

LES
GISEMENTS HOUILLERS
DE LA BELGIQUE

PAR

ARMAND RENIER

Ingénieur principal au Corps des Mines
Chef du Service géologique de Belgique
Chargé de cours à l'Université de Liège.

(2^{me} Suite) (1)

CHAPITRE VIII. — Relations internationales
de stratigraphie.

1. Le cadre de ce travail se trouve ainsi défini, qu'il n'englobe foncièrement que les faits observés dans les limites du territoire national.

Les frontières politiques de la Belgique sont cependant arbitraires au point de vue géologique. Les observations faites dans ce pays ne se rapportent qu'à une fraction importante d'une unité naturelle. Pour pouvoir être logiquement interprétées, elles doivent être complétées et extensivement et intensivement, certaines situations du plus haut intérêt étant localisées dans les bassins étrangers ou y ayant fait l'objet de recherches particulièrement

(1) Voir chapitres I-V, *Annales des Mines de Belgique*, t. XVIII, pp. 755-779. pl. I-IV.

Id. VI-VII *ibid.* t. XIX, pp. 3-36.

N. B. — La bibliographie fera l'objet d'une liste générale placée à la fin du travail.

approfondies. Or, ces détails nouveaux ne peuvent être rattachés aux faits exposés ci-dessus que grâce à une connaissance suffisante des relations stratigraphiques de l'ensemble. D'où la nécessité d'étudier préalablement ces relations.

D'ailleurs le terme dénommé Westphalien de Lapparent (*non* STAINIER 1901, *nec* Westphalian, KIDSTON 1905), dans la classification stratigraphique de Munier-Chalmas et de Lapparent (1894), dont la vogue est universelle, a pour prototype la série du grand bassin franco-belge.

Telles sont les raisons principales qui me déterminent à consacrer ce chapitre à une question qui, de prime abord, pourrait être considérée comme superflue.

2. Une subdivision tout naturelle s'impose.

Une première section traitera des relations des gisements houillers de la Belgique avec ceux qui en constituent effectivement les prolongements.

Dans une seconde section, l'état de la question sera examiné d'un point de vue plus général.

A. — Les prolongements des gisements de la Belgique.

3. Reprenant la classification adoptée au chapitre II, nous résumerons comme suit la situation géographique :

a) Les expansions du synclinal dévono-carboniférien dit de Dinant renferment, au delà des frontières belges, un certain nombre de bassins généralement peu développés.

Ce sont, en territoire français, ceux d'Aulnoye et de Taisnières en Thiérache et, en territoire prussien, celui beaucoup plus important d'Eschweiler ou de l'Inde, dont les digitations occidentales pénètrent jusqu'en territoire belge. Ce dernier bassin peut d'ailleurs être subdivisé, mais il est inutile d'entrer ici dans ces détails.

Ces bassins sont aussi bien isolés des bassins belges de ce groupe que ces derniers le sont entre eux.

b) Le bassin de Haine-Sambre-Meuse se continue sans interruption et vers l'Ouest et vers l'Est.

Les exploitations minières ne sont toutefois contiguës qu'à la frontière française.

Entre les exploitations du pays de Herve et celles du bassin septentrional d'Aix-la-Chapelle, ou bassin de la Würm ou Worm, et encore de la région méridionale du Limbourg néerlandais, existe un intervalle de plus de vingt kilomètres presque entièrement recouvert par le manteau de formations post-paléozoïques. Les affleurements de la vallée de la Geule et divers forages établissent cependant à suffisance la continuité du terrain houiller (VAN SWIETEN 1857, 1858; BOGAERT 1876; cf. HOLZAPFEL, 1910, p. 72).

c) L'unité des gisements de la Campine belge et du Limbourg néerlandais est également certaine, bien que, jusqu'ici, elle ne résulte que d'explorations par sondages.

Le réseau de recherches s'est d'ailleurs développé de façon telle qu'il a démontré le raccord souterrain des bassins de la Würm et du Limbourg néerlandais avec le grand bassin houiller rhéno-westphalien, également connu sous le nom de bassin de la Ruhr (cf. surtout VAN WATERSCHOOT 1914, pl. III; 1918, pl. XIII).

4. Les échelles stratigraphiques des bassins voisins sont actuellement assez bien connues, quoiqu'avec une approximation variable.

La série du bassin rhéno-westphalien a été, de longue date, particulièrement bien élucidée, ainsi qu'on peut en juger par les travaux d'ensemble les plus récents (CREMER et MENTZEL, 1903, p. 41; KRUSCH, 1908, p. 55). La constitution des assises inférieures aux couches de houille exploitées n'est toutefois pas connue de façon détaillée.

Les bassins d'Aix-la-Chapelle ont, eux aussi, fait l'objet

de descriptions soignées. Les assises inférieures n'ont pas, jusqu'ici, été découvertes dans le bassin de la Würm. De façon générale, les grandes failles transversales, en divisant cette région en un certain nombre de massifs, rendent très difficiles les raccords des diverses séries. Aussi, la constitution d'ensemble de l'échelle stratigraphique présente-t-elle encore mainte incertitude dans l'un et l'autre bassins (cf. WESTERMANN 1905, in MENTZEL 1906 et RENIER, 1906 *h*, pl. VIII; DANNENBERG 1908, p. 83; VAN WATERSCHOOT 1909, pp. 96 et 129, fig. 2, 3, 5 et 6; surtout HOLZAPFEL 1910, pp. 45-86, pl. I; JONGMANS 1913, pl. IV, 1915, 1918 *passim*).

Dans le Limbourg néerlandais, les publications récentes, fruits de l'activité du *Rijksopsporing van Delfstoffen*, ont fait connaître en grand détail les rudiments de l'échelle stratigraphique et leurs relations probables. Mais le plus grand nombre des coupes, notamment celles des assises supérieures, n'ayant été fournies que par des sondages, une synthèse est évidemment très délicate. M. Jongmans (1918) vient cependant de la tenter en utilisant l'ensemble des données.

La situation des bassins français du Nord et du Pas-de-Calais a, durant longtemps, été incertaine. L'essai fait par Boulay (1877) à l'aide des indications recueillies par Dormoy (1867) n'a pas, et à juste titre, retenu l'attention. Les complications tectoniques y rendaient d'ailleurs particulièrement délicate la tâche des stratigraphes. Grâce aux leviers minutieux des géologues du *Musée houiller* de Lille, l'échelle détaillée, déjà esquissée par Olry (1886), est à peu près établie de façon précise, ainsi qu'en témoignent les publications de M. Ch. Barrois (1910a, 1912).

5. Le développement des légendes stratigraphiques a été sensiblement inverse. C'est là une conséquence logique. Lorsqu'ils se trouvent en possession d'une échelle strati-

graphique bien définie, les géologues et surtout les cartographes miniers n'aperçoivent pas toujours l'utilité de l'élaboration d'une légende. Les éléments d'une division rationnelle en assises leur ont d'ailleurs souvent fait défaut. Au contraire, la connaissance de l'échelle détaillée est-elle rudimentaire, la possession d'une légende, fut-elle sommaire, apparaît comme un moyen de classement en première approximation.

La série du bassin rhéno-westphalien a depuis longtemps déjà été subdivisée en *Flötzleere*, à la base et *Flötzführende Gebirge*, au sommet (cf. VON DECHEN 1884, p. 220; KRUSCH 1908, p. 12), c'est-à-dire suivant un schème analogue à celui proposé en Belgique par Dumont (1832) : Houiller sans houille ; houiller avec houille. A son tour, le houiller exploité a été subdivisé en *Mager-, Fett-, Gas- et Gasflammkohlenpartie* (cf. VON DECHEN 1884, p. 240), mais suivant un plan plus ou moins arbitraire. Ce plan tient apparemment compte de la qualité des charbons, mais tout comme en Belgique, cette qualité varie latéralement (cf. détails JONGMANS 1918, p. 316, note 3). Les limites d'assises étant des couches conductrices bien définies : Sonnenschein, Catharina, Zollverein, on s'est en somme contenté de définir le caractère ordinaire des faisceaux situés en dessous, entre et au dessus de ces niveaux précis. Les recherches postérieures de L. Cremer (cf. CREMER et MENTZEL 1903, p. 113), ont fourni, dans une certaine mesure, une justification paléontologique de ces subdivisions. Le cas de ce bassin est donc historiquement assez analogue à celui des gisements belges (cf. RENIER 1912g, p. 145).

Comme le rappelle le tableau synoptique (planche IV), il n'existe pas encore, à proprement parler, de légende stratigraphique pour les bassins d'Aix-la-Chapelle. Holzapfel (1910, p. 99) s'est borné à préciser certains horizons, couches de houille et niveaux gréseux, sans toutefois

dénommer systématiquement toutes et chacune des subdivisions, dont il définissait ainsi les limites.

