

**Contribution à la lithologie du Westphalien C supérieur
de la Campine orientale
(les sondages 110, 113, 117),**

par JAN SCHEERE.

ABSTRACT. — *Three borings located in the eastern part of the Campine Coal-field have yielded valuable information concerning the petrography of the Upper Westphalian C.*

Feldspar-rich sandstones, sandstones with kaolinite matrix or dolomite (calcite) cement, and sandy dolomites (or limestones) are analyzed by the author.

INTRODUCTION.

Récemment, A. DELMER ⁽¹⁾ a présenté une note sur l'ensemble des résultats stratigraphiques et tectoniques des trois sondages n^{os} 110, 113 et 117 exécutés par le Service géologique de Belgique entre les années 1939 et 1945 (fig. 1).

Ces trois sondages ont pu être incorporés au tableau d'ensemble des échelles stratigraphiques de la Campine grâce aux travaux de A. DELMER ⁽¹⁾, aux recherches palynologiques de P. PIÉRART ⁽¹⁾ et à la présence d'un tonstein au sondage n^o 110, signalé par A. GROSJEAN, tonstein qui s'avère être celui des couches G (Zwartberg) et 40 (Eisden).

Il nous a semblé intéressant d'ajouter aux résultats publiés par A. DELMER et P. PIÉRART, une contribution à la pétrographie des roches stériles, car les sondages et en particulier les n^{os} 113 et 117 ont traversé des zones supérieures du Westphalien C encore inconnues en Belgique du point de vue lithologique ⁽³⁾.

⁽¹⁾ DELMER, A., in PIÉRART, P., 1958.

⁽²⁾ PIÉRART, P., 1958, pl. A.

⁽³⁾ Ces roches ont été aimablement mises à notre disposition par notre collègue et ami, M. ANDRÉ DELMER, Ingénieur principal au Service géologique de Belgique.

M. ANDRÉ GROSJEAN, Directeur du Service géologique, a bien voulu autoriser la publication de la présente note.

M. R. VAN TASSEL, Directeur de Laboratoire à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, s'est chargé de l'exécution des analyses chimiques et röntgenographiques figurant dans la présente note.

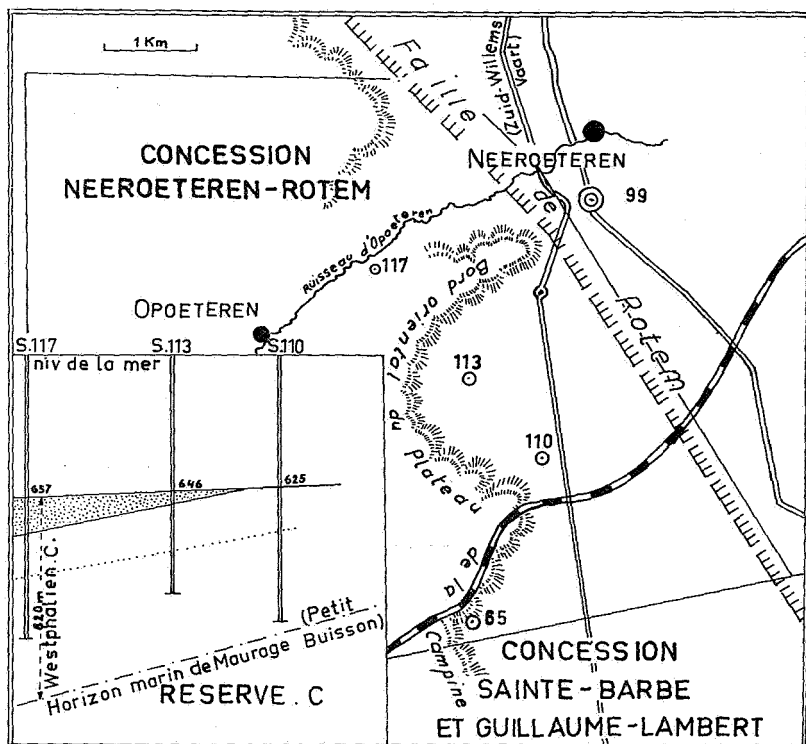


FIG. 1.

1. LITHOLOGIE D'ENSEMBLE.

(Fig. 2.)

