

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

Tome XVIII

(Deuxième série, tome VIII)

ANNÉE 1904

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DES ACADEMIES ROYALES DE BELGIQUE

112, rue de Louvain, 112

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

Tome XVIII. — Année 1904

A PROPOS DES TERRAINS

qui recouvrent

LES COUCHES CARBONIFÈRES DU BASSIN WESTPHALIEN-RHÉNAN

PAR

SCHULZ-BRIESEN (1).

PLANCHES I à IV.

(Traduction de M. C. Van de Wiele.)

Depuis plus de trente ans, j'ai étudié la nature et l'épaisseur des couches qui recouvrent les gisements houillers dans le bassin crétaé de Münster. Dès 1872, j'ai collaboré à la mise en œuvre des sondages pour la recherche de la houille qui ont donné naissance aux mines de *Schlägel und Eisen*, de *General Blumenthal und General Werder*, qui furent suivies plus tard des mines d'*Ewald* (autrefois *Graf Waldersee*), *Emscher Lippe* et *Waltrop*. J'ai également suivi, avec intérêt, les sondages importants exécutés, ou en voie d'exécution, au Nord de Sinsen, et ceux qui s'étendent à l'Est et à l'Ouest de la Lippe, depuis Wesel jusqu'au delà de Hamm.

Ce fut sur mon conseil que le géologue minier D^r Leo Cremer, malheureusement enlevé par une mort prématurée, commença, en 1890, l'étude des rapports entre les couches du bassin westphalien-rhénan et celles d'Ibbenbüren-Osnabrück. Le résultat de ces recherches remarquables fut publié, en 1895, dans les n^{os} 8 et 9 de *Glückauf*, volume XXXI.

Les communications locales publiées dans cette revue et le travail du *Bergassessor* D^r Middelschulte dans le n^o 14 de l'année 1901, intitulé : *Couches de recouvrement du bassin houiller de la Ruhr*; l'étude du *Bergre-*

(1) *Das Deckgebirge des rheinisch-westfälischen Carbons*. Geologische Skizze von Generaldirektor Schulz-Briesen, Düsseldorf, mit 4 Tafeln. Essen, G.-D. Baedeker, 1903. Une brochure in-8^o, 26 pages avec 5 planches.

(La présente traduction comprend diverses ajoutés, rectifications et modifications du texte allemand que l'auteur a pu y introduire, grâce aux progrès des recherches et observations.)

ferendar Kircher dans le n° 41 de la même année; la constatation du *Rothliegende* dans le puits II de la mine *Preussen*, étudiée, dans le n° 44 de la même année, par le Dr Müller, du Service géologique; enfin, la conférence si remarquable du géomètre Wachholder sur les relations qui existent entre les dépôts houillers en Westphalie, sur la rive gauche du Rhin, et ceux de Hollande, de Belgique et de France, constituent la série de travaux relatifs à la question que j'ai étudiée avec prédilection.

Je me suis contenté de réunir, pendant plusieurs années, les matériaux et les documents relatifs aux sondages et autres travaux miniers, sans me prononcer sur le côté géologique ou stratigraphique de ces questions, que je dois laisser à l'examen d'un géologue de profession. J'ai donc considéré comme établies les données géologiques fournies par la carte de von Dechen, relativement aux rapports que présentaient les couches de recouvrement. Je dois faire remarquer que, par suite de l'échelle réduite des coupes, l'indication des élévations au-dessus de la mer a dû être négligée et que, pour mieux suivre mes explications, il serait bon d'avoir sous les yeux la carte géologique du Rhin et de la Westphalie, par von Dechen, au 500 000^e (2^e édition, 1883).

Les explications qui suivent ont pour but de donner une idée générale du gisement des couches, aussi bien dans le bassin crétacé de Münster que dans les couches qui s'étendent en dehors de ce bassin au Nord, à l'Est et au Sud.

La planche I qui accompagne le présent travail montre que le bassin est recouvert à l'Ouest par le delta tertiaire du Rhin. Cependant les couches crétacées se continuent sous les terrains tertiaires vers le Nord et l'Ouest jusqu'en Angleterre. Il en est de même pour le Carbonifère, qui a été constaté à la gauche du Rhin par des sondages à Mōrs, Erkelenz, au Nord de Maestricht-Hasselt, et d'après les découvertes toutes récentes, jusqu'au voisinage d'Anvers.

D'un autre côté, la continuation avec les bassins de Liège et du Hainaut est démontrée, et ce dernier, à son tour, se prolonge dans le Nord de la France, de sorte qu'il est tout naturel d'admettre que les couches de houille découvertes en Angleterre près de la côte ne sont, à leur tour, que la continuation des dépôts allemands. Cette disposition nous permet de conclure que l'ensemble du Carbonifère de l'Europe du Nord-Ouest constitue une formation unique.

Si nous revenons au bassin westphalien-rhénan, on peut se demander si le Carbonifère productif s'étendait, peu après le dépôt de ses couches, plus au loin à l'Est et au Sud qu'actuellement. Il y a beaucoup d'arguments qui plaident en faveur de cette hypothèse : telle l'apparition, en une série de points sur la ligne Münster-Warstein-Marburg, du Trias sus-jacent et des couches sous-jacentes du Carbonifère, le Culm et les grès houillers. On peut croire que les étages intermédiaires ont existé autrefois. Ce n'est

cependant pas le moment de rechercher ici la solution de ce problème.

Les développements qui vont suivre se basent sur l'examen de la carte géologique de von Dechen et sur les quatre planches qui accompagnent le présent travail.

Cette planche I est une esquisse permettant l'orientation des profils des planches III et IV.

La planche II représente les coupes de dix-sept sondages, qui occupent la partie méridionale et Sud-Ouest du bassin crétacé de Münster, et vont jusqu'au centre de celui-ci.

L'esquisse constituée par la planche I permet de se rendre compte du passage du Trias sous le Crétacé et montre la limite de la dénudation de ce dernier par les courants tertiaires. Afin de déterminer les conditions de gisement, on a représenté d'abord (pl. III) quatre profils transversaux du bassin de Münster, distants de 30-40 kilomètres et perpendiculairement à ceux-ci, à des distances égales (pl. IV), quatre profils longitudinaux. On n'a pas tenu compte des nombreuses failles et fractures précrétacées qui ont parfois occasionné des dislocations très importantes du Carbonifère, car elles se sont produites en divers sens, de manière que les niveaux des couches montrent néanmoins, en général, une uniformité approximative.

Ce n'est que dans le profil III de la planche III qu'on s'est permis une exception à cette règle pour expliquer l'apparition des couches du Trias et du grès houiller près de Menden.

Les profils s'étendent au Sud jusque dans le district devonien du Sauerland, et au Nord jusqu'aux élévations triasiques et jurassiques du Teutoburger Wald; le n° IVb de la planche III jusqu'au Main et le profil longitudinal n° III de la planche IV jusqu'au Weser.

