Contribution à la pétrographie des roches carbonatées du Westphalien belge,

par R. VAN TASSEL et J. SCHEERE.

ABSTRACT. — *Macroscopical, microscopical and mineralogical characteristics of carbonate rocks, with the exception of ironstones, from the Belgian Coal Measures are given.*

Nearly 200 rocks have been studied in thin section, and analysed chemically and by X-ray diffraction. The analyses show that dolomite is strongly predominant over calcite as a rock-forming mineral.

The marine horizons of Sainte-Barbe de Floriffoux and Sainte-Barbe de Ransart of the Hainaut Coalfield are characterized by kutnahorite and rhodochrosite.

1. INTRODUCTION.

Les roches stériles du Westphalien belge sont principalement des schistes et des grès. Dans ceux-ci se produisent de nombreux « accidents » sidéritifères (lits de schistes sidéritifères; bancs, lentilles et nodules de sidérose). Mais en plus de ces roches

(*) Texte remis en séance.

carbonatées à base de sidérite, il n'est pas rare de rencontrer d'autres roches carbonatées à base de calcite et de dolomite.

Ces dernières roches ne sont pas faciles à reconnaître macroscopiquement, ni au laboratoire, ni au fond de la mine et, de ce fait, ont été peu ou pas étudiées par les différents auteurs dont les publications traitent du Houiller. La présente étude, basée sur des données macroscopiques, microscopiques, chimiques et radiocristallographiques, leur est consacrée.

Des roches du même type que celles examinées ici avaient toutefois été observées en Belgique, dès le début du siècle.

C'est en 1901 que P. FOURMARIER (1) signale, pour la première fois, un banc de « calcaire » compact d'une puissance de 0,40 m, à 5 m sous une couche de houille de position stratigraphique indéterminée (Bassin de Liège, Charbonnage Gosson-Lagasse). Ce même auteur (2) a pu localiser par la suite, dans le même bassin, un banc de 0,40 à 0,70 m de « calcaire » sous la veine Wicha des Charbonnages d'Horloz et un autre banc de 0,90 m entre Dure-Veine et Delyée-Veine des Charbonnages du Bois d'Avroy. Ces deux « calcaires » appartiennent stratigraphiquement à la zone de Genk (*Wn1c*). A la suite de ces observations, A. FIRKET (3) signale l'extension latérale du « calcaire » sous la couche Wicha au Siège Saint-Gilles des Charbonnages de la Haye. En 1903, P. FOURMARIER (2) mentionne encore deux grès calcaires et dolomitiques, une dolomie quartzifère et un calcaire très ferrugineux.

En 1905, X. STAINIER (4) repère, dans le Bassin de Liège (rive gauche de la Meuse), huit bancs de « calcaires » et de roches « calcareuses » dans la zone de Genk et deux dans la zone de Beyne (fig. 4). Dans ces huit niveaux, X. STAINIER reprend les niveaux signalés déjà par P. FOURMARIER et précise la position stratigraphique du premier « calcaire » (n° 51, fig. 4) indiqué par ce dernier auteur (5).

En 1920, E. HUMBLET (6) annonce, dans le même bassin, rive droite de la Meuse, un calcaire impur de 0,50 m de puissance, entre les couches Geye et Cor. Il semble que ce soit

(1) FOURMARIER, P., 1901 *a*, pp. B 102 et 103.
(2) ID., 1901 *b*, pp. B 287-289; 1903, pp. B 106-108.
(3) FIRKET, A., *in* FOURMARIER, P., 1901 *b*, p. 289.
(4) STAINIER, X., 1905, pl. I.
(5) ID., 1905, p. 34.
(6) HUMBLET, E., 1920, p. M 9.

l'extension latérale du niveau signalé par P. FOURMARIER et X. STAINIER dans la zone de Genk, rive gauche de la Meuse.

En 1920, A. RENIER (1) publie une note sur une dolomie du Westphalien supérieur du bassin de Charleroi (Charbonnages de Monceau-Fontaine) se présentant en un banc plus ou moins régulier de 0,40 à 0,80 m de puissance. C'est la première fois qu'une telle roche se présentant en banc est explicitement reconnue dans le Westphalien de la Belgique. Toutefois une composition dolomitique des coal-balls est signalée dès 1919 (2).

Entre 1910 et 1940, X. STAINIER, en décrivant plusieurs sondages des bassins de Campine et du Hainaut (3), ainsi que les stampes des divers charbonnages du bassin du Hainaut (4), signale plusieurs « calcaires » du Namurien supérieur (*Nm2*) et du Westphalien inférieur (*Wn1a* + *b*). Certaines de ces roches appelées « calcaires sidéritifères », « calcaire (*septaria*) », « roche très calcareuse », « sidérose calcareuse », « calcaire », « calcaire zonaire », « calcaire siliceux », « calcaroschiste », « psammite calcareux » et « grès calcareux » ont pu être insérées dans cette étude.

En 1948, W. VAN LECKWIJCK signale, dans le toit de la couche Petit-Buisson du bassin de Campine, un chapelet de longs nodules septariens calcaires (5) et, en 1951, le même auteur (6) décrit quatre épisodes calcaires du bassin de Charleroi, dont deux sont associés à des niveaux marins.

En 1954, J. SCHEERE (7) décrit quatre niveaux dolomitiques au Siège de Voort des Charbonnages de Helchteren et Zolder (zone de Genk, *Wn1c*) du bassin de Campine. Les dolomies sont bien caractérisées minéralogiquement. Les recherches ultérieures de cet auteur rapportent des dolomies dans d'autres charbonnages du même bassin (8) et un cinquième niveau dolomitique aux Charbonnages de Helchteren et Zolder.

(1) RENIER, A., 1920, p. 238.

(2) BELLIÈRE, M., 1919; STAINIER, X., 1925 et 1934; LECLERCQ, S., 1924, 1925 et 1952.

(3) Campine : Sondages 75 (1910), 78 (1910), 81 (1911), 89 (1922), 91 (1925), 101 (1926), 95 (1926), 76 (1936), 106 (1936), 70 (1937), 63 (1938).

Hainaut : Sondages 19, La Hougarde (1936); 22, Forte-Taille (1937); 25, Mont-sur-Marchienne (1937); 31, Loverval (1938); 32, Loverval (1937); 76, Presles (1937); Arsimont-Pêcherie (1934); Élouges (1940); Jonquois-Hyon (1938); Puits Sainte-Pauline, Farciennes (1938).

(4) STAINIER, X., 1932.

(5) VAN LECKWIJCK, W., 1948, p. 396.

(6) ID., 1951, p. 133.

(7) SCHEERE, J., 1954, pp. 20 et 21.

(8) ID., 1960, sous presse.

A. PASTIELS [1], L. LAMBRECHT et P. CHARLIER [2], B. ADERCA [3], A. LHOEST [4] repèrent des niveaux calcaires et dolomitiques dans les bassins de Charleroi et de Liège, dont beaucoup ont été précisés par J. SCHEERE en collaboration avec R. VAN TASSEL. Aux Charbonnages de Monceau-Fontaine ont été observées [3] deux roches carbonatées particulièrement riches en manganèse, assimilées par J. SCHEERE (1958) à un manganocalcaire (niv. 167) et à une roche à rhodochrosite (niv. 63) [5].

La présente étude a pu être réalisée grâce à un matériel abondant, récolté pour les besoins de plusieurs publications mentionnées ci-dessus (1954 à 1959), et complété par des échantillons de la Collection X. STAINIER [6], de divers sondages [7] et d'explorations ultérieures de B. ADERCA, A. LHOEST, A. PASTIELS et J. SCHEERE [8]. Elle mettra l'accent sur les roches de la zone de Genk en raison de l'orientation des explorations de ces derniers chercheurs. Malgré cette restriction stratigraphique, il paraît utile de publier les résultats accumulés au cours des dernières années.

Cette étude révélera que, dans de nombreux cas, l'identification des roches carbonatées, basée uniquement sur des critères macroscopiques, a donné une idée erronée de la composition minéralogique, et que les dolomies sont bien plus abondantes qu'un examen superficiel pourrait le suggérer.

2. CARACTÈRES MACROSCOPIQUES.

2.1. Les types de roches.

Macroscopiquement on peut distinguer trois types dans l'ensemble des roches carbonatées (calcaires et dolomies) : un type à grain micro-grossier (a), de couleur plutôt claire, associé aux grès à grain fin, un type à grain fin (argilite) (b), de couleur plutôt foncée, associé aux schistes argileux, et un type

(1) PASTIELS, A., 1954, p. 175.
(2) LAMBRECHT, L. et CHARLIER, P., 1956, pp. 12-14.
(3) ADERCA, B., 1958, pp. 168-173; 1959, pp. 32-37.
(4) LHOEST, A., 1958, pp. 100 et 101.
(5) SCHEERE, J., *in* ADERCA, B., 1958, pp. 171 et 172.
(6) Collection conservée à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique sous le n° d'inventaire général 11312.
(7) Matériel des sondages 113 et 117 de la Campine communiqué par le Service géologique de Belgique.
(8) Centre national de Géologie houillère.

« calcaire » normal (c), dont l'identification macroscopique n'offre aucune difficulté. Une roche intermédiaire (ab), moins fréquente, s'associe aux schistes sableux. Il s'agit donc dans les cas (a), (b) et (ab) de roches ayant une forte ressemblance avec les grès et schistes usuels, et de ce fait susceptibles d'être confondues avec ceux-ci.

a) Le **type micro-grossier** (a) est représenté par une roche compacte, dont la cassure peut être grenue, lisse ou même conchoïdale, de couleur se rapprochant le plus souvent du gris olive (5Y4/1) (1) ou se situant entre le gris moyen (N5) et le gris moyennement foncé (N4). Dans l'ensemble, ces roches sont massives, formant des bancs d'une puissance variant entre 0,30 et 0.90 m. Il arrive qu'elles sont straticulées, régulièrement ou irrégulièrement. Dans ce dernier cas, la straticulation peut même être croisée du type current-bedding. On peut y observer également des ripple-marks et du slumping (2).

Ces roches sont localisées le plus souvent au sommet des grès dans le cyclothème houiller. Elles se distinguent mieux des grès quand elles sont massives que lorsqu'elles sont straticulées. Dans ce dernier cas, il n'y a guère de différence sensible. Elles ne contiennent qu'exceptionnellement des fossiles animaux, mais occasionnellement elles peuvent renfermer des débris végétaux et des fragments de charbon.

Il s'est avéré (voir tabl. 1) que ces roches sont dans la plupart des cas des dolomies sableuses ou des grès à ciment dolomitique.

b) Le **type à grain fin (argilite)** se rencontre dans des sédiments non marins ou marins. Dans ce dernier cas, il peut présenter un aspect lithologique caractéristique comme il sera précisé plus loin.

Le **type à grain fin (argilite) de facies non marin** (b) est une roche généralement compacte à cassure conchoïdale. Sous cette forme elle peut d'ailleurs, par suite de veinules carbonatées, présenter un aspect cloisonné de *septaria* et c'est sous cette dénomination que cette roche a été signalée quelquefois dans la littérature (3). La couleur varie du gris moyennement foncé (N4) au gris foncé (N3) et au noir grisâtre (N2). La roche devient

(1) Rock Color Chart, 1948.
(2) Aderca, B., 1958, fig. 2.
(3) Stainier, X., 1925, 1926, 1936, 1938, 1940.

fissile, à cassure irrégulière, lorsque la proportion de matière argileuse est assez grande.

Ces roches peuvent être straticulées, régulièrement ou irrégulièrement, et peuvent présenter la même stratification entrecroisée que le type précédent, ainsi que des flow-casts et du slumping.

Elles sont localisées généralement dans les schistes du toit, plus rarement dans le mur, et leurs bancs qui peuvent être lenticulaires, ont des puissances variant entre 0,10 et 0,35 m. Les fossiles animaux sont inexistants ou rares (phyllopodes); par contre, les fossiles végétaux peuvent être nombreux.

Il s'est avéré que le minéral carbonaté de ces roches est dans beaucoup de cas de la dolomite (voir tabl. 1).

Le **type à grain fin (argilite) de facies marin** (bm) présente un aspect lithologique caractéristique pour les roches provenant des horizons marins de Sainte-Barbe de Ransart et de Sainte-Barbe de Floriffoux des bassins de la Basse-Sambre et de Charleroi.

Elles sont de couleur noire (N1) à noir grisâtre (N2) et très souvent zonaires par suite de la présence de straticules plus claires, de quelques millimètres à un cm [1]. Ces straticules peuvent avoir une allure noduleuse. Les roches se débitent généralement en plaquettes à surface grumeleuse. Elles peuvent montrer des veinules blanches perpendiculaires à la stratification.

Ces roches n'ont pas échappé à l'observation de X. STAINIER, qui les désigne par « sidérose zonaire », « calcaire zonaire », « calcaroschiste » et qui ne manque pas de souligner leur caractère absolument typique [2].

On y trouve des fossiles d'animaux marins (lingules, crinoïdes, gastéropodes, orbiculoïdes, brachiopodes articulés, lamellibranches marins) [3]. Les bancs ont une puissance de 0,10 à 0,90 m pour Sainte-Barbe de Ransart et de 0,02 à 0,30 m pour Sainte-Barbe de Floriffoux.

L'analyse chimique montre que le carbonate de ces roches est riche en manganèse (voir tabl. 1).

---

(1) Ces straticules plus claires sont le fait de sphérules ou grumeaux de carbonate et de kaolinite (voir p. 244).

(2) STAINIER, X., 1932, pp. 9, 10 et 26.

(3) STAINIER, X., 1932, pp. 26-28; ADERCA, B., 1958, pp. 122 et 130; PASTIELS, A., 1954, pp. 52, 61 et 174.

Dans le bassin de Liège (Charbonnage du Bonnier), A. PASTIELS (1955) a localisé, au niveau de Sainte-Barbe de Floriffoux, une dolomie noire, compacte, d'une puissance de 0,26 m, sans la zonation caractéristique et sensiblement moins riche en manganèse (analyse 715 du tabl..

Les roches de **type intermédiaire** (ab), peu fréquentes, participent aux caractéristiques des types (a) et (b).

Ces différents types sont indiqués au tableau 1 par les symboles a, b, bm, ab et c.

2 2. **Critères de réaction à l'acide.**

Ces roches carbonatées se sont révélées difficiles à caractériser minéralogiquement par examen macroscopique sur le terrain et au laboratoire. Les nombreuses identifications inexactes de ces roches, faites dans le passé, en font état. Le flacon d'acide est certes un outil très efficace pour déceler les roches carbonatées, mais il est possible de se méprendre sur la nature exacte des constituants carbonatés si certaines précautions ne sont pas prises. La réaction classique de la goutte d'acide permet effectivement de faire la distinction en prenant soin de s'assurer de la concentration du réactif.