La situation des bassins néerlandais a été analogue. Les derniers essais (MOLENGRAAFF et VAN WATERSCHOOT 1913, p. 8; VAN WATERSCHOOT 1913, p. 781) ne différaient guère de celui qui se trouve seul mentionné à la planche IV (KLEIN 1909*b*, 1909*c*, p. 86; 1910, p. 34). Mais M. Jongmans (1918, pp. 264 et 322) distingue à présent de bas en haut, les *Baarlo groep*, *Wilhelmina groep*, *Hendrik groep* et *Maurits groep* (1). Les limites en sont la couche Steinknipp, puis deux couches renfermant, l'une et l'autre, dans leur toit un niveau à *Lingula*. En dessous du *Baarlo groep*, existent d'ailleurs d'autres termes mal connus et non encore dénommés.

Quant aux bassins français du Nord et du Pas-de-Calais, le même tableau (planche IV) rappelle qu'une division en assises y a été proposée depuis longtemps, sans toutefois que les détails de constitution et les limites d'assises y fussent nettement précisés. En l'absence d'une connaissance certaine de l'échelle stratigraphique, il y avait là une impossibilité matérielle. Les premiers essais (GOSSELET 1880) faisaient surtout état de la qualité des houilles. L'application des méthodes paléontologiques (ZEILLER, 1888, 1895) fournit peu après la preuve que la teneur en matières volatiles variait latéralement dans une même assise. Mais, en même temps qu'étaient ainsi ruinées les bases des premiers essais, les éléments d'une distinction globale des assises se trouvaient acquis. Enfin, récemment, la paléontologie permettait une délimitation précise des zones en mettant en évidence un certain nombre d'horizons.

6. Les études de paléontologie stratigraphique ont été très inégalement poussées dans les divers bassins.

(1) Le mot *groep* n'est évidemment pas pris ici dans le sens lui assigné par les règles de la Commission internationale de stratigraphie. Il est synonyme d'*assise*, ou peut-être mieux de *faisceau*.

Elles sont très avancées dans le Nord et le Pas-de-Calais. Leur exécution méthodique a rapidement absorbé une grande part de l'activité du service néerlandais.

A. En ce qui concerne la *paléobotanique*, la situation serait de beaucoup supérieure en France à ce qu'elle est actuellement en Belgique, s'il était possible de condenser, grâce à une échelle stratigraphique complète, les innombrables observations déjà publiées. Semblable travail a récemment été entrepris pour le groupe des *Sphenopteris* (P. BERTRAND, 1913).

Les mémoires de Boulay (1876) et surtout de M. Zeiller (1886-1888) sur les bassins du Nord et du Pas-de-Calais sont classiques. Les travaux de M. P. Bertrand, trop longs à énumérer, et ceux de M. Carpentier (cf. 1913) y ont apporté de nombreux compléments et rectifications.

Au sujet des bassins d'Aix-la-Chapelle, il faut surtout citer les recherches de M. Westermann (1905, *in* MENTZEL, 1906 et RENIER 1906*h*) et les notes de MM. Potonié et Gothan (*in* HOLZAPFEL 1910, *passim*) et de M. Jongmans (1909, p. 195; 1906 *passim*). Mais ces données sont en somme très fragmentaires.

M. Jongmans (1909*b*, pp. 168-180; 1910*a*, *b*; 1911; 1913; 1915; 1918) a publié, au sujet du Limbourg néerlandais, des listes complètes en ce qui concerne les sondages, et déjà très fournies sur les régions exploitées. Il a entrepris d'ailleurs des études approfondies de révisions systématiques.

Enfin, pour ce qui est du bassin rhénan-westphalien, on ne peut guère faire état que de la thèse de Cremer (1893) sur les plantes à frondes filicoïdes, de quelques notes de MM. Potonié et Gothan (notamment *in* KRUSCH 1908, p. 60; voir aussi POTONIÉ : *Abbildungen und Beschreibungen*, *passim*), et d'un mémoire de M. Jongmans et Kukuk (1914).

B. Parmi les études consacrées à la *paléozoologie* des bassins français, les travaux de M. Barrois (cf. GOSSELET 1888, p. 690; BARROIS 1912) et de M. Pruvost (notamment 1913), ainsi que ceux de M. Carpentier (1913) sont à mettre hors pair.

Les données relatives aux bassins d'Aix-la-Chapelle se trouvent surtout condensées dans les mémoires de M. Westermann (1905), de M. Semper (1909) et de Holzapfel (1910).

Au cours des six années qu'il a consacrées à l'étude du Limbourg

néerlandais, M. Klein (cf. 1913 *f*) a précisé la position de nombreux niveaux fossilifères.

Quant au bassin rhénan-westphalien, si les explorations y ont été poussées très avant en ce qui concerne la reconnaissance de la position des niveaux à faune marine et à faune d'eau douce (cf. CREMER et MENTZEL 1903), la systématique a été presque totalement négligée, car on ne peut guère faire état des publications d'Achepohl qui ont jusqu'ici constitué la base principale des déterminations. Mais une tendance au progrès semble se manifester (WEDEKIND 1914).

7. Les caractères lithologiques ont, par contre, particulièrement retenu l'attention des chercheurs qui se sont consacrés à l'étude des bassins allemands (cf. CREMER et MENTZEL 1903; KRUSCH 1908, pp. 11 et 27; HOLZAPFEL 1910, p. 46). Il est à noter que la loi de Hilt (1873; cf. chap. VI, n° 26) dérive avant tout d'études poursuivies sur les bassins d'Aix-la-Chapelle. Ce fut, par contre, assez récemment (cf. KLEIN 1909*b*, p. 242; VAN WATERSCHOOT 1910, p. 46; KRUSCH 1916, p. 17; JONGMANS 1918, p. 277) que les variations latérales de la teneur en matières volatiles y furent mises en évidence, tout comme dans les bassins français. Mais à l'inverse de ce qui est connu dans le bassin franco-belge de Haine-Sambre-Meuse, la teneur augmente ici du Sud vers le Nord.

Cependant, durant ces dernières années, l'étude lithologique des bassins français a été entreprise de manière intensive (cf. BARROIS 1912) et, sur certains points, a été poursuivie jusqu'aux extrêmes limites (cf. BARROIS 1907, 1910).

Ces études ayant, malgré tout, un caractère local, il serait cependant oiseux d'insister ici à leur sujet.

8. En raison des situations géographiques, ce sont surtout les relations des bassins belges avec les bassins français qui ont été particulièrement étudiées.

Les petits bassins d'Aulnoye et de Taisnières sont toutefois insignifiants et d'ailleurs mal découverts. Aussi n'ont-ils guère retenu l'attention (GOSSELET, 1888, p. 692, *non* 1871, p. 43; CARPENTIER, 1913, p. 109). Les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, sans parler de celui du Boulonnais, sont au contraire de premier ordre. Nombreux sont, en conséquence, les auteurs qui ont présenté des conclu-

sions d'ensemble pour le grand bassin franco-belge. Il ne faudrait toutefois pas en exagérer la portée, car en l'absence d'une connaissance précise des échelles stratigraphiques, ces conclusions ne pouvaient être que globales.

Au cours de ces dernières années, bassins allemands et néerlandais ont été rattachés à l'ensemble, de façon formelle.

9. Parmi les travaux qui, à ma connaissance, renferment des opinions sur la question, je puis citer :

GOSSELET (1871, 1880, 1888); MALHERBE *in* DEWALQUE (1875*b*, p. 913); BOULAY (1876, p. 66); LEPSIUS (1887, p. 128, pl. III); ZELLER (1888, 1895); CREMER (1893, p. 40); FRESCH (1899, p. 348); STAINIER (1901, p. 56; 1905, p. 118); FOURMARIER et RENIER (1903, p. 1188; 1906, p. 522); DENOËL (1904, p. 217); WESTERMANN (1905, p. 43); RENIER (1906*h*, p. 22; 1908*a*, p. 181; 1912*g*, p. 131); KLEIN (1909, *a, b, c.*; 1910; 1912; 1913*f*); JONGMANS (1909 *a, b*; 1913; 1915, p. 140; 1918); VAN WATERSCHOOT (1909; 1911); SEMPER (1909); HOLZAPFEL (1910, p. 86); BARROIS (1912, p. 93); DELTENRE (1912*b*, p. 519); KUKUK (1913, pl. II); CARPENTIER (1913, p. 237); MOLENGRAAFF et VAN WATERSCHOOT (1913, p. 8); GOTHAN (1913 *a, b*); STUTZER (1914); KRUSCH (1915, p. 1212; 1916 *b*, p. 327; *c*, p. 44).

10. Les éléments de comparaison utilisés par ces auteurs ont été des plus divers.

La considération des stamperies stériles (cf. VAN WATERSCHOOT 1911) est une base très délicate (cf. chap. VI, n° 22).

Il en est de même de la richesse de la flore, surtout si on la considère comme caractérisant des niveaux (JONGMANS, 1913, 1915, p. 149).

Ce sont les données paléontologiques absolues qui, de plus en plus, passent au premier rang.

Mais les résultats se trouvent encore très loin de la perfection, tant en raison du défaut de données homogènes que par suite du manque d'uniformité de vues dans les déterminations (cf. HOLZAPFEL, 1910, pp. 86-87; surtout JONGMANS, 1918, p. 336).