Le sondage n° 117 a pénétré le Houiller à quelque 800 m au-dessus du niveau marin de Maurage (= Petit Buisson = Aegir). Il a donc reconnu la partie la plus élevée du Westphalien C connue jusqu'ici en Belgique. Il traverse d'abord une puissante série (150 m) presque ininterrompue de grès blanchâtres, feldspathiques, à ciment kaolinique, chargés par endroits de galets et graviers de quartz, de schiste, de sidérose et de charbon. Ces grès ont été appelés Grès de Neeroeteren par A. RENIER ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ RENIER, A., 1945.

Le sondage n° 113 recoupe la base de ces grès sur une épaisseur de 45 m. Le sondage n° 110, situé plus au Sud, ne les traverse pas.

En dessous de ces grès de Neeroeteren, les trois sondages recoupent principalement des schistes argileux et sableux. Il y a néanmoins vers les profondeurs de 1.000 m (n° 117), 900 m (n° 113) et 800 m (n° 110) une nouvelle série de grès blanchâtres, ressemblant macroscopiquement aux grès de Neeroeteren, et ensuite, répartis sur toute l'épaisseur des stampes reconnues, des grès à ciment de kaolinite, à ciment carbonaté (dolomite et/ou calcite) et des dolomies (ou calcaires) sableuses.

L'étude pétrographique qui suit est limitée aux grès et aux roches carbonatées. Sont décrits en premier lieu les grès de Neeroeteren, et ensuite les autres grès et les roches carbonatées.

La figure 2 donne la succession des roches et les indications lithologiques et minéralogiques les plus importantes (voir dépliant entre pp. 216 et 217).

2. LES GRÈS DE NEEROETEREN (sondages n°s 113 et 117).

2-1. Aspect macroscopique.

A. RENIER ⁽¹⁾ a décrit les grès de Neeroeteren (sondage n° 113) de la façon suivante :

Blanchâtres, grossiers et kaolineux, quoique foncièrement quartzeux. Ce sont des sortes d'arkoses, renfermant, épars dans leur masse ou groupés en amas, de petits galets parfaitement roulés (jusqu'à 20 mm de diamètre), les uns en quartz laiteux filonien, d'autres noirs (phtanite ?), d'autres gris (calcaires silicifiés ?) ou rosés. De-ci de-là, macules argileuses de quelques millimètres carrés de surface.

Ailleurs, A. RENIER ⁽²⁾ les a décrits comme :

grès grossiers, arkosiques et conglomératiques.

Ce même auteur est frappé par la porosité de ces grès. Un des grès analysés (sondage n° 113, entre 676 et 685 m) a montré une porosité de 18,7 % ⁽³⁾.

(1) RENIER, A., 1945, p. 148.

(2) ID., 1949, p. B 381.

(3) ID., 1945, p. 150.

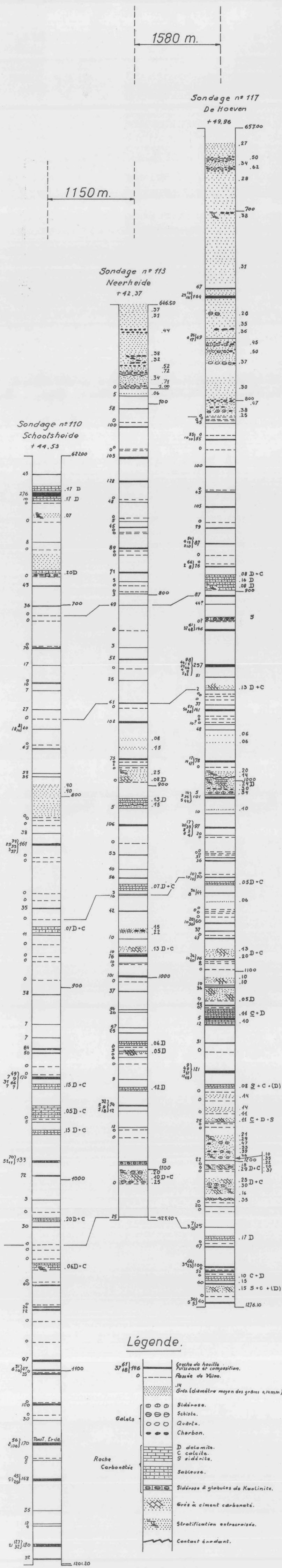


Fig. 2. — Les sondages n°s 110, 113 et 117 (Corrélation A. DELMER).

