatiles d'une même couche ou mieux d'un ensemble de couches, les variations étant sensiblement concordantes dans chacune d'entre elles. M. Stainier a fait observer qu'en Belgique les maxima paraissaient correspondre aux parties centrales et profondes des bassins. Marcel Bertrand avait cru pouvoir déduire, de ses études sur le bassin houiller du Gard, une loi exactement inverse.

L'auteur cite de nombreux chiffres sur les variations latérales de teneurs en Westphalie.

Il croit pouvoir signaler des variations brusques constatées dans le bassin liégeois, entre les dressants et les plateures, ce qui démontrerait l'importance des influences tectoniques. Mais les exemples cités sont loin d'être typiques et nous croyons savoir que l'interprétation est inexacte. Les maîtresses plateures du bord Nord du bassin sont très distantes des dressants du bord Sud, et en sont séparées par de nombreuses failles.

L'auteur signale d'ailleurs l'influence de ces failles, mais cette influence peut être toute passive : si les couches présentent des teneurs différentes des deux côtés d'un accident, c'est que cet accident a rapproché des parties primitivement assez distantes.

De l'avis de l'auteur, les variations latérales d'ensemble sont peu sensibles en Westphalie, en sorte que la teneur en matières volatiles peut y servir aux recherches stratigraphiques. Lorsque cette constance n'a pas été constatée, il faut n'utiliser la loi de Hilt qu'avec la plus grande réserve : les anthracites de Kolscheid (Wurm) sont plus jeunes que les charbons gras d'Eschweiler.

L'auteur rappelle ensuite les différentes variétés de houille rencontrées dans nos bassins.

De l'ensemble des recherches effectuées dans le Limbourg hollandais, il résulte que la teneur des houilles en matières volatiles croît vers le Nord-Ouest. Il y a donc lieu de s'attendre à trouver le centre du bassin dans cette direction. C'est dans l'ensemble ce que l'on constate en Campine et en Westphalie, bien qu'ici l'approfondissement général soit compliqué d'anticlinaux secondaires.

d) Un quatrième paragraphe est consacré à l'étude des réserves des divers bassins houillers. L'auteur n'aborde ce sujet qu'avec prudence, vu l'imperfection des renseignements sur de nombreux points.

Il examine d'abord le bassin du Limbourg méridional et son prolongement en Prusse, le bassin de la Wurm. Il conteste formellement les chiffres donnés par MM. Forir, Habets et Lohest, qui ont confondu la zone moyenne et la zone inférieure. L'auteur se borne à passer en revue les sondages en annonçant comme prochaine la publication d'un travail de M. Klein sur cette question.

Suit l'énumération détaillée des couches reconnues par la mine domaniale avec indication de l'épaisseur des stampes, aux houillères Wilhelm, Laura, Carl, Wilhelmina et Orange-Nassau. L'ensemble appartient à l'assise moyenne du houiller. La base est inconnue, les recherches n'ayant guère dépassé la couche Steinknipp. La stampe stérile située au-dessous correspond peut-être à celle qui, en Campine et dans le Peel, sépare les charbons à bitumineux des demi-gras. Les études de paléontologie stratigraphique entreprises par l'État hollandais permettront de résoudre cette question.

Passant au bassin de la Wurm, l'auteur en donne l'échelle stratigraphique détaillée. Ces renseignements sont reproduits diagrammatiquement aux planches 5 et 6.

La comparaison du bassin du Limbourg méridional et de celui de la Wurm est assez délicate, faute de repères précis. On peut cependant en déduire, dès à présent comme conclusion probable, que le bassin du Limbourg méridional possède des réserves aussi importantes que son voisin.

Le bassin du Peel ou du Limbourg septentrional a été exploré de façon très méthodique. M. Van den Gracht a d'ailleurs voulu explorer le houiller à fond et non se limiter, ainsi qu'on l'a fait trop souvent en Westphalie et même dans certains cas en Campine, à recouper une couche, à explorer une centaine de mètres de houiller

Cinq sondages ont été exécutés dans le Peel. Les carottes, au lieu d'être laissées à l'abandon, ainsi que cela avait été le cas dans le bassin de Heerlen, ont été étudiées méthodiquement. L'ensemble des faits acquis de la sorte est tel qu'on peut, dès à présent, se faire une idée assez complète des richesses du bassin.

Nous avons nous-même trop insisté sur l'importance capitale, et des méthodes de sondage, et de l'étude méthodique des échantillons, pour ne pas enregistrer ici, avec intérêt, cette déclaration.