La carte et les profils montrent que l'irruption de la mer crétacée s'étendait entre Stadtlohn et Rheine sur une largeur de 40 kilomètres et que par suite de l'obstacle créé par l'anticlinal devonien de Lippstadt, le courant a été divisé en deux, se dirigeant d'un côté vers Beckum, de l'autre côté vers Paderborn. Les deux courants se réunissaient de nouveau à Hamm pour poursuivre leur cours en dehors du bassin, entre Coesfeld et Ruhrort. Les courants marins déviaient alors directement au Sud vers Cologne et Brühl, pour continuer ensuite vers Aix-la-Chapelle. Au Nord de cette ville, le Crétacé moyen et supérieur occupe un espace considérable; il en est de même pour le Trias au Sud-Ouest. On a constaté, par de nombreux sondages, le Crétacé entre Eschweiler et Erkelenz sous le Tertiaire, à la profondeur de 300 à 500 mètres et sur une épaisseur de 10 à 100 mètres; ce qui démontre sa continuité avec le Crétacé du bassin de Münster. Par contre, le Trias paraît avoir été totalement enlevé par les mers précrétaciques dans le Sud du bassin tertiaire jusque Venlo.

On peut facilement reconnaître les rives de la mer crétacée sur la Carte géologique. Elles coïncident entre Mühlheim-sur-Ruhr, Siegburg, Bonn,

Euskirchen, Aix avec les limites du delta rhénan, qui s'est formé plus tard, à l'époque tertiaire, par l'action en commun du Rhin et de la Meuse. Il est probable que pendant le Crétacé et aussi pendant le Tertiaire, le Rhin n'avait pas encore creusé son passage entre Bingen et Coblenz, et que les eaux qui s'accumulaient dans la dépression du Rhin supérieur et dans les vallées latérales trouvaient leur écoulement par le Danube, car on ne saurait comprendre autrement le dépôt régulier des sédiments crétacés dans la région du delta tertiaire du bas Rhin. Il est toutefois possible qu'une partie des eaux s'écoulait par le Nord.

Ce n'est qu'après cette époque que le Rhin, profitant probablement de la formation d'une faille, s'est créé graduellement une large voie vers le Nord en creusant les dépôts devoniens du Rhin moyen. Les eaux accumulées dans le bassin supérieur ont enlevé soit totalement, comme vers Wesel, soit partiellement, les dépôts crétacés qui occupaient la dépression du Rhin inférieur.

Le profil en longueur *II* montre comment les flots de la mer tertiaire se sont creusé un lit dans le Crétacé et le Triasique. Voir aussi le profil *IV* de la planche *IV*.

Sur la ligne Goch-Wesel-Dorsten, on observe que le Rhin, à environ 120 kilomètres en dessous de la cataracte de Bonn, probablement réuni à la Meuse, a formé déjà un delta d'une largeur de 100 kilomètres environ en accumulant des détritits amenés par le fleuve. Les produits d'érosion du cours d'eau se continuent certainement de là sur une longueur de 100 kilomètres vers le Nord jusqu'à la côte hollandaise actuelle. Si l'on trace le cône du delta jusqu'à cette limite, on voit que la largeur doit y avoir été de 200 kilomètres environ. C'est sur ces alluvions que doit s'être constituée, ultérieurement, la puissante formation de lignites de la plaine du Rhin qui fut enlevée en partie pendant les époques pliocène et post-pliocène. Elle fut ensuite recouverte par les sables, graviers et limons diluviens et alluviens. Ces dernières couches présentent, dans les régions du Tertiaire, une épaisseur souvent considérable, tandis que dans le bassin crétacé westphalien, celle-ci dépasse rarement 2 à 8 mètres et ne justifie pas une attention spéciale.

L'érosion tertiaire a transporté à la mer un volume de couches crétacées et triasiques qu'on peut évaluer à 5 milliards de mètres cubes et l'a remplacé par une quantité équivalente de matériaux comblant en partie le grand lit creusé.

L'érosion provoquée par l'action de la mer crétacée sur les couches du Wealdien, du Jurassique, du Liasique, du Triasique et du Carbonifère, a été beaucoup plus considérable.

Le plissement et redressement de toutes les couches, ainsi que leur arasement au niveau actuel, doivent être imputés à différentes époques géologiques.

Après cet exposé général, revenons à notre tâche principale : l'étude des dispositions des terrains de recouvrement des formations houillères dans le bassin de Münster.

On a conservé l'expression de bassin crétacé, quoiqu'il ne s'agisse pas, à vrai dire, d'un bassin au sens propre du mot ; il s'agit plutôt d'un golfe de la mer crétacée, dans les couches carbonifères et postcarbonifères qui constituaient alors le continent. Cette invasion de la mer ne peut s'expliquer que par une dépression du continent, pendant laquelle la mer s'est étendue graduellement jusque dans les régions actuellement situées à une cote plus élevée par suite d'un relèvement plus récent.

Il paraît évident que les portions les plus élevées des couches crétacées ont été enlevées dans la suite, car si on construit un plan idéal qui réunit les points supérieurs des couches actuelles, on arrive à la conclusion que les couches crétacées ont eu autrefois une extension beaucoup plus considérable et jusque dans des régions où il n'en est pas resté la moindre trace. La planche II représente la section de seize sondages et d'un puits de mine au 5000^e qui, sauf les n^{os} I et II, suivent la ligne de la Lippe.

Avant de passer aux sondages de la rive droite, il est intéressant de montrer les observations fournies par les recherches sur la rive gauche, à Xanten et plus loin au Sud-Est jusque près du Rhin (pl. II, a, b, c, d). On peut parfaitement se représenter la constitution des terrains de recouvrement dans la plaine du Rhin, et en comparant avec les sondages de Wesel, Schermbeck, Dorsten, on obtient une idée de la formation du delta tertiaire du Rhin.

I. — Le sondage de Vreden se trouve sur la ligne du profil transversal n^o I (pl. III) à 40 kilomètres au Nord de la Lippe, non loin de Stadtlohn. Déjà vers 1870, on y a pratiqué des sondages pour la recherche des lignites wealdiens, car on connaissait dès lors le relèvement des couches que l'on peut observer sur ce profil transversal I.

Ce sondage de la société *Zukunft* traversa 36 mètres de Diluvium et Tertiaire et atteignit le Wealdien cherché. A une profondeur de 77^m4, on atteignit le gisement de lignite, dont malheureusement on ne donna pas l'épaisseur. Plus tard, on apprit qu'elle était de 60 centimètres. Le sondage fut continué jusque 205 mètres dans le Trias.

Ce fut alors que la société *Zukunft*, s'associant à la société *Glückauf-Stadtlohn*, se décida à un sondage profond pour la recherche de la houille, après que plusieurs experts eurent donné l'espoir qu'on pourrait la rencontrer à une profondeur de 600 à 700 mètres. Pendant le sondage, on rencontra, à une profondeur de 392^m4, une couche épaisse de 24^m58 de sel gemme blanc et d'une pureté remarquable. On traversa ensuite une épaisseur de 538 mètres, où des couches de gypse alternent avec des marnes (*Letten*) et des grès bigarrés, pour arriver, à une profondeur de 930 mètres, au Permien. Dès lors, le sondage ne présentait plus qu'un intérêt scienti-

fique. Les Sociétés s'adressèrent donc aux autorités minières pour leur demander de reprendre et continuer le sondage. Ce vœu légitime n'ayant pas été agréé, les Sociétés se décidèrent à de nouveaux sacrifices. A 966 mètres, on trouva un second gisement de sel de 8 mètres d'épaisseur, puis 97 mètres de gypse et d'anhydrite; enfin, à 1 097 mètres, un nouveau gisement de sel, de 103 mètres d'épaisseur, avec des traces de sel de potasse. Le sondage fut continué jusque 1 230 mètres dans les couches du Permien et arrêté à ce point. Comme on avait déjà traversé 300 mètres de Permien, on peut admettre, si les déterminations géologiques sont exactes, qu'on aurait rencontré le Carbonifère à une profondeur de 1 300 à 1 400 mètres.