Les échantillons conservés répondent parfaitement à la description donnée. Macroscopiquement, ce sont des grès blanchâtres (N 8 : gris très clair; 5 YR 8/1 : gris rosâtre) ⁽¹⁾, à ciment de kaolinite, assez tendres et friables.

Si l'on s'en réfère à l'aspect macroscopique de la granulométrie, on peut constater que deux types de grès y sont en association étroite : un type grossier (diamètre des grains : 1 mm) et un type fin (diamètre des grains : 0,3 à 0,5 mm) (Pl. I, fig. 1).

Les grès à grain grossier sont composés de grains de quartz et de petits galets roulés (quartz, chert, schiste), cimentés assez lâchement par une argile kaolineuse blanchâtre. Épars dans la masse, les galets roulés peuvent, suivant leur abondance, donner un aspect conglomératique à ces grès (Pl. I, fig. 2 et 3).

Parmi les grès grossiers conglomératiques du sondage n° 117 se rencontrent des conglomérats intraformationnels :

- à la profondeur de 754 m, se présente un grès grossier à galets mous aplatis de schiste kaolineux et de sidérose, dont une contre-empreinte de galet à sidérose a un diamètre de 4,5 cm;
- entre 771 et 777 m, un conglomérat à galets de sidérose, de schiste, de quartz et de charbon;
- vers les 807 m, un conglomérat à prédominance de galets mous de sidérose. On trouve, en plus, des galets de charbon, des débris végétaux et des galets de schiste (Pl. I, fig. 2 et 3).

On trouve des conglomérats intraformationnels au sondage n° 113, aux profondeurs de 660 m (galets de charbon), 675 m (galets de charbon), 681 m (galets de charbon, de sidérose et de quartz) et 689 m (galets de charbon et de quartz).

Les grès à grain fin sont, de même, composés de grains de quartz et d'un ciment blanc kaolineux. Ils semblent mieux calibrés que les grès grossiers et ne présentent que très rarement des galets roulés de quartz. Ils alternent avec les grès grossiers. Cette alternance peut se faire par des surfaces d'érosion (Pl. I, fig. 1), les grès grossiers érodant les grès fins. La surface d'érosion est souvent soulignée par une concentration plus grande de galets roulés.

(1) Rock Color Chart, 1948.

Dans l'ensemble, ces grès constituent une série massive, les grès fins alternant avec les grès grossiers, et ceux-ci érodant parfois ceux-là et se chargeant de galets roulés.

On observe, mais très rarement, une straticulation irrégulière, résultant de l'alternance de fines straticules de grès et de charbon, ou de grès grossier et de grès fin, ou de la présence de fins lits plus argileux. Nous avons l'impression, mais le nombre et les dimensions des échantillons conservés ne permettent pas une certitude, que les grès à grain fin et à grain grossier sont en structure entrecroisée.

2-2. Étude micrographique.

a) Composition minéralogique. — Des lames minces étudiées (1) peut se dégager une image microscopique d'ensemble des grès de Neeroeteren. Ceux-ci sont composés de :

- grains détritiques de quartz (quartzite et chert rares), de feldspaths (2), de schistes kaoliniques;
- des lamelles de muscovite (plus rarement biotite) et quelquefois de chlorite;
- une masse de fond composée de kaolinite principalement, de silice et de carbonate (dolomite, calcite et plus rarement sidérite).

Dans les lames minces on remarque quelques rares minéraux lourds : zircon et tourmaline; souvent il y a des débris charbonneux.

Le tableau 1 (3) et le diagramme triangulaire (fig. 3) rendent compte des pourcentages des éléments minéralogiques les plus

(1) Lames minces nos 2078 à 2125.

(2) Au sondage n° 113, la stampe supérieure (jusqu'à la profondeur de 674 m) ne contient que très peu de feldspaths (0 à 8 %). Il en va de même pour les premiers grès du sondage n° 117.

(3) Le sommet Q représente des grains détritiques, principalement de quartz, de dimensions supérieures à 0,02 mm.

Le sommet F représente des grains de feldspaths, de dimensions supérieures à 0,02 mm.

Le sommet Mdf représente la masse de fond constituée de minéraux dont les dimensions sont inférieures à 0,02 mm.

Le diagramme ne tient pas compte des lamelles de muscovite, ni des grains de charbon.

