

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 D^r 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 D^r 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).

Depuis trois ans déjà, le Service institué pour l'exploration géologique du sous sol de la Hollande publie un rapport annuel des plus intéressants. On y trouve, en même temps que le détail des faits nouvellement acquis, tels que les coupes de sondages récents, l'exposé des conclusions qu'il y a lieu d'en déduire.

Le rapport sur l'exercice 1908 (*Jaarverslag der Rijksopsporing van Delfstoffen over 1908*), par Mr. W. A. J. M. van Waterschoot van der Gracht (une brochure in-4° de 71 pages, illustrée de 7 figures hors texte) ne le cède en rien aux précédents. Il y est pour la première fois question du troisième district géologique: celui du Limbourg méridional, dont l'étude détaillée présente un intérêt tout particulier pour la Campine. On y remarque encore l'annonce de la découverte toute récente de sels potassiques au sondage de Plantegaarde, au Sud-Est de Winterswyck, à proximité de la frontière allemande.

En même temps que le rapport ordinaire sur l'année 1908, vient de paraître le mémoire dont le titre se trouve transcrit en tête de cet article. On remarquera que dans le but de faciliter la lecture de ce mémoire à l'étranger, le Service néerlandais a fait choix, pour sa rédaction, de la langue anglaise, alors que pour le mémoire n° 1, paru il y a quelques mois, il avait adopté l'allemand.

Enoncer le seul titre de cet important travail suffit pour en faire

saisir tout l'intérêt. La lecture de ce volume est d'ailleurs non seulement aisée, mais encore agréable, par suite du soin apporté à son impression et par la netteté des illustrations. Rien n'a été épargné pour faire de ce travail une œuvre parfaite. Aussi est-ce avec plaisir que nous en avons fait une analyse détaillée à l'intention des lecteurs des *Annales des mines de Belgique*.

Le travail peut être subdivisé en deux grandes parties. La première sans titre spécial, comprend cinq chapitres :

- I. Introduction ;
- II. Description géologique générale des régions voisines des Pays-Bas ;
- III. Les recherches pour la houille dans les territoires Néerlandais: coupes des sondages exécutés par le Service ;
- IV. Les explorations dans la province de la Gueldre ;
- V. Méthodes de sondage et limites des recherches.

La seconde partie, intitulée : Discussion géologique, se subdivise également en cinq chapitres :

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

Nous examinerons successivement ces différentes parties.

I. La presque totalité du sol des Pays-Bas est recouverte de graviers et de sables quaternaires. Ce n'est que sur les frontières orientale et méridionale que l'on voit affleurer le tertiaire et quelques roches mésozoïques. Quant aux terrains paléozoïques, ils ne sont visibles que dans des vallées encaissées, aux environs de la frontière belge.

Les sondages exécutés en dehors de la région méridionale du Limbourg, n'avaient atteint que le tertiaire. Cependant les travaux exécutés pour la recherche de la houille dans le Limbourg avaient attiré l'attention sur l'intérêt que présente une connaissance approfondie du sous-sol. C'est dans ces conditions que fut créé le Service pour l'exploration géologique des Pays-Bas (*Rijksopsporing van Delfstoffen*). Une loi réserva l'exploration du pays au Gouvernement, en laissant ouverte la question d'une exploitation éventuelle.

La tâche du nouveau Service était particulièrement délicate en raison de l'incertitude qui régnait au sujet des résultats fournis par les sondages exécutés dans les régions avoisinantes; cette incertitude résultait souvent du manque de méthode dans l'exécution des travaux et la récolte des échantillons, et encore du soin jaloux que les propriétaires apportaient à tenir secrets les résultats de leurs recherches. Cette critique s'applique surtout à l'Allemagne.

L'auteur eut pu ajouter que la tectonique compliquée du sous-sol de la Hollande avait surtout rendu sa tâche très délicate. On n'eut pu que le féliciter davantage des résultats obtenus.

Quoi qu'il en soit, l'état d'avancement des travaux lui a paru suffisant pour permettre de prendre dès à présent des conclusions fermes.