Une planche (n° 7) résume la coupe des cinq sondages et indique les raccords probables que l'auteur justifie longuement. Il étudie ensuite la synonymie possible avec l'échelle stratigraphique de la Westphalie (fig. 8). Le sondage de Baarlo, poursuivi d'après les conclusions de cette étude comparative, l'a pleinement confirmée, ainsi que nous l'apprend l'annexe I. Il a recoupé l'horizon marin de Finefraü et un niveau grèseux avec conglomérat, situé sous cette couche. Malheureusement, la zone des maigres, si riche en Westphalie, est ici entièrement stérile. L'auteur ajoute que ce serait aussi le cas en Campine d'après les résultats d'un sondage exécuté récemment à Genck. La figure 9 résumait déjà la coupe des sondages campiniens exécutés dans la région méridionale et montrait clairement leur stérilité.

L'auteur considère d'autre part que le bassin de Liége présente un développement semblable à celui de la Westphalie et également bien différent de celui de la Campine ; les grandes zones stériles y seraient inconnues. Nous pensons que cette opinion est basée sur une représentation trop schématique des faits. Certaines couches ne sont que très localement exploitables, mais il est d'habitude de les indiquer simplement comme exploitables dans les échelles stratigraphiques, et ainsi, des zones habituellement stériles passent méconnues.

L'auteur résume en quelques tableaux les données sur les richesses des bassins du Peel, de Liége, de Charleroi, de la Campine et de la Westphalie. Il développe quelques considérations sur ce dernier bassin et sur les gisements du Piesberg et d'Ibbenbühren.

On trouve les mêmes renseignements sur les bassins anglais du Nottingham et du Derbyshire, du Lancashire et de Newcastle, qui ne sont vraisemblablement que le prolongement des bassins houillers du Peel et de la Campine.

Un tableau d'ensemble résume le paragraphe.

VII. M. Jongmans a divisé en trois paragraphes le chapitre qu'il a écrit sur la flore du terrain houiller des Pays-Bas comparé à celui des régions avoisinantes.

a) Il a en effet voulu insister d'abord sur l'intérêt de la flore fossile pour l'étude du terrain houiller et l'exploitation des mines. Sans l'exagérer, sans prétendre vouloir, par cette seule étude, en arriver à établir la synonymie d'une couche de houille isolée, l'auteur déclare qu'aujourd'hui on reconnait presque unanimement l'aide précieuse que peut fournir la paléobotanique.

Sir Archibald Geikie déclare certes que les plantes n'ont aucune valeur stratigraphique comparativement aux animaux et notamment aux mollusques. Mais cette opinion a été réfutée par M. Kidston non seulement à l'aide d'arguments théoriques de même ordre que ceux invoqués par Sir Archibald Geikie, mais par des exemples vécus.

M. Kidston, tout comme M. Potonié et nombre d'autres spécialistes, a en outre démontré, par des faits, la valeur pratique des recherches paléobotaniques, mais en insistant sur les difficultés qu'elles présentent.

On ne peut rien conclure de la découverte d'une seule espèce. Il faut une flore, un ensemble.

D'autre part, les déterminations sont toujours très délicates et trop souvent, des géologues de talent, mais peu versés en botanique, publient des listes de plantes fossiles inexactement déterminées. Ainsi se créent des malentendus et se commettent de regrettables erreurs de conclusions.

M. Jongmans examine ensuite le mémoire que j'ai publié sur la question dans la *Revue Universelle des Mines* en 1908. Il en extrait l'exposé de quelques applications typiques, et ajoute deux exemples, l'un relatif au houiller de la Basse-Silésie (Herbing), l'autre au culm du Devonshire (Newell Arber). Il eut encore pu citer celui, bien plus intéressant au point de vue industriel du bassin, de Saint-Éloy (Grand' Eury). Moi-même, j'avais dû me borner, surtout en ce qui concerne la seconde méthode que divers ingénieurs ont, à ma connaissance, employée maintes fois avec succès.

M. Jongmans insiste enfin sur l'intérêt de ces études dans les explorations par sondages et encore sur les précautions méthodiques qu'il y a lieu de prendre pour arriver à des résultats satisfaisants.

b) La flore du terrain houiller des Pays-Bas n'était guère connue que par une liste donnée par Staring. La revision qu'a faite M. Jongmans, des échantillons de Staring, modifie complètement les déterminations et démontre, une fois de plus combien limitée est la

confiance que l'on peut attacher aux listes données par des géologues non spécialistes.

Les premières récoltes dans les travaux souterrains et les échantillons recueillis dans les sondages récents, ont fourni à l'auteur environ cent quarante espèces ou variétés. Il se borne à en donner la liste avec indication de provenances, et annonce comme prochaine la publication d'une description monographique qu'il prépare avec la collaboration de M. R. Kidston.

c) Enfin, le dernier paragraphe traite des rapports de la flore du terrain houiller des Pays-Bas avec celle des bassins voisins.