11. L'état actuel de la question peut, sous une forme synthétique, être résumé comme suit :

Au total, les études régionales ont nettement mis en

évidence l'unité de constitution des gisements belges et de leurs prolongements tant orientaux qu'occidentaux.

La comparaison des caractères paléontologiques, particulièrement des données floristiques, a mis hors de doute le parallélisme absolu de la succession des zones établies dans chaque bassin de façon indépendante (cf. ZEILLER 1895; RENIER 1908a, p. 181; JONGMANS, 1918, p. 335).

La série stratigraphique qui, et en Belgique (STAINIER, 1901, p. 52; cf. BIDAUT, 1845, p. 3) et à Aix-la-Chapelle (HOLZAPFEL, 1910, p. 98) et en Westphalie (cf. CREMER et MENTZEL, 1903, p. 41), est régulièrement continue à partir du Calcaire carbonifère ou Dinantien, ne paraît pas subir de modifications appréciables de constitution, abstraction faite de certains facies lithologiques et des variations de puissance.

Tout porte à croire qu'il en est de même dans les gisements français du Nord et du Pas-de-Calais.

Une connaissance inexacte de la constitution de ces bassins y a, durant longtemps, fait admettre la transgressivité progressive des assises supérieures vers le Sud et l'Ouest, c'est-à-dire la disparition des assises inférieures par dégradation dans ces directions (BURAT 1851, p. 358; PONSON 1852, p. 142; POTIER 1874; OLRV 1886, p. 27; DEFLINE 1908, 1913, p. 658). L'erreur fut essentiellement d'ordre stratigraphique. Malgré certaines hésitations (OLRV 1886, p. 26), elle consista à considérer la teneur en matières volatiles comme caractéristique du niveau, (cf. E. DE BEAUMONT 1848, p. 762), et à décider sur cette base des relations des divers faisceaux, ou plus exactement des divers massifs tectoniques. Semblable erreur n'a pas été commise en Belgique (cf. chap. VI, n° 30). Aussi en était-on venu à déclarer que les conditions de formation avaient été différentes des deux côtés de la frontière politique (DEFLINE 1908, p. 473; cf. BURAT 1851).

L'exploration paléobotanique du bassin de Valenciennes ayant tout d'abord été exécutée trop globalement et trop sommairement, Zeiller (1888, p. 673, fig. 46; DEFLINE 1913, pl. XXX, fig. 2), après Boulay (1876, carte), a entériné dans ses grandes lignes l'opinion courante sur les relations stratigraphiques des divers faisceaux, bien que

certain d'entre eux, différents par la qualité des houilles, présentassent les plus grandes analogies au point de vue floristique.

C'est l'étude de la constitution et de la répartition des lits à faune marine, due principalement à M. Barrois (1905-1912) qui a tout d'abord infirmé la conception reçue. Les recherches paléobotaniques de M. P. Bertrand (surtout *apud* BARROIS 1910 a, 1912) et de M. Carpentier (surtout 1913) ont ensuite mis au point les conclusions de Zeiller et confirmé pleinement les idées de M. Barrois.

Du coup, les particularités des gisements français se trouvent être insignifiantes. La teneur en matières volatiles d'une même couche de houille y est sujette, comme en Belgique, à d'importantes variations. C'est l'écrêtement total de la théorie attribuée classiquement à Potier (1874), car la série stratigraphique présente dans les divers massifs une constance de composition que les levers, tout incomplets qu'ils sont encore, font déjà ressortir à l'évidence. Seule la conception tectonique se trouve profondément transformée.

12. Le parallèle a même été poussé jusqu'à la synonymie des principaux horizons.

En présence des constatations rappelées à l'instant, semblable tentative est logique. Ayant pu être réalisés d'un bout à l'autre des bassins de Haine-Sambre-Meuse (cf. planche III), les raccords d'horizons ne peuvent paraître impossibles à élucider dans l'ensemble.

Cependant, les avis ne laissent pas d'être très partagés parce que rarement le même auteur a simultanément envisagé le raccord de plusieurs horizons, ou, encore, n'a pas adopté le même point de départ, ou, enfin, n'a pas mis en œuvre les données de toutes espèces, mais s'est borné à utiliser une seule catégorie d'arguments.

Je passerai successivement en revue, dans l'ordre ascendant, les divers niveaux intéressants. La plupart sont caractérisés par une faune marine. Semblable facies a, en effet, toute chance d'avoir une extension géographique maximum. Je crois d'ailleurs devoir y rattacher le facies à *Lingula*, car son passage latéral au facies franchement marin a été constaté dans des cas de jour en jour plus nombreux (cf. STAINIER, 1914 a, pp. 28 et 32; *contra* JONGMANS, 1913, p. 96; cf. 1915, p. 3, *non* 1918).

A) Zone du *Glyphoceras diadema*.

L'assise de Chokier est connue dans le Nord français, bien qu'elle n'y soit découverte qu'en un petit nombre de points (cf. BARROIS,

1912; CARPENTIER, 1913, pp. 179, 180, 213 et 215). Elle y est connue sous le nom de zone de Bruille (BARROIS, 1910).

Dans le bassin d'Eschweiler, la zone de Walhorn (HOLZAPFEL, 1910, p. 50; non SEMPER, 1909, p. 225) qui surmonte en concordance les calcaires dinantiens, renferme la forme typique, ainsi que de nombreux *Posidoniella*.

En Westphalie, *Glyphioceras diadema* se retrouve dans une zone ampéliteuse, inférieure au *Flötzleere* (LEPSIUS, 1887, pl. III, non p. 129 note; CREMER et MENTZEL, 1903, p. 20; HOLZAPFEL, 1910, pp. 87 et 90; non KRUSCH, 1908, pp. 7, 9 et 12). Si, pour des raisons techniques du lever géologique (KRUSCH, 1908, pp. 10-11; 1916b, p. 327), cette zone se trouve rattachée au Culm ou Dinantien, elle n'en est pas moins l'équivalent de celle de Chokier (NEBE 1911, p. 485).

Frech (1909, p. 348) a certes parallélisé l'assise de Chokier des bassins belges et celle des *Magerkohlen* de la Westphalie; mais la faune et la flore des schistes à nodules calcaires, — et non pas des calcaires fétides, — de l'assise de Chokier (cf. ci-dessus chap. V, n° 9 et 17) sont bien différentes de celle des *Magerkohlen*. C'est d'ailleurs par suite d'une confusion que M. Hind (1912, p. 6) a renseigné l'association du *Gastrioceras Listeri* au *Glyphioceras diadema* dans l'assise de Chokier, à Chokier; l'une et l'autre formes sont connues dans cette région, mais à des niveaux distincts. D'après son étiquette originale, l'échantillon de *G. Listeri*, examiné par M. Hind, provient, non de Chokier, mais de Grivegnée, où est connue l'assise de Chatelet, mais non celle de Chokier (cf. VAN SCHERPENZEEL-THIM, 1874), et où de Macar (in Dewalque, 1875b, p. 943) a recueilli *G. Listeri* au Charbonnage de Trou Souris, considérant, avec doute, qu'il provenait du toit de la couche Cinq Poignées. Des recherches récentes confirment ce doute. Le niveau en question est au toit de la couche Homvent.

b) Zone du *Glyphioceras reticulatum*.

Il serait plus exact de dire *Glyphioceras bilingue*, car il semble bien que c'est à cette forme, parfois considérée comme variété de l'espèce *reticulatum*, que l'on ait à faire ici. La dénomination *reticulatum* s'appliquerait d'ailleurs plutôt à un groupe qu'à une espèce déterminée. Ce serait là une cause de confusion dans l'étude stratigraphique (cf. HOLZAPFEL, 1910, p. 87).

Quoiqu'il en soit, *Glyphioceras reticulatum*, représenté en Bel-

gique par la forme *bilingue* dans l'assise d'Andenne, se retrouve en France dans la zone de Flines, qui surmonte immédiatement celle de Bruille (cf. BARROIS, 1912).

A Aix-la-Chapelle, il est connu dans la même position (HOLZAPFEL, 1910, pp. 66 et 73).

En Westphalie, la zone se confond avec tout ou partie du *Flötzleere* (LEPSIUS, 1887, pl. III; STAINIER, 1901, p. 56; contra CREMER et MENTZEL, 1903, p. 30) qui renferme également *G. reticulatum* (HOLZAPFEL, 1910, p. 88; KRUSCH, 1908, p. 13).

Cette dernière remarque contient en substance la preuve de l'erreur dans laquelle ont versé nombre d'auteurs, qui ont d'ailleurs méconnu l'intérêt de la zone à *Glyphioceras diadema*.