Dans le but de vérifier l'action de l'acide sur les roches étudiées, une quarantaine d'entre elles ont été sciées en tranches et celles-ci grossièrement polies. Sur chaque tranche, macroscopiquement exempte de veinules, ont été déposées, à froid, une goutte HCl 2N et une goutte HCl 6N. Les observations se résument comme suit :

Roche	HCl 2N	HCl 6N
Calcaires	Effervescence violente immédiate.	Effervescence violente immédiate.
Dolomies	Effervescence immédiate nulle, mais réaction après quelques secondes. Au bout de 10 à 20 secondes, toute la surface sous la goutte devient blanche par suite des bulles de gaz.	Effervescence immédiate modérée. Après 4 à 6 secondes, toute la surface sous la goutte est en effervescence.
Dolomies riches en manganèse (kutnahorite)	Effervescence faible immédiate, mais forte après quelques secondes.	Effervescence immédiate assez forte.
Sidéroses	Effervescence immédiate nulle. Après 1 minute, réaction encore très faible.	Effervescence immédiate nulle, mais réaction modérée après 15 secondes.

L'identification reste imprécise quand la roche est de composition carbonatée complexe; par exemple, en présence d'un mélange de calcite et de dolomite, ou de dolomie et de sidérite, c'est le premier minéral qui masque la présence de l'autre. Dans le cas des roches examinées, l'importance du résidu insoluble (6 à 75 %) ne semble pas influencer l'observation, d'où difficulté supplémentaire d'accorder, du point de vue terminologie, la prépondérance à la fraction détritique ou à la fraction carbonatée de la roche (fig. 1).

En pratique, on peut conclure que la réaction de la goutte d'acide, exécutée sur une surface plus ou moins régulière de la roche, permet de distinguer calcaires/dolomies/sidéroses, mais l'interprétation devient plus difficile dans le cas des dolomies riches en manganèse, celles-ci se plaçant, quant à la réaction à l'acide, entre les calcaires et les dolomies.

2.3. **Les fractions carbonatées.**

Il est généralement admis d'appeler calcaire ou dolomie une roche contenant au moins 50 % de calcite ou de dolomite. Il est de ce fait intéressant d'examiner ici l'importance de la fraction carbonatée des types décrits ci-dessus.

La figure 1 donne, en ordonnées, pour les types microgrossiers (a), à grain fin (b et bm) et les roches intermédiaires (ab), les valeurs en pour-cent du résidu insoluble et de la fraction carbonatée d'une centaine de roches westphaliennes analysées (voir tabl. 1).

La figure 1 montre :

1° que les roches de type intermédiaire (ab) sont beaucoup moins fréquentes que les roches (a) et (b);

2° une distribution pour chaque type autour de points moyens (indiqués par un point noir sur la figure) situés respectivement pour le type (a) en 52 % fraction carbonatée, pour le type (ab) en 59 % et pour les types (b) et (bm), à lire superposés, en 75 %;

3° que les domaines de distribution pratiquement certains se trouvent entre des droites parallèles à celle reliant les points moyens des types (a) et (b);

4° que pratiquement toutes les roches (ab) et (bm) ont une fraction carbonatée supérieure à 50 %. Ce sont donc des roches

carbonatées argileuses (bm) ou des roches carbonatées argileuses et sableuses (ab);

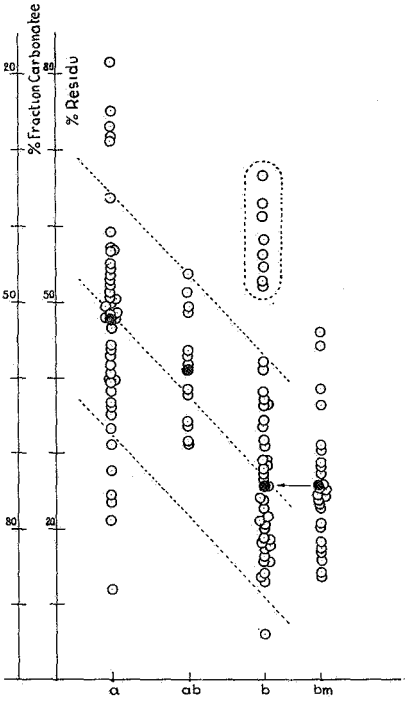

FIG. 1. — **Fraction carbonatée des divers types de roches.**

5° que les roches (b) sont pour la plupart des roches carbonatées argileuses. Les huit points encerclés représentent des schistes argileux carbonatés;

6° que les roches (a) se répartissent pratiquement autour des 50 % et que l'on aurait donc, d'une part, des roches carbonatées sableuses (1) et, d'autre part, des grès à ciment carbonaté.

On peut se demander, à la vue du déplacement régulier des domaines de distribution, si la séparation en grès et en roches carbonatées n'est pas uniquement pétrographique et dès lors purement artificielle. La figure semble montrer, d'une part,

(1) La granulométrie du quartz est celle d'un sable fin (p. 243).

une convergence sédimentologique des trois types de roches reconnus et indique, d'autre part, que les noms définitifs des roches ne peuvent être donnés qu'après examen microscopique, après évaluation des pourcentages respectifs des grains détritiques et du ciment carbonaté, ou, mieux encore, après analyse chimique. Celle-ci permet de se rendre compte de l'importance de la partie détritique, en l'assimilant au résidu insoluble, et de préciser, avec une certaine approximation, la nature du carbonate. Cette dernière est déterminée d'une manière précise par l'analyse radiocristallographique.

3. CARACTÈRES MICROSCOPIQUES.

Les observations au microscope, faites sur les types de roches reconnus dans le chapitre précédent, sont résumées ci-dessous :

a) **Le type micro-grossier** (a).

Les lames minces montrent, dans une masse de fond carbonatée : des grains détritiques de quartz principalement, d'assez rares grains de quartzite et de chert, de très rares grains de feldspaths (plagioclases acides : macles polysynthétiques, indice de réfraction inférieur à celui du baume de canada), des lamelles de muscovite, des plages ou grains de kaolinite cryptocristalline et des débris végétaux. Les grains détritiques de quartz ont des diamètres moyens corrigés variant entre 0,065 et 0,200 mm (sable fin).

La masse de fond carbonatée est principalement, soit cryptocristalline (1 à 10 μ) avec quelques plages microcristallines ou cristallines, soit microcristalline (20 à 30 μ) avec quelques plages cryptocristallines et cristallines, soit cristalline (60 à 350 μ) avec peu ou pas de carbonate cryptocristallin et/ou microcristallin.

Pour l'ensemble de ces roches, c'est la masse de fond cristalline qui est la plus fréquente. Les cristaux de carbonate n'ont pas une même orientation optique. Selon la plus ou moins grande importance de la fraction carbonatée, les grains détritiques sont séparés ou jointifs.

Le **type intermédiaire** (ab) diffère du type (a) par l'absence de masse de fond cristalline. Les diamètres moyens corrigés des grains de quartz se situent autour de 0,035 mm (silt).

b) **Le type à grain fin (argilite).**

Les lames minces des roches **non marines** montrent peu de grains de quartz détritiques à dimensions inférieures à 0,02 mm, quelques rares lamelles de muscovite, des minéraux d'argile (illite ou/et kaolinite), dans une masse de fond carbonatée, de teinte grise à brunâtre, dans l'ensemble cryptocristalline (1 à 10 μ). Par endroits il y a dans cette masse de fond des plages microcristallines (20 à 30 μ) et même quelques rares plages cristallines (60 à 100 μ).

Les lames peuvent montrer une microstratification (100 μ) régulière ou irrégulière, voire entrecroisée, par suite de la concentration des grains de quartz, et une microérosion.

Pour les lames minces décrites sous (a) et (b) on peut observer en plus : 1° une recristallisation de la masse de fond carbonatée cryptocristalline, où se développent des carbonates microcristallins et cristallins; 2° une plus grande corrosion, par le carbonate, des grains de quartz, de quartzite, de chert et de feldspath. Ici également le carbonate passe du stade cryptocristallin à celui de microcristallin ou cristallin; 3° autour de quelques lamelles de muscovite, il se produit une recristallisation du carbonate avec un clivage perpendiculaire aux bords des lamelles. Cette même cristallisation peut s'installer entre deux plans de clivage d'une même lamelle, ouvrant celle-ci en biseau.

Le type à grain fin (argilite) de **faciès marin** de Sainte-Barbe de Ransart et de Sainte-Barbe de Floriffoux du bassin du Hainaut ressemble dans l'ensemble aux roches décrites ci-dessus, quant à la présence des grains détritiques et d'un ciment de carbonate cryptocristallin (celui-ci le plus fréquent), microcristallin ou cristallin. Les lames minces en diffèrent entre autres par la présence en quantités plus importantes de matières organiques végétales, de couleur noire, et par la présence de sphérolithes carbonatés (50 μ). Ceux-ci peuvent être jointifs ou séparés par de la matière organique noire ou de la kaolinite cryptocristalline. D'autres lames minces en diffèrent par une texture microscopique « grumeleuse » montrant, dans un ciment de carbonate cryptocristallin ou microcristallin, des grumeaux (100 μ) de carbonate, de couleur jaune brunâtre, en lumière ordinaire, et à texture plus fine que celle du ciment (1). Parfois

(1) L'accumulation de ces grumeaux donne lieu à la zonation de la roche signalée à la page 239.

ces grumeaux semblent amorphes, mais on peut suivre dans une même lame les passages d'un grumeau amorphe ou cryptocristallin à une plage entièrement microcristalline ou cristalline. La cristallisation débute par l'installation d'une couronne limpide extérieure et celle-ci s'étend de plus en plus vers le centre, ou bien la cristallisation débute au centre pour s'étendre vers les bords. La partie centrale de ces grumeaux peut être occupée par une matière charbonneuse ou de la kaolinite cryptocristalline.

On distingue parfois dans les lames un débris de coquille généralement microcristallin. Ces débris ne sont pas des centres de cristallisation.

Les roches décrites en (a) et (b) peuvent présenter des veinules, composées soit de calcite cristalline, soit de calcite cristalline et de quartz microcristallin, soit de calcite cristalline et kaolinite microcristalline. Dans ces veinules, le quartz et la kaolinite peuvent être corrodés par le carbonate; d'après l'analyse roentgenographique la calcite peut accompagner la dolomite dans les dolomies.

4. CARACTÈRES CHIMIQUES ET ROENTGENOGRAPHIQUES.

4.1 Terminologie.

Avant de présenter les résultats des analyses, il importe de préciser une question de terminologie. La littérature minéralogique n'est malheureusement pas unanime au sujet des subdivisions dans la série $CaMg(CO_3)_2$-$CaFe(CO_3)_2$ et du sens à donner au terme ankérite. La plupart des auteurs (A. LACROIX, 1909, P. NIGGLI, 1926, M. H. HEY, 1955) admettent comme limite dolomite-ankérite un pourcentage moléculaire de $FeCO_3$ de l'ordre de 10-13 %; d'autres auteurs (H. WINCHELL, 1951, K. SCHOKLITSCH, 1935) fixent cette limite à 33 %, tandis que le « DANA's System of Mineralogy » (1951) met la division dolomite-ankérite à 50 %. R. A. HOWIE et F. M. BROADHURST (1958) préfèrent le terme ankérite pour un rapport Mg : Fe = 2 : 1.

Sans infirmer en rien la valeur des arguments mis en avant par ces différents auteurs, il est commode de disposer d'appellations simples [dolomite : $CaMg(CO_3)_2$, ankérite : $CaFe(CO_3)_2$] et de faire usage du diagramme, pour le système $CaMg(CO_3)_2$-$CaFe(CO_3)_2$-$CaMn(CO_3)_2$, employant, d'après DANA (1951), la

TABLEAU 1.

MÉTHODE DE TRAVAIL :

L'analyse chimique comprend en premier lieu le dosage du résidu insoluble dans HCl 1 : 2 à chaud et, éventuellement, la détermination, par absorption, de l'acide carbonique. Dans la fraction soluble ont été dosés ensuite : Fe, Ca, Mg et, généralement, Mn. Dans 76 roches, Ca et Mg ont été dosés par gravimétrie et dans 69 autres par complexométrie. Dans un but de vérification, ces deux constituants ont été dosés par les deux méthodes dans 21 roches. Le fer a toujours été dosé par titrimétrie; tout Fe trouvé a été calculé comme Fe^{++} et considéré comme constituant du composé carbonaté de la roche. Dans cette supposition réside, sans doute, une certaine source d'erreur, mais la balance Ca + Mg + Fe + Mn = CO_2 a indiqué que cette erreur ne peut être que négligeable. Mn a été dosé soit par colorimétrie après oxydation par l'iodate, soit par volumétrie après oxydation par le bismuthate de soude. Dans le cas d'une présence abondante de Mn, la balance Ca + Mg + Fe + Mn = CO_2 a été vérifiée de près, afin d'avoir la certitude que le manganèse dosé est bien à combiner dans les composés carbonatés.

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
		Wn1a. Zone d'Oupeye.
		BASSIN DE CHARLEROI.
457	944	Ch. Monceau-Fontaine, niv. 63 ... ... *
459	946	Ch. Monceau-Fontaine, niv. 148 ... ...
696	1228	Ch. Monceau-Fontaine, niv. 185 ... ... *
667	1176	Ch. Aiseau-Presle, niv. 26 ... ... *
700	1260	Ch. Trieu-Kaisin, niv. 234 ... ... *
724	1298	Ch. Appaumée-Ransart, P. St-Auguste, dist. 419 m .. *
721	1294	Ch. Boubier, P. 2, bouv. 818 m ... ... *
714	1286	Ch. Boubier, P. 2, bouv. 818 m ... ... *
343	947	Ch. Boubier, 10 m sous Vne Léopold, *crinoïdes* .. ... *
708	1280	Ch. Réunis de Charleroi, P. Hamendes, dist. 215 m ... *
725	1299	Ch. Mambourg, P. Hamendes, Ét. 440 m, bouv. sud . *
711	1283	Ch. Gouffre, Calcaire de Soye, *crinoides*, niv. 44 . ...
723	1297	Ch. Masses-Diarbois, à 0,50 m Vne Ste-Barbe de Ransart.
—	1430	Ch. Fontaine-l'Évêque, P. 1, Ét. 590 m, 767 m .. ..
—	1182	Ch. Courcelles-Nord, P. 8, Ét. 376 m, dist. 687 m, *cone-in-cone* ... ...
		BASSIN DE LIÈGE.
277	—	Ch. Argenteau-Trembleur, Ét. 234 m ... ...
431	927	Ch. Cheratte-Argenteau, niv. 22 ... ...