C'eût été une entreprise utile de la part des autorités minières de profiter de cette occasion favorable pour fixer, dans l'intérêt de la science géologique, la constitution et la puissance des formations triasiques et permienues de la basse et moyenne Westphalie. On peut toutefois conclure des constatations qui précèdent que ces couches atteignent, sous Vreden, leur complète extension et qu'elles y atteignent une épaisseur de 1 200 mètres.

Les Sociétés — dont il faut hautement louer la persévérance — se consolent par l'espoir que les gisements de sel trouvés à 392 mètres pourront un jour être l'objet d'une exploitation rémunératrice.

II. — Sondage de Metelen. Le résultat de ces recherches, faites sur la ligne Stadthohn-Rheine, à environ 30 kilomètres au Nord-Est de Vreden, présente un intérêt tout spécial. Il faut signaler d'abord qu'en ce point, situé à l'entrée du golfe crétacé, d'épaisses couches de Trias et peut-être de Lias ont été enlevées. Outre 13 mètres de Diluvium, on a traversé des couches crétacées, bleu, gris ou verdâtre, dont l'horizon exact n'a pas été déterminé. Le sondage fut porté à 903^m9, sans atteindre les épaisses couches de Trias et de Zechstein qui y existent encore, ni le Carbonifère.

Nous passons maintenant à l'examen des sondages dans le rayon de la Lippe, en commençant par l'Ouest.

III. — Sondage de Wesel, au Sud de la Lippe. Diluvium et Tertiaire, 10 à 350 mètres; puis 469^m50 grès, gypse et anhydrite, puis des couches de sel gemme de 130^m50 d'épaisseur jusqu'au niveau 599^m50, puis encore 657 mètres jusqu'à anhydrite et argile schisteuse. Toutes ces couches appartiennent au Trias. A cette profondeur, on atteint le Carbonifère et on s'arrête à 686^m9 sans avoir atteint, paraît-il, de couche houillère. Au Nord de Wesel, il existe un sondage où le Carbonifère fut atteint à 1 000 mètres dans les mêmes conditions.

IV et V. — Les sondages Schermbeck I et II sont situés à 18 kilomètres à l'Est de Wesel, dans le voisinage de la Lippe. Le Tertiaire atteint déjà ici une épaisseur de 140 mètres, puis vient la craie, sur une épaisseur de 400 mètres. Le Trias se rencontre au sondage I à 420 mètres, au sondage II

à 320 mètres. Le Carbonifère se trouve à 891 mètres pour I et 816 mètres pour II. Au sondage II, on rencontre une couche de houille de 1^m85 à 912 mètres. Le sondage I a pénétré dans le Carbonifère sur une épaisseur de 86 mètres et a rencontré quatre couches de houille, dont trois de plus de 1 mètre d'épaisseur.

VI. — Sondage Dorsten II, à 8 kilomètres plus en amont sur la Lippe et à 3 kilomètres plus au Sud ; en conséquence, il atteint le Carbonifère à 200 mètres plus haut. L'épaisseur du Tertiaire est moindre, elle atteint environ 100 mètres ; il repose sur 330 mètres de craie. A partir de là commencent le Trias et le Permien avec 220 mètres de *Keuper*, terre glaise, anhydrite et gypse. Ces couches reposent directement sur le Carbonifère, qui fut rencontré à 655 mètres de profondeur.

VII. — Nous intercalons ici le profil du puits II de la mine Gladbeck, située plus au Sud, sur le méridien de Essen. En ce point, le Tertiaire cesse, de sorte qu'en suivant les constatations des nos III, IV, V, VI, on peut très bien se représenter l'érosion tertiaire des couches crétacées. Le puits pénètre à 309 mètres de profondeur dans la craie, puis dans le Trias, et ensuite dans un grès argileux rouge sombre, puis dans un conglomérat (19 mètres) de couleur claire, puis, jusqu'au mètre 436, dans des couches gris foncé, d'argile et d'anhydrite du *Buntsandstein*. De 436 à 444 mètres, le puits traverse le Permien, constitué par des calcaires, des marnes et des schistes bitumineux, gris foncé, que M. l'ingénieur des mines Dr Middelschulte considère comme l'équivalent des schistes cuivreux du Permien hercynien. (C. n° 14, année XXXVII de *Glückauf*.)

VIII. — Vient ensuite le profil du sondage de Sinsen, près de la gare du même nom de la voie ferrée de Recklinghausen-Münster. Ici, de même que dans le puits voisin *Augusta-Victoria*, on a d'abord traversé les couches du Sénonien inférieur, constitué par des blocs marneux sableux et d'argile molle, d'autres fois dure, le tout alternant avec des couches de marne calcaire qui, contrairement aux couches des marnes de l'Emschérien, du Turonien et du Pläner, sont très aquifères. Le Sénonien atteint ici une épaisseur de 170 mètres, et son apparition commence immédiatement au Nord de Recklinghausen, où elle a été constatée dans le puits *Blumenthal* avec 14 mètres d'épaisseur, et un peu plus au Nord-Ouest dans les puits V et VI de la mine *Schlägel et Eisen*, près de Disteln, avec 21 mètres d'épaisseur.

Pour revenir au sondage de Sinsen, on traversa depuis la cote de 170 mètres jusqu'à 600 mètres, les couches connues de la craie inférieure, sous lesquelles on rencontre le Carbonifère en quantité exploitable.

D'après ce qui précède et d'après les constatations faites au Nord de Beckum, on peut facilement se représenter le gisement du Sénonien. Il occupe un espace elliptique autour du centre du golfe de Münster, équivalant aux deux cinquièmes de l'étendue de celui-ci. (Voir profil transversal III de la planche III.)

IX. — Sondage Werne. Il se trouve, de même que le puits *Georg-Marie*, dans le gisement de la craie inférieure. Le Carbonifère fut rencontré à 600 mètres et renfermait deux couches de houille de 3 mètres d'épaisseur fortement redressées.

X et XI. — Sondages Mansfeld II et III, foncés par la *Mansfelder-Gewerkschaft*, à Eisleben (Province de Saxe). Ils sont situés à l'Est de IX, à 3 1/2 kilomètres au Nord-Ouest de Hamm. On y a traversé les mêmes couches du Crétacé inférieur. Le Carbonifère fut atteint à 707 et 715 mètres. Les sondages furent conduits jusqu'à 900 mètres pour rencontrer plusieurs couches très épaisses de houille.

XII. — Sondage Maximilien V, situé à environ 5 kilomètres à l'Est de Hamm. On y constate les mêmes faits que pour IX, X et XI. Par suite de sa situation un peu plus méridionale, on rencontre déjà le Carbonifère à 650 mètres, et l'on y pénètre jusqu'à 800 mètres avec un résultat très satisfaisant.