La classification des dépôts houillers, pour avoir été fondée sur des principes semblables sinon identiques, n'en est pas moins très variable dans les divers pays.

Aussi l'auteur passe-t-il en revue la subdivision de l'échelle stratigraphique en Allemagne, puis, de façon plus détaillée, en Angleterre, et encore en France (Nord et Pas-de-Calais), en Belgique, à Aix-la-Chapelle, en Westphalie, au Piesberg et à Osnabrück, et enfin en Hollande.

Résumer semblable revue est chose impossible. En discuter certaines parties nous entraînerait à des développements exagérés. Bornons-nous à noter que, contrairement à l'avis de M. Jongmans, les zones inférieures du houiller de la Campine représentent bien l'assise inférieure du Westphalien. Les récentes découvertes de faunes marines, dues à MM. Schmitz et Stainier, aux environs de Mechelen, sont venues confirmer pleinement les conclusions des premières études paléobotaniques. On n'acceptera donc que sous toute réserve la classification générale des dépôts houillers belges proposée par M. Jongmans. Elle ne tient d'ailleurs pas compte des bassins de Charleroi et de Mons, sur lesquels de nombreux documents ont été recueillis dans ces dernières années, mais sont encore inédits.

Le paragraphe se termine par un tableau récapitulant les développements ; le terrain houiller de la Belgique, d'Aix-la-Chapelle, de la Wesphalie et de la Hollande y est comparé à celui de l'Angleterre.

Enfin une liste résume l'état de nos connaissances sur la flore du terrain houiller des bassins Hollandais, de ceux de Valenciennes, de la Campine, de la Wurm, d'Eschweiler et d'Angleterre. Cette liste, qui représente un travail considérable, étant donné surtout les remarques critiques dont elle est émaillée, sera consultée avec fruit par tous ceux qui s'intéressent à la paléontologie et à la stratigraphie. Elle ne comporte pas moins de trois cent soixante-neuf numéros.

VIII. Un important chapitre est consacré à l'étude du grand bassin anglo-germanique.

L'auteur a subdivisé cet exposé en cinq paragraphes.

a) Il étudie en premier lieu les bassins existants, les régions où les traces du grand bassin ont été reconnues.

Leur continuité primitive est bien démontrée par la similitude absolue des caractères lithologiques et encore par l'identité des divisions stratigraphiques. Ce sont les dénudations consécutives aux plissements qui ont provoqué les solutions de continuité actuelles.

Ces idées ont été démontrées pour la Belgique par MM. de Dorlodot et Stainier. Hull a émis des théories analogues pour l'Angleterre. Le houiller de l'Amérique du Nord, et plus particulièrement celui de la région des Appalaches, présente de telles similitudes avec celui de l'Europe occidentale, qu'il paraît en être le prolongement.

La liaison entre la Belgique et la Westphalie a d'ailleurs été établie par les sondages du Limbourg hollandais et du Bas-Rhin. Le bassin houiller s'étendait des Iles britanniques, par la Belgique et les Pays-Bas, jusqu'en Westphalie et probablement jusqu'en Silésie et en Pologne, puisque dans l'intervalle les affleurements sont relayés par le Culm du Harz et des environs de Magdebourg.

On ne connaît pas les limites d'extension septentrionale du bassin westphalien. Une carte détaillée, jointe au mémoire, montre l'état d'avancement des explorations rendues particulièrement difficiles par l'épaississement dans cette direction des terrains secondaires et tertiaires, et encore par le système des failles N.-S. de la vallée du Rhin.

A l'Ouest apparaît le plateau du Brabant qui se continue en Angleterre, ainsi que le montre la carte d'ensemble (pl. V).

b) Après ce coup d'œil d'ensemble, l'auteur examine la stratigraphie des divers bassins. Les recherches dans cette direction sont, comme on le sait, très avancées. Elles ont établi des divisions, sinon synchroniques, tout au moins homotaxiques, à travers les divers bassins. Elles s'appuient tant sur les données paléobotaniques, dont M. Jongmans a montré l'intérêt dans le précédent chapitre, que sur les caractères fauniques et lithologiques. Les difficultés sont toutefois grandes, l'auteur tient à le reconnaître.

Trois tableaux résument les conclusions de l'auteur. C'est l'échelle stratigraphique de l'Angleterre qui y sert de type. Elle est résumée dans le premier tableau, développée par bassins anglais et écossais dans le second, et étendue au continent dans le troisième.

Bornons-nous à remarquer qu'en ce qui concerne la Belgique, l'auteur a perdu de vue, en écrivant « Absent » dans la colonne *Transition Series*, que l'assise des Flénus, qu'il inscrit avec raison dans cette colonne pour les bassins du Nord et du Pas de Calais, a son développement le plus complet et le plus parfait dans le Couchant de Mons et encore que l'assise d'Andenne, qu'il assimile aux *Lower Coal Measures*, doit être rangée comme équivalent du *Millstone Grit*, puisque l'auteur classe dans cette subdivision le poudingue houiller.