L'examen roentgenographique se rapporte à l'interprétation des radiogrammes de poudres, obtenus dans une caméra de 57 mm de diamètre (radiation de fer filtrée par du manganèse, deux heures d'exposition). L'identification minéralogique est basée essentiellement sur la réflexion 112 (maille rhomboédrique) des carbonates rhomboédriques : ~ 3,03 Å pour la calcite, ~ 2,90 Å pour le minéral dolomitique et ~ 2,80 Å pour la sidérite.

ÉGENDE :

Ch. = Charbonnage; P. = Puits; Sond. = Sondage; Ét. = Étage; Vne = Veine; bouv. = bouveau; niv. = niveau; prof. = profondeur; dis. = distance; *Sept.* = *Septaria*; * = Toit de la Veine Sainte-Barbe de Ransart ou de la Veine de Sainte-Barbe de Floriffoux.

Diffraction des rayons X : C = Calcite, D = Minéral dolomitique, S = Sidérite; **C**, **D** et **S** = prédominance ou présence exclusive par rapport aux autres carbonates; (C), (D) et (S) = présence subordonnée.

Type de roche (cf. caractères macroscopiques) : a = type micro-grossier; b = type argilite; ab = roche intermédiaire; bm = type argilite marine; c = calcaire; g = grès.

Référence (cf. fin du tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
1, p. 130	b	16,6	32,7	2.2 : 1.5 : 1.4 : 4.9	**D**
1, p. 124	b	16,5	36,4	5.5 : 3.1 : 1.3 : 0.1	**D**
1, p. 61	bm	28,6	28,5	6.0 : 1.3 : 0.5 : 2.2	**D**
2, p. 54	bm	11,7	39,9	5.5 : 3.8 : 0.4 : 0.3	**D**
3, p. 52	bm	12,5	38,5	5.7 : 3.0 : 0.2 : 1.1	**D**
4, pl. 14	bm	44,0	—	5.2 : 2.0 : 1.2 : 1.6	**D**
5	bm	13,6	37,8	6.0 : 2.6 : 0.4 : 1.0	**D**
5	bm	22,3	31,8	5.8 : 1.2 : 0.8 : 2.2	**D**
6	c	11,4	37,0	5.3 : 1.8 : 0.8 : 2.1	**D**
4, pl. 22	bm	36,2	23,9	5.0 : 0.4 : 0.6 : 4.0	**D**
7	bm	45,7	19,1	2.3 : 0.7 : 0.4 : 6.6	**D**
8	c	13,8	36,3	6.7 : 1.7 : 0.7 : 0.9	**D** C
4, pl. 80	b	30,3	25,7	2.8 : 2.7 : 4.1 : 0.4	**D S**
4, pl. 34	b	—	—	— : — : — : —	**D** C
4, pl. 42	—	—	—	— : — : — : —	**D**
9	—	—	11,4	4.8 : 3.6 : 1.6 : —	—
10, p. 19	—	21,8	31,7	7.3 : 0.8 : 1.8 : 0.1	**C** (D) (S)

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
		Wn1b. Zone de Beyne.
		BASSIN DU CENTRE.
519	1322	Ch. Marimont-Bascoup, niv. 82 ... ...
		BASSIN DE CHARLEROI.
384	948	Ch. Trieu-Kaisin, niv. 322 ... ... *
385	936	Ch. Trieu-Kaisin, niv. 323 ... ... *
386	1306	Ch. Trieu-Kaisin, niv. 346 ... ...
388	1320	Ch. Trieu-Kaisin, niv. 347 ... ...
702	1262	Ch. Trieu-Kaisin, P. 8, Ét. 836 m .. .. *
718	1292	Ch. Noël-Sart-Culpart, bouv. nord, Ét. 377 m ... ... *
706	1278	Ch. Masse-Diarbois, P. 4, Ét. 277,1 m dans toit Ste-Barbe de Floriffoux ... ... *
701	1261	Ch. Appaumée-Ransart, niv. 4 ... ... *
697	1227	Ch. Monceau-Fontaine, niv. 98 ... ... *
456	943	Ch. Monceau-Fontaine, niv. 167 ... ... *
455	1325	Ch. Monceau-Fontaine, niv. 243 ... ...
698	1231	Ch. Aiseau-Presle, niv. 44 *a* ... ... *
665	1174	Ch. Aiseau-Presle, niv. 257 ... ...
666	1175	Ch. Aiseau-Presle, niv. 264, *cone-in-cone* ... ...
704	1276	Ch. Falisolle, P. 2, dist. 579,8 m ... ... *
705	1277	Ch. Falisolle, P. Réunion, Ét. 240 m, bouv. sud, no 509 *
764	1429	Ch. Falisolle, P. Réunion, Ét. 240 m, 1.228 m ... ... *
763	1428	Ch. Falisolle, P. Réunion, Ét. 240 m, 1.345 m ... ... *
762	1426	Ch. Falisolle, P. 1 et 2, prof. 643,3 m ... ... *
716	1290	Ch. Falisolle, Ét. 647 m, bouv. nord, n° 3077 ... ... *
717	1291	Ch. Falisolle, Ét. 647 m, bouv. nord, n° 3081 ... ... *
761	1413	Ch. Gouffre, P. 7, Ét. 855 m, n° 77 ... ... ? *
707	1279	Ch. Gouffre, P. 7, Ét. 855 m, n° 87 ... ...
759	1411	Ch. Gouffre, P. 7, Ét. 855 m, n° 131 ... ... ? *
760	1412	Ch. Gouffre, P. 7, Ét. 855 m, b° 147 ... ... ? *
780	1451	Ch. Oignies-Aiseau, P. 5, Ét. 265 m, bouv. sud .. ... *
673	1196	Sond. intér. Ch. Noël-Sart-Culpart, prof. 172,8 m ... ...
681	1206	Sond. Hougarde (n° 19), Ch. Fontaine-l'Évêque, prof. 779 m ... ...
—	1420	Sond. Espinoy, Ch. Forte-Taille, n° 317, prof. 678 m . ...
670	1188	Sond. Espinoy, Ch. Forte-Taille, n° 403 *bis*, prof. 730 m, *Sept.* ... ...

Référence (cf. fin du tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
18	—	53,3	18,7	4.8 : 3.2 : 1.9 : 0.2	**D**
3, p. 61	bm	13,5	34,4	5.1 : 2.1 : 0.9 : 1.9	**D**
3, p. 61	a	5,7	38,5	5.0 : 2.7 : 0.9 : 1.4	**D**
3, p. 64	a	49,5	21,2	5.4 : 3.0 : 1.5 : 0.1	**D**
3, p. 64	ab	34,0	25,5	5.3 : 3.1 : 1.5 : 0.1	**D**
14	bm	17,2	32,6	4.9 : 0.6 : 0.7 : 3.8	**D**
8	bm	26,9	28,0	4.2 : 0.6 : 0.5 : 4.7	**D**
14	b	18,9	35,7	5.8 : 3.1 : 0.3 : 0.8	**D**
4, pl. 111	bm	23,9	29,9	5.4 : 1.1 : 0.5 : 3.0	**D**
1, p. 55	bm	31,0	26,0	5.0 : 1.0 : 1.1 : 2.9	**D**
1, p. 122	bm	16,8	34,0	5.2 : 0.9 : 0.4 : 3.5	**D**
1, p. 117	ab	38,2	25,3	5.2 : 3.0 : 1.7 : 0.1	**D**
2, p. 67	b	15,5	37,3	5.6 : 3.6 : 0.7 : 0.1	**D**
2, p. 92	b	27,6	—	5.1 : 2.8 : 2.1 : —	**D** S
2, p. 92	b	13,6	—	5.7 : 2.7 : 1.6 : —	**D**
14	b	29,0	27,9	5.3 : 0.6 : 0.5 : 3.6	**D**
8	bm	18,1	31,6	4.1 : 0.5 : 0.4 : 5.0	**D**
14, pl. 88	bm	20,5	—	5.5 : 0.8 : 0.2 : 3.5	**D**
14, pl. 88	bm	24,9	30,0	5.7 : 0.6 : 0.3 : 3.4	**D**
8	bm	24,0	29,0	3.9 : 0.8 : 0.5 : 4.8	**D**
8	bm	19,9	31,1	5.0 : 0.6 : 0.3 : 4.1	**D**
8	bm	25,3	28,2	3.7 : 0.5 : 0.6 : 5.2	**D**
8	bm	25,4	30,3	5.9 : 1.1 : 0.7 : 2.3	**D**
8	bm	24,3	27,9	1.9 : 1.4 : 5.2 : 1.5	**S D**
8	bm	27,4	27,4	3.6 : 0.8 : 1.4 : 4.2	**D** S
8	bm	66,6	8,0	3.5 : 1.6 : 2.8 : 2.1	**D** S
14, pl. 86	bm	28,0	—	3.0 : 1.0 : 1.0 : 5.0	**D**
15, p. 279	b	18,1	—	5.5 : 3.9 : 1.6 : —	**D**
16, p. 363	b	27,3	—	5.6 : 3.4 : 1.0 : —	**D**
17, p. 36	a	—	—	— : — : — : —	**D**
17, p. 38	b	35,8	—	5.4 : 3.3 : 1.3 : —	**D**

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
		BASSIN DE LIÈGE.
480	928	Ch. Wérister, P. José, Xhorre des Xhawirs, niv. 91 .. ...
518	1107	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 612 ... ...
526	1108	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 668, *Sept.* .. ..
715	1287	Ch. Bonnier, P. Péry, niv. 208 ... ... *
688	1213	Ch. Baldaz, Tunnel Beco . ...
624	1090	Ch. Wandre, niv. 75 . ...
544	933	Souverain-Wandre, surface niv. 426 ... ...
390	1115	Tranchée Cheratte, niv. 137 ... ...
464	1438	Tranchée Cheratte, niv. 410 *b* . ...
465	1439	Tranchée Cheratte, niv. 415 *b* . ...
		Wn1a + b. Zone de Beringen.
		BASSIN DE LA CAMPINE.
679	1204	Sond. 32 Mechelen-sur-Meuse, prof. 630,3 m ... ...
671	1194	Sond. 76 Eisden, prof. 1.026,4 m, *Sept.* ... ...
733	1350	Sond. 76 Eisden, prof. 1.026,4 m, *cone-in-cone* ... ...
672	1195	Sond. 76 Eisden, prof. 1.033,3 m .. ..
735	1352	Sond. 76 Eisden, prof. 1.046,1 m .. ..
729	1346	Sond. 76 Eisden, prof. 1.057,5 m .. ..
730	1347	Sond. 76 Eisden, prof. 1.057,5 m, *Sept.* ... ...
736	1353	Sond. 76 Eisden, prof. 1.057,5 m .. ..
737	1354	Sond. 76 Eisden, prof. 1.057,5 m .. ..
738	1355	Sond. 76 Eisden, prof. 1.057,5 m .. ..
739	1356	Sond. 76 Eisden, prof. 1.167,5 m .. ..
740	1357	Sond. 76 Eisden, prof. 1.200,5 m .. ..
741	1358	Sond. 76 Eisden, prof. 1.206,6 m .. ..
742	1359	Sond. 76 Eisden, prof. 1.296,7 m .. ..
751	1369	Sond. 95 Houthalen, prof. 1.314 m, *cone-in-cone* . ...
		Wn1c. Zone de Genk.
		BASSIN DE CHARLEROI.
405	1168	Ch. Poirier, niv. 57 .. ..
408	1096	Ch. Poirier, niv. 44 .. ..

Référence (cf. fin du tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
43	ab	50,1	20,5	5.3 : 3.0 : 1.6 : 0.1	**D**
19, p. 56	a	47,7	20,7	5.3 : 2.4 : 2.2 : 0.1	**D** C
19, p. 56	ab	48,3	20,3	7.0 : 1.4 : 1.5 : 0.1	**D C**
20	b	29,0	—	5.5 : 2.9 : 1.3 : 0.3	**D**
21, p. 59	b	36,5	—	6.7 : 2.1 : 1.2 : —	**D** C
18	b	22,5	31,8	4.9 : 2.5 : 2.5 : 0.1	**D** (S)
18	b	15,9	34,9	4.5 : 2.7 : 2.6 : 0.2	**D** (S)
10, p. 14	a	46,8	—	5.1 : 3.1 : 1.8 : —	**D**
10, p. 13	—	44,1	23,0	5.2 : 3.0 : 1.8 : —	**D**
10, p. 12	—	46,0	21,7	5.2 : 3.1 : 1.7 : —	**D**
11, p. 232	b	36,9	—	5.3 : 2.4 : 2.3 : —	**D**
12, p. 250	b	20,4	—	5.6 : 2.8 : 1.6 : —	**D**
12, p. 250	b	17,8	34,4	4.9 : 2.5 : 2.6 : —	**D** S
12, p. 251	a	47,4	—	5.5 : 2.5 : 2.0 : —	**D**
12, p. 251	a	56,9	17,9	5.7 : 2.3 : 2.0 : —	**D**
12, p. 251	b	37,8	25,8	6.2 : 2.2 : 1.6 : —	**D** C
12, p. 251	a	39,6	25,4	6.0 : 2.5 : 1.5 : —	**D** C
12, p. 251	a	39,6	25,2	6.1 : 2.3 : 1.6 : —	**D** C
12, p. 251	a	38,4	26,2	5.9 : 2.9 : 1.2 : —	**D** C
12, p. 251	a	44,0	23,7	5.4 : 2.9 : 1.7 : —	**D** C
12, p. 254	a	47,3	22,2	5.5 : 2.7 : 1.8 : —	**D**
12, p. 255	a	36,2	27,0	5.7 : 2.7 : 1.6 : —	**D** (C)
12, p. 255	a	43,8	23,4	5.5 : 2.8 : 1.7 : —	**D**
12, p. 257	a	47,6	20,1	5.2 : 2.1 : 2.7 : —	**D**
13, p. 235	b	25,7	30,2	5.4 : 2.1 : 2.5 : —	**D** (S)
22, p. 34	b	33,7	28,1	5.2 : 3.1 : 1.6 : 0.1	**D**
22, p. 34	—	32,4	29,3	5.2 : 3.3 : 1.4 : 0.1	**D**