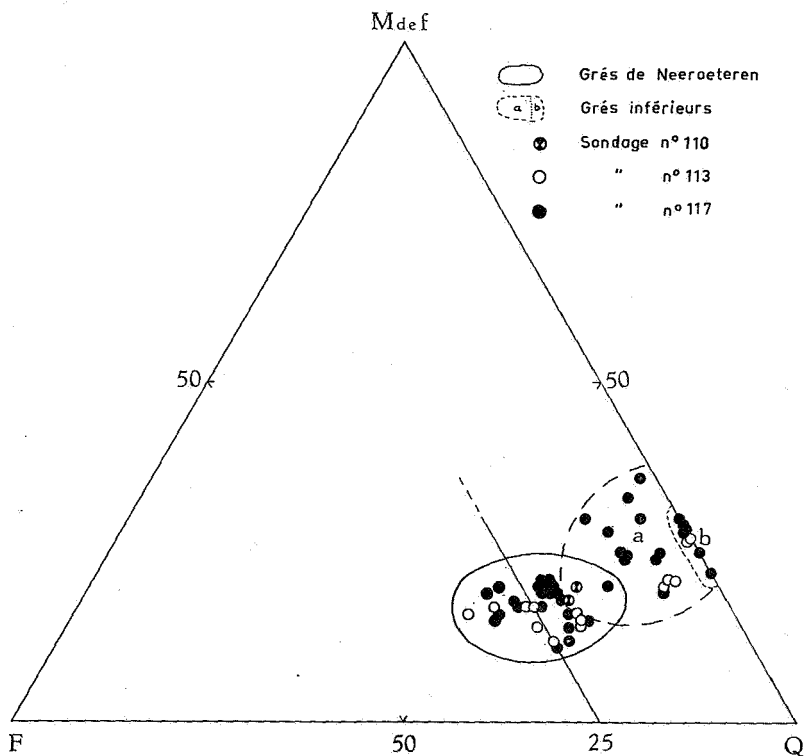


FIG. 3.

importants ⁽¹⁾. On remarquera l'importance des feldspaths dont le pourcentage s'étale entre un minimum de 14 et un maximum de 34, autour d'un point moyen de 25 pour le sondage n° 113 et de 23 pour le sondage n° 117 (Pl. II, fig. 1 et 2).

(¹) Les pourcentages des divers éléments choisis ont été déterminés par une méthode d'analyse micrométrique adaptée de la méthode linéaire de Rosiwal, qui nous permet de déterminer en même temps la répartition granulométrique des grains détritiques. Il importe de faire remarquer que la détermination des pourcentages et de la granulométrie est assez délicate dans le cas de roches poreuses, et que les chiffres donnés n'ont pas une valeur « absolue » (voir à ce sujet p. 216).

TABLEAU 1.
Analyses micrographiques des grès de Neeroeteren.

Profondeurs	Analyses en %			Analyses granulométriques Diamètre moyen des grains en mm	Interprétation minéralogique				
	Q (> 0,02 mm)	F (> 0,02 mm)	Mdf (< 0,02 mm)		Q	F	Mica	Kao	CO ₃
674,75	63	25	12	0,38	63	25	1	10	1 (*)
675,15	64	20	16	0,38	—	—	—	—	—
676,00	58	25	17	0,32	—	—	—	—	—
678,20	60	26	14	0,30	—	—	—	—	—
679,00	53	30	17	0,29	—	—	—	—	—
682,30	57	26	17	0,52	—	—	—	—	—
682,60	50	34	16	0,52	—	—	—	—	—
683,00	65	20	15	0,72	—	—	—	—	—
684,00	65	20	15	0,70	—	—	—	—	—
Point moyen	59	25	16						

SONDAGE 113.

SONDAGE 117.

682,00	54	31	15	0,30	—	—	—	—	—
683,00	51	30	19	0,28	—	—	—	—	—
684,00	54	30	16	0,29	—	—	—	—	—
701,00	65	23	12	0,31	—	—	—	—	—
702,00	59	21	20	0,27	—	—	—	—	—
702,75	59	22	19	0,30	—	—	—	—	—
729,00	59	24	17	0,31	—	—	—	—	—
754,50	64	25	11	0,28	—	—	—	—	—
758,00	57	22	21	0,32	—	—	—	—	—
759,00	58	21	21	0,35	58	21	2	13	5 (*)
762,00	52	28	20	0,36	—	—	—	—	—
768,00	55	27	18	0,45	—	—	—	—	—
770,00	56	27	17	0,37	—	—	—	—	—
771,70	57	23	20	0,50	—	—	—	—	—
777,00	66	19	15	0,37	—	—	—	—	—
792,00	66	14	20	0,30	—	—	—	—	—
800,00	58	22	20	0,47	—	—	—	—	—
804,00	63	21	16	0,40	—	—	—	—	—
807,00	59	22	19	0,37	—	—	—	—	—
807,10	60	21	19	0,37	—	—	—	—	—
808,20	60	21	19	0,25	—	—	—	—	—
Point moyen	59	23	18						

(*) SiO₂ secondaire non déterminée.