Le *Flötzleere Sandstein* serait, pour ces auteurs, développé exclusivement en Westphalie et disparaîtrait totalement vers l'Ouest (cf. KRUSCH, 1908, p. 12, non 1915, p. 1212, nec 1916b, p. 327, 1919c, p. 10). Il représenterait néanmoins les *Millstone Grits* d'Angleterre, auxquels on a cependant depuis longtemps rapproché l'assise d'Andenne. L'erreur de principe résulte probablement de ce que von Dechen (1884, p. 224; in Geinitz 1863) considérait le *Flötzleere Sandstein* comme insignifiant à Aix-la-Chapelle, et, en conséquence, n'en tenait nul compte. Cette erreur a eu sa répercussion dans l'identification des niveaux supérieurs à cette assise.

Des recherches nouvelles pourront seules nous apprendre si *G. reticulatum*, ou mieux *bilingue*, est ou non confiné dans une zone verticale tellement restreinte qu'on puisse la considérer comme un horizon.

c) Horizon du *Pecopteris aspera*.

Il peut sembler téméraire de considérer une forme végétale, à mutations probablement très lentes, comme caractéristique d'un horizon. Mais semblable horizon caractérisé par l'abondance de l'espèce peut exister régionalement.

Quoiqu'il en soit, le niveau à *Pecopteris aspera*, qui est connu dans le synclinal de Haine-Sambre-Meuse vers la base de l'assise d'Andenne (cf. chap. V, n° 9), semble bien se prolonger et dans le Nord français (P. BERTRAND in BARROIS 1912, pp. 7 et 13), et d'autre part, dans le bassin d'Eschweiler (GOTHAN in HOLZAPFEL, 1910, p. 52). Sa découverte en Westphalie n'est pas improbable (cf. KRUSCH, 1908, p. 13; GOTHAN 1913).

Cette identification des couches inférieures de l'assise d'Andenne

avec les *Wilhelmine Flötzen* du bassin de l'Inde, conduit à rejeter la synonymie Chandelle [Liège] = Traufe [Eschweiler], proposée par M. Semper (1909, p. 231).

En outre, si, comme il est vraisemblable, la couche Traufe du bassin de l'Inde est synonyme de la Hauptflötz du bassin de la Westphalie (KUKUK, 1913, pl. II), il est également inexact d'assimiler Hauptflötz à une des couches de houilles de l'assise d'Andenne, par exemple Chandelle, ainsi que le fait M. Kukuk (1913, pl. II).

d) *Horizon du poudingue houiller (H1c).*

Quoique typiquement développé dans le voisinage de la frontière française (DEHASSE, 1911), ce niveau serait mal représenté dans le bassin du Nord (BARROIS, 1912, pp. 3, 12, et 94). Il se pourrait qu'il y ait été parfois méconnu.

A Aix-la-Chapelle, le poudingue de Gedau semble en être la continuation dans le bassin d'Eschweiler (cf. HOLZAPFEL, 1910, p. 90).

MM. Forir, Habets et Lohest (1906, p. 486; FORIR, 1906, p. 649) de même que M. Klein (1909 b, p. 24, cf. VAN WATERSCHOOT 1910 p. 44) ont cru retrouver ce niveau dans certains sondages du Limbourg néerlandais, notamment à celui de Waubach, n° 82.

Quant au bassin de la Westphalie, on ignore si cet horizon est parallèle à celui adopté actuellement comme limite supérieure du *Flötzleere*, c'est-à-dire avec le dernier banc des grès exploités (cf. KRUSCH, 1908, p. 10).

Lepsius (1887, p. 129, note) a certes soutenu que le *Flötzleere* de la Westphalie était bien différent du poudingue H1c, ce dernier étant supérieur, le *Flötzleere* au contraire inférieur à l'horizon à *G. diadema*. Mais, cette opinion, qui justifie les suivantes, n'a pas été confirmée par les études paléontologiques ultérieures (cf. ci-dessus a-c).

L'identification du poudingue H1c des bassins belges avec celui situé immédiatement au-dessous de la couche Finefrau du bassin rhéno-westphalien, suggérée par M. van Waterschoot (cf. MOLENGRAFF et VAN WATERSCHOOT, 1913, p. 10; JONGMANS, 1913, pl. IV) est, en tout cas, inadmissible, en raison des données paléobotaniques ou encore de la répartition des niveaux marins.

Enfin, M. Kukuk (1913, pl. II) a parallélisé la couche de houille immédiatement supérieure ou inférieure au poudingue H1c des bassins belges, avec la couche Mausegatt du bassin rhéno-westphalien. Ce que je dirai à l'instant au sujet de la couche Hauptflötz, infé-

rieure à Mausegatt, nous portera à rejeter également cette assimilation.

e) *Horizon du Gastrioceras carbonarium (Listeri ?)*

Cette forme typique a été fondée par von Buch sur des échantillons recueillis au toit de la couche Hauptflötz, l'une des directrices de la série des *Magerkohlen* du bassin rhéno-westphalien (cf. HOLZAPFEL, 1910, p. 73).

Gastrioceras carbonarium se retrouve à quelque 150 mètres au-dessus du poudingue de Gedau, dans le bassin de l'Inde (HOLZAPFEL, 1910, pp. 54 et 91; *contra* SEMPER 1909, p. 224), et au toit d'une couche de la série du Charbonnage Carl Friedrich, dans le bassin de la Würm (SEMPER, 1909, p. 232; HOLZAPFEL, 1910, pp. 73 et 93; cf. KLEIN, 1909 b, p. 238).

Dans les bassins, *Gastrioceras carbonarium* est connu depuis Herve tout au moins jusqu'à Charleroi, au toit d'une couche de houille séparée du poudingue H1c par une stampe puissante de 150 à 200 m. (cf. planche III).

Si donc, au-delà de la frontière orientale, l'espèce se trouve être comme en Belgique, cantonnée à un seul niveau, le raccord peut être considéré comme absolu. Si au contraire, comme j'ai certaines raisons de le croire, elle se rencontre également en Westphalie, au toit de la couche Sarnsbank, légèrement supérieure à Hauptflötz, il s'agirait d'un fossile de zone; mais il n'est pas impossible que l'échelle stratigraphique du Houiller de la Westphalie et notamment celle des *Magerkohlen* (cf. JONGMANS, 1918, p. 276 note), renferme des inexactitudes, c'est-à-dire des répétitions par suite de la méconnaissance de faibles inverses ou mieux listriques.

Quoiqu'il en soit, la synonymie Finefrau-Nebenbank [Westphalie] = Désirée ou ? Chenou [Liège] (cf. RENIER, 1912 d, p. 388) a été également proposée (SEMPER, 1909, p. 231; SCHMITZ et STAINIER 1910, p. 239; VAN WATERSCHOOT, 1911, p. 111; JONGMANS, 1913, pl. IV, cf. MOLENGRAFF et VAN WATERSCHOOT 1913, p. 11). Mais il n'est pas établi que *G. carbonarium* se rencontre effectivement au toit de Finefrau Nebenbank et, en outre, la répartition de la flore fossile semble plutôt en faveur de la synonymie Hauptflötz = Désirée (cf. chap. V, n° 9, et CREMER 1893).

Enfin M. Jongmans (1918, p. 327) a rapproché la couche Désirée [Liège], horizon du *G. carbonarium* des couches Girondelle [Westphalie] peu supérieures à Finefrau. M. Jongmans admet en effet

qu'une parallélisation des assises inférieures des bassins belges et de la Westphalie n'est pas possible, en raison de la différence de puissance des stampes et encore de leur stérilité. Comme il considère établi le raccord Estenaye [Seraing] = Steinknipp [Würm] = Sonnenschein [Westphalie] (cf. ci-après *h*), c'est par déduction qu'il aboutit à Désirée = Girondelle. Mais le raccord Stenaye = Sonnenschein est des plus douteux, et nous venons de voir que les termes inférieurs n'étaient pas si dissemblables.

Dans les bassins français, ce niveau marin est vraisemblablement celui qui a été découvert récemment au toit de la passée de Laure (cf. BARROIS, 1912, p. 101, *non* p. 99). Les caractères floristiques plaident en faveur de cette conclusion (cf. P. BERTRAND, 1913, p. 336).

f) *Base de l'assise de Charleroi.*

La couche Gros Pierre, base de l'assise de Charleroi Stainier, 1901 dans les bassins belges (cf. planche III), si remarquable par sa constance, quoique de composition irrégulière, — Ahurie ou Estenaye (wallon liégeois) signifie pour le moins, d'humeur changeante, — a également été prise comme terme de raccordement.

Sa seule caractéristique, dans l'état actuel de nos connaissances, est qu'elle surmonte une stampe absolument stérile de puissance remarquable et très gréseuse dans sa partie supérieure.

La couche Steinknipp du bassin de la Würm et du Limbourg néerlandais se présente dans des conditions analogues, encore que son raccord à la série du charbonnage Carl-Friedrich n'ait pas été élucidé (cf. KLEIN, 1913 *f*, p. 145). Elle n'en a pas moins été considérée comme représentant la base de l'assise de Charleroi (STAINIER, 1902 *a*, p. 82; 1905, p. 114; KLEIN, 1909 *a*, p. 21; 1909 *b*, p. 244; 1913 *f*, p. 148). Ce raccord n'est pas improbable; les données floristiques sont encore trop maigres pour conclure à son rejet.