M. van der Gracht examine ensuite chaque subdivision.

Les *Upper Coal Measures* (Stéphanien) ne sont connues qu'en Angleterre. Elles peuvent avoir disparu sur le continent par dénudation.

Sans s'arrêter aux *Middle Coal Measures*, l'auteur consacre ensuite une longue étude aux *Lower Coal Measures*. C'est que les difficultés de corrélation y sont très grandes en raison des variations de facies.

L'auteur distingue, suivant l'usage classique, entre le facies calcaire carbonifère et le facies Culm. Il décrit le type calcareux, puis son passage progressif au facies schisteux et gréseux en Angleterre.

Il dit ce que l'on connaît de cette tranformation sur le continnet, montrant les difficultés qu'il y a, au point de vue paléontologique, à assimiler le Culm à la totalité du calcaire carbonifère.

Force nous est de renvoyer le lecteur au mémoire original pour les détails. Nous ne ferons qu'une remarque au sujet des idées de MM. Hind et Howe, qui admettent une lacune stratigraphique entre le calcaire carbonifère inférieur et le calcaire carbonifère supérieur. C'est qu'elles trouveront une confirmation dans les vues émises à une récente excursion des Sociétés géologiques belges (1909) au sujet de la signification de la grande brèche.

Cette théorie ne serait d'ailleurs pas incompatible avec les variations latérales des caractères lithologiques constatées en Westphalie notamment, mais elle conduirait à rejeter l'opinion que le facies Culm s'étend jusqu'à la base du Tournaisien, opinion soutenue notamment par M. Bärtling et que M. van der Gracht se refuse à admettre.

L'auteur ne fait d'ailleurs qu'effleurer la question, car cette étude réclamerait des développements exagérés. A son avis, la question n'est pas mûre. Les renseignements sont insuffisants.

Dans un paragraphe distinct, l'auteur, qui jusqu'ici n'a fait état que des caractères fauniques, expose l'insuccès des recherches paléobotaniques, qui n'ont pu davantage aboutir à établir l'âge relatif des formations rapportées au Culm. Dans les couches marines, les débris

de végétaux sont rares ; ils ont toujours été profondément macérés et se rencontrent très déchiquetés.

M. Jongmans a fourni, ici encore, une importante collaboration en donnant une revue des publications qui, à elle seule, représente toute la matière d'un article. J'espère avoir l'occasion d'aborder ce sujet en publiant le détail de mes recherches sur la flore de Baudour. Je me borne à donner ici un aperçu des idées des auteurs.

L'exposé débute par une étude sur la flore de la *Pendleside Series*, assise H1*a* du houiller belge. Les auteurs considèrent comme douteuse l'existence d'une lacune paléontologique considérable entre ce niveau et le houiller proprement dit. Cette idée, soutenue par M. Kidston, est démontrée inexacte par les recherches faites en Belgique.

La flore permet de distinguer deux assises dans le Dinantien d'Angleterre. Les espèces typiques ne sont toutefois pas celles signalées par M. Potonié. Mais la classification des gisements allemands de cet âge est encore imparfaite. — Cette opinion est exacte.

Les auteurs passent néanmoins en revue la série des gisements allemands, autrichiens, français, etc., en élargissant le cadre jusqu'au Silurien.

Après avoir encore exprimé leurs doutes sur les conclusions des travaux publiés, les auteurs discutent la valeur relative des caractères fauniques et floraux. Ils signalent l'influence indiscutable du facies sur les caractères fauniques sans déclarer cependant que les plantes échappent à cette influence. Ils semblent d'ailleurs admettre les idées de M. Potonié au sujet de la distinction à établir entre les gisements autochtones, dans lesquels les plantes ont été enfouies sensiblement sur place, et les gisements allochtones, où les végétaux n'ont été fossilifiés qu'après avoir subi un long transport. La distinction est intéressante au point de vue des recherches paléobotaniques pures. Elle a une importance beaucoup moindre pour les études stratigraphiques qui seules nous intéressent ici, car il suffit de posséder des échantillons nets, quoique fragmentaires, pour pouvoir prendre des conclusions fermes. Or, semblables échantillons se rencontrent aussi bien, quoique plus rares, dans les schistes des gisements allochtones que dans ceux des gisements autochtones. En discutant de ces faits dans la flore du Harz, M. Potonié a confondu l'influence de la nature de la roche sur le mode de fossilification avec celle du facies marin ou lacustre.