Les grains de quartz ont :

- une extinction normale pour la plupart, légèrement onduleuse pour les autres;
- des trains d'inclusions liquides ou gazeuses;
- des inclusions cristallines disséminées (quelques rares inclusions ont pu être déterminées; il s'agit d'apatite, zircon, tourmaline et de fines lamelles de mica);
- un degré d'arrondi de 0,5 à 0,7;
- un degré de sphéricité de 0,5 à 0,7 ⁽¹⁾

et leur classement est modérément bon, avec un *diamètre moyen corrigé* situé entre 0,23 et 0,38 mm pour les grès fins et entre 0,45 et 0,72 mm pour les grès grossiers (compte non tenu des galets et graviers > 2 mm) ⁽²⁾.

Beaucoup de ces grains ont une auréole d'accroissement secondaire, en continuité optique avec le quartz du grain.

La masse de fond est constituée principalement de kaolinite. Cette kaolinite est cryptocristalline, mais par endroits elle devient microcristalline et cristalline (Pl. III, fig. 1). La masse de fond peut contenir en outre de très rares phyllites d'hydromuscovite (illite), de la silice secondaire et du carbonate cryptocristallin, microcristallin et cristallin.

Les *grès à grain grossier* montrent, en plus ou moins grande abondance, des galets de quartzite (de quartz de veine, de quartz micro- à cryptocristallin) et de kaolinite, ainsi que des galets de sidérose. Tous ces galets sont moins sphériques (0,3) (c'est-à-dire plus aplatis) et plus arrondis (0,7 à 0,9) que les grains détritiques de dimensions inférieures à 1 mm. Ils montrent également des fragments de charbon, de formes plus irrégulières que les galets mentionnés ci-dessus.

⁽¹⁾ SCHEERE, J., 1954, p. 12.

⁽²⁾ On remarquera que les grès grossiers paraissent macroscopiquement plus grossiers qu'ils ne le sont.

Les *feldspaths* ont des dimensions analogues à celles des grains de quartz. Ils ne sont que *très rarement maclés*. On les distingue des grains de quartz par leur relief, par les clivages, par un aspect altéré ou/et fracturé (Pl. III, fig. 1 et 2) (dislocation le long des clivages).

Il importe de souligner que l'altération des *feldspaths* est quasi-générale.

Tous les *feldspaths*, en lame mince, ont des indices inférieurs à celui du baume de Canada.

Sous le microscope, les *rarees feldspaths maclés* permettent de signaler la présence de *feldspaths potassiques* (*orthose* et *microcline*), de *feldspaths sodiques* (*albite* : indice inférieur au baume de Canada) et de grains de *microperthite* (Pl. II, fig. 1).

La mesure des indices des poudres confirme la présence de *feldspaths potassiques* ($n_{\text{moyen}} = 1.522$) et de *plagioclases* (*albite*) ($n_{\text{moyen}} = 1.534$).

Afin d'avoir plus de précision quant à la nature des *feldspaths* et leur répartition relative, nous avons soumis quelques lames minces (1) à une coloration par le cobaltinitrite sodique et le rhodizonate sodique (2). Par cette méthode, les *feldspaths potassiques* prennent une couleur jaune, et les *feldspaths calcosodiques* deviennent rouges. Il s'est avéré que *beaucoup* des *feldspaths* sont des *feldspaths potassiques* (3).

b) Analyses chimiques. — Quatre grès ont été analysés par la voie chimique.

Pour le sondage n° 113, nous avons choisi deux grès répondant à peu près à la composition minéralogique moyenne telle qu'elle ressort de l'analyse sous le microscope (voir tableau 1).