Le principe directeur des recherches devait être que les régions du Nord-Ouest de l'Europe forment une entité géologique et notamment que les bassins houillers de ces régions, y compris les Iles bi-tanniques, ne se trouvent actuellement séparés que par suite des phénomènes de plissement et d'érosion.

Pour mener à bien la tâche qui était sienne, l'auteur a été amené à étudier toute une série de travaux monographiques et à prendre connaissance de faits nombreux.

Il a cru utile d'en faire l'exposé de manière à préciser, autant qu'il lui était possible, l'état actuel de nos connaissances. Son travail marquera certainement, ainsi qu'il l'espère, l'origine d'une nouvelle ère d'activité dans la vaste étude collective des bassins houillers.

II. Après avoir rappelé les grands traits probables de la géologie du sous-sol des Pays-Bas, où les plis hercyniens sont croisés par la zone de failles Nord-Sud de la région du Bas-Rhin, l'auteur expose successivement ce que l'on connaît du bassin de la Campine, en examine spécialement les morts-terrains; puis il étudie le bassin du Limbourg méridional et son prolongement en Allemagne.

Parmi les sondages qui ont été exécutés dans la région Nord de la Campine, sans atteindre le houiller, il y a lieu de noter ceux effectués récemment à Eelen II, à Meeuwen et à Neeroeteren, et qui ont atteint une profondeur supérieure à 950 mètres. Leurs coupes sont, je pense, encore inédites.

D'autre part, lorsque l'auteur déclare qu'aucune trace de plissements n'a été relevée dans le houiller de la Campine, il perd de vue que l'examen des échantillons a cependant fait constater des cassures et des dressants (cf. *Annales des mines de Belgique*, t. VIII, p. 1195).

En ce qui concerne le sondage de Molenbeersel (1,050 mètres),

l'étude des échantillons porte l'auteur à croire qu'il n'a atteint ni le Tongrien, ni le Rupélien, mais que la partie inférieure du sondage représente l'oligocène supérieur (sables de Créfeld), qui a, à ses sondages Vlodrop I et Maasniel, une puissance de plusieurs centaines de mètres. Le houiller se trouverait ainsi à ± 2000 mètres de profondeur. Le permien qui le surmonte pourrait être salifère.

L'auteur ne cite qu'avec réserves les conclusions admises par Forir sur la détermination des morts-terrains. Il met également en doute la détermination de von Dechen concluant à la présence de calcaire dévonien au sondage de Wankum, au Nord-Est de Venlo. Il y aurait eu confusion avec les bancs supérieurs du Sénonien qui sont parfois très compacts. Il en résulterait qu'un important champ resterait à explorer entre la région du Rhin et les environs d'Erkelenz, si la loi Gamp ne s'opposait pas actuellement en Prusse à tous les travaux de sondage.

Deux cartes et surtout une feuille de coupes font bien ressortir cet exposé d'ensemble de composition générale du sous-sol. Une série de failles en escalier de direction générale Sud-Est Nord-Ouest découpent irrégulièrement le pays.

Au point de vue de la Hollande, il résulte de cette étude :

1° Que les terrains paléozoïques en Campine s'enfoncent dans la direction du Nord à des profondeurs inadmissibles;

2° Qu'à l'Est du bassin houiller du Limbourg méridional découpé par les failles en blocs oblongs, existe une zone, celle du Limbourg central et de la Campine septentrionale, d'Eelen à la frontière, où le houiller est inaccessible;

3° Qu'entre Ruremonde et Venlo, le jeu de failles a laissé subsister un bloc de terrain houiller reconnu de Linnich à Erkelenz, jusqu'à la frontière (Elmpt et Brüggen);

4° Qu'il existe également une zone favorable aux environs de Goch.

III. La région choisie pour les premières recherches fut celle située à l'Est de Ruremonde, qui, d'après les tracés publiés par Wacholder, correspondait à un horst ou claveau surélevé. Le houiller devait s'y trouver à faible profondeur. Les tracés de Wacholder étaient malheureusement inexacts et les sondages entrepris en 1904 à Vlodrop I et à Maasniel, poussés respectivement à 800 et 680 mètres, n'avaient pas encore traversé complètement l'oligocène supérieur, lorsque l'auteur fut chargé de la Direction du Service.