Les auteurs examinent encore la question si discutée des conditions de formation des roches du facies Culm. Sont-elles d'eau profonde,

comme le veulent MM. Holzapfel et Haug, ou d'eau peu profonde, mais de régions parcourues par des courants, suivant la manière de voir de MM. Barrois et Cornet ? Les auteurs signalent les difficultés, tout en paraissant se rallier à la seconde opinion, mais en admettant que les courants étaient peu actifs.

c) M. van der Gracht étudie ensuite la géographie physique du houiller dans la partie occidentale du bassin anglo-germanique.

Le houiller proprement dit s'est déposé dans un vaste bassin parsemé peut-être d'îles et dont le fond était constitué par le Dinantien: calcaire carbonifère et Culm. On ne connaît la bordure Nord de ce bassin qu'en Angleterre. Plus à l'Est, elle est cachée par la Mer du Nord.

En Angleterre, plusieurs régions étaient émergées suivant l'arête de la chaîne calédonienne. Il en était ainsi pour le district des lacs et le centre du pays de Galles. Le plateau gallois s'étendait par le Brabant jusqu'aux environs de Maestricht, tout en ne constituant peut-être qu'un haut fond. Plus à l'Est, existaient d'autres îles encore mal définies, parmi lesquelles il faudrait peut-être ranger les massifs cambriens belges.

Le houiller débute presque partout par une assise gréseuse avec lits minces de houille. La seule explication possible est un exhaussement des bords du bassin. C'est le début des mouvements qui permettent l'attaque, par les eaux courantes, d'importants massifs granitiques situés tant au Sud qu'au Nord du grand bassin. Ces mouvements se sont accentués continuellement sur la fin de la période carbonifère. Les horizons de grès, parfois très importants, se retrouvent jusqu'au sommet du houiller.

Le bassin se transforme en lagune et le caractère houiller y devient de plus en plus franc.

Les couches de houille s'y sont formées durant les périodes de calme par accumulation sur place des plantes des forêts marécageuses.

La mer fit d'ailleurs des retours répétés dans le bassin. Fréquents au début, ils devinrent de plus en plus espacés dans la suite.

Le houiller du centre de l'Angleterre présente dans sa partie supérieure (Stéphanien) un développement tout spécial sur lequel l'auteur attire l'attention. Il signale également en grand détail le cas du horst d'Ibbenbühren et du Piesberg.

Dans l'une et l'autre régions, les roches houillères sont souvent de couleur rouge et, suivant la règle aujourd'hui connue, sont conséquemment stériles, bien que les débris de végétaux y soient abondants.

d) Dans le quatrième paragraphe de ce huitième chapitre, l'auteur expose la distribution des couches exploitables dans l'aire de formation du grand bassin anglo-germanique.

Sur le continent le bord Sud du bassin est seul bien connu. On y rencontre des couches exploitables dans toutes les divisions du houiller. Ce n'est qu'en Angleterre qu'il est possible d'étudier la partie centrale du bassin. Les explorations sur le continent progressant continuellement vers le Nord, il est du plus haut intérêt de rechercher les variations de composition que l'on peut s'attendre à y rencontrer.

Exception faite de la Silésie, c'est le Westphalien moyen *(Middle Coal Measures)* qui est le plus riche en houille, même dans le centre du bassin (Yorkshire, Lancashire, North Staffordshire).

Le Westphalien inférieur et le Dinantien sont stériles dans le Sud de l'Angleterre, mais contiennent en Ecosse des couches exploitables. Par contre, le Stephanien est exploité dans le Pays de Galles et la région de Bristol.

Sur le continent, le Westphalien moyen est encore la division la plus riche. On exploite aussi des couches dans le Westphalien inférieur en Belgique, dans le Nord de la France, le Limbourg hollandais et en Westphalie, quoiqu'elles soient irrégulières. Le Stéphanien n'est pas connu, sauf à Ibbenbühren et à Osnabrück.

Toutefois le Westphalien moyen est stérile dans le Devonshire septentrional.

L'auteur étudie ensuite à l'aide d'exemples l'influence de la proximité d'un rivage sur la richesse du terrain houiller. Il montre les énormes variations de l'épaisseur totale des stampes. Mais alors que pour la Silésie, il admet une diminution d'épaisseur à partir du rivage, c'est la thèse contraire qu'il déclare établie par les études de M. Stobbs sur les bassins du centre de l'Angleterre. L'épaisseur des stampes y diminue à mesure que l'on se rapproche du plateau Silurien. Une thèse analogue à celle de M. Stobbs a, comme on le sait, été soutenue par M. Stainier pour les bassins belges. La disparition des stampes conduit à la formation des grandes couches. Celles-ci marquent, non le centre du bassin, comme le pense M. van der Gracht, pour le cas de la Silésie, mais les régions littorales, ainsi qu'il l'admet pour le bassin de Dudley. Le mode de formation de ces bassins ayant été identique, quoique tout différent de celui des gisements lacustres ou d'eau profonde, il est plus que

vraisemblable que les lois qui y ont présidé, ont été partout les mêmes. En fait, la théorie émise par M. Stainier pour le terrain houiller belge, conduit à admettre que les grandes couches se forment près des rivages dans les gisements d'eau peu profonde à sols de végétation continus. Cette théorie peut être défendue à l'aide d'arguments paléobotaniques très concluants.