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
419	1393	Ch. Poirier, niv. 86, toit Vne Gros-Pierre ... ...
420	1394	Ch. Poirier, niv. 86, toit Vne Gros-Pierre ... ...
421	1395	Ch. Poirier, niv. 86, toit Vne Gros-Pierre ... ...
422	1396	Ch. Poirier, niv. 86, toit Vne Gros-Pierre ... ...
406	1307	Ch. Aiseau-Presle, niv. 29 ... ...
454	1167	Ch Monceau-Fontaine, niv. 435 ... ...
680	1324	Sond. Espinoy, Ch. Forte-Taille, prof. 891,1 m .. ..
—	1423	Sond. Espinoy, Ch. Forte-Taille, prof. 951,84 m . ...
BASSIN DE LIÈGE.		
494	1109	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 49 ... ...
493	1114	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 157 ... ...
566	1229	Ch. Hasard-Belle-Vue, Ét. 535 m, 1,5 m du toit couche II
—	1235	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 251 ... ...
574	1230	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 252 ... ...
699	1234	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 244 ... ...
558	929	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 268 ... ...
559	1112	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 269 ... ...
560	930	Ch. Hasard-Belle-Vue, niv. 276 ... ...
580	1317	Ch. Hasard-Belle-Vue, Ét. 470, entre Vnes I et II ... ...
579	1316	Ch. Hasard-Belle-Vue, Ét. 470, entre Vnes I et II ... ...
578	1315	Ch. Hasard-Belle-Vue, Ét. 470, entre Vnes I et II ... ...
577	932	Ch. Hasard-Belle-Vue, Ét. 470, entre Vnes I et II ... ...
576	1323	Ch. Hasard-Belle-Vue, Ét. 470, entre Vnes I et II ... ...
572	931	Ch. Bacnure, niv. B 30 ... ...
571	1314	Ch. Bacnure, niv. B 26 ... ...
570	934	Ch. Bacnure, niv. B 23 ... ...
569	1313	Ch. Bacnure, niv. B 22 ... ...
568	1088	Ch. Bacnure, niv. B 20 ... ...
567	1087	Ch. Bacnure, niv. B 18 ... ...
610	1091	Ch. Bacnure, niv. C 8 ... ...
545	1310	Ch. Bacnure, niv. 140 ... ...
548	1089	Ch. Bacnure, niv. A 191 .. ..
549	1321	Ch. Bacnure, niv. A 232 .. ..
550	1311	Ch. Bacnure, niv. 263 ... ...
551	1113	Ch. Bacnure, niv. 345 ... ...
458	945	Ch. Bacnure, niv. 91 ... ...

Référence (cf. fin du tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
22, p. 14 **23**, p. 365	—	24,2	27,0	0.6 : 0.6 : 8.6 : 0.2	**S**
22, p. 14 **23**, p. 365	—	29,6	22,8	1.2 : 0.3 : 8.4 : 0.1	**S**
22, p. 14 **23**, p. 365	—	46,3	18,7	0.8 : 0.5 : 8.5 : 0.2	**S**
22, p. 14 **23**, p. 365	—	21,8	26,7	0.9 : 0.5 : 8.5 : 0.1	**S**
2, p. 102	—	28,0	30,7	5.0 : 3.3 : 1.7 : 0.0	**D**
1, p. 32	ab	37,4	26,0	5.2 : 3.1 : 1.6 : 0.1	**D**
17, p. 44	b	34,4	—	5.4 : 3.3 : 1.3 : —	**D**
17, p. 46	—	—	—	— : — : — : —	**D**
19, p. 52	a	31,0	28,5	6.6 : 1.8 : 1.6 : 0.0	**C D**
19, p. 47	a (g)	81,3	6,5	4.5 : 2.6 : 2.9 : —	**D** S
19	b	61,0	13,7	6.5 : 1.5 : 2.0 : 0.0	**C** D
19, p. 40	b	—	—	— : — : — : —	**D**
19, p. 43	—	62,4	15,2	7.9 : 1.3 : 0.8 : 0.0	**C** D
19, p. 39	a (g)	75,1	—	9.2 : 0.0 : 0.8 : —	**C**
19, p. 39	ab	42,4	24,7	7.1 : 2.0 : 0.9 : 0.0	**D** C
19, p. 39	a	41,4	25,4	7.2 : 2.0 : 0.8 : 0.0	**D C**
19, p. 39	a+b	42,5	24,9	6.9 : 2.2 : 0.9 : 0.0	**D** C
19, p. 40	ab	58,0	15,2	6.8 : 1.5 : 1.7 : 0.0	**C** D
19, p. 40	ab	54,4	17,5	7.8 : 1.2 : 1.0 : 0.0	**C** D
19, p. 40	ab	60,6	15,4	8.1 : 1.2 : 0.7 : 0.0	**C** D
19, p. 40	ab	48,7	21,3	7.8 : 1.3 : 0.9 : 0.0	**C** D
19, p. 40	ab	53,6	18,4	7.5 : 1.4 : 1.1 : 0.0	**C** D
24, p. 78	a+b	52,5	19,0	6.4 : 2.1 : 1.5 : 0.0	**D** C
24, p. 77	a+b	59,8	17,9	6.7 : 2.0 : 1.2 : 0.0	**D C**
24, p. 77	a	52,5	19,4	6.5 : 2.2 : 1.3 : 0.0	**D** C
24, p. 77	b	52,5	19,0	5.6 : 2.7 : 1.7 : 0.0	**D** C
24, p. 77	ab	56,1	17,3	5.5 : 2.6 : 1.9 : 0.0	**D** C
24, p. 77	a	40,4	24,8	7.8 : 1.1 : 1.1 : 0.0	**C** D
24, p. 80	ab	62,7	11,7	6.8 : 1.3 : 1.9 : —	**C** D
24, p. 57	b	16,1	36,3	5.5 : 2.9 : 1.6 : 0.0	**D**
24, p. 52	b	21,6	33,4	4.9 : 2.9 : 2.1 : 0.1	**D** S
24, p. 48	b	25,2	32,7	5.5 : 3.2 : 1.3 : 0.0	**D**
24, p. 34	b	42,0	24,7	5.2 : 3.4 : 1.4 : 0.0	**D**
24, p. 27	b	17,1	36,7	5.4 : 3.7 : 0.9 : 0.0	**D**
24, p. 22	ab	30,1	28,4	3.9 : 2.3 : 3.7 : 0.1	**D** S

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
713	1289	Ch. Bonnier, P. Péry, niv. 49 . ...
682	1207	Ch. Bois d'Avroy, P. Grand Bac, sous Vtte Wicha ... ...
683	1208	Ch. Bois d'Avroy, P. Grand Bac, Ét. 409 m ... ...
690	1215	Ch. Bois d'Avroy, P. Grand Bac, toit Vne Sourdinne ...
685	1210	Ch. Gosson-Lagasse, Avaleresse II, 740 m ... ...
686	1211	Ch. Kessalles, P. 1, 412 m ... ...
694	1220	Ch. Kessalles, P. Bon Buveur, Ét. 225 m, sous Vne 3 Poignées .. ..
689	1214	Ch. Espérance, sous Vne 7 Poignées ... ...
674	1197	Ch. Ans, P. I, Ét. 275 m, *Sept.* ... ...
720	1181	Ch. Ans, P. 3, mur Vne n° 4, *Sept.* ... ...
		Bassin de la Campine.
—	1233	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 22 ... ...
365	1092	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 61 ... ...
370	1452	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 433 ... ...
369	1095	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 843 ... ...
371	1097	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 843 ... ...
372	1098	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 851 ... ...
366	1389	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 87 ... ...
368	1390	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 357 ... ...
367	1170	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 237 ... ...
373 A	1116	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 474 ... ...
373 B	1391	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 474 ... ...
373 C	1169	Ch. Helchteren-Zolder, niv. 474 ... ...
482	1117	Ch. Zwartberg, burquin 48/4, niv. 59 .. ..
719	1293	Ch. Zwartberg, burquin 48/4, niv. 59 .. ..
—	1441	Ch. Zwartberg, burquin 48/4, niv. 112 ... ...
779	1437	Ch. Zwartberg, Sond. intér. 19, niv. 148 ... ...
546	1216	Ch. Winterslag, niv. 3, ? *Sept.* ... ...
669	1179	Ch. Winterslag, toit Vne 8, gros nodule ... ...
678	1200	Sond. 76, Eisden, prof. 540,6 m, *Sept.* .. ..
—	1440	Sond. 76, Eisden, prof. 561,7 m ... ...
732	1349	Sond. 76, Eisden, prof. 881 m ... ...
728	1345	Sond. 75, Winterslag, prof. 601,2 m, *Sept.* .. ..
748	1366	Sond. 78, Waterschei, prof. 836 m . ...
745	1361	Sond. 89, Gelierenheide, prof. 690 m ... ...
746	1362	Sond. 89, Gelierenheide, prof. 766 m, *cone-in-cone* ... ...
747	1363	Sond. 89, Gelierenheide, prof. 823,6 m .. ..
753	1371	Sond. 92, As, prof. 678 m ... ...

Référence (cf. fin tu tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
20	a	43,0	—	5.6 : 2.2 : 2.1 : 0.1	**D**
21, p. 42	b	19,9	—	5.7 : 3.2 : 1.1 : —	**D**
21, p. 45	a	13,0	38,0	9.8 : 0.0 : 0.2 : —	**C**
21, p. 27	b	23,7	—	0.9 : 1.6 : 7.3 : 0.2	**S**
14	b	33,8	—	5.6 : 2.9 : 1.5 : —	**D**
21, p. 43	b	21,8	—	5.6 : 3.3 : 1.1 : —	**D**
14	b	15,8	—	0.5 : 1.0 : 8.4 : 0.1	**S**
21, p. 51	b	52,1	—	5.4 : 3.2 : 1.4 : —	**D**
14	a	50,1	—	5.2 : 2.5 : 2.3 : —	**D**
14	b	29,2	—	5.8 : 3.0 : 0.1 : 0.1	**D**
—	a	—	—	— : — : — : —	**D**
25, p. 20	a	47,2	24,0	5.1 : 4.1 : 0.8 : 0.0	**D**
25, p. 20	a	56,4	19,4	5.1 : 4.1 : 0.8 : 0.0	**D**
25, p. 20	a	50,3	20,8	5.2 : 3.6 : 1.2 : 0.0	**D**
25, p. 20	a	54,3	19,7	5.0 : 3.2 : 1.8 : 0.0	**D**
25, p. 20	a	47,7	21,7	5.1 : 2.8 : 2.1 : 0.0	**D**
25, p. 20	—	—	21,1	0.4 : 1.6 : 7.7 : 0.3	**S**
25, p. 20	—	—	29,2	0.6 : 1.1 : 8.1 : 0.2	**S**
25, p. 21	b	—	—	0.5 : 2.3 : 7.0 : 0.2	**S**
25, p. 44	a	—	—	1.0 : 1.7 : 7.3 : —	**S** (D)
23, p. 369	a	20,2	31,4	0.7 : 1.8 : 7.3 : 0.2	**S**
23, p. 369	a	—	—	1.9 : 2.3 : 5.6 : 0.2	**S** D
26	b	27,5	31,3	5.3 : 3.4 : 1.3 : 0.0	**D**
26	b	27,6	—	5.6 : 3.2 : 1.2 : 0.0	**D**
26	a (g)	85,7	—	5.6 : 1.1 : 3.3 : —	**D** (S)
26	a	47,0	—	5.8 : 2.2 : 2.0 : —	**D**
26	ab	40,8	25,2	5.1 : 2.7 : 2.1 : 0.1	**D**
27	a	47,8	—	6.2 : 2.3 : 1.5 : —	**D** C
12, p. 236	b	40,9	—	5.4 : 3.2 : 1.4 : —	**D**
12, p. 237	a	55,0	—	5.5 : 2.8 : 1.7 : —	**D**
12, p. 248	ab	43,3	23,0	5.6 : 2.5 : 1.9 : —	**D** (C)
28, p. 1829	b	21,2	35,1	5.3 : 3.3 : 1.4 : —	**D**
30, p. 396	a	49,1	21,4	5.6 : 2.5 : 1.9 : —	**D**
29, p. 165	ab	33,9	27,6	5.2 : 2.3 : 2.5 : —	**D** S
29, p. 168	b	25,3	33,1	5.4 : 3.2 : 1.4 : —	**D**
29, p. 169	a	58,7	17,3	6.1 : 2.1 : 1.8 : —	**D** (C)
32, p. 995	a	54,5	19,5	5.5 : 2.9 : 1.6 : —	**D**

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
758	1409	Sond. 92, As, prof. 812 m ... ...
754	1372	Sond. 92, As, prof. ? 1.002 m . ...
749	1367	Sond. 101, Hoevereinde, prof. 712 m, *Sept.* . ...
750	1368	Sond. 101, Hoevereinde, niv. 32, prof. 753 m, *Sept.* .. ...
425	1398	Ch. Helchteren-Zolder, couche 19 .. ..
427	1400	Ch. Helchteren-Zolder, couche 20 .. ..
426	1399	Ch. André Dumont, couche M ... ...
428	1401	Ch. Houthalen, couche 10 ... ...
432	1402	Ch. Beringen, couche 62 .. ..
Wn2 et Wn3.		
677	—	Ch. Unis-Ouest Mons, Sond. Thulin n° 185, prof. 892,5 m niv. de Quaregon, *Sept.* ... ...
342	1388	Ch. Unis-Ouest Mons, toit Vne Cornaillette . ...
407	1166	Ch. Poirier, niv. q 8.. ... ...
684	1209	Ch. Gosson-Lagasse, P. 1, Ét. 326 m, sous Vne Mona ...
695	1221	Ch. Batterie, entre Vnes Couteau et Cinq-Pieds .. ..
423	1397	Ch. Hornu-Wasmes, P. 8, Vne Grande Béchée ... ...
668	1178	Ch. Limbourg-Meuse, niv. 6, *Sept.* . ...
727	1344	Sond. 63, Eisdenbos, prof. 586 m .. ..
691	1217	Sond. 113, Neerheide, prof. 907 m . ...
773	1222	Sond. 113, Neerheide, prof. 952,8 m ... ...
775	1225	Sond. 113, Neerheide, prof. 1.036,6 m .. ..
776	1224	Sond. 113, Neerheide, prof. 1.039 m ... ...
777	1232	Sond. 113, Neerheide, prof. 1.058 m ... ...
703	1263	Sond. 113, Neerheide, prof. 1.096 m ... ...
778	1226	Sond. 113, Neerheide, prof. 1.103 m ... ...
769	1267	Sond. 117, De Hoeven, prof. 891,4 m ... ...
770	1268	Sond. 117, De Hoeven, prof. 895,15 m . ...
768	1266	Sond. 117, De Hoeven, prof. 898,5 m ... ...
771	1264	Sond. 117, De Hoeven, prof. 951,05 m . ...
772	1265	Sond. 117, De Hoeven, prof. 997,2 m ... ...
755	1407	Sond. 117, De Hoeven, prof. 1.211,2 m ... ...
756	1408	Sond. 117, De Hoeven, prof. 1.240 m ... ...
757	1410	Sond. 117, De Hoeven, prof. 1.262,5 m ... ...