Ces sondages furent arrêtés, car il résultait à l'évidence qu'ils se trouvaient dans la fosse profonde (*graben*), qui sépare le bassin de Heerlen de celui qu'il importait de découvrir.

Il fut alors reconnu que les bruyères du Peel formaient un plateau nettement accusé, quoique de relief très médiocre, situé dans le prolongement du horst Linnich-Elm signalé ci-dessus. Sachant que les failles qui limitent les claveaux du terrain houiller ont, dans cette région, rejoué à diverses époques, parfois même très récentes, on ne pouvait que voir, dans ce trait de géographie physique, un indice favorable au prolongement du horst de houiller. L'événement prouva que l'on ne s'était pas trompé. Un sondage foré au centre des bruyères du Peel à Helenaveen, traversa un peu de triasique et de permien, et atteignit le houiller à la profondeur de 914 mètres; à 987 mètres, on recoupa une première couche de houille de 60 centimètres d'épaisseur. Le sondage, arrêté à 1,225 mètres, a recoupé sept couches, d'une puissance totalisée de 5^m50, de 35 à 30 % de matières volatiles.

Afin de procéder méthodiquement, on entreprit alors une coupe suivant la direction S.E.-N.O. du horst, à l'aide de deux sondages, l'un au Sud-Est, Helenaveen II, l'autre au Nord-Ouest, Helenaveen III. Le premier rencontra le houiller à 730 mètres et a recoupé, de 730 à 1,100 mètres, dix couches de houille d'une puissance totalisée de 7^m55, de 30 à 22 % de matières volatiles. Le second atteignit le triasique à 872 mètres; il s'y trouvait encore à la profondeur de 1,155 mètres, quand un accident vint interrompre les recherches.

Entretemps, un cinquième sondage, Vlodrop II, avait été commencé à l'extrême limite Sud du plateau du Peel, afin de reconnaître s'il y avait réellement coïncidence entre le relief superficiel et celui de la surface du houiller. Effectivement il atteignit le houiller à une profondeur relativement faible, 483 mètres. Il a été arrêté à 653 mètres après avoir recoupé quatre couches de houille, d'une puissance totalisée de 5^m24, de 19 à 15 % de matières volatiles.

Enfin on a exécuté une coupe Ouest-Est par deux sondages, n° 8 et n° 9, situés à l'Ouest et à l'Est d'Helenaveen II, en même temps que par le sondage n° 10 (Kessel), on prolongeait vers le Sud-Est la grande coupe des sondages Helenaveen I-III. Un sondage, n° 11, est commencé qui doit, avec le n° 9, fournir une deuxième coupe N.O.-S.E.

Le sondage n° 8 (Mijel), après avoir rencontré le triasique à une profondeur anormale, pénétra dans une faille remplie de brèche de friction formée en majeure partie de débris de roches houillères. Il y pénétra de 26 mètres, puis dut être abandonné par suite d'accidents.

Le sondage n° 9 (Baarlo) a été un sondage d'étude complet. Vu

l'existence de houiller productif dans la région, on y a étudié de façon toute spéciale les morts-terrains. Le houiller y a été atteint à 657 mètres. La reconnaissance a été poussée jusque 1,400 mètres; on a ainsi recoupé six couches d'une puissance totalisée de 5^m50, de 20 à 14 % de matières volatiles, la dernière se trouvant à 1,062 mètres. La stampe inférieure, qui ne renferme que des veinettes, a été identifiée comme correspondant à la partie inférieure de la zone des maigres (faisceau inférieur à Dix-Paumes de Charleroi ou à Malgarnie de Liège). Ajoutons immédiatement que les morts-terrains se sont montrés peu aquifères.

Le sondage n° 10 a rencontré le houiller à 689 mètres; poussé à 1,130 mètres, il a recoupé onze couches, d'une puissance totalisée de 10^m51, de 26 à 16 % de matières volatiles.

Suit le détail des coupes de ces sondages, coupes rectifiées, en ce qui concerne les morts-terrains, d'après les indications plus exactes fournies par le sondage de Baarlo (n° 9). On y remarquera que les « murs » y sont signalés tout spécialement en caractères gras. C'est une innovation remarquable au point de vue scientifique, qui rompt avec les errements des rapports de 1906 et 1907. On regrette toutefois de ne trouver dans toutes ces coupes des indications précises et complètes sur les procédés de forage et les limites de leur application, et encore sur les diamètres des trous de sonde.