L'auteur signale un cas où la règle serait en défaut ; mais il ne faut pas perdre de vue que les bassins, tels que nous les voyons aujourd'hui, ne sont pas nécessairement façonnés comme les bassins de dépôts; ceux-ci ont été modifiés par les phénomènes tectoniques et les érosions subséquentes.

En Westphalie, on n'a jusqu'ici constaté aucune diminution de richesse vers le Nord.

L'auteur ne croit cependant pouvoir conclure quant à la richesse des gisements septentrionaux des Pays-Bas, mais il n'a aucune raison de soupçonner une diminution de teneur du terrain houiller moyen. Sur le bord Nord du bassin, on pourrait rencontrer de grandes couches. Peut être l'accentuation du caractère marin des stampes constatée en Westphalie exercerait-elle une influence défavorable. L'exemple du Donetz permet d'espérer qu'il n'en sera rien.

e) Le cinquième et dernier paragraphe est consacré aux mouvements du sol.

L'auteur fait d'abord remarquer que dans la terminologie, il y a lieu de distinguer entre les époques de plissements et les directions de plissement. Il adopte les termes calédonien, charnien et armoricain-varisque pour les directions, mais n'emploie pas de noms spéciaux pour toutes les époques.

Il y a deux périodes principales de plissement : le précarbonifère et le permocarbonifère.

Les plissements précarbonifères sont peu intéressants. Parmi les mouvements carbonifères, il faut distinguer ceux du houiller inférieur, ceux de la fin du houiller moyen (sudétiens), ceux très importants de la fin du houiller et du permien inférieur (hercyniens).

La nature gréseuse du houiller inférieur témoigne de l'activité orogénique. Le houiller moyen fut au contraire une période de calme. Mais sur la fin de cette période, les grès et les conglomérats réapparaissent. On constate de nombreuses discordances du houiller supérieur.

L'auteur fournit sur ce sujet de nombreux renseignements locaux.

Ce sont les mouvements hercyniens qui ont donné à la chaîne ses caractères tectoniques définitifs. La bordure Sud du bassin en a été spécialement affectée. Les recherches les plus récentes effectuées en Belgique ont mis définitivement en lumière l'importance des phénomènes de charriage. L'hypothèse d'un charriage pour expliquer la structure du massif de Theux (émise de façon très nette, quoique en termes non formels et peu favorables, par M. de Dorlodot en 1901, *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, XXVIII, 159), a été démontrée comme très vraisemblable par M. Fourmarier, à la suite d'une série d'études qui ont finalement embrassé la *Tectonique de l'Ardenne* toute entière. Il en est résulté une interprétation plus large des résultats des recherches de Briart, sur l'origine du massif de la Tombe, etc.

Ces mouvements n'auraient guère affectés les gisements septentrionaux, notamment ceux de la Campine. Cependant si les allures du bassin westphalien sont plus amples, les failles y sont nombreuses et très compliquées, ainsi que le rappelle la planche VIII empruntée aux travaux de Léo Cremer.

La manière de voir de M. van der Gracht nous paraît sujette à caution en ce qui concerne la Campine. Ce gisement ne se trouve-t-il pas dans le voisinage immédiat du grand massif Siluro-Cambrien du Brabant auquel l'auteur attribue un rôle considérable dans le déversement des plis hercyniens dans les bassins houillers de Mons, de Charleroi et de Liége ?

IX. — Le neuvième chapitre est consacré aux formations permo-triasiques. Il renferme un grand nombre de détails inédits.

L'auteur fait observer qu'il existe entre le Permien inférieur et le Permien supérieur une importante lacune. Le premier repose d'ailleurs en concordance sur le houiller supérieur, tandis que le second se continue sans interruption dans le Trias.

A) Permien : α) *Permien inférieur ou Rothliegende.*

On ne connaît pas avec certitude ce terme de la série dans la région du bas-Rhin. Peut-être faut-il y rapporter certains conglomérats à éléments anguleux et striés et à ciment argileux rencontrés au puits Preussen I. Mais il se pourrait qu'on ait affaire à une brèche tectonique, le puits se trouvant sur la faille de Courl.