D'autre part, la couche Steinknipp du bassin de la Würm a été assimilée, mais non sans réserves, à la couche Padtkohl du bassin de l'Inde (HOLZAPFEL, 1910, p. 93). Les éléments d'appréciation d'ordre paléontologique font défaut une fois de plus.

Enfin, la base de l'assise de Charleroi serait, dans le bassin rhéno-westphalien, la couche Sonnenschein, limite des zones des *Mager* — et des *Fettkohlen* (JONGMANS, 1909 *a*, p. 12; 1913, pl. IV; 1918; VAN WATERSCHOOT 1909 *b*, p. 18; 1911, p. 109; KLEIN, 1909 *b*, p. 244; 1909 *c*, p. 86; 1910, p. 40, etc.; HOLZAPFEL, 1910, p. 94; DELTENRE, 1912, p. 520, KRUSCH, 1916), plutôt que la couche

Mausegatt de beaucoup inférieure à Sonnenschein et, de prime abord, parallélisée à Gros Pierre (STAINIER, 1901, p. 56). La raison en serait la stérilité fréquente de la stampe inférieure à Sonnenschein. Mais, les données paléobotaniques me portent à considérer Sonnenschein comme occupant certainement un niveau bien supérieur à celui adopté comme base de l'assise de Charleroi. Outre les faits relatifs à l'extension verticale de certaines formes typiques, on note au-dessus de Sonnenschein, tout comme au-dessus de la couche Houlleux du bassin de Liège, qui, elle aussi, surmonte fréquemment une zone stérile (cf. chap. IV, n° 23; VAN WATERSCHOOT, 1911, p. 111) une richesse extraordinaire de la flore.

En définitive, ce raccord ne présente aucune certitude. La considération de la stampe stérile en question a conduit, à Liège, au parallélisme Grande Veine des Dames [Abhoos] = Estenaye [Seraing] (cf. STAINIER, 1905, p. 55). Or, cette synonymie est aujourd'hui démontrée inexacte, Grande Veine des Dames [Abhoos] = Castagnette [Seraing, cf. pl. III].

Si l'on se satisfait de raccords approximatifs, tels que les entend M. Jongmans (1915, p. 149 *D*), la considération des stampes stériles, et, comme corollaire, celle des faisceaux riches (JONGMANS, 1915, 1918) constituent des bases intéressantes. Mais il faut déclarer que ce ne sont là que comparaisons de zones et non pas raccords d'horizons, quoique puisse en faire penser les termes ou les tracés.

Si l'on admet la synonymie Désirée [Liège] = Hauptflötz [Westphalie] (cf. ci-dessus *e*), il paraît s'en suivre que Estenaye [Liège] se place à peu près au niveau de Mausegatt, voire Finefrau [Westphalie].

g) *Horizon marin de Naviron.*

La couche Catharina du bassin rhéno-westphalien, limite des *Fett* — et des *Flammkohlen*, se caractérise par son toit à faune marine. Celle-ci est encore mal étudiée. Mais on note, comme fait remarquable, que cette invasion marine soit la seule connue dans la zone à *Lonchopteris rugosa*, et encore qu'elle soit immédiatement surmontée d'un niveau à *Carbonicola*.

L'identité de la couche n° 6 de la mine Maria du bassin de la Würm et de la couche *Catharina* est considérée comme établie à suffisance (WESTERMANN, 1905; HOLZAPFEL, 1910, p. 77; JONGMANS, 1918, fig. 27*a*, *non* pp. 310, 329, etc.).

Mais, plus à l'Ouest, le facies à *Goniatites* est inconnu. Aussi, le raccord devient-il plus délicat.

Contrairement à l'opinion de la plupart des auteurs, M. Jongmans (1913, pl. IV) a considéré comme représentant du niveau en question la couche Petite Veine du bassin de Liège, parce qu'il ne lui paraît pas douteux que, comme M. Stainier (1905, p. 120) en a indiqué la possibilité, le toit de la couche Petite Veine du bassin de Liège, qui présente parfois des concrétions calcaires, ne renferme une faune marine. Mais aucune observation n'est venue confirmer cette supposition (cf. KLEIN, 1913 f, p. 154).

Aussi, l'opinion est-elle plutôt en faveur de l'assimilation à l'horizon à *Goniatites Vonderbecki* du niveau à *Lingula* de la couche Naviron du bassin de Seraing = (Grand Bac, STAINIER, 1905, p. 119; KLEIN, 1909 b, p. 244). La puissance de la stampe présente certes une différence considérable (cf. STAINIER, 1905, p. 119). Mais, les caractéristiques de facies faunique : niveau à *Carbonicola* succédant à un niveau marin, et surtout la présence de *Lonchopteris rugosa*, sans parler de *Linopteris nevropteroides*, sont en faveur de cette idée. Le niveau de Naviron = Grand Bac se prolonge d'ailleurs dans le Hainaut, à Charleroi : facies à *Lingula* au toit d'une veinette sous la couche Duchesse (CAMBIER, 1906) dans le Centre, également facies à *Lingula*, peut-être à Lamellibranches, probablement peu sous Veine-aux-Laiés (STAINIER, 1914 a, p. 32), dans le Couchant de Mons, facies à *Lingula* et parfois à *Productus*, au toit de la couche n° 21 de Ghlin, vraisemblablement aux environs de la couche Massets (STAINIER, 1914 a, p. 28) (1). Or, on note ici encore (cf. pl. III) une importante réduction de la puissance de l'Est vers l'Ouest.

En France enfin, c'est incontestablement le niveau marin du toit de la couche Poissonnière à *Productus scabriculus* (cf. BARROIS, 1910 a, non 1912, pp. 99 et 102; RENIER, 1914 b). La répartition de la flore ne permet pas d'en douter (cf. P. BERTRAND, 1913 p. 334, note 2).

Si M. Jongmans (1918, p. 330) admet le raccord Catharina = Poissonnière, il rejette les assimilations signalées ci-dessus de Charleroi à la frontière française. Dans l'impossibilité de discuter en détail les arguments, il passe en revue les seuls éléments dont il a pu disposer. Une discussion approfondie de ce point réclamerait ici trop de place.

(1) Ces découvertes étant postérieures à la publication des premiers chapitres de ce travail, il y a lieu de compléter dans ce sens les indications de la planche III.

Voir aussi au sujet des niveaux à faune marine de l'assise de Chatelet dans le Couchant de Mons : RENIER, 1914 c.

La série d'Eschweiler est certainement assez complète pour renfermer également ce niveau. Toutefois, jusqu'ici il y est inconnu.

Quant au Limbourg néerlandais et à la Campine belge (STAINIER et SCHMITZ, 1910) on y connaît le faciès à *Lingula* à un niveau assez élevé. Tout d'abord, ce niveau avait été considéré comme unique et parallélisé à celui de Catharina (KLEIN, 1909 a, p. 21 ; 1909 b, p. 244 ; 1909 c, p. 86 ; SEMPER, 1909, p. 230 ; MOLENGRAAFF et VAN WATERSCHOOT, 1913, p. 8 ; non VAN WATERSCHOOT, 1911, p. 109, nec JONGMANS, 1913, pl. IV). Mais, plus récemment, les géologues néerlandais (VAN WATERSCHOOT, 1913, p. 781, surtout JONGMANS, 1918) sont arrivés à la conclusion qu'il existe deux niveaux distincts, localisés au haut l'un du *Wilhelmina groep*, l'autre du *Hendrik groep*; le premier situé à environ 500 mètres au-dessus de Steinknipp et parallélisé à Catharina ou encore à Petit-Naviron (KLEIN, 1913 f, pp. 148-150 ; JONGMANS, 1918, p. 309).

h) Base de l'assise du Flénu.

Le niveau marin de la couche Petit-Buisson fournira vraisemblablement dans l'avenir la base d'un nouveau raccord.

Ce niveau peut certainement exister dans les bassins français où l'assise du Flénu est bien développée. Peut-être, la série du bassin de la Würm est-elle assez puissante pour qu'il puisse s'y rencontrer (contra KLEIN, 1909 b, p. 242). Néanmoins, il semble avoir été découvert dans le bassin de la Campine (cf. STAINIER et SCHMITZ, 1910, p. 229) ainsi que, dans Limbourg néerlandais, au sommet du *Hendrik groep* (JONGMANS, 1918, p. 334). Quoiqu'il en soit, les découvertes récentes de M. Mentzel (1909) et de M. Kukuk (1912) donnent à penser qu'il existe dans la *Gasflammkohlenpartie* du bassin rhénan-westphalien. Son assimilation à l'horizon à *Goniatites Vonderbecki* (Catharina) (cf. STAINIER et SCHMITZ, 1910, p. 240) est peu probable en raison des données relatives à la flore de la *Fettkohlenpartie* (CREMER, 1893). Mais il faut attendre encore des précisions systématiques et sur la nature des céphalopodes du niveau de Petit-Buisson et sur les caractéristiques paléobotaniques de la zone supérieure du bassin de la Westphalie (cf. GOTHAN, 1913 b).