Les renseignements paléontologiques auraient gagné à être plus complets et à figurer dans une colonne spéciale.

Les descriptions lithologiques sont néanmoins remarquables par leur netteté.

Des travaux exécutés jusqu'à ce jour, l'auteur conclut à l'existence dans le Peel d'un gisement houiller d'une superficie de 17,000 hectares, en limitant à 1,200 mètres la profondeur d'exploitation.

IV. L'exploration de la province de la Gueldre offrait un autre intérêt.

On savait depuis longtemps que les roches mésozoïques pointaient à travers le manteau de sables et de graviers quaternaires ou encore d'argiles tertiaires qui forment le sol de cette région, située à la bordure Nord-Ouest du bassin créacé de Munster.

L'âge de ces pointements fit durant longtemps l'objet de vives discussions; diverses recherches furent faites par des sondages dans cette région, notamment en vue de la découverte des charbons wealdiens exploités au Deister (Hanovre), puis, dans la suite, pour la recherche du houiller lui-même; on découvrit ainsi l'existence dans

le Permien, à quelque 1,000 mètres de profondeur, d'une couche de sel de 100 mètres d'épaisseur. Arrêté à 1,230 mètres, ce sondage, exécuté en 1901 à Vreden, n'avait pas atteint le houiller.

Le Service commença en 1906 un lever détaillé de la région. Un examen des affleurements fit constater l'existence du Muschelkalk fossilifère et du grès bigarré. On poursuivit l'exploration sous le recouvrement quaternaire et tertiaire, à l'aide de sondages à la main poussés à 5 ou 6 mètres de profondeur, puis par des sondages à la main de 30 à 35 mètres, et enfin par quelques trous exécutés à l'aide d'une sonde à vapeur d'une capacité de 350 mètres.

Le détail de ces constatations est donné ici dans ses grandes lignes. Il se trouve exposé de façon très complète dans les rapports sur les exercices 1907 et 1908.

Ces travaux conduisirent à conclure que sur le houiller repose le Zechstein (permien), puissant de 300 mètres, dont 120 mètres de couches salifères; puis le triasique, composé de 700 mètres de marnes et d'argiles avec grès dans la partie médiane, et de 40 mètres de Muschelkalk. Le Keuper fait défaut. Sur le triasique repose le jurassique. Le Lias est puissant de 250 mètres, puis vient le jurassique moyen ou Dogger que surmonte le crétacé. Ces couches sont évidemment plissées et faillées.

On avait ainsi déterminé l'emplacement le plus favorable à un grand sondage. Celui-ci a été entrepris à Plantegaarde, à peu près à mi-distance entre Winterswijk (ligne de Dorsten [Westphalie] à Zutphen) et la frontière allemande. Il a atteint les couches salifères à 455 mètres.

Les couches salifères ont une puissance de 140 mètres, dont une assise massive de 104 mètres. Le sondage a ensuite recoupé des cassures remplies de débris de roches houillères et du houiller disloqué (charbons à 39-37 % de matières volatiles) de 596 à 695 mètres, puis il est rentré dans le gisement salifère, avec sels potassiques.

Cette découverte est importante non seulement au point de vue de la Hollande, mais encore pour l'Allemagne, car, comme le montre la carte d'ensemble, planche VI, elle est faite dans une région totalement inconnue, les résultats du sondage de Vreden n'ayant pas stimulé l'ardeur des sondeurs allemands.

Leur activité s'était concentrée aux environs du Wesel et de Xanten, où d'importants gisements de sels potassiques recouvrent le houiller, et où déjà des puits de mine sont actuellement en fonçage.

Ajoutons que, d'autre part, les explorations se continuent en

Hollande dans les provinces voisines de Overijssel et de Drenthe, dont la tectonique très compliquée pourrait néanmoins présenter des côtés intéressants.

V. Les diverses méthodes de sondage fournissent, comme on le sait, des indications de très inégale valeur sur la nature des terrains traversés.