Référence (cf. fin du tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
32, p. 1000	a	35,9	27,5	5.7 : 2.8 : 1.5 : —	**D**
32, p. 1003	—	61,8	15,2	5.3 : 2.3 : 2.4 : —	**D**
31, p. 1039	b	24,0	33,3	5.5 : 3.2 : 1.3 : —	**D**
31, p. 1041	b	29,2	31,6	5.9 : 3.5 : 0.6 : —	**D**
33, p. 351	—	13,2	32,4	0.4 : 0.5 : 8.8 : 0.3	**S**
33, p. 351	—	33,9	24,3	1.6 : 1.3 : 7.0 : 0.1	**S**
33, p. 351	—	24,1	25,2	1.6 : 1.0 : 7.2 : 0.2	**S**
33, p. 351	—	63,9	11,5	1.3 : 1.2 : 7.2 : 0.3	**S**
34, p. 246	—	19,1	30,2	0.1 : 0.6 : 9.0 : 0.3	**S**
35, p. 320	b	17,8	—	5.4 : 4.1 : 0.5 : —	**D**
38, p. 23	—	6,6	33,0	— : — : 9.7 : 0.3	**S**
22, p. 32	b	30,9	30,4	5.4 : 3.4 : 1.2 : 0.0	**D**
21, p. 19	b	31,1	—	5.7 : 3.2 : 1.1 : —	**D**
21, p. 15	a	56,3	—	5.2 : 2.8 : 2.0 : —	**D**
33, p. 360	—	18,4	30,8	0.8 : 0.4 : 8.6 : 0.2	**S**
36, p. 396	b	17,6	—	6.9 : 2.1 : 1.0 : —	**D** C
11, p. 280	b	26,4	31,4	5.5 : 2.9 : 1.6 : —	**D**
37	a	27,5	—	5.0 : 2.2 : 2.7 : 0.1	**D** S
37	a (g)	71,0	—	— : — : — : —	**C** D
37	a	56,6	—	— : — : — : —	C D
37	a (g)	89,4	—	— : — : — : —	D S
37	a	55,1	—	— : — : — : —	**D**
37	a	35,0	24,7	1.7 : 1.2 : 7.1 : —	**S**
37	a (g)	72,8	—	— : — : — : —	C D
37	a	23,5	—	— : — : — : —	**D** C
37	a	37,9	—	— : — : — : —	**D C**
37	a	33,1	—	— : — : — : —	**D**
37	a	63,7	—	— : — : — : —	**D** C
37	a	50,8	—	— : — : — : —	**D** (S)
37	a (g)	71,6	—	6.9 : 2.1 : 1.0 : —	C D
37	a	53,3	—	5.5 : 3.2 : 1.3 : —	**D**
37	a	24,6	—	9.5 : 0.3 : 0.2 : —	**C** D

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
Nm2.		
348	1164	Ch. Trieu-Kaisin, niv. 61 *a*, *cone-in-cone* ... ...
709	1281	Ch. Falisolle, P. 1, dist. 1.622 m, *Crinoides* .. ..
710	1282	Ch. Falisolle, P. 1, dist. 2.027 m, *Crinoides* .. ..
712	1284	Ch. Spy, Calcaire de Spy à *Crinoides* ... ...
692	1218	Ch. Strépy-Bracquegnies, P. St-Julien, niv. 132, *Sept.* ...
675	1201	Sond. Streupas, prof. 648,3 m, *Sept.* ... ...
676	1202	Sond. Streupas, niv. 216 .. ..
429	1453	Tranchée Cheratte, niv. 260 ... ...
430	1296	Tranchée Cheratte, niv. 259 ... ...
531	1454	Angleur, près route de Tilff ... ...
—	1422	Sond. intér. Ch. Noël-Sart-Culpart, prof. 233 m .. ..
—	1421	Sond. intér. Ch. Noël-Sart-Culpart, prof. 280,1 m ... ...

RÉFÉRENCES :

Publ. A.E.P.S.H. = Publication de l'Association pour l'Étude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères; B.S.b.G. = Bulletin de la Société belge de Géologie; A.S.g.B. = Annales de la Société géologique de Belgique; A.M. = Annales des Mines de Belgique.

1. ADERCA, B., 1958, Publ. A.E.P.S.H., 34. **2.** VAN LECKWIJCK, W., 1951, Publ. A.E.P.S.H., 9. **3.** PASTIELS, A., 1954, Publ. A.E.P.S.H., 20. **4.** STAINIER, X., 1932, Stratigraphie Bassin Houiller Hainaut, Jumet, Coll. I.R.Sc.N.B., n° inv. 11312. **5.** ADERCA, B., Récolte 1960, Puits 2, Bouveau 818 m, B.S.b.G., 68. **6.** Récolte 1951, par le personnel du Charbonnage. **7.** PASTIELS, A., Récolte 1960. **8.** STAINIER, X., Notes inédites, Coll. I.R.Sc.N.B., n° inv. 11312. **9.** CHAUDOIR, H., 1953, Publ. A.E.P.S.H., 17. **10.** LAMBRECHT, L. et CHARLIER, P., 1956, Publ. A.E.P.S.H., 25. **11.** STAINIER, X., 1938 *c*, B.S.b.G., 48. **12.** STAINIER, X., 1936, A.M., 37. **13.** STAINIER, X., 1926, A.M., 27. **14.** STAINIER, X., Coll. I.R.Sc.N.B., n° inv. 11312. **15.** STAINIER, X., 1936 *b*, B.S.b.G., 46. **16.** STAINIER, X., 1936 *c*, B.S.b.G., 46. **17.** STAINIER, X., 1937 *b*, B.S.b.G., 47. **18.** LHOEST, A., Récolte 1958.

division à 50 % (voir fig. 3). Le nom ankérite est encore employé par P. ESKOLA (1946) et H. STRUNZ (1957) pour le composé $CaFe(CO_3)_2$, mais ces auteurs ne précisent pas la division dans la série ankérite-dolomite.

Référence (cf. fin du tableau)	Type de roche	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
3, p. 36	c	—	36,0	5.3 : 3.4 : 1.2 : 0.1	**D**
4, pl. 85	c	26,1	30,7	5.9 : 1.9 : 1.3 : 0.9	**D**
4, pl. 100	c	46,7	—	8.6 : 0.3 : 0.9 : 0.2	**C** D
39, p. 336	c	14,0	—	5.6 : 3.1 : 1.1 : 0.2	**D**
40	c	58,2	—	5.7 : 3.1 : 1.2 : —	**D**
41, p. 215	c	16,1	—	8.4 : 1.0 : 0.6 : —	**C** D
41	b	18,1	—	5.6 : 3.3 : 1.1 : —	**D**
10, p. 28	ab	26,1	32,4	5.2 : 3.1 : 1.7 : —	**D**
10, p. 28	ab	23,5	33,1	5.2 : 3.2 : 1.6 : —	**D**
42, p. 527	a	61,6	15,9	9.7 : 0.0 : 0.3 : 0.0	**C**
15, p. 282	b	—	—	— : — : — : —	**D** S
15, p. 283	b	—	—	— : — : — : —	**S** D

19. Lhoest, A., Publ. A.E.P.S.H., 36. **20.** Pastiels, A., Récolte 1955. **21.** Stainier, X., 1905, Mém. S.b.G., 19. **22.** Pastiels, A., 1955, Publ. A.E.P.S.H., 22. **23.** Van Tassel, R., 1955, Publ. A.E.P.S.H., 21. **24.** Aderca, B., 1959, Publ. Centre Houill., 1. **25.** Scheere, J., 1954, Livre Jub. V. Van Straelen. **26.** Scheere, J., 1960, Mém. Inst. Géol. Louvain. **27.** Récolte par le personnel du Charbonnage. **28.** Schmitz, R. A. et Stainier, X., 1910 *b*, A.M., 15. **29.** Stainier, X., 1922, A.M., 23. **30.** Schmitz, R. P. et Stainier, X., 1910 *a*, A.M., 15. **31.** Stainier, X., 1926 *b*, A.M., 27. **32.** Stainier, X., 1925 *b*, A.M., 26. **33.** Scheere, J., 1955, Publ. A.E.P.S.H., 21. **34.** Scheere, J., 1958, B.S.b.G., 66. **35.** Stainier, X., 1940, A.S.g.B., 63. **36.** Van Leckwijck, W., 1948, A.S.g.B., 71. **37.** Service Géologique de Belgique. **38.** Van Leckwijck, W. et Scheere, J., 1951, Publ. A.E.P.S.H., 10. **39.** Stainier, X., 1891-1892, Mém. S.g.B., 19. **40.** Bouckaert, J., Récolte 1958. **41.** Stainier, X., 1941, A.S.g.B., 64. **42.** Lambrecht, L., 1958, A.S.g.B., 81. **43.** Pastiels, A., Récolte 1956.

4.2. **Résultats.**

Près de deux cents roches ont été analysées chimiquement et soumises à la diffraction des rayons X [1]. Environ le quart

[1] Toutes ces analyses ont été exécutées au Laboratoire de Minéralogie et Pétrographie de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Les résultats qui figurent au tableau 1 ont été obtenus grâce à une collaboration technique efficace de M. L. Van Stiphoudt pour les analyses chimiques et de M. P. De Kleermaeker pour la préparation des radiogrammes.

des résultats chimico-analytiques ont été signalés dans des publications antérieures; ils sont repris ici pour leur adjoindre des données roentgenographiques.

Tous les résultats obtenus sont consignés au tableau 1. Les roches y sont classées par ordre stratigraphique et par bassin. Le Westphalien inférieur (*Wn1*) est subdivisé dans ses différentes zones, tandis que le Westphalien moyen (*Wn2*) et supérieur (*Wn3*) est groupé. Les résultats obtenus au cours de la recherche sur des roches du Namurien sont ajoutés à titre documentaire. De même, les sidéroses analysées sont jointes afin de donner une présentation plus complète de la composition des carbonates houillers.

Il ressort immédiatement du tableau 1 que le rapport atomique Ca : (Mg + Fe + Mn) $\sim$ 1 : 1 est très fréquent et que, de ce fait, la plupart des roches examinées sont chimiquement de composition dolomitique. Cette constatation vaut aussi bien pour la majorité des roches westphaliennes que pour les roches namuriennes. Elle est d'ailleurs pleinement confirmée par l'examen aux rayons X. Plusieurs roches désignées entre autres par X. STAINIER sous le nom de calcaire, de calcaire sidéritifère, voire de sidérose, se sont révélées être de composition dolomitique.

L'examen roentgenographique indique que la composition minéralogique, pour la phase carbonatée, est généralement simple (environ 65 % des roches examinées), parfois binaire, soit à calcite et à dolomite, soit à dolomite et sidérite, et très rarement ternaire à base de calcite, dolomite et sidérite (1). Une association de calcite et sidérite, tout au moins comme constituants minéralogiques de la roche, n'a pas été rencontrée.

Il convient de situer, dans l'ensemble des analyses, les roches carbonatées westphaliennes belges analysées avant 1925. Les données analytiques publiées à leur sujet peuvent être tran-

---

(1) L'examen aux rayons X des roches crinoïdiques (anal. 709, 710, 711, 712) a révélé que les crinoïdes et la masse de fond peuvent avoir une même composition minéralogique carbonatée ou une composition différente :

Calcaire de Soye (anal. 711) : dolomite principalement et calcite; crinoïdes : calcite principalement et dolomite.

Calcaire de Spy (anal. 712) et roche de Falisolle (anal. 709) : dolomite; crinoïdes : dolomite.

Roche de Falisolle (anal. 710) : calcite principalement et dolomite; crinoïdes : calcite.

scrites conformément à la présentation du tableau 1, en assimilant la perte au feu au CO_2 (tabl. 2).

Les quatre premières roches sont appelées « calcaires » par leurs auteurs, la cinquième « dolomie ». Cette terminologie est exacte pour les trois dernières roches et erronée pour les deux premières qui sont des dolomies.

TABLEAU 2.

Auteurs	Provenance	Résidu %	CO^2 %	CaO %	Ca : Mg : Fe
BASSIN DE LIÈGE.					
1. FOURMARIER, P., 1901 ...	Ch. Gosson	16,6	36,8	22,5	4.7 : — : — (CO^2 = 10)
2. FOURMARIER, P., 1901 ...	Ch. Horloz	18,6	36,0	23,0	5.0 : — : — (CO^2 = 10)
3. FOURMARIER, P., 1901 ...	Ch. Bois d'Avroy	26,6	29,5	32,9	8.5 : 0.6 : 0.9
4. HUMBLET, E., 1920	—	—	—	28,6 (Mg tr.)	— : — : —
BASSIN DE CHARLEROI.					
5. RENIER, A., 1920	Ch. Monceau-Fontaine	31,9	21,8	—	5.0 : 3.7 : 1.3 5.0 : 4.0 : 1.0

Les compositions chimiques signalées par P. FOURMARIER trouvent une confirmation dans les nouvelles analyses. D'une part, la roche du Bois d'Avroy (niv. 69 de la fig. 4) correspond d'après X. STAINIER (1905), à la roche, du même charbonnage, de l'analyse 683, qui indique nettement un calcaire. D'autre part, les roches des Charbonnages de Horloz et de Gosson (niv. 62 de la fig. 4), correspondent, d'après le même auteur, aux dolomies des analyses 682, 685 et 686.

4.3. **Les roches du Westphalien inférieur.**

Afin de mieux mettre en évidence les résultats obtenus pour les roches du Westphalien inférieur, les nombreuses données chimiques et roentgenographiques ont été groupées dans un diagramme triangulaire aux coordonnées $CaCO_3$, $MgCO_3$ et $(Fe, Mn)CO_3$ (fig. 2).