Pour le sondage n° 117, un des grès supérieurs ne renferme que peu de *feldspaths*, l'autre a une composition normale en *feldspaths*, mais la masse de fond est carbonatée et kaolinique.

(1) Nos 2095, 2109, 2111, 2212, 2232, 2352, 2353, 2354.

(2) BAILEY, E. H. and STEVENS, R. E., 1960.

(3) Il importe de faire remarquer ici que la *kaolinite* est également colorée en jaune par le cobaltinitrite sodique, et que l'on a donc là un excellent et simple moyen d'identification de ce minéral. Mais la présence de *kaolinite* empêche une détermination quantitative des *feldspaths potassiques* et *sodiques*.

Le tableau ci-dessous rend compte de ces analyses.

TABLEAU.

N° d'analyse	Sondage n° 113		Sondage n° 117	
	841	661	662	842
Profondeur	676 m	678,20 m	665,80 m	729 m
P. F... ..	1,23	2,04	2,62	6,31
SiO ₂	91,16	87,73	87,25	74,48
Al ₂ O ₃ . . .	5,39	6,28	9,09	7,93
Fe ₂ O ₃ . . .	0,44	1,66	0,33	8,18
CaO	néant	0,11	néant	0,20
MgO	néant	néant	néant	néant
Na ₂ O	0,41	0,40	0,45	0,46
K ₂ O	2,13	2,11	0,63	2,52
Somme	100,76	100,33	100,37	100,08

Analystes : R. VAN TASSEL et L. VAN STIPHOUDT.

Si pour chacune de ces analyses nous attribuons en totalité K₂O et Na₂O aux feldspaths, nous obtenons respectivement, comme pour-cent en poids :

16,40	16,00	7,40	18,60
-------	-------	------	-------

Ces chiffres diffèrent sensiblement des pour-cent en volume

25	26	n.d.	24
----	----	------	----

déterminés par la méthode microscopique.

L'importance de cette différence ne doit pas être exagérée. En effet, le pour-cent en volume ne se compare que difficilement au pour-cent en poids, et de plus, la méthode linéaire de déter-

mination des pour-cent englobe comme feldspath un feldspath altéré. Or, dans le cas présent, pratiquement tous les feldspaths sont altérés. L'analyse chimique rend nécessairement compte de cette altération, mais, d'autre part, elle fausse la répartition globale des minéraux.

c) Terminologie. — Les grès de Neeroeteren posent un problème de terminologie. En effet, jusqu'à présent, nous ne connaissons dans le Houiller de la Belgique que des grès apparentés aux « sub-graywackes » ⁽¹⁾ et aux quartzites.

Les grès de Neeroeteren s'en distinguent par :

- leur couleur blanchâtre;
- une plus grande porosité;
- le caractère kaolinique du ciment interstitiel;
- la présence de feldspaths en assez grand pourcentage.

Remarquons que les feldspaths ne se reconnaissent pas macroscopiquement, ni à la loupe, de sorte que sur le terrain on les désignerait par « grès blanchâtres à ciment kaolineux ».

Dans le cadre de la présente publication, il est, croyons-nous, superflu de revoir en détail les différentes et multiples acceptions d'arkose. Nous nous contentons de nommer ci-dessous les grès de Neeroeteren en appliquant les définitions données par quelques auteurs.

Rappelons que A. RENIER ⁽²⁾ les qualifie de « grès arkosiques » et également de « sortes d'arkoses ».

Les grès de Neeroeteren seraient :

d'après BRONGNIART ⁽³⁾ : des arkoses;

d'après CAYEUX ⁽⁴⁾ : des arkoses;

d'après KRYNINE ⁽⁵⁾ : des « arkoses » et « impure arkoses »;

⁽¹⁾ SENSU PETITJOHN, F. J., 1949 (dans sa nouvelle édition 1957, l'acception en est modifiée); KRYNINE, P. D., 1948.

⁽²⁾ Lors de l'examen des carottes du sondage, ce même auteur les décrit comme « grès blanchâtres » et souvent il ajoute « kaolineux ».

⁽³⁾ BRONGNIART, A., 1827, p. 124.

⁽⁴⁾ CAYEUX, L., 1929, pp. 207 et 214.

⁽⁵⁾ KRYNINE, P. D., 1948, p. 137. (Pour cet auteur, le contenu en feldspath doit être supérieur à 25 % de la totalité de la roche pour que celle-ci soit une arkose.)

d'après PETITJOHN ⁽¹⁾ : des « arkoses », « subarkoses » et « feldspathic sandstones »;

d'après CAROZZI ⁽²⁾ : des grès feldspathiques;

d'après RUCHIN ⁽³⁾ : des grès quartzo-feldspathiques.