Embrassant d'un coup d'œil la situation, on doit donc conclure que l'ère des tatonnements est loin d'être close.

Si la constance des couches de houille permet de les considérer comme des horizons (cf. RENIER, 1912 g,

p. 147), il faut encore que celles-là qui sont adoptées comme bases de raccords, présentent des caractéristiques bien spéciales.

De tous les caractères connus, la présence d'une faune marine dans le toit semble être le meilleur.

Cependant, les niveaux à faune marine, quoiqu'ayant une extension géographique considérable et apparemment maximum, ne possèdent pas une constance absolue. Le fait, maintes fois constaté localement, est certainement vrai dans l'ensemble (cf. RENIER, 1912*d*, fig.; JONGMANS, 1915, p. 136, 1918, p. 309). Il semble en relation avec la configuration primitive des bassins de dépôt, ainsi que nous le verrons dans la suite.

D'autre part, la considération du caractère marin de la faune ne suffit pas à lui seul. Dans telle série, où on ne connaissait qu'un niveau de ce type, des recherches plus attentives en font découvrir toute une série d'autres, à vrai dire, peu accentués (cf. DELTENRE, 1912).

D'où la nécessité de préciser préalablement la zone à l'aide de la répartition d'ensemble de la flore ou encore, à n'en pas douter, de celle de la faune d'eau douce, qui commence à peine d'être étudiée intensivement de façon systématique dans ces bassins (cf. PRUVOST, 1913).

Or, la faune d'eau douce ou saumâtre est encore très mal connue et la flore l'est insuffisamment, surtout quant aux limites d'extension verticale. Le bassin westphalien est encore le moins exploré de tous ceux examinés ici.

Malgré tout, certain doute subsiste si les niveaux marins sont nombreux et rapprochés. Ce n'est que quand la faune marine comprend des formes à mutations rapides, tels des ammonoïdes, que l'on peut espérer aboutir sur cette seule base à un raccord assez certain. Mais divers ammonoïdes westphaliens sont encore assez mal étudiés. C'est la raison pour laquelle, seuls, les niveaux à *Glyphioceras diadema*(a)

et *Gastrioceras carbonarium* (e) sont, à cette heure, définis de façon assez satisfaisante dans l'ensemble de ces bassins.

Les résultats sont néanmoins encourageants et permettent d'espérer en l'avenir.

13. Ce ne sera qu'après définition satisfaisante d'un certain nombre d'horizons, qu'une révision des légendes stratigraphiques pourra être entreprise de manière à aboutir à une légende unique et commune, pour autant que l'accord parvienne à s'établir. En complétant et en rectifiant à l'aide des données récentes, exposées ci-dessus, le tableau synoptique que la planche IV (chapitre IV), on entreverra déjà assez nettement le sens de quelques-uns des remaniements qu'il conviendra de faire subir aux schèmes actuellement admis.

La suite (n° 21) nous fournira d'ailleurs quelques renseignements complémentaires.

B. — L'Étage westphalien.

14. L'étude générale des relations stratigraphiques des gisements houillers de la Belgique et de leurs prolongements immédiats ne peut être abordée ici que de façon restreinte.

Sa justification ne résulte, en effet, que de ce que la série franco-belge a été prise par de Lapparent et Munier-Chalmas (1894), pour prototype du Westphalien ou étage moyen du système carbonifère, dont le Dinantien et le Stéphalien sont respectivement les étages inférieur et supérieur.

15. Malgré leur incontestable mérite, les propositions faites par d'Omalius, lors des premiers essais de classification systématique des formations paléozoïques, ne sont plus, à bon droit, semble-t-il, considérées comme soutenables.

La formation bituminifère (d'OMALIUS, 1808), qualifiée ensuite d'anthraxifère (d'OMALIUS, 1811), englobait tout le complexe qui

constitue aujourd'hui non seulement le Carboniférien, mais encore le Dévonien.

Dans la suite, d'Omalius (1828) a certes distingué, comme terme supérieur de ce complexe, le « terrain houiller ».

Mais en cette même année 1828, Conybeare proposait le terme de *Carboniferous System*, ou système carboniférien, suivant l'adaptation française admise en 1850 par d'Orbigny, pour désigner un ensemble comprenant non seulement le terrain houiller de d'Omalius, mais encore le « calcaire anthraxifère supérieur » (DUMONT, 1832) ou calcaire carbonifère, immédiatement inférieur au terrain houiller.

Cette coupure ayant prévalu dans la suite, notamment en raison de la création du système dévonien, en 1839, par Sedwigk et Murchison, d'Omalius (1853, etc.) proposa d'élargir le sens de l'expression « terrain houiller », pour en faire le synonyme du Système carboniférien.

Ce fut en vain. La règle de priorité est d'ailleurs nettement en faveur du terme créé par Conybeare (cf. GOSSELET, 1860, p. 14). Ce terme est, en outre, plus conforme aux règles modernes que celui de terrain houiller, bien que, dès l'origine, d'Omalius (1828, p. 70) ait voulu attribuer à ce dernier une signification très large.

Néanmoins, aujourd'hui encore, l'expression « terrain houiller » continue d'être utilisée dans un sens restreint par la plupart des auteurs belges pour désigner ce qui cependant n'est que la partie inférieure du terrain houiller (D'OMALIUS, 1828). C'est pour satisfaire à cet usage, que tout au début de ce mémoire (chapitre I, n° 1), j'ai fait emploi de cette expression.

Mais en créant une nouvelle terminologie, de Lapparent et Munier-Chalmas ont tout à la fois tenu compte des règles plus rigoureuses imposées à la nomenclature et introduit plus de précision en utilisant une distinction qu'avaient mise en évidence les recherches paléontologiques.

Il est donc à souhaiter que dans l'avenir, il soit fait usage du terme Westphalien, de préférence à celui de terrain houiller, afin de spécifier du même coup l'âge des gisements houillers de la Belgique et de les distinguer de ceux qui se rangent dans le Stéphanien.

Cette désignation de terrain houiller est d'ailleurs la seule de l'ancien langage stratigraphique qui ait été maintenue dans la légende de la carte géologique de la Belgique. Si elle a le mérite de faire image, elle peut, à titre transitoire, être annexée, entre parenthèses, à celle plus correcte de Westphalien (cf. CORNET, 1909 a, p. 168).

16. Le système carboniférien ayant été fondé par un auteur anglais, la série anglaise a été, durant longtemps, et est, aujourd'hui encore, considérée comme classique.

Si de Lapparent et Munier-Chalmas n'y ont pas fait choix des types des étages du système, c'est qu'ils ont considéré que tant l'étage inférieur, ou Dinantien, que l'étage moyen, ou Westphalien, n'y étaient pas, à cette époque, connus de façon aussi satisfaisante qu'en Belgique et dans le nord de la France.

Un premier sujet de remarques sera donc la comparaison de la série anglaise et de la série franco-belge.

D'autre part, de Lapparent et Munier-Chalmas ont considéré que les facies marins devaient, en raison de leur grande extension, servir de prototypes.

Les facies marins étaient, à cette époque, considérés comme absents dans la série westphalienne, tout aussi bien qu'ils le sont, aujourd'hui encore, dans la série stéphanienne.

Aussi de Lapparent et Munier-Chalmas ont-ils emprunté à la nomenclature russe les noms d'étages Moscovien et Ouralien pour désigner les termes moyen et supérieur du système carboniférien, de facies marin. Le terme Moscovien (Nikitin) est considéré par eux comme synonyme du Westphalien ou Carboniférien moyen de facies continental ou lagunaire.

Le second sujet de nos études sera donc le parallèle de la série russe et de la série franco-belge.

Enfin, un troisième et dernier objet sera la comparaison de la série américaine, ou mieux de la série des Etats-Unis, la seule qui ait fait l'objet de recherches assez poussées, mais qu'il est d'usage de traiter, comme se rapportant à un domaine spécial.

17. Dans la division tripartite du système carboniférien, en honneur tant en France qu'en Russie, et adoptée par

de Lapparent et Munier-Chalmas, l'étage moyen ou westphalien, embrasse par définition, toute la série comprise entre les assises (ou mieux l'assise) à *Goniatites (Glyphioceras) diadema*, jusques et y compris les assises houillères de Bully Grenay (DE LAPPARENT et MUNIER-CHALMAS, 1894, p. 450), c'est-à-dire les couches les plus élevées du bassin houiller franco-belge, d'après les études de M. Zeiller (1888).

J'examinerai successivement la valeur de la définition de chacune des limites de l'étage, puis je dirai quelques mots de sa subdivision.

Si, en première approximation, la description des caractères d'ensemble est considérée comme suffisante, la perfection consiste, en effet, dans une spécification précise des niveaux ou horizons : la définition des termes ne vaut que par celles de leurs limites.

18. La limite inférieure du Westphalien est nettement posée, quelle que soit la manière dont on la définit.

La série Dinantien-Westphalien est, en effet, ordinairement continue sur le territoire belge.