XIII. — Le sondage *Kreuzkamp* est d'une très grande importance pour la détermination de l'extension orientale du Carbonifère. On y traversa 19 mètres de Diluvium, 619 mètres de craie et, au lieu du Carbonifère, on rencontra le Culm jusqu'à la cote 656, puis le Calcaire devonien supérieur, où le sondage pénétra jusqu'à la cote 910. Le résultat de ce travail me fut communiqué par M. le *Bergassessor* Hundt. Les probabilités de la descente du Carbonifère vers le Nord et l'Est seront étudiées plus tard par l'examen des profils longitudinaux et transversaux IV de III. (Pl. III et IV et profil longitudinal II.) De l'examen des différents sondages, il paraît résulter clairement que les couches crétacées inclinent régulièrement de 1 à 2 degrés vers le Nord. La direction des couches est nettement Est-Ouest, et ce n'est que tout à l'Ouest, près de Dorsten, que la ligne des profondeurs équivalentes des marnes prend la forme d'une courbe qui s'étend vers le Sud-Est d'abord, et le Sud-Ouest ensuite, indiquant ainsi une inclinaison plus rapide des couches vers le Nord-Ouest.

On peut déterminer avec une certaine exactitude la profondeur du Carbonifère, dans toute la région entre Buer et Beckum, sur une étendue de 70 kilomètres. On rencontre seulement quelques irrégularités dans cette disposition, par exemple la différence de niveau de 80 mètres constatée, dès 1874, dans le champ d'exploitation des puits I et II *Blumenthal*, indiquant la probabilité d'une dislocation. Il est cependant possible que nous ayons affaire ici à une érosion des couches carbonifères, parce qu'il n'y a pas de dislocation correspondante entre les terrains de recouvrement et celles du Carbonifère.

Au Nord de Recklinghausen, dans les exploitations *Elfrieda und Augusta-Victoria*, on a constaté, par une série de sondages, que les lignes de niveau des marnes divergent vers le Nord et l'Ouest, indiquant ainsi que les couches, déjà peu inclinées, deviennent de plus en plus horizon-

tales. Il en est de même près de Beckum, où ces mêmes lignes divergent vers le Nord-Est.

On pourrait expliquer ces particularités par le fait que l'on se rapproche en ces points du centre du bassin crétacé, où l'horizontalité doit être le plus marquée. Toutes les recherches démontrent que l'axe du bassin crétacé, et aussi le point de plus grande profondeur, se trouvent à 5 kilomètres au Nord de Diensteinfurt, et que la plus grande épaisseur de la formation crétacée du bassin de Münster ne dépasse guère 1 100 à 1 200 mètres. (Profil transversal III; pl. III.)

M. le *Bergassessor* Leo Cremer, étudiant les rapports entre les formations carbonifères d'Ibbenbüren et celles du bassin westphalien-rhénan (n^{os} 8 et 9, année XXXI, *Glückauf*), est arrivé à des conclusions différentes. Il voit le point de profondeur maxima du bassin au Nord de Münster, tandis que, d'après ce qui précède, il faut le chercher à 20 kilomètres plus au Sud. Cremer estime l'épaisseur de l'ensemble des couches qui surmontent le Carbonifère près de Münster à 6 000 mètres, dont 2 500 pour le Crétacé, 1 500 pour le Jurassique et 3 000 pour le Trias. Les profils joints à ce travail permettent de croire que les couches de Jurassique sont peu développées près de Münster, et que la présence du Trias et du Permien y est démontrée par les résultats fournis par le sondage de Vreden. L'épaisseur de ces couches près de Münster doit atteindre 1 000 mètres. On peut donc estimer que le niveau inférieur du Crétacé dans le bassin de Münster se trouve à 1 100 ou 1 200 mètres, et que l'ensemble des terrains de recouvrement atteint une épaisseur de 2 200 à 2 400 mètres.

L'erreur de Cremer provient de ce qu'il a admis que le Carbonifère forme, avec l'ensemble des couches qui le surmontent, un bassin unique depuis Diensteinfurt jusque Ibbenbüren, large de 60 kilomètres, distance qui constituerait le petit axe du bassin. Il croyait en outre que les couches triasiques et jurassiques atteignaient la Lippe. Il est probable en outre que l'obliquité du profil Tecklenburg-Münster-Recklinghausen à la direction normale des couches aura contribué à la formation d'une appréciation erronée.

L'étude des plissements du Carbonifère dans la partie Sud du bassin, constatés jusque près du centre de celui-ci, et leur comparaison avec les plis de l'ensemble des couches du Teutoburger Wald et du Wiehengebirge, rendent peu probable l'existence d'un bassin unique aussi étendu, tel que Cremer nous l'a décrit dans son profil. Il paraît nécessaire, au contraire, de le décomposer par un profil ondulé.

En ce qui concerne l'extension des couches triasiques et permienes dans le bassin de Münster, les sondages qui s'étendent jusqu'à l'axe longitudinal de celui-ci démontrent que leur limite sous la craie, au Sud, est dirigée selon la ligne Gladbeck, Haltern, Lüdinghausen, Sendenhorst, Rheda, Delbrück, Salzkotten et Büren. On trouve même plus au Sud des

petits bassins isolés, tel celui de 14 mètres d'épaisseur dans le puits II de la mine *Preussen*, et qu'il faut attribuer au Permien (n° 44, *Glückauf*, 1901). On y rencontre 8^m68 d'argile schisteuse jaune-brun, devenant sableuse vers le haut, 1^m15 de conglomérat, 2^m84 de grès tendre, grisâtre, et encore un conglomérat de 1^m24.

Le schiste dur du Carbonifère sous-jacent est érodé de la même manière que celui qui a subi l'action des glaciers pendant la période glaciaire et il présente aussi des rayures analogues aux stries glaciaires. Il est impossible d'attribuer ces stries à un mouvement tectonique, parce que les galets du conglomérat supérieur présentent les mêmes stries et usures que ceux du Diluvium du Nord de l'Allemagne. La surface de la roche ne donne pas l'impression d'une surface rabotée (*Harnisch*), mais on y peut constater manifestement l'action des eaux courantes.

M. Müller, dans le travail duquel nous trouvons les détails ci-dessus, part de ces observations pour admettre l'existence d'une période glaciaire à l'époque du *Dyas*, question dont les géologues se sont depuis longtemps beaucoup occupés.

Pour revenir à l'érosion marine du bassin de Münster, il y a lieu de constater que son action a été beaucoup moins marquée au Nord et à l'Est du bassin. On y rencontre encore, en assez notable quantité, les couches du *Weald*, du *Hils* et du *Gault*, par exemple sur la ligne de Tecklenburg jusqu'à 15 kilomètres au Nord de Warburg, tandis que sur le bord Sud du bassin, on ne rencontre pas de traces des couches intermédiaires entre le Trias et le Cénomanién, et les couches de la Craie supérieure recouvrent ici immédiatement le Carbonifère.

Description des profils transversaux et longitudinaux.

(Voir planches III et IV.)

Dans l'exposé des profils transversaux et longitudinaux qui va suivre, il faut se rappeler qu'ils ne prétendent pas à une exactitude géométrique. Ce ne sont que des essais et des projections qui schématisent les résultats abondants fournis par les recherches houillères.