La répartition régulière des grès de Neeroeteren autour du pourcentage critique 25 montre, si besoin en était, le caractère arbitraire que peut avoir une classification des roches détritiques en de trop nombreuses subdivisions, car il s'agit, pour la série de grès étudiés, d'un même type de roche déposé dans des conditions de sédimentation fort semblables, et les oscillations du pourcentage en feldspaths autour de 25 sont purement fortuites.

3. LES GRÈS ET LES ROCHES CARBONATÉES EN DESSOUS DES GRÈS DE NEEROETEREN.

Parmi les grès (s. l.) inférieurs aux grès de Neeroeteren on peut distinguer trois types :

— Les *grès houillers « normaux »* constitués de grains détritiques de quartz, de quartzite et de *rare*s feldspaths enrobés dans une masse de fond d'illite, de kaolinite et de sidérite ⁽⁴⁾;

— Les *grès à ciment de carbonate* et les roches carbonatées sableuses;

— Les *grès à ciment de kaolinite* rappelant macroscopiquement les grès de Neeroeteren.

Les grès houillers normaux ne nécessitent pas de commentaire pétrographique ⁽⁴⁾. Ils sont d'ailleurs très rares dans les trois sondages.

Les grès à ciment de carbonate et les roches carbonatées sableuses ont également été décrits ailleurs ⁽⁵⁾. Il importe toutefois d'en souligner l'abondance et de faire remarquer que ces

⁽¹⁾ PETITJOHN, F. J., 1957, p. 291. (Pour cet auteur, le contenu en feldspath doit être supérieur à 25 % de la totalité de la roche pour que celle-ci soit une arkose.)

⁽²⁾ CAROZZI, A., 1960, p. 60.

⁽³⁾ RUCHIN, L. B., 1958, p. 44 (« Feldspat-Quarz-Sandsteine »).

⁽⁴⁾ SCHEERE, J., 1958, pp. 1052-1053.

⁽⁵⁾ VAN TASSEL, R. et SCHEERE, J., 1960, pp. 238 et 243.

roches peuvent contenir une partie relativement grande de kaolinite. C'est ce que montre le diagramme triangulaire de la figure 4. Il est à remarquer que le diagramme indique que ce sont les grès qui contiennent le plus de kaolinite.

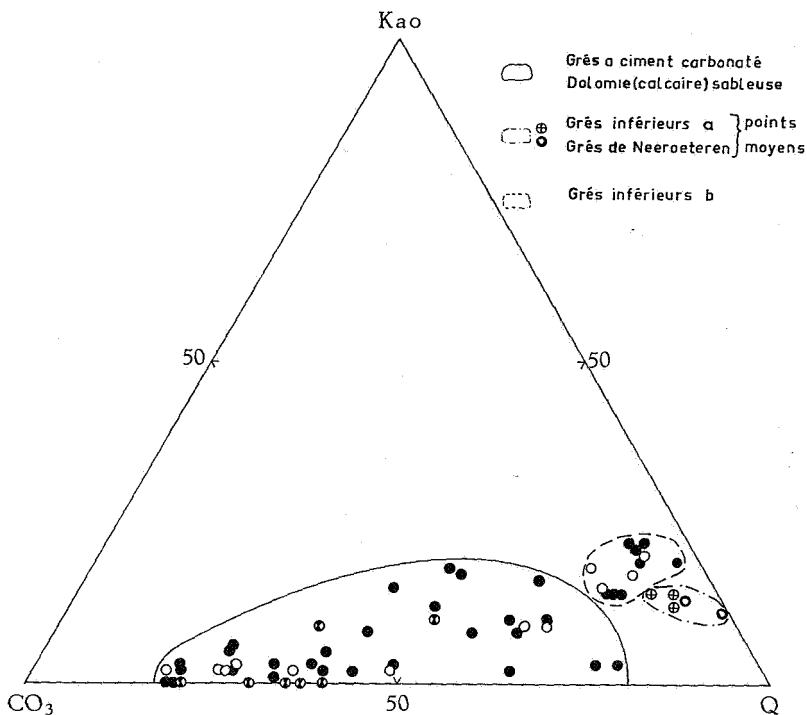


FIG. 4.