Lorsque les morts-terrains comportent une épaisseur de sables et d'argiles supérieure à 600 mètres, les procédés à courant d'eau et à battage rapide sont les seuls économiques. Mais ce système fournit de mauvais échantillons de terrains, car il se produit des rechutes même dans les trous tubés par derrière les tubages. Les anciens procédés, dits à sec, ne fournissent pas d'ailleurs de meilleurs résultats à ces profondeurs. Les sondages de Vladrop I et II en ont fourni la preuve. Imposer l'emploi des procédés à sec paraît donc à l'auteur chose inadmissible, car on augmente beaucoup le coût du travail, tout en ne réalisant qu'une vitesse d'avancement trois fois moindre.

Le procédé à battage rapide employé fut le procédé Raky, bien connu (cf. *Annales des mines de Belgique*, t. VIII). On fit souvent emploi d'eau lourde; l'emploi d'eau lourde est également recommandé dans le cas de forage à la couronne à travers des roches tendres.

A Baarlo, on a employé dans les sables un procédé par rodage à la couronne. En profondeur, les sables et argiles sont suffisamment cohérents pour donner des carottes. Il suffit de les protéger contre l'action érosive du courant d'eau en plaçant dans le carottier une chemise qui dirige le courant d'eau de curage jusqu'à la couronne. La chemise est portée sur joint à billes et reste immobile durant la rotation du tube extérieur porte-couronne. La couronne est en acier, avec des dents amovibles de forme spéciale. Il faut, dans les sables et les argiles sableuses, remplacer ces dents tous les 6 ou 8 mètres. Au sommet de la chemise, est disposée une soupape qui permet l'évacuation de l'air ou de l'eau refoulée par la montée de la carotte.

La carotte est retenue par succion, bien que la chemise soit pourvue d'un anneau brisé; ordinairement la carotte remplit entièrement la chemise, aussi construit-on celle-ci en tronçons de 50 centimètres de hauteur reliés par parties filetées.

Ce système donne d'excellents résultats. A Baarlo, on l'a employé sur plusieurs centaines de mètres de hauteur, au diamètre de six pouces. Il en est résulté une modification complète dans la détermination lithologique et paléontologique des diverses assises.

Malheureusement, ce système coûte 50 % plus cher que le procédé

par percussion. On pourra, dans certains cas les combiner avantageusement.

Au point de vue minier, le système par rotation a permis de constater que là où l'on croyait avoir affaire à des assises sableuses, mouvantes et aquifères, il n'existait au contraire que des formations résistantes et argileuses. Des essais de pompage ont démontré la nature imperméable de ces terrains.

A partir du crétacé, on a employé la sonde à rodage à diamants, sauf pour la traversée des bancs de silex.

L'auteur ne donne que des indications sommaires sur la méthode suivie pour les constatations de couches de houille. Il déclare que l'expérience a démontré que les puissances constatées dans les sondages étaient bien réelles, mais que l'exactitude des résultats dépend surtout de la vigilance du personnel du sondage. Il faut admettre pratiquement une erreur de 10 à 20 centimètres dans l'estimation de l'épaisseur.

Un appareil destiné à obtenir des carottes de houille est actuellement à l'essai.

Le second paragraphe du chapitre V traite des limites de l'exploitation minière, et de celles qu'il faut en conséquence assigner aux recherches.

L'auteur considère qu'il est actuellement inutile de rechercher des gisements houillers dont la profondeur initiale est supérieure à 1,100 mètres. La profondeur de 1,500 mètres lui paraît être la limite extrême d'exploitation, en raison de la température élevée qui s'y rencontre, de la poussée intense des terrains et du chiffre des dépenses d'exploitation. La température naturelle des roches n'est pas celle de l'air, mais l'air s'échauffe rapidement dans les systèmes d'exploitation par piliers, ou si la mine est humide, surtout dans le cas de sources chaudes, ou encore si le charbon s'oxyde facilement, ce qui est le cas pour certaines variétés de charbon. L'augmentation de poussée de terrains en profondeur est un fait bien connu dans nos charbonnages, encore que ces poussées puissent être de natures variées.

A. Renier

(La deuxième partie de l'ouvrage sera examinée dans la prochaine livraison).