Pl. III, n° I. — *Profil transversal* situé sur la ligne Hilden, Mülheim, Vreden, Enschede. — Entre Hilden et Kettwig, on rencontre le terrain devonien qui constitue la base des couches plus récentes. Au Sud de Hilden, on constate la superposition du Tertiaire du bas Rhin. A Kettwig, apparaît le Culm, ou Calcaire carbonifère, puis à Mülheim-Ruhr, le grès carbonifère, sur lequel repose le Carbonifère productif, et qui ne tarde pas à apparaître au jour, pour disparaître ensuite sous les couches de recouvrement, où il a été constaté par des sondages sur une étendue de 70 kilomètres au Nord. Les profils montrent que près de Stadtlohn-Vreden, il y a

un premier relèvement des couches, et l'on peut en admettre un second à 40 kilomètres plus au Nord, près d'Ottmarsen, en correspondance avec le Teutoburger Wald. La dépression entre Rheine et Stadtlohn peut, comme nous l'avons dit, être considérée comme la porte d'entrée des courants de la mer crétacée dans le bassin de Münster. Au sondage de Vreden, le Tertiaire est représenté par 36 mètres, le Weald par 169 mètres, le Trias et le Permien par 1 025 mètres, et l'on n'a pas atteint la limite de ce dernier. Il se peut même qu'au lieu de diviser le bassin carbonifère par trois ondulations, il faille en admettre quatre ou cinq.

Les constatations de Gladbeck, Ruhrort, Vreden et Metelen démontrent d'une façon suffisamment claire l'érosion du Crétacé par les courants marins. Une ligne ponctuée tracée sur la carte en indique la limite.

Pl. III, n° II. — *Profil transversal entre Barmen et Rheine.* — Le Devonien se trouve au jour près de Barmen, présentant des synclinaux alternant avec des anticlinaux. Il est bordé au Nord par le Culm et le grès houiller. Plus au Nord apparaît le Carbonifère, avec une surface ondulée. Au Nord de Bochum, on entre dans le bassin de Münster, et c'est sur la ligne de ce profil que le bassin atteint sa plus grande largeur, qui est ici de 100 kilomètres. Les recherches ont montré que le Carbonifère repose en discordance sous la craie, et avec une surface ondulée. On peut admettre quatre ondulations principales : au Nord de Rheine, la ligne rencontre le relèvement de Ibbenbüren, et le Trias se trouve à une profondeur relativement faible. Le profil montre que le Trias et le Lias occupent au-dessus du Carbonifère dans le Nord du bassin un espace considérable.

Le profil suivant de la planche III est le même que le précédent, mais pour donner une idée plus exacte des dépôts, les hauteurs sont indiquées à la même échelle que les longueurs, alors qu'elles sont doublées pour les autres profils. On peut se rendre compte de cette manière que le Crétacé n'occupe, relativement aux couches qui l'ont précédé, qu'une étendue et une épaisseur relativement peu considérables.

Pl. III, n° III. — *Ce profil transversal s'étend au Sud assez loin dans le Sauerland, afin de montrer les éruptions de porphyre et de diabase du Devonien à Olpe, Plettenburg et Balre.* Celles-ci ont probablement contribué aux plissements des couches secondaires. Il convient de signaler l'apparition du Trias à Menden, qu'on ne peut expliquer que par une dislocation de grande importance. On ne pourra déterminer le mode de production de celle-ci que par des études minutieuses sur place. Un examen attentif de la ligne de disparition du Carbonifère, et surtout du grès houiller, favorise l'hypothèse qu'en ce point le Carbonifère et le Devonien seraient descendus à une certaine profondeur. Outre l'apparition du Trias, près de Menden, on a rencontré des restes de cette formation dans le puits de *Preussen II*, près de Werne.

Sur la ligne de profil se trouvent, près de Hamm, une série de sondages

où le Carbonifère fut atteint directement sous la craie, à des profondeurs de 600, 700, 800, 900 et 1 000 mètres.

Le point le plus déclive du bassin se trouve sur ce profil à Diensteinfurt, où se trouve aussi le bord du bassin permo-triasique. Au pied du Teutoburger Wald, on voit apparaître le Wealdien et le Hils, et par suite d'un double relèvement de terrain, le Muschelkalk et le Buntsandstein, jusqu'à ce que vers le bord septentrional du Wiehengebirge, près de Engter, le Lias, le Jurassique brun et le Jurassique blanc, ainsi que le Wealdien, se superposent en pente vers le Nord, pour disparaître ensuite sous la craie.

Pl. III, n° IVa. — *Ce profil transversal* commence au Sud de Meschede, sur la Ruhr supérieure, où le Devonien apparaît au jour, et sur celui-ci reposent, en formant bassin, le Culm et le Grès houiller, avec un relèvement, vers Warstein, de l'ensemble des couches. Sur le bord Nord de la forêt d'Arnsberg, près de la vallée de la Mône, commencent les couches crétacées, qui se terminent au bord Sud du Teutoburger Wald, près de Halle en Westphalie et Bielefeld. Le Hils et le Gault réapparaissent ici au jour. A partir de ce point jusqu'au Nord par Bünde et Lübbecke, on rencontre les mêmes dispositions que sur le profil III.

Le sondage de Kreuzkampf a indiqué, près de Lippstadt, un relèvement devonien qui présente un intérêt spécial. La représentation exacte de la disposition des couches sédimentaires fait supposer qu'il existe un petit bassin de charbons maigres entre Warstein et Lippstadt, à une faible profondeur sous les couches crétacées. Cependant il se pourrait qu'on passât d'emblée dans le Carbonifère non productif. Par contre, on peut affirmer que le Carbonifère productif forme bassin au Nord du sondage de Kreuzkampf, et se retrouvera dans toute son épaisseur, à Wiedenbrück, sous la craie.

Pl. III, n° IVb. — *Profil transversal*. — Il représente jusqu'à Warstein les mêmes conditions que IVa. Seulement, la ligne a été prolongée jusque dans la vallée de la Nidda, qui coule vers le Main. La proportion des longueurs est au 1 000 000^e et celle des hauteurs au 500 000^e. Dans le Devonien du Rhin moyen, au Sud de Warstein, on rencontre de nouveau, comme dans le Profil III, les masses éruptives considérables qui, de même que la diabase, se trouvent également à l'Ouest par Balve et Altena sur une étendue de 70 kilomètres et sur non loin de 40 kilomètres à l'Est dans la principauté de Waldeck. Au milieu de ces masses éruptives de diabase, on rencontre, à 8 kilomètres au Sud de Brilon, une éruption de porphyre, nommée les *Bruchhauser Steine*, dont les restes escarpés se dressent imposants au milieu du paysage devonien. Puis viennent plus au Sud, près de Schmallenberg, ainsi qu'à l'Est et à l'Ouest, près de Winterberg et Olpe, les éruptions de felsite et de porphyre quartzeux, puis auprès de Marburg, les éruptions de mélaphyre et diabase, qui en constituent le prolon-

gement oriental. On rencontre près de Dillenburg, Wezlar et Weilburg, les mêmes roches éruptives qui suivent la direction générale des montagnes, et dont les masses et les nappes éruptives occupent encore un espace de 700 kilomètres carrés, alors que, antérieurement à l'éruption du massif basaltique du Westerwald, elles occupaient probablement un espace double. Au Sud de Marburg s'élève le massif basaltique de Giessen. Les roches plutoniennes ont percé les roches sédimentaires à différentes époques et les ont soulevées; les éruptions de basalte sont de beaucoup les plus récentes : elles ont apparu vers la fin du Tertiaire et même plus tard. Dans le cas présent, nous trouvons une application de cette théorie dans la présence, au Sud de Marburg, d'un bassin tertiaire qui a été percé par une masse du basalte.