La figure 2 permet les constatations suivantes :

1. Une concentration frappante des points près du centre.

2. Très peu de points autour du sommet $CaCO_3$, ce qui indique la pauvreté en roches à calcite.

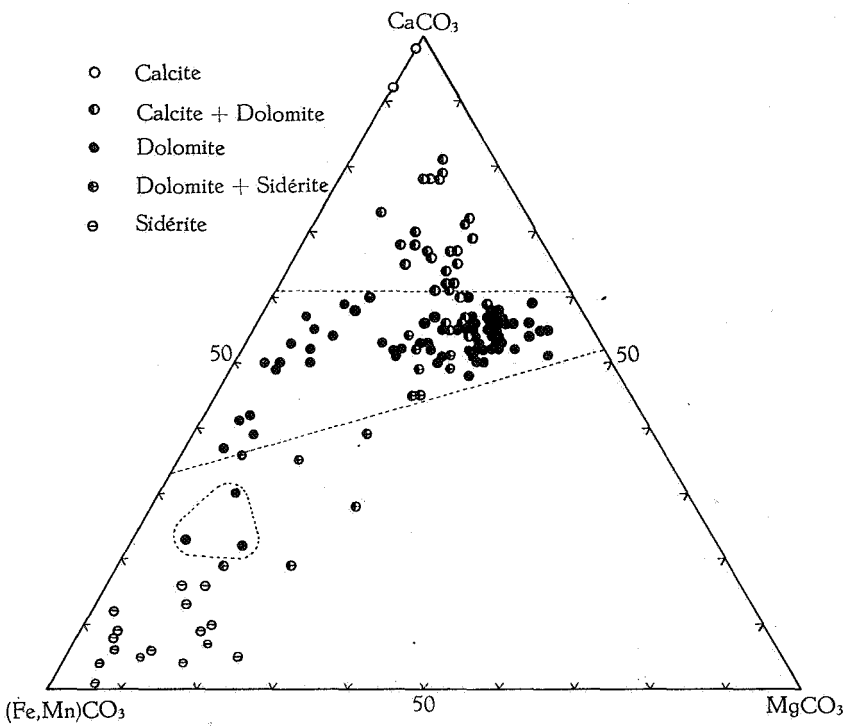

FIG. 2. — **Composition chimique et minéralogique des carbonates.**

3. Des roches à calcite et à dolomite se groupent entre 53 et 81 % $CaCO_3$. Il s'avère que ces roches proviennent surtout du bassin de Liège.

4. Beaucoup de roches dolomitiques s'étalent dans une zone qui va légèrement en descendant du côté $CaCO_3$-$MgCO_3$ vers le côté $CaCO_3$-(Fe, Mn)CO_3. Les roches de la partie gauche de cette zone sont caractérisées par une forte teneur en manganèse.

5. Des roches à dolomite et à sidérite se concentrent, suivant la prédominance du minéral, soit vers le sommet (Fe, Mn)CO_3, soit vers la zone dolomitique.

6. Des roches à sidérite se groupent près du sommet (Fe, Mn)CO_3.

7. Trois roches (entourées d'un trait interrompu), dont le radiogramme correspond à celui d'un minéral dolomitique, se situent près de la zone à sidérite. Toutefois, d'après la composition chimique, elles sont très riches en manganèse (anal. 457, 725 et 780) et, de ce fait, d'un type particulier. Elles sont plutôt à considérer comme roches à rhodochrosite et seront examinées en détail plus loin (p. 267).

Il est intéressant de noter que l'allure générale de la zone dolomitique obtenue sur des roches est identique à celle figurée, pour des minéraux, par J. A. Smythe et K. C. Dunham (1935) et par T. Hügi (1945). En outre, l'excès en calcium [Ca : (Mg + Fe + Mn) < 1] constaté par ces auteurs, pour des dolomites, se présente également dans les dolomies de la partie droite de la figure 2.

Il est entendu que la figure 2, tout comme le tableau 1 d'ailleurs, ne doit pas être interprétée comme une représentation fidèle de l'abondance relative des diverses roches carbonatées. D'une part, certaines roches, comme celles à calcite et à dolomite et celles à forte teneur en manganèse, ont conduit à un grand nombre d'analyses. Leur abondance relative est donc vraisemblablement exagérée. D'autre part, les roches à sidérite n'ont été examinées qu'accessoirement et sont bien plus abondantes que ne le montrent les quelques points de la figure. La figure 2 et le tableau 1 ont donc principalement pour but d'apporter des précisions sur la composition des carbonates et de mettre en évidence l'abondance en dolomies et la pauvreté en calcaires des bancs carbonatés du Westphalien belge.

Afin de donner une idée plus précise de la composition des carbonates, à composition minéralogique simple de la zone dolomitique de la figure 2, les données chimiques de ceux-ci sont représentées sur un diagramme triangulaire aux coordonnées : dolomite $CaMg(CO_3)_2$, ankérite $CaFe(CO_3)_2$ et kutnahorite $CaMn(CO_3)_2$ (fig. 3). Pour ce faire, la somme des éléments Mg, Fe et Mn indiquée au tableau 1 a été assimilée à 100 % (pourcentage d'atomes) et il a été supposé que la totalité

de ces éléments est à combiner avec une quantité équivalente de calcium. En agissant ainsi on commet certainement une erreur, en particulier pour les carbonates accusant un déficit pour le calcium, mais l'importance de cette erreur n'est pas de nature à infirmer les conclusions.

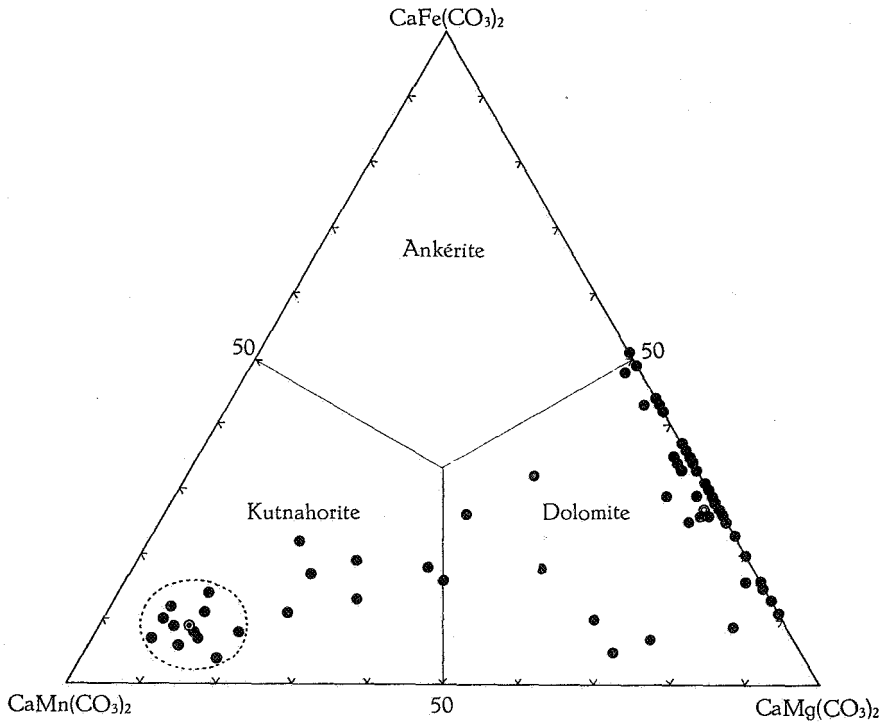

FIG. 3. — **Composition chimique des minéraux dolomitiques.**

La figure 3 souligne d'emblée que la plupart des carbonates se groupent, le long du côté dolomite-ankérite, dans la zone comprise entre 50 et 89 % de $CaMg(CO_3)_2$. Chimiquement ces carbonates sont donc, suivant la terminologie adoptée, des dolomites. Il convient de préciser que la position de plusieurs carbonates, placés sur le côté même du triangle, est un peu faussée du fait que le manganèse n'a pas été dosé dans un certain nombre de roches pauvres en manganèse, mais le faible décalage qui en résulterait ne change rien aux conclusions.

L'ensemble des roches groupées près du côté $CaMg(CO_3)_2$-$CaFe(CO_3)_2$, pour lesquelles le Ca, le Mg, le Fe et le Mn ont été dosés, permet d'admettre pour les dolomies du Westphalien inférieur une composition moyenne : Ca : Mg : Fe : Mn = 5.5 : 3.2 : 1.2 : 0.1. Cette composition est indiquée, dans la figure 3, par deux cercles concentriques.

TABLEAU 3.

Réflexion (maille rhomboédrique)	Dolomite	Kutnahorite	Rhodochrosite	Sidérite
112	2,899 Å	2,91 Å	2,87 à 2,88 Å	2,799 Å
$1\bar{1}0$	2,403	2,425	2,39 à 2,41	2,350
210	2,199	2,21	2,16 à 2,19	1,965
200	2,019	2,03	1,99 à 2,01	1,735

Les distances réticulaires moyennes, observées pour une telle dolomite, sont consignées au tableau 3, où se trouvent également celles relevées sur les kutnahorites, rhodochrosites et sidérites du Westphalien.

F. J. Eckhardt et H. R. von Gaertner (1955) ont observé pour la réflexion 112, 2,88 Å pour les dolomites (composition moyenne Ca : Mg : Fe = 5.1 : 3.4 : 1.5) des « Kalksandsteine » et 2,88 à 2,90 Å pour les « Torfdolomite » du Westphalien de la Ruhr.

Il était intéressant de vérifier si le minéral carbonaté, à composition dolomitique, correspondait bien à la dolomite à structure ordonnée. La plupart des radiogrammes obtenus n'ont malheureusement pas permis de reconnaître les réflexions de surstructure, soit qu'elles aient été trop faibles ou masquées par des impuretés en quantité relativement grande. Toutefois, pour une dizaine d'analyses (radiogrammes 946, 1113, 1194, 1203, 1207, 1211, 1231, 1287, 1310) les réflexions 221 et $11\bar{1}$ de surstructure (maille rhomboédrique) ont été observées, prouvant ainsi l'existence de dolomite authentique dans les sédiments westphaliens. Il a été établi également que les cri-

noïdes (RX 1304 et 1305), enrobés dans deux dolomies namuriennes (analyses 709 et 712), présentent un diagramme de dolomite avec les réflexions de surstructure.

La figure 3 montre, en dehors d'une concentration frappante le long du côté $CaMg(CO_3)_2$-$CaFe(CO_3)_2$, un étalement des carbonates vers le sommet $CaMn(CO_3)_2$ et un groupement manifeste autour d'un point de composition approximative $CaMn(CO_3)_2 : CaMg(CO_3)_2 : CaFe(CO_3)_2 = 7.9 : 1.2 : 0.9$. Cette composition est indiquée, sur le diagramme, par un point noir encerclé et se rapproche de celle de la kutnahorite $CaMn(CO_3)_2$.

Les réflexions principales mesurées pour huit roches de la zone encerclée de la figure 3, donnent les valeurs moyennes consignées au tableau 3. Elles ne montrent que de faibles écarts avec les valeurs obtenues pour la dolomite et ne diffèrent guère de celles données par C. Frondel et L. H. Bauer (1955) pour la kutnahorite : 2,935, 2,437, 2,225 et 2,043 Å. Elles s'intègrent bien, pour le rapport Ca : Mn(Fe, Mg) = 1 : 1, dans les courbes établies par P. Krieger (1930) pour différents composés de la série $CaCO_3$-$MnCO_3$.

C. Frondel et L. H. Bauer (1955) reconnaissent les réflexions de surstructure dans une kutnahorite de composition Ca : Mg : Fe : Mn = 5.1 : 0.6 : 0.1 : 4.2, correspondant à $CaMn(CO_3)_2 : CaMg(CO_3)_2 : CaFe(CO_3)_2 = 8.6 : 1.2 : 0.2$. Cette observation prouve la structure du type dolomitique.

Dans les carbonates du Westphalien belge, se rapprochant de la composition $CaMn(CO_3)_2$, les raies de surstructure n'ont pu être décelées, partiellement peut-être en raison du fond des radiogrammes assez prononcé et d'une certaine déficience dans la netteté des raies. J. R. Goldsmith et D. L. Graf (1957) signalent d'ailleurs qu'il peut être difficile de déceler avec certitude les réflexions de surstructure dans les diagrammes de poudre de la kutnahorite.

La présente étude ne permet donc pas de préciser si le minéral carbonaté manganésifère du Westphalien belge est réellement de la kutnahorite à structure ordonnée ou s'il s'agit d'une calcite manganésifère à structure désordonnée de composition analogue à celle de la kutnahorite. Toutefois, par analogie avec les dolomites bien établies des roches décrites, il peut s'avérer fondé d'y admettre également l'existence de la kutnahorite. Dès lors, la plupart des roches carbonatées des niveaux marins de Sainte-Barbe de Floriffoux et de Sainte-Barbe de Ransart des bassins de la Basse-Sambre et de Charleroi sont des roches

à kutnahorite. Une telle roche des Charbonnages de Monceau-Fontaine (anal. 456) est appelée « manganocalcaire » par J. SCHEERE (1).

En dehors de la zone dolomitique de la figure 2 et dans les environs des sidérites se présentent trois carbonates (anal. 457, 780 et 725) caractérisés par des compositions Ca : Mg : Fe : Mn = 2.2 : 1.5 : 1.4 : 4.9, 3.0 : 1.0 : 1.0 : 5.0, 2.3 : 0.7 : 0.4 : 6.6 et par des radiogrammes, à première vue, semblables à celui de la dolomite. C'est la raison pour laquelle ces trois substances sont désignées comme dolomite dans le tableau 1 et la figure 2. Les radiogrammes des deux premières montrent des raies floues; celui de la dernière par contre donne des raies nettes. Les distances réticulaires sont consignées au tableau 3, qui met en évidence les faibles écarts avec les valeurs relevées pour la dolomite. En raison de la très forte teneur en manganèse, les trois substances sont à considérer comme des rhodochrosites et les roches qui les contiennent comme roches à rhodochrosite, ce qui a été fait par J. SCHEERE (2) pour une roche des Charbonnages de Monceau-Fontaine. Les d_{hkl} observés pour les rhodochrosites belges correspondent à ceux donnés par P. KRIEGER (1930) pour une rhodochrosite à 96 % MnCO : 2,85, 2,389, 2,180 et 1,990 Å. Il n'est pas impossible, en raison de la composition complexe relevée sur la fraction carbonatée des roches à rhodochrosite belges, que la rhodochrosite y est accompagnée de la kutnahorite ou de la dolomite.

Les sidérites de la figure 2 ne demandent pas de commentaires. Leurs distances réticulaires sont groupées au tableau 3.

4.4 **Comparaison avec des dolomies de l'étranger.**

Des roches semblables à celles examinées dans la présente étude n'ont été décrites que sporadiquement.

En Angleterre, J. A. SMYTHE et K. C. DUNHAM (1947) signalent deux « gritty ankeritic mudstones » dans les Coal-Measures de la région Newcastle-Durham, caractérisés par un résidu insoluble d'environ 36 % et par un rapport Ca : Mg : Fe = 5.3 : 2.9 : 1.8 et 5.4 : 2.2 : 2.4. K. C. DUNHAM (1948) décrit un « ankeritic siltstone » marin, d'une puissance de 0,35 m sans stratification apparente, au niveau de l'horizon marin de Petit-Buisson (Maurage), dans des sondages du Nottingham-

(1) SCHEERE, J., 1958, p. 171.