La limite définie soit indirectement : sommet du Dinantien, ou limite supérieure de la zone à *Productus giganteus* (cf. DELÉPINE, 1911), soit directement : base de l'assise de Chokier (D'OMALIUS, 1853), est donc la même.

Cette limite est bien connue en Angleterre, puisque le parallélisme de la série dinantienne de Belgique avec celle du *Mountain Limestone* d'Angleterre, ou *Avonian* de Vaughan (moins la zone Dy), est absolument hors de doute (cf. DELÉPINE, 1911), et puisque, d'autre part, l'équivalence de la *Pendleside Series* (HIND et HOWE, 1901) et de l'assise de Chokier est également démontrée (HIND, 1902, 1912, pp. 4 et 10; CORNET, 1906 *d*, p. 151; cf. PURVES, 1881, p. 563).

Faune et flore présentent partout des caractères constants et bien définis.

La classification officielle s'est certes obstinée en Angleterre à tracer une limite, non pas à la base, mais au sommet de la *Pendleside Series*, c'est-à-dire à la base des *Millstone Grits*.

Divers auteurs (GOSSELET, 1860, p. 118, 1888, p. 695; DOUVILLÉ, 1873) ont, de même, proposé de rattacher l'assise de Chokier, sinon tout le Westphalien inférieur, à l'étage inférieur du Carboniférien. Mais les affinités de la faune et même celles de la flore sont telles qu'il faut conserver la coupure classique en Belgique (cf. pl. IV) et adoptée par de Lapparent et Munier-Chalmas, comme séparation du Dinantien et du Westphalien.

Pour le dire tout d'un coup, cette limite est, en effet, celle qui est adoptée en Amérique, pour la distinction du Carboniférien inférieur ou *Missisipian* et du Carboniférien supérieur ou *Pennsylvanian*. Telle est la conclusion qui ressort de l'étude des ammonoïdes (cf. SMITH, 1903, pp. 17-18). De l'échange de vues que j'ai eu la bonne fortune d'avoir avec M. D. White, il résulte, en outre, que la flore de l'assise de Chokier est bien celle de la base du *Pennsylvanian*.

Reste le raccord à la série russe. La limite Dinantien-Westphalien est-elle bien celle adoptée comme base du Moscovien par Nikitin? De prime abord, la question semble insoluble en raison même du dualisme des classifications adoptées parallèlement par de Lapparent et Munier-Chalmas. Cependant, dans la région franco-belge, les deux assises qui flanquent cette limite sont, l'une et l'autre, de facies marin. La comparaison semble donc possible. Néanmoins, actuellement, la question reste insoluble, parce que la faune à ammonoïdes et lamellibranches de l'assise de Chokier ou *Pendleside Series* n'a pas encore été reconnue et fixée en position sur le territoire russe. En attendant, le bassin du Donetz, présentant la combinaison des deux facies

marin et langunaire, peut cependant fournir, grâce à la flore, un terme de comparaison. Les premières données recueillies sur ce sujet conduisent à abandonner les essais de parallélisation tentés jusqu'ici (TSCHERNYCHEW, 1890, p. 209; cf. TETAÏEFF, 1912, p. 170). D'après les données de M. Zalessky (1910), la limite inférieure du Moscovien C_2 est de beaucoup plus élevée que celle du Westphalien typique, puisque la flore de l'assise C_1^2 de l'étage inférieur, suivant la nouvelle légende de la carte du Donetz, est homotaxique de celle de l'assise de Chokier, sinon plus récente encore.

19. La limite supérieure du Westphalien paraît variable suivant qu'on la définit par voie directe ou indirecte.

Directement, c'est le sommet de la zone *C* ou de Bully Grenay de M. Zeiller (1888), niveau équivalent ou peut-être légèrement supérieur à celui de l'assise du Flénu, telle qu'elle se trouve définie à la planche III (chapitre IV).

Indirectement, c'est le niveau admis comme base du Stéphanien, c'est-à-dire la base de l'assise de Rive de Gier du bassin de Saint-Etienne.

Or, entre ces deux niveaux, géographiquement distincts, l'étude de la flore décèle une lacune (ZEILLER, 1888, pp 657 et 667) que des découvertes récentes (BERTRAND, 1918, p. 691) tendent cependant à faire considérer comme minime.

Si l'on s'en tient aux définitions de Lapparent et Munier Chalmas, la limite Westphalien-Stéphanien est donc ambiguë.

Cependant, la série anglaise, plus complète que celle du bassin franco-belge (cf. ZEILLER, 1895, p. 495), permet de lever cette indécision. La flore de l'assise supérieure ou *Radstockian* de M. Kidston renferme, en effet, un assez grand nombre de types stéphaniens, et se rapproche beaucoup de celle de Rive de Gier (cf. GRAND'EURY, 1877, p. 494). Dans certains districts du centre de l'Angleterre,

la série est d'ailleurs continue depuis la base de la *Pendle-side Series* jusqu'au sommet du *Radstockian*.

Contrairement à une opinion parfois émise (RENIER, 1908, p. 181; KUKUK, 1913, pl. II), les auteurs (ZEILLER, 1895, p. 493; ARBER, 1911, p. 26; GOTHAN, 1913 a, p. 234) sont aujourd'hui d'accord pour ranger le *Radstockian* dans le Westphalien. La limite supérieure de cet étage serait ainsi le sommet des *Keele Beds* (cf. JUKES-BROWNE, 1912, p. 297), et la base du Stéphanien continuerait d'être celle de l'assise de Rive de Gier.

Il se peut certes que ces limites ne soient pas strictement synchroniques, mais il n'est pas probable qu'on puisse jamais arriver à une plus grande approximation : l'extension verticale de la plupart des espèces végétales est considérable ; en conséquence, la transformation des flores est lentement progressive à travers les temps.

En Amérique, le *Pennsylvanian* correspond d'ailleurs à l'ensemble du Westphalien et du Stéphanien, parce que la paléontologie ne permet guère d'établir une démarcation nette (cf. WHITE, 1909, p. 329).

Reste la comparaison avec la série russe. La limite Westphalien-Stéphanien coïncide-t-elle avec celle des étages moscovien et ouralien ? Le *Radstockian* du centre de l'Angleterre renfermant localement une faune marine à brachiopodes, la comparaison avec la série russe, typiquement de faciès marin, semble possible. Mais, d'après les seules données, dont j'aie connaissance (cf. KIDSTON, 1894, p. 186), la faune marine du *Radstockian*, encore qu'elle soit relativement pauvre, présente plutôt des affinités avec celle du Dinantien. Si, une fois de plus, nous cherchons, dans le bassin du Donetz, un terme de comparaison, constatons que l'ensemble des termes C_3^1 — C_3^3 , série de transition du Moscovien à l'Ouralien, renferme une flore westphalienne. La flore de la suite C_3^3 est sensiblement de

même type que celle du *Radstockian* (cf. TSCHERNYSCHEW et LOUTOUGUIN, 1897, p. 22; non HAUG, 1908, p. 760),

Si la limite supérieure du Moscovien était tracée au sommet de la série C₂, elle serait donc sensiblement inférieure à celle du Westphalien.

Une étude plus approfondie et de la faune marine du *Radstockian* d'Angleterre et de la flore de l'Ouralien du Donetz est certes désirable.

Mais il semble très probable que, tout comme depuis l'Angleterre jusqu'à la Silésie, la série carboniférienne se termine au Donetz avec le Westphalien. La série stéphanienne ne serait ainsi connue en Europe que dans les bassins limniques, tous situés au sud de la chaîne hercynienne la plus septentrionale (cf. GOTHAN, 1913 a, b).

20: Dans leur essai de classification, de Lapparent et Munier Chalmas (1894) ont subdivisé le Westphalien en deux sous-étages, dits inférieur et supérieur. Semblable subdivision n'est que la consécration des efforts tentés par divers auteurs au sujet de la légende du « terrain houiller » de la Belgique (cf. planche IV, chapitre IV).

M. Stainier (1901, p. 57) a même accentué cette subdivision en restituant au sous-étage inférieur le nom de Namurien (PURVES, 1883) et en restreignant au sous-étage supérieur le nom de Westphalien.

Dans la suite, M. Barrois (1912, p. VII) a modifié le tracé de la limite du Westphalien inférieur en la relevant du sommet du poudingue houiller (H1c) au sommet de la zone de Vicoigne, que M. P. Bertrand (1913, p. 336) considère comme n'étant autre que le niveau marin de la couche Poissonnière. Cette manière de faire me paraît cependant inadmissible. Depuis longtemps (GOSSELET, 1860, p. 119), il a été déclaré qu'il n'existe pas de raison suffisante pour distinguer comme étage le houiller sans houille de Dumont ou quelque terme analogue. Les découvertes paléontolo-

giques n'ont fait que confirmer cette opinion. On ne peut donc admettre la distinction de l'étage namurien, plus ou moins assimilable au Sudétien de Frech (1899, p. 259).

Le Westphalien, tel que l'ont défini de Lapparent et Munier Chalmas, forme un ensemble homogène.