Au Nord de Marburg, l'ancien quartzite du Taunus s'est relevé en dos sous l'influence de l'éruption de mélaphyre, de sorte que la roche ancienne se trouve au niveau des couches du Trias, indiquant ainsi une dislocation de plus de 4 000 mètres.

Ce qu'il y a d'intéressant dans ce profil, c'est que dans les plis du Devonien on rencontre des bassins de Culm et de grès houiller, au Nord et au Sud de l'anticlinal devonien du Sauerland. Les deux bassins situés le plus au Sud renferment une quantité importante de Trias inférieur. Parmi ces couches sédimentaires, on ne rencontre pas le Carbonifère productif. Cette disposition permet de supposer que le Carbonifère ne s'est jamais étendu plus vers le Sud, mais il faut considérer la question comme non encore résolue, car si on tient compte de l'apparition du Carbonifère dans les bassins d'Aix-la-Chapelle et de Liège, et aussi au delà du Devonien du Rhin moyen à Saarbrücken et dans le Palatinat bavarois, on pourrait y trouver un argument pour prétendre que le Carbonifère productif, le Culm et le Trias ont recouvert autrefois en ce point le Devonien.

Les éruptions du massif basaltique de Giessen ont traversé le Devonien depuis ses couches les plus anciennes jusqu'aux plus récentes, de même que les couches du Carbonifère du Lias et du Tertiaire du bassin du Main. A l'Ouest du massif de basalte, les couches de transition plus anciennes s'étendent jusqu'au Rhin et plus à l'Ouest, et descendent ensuite, avec une pente assez accentuée au Sud, sous le Tertiaire et le Trias.

A Homburg, situé à environ 50 kilomètres à l'Ouest du profil *IVb* au pied du Taunus, on rencontre les mêmes dispositions géologiques. La direction du service des bains y a fait exécuter par Kind, en 1853, un sondage qui descendit jusqu'à 1 782 pieds, sans donner de résultat favorable pour les eaux. On traversa des couches de Diluvien et de Tertiaire sur une épaisseur de 1 527 pieds, et l'on arriva directement ensuite dans les étages inférieurs des roches du Taunus, les schistes à séricite, où le sondage fut arrêté à 1 782 pieds.

On voit sur la carte géologique les roches du Hunsrück et du Taunus s'arrêter nettement sur une ligne à direction Sud-Est de Birkenfeld à Homburg, et plus à l'Est, le Trias repose directement contre la roche plus ancienne. On peut supposer que la délimitation si nette des roches provient d'une faille importante. Par cette hypothèse, on peut expliquer les résultats fournis par le sondage de Homburg, comme on peut s'en rendre compte dans l'esquisse due à M. von Dechen. (Voir *Die Homburger Heilquellen*, von Dr Jul. Hoffmann, 1856.)

En vue du contrôle des profils transversaux, on a construit trois ou plutôt quatre profils longitudinaux à travers le bassin crétacé, que nous croyons pouvoir servir à mieux faire comprendre la disposition des couches supérieures de ce bassin. Ils ont été établis au moyen des données fournies par les sondages, qui s'étendent jusque près du fond du bassin. On peut profiler, sur une étendue de 15 à 20 kilomètres, les couches qui apparaissent au Teutoburger Wald sous le flanc Nord du bassin. Il ne reste donc plus qu'une zone de même longueur où les données positives fassent défaut. De plus, nous admettons, avec Cremer, que les relèvements et les descentes des couches du Trias et du Lias reposant en concordance sur le Carbonifère, sont moins accentués à mesure que l'on se rend au Nord, et qu'ils se continuent jusqu'au Teutoburger Wald.

On sait que les bassins du district houiller sont plus ou moins allongés et parallèles, et que leur grand axe présente également une ondulation, mais on a renoncé à la représenter sur les profils parce que la direction de ceux-ci est indiquée par celle des couches de recouvrement que coupe l'axe des bassins carbonifères sous un angle de 25° à 30°, et que de cette façon on ne pourrait donner qu'une représentation imparfaite de l'état des choses. De même que dans les profils transversaux, on n'a pas tenu compte, pour les profils longitudinaux, des failles et d'autres déplacements des terrains carbonifères.

Les relèvements constatés à Lippstadt et à Stadtlahn sur les deux bords Est et Ouest du bassin se retrouvent également dans les profils longitudinaux.

1. — *Profil longitudinal 1* (pl. IV). — Il suit la ligne Vreden-Lippspringe et peut se poursuivre sur le profil 4 jusque Zutphen, en Hollande. Il montre en combinaison avec les profils transversaux II et III l'erreur de l'hypothèse de Cremer, qui admettait, près de Münster, une épaisseur de terrains de recouvrement atteignant 5000 à 6000 mètres. Il faut plutôt admettre une épaisseur de 2300 à 2500 mètres (1).

2. — Le *profil 2*, entre Goch, sur la rive gauche du Rhin, et Lippstadt, en Westphalie, repose sur une série de constatations dont on n'a ici

(1) A comparer l'observation finale page 19.

signalé que les principales. Il suit la ligne de la Lippe, et l'on attend des résultats de sondages plus au Nord qui viendront le compléter (1).

Une section partant de Dortmund et passant par les sondages de Bork et Selm, au Nord de la Lippe, montre en toute évidence que l'épaisseur du bassin crétacé ne peut pas dépasser 1 200 mètres.

Il convient de signaler la démonstration de ce que le delta tertiaire du Rhin moyen trouve sa limite orientale un peu à l'Est de Dorsten, et que sa profondeur atteint, entre Goch et Xanten, 420 mètres, correspondant à une érosion du Crétacé et du Trias. Les sondages de Dorsten et Goch donnent une représentation géologique complète de cette disposition. Près de Lippstadt, il y a, comme on l'a vu, un relèvement du Devonien, qui limite les dépôts carbonifères.

3. — Le *profil longitudinal 3* fournit la preuve que le Carbonifère redescend à l'Est de l'anticlinal devonien ; il permet en outre de constater la terminaison du Crétacé à l'Est, puis des couches sous-jacentes du Hils et du Gault, puis la réapparition du Muschelkalk et du Buntsandstein près de Beverungen-Karlshafen, jusqu'au Weser.

D'après le profil 3, il y a lieu d'admettre la continuation du Carbonifère sous ces couches de recouvrement, et il n'est pas impossible qu'on ne parvienne à démontrer la continuation du bassin westphalien-rhénan avec la formation de même âge trouvée par les exploitations minières au Sud de Harz.

Un sondage entrepris par le Gouvernement à l'Est du Weser serait d'une très grande utilité pour la solution de ce problème économique et scientifique.

4. — Le *profil longitudinal 4* ne se rapporte qu'indirectement au but proposé ; on doit plutôt le considérer comme un profil transversal, et il n'a été placé ici que parce qu'il est situé dans l'axe longitudinal du delta tertiaire du Rhin, qui constitue un des éléments des terrains de recouvrement des couches carbonifères gisant sur la rive droite du Rhin.

Comme profil transversal, il donne une idée de la disposition du Carbonifère de la rive gauche, dont les rapports avec celui de la rive droite ne font plus l'ombre d'un doute. Le profil est basé sur un grand nombre de sondages qui s'étendent sur une ligne de 100 kilomètres du Sud au Nord, entre Eschweiler et Goch-Xanten.