Le seul gisement de cet âge qui paraisse indiscutable, est un lambeau conservé entre les failles aux environs de Menden, au S-E. de Dortmund. M. G. Müller et M. Krusch le considèrent comme

Rothliegende supérieur, de même d'ailleurs que le poudingue de Malmédy.

Je rappellerai que dans la monographie que j'ai publiée en 1902 sur ce dépôt, j'ai été amené à conclure dans le même sens. J'ai assigné à la cuvette de dépôt une origine glaciaire et au dépôt lui-même, une origine lacustre. Par la suite, M. Cornet a déclaré à diverses reprises que la cuvette dans laquelle se sont déposés les terrains secondaires du bassin de la Haine, avait elle aussi une origine glaciaire.

β) *Permien supérieur ou Zechstein.*

Il a été reconnu en Westphalie, en Hollande et en Belgique, dans le sondage de Helchteren.

Il recouvre d'ailleurs une importante surface. Le bassin s'étend jusqu'en Angleterre et intéresse les plaines de l'Allemagne du Nord. L'auteur définit en détail ses limites. Il décrit ensuite l'échelle stratigraphique générale, puis il passe à la description des particularités locales en Westphalie, en Hollande et en Angleterre. Les caractères lithologiques varient beaucoup. Par endroits, notamment aux environs de Xanten et de Wesel, ces terrains renferment des gisements salifères avec sels potassiques. On sait que ces gisements se poursuivent vers le nord jusqu'en Hollande (Winterswyck). Les plus beaux gisements sont situés dans les parties les plus déprimées. Les failles Nord-Sud de la vallée du Rhin ont d'ailleurs joué au cours du dépôt. Il en est résulté des érosions, voire même des reprécipitations locales.

B) Trias :

Il repose en concordance sur le Permien, mais il se trouve en transgression importante vers le Sud, tant en Belgique que dans le Limbourg hollandais. L'auteur attribue à des érosions le fait qu'en Westphalie les limites du Permien et du Trias sont identiques.

α) *Grès bigarré.*

Suivant la mode germanique, l'auteur y distingue trois subdivisions.

L'inférieur est constitué par des grès et des schistes psammitiques plus ou moins calcareux ou dolomitiques. Les oolithes d'aragonite y sont fréquents. En masse, ils forment la roche si caractéristique dénommée *Rogenstein*.

La division moyenne est faite de grès friables souvent argileux, rarement calcareux, avec noyaux schisteux et à stratification entre-croisée.

La division supérieure est constituée par des marnes et des argiles avec gypse et sel gemme. A la base, on rencontre souvent un grès gris micacé. Le passage au Muschelkalk se fait de façon progressive par accentuation de la teneur en calcaire.

Il y a cependant lieu de distinguer deux facies, l'un littoral, l'autre plus central.

Sur les rives, l'assise inférieure disparaît. L'assise moyenne est conglomératique. L'assise supérieure est gréseuse et contient des débris végétaux (grès à *Voltzia*).

On ne connaît l'assise inférieure ni en Belgique, ni dans le Limbourg méridional. Mais les deux autres assises y ont été constatées.

L'aire d'extension est d'ailleurs bordée de failles. L'auteur pense que c'est erronément que les géologues belges, notamment MM. Forir, Habets et Lohest, ont considéré les roches rouges de la Campine (exception faite d'une partie de celles recoupées à Helchteren), comme étant permiennes. Elle sont certainement triasiques.

L'auteur examine ensuite en détail diverses coupes belges, hollandaises et wesphaliennes qui seront consultées avec intérêt.

β) *Muschelkalk.*

Afin de rendre l'étude plus facile, l'auteur transcrit d'abord la légende stratigraphique générale, et rappelle succinctement les nombreuses variations de facies, que ces terrains présentent en Allemagne.

Le Muschelkalk n'a pas encore été rencontré dans la Campine belge, si ce n'est peut-être à Rothem. Mais il existe aux environs de Wesel. L'auteur fournit ici encore de nombreux renseignements locaux, sur lesquels il n'est pas possible d'insister ici. Au total, la formation présente une réduction de plus en plus importante vers l'ouest.

Le *Keuper*, si bien développé dans les bruyères de Lünebourg, paraît manquer en Hollande. Son existence aux environs de Wesel est douteuse.

Le chapitre clôture par un paragraphe intitulé : Conclusion. C'est un résumé des développements précédents.

X.—Les formations post-triasiques font l'objet du dernier chapitre.

A) Jurassique :

Ces dépôts, bien connus dans la forêt du Teutoburg, à l'Est du bassin de Münster, existent encore à l'état de témoins épars aux environs de Xanten et de Winterswyck. Ils ont dû recouvrir largement le pays. Ce sont des marnes et des calcaires. Le Lias est parfois surmonté de Rhétien (Isselburg).