(2) SCHEERE, J., 1958, p. 172.

shire et du Derbyshire. La roche accuse une teneur en CO_2 de 31 % et un rapport Ca : Mg : Fe = 5.4 : 3.5 : 1.1. La roche carbonatée observée au même niveau dans le bassin de Campine par W. VAN LECKWIJCK (1948) est composée de dolomite essentiellement, accompagnée de calcite (anal. 668).

En Allemagne, M. et R. TEICHMÜLLER et H. WERNER (1953) signalent à côté de « coal-balls » et de concrétions dolomitiques, des grès dolomitiques du bassin houiller de la Ruhr. Ces dernières roches proviennent du Westphalien A, du Westphalien B et du Namurien supérieur, et accusent respectivement, pour le rapport Ca : Mg : Fe, les compositions moyennes : 5.2 : 3.1 : 1.7, 5.4 : 3.3 : 1.3 et 5.3 : 2.5 : 2.2 (1).

En 1955, H. WERNER signale, également pour le Westphalien inférieur de la Ruhr, trois grès dolomitiques dont les caractéristiques pour Ca : Mg : Fe sont 5.1 : 3.6 : 1.3, 5.4 : 2.8 : 1.7 et 5.5 : 3.0 : 1.5. F. J. ECKHARDT et H. R. VON GAERTNER (1955) examinent entre autres ces trois dernières roches par la diffraction des rayons X et y soulignent la présence de la dolomite.

Aux Pays-Bas, N. HEERTJES (1942) décrit plusieurs niveaux de « calcareous sandstones » du groupe Hendrik (zone d'As) du Westphalien moyen et base ses identifications sur des observations microscopiques et des réactions microchimiques. Sept roches (2) ont été soumises à la diffraction des rayons X et au dosage de leur résidu insoluble. Cinq d'entre elles (2.3.5, 2.4.23, 2.5.7, 2.6.8, 2.7.1) montrent, aux rayons X, de la dolomite prédominant sur la sidérite et donnent un résidu de 75 à 81 %. La roche (2.6.20) accuse un résidu de 78 %; quant à la fraction carbonatée, on y trouve de la calcite principalement et de la dolomite. Toutes ces roches sont donc nettement des grès à ciment carbonaté. Un septième spécimen (2.10.2) contient de la dolomite comme minéral carbonaté exclusif et le résidu est de 48,7 %. Cette dernière roche est donc une dolomie sableuse et correspond au type micro-grossier (a) du Westphalien belge.

Aux États-Unis, dans l'Illinois, R. SIEVER et H. D. GLASS (1957) étudient 58 roches carbonatées du Pennsylvanien par voie thermique, roentgenographique et micrographique, et y

(1) Pour ces calculs il a seulement été tenu compte des analyses qui montrent un rapport Ca : (Mg, Fe) se rapprochant de l'unité. Les autres analyses peuvent avoir été faites sur des mélanges de minéraux carbonatés.

(2) Spécimens aimablement mis à notre disposition par l'intermédiaire du Dr W. F. M. KIMPE, du Geologisch Bureau voor het Mijngebied, Heerlen.

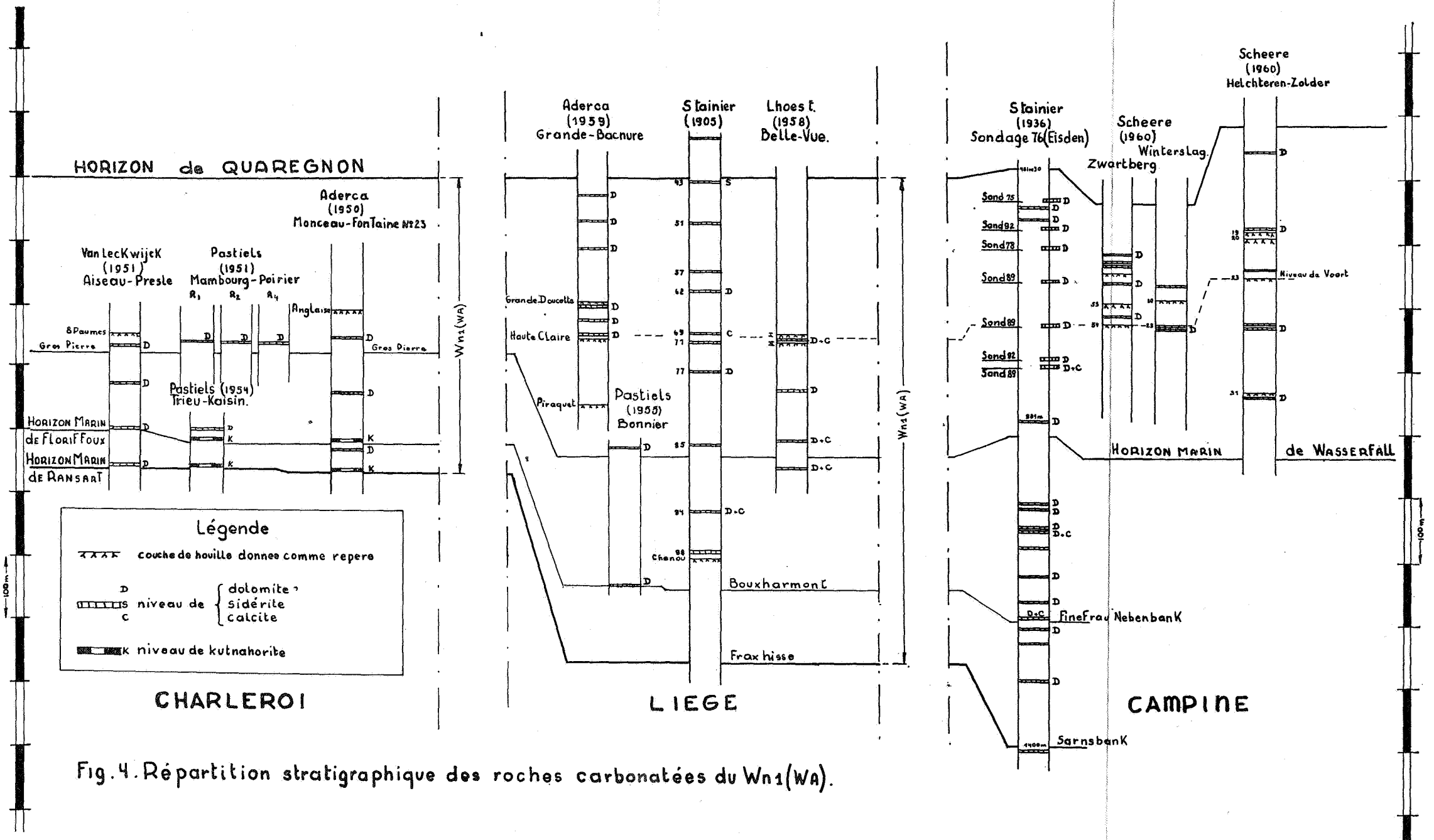

Fig. 4. Répartition stratigraphique des roches carbonatées du Wn1(WA).

FIG. 4. — **Répartition stratigraphique des roches carbonatées du Wn1(WA).**

signalent, à côté de calcaires authentiques, des roches à composition complexe (calcite et dolomite ferrifère) et exceptionnellement des dolomies. F. J. Moretti (1957) fait remarquer, pour certaines roches carbonatées du Pennsylvanien d'Iowa, qu'une « granular rock-forming dolomite » entre jusqu'à 90 % dans la composition de roches considérées jusqu'à présent comme calcaires.

4.5. **Roof-balls et Coal-balls.**

Parallèlement à l'étude des bancs carbonatés, un examen sommaire et forcément incomplet a été mené, par la même technique, sur les nodules rencontrés dans les couches de houille (coal-balls) et dans leurs toits (roof-balls). Les résultats sont rassemblés au tableau 4 (même légende que le tableau 1; les spécimens marqués de * sont à goniatites et à anthracite). En général ces balls appartiennent au type argilite (b) décrit précédemment (voir p. 238).

Dès la découverte des coal-balls en Belgique [1] on a parlé de concrétions calcaires ou dolomitiques, mais les analyses chimiques en sont rares. S. Leclercq [2] communique des analyses de coal-balls des bassins de Liège, de Charleroi et de Campine. Les compositions sont respectivement 81,1 % $CaCO_3$ et 4 % $MgCO_3$, 56 % $CaCO_3$ et 14 % $MgCO_3$, 56,7 % $CaCO_3$ et 20 % $MgCO_3$. Cet auteur conclut, pour la dernière roche, à une forte proportion en dolomie. La nature dolomitique a été confirmée par radiogramme (n° 1419).

Il se dégage du tableau 4 que la calcite joue un rôle important, tandis que la dolomite est, en général, moins bien représentée. Dans le bassin de Charleroi, ce phénomène est d'autant plus remarquable que les bancs carbonatés y sont essentiellement dolomitiques.

5. **LA RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE.**

La figure 4 représente, pour les bassins de Campine, de Liège et du Hainaut, la répartition stratigraphique dans le Westphalien inférieur des niveaux carbonatés signalés et examinés. Pour les bassins de Campine ont été ajoutés, aux divers niveaux du sondage 76, les niveaux carbonatés des sondages 75, 78,

(1) Bellière, M., 1919; Stainier, X., 1924, p. 28; Leclercq, S., 1924.

(2) Leclercq, S., 1925, 1952.

TABLEAU

N° analyse chimique	N° radio-gramme	Provenance de la roche
Coal-balls.		
BASSIN DE LA CAMPINE.		
789	1419	Sond. 116 Molenheide, niv. Petit-Buisson (1) ... ...
BASSIN DE LIÈGE.		
—	1415-7-8	Ch. Wérister, Vne Bouxharmont (trois spécimens) ... ...
Roof-balls.		
BASSIN DE LA CAMPINE.		
668	1178	Ch. Limbourg-Meuse, niv. 6 ... ...
—	1443	Ch. Zwartberg, Vne 20 ... ... *
BASSIN DE LIÈGE.		
—	1416	Ch. Wérister, toit Vne Bouxharmont ... ... *
BASSIN DE HUY.		
—	1432	Galerie Java, Couthuin, niv. 172 *b* (nodule).. ... ...
—	1433	Galerie Java, Couthuin, niv. 172 *b* (ciment).. ... ...
BASSIN DE CHARLEROI.		
765	1427	Ch. Falisolle, toit Vne Ste-Barbe, Ét. 647 m ... ...
—	1442	Ch. Grand-Conty, P. St-Henry, Ét. 140 m .. ..
—	1434	Ch. Aiseau-Presle, niv. 27 *n* ... ...
767	1425	Ch. Noël-Sart-Culpart, P. St-Xavier, Ét. 377 m, bouv. nord, toit Ste-Barbe .. .. *
766	1424	Ch. Masses-Diarbois, P. 4, Ét. 270 m, bouv. nord, dist. 555 m ... ... *
—	1455	Ch. Amercœur, Ét. 722 m, bouv. nord, dist. 193 m ... *

(1) L'analyse chimique de cette roche est donnée par S. LECLERCQ (1952) et indique :

44. LECLERCQ, S., 1952. **45.** Récolte par le personnel du Charbonnage. **46.** ANCION, C.

1.

Position stratigraphique	Référence (cf. fin des tableaux 1 et 4)	Résidu insoluble %	CO^2 %	Ca : Mg : Fe : Mn Rapport atomique ramené à 10	Diffraction rayons X
Wn3	**44**, p. 398	6,4	—	5.9 : 2.7 : 1.4 : —	**D**
Wn1b	**45**	—	—	— : — : — : —	**C** D
Wn3	**36**, p. 396	17,6	—	6.9 : 2.1 : 1.0 : —	**D** C
Wn2	—	—	—	— : — : — : —	**C** D
Wn1b	**45**	—	—	— : — : — : —	**C**
Wn1b	**46**, p. 32	—	—	— : — : — : —	**C D**
Wn1b	**46**, p. 32	—	—	— : — : — : —	**D**
Wn1a	**4**, pl. 38	4,7	—	9.1 : 0.7 : 0.0 : 0.2	**C** D
Wn1a	**4**, pl. 50	—	—	— : — : — : —	**D**
Wn1a	**2**, p. 54	—	—	— : — : — : —	**C** D
Wn1b	**8**	29,4	30,1	— : — : — : —	**C**
Wn1b	**4**, pl. 80	7,5	40,4	5.0 : 2.5 : 1.3 : 1.2	**D**
Nm2	**4**, pl. 32	—	—	— : — : — : —	**C** D

CO_3 56,7 %, $MgCO_3$ 20 %, Fe_2O_3 12,2 %.
Van Leckwijck, W., 1947, Publ. A.E.P.S.H., 1.

89 et 92. Pour le bassin de Liège, il faut remarquer que le niveau 43 désigné par X. STAINIER (1905) par « calcaire sidéritifère » est en réalité un banc de sidérite (anal. 690). La figure 4, faisant abstraction des lits de sidérose, montre :

1° La prépondérance très nette de la dolomite et la très faible participation de la calcite. Celle-ci ne se manifeste que dans le bassin de Liège et dans la zone de Beringen du bassin de Campine. Le niveau 69 (X. STAINIER, 1905) est exclusivement calcitique, mais les niveaux correspondants repris *in* B. ADERCA (1959) et A. LHOEST (1958) sont à dolomite ou à dolomite et calcite.

2° La présence exclusive de kutnahorite dans le bassin de Charleroi et de la Basse-Sambre. On pourrait même parler pour ce bassin de niveaux constants si ne faisaient exception les niveaux correspondants d'Aiseau-Presle (W. VAN LECKWIJCK, 1951), montrant de la dolomite. Le niveau correspondant à l'horizon marin de Floriffoux donne, dans le bassin de Liège (A. PASTIELS, 1955), et, dans le bassin de Campine (X. STAINIER), de la dolomite et de la calcite.

3° Que certains niveaux carbonatés, tout en étant discontinus, ont une extension latérale considérable :

a) les niveaux de Sainte-Barbe de Floriffoux et de Sainte-Barbe de Ransart;

b) le niveau à peu près à mi-chemin entre Wasserfall et Sainte-Barbe de Floriffoux;

c) le premier niveau au-dessus de Wasserfall;

d) le niveau aux environs immédiats du niveau de Voort dans les bassins de Campine et de Liège.

4° Que d'autres niveaux paraissent locaux.