Le dernier profil du bas de la planche IV montre les dispositions sur la rive gauche du Rhin, pour donner une idée d'ensemble des conditions de gisement des couches de recouvrement. Nous avons déjà fait allusion, au début de ce travail, aux constatations très intéressantes faites pendant ces dernières années dans le Limbourg belge, au Nord et au Nord-Ouest de Maestricht. Dans une brochure de la « Société internationale de son-

(1) A comparer l'observation finale page 19.

dage Strasburg-Erkelenz », jointe au n° 15 du *Glückauf*, on a publié des données plus précises sur ces sondages; de plus, dans le n° 43 de l'année 1901 du même périodique, on a publié un extrait dû à un collaborateur technique du journal *La Réforme*. D'après ces communications, on peut se faire une idée exacte de ces dépôts houillers, qui constituent la continuation du bassin de Liège au delà du dos devonien de Visé.

On constate que l'épaisseur de la craie va graduellement en diminuant par suite de l'érosion déterminée par les courants tertiaires, que le Trias et le Permien ont été complètement enlevés dans la partie méridionale du delta, et ne se retrouvent qu'au Nord de Maestricht et atteignent déjà 300 mètres d'épaisseur à Maeseyck, 27 kilomètres plus au Nord. Ces particularités se retrouvent du reste dans les profils 1 et 4 (longitudinaux).

L'auteur vient de publier dans le n° 14 (1904) du *Glückauf* un mémoire analogue au présent concernant les recherches sur la rive gauche du Rhin et dans le Limbourg hollandais, en partant de celles de la Campine.

Les recherches et les déductions qui précèdent présentent, outre leur intérêt géologique, une certaine importance pratique; elles permettent entre autres de se faire une idée de la quantité de houille qui gît dans le district minier rhénan-westphalien.

On peut, par les constatations faites, calculer l'espace du terrain où l'exploitation houillère peut se pratiquer à une profondeur de 1 500 mètres.

Le district est constitué par le trapèze, circonscrit par une ligne partant de Mülheim-sur-Ruhr, passant par Hattingen jusqu'à un point situé à 20 kilomètres Ouest de Lippstadt, puis s'étendant à 12 $\frac{1}{2}$ kilomètres au Nord, avec une inflexion à l'Ouest par Beckum, Haltern, jusque Crudenberg (entre Schermbeck et Wesel), et revenant de là à son point de départ, à Mulheim. La surface de ce trapèze occupe un espace d'environ 2 900 kilomètres carrés.

Le district de la rive gauche n'est pas compris dans ce calcul. On sait qu'on y pratique l'exploitation houillère depuis plus d'un quart de siècle à la mine Rhein-Preussen, appartenant à la famille Haniel.

Pour la détermination de la quantité de houille à exploiter (et l'on ne comprend ici naturellement que la houille exploitable d'après les procédés actuels), on peut se baser sur l'hypothèse que celle-ci varie d'après les différents gisements et diviser le district entier, d'après son degré de richesse, en sept rayons, qui renferment relativement 36, 30, 24, 18, 12, 6 et 0 millions de tonnes de houille par kilomètre carré. La moyenne fournit donc 18 millions de tonnes. Si l'on multiplie celle-ci par le chiffre trouvé de 2 900 kilomètres carrés, on obtient le total de 52,2 milliards de tonnes.

Le conseiller minier Dr Schultz, qui dispose de la riche collection de cartes de la *Berggewerkschaftskasse* de Westphalie, a admis que l'espace

exploitable atteint 3 000 kilomètres carrés, et évalue leur contenu houiller à 54 milliards de tonnes, comme on peut le voir dans son discours à propos du budget des mines, prononcé le 20 février 1902 au Landtag.

On voit que les deux chiffres concordent, et il est probable qu'ils se rapprochent de la réalité. De plus, le présent travail a un intérêt pratique plus général, en ce qu'il donne une indication des parties du district où les sondages offrent des chances de succès, et aussi celles où il n'y a pas lieu de les pratiquer.

Bien que les bases qui ont servi à la construction des profils existent depuis longtemps, il faut admettre que les résultats nouveaux obtenus pendant la hausse récente du prix des charbons ont servi à étendre et à perfectionner les données anciennes.

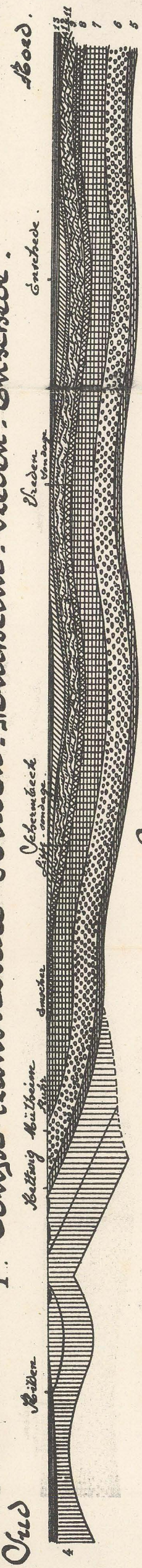
Si le fisc minier, comme l'a fait observer M. le Dr Schultz dans la séance du 20 février, avait admis les propositions qu'il lui avait faites dès l'année 1887, et procédé à des sondages dans un but à la fois scientifique et économique, il aurait obtenu, outre les avantages dans l'intérêt général, une position plus nette, en vue de l'exploitation minière dans le district rhénan-westphalien. Il aurait en outre épargné aux chercheurs aventureux beaucoup de pertes et de désillusions.

Si ces derniers ont eu en vue plutôt leur intérêt que celui de la généralité, on doit cependant leur savoir gré de leur initiative courageuse, car la mise à profit des richesses souterraines du sol constitue pour le développement économique d'un pays une des plus importantes tâches, quoiqu'elle soit souvent accompagnée de beaucoup de déboires.

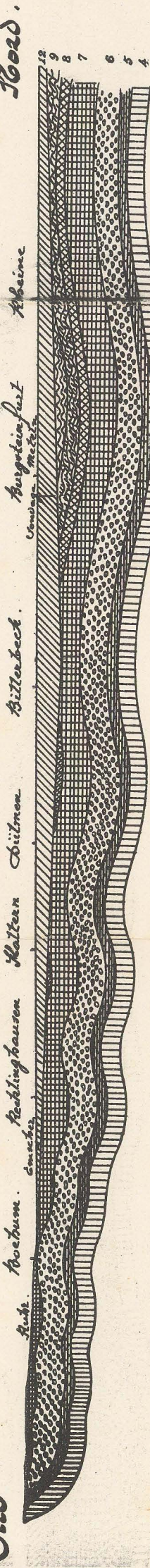
La présente note fut rédigée il y a deux ans ; entre temps les recherches ont progressé vers le centre du bassin jusqu'à la ville de Munster. On y a trouvé dans un sondage le Carbonifère sans quitter le Crétacé, à 1 400 mètres, tandis que, d'après mes prévisions, cette profondeur a été estimée à 2 200 mètres, dont 1 200 mètres de Crétacé et 1 000 mètres de Triasique. J'avais donc projeté par méprise l'affleurement du Triasique sous le Crétacé trop vers le Sud, en admettant un double plissement des couches, à partir du Teutoburgerwald.

Je saisis volontiers l'occasion pour rectifier cette erreur, du reste pardonnable, vu le caractère schématique que les projections ont toujours quand il s'agit de terrains inexploités ou vierges.