Vers la fin du Jurassique, la mer se retire du Nord-Ouest de l'Europe ne laissant subsister que des lagunes en Angleterre, dans le Nord-Ouest de l'Allemagne et dans le bassin de Paris. En Belgique et dans le Nord de la France, on ne connaît que des formations continentales.

B) Crétacique :

Au début du Crétacique, la mer envahit peu à peu le bassin de Paris, y compris l'Ouest de la Belgique (bassin de Mons) et le Sud de l'Angleterre. Par la suite, elle s'étend de plus en plus et gagne finalement toute la Belgique septentrionale et orientale.

L'auteur s'attache à préciser le progrès de nos connaissances à l'aide des sondages récents.

Dans l'ensemble formé par la Belgique, les Pays Bas et la Prusse occidentale, il faut distinguer deux régions : le bassin de Münster et son prolongement jusqu'en Belgique, qui s'ouvre vers le Nord et dans lequel les transgressions sont irrégulières quoique progressives vers le Sud, et le bassin de Mons, qui s'ouvre vers l'Ouest et est séparé du premier par une région surélevée.

Une carte (planche IX) montre l'extension de ces bassins. C'est une édition nouvelle de l'esquisse publiée jadis par Forir.

α) *Bassin occidental* (*Mons*).

L'auteur donne sur sa constitution quelques renseignements substantiels. Il aurait fait œuvre utile en reproduisant la coupe diagrammatique du bassin dans le méridien de Mons publiée par M. Cornet (voir notamment : Cornet, *Géologie*, I).

β) *Bassin oriental.*

Dans le Peel, le Crétacé présente la même composition qu'aux environ de Liége. Le Sénonien y repose sur le Triasique ou sur le Paléozoïque.

Après avoir transcrit quatre coupes de sondages campiniens, l'auteur décrit la région du Peel. L'étude paléontologique n'en est pas terminée.

La région de Gelden et de Goch, est séparée par des promontoires de celle du Peel, d'une part. et du bassin de Münster, d'autre part. Le Crétacé y a une composition spéciale.

Les données fournies par les sondages sont incomplètes. Les conclusions adoptées par G. Müller, qui rapportait ces formations au Crétacé supérieur, doivent être tenues pour douteuses.

On trouvera dans le mémoire original le détail des observations.

Enfin vient la description du bassin de Münster, sous forme de

légende d'abord, puis de renseignements sur les sondages récents. L'amincissement des couches vers l'ouest témoigne de l'existence du promontoire qui séparait ce bassin de la région de Goch et Geldern. Le développement du Crétacé du bassin de Münster est d'ailleurs tout différent de ce qu'il est dans le Peel, en Campine et en Hesbaye.

L'auteur étudie d'abord le Crétacé supérieur, puis le Crétacé inférieur.

C) Le Tertiaire n'est examiné que de façon sommaire. L'étude doit surtout en être faite par sondages étant donné l'approfondissement rapide des dépôts; or ce n'est que tout récemment, tant en Hollande qu'en Campine, que l'on a pu adopter un procédé de forage, carottier à sables, présentant toutes garanties pour la récolte des échantillons. Dans ces conditions, l'auteur ne se trouve pas en état d'examiner la question à fond.

Il donne néanmoins un aperçu de la légende générale, résume l'état des connaissances dans les diverses parties du Pays-Bas et les synthétise en un tableau. Il expose ensuite l'évolution du sol de ces régions à travers les temps tertiaires, d'une façon qui doit être considérée comme sommaire étant donné que cet exposé ne tient pas grand compte des recherches sur le Tertiaire des Hautes-Fagnes et encore des études bien connues, notamment de celles de M. J. Cornet, sur l'évolution des rivières belges.

L'étude du Tertiaire des vallées du Rhin et de la Meuse est rendue très délicate par la présence de nombreuses failles Nord-Sud, dont il a déjà été question à maintes reprises. Ces failles ont joué en sens divers jusqu'au temps quaternaires. Leur étude est précieuse pour celle du Houiller ou plus généralement du substratum paléozoïque. Elle peut se faire aisément par de petits sondages. Le jeu de ces failles commence à être mieux connu. Une série de failles est d'âge anté-crétacé. Elles se sont encore un peu déplacées au début du Sénonien. D'autres, bien qu'ayant joué aux temps anté-crétacés, ont rejoué aux temps tertiaires. Enfin les grandes failles marginales sont les plus récentes. Elle paraissent encore actives, à en juger par les tremblements de terre de Herzogenrath.

Comme on le voit, l'important mémoire de M. Van Waterschoot van der Gracht sera consulté avec profit non seulement par ceux-là qui s'intéressent à la mise en exploitation du bassin de la Campine, mais encore par tous ceux que passionne l'étude approfondie du sol belge.

A. R.