La corrélation des stampes ne semble pas pouvoir se faire à l'aide des bancs dolomitiques et calcitiques seuls, mais ils pourraient apporter, dans certains cas, une indication ou une confirmation stratigraphique.

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES
DE BELGIQUE,
CENTRE NATIONAL DE GÉOLOGIE HOUILLÈRE.

BIBLIOGRAPHIE.

ADERCA, B., 1958, Étude géologique du Bassin houiller de Charleroi. Le Massif du Carabinier dans la Division Marcinelle des Charbonnages de Monceau-Fontaine. (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 34, 212 p., 21 pl.)

— 1958, Horizons paléontologiques remarquables de la zone de Genk (Westphalien inférieur), aux Charbonnages de la Grande Bacnure, Liège, et leur extension dans le restant du bassin. (*Ann. Soc. géol. Belg.*, vol. 82, pp. B 103-136.)

— 1959, Structure du massif du Carabinier dans la Concession du Charbonnage de Boubier (à Châtelet). (*Bull. Soc. belge Géol.*, vol. 68, pp. 259-284.)

ADERCA, B., ANCION, C., VAN LECKWIJCK, W. et al., 1959, Stratigraphie et Paléontologie du gisement de la Concession Grande et Petite Bacnure. (*Doc. Centre nat. Géol. houill.*, 1, 83 p.)

BELLIÈRE, M., 1919, Sur la présence de concrétions du type des coal-balls dans le terrain houiller belge. (*Ann. Soc. géol. Belg.*, vol. 42, pp. B 126-132.)

CHAUDOIR, H., 1953, Étude géologique du Bassin houiller de Liège. Les Concessions Cheratte et Argenteau-Trembleur. (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 17, 109 p.)

DUNHAM, K. C., 1948, Petrographical descriptions of two cycles of sedimentation from the Middle Coal Measures, Woodborough Borehole. (*Quart. Journ. Geol. Soc. London*, vol. 103, pp. 249-253.)

ECKHARDT, F. J. und VON GAERTNER, H. R., 1955, Uber Dolomite aus den Sedimenten des Ruhrkarbons. (*Geol. Jahrb.*, vol. 71, pp. 427-482.)

ESKOLA, P., 1946, Kristalle und Gesteine. Wien, 397 p.

FOURMARIER, P., 1901 *a*, Une couche de calcaire du terrain houiller de Liège. (*Ann. Soc. géol. Belg.*, vol. 28, pp. B 102 et 103.)

— 1901 *b*, Le calcaire du terrain houiller de Liège. (*Ibid.*, vol. 28, pp. B 287-289.)

— 1903, Échantillons minéralogiques du Houiller de Liège. (*Ibid.*, vol. 30, pp. B 106-108.)

FRONDEL, C. and BAUER, L. H., 1955, Kutnahorite : a manganese dolomite, $CaMn(CO_3)_2$. (*Amer. Miner.*, vol. 40, pp. 748-760.)

GOLDSMITH, J. R. and GRAF, D. L., 1957, The system CaO-MnO-CO_2 : solid-solution and decomposition relations. (*Geochim. and Cosmochim. Acta*, vol. 11, pp. 310-334.)

HEERTJES, N., 1942, Petrological investigations of the Coalmeasures sediments of South-Limburg (the Netherlands). (*Mededeel. geol. Sticht.*, sér. C, II, 2, n° 1, 85 p.)

HEY, M. H., 1955, An index of mineral species and varieties arranged chemically. 2nd Edit. British Museum (Nat. Hist.), London.

HOWIE, R. A. and BROADHURST, F. M., 1958, X-Ray data for dolomite and ankerite. (*Amer. Miner.*, vol. 43, pp. 1210-1214.)

HUGI, TH., 1945, Gesteinsbildend wichtige Karbonate und deren Nachweis mittels Färbmethoden. (*Schweiz. Miner. Petr. Mitt.*, vol. 25, pp. 114-140.)

HUMBLET, E., 1919-1920, Contribution à l'étude de l'échelle stratigraphique du terrain houiller de Liège. Rive droite de la Meuse. (*Bull. Soc. géol. Belg.*, vol. 43, pp. M 3-48.)

KRIEGER, P., 1930, Notes on an X-ray diffraction study of the series calcite-rhodochrosite. (*Amer. Miner.*, vol. 15, pp. 23-29.)

LACROIX, A., 1909, Minéralogie de la France. Paris, vol. LII, 815 p.

LAMBRECHT, L. et CHARLIER, P., 1956, Étude géologique du Bassin houiller de Liège. Le Westphalien inférieur et le Namurien de la région Cheratte-Argenteau. (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 25, 98 p.)

LAMBRECHT, L. et SWINNEN, J., 1958, Compte rendu de l'excursion du 28 juin dans la région d'Angleur. (*Bull. Soc. géol. Belg.*, vol. 81, pp. B 521-528.)

LECLERCQ, S., 1924, Les végétaux à structures conservées du Charbonnage de Wérister. (*Bull. Soc. belge Géol.*, vol. 34, pp. 31 et 32.)

— Les coal-balls de la couche Bouxharmont des Charbonnages de Wérister. (*Mém. Soc. géol. Belg.*, in-4°, vol. 6, 79 p.)

— 1952, Sur la présence de coal-balls dans la couche Petit-Buisson (Assise du Flénu) du Bassin houiller de la Campine. (*C. R. III*e *Congr. Avanc. Étud. Strat. Géol. Carbon.*, Heerlen, vol. 2, pp. 397-400.)

LHOEST, A., 1958, Étude géologique du Bassin houiller de Liège. La Concession Belle-Vue et Bienvenue. (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 36, 112 p.)

MORETTI, F. J., 1957, Observations on limestones. (*Journ. Sed. Petrol.*, vol. 27, pp. 282-292.)

NIGGLI, P., 1926, Lehrbuch der Mineralogie. Berlin, vol. 2, 697 p.

PALACHE, CH., BERMAN, H. and FRONDEL, C., 1951, The System of Mineralogy of J. D. Dana. New York, 7th Edit., vol. II, 1124 p.

PASTIELS, A., 1954, Étude géologique du Bassin houiller de Charleroi. La concession Trieu-Kaisin. (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 20, 200 p.)

— 1955, Étude géologique du Bassin houiller de Charleroi. Recoupes des niveaux marins de Gros-Pierre (*Wn1c*) et de Quaregnon (*Wn2a*) dans la Concession « Mambourg Sacré Madame et Poirier Réunis ». (*Ibid.*, 22, 42 p.)

RENIER, A., 1920, Sur une dolomie du Westphalien supérieur du Bassin de Charleroi. (*Ann. Soc. Sci. Bruxelles*, vol. 39, pp. 238 et 239.)

Rock Color Chart, 1948, Washington.

SCHEERE, J., 1954, Contribution à l'étude lithologique du terrain houiller de Belgique. Les roches stériles de la Zone de Genk (Westphalien A supérieur) aux Charbonnages de Helchteren et Zolder (Campine). (*Vol. Jubil. V. Van Straelen*, vol. I, pp. 3-73.)

— 1955, Des intercalations à sphérolithes dans les couches de houille. (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 21, pp. 345-356.)

— 1958, Conglomérats intraformationnels et à galets mous du Westphalien belge. (*Bull. Soc. belge Géol.*, vol. 66, pp. 236-253.)

SCHEERE, J., 1960, Stratigraphie et sédimentologie de la zone de Genk (*WA*) aux Charbonnages de Helchteren et Zolder, de Zwartberg et de Winterslag (Campine). (*Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, Livre Jubil. E. Asselberghs, sous presse.)

SCHMITZ (R.P.) et STAINIER, X., 1910 *a*, Le sondage n° 78 à Genck (Waterschei). (*Ann. Min. Belg.*, vol. 15, pp. 381-404.)

— 1910 *b*, Le sondage n° 75 (Winterslag). (*Ibid.*, vol. 15, pp. 1811-1836.)

— 1911, Sondage n° 81 (Eysden). (*Ibid.*, vol. 16, pp. 217-245.)

— 1922, Sondage n° 89 (Gelierenheide). (*Ibid.*, vol. 23, pp. 155-170.)

SCHOKLITSCH, K., 1925, Beiträge zur Physiographie steirischer Karbonspäte (Gitterkonstanten, physikalische Angaben und chemische Zusammensetzung). (*Zeitsch. Krist.*, vol. 90, pp. 433-445.)

SIEVER, R. and GLASS, H. D., 1957, Mineralogy of some Pennsylvanian carbonate rocks of Illinois. (*Journ. Sed. Petrol.*, vol. 27, pp. 56-63.)

SMYTHE, J. A. and DUNHAM, K. C., 1947, Ankerites and Chalybites from the northern Pennine orefield and the north-east coalfield. (*Mineral. Mag.*, vol. 28, pp. 53-74.)

STAINIER, X., 1891-1892, Matériaux pour la flore et la faune du Houiller de Belgique. (*Bull. Soc. géol. Belg.*, vol. 19, Mém., pp. 333-359.)

— 1905, Stratigraphie du Bassin houiller de Liège. (*Mém. Soc. belge Géol.*, vol. 19, pp. 3-120.)

— 1924, Nodules dolomitiques avec végétaux à structures conservées du Houiller belge. (*Bull. Soc. belge Géol.*, vol. 34, pp. 26-30.)

— 1925 *a*, Sondage n° 91 (Houthaelen-Meulenberg). (*Ann. Min. Belg.*, vol. 26, pp. 139-172.)

— 1925 *b*, Sondage n° 92 (Asch-Oelender Heibosch). (*Ibid.*, vol. 26, pp. 986-1005.)

— 1926 *a*, Sondage n° 95 (Houthaelen-Meulenberg). (*Ibid.*, vol. 27, pp. 201-236.)

— 1926 *b*, Sondage n° 101 (Houthaelen-Hoevereinde). (*Ibid.*, vol. 27, pp. 1032-1045.)

— 1932, Stratigraphie des Assises inférieures du Bassin houiller du Hainaut (Assises de Châtelet, d'Andenne et de Chockier). Imprimerie P. Hosdain, Jumet, 35 p., 153 pl.

— 1934, Le sondage d'Arsimont (Pêcherie). (*Bull. Soc. belge Géol.*, vol. 24, pp. 494-515.)

— 1934, Matériaux pour l'étude de la formation des gisements houillers. (*Ibid.*, vol. 44, pp. 51-274.)

— 1936 *a*, Charbonnage Limbourg-Meuse. Sondage n° 76 d'Eysden (II). (*Ann. Min. Belg.*, vol. 37, pp. 229-269.)

— 1936 *b*, Le sondage intérieur de Noël-Sart-Culpart. (*Bull. Soc. belge Géol.*, vol. 46, pp. 278-286.)

— 1936 *c*, Charbonnage de Fontaine-l'Évêque. Coupe du sondage n° 19 de la Hougarde. (*Ibid.*, vol. 46, pp. 342-373.)

STAINIER, X., 1937 *a*, Charbonnage de Forte-Taille. Coupe du sondage intérieur (n° 22). (*Ibid.*, vol. 47, pp. 21-40.)

— 1937 *b*, Charbonnage de Forte-Taille. Coupe du sondage n° 2, Espinoy (n° 23). (*Ibid.*, vol. 47, pp. 43-73.)

— 1937 *c*, Sondage de Loverval-Village (n° 32). (*Ibid.*, vol. 47, pp. 263-299.)

— 1937 *d*, Charbonnage de Marcinelle-Nord. Sondage de Mont-sur-Marchienne, n° 25. (*Ibid.*, vol. 47, pp. 300-346.)

— 1937 *e*, Charbonnage d'Oignies-Aiseau. Coupe du sondage de Presles, n° 76. (*Ibid.*, vol. 47, pp. 363-377.)

— 1938 *a*, Charbonnage du Levant-du-Flénu. Coupe du sondage de l'avenue d'Hyon (Hyon). (*Ibid.*, vol. 48, pp. 24-61.)

— 1938 *b*, Charbonnage du Levant-du-Flénu. Coupe du sondage des Jonquois (Mons). (*Ibid.*, vol. 48, pp. 69-114.)

— 1938 *c*, Charbonnage Limbourg-Meuse. Coupe des sondages n°s 20, 21, 32, 42, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 63, 80. (*Ibid.*, vol. 48, pp. 217-289.)

— 1938 *d*, Charbonnage du Bois-de-Cazier. Coupes du sondage n° 28 de Nalinnes (Haies) et du sondage n° 31 de Loverval (Try d'Hayes). (*Ibid.*, vol. 48, pp. 362-403.)

— 1938 *e*, Charbonnage de Masse-Saint-François, à Farciennes. Coupe du sondage intérieur du puits Sainte-Pauline. (*Ibid.*, vol. 48, pp. 596-626.)

— 1940, Charbonnages Unis Ouest de Mons. Coupe des sondages d'Élouges et de Thulin. (*Bull. Soc. géol. Belg.*, vol. 63, pp. B 268-336.)

— 1941, Charbonnage du bois d'Avroy. Coupe du sondage de Streupas (Angleur). (*Ibid.*, vol. 64, pp. B 209-225.)

STRUNZ, H., 1957, Mineralogische Tabellen. 3 Edit. Leipzig, 448 p.

TEICHMULLER, M. R. und WERNER, H., 1953, Ein echter Torf-dolomit in einem Flöz der mittleren Bochumer Schichten und die Frage nach der Herkunft der Karbonate im Ruhrkarbon. (*Geol. Jahrb.*, vol. 68, pp. 141-154.)

VAN LECKWIJCK, W., 1948, Quelques observations sur les variations verticales des caractères lithologiques et fauniques de divers horizons marins du terrain houiller de Belgique. (*Bull. Soc. géol. Belg.*, vol. 71, pp. 377-406.)

— 1951, Étude géologique du Bassin houiller de Charleroi. La Concession Tergnée-Aiseau-Presle. (Première partie.) (*Publ. Assoc. Étud. Paléont. Strat. Houill.*, 9, 166 p.)

VAN LECKWIJCK, W. et SCHEERE, J., 1951, Étude géologique du Bassin houiller de Mons. (*Ibid.*, 10, 58 p.)

VAN TASSEL, R., 1955, Étude pétrographique de quelques sidéroses à globules argileux du Westphalien belge. (*Ibid.*, 21, pp. 361-379.)

WERNER, H., 1955, Uber dolomitisches Bindemittel in den Sedimenten des Ruhrkarbons. (*Geol. Jarhb.*, vol. 71, pp. 423-426.)

WINCHELL, A. N. and WINCHELL ,H., 1951, Elements of Optical Mineralogy. Part II. Descriptions of Minerals. 4th Edit. New-York, 551 p.