I. Coupe transversale Hilden - Hülshcim - Sieden - Enschede.



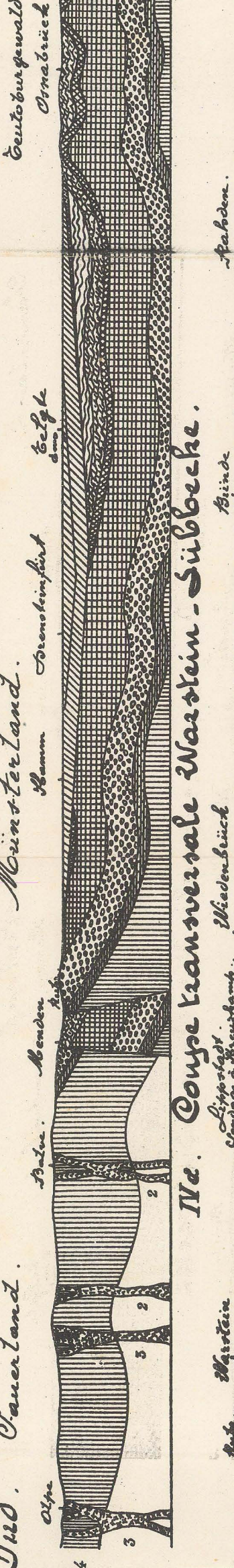
II. Coupe transversale Barmen - Rhine.



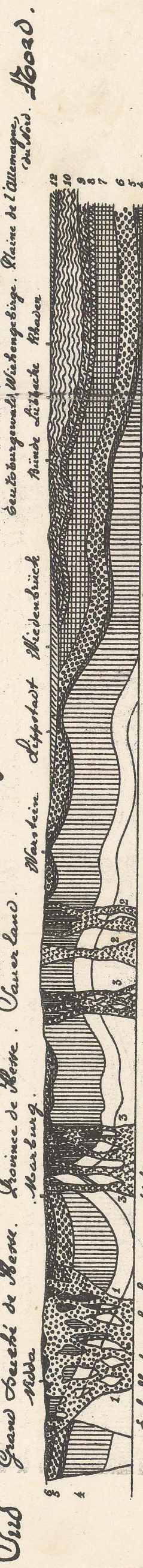
III. Coupe transversale Halle - Osnabrück.



IV. Coupe transversale Warstein - Sübbeke.



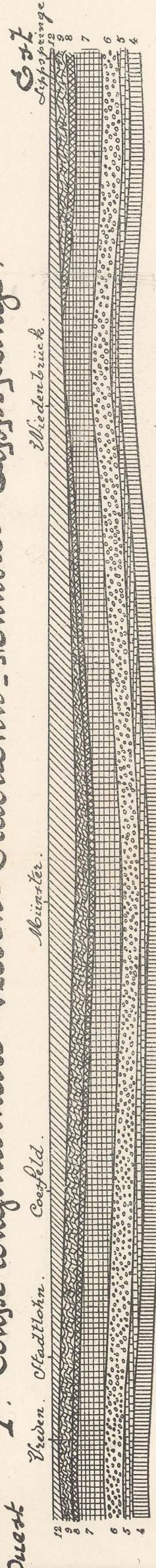
V. Coupe transversale Hildathal - Harburg - Warstein - Sippstadt - Bielfeld - Sübbeke



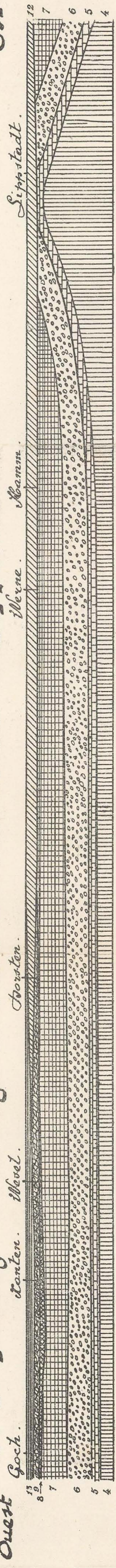
Échelle pour les longueurs. 1:100000

Échelle pour les hauteurs. 1:50000

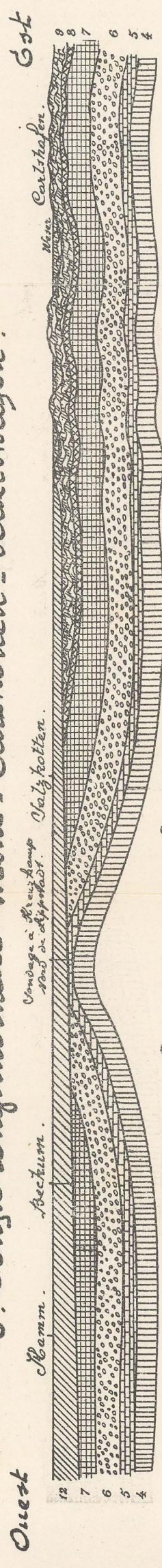
1. Coupe longitudinale Vreden - Stadthorn - Heimer - Sijpsspinge.



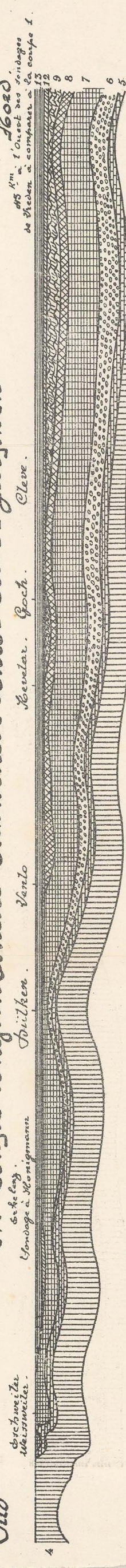
2. Coupe longitudinale Goch - West-Doersten - Stamm - Sijpstadt.



3. Coupe longitudinale Weene - Salzkotten - Karlsbafen.

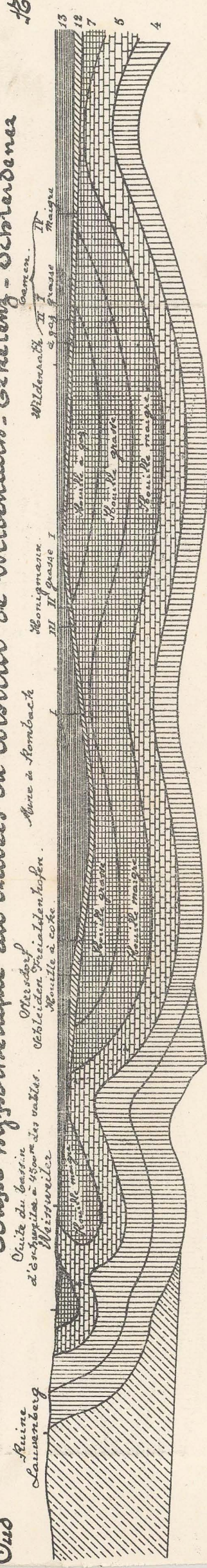


4. Coupe longitudinale Gochweiler - Venlo - Cleve - Zutphen



Echelle pour les longueurs. 1: 50000

Coupe hypothétique au travers du District de Wildenrath - Scheldenaer



Echelle pour les longueurs. 1: 20000

Echelle pour les hauteurs. 1: 100000

Echelle pour les hauteurs. 1: 100000