La distinction des deux sous-étages ne peut d'ailleurs être maintenue. Leur importance relative est trop inégale (cf. planche III, chapitre IV). Une subdivision en assises semble seule justifiée.

Telle est la tendance actuelle, non seulement en France (BARROIS, 1910, non 1912, p. VII), mais encore en Angleterre, sans parler de la Russie et de l'Amérique, dont la comparaison détaillée ne m'est toutefois pas possible sur la base des éléments dont je dispose actuellement.

La série carboniférienne de l'Angleterre a, depuis les temps héroïques de la stratigraphie, été subdivisée de bas en haut en *Mountain Limestone*, *Yoredale Beds* (*pro parte*), *Millstone Grits* et *Coal Measures*. Le premier terme, et parfois le second, représentent le Dinantien. Parfois les *Yoredale Beds*, ou mieux toujours la *Pendleside Series* (HIND et HOWE, 1901), les *Millstone Grits* et *Coal Measures* représentent le Westphalien.

En vue d'apporter plus de précision dans les descriptions et les comparaisons, M. Hull (1877-1905) a admis la division des *Coal Measures* en *Lower*, *Middle* et *Upper Coal Measures*, les *Lower Coal Measures* étant également désignés sous le nom de *Gannister Beds*. La définition paléontologique de ces subdivisions, d'abord limitée à la faune, était très incertaine. Par après, M. Kidston (1894) y apporté de nombreuses précisions floristiques, tout en intercalant d'ailleurs entre les *Middle* et *Upper Coal Measures*, une *Transition Series*.

Néanmoins, l'emploi abusif de tous ces termes avait conduit à telle confusion, que plus récemment M. Kidston (1905, p. 320) a proposé de distinguer dans la série westphalienne, dont il retranche toutefois la *Pendleside Series*, quatre assises dénommées de bas en haut : *Lanarkian*, *Westphalian*, *Staffordian* et *Radstockian Series*.

Cette nouvelle restriction de sens du terme « Westphalian » est tout aussi regrettable que celle y apportée par M. Stainier (1901).

Quoiqu'il en soit, la base de la *Lanarkian Series* est le sommet de la *Pendleside Series*. La limite de la *Lanarkian* et de la *Westphalian Series* est la couche *Arley Mine* du bassin du Lancashire, celle de la *Westphalian* et de la *Staffordian Series*, le calcaire à Spirorbes qui surmonte la couche *Bassey Mine* du North Staffordshire, enfin la *Rastockian Series* correspondrait au *Keele Groep* des bassins du Centre de l'Angleterre (cf. KIDSTON, 1905).

Il est à noter que, bien qu'ayant précisé dans un grand détail la distribution de la faune, M. Hind (cf. 1912, p. 13) n'a pas jusqu'ici jugé utile de proposer une subdivision en assises.

La subdivision admise par M. Kidston représente un groupement quelque peu différent de celui adopté dans les bassins belges et ceux qui en constituent les prolongements immédiats (cf. Section A).

Les traits communs sont cependant nombreux, bien que les tableaux synoptiques de M. Hull (1877, 1905) n'en rendent que très inexactement compte. Il ne faudrait d'ailleurs pas prendre dans un sens trop général (cf. KIDSTON, 1912) les conclusions fournies par l'étude la plus complète consacrée à la comparaison de la flore des séries belge et anglaise (KIDSTON, 1911, p. 264). Sur ce point, les conclusions de M. Zeiller (1895, p. 491 ; cf. RENIER, 1908, p. 181 ; GOTHAN, 1913 b) subsistent entièrement. Les diverses subdivisions floristiques du bassin franco-belge se retrouvent toutes et dans le même ordre dans la série anglaise.

Comme toujours, ces comparaisons se limitent à des zones. Il en est d'ailleurs de même si l'on fait état de la faune d'eau douce (HIND, 1912, p. 13 ; PRUVOST, 1913, p. 216 ; non GIBSON, 1908, p. 234). La comparaison à grande distance des horizons est d'ailleurs chose délicate.

L'identité de l'assise de Chokier et de la *Pendleside Series* a été rappelée ci-dessus.

Les traits communs à l'assise d'Andenne et des *Millstone Grits* ont été signalés depuis longtemps quoique souvent de façon sommaire : (GOSSELET, 1860, p. 119 ; MOURLON, 1880, p. 118 ; PURVES, 1881, p. 564 ; cf. BUCKLAND in DUMONT, 1835, p. 354 ; DUMONT, 1838, p. 636 ; 1852, p. 51 ; MURCHISON, 1854, p. 382 ; DEWALQUE, 1860, pp. 348, 368 ; 1868, p. 98 ; 1875 b, p. 924 ; DORMOY, 1867, p. 121 ; CORNET et BRIART, in BRIART, 1876, p. 87). M. STAINIER (1894 b, p. 64 ; 1901, p. 53 ; cf. PURVES, 1881, p. 618), a même indiqué

l'analogie du poudingue d'Andenne (H1c) et de la *Rough Rock*, qui couronne les *Millstone Grits*.

L'homologie des *Millstone Grits* et du *Flötzleerer* de la Westphalie est d'ailleurs considérée comme évidente (VON DECHEN, 1884, p. 221 ; CREMER et MENTZEL, 1903, p. 30 ; KRUSCH, 1908, p. 12).

L'assise de Chatelet présente de nombreux traits communs avec les *Gannister Beds* (STAINIER, 1901, p. 55).

La *Lanarkian Series* englobe toutefois, non seulement l'assise de Chatelet, mais encore celle d'Andenne, d'une part, et la base de l'assise de Charleroi, d'autre part. Si l'horizon à faune marine qui surmonte l'*Arley Mine* et paraît être d'une remarquable constance dans les bassins du Centre de l'Angleterre, était synchronique de celui de Catharina (Westphalie) = Poissonnière (Nord français), la limite supérieure de la *Lanarkian Series* serait identique à celle de la zone A (Zeiller), telle que la définissent actuellement les géologues de Lille.

Mais l'existence de nombreux niveaux marins, tant dans la *Lanarkian* que dans la *Westphalian Series* (cf. HIND, 1912, p. 13) ne permet de considérer cette conclusion que comme possible.

La *Westphalian Series* s'étendrait depuis Catharina-Poissonnière jusqu'à un horizon encore imprécis de l'assise du Flénu et correspondrait ainsi à une partie de l'assise de Charleroi et une partie de l'assise du Flénu.

Cette conclusion se fonde surtout sur la distribution de l'*Anthracomya Philippsi* (cf. PRUVOST, 1913, p. 216). Peut-être le niveau à faune marine du toit de la couche *Twist Coal* (North Staffordshire), si remarquable par son extension géographique, aux dires de M. J.-T. Stobbs, est-il contemporain de celui qui surmonte la couche Petit-Buisson, base de l'assise du Flénu.

Enfin, la série franco-belge comprendrait encore, d'après l'état actuel de nos connaissances, la base de la *Staffordian Series*.

21. Dans la dernière édition de son célèbre Traité, de Lapparent (1906, p. 889), après avoir examiné à nouveau la division en étages du système carboniférien, concluait : la question n'est pas encore mûre.

On ne peut pas dire que le progrès ait été tel que la situation soit aujourd'hui définitivement établie. Loin de là !

Néanmoins, aux fondements purement analogiques, ne

reposant que sur la comparaison des facies lithologiques, se sont substituées des bases paléontologiques, qui vont chaque jour se multipliant et se complétant.

L'étage moyen du système carboniférien, le Westphalien de Lapparent, commence d'être délimité de façon très précise.

Sa base prête encore à discussion, puisque, tant en Angleterre qu'en Allemagne, on la trace à un niveau un peu supérieur à celui adopté en Belgique, en France et en Amérique. Cependant, la *Pendleside Series* semble marquer le début d'une nouvelle phase d'activité dans l'accentuation des géosynclinaux : dans le Nassau, la série pourrait bien être transgressive sur le Dévonien (cf. HIND, 1909, p. 468).

Quant au sommet du Westphalien, il coïnciderait avec l'arrêt des mouvements épirogéniques du grand synclinal houiller et peut-être avec le début de la phase, qu'à l'exemple de Marcel Bertrand, les tectoniciens dénomment hercynienne.

Enfin, pour la subdivision en assises, on a tendance à ne plus tenir uniquement compte des zones floristiques, mais encore de toutes les données d'observation. Mais, sur ce point, l'accord doit encore se faire. Puisse la revue qui précède, contribuer à sa réalisation.

22. Divers auteurs ont examiné le raccord de la série franco-belge à des séries stratigraphiques autres que celles examinées ci-dessus.

Je me borne à noter ici quelques références parmi les travaux qui, à d'autres titres, figurent déjà à la liste bibliographique : GOSSELET (1860, p. 118); ZEILLER (1888, p. 667); SMITH (1903, pp. 17-18); SEMPER (1905 p. 232); HIND (1912); KUKUK (1913, pl. II); GOTHAN (1913 *a, b*; in STUTZER 1914, pp. 124-125).

(A suivre.)