Le tableau 2 donne la nature du carbonate (1).

Les grès à ciment de kaolinite sont fort semblables, macroscopiquement, aux grès à grain fin de Neroeteren.

Au microscope, ils en diffèrent principalement par un pourcentage moins élevé en feldspaths (exception faite pour deux grès du sondage n° 110) et plus élevé en kaolinite et, dans une moindre mesure, en carbonate.

(1) VAN TASSEL, R. et SCHEERE, J., 1960, p. 256; complété par des analyses exécutées sous la direction de R. VAN TASSEL.

TABLEAU 2.

Analyses chimiques et roentgenographiques des carbonates.

D : dolomite.
C : calcite.
S : sidérite.

Numéros analyse chimique	Numéros radio- gramme	Profondeurs (m)	Résidu insoluble %	Rapport atomique			Diffraction Rayons X
				Ca	Mg ramené à 10	Fe	

SONDAGE 110.

799	1473	644,25	49,11	5,3	2,5	2,2	D
800	1474	684,00	61,48	8,2	0,6	1,2	D C
801	1475	866,00	30,30	7,1	2,4	0,5	D C
802	1476	968,00	40,63	6,2	3,4	0,4	D C
803	1477	871,50	23,98	7,7	1,9	0,4	D C
804	1478	975,75	35,63	6,7	2,2	1,1	D C
805	1479	903,00	20,23	7,0	2,3	0,7	D C
806	1480	1.021,10	70,33	6,8	1,3	1,9	D C S
807	1481	1.045,00	43,54	7,8	1,5	0,7	D C

SONDAGE 113.

691	1217	907,00	27,50	5,0	2,2	2,8	D S
773	1222	952,80	71,00	—	—	—	D C

—	1223	984,50	—	—	—	—	D C S
775	1225	1.036,60	56,60	—	—	—	D C
776	1224	1.039,00	89,40	—	—	—	D S
777	1232	1.058,00	55,10	—	—	—	D
703	1263	1.096,00	35,00	2,0	1,0	7,0	S
778	1226	1.103,00	72,80	—	—	—	D C

SONDAGE 117.

769	1267	891,40	23,50	—	—	—	D C
770	1268	895,15	37,90	—	—	—	D C
768	1266	898,50	33,10	—	—	—	D
771	1264	951,05	63,70	—	—	—	D C
772	1265	997,20	50,80	—	—	—	D (S)
833	1680	1.053,55	28,95	7,4	2,2	0,4	D C
834	1724	1.088,90	84,40	5,9	1,9	2,2	D C (S)
835	1682	1.115,50	76,28	7,6	1,2	1,2	D C (S)
836	1683	1.127,00	46,36	6,9	1,5	1,6	D C S
837	1684	1.162,50	72,60	3,5	0,9	5,6	S C (D)
838	1685	1.177,20	71,49	5,3	2,5	2,2	C D S
839	1686	1.203,50	71,82	7,5	1,6	0,9	D C
755	1407	1.211,20	71,60	6,9	2,1	1,0	D C
756	1408	1.240,00	53,30	5,5	3,2	1,3	D
757	1410	1.262,50	24,60	9,5	0,3	0,2	D C
840	1687	1.266,60	—	5,3	0,7	4,0	S C (D)

TABLEAU 3.

Analyses micrographiques des roches sous les grès de Neeroeteren.

Profondeurs	Analyses en %			Analyses granulométriques Diamètre moyen corrigé en mm	Interprétation minéralogique					
	Q (> 0,02 mm)	F (> 0,02 mm)	Mdf (< 0,02 mm)		Q	F	Mica	Kao	CO ₃	
SONDAGE 110.										
792,60	62	18	20	0,40	62	18	1	12	7	
795,00	62	20	18	0,40	—	—	—	—	—	
SONDAGE 113.										
891,30	49	1	50	0,08	—	—	—	—	—	
891,30	74	5	21	0,25	—	—	—	—	—	
891,40	73	6	21	0,20	73	6	2	13	6	
891,60	73	7	20	0,23	—	—	—	—	—	
895,00	56	2	42 (CO ₃ D)	0,08	—	—	—	—	—	
907,00	26	1	73 (CO ₃ D)	0,13	—	—	—	—	—	
909,50	26	1	73 (CO ₃ D)	0,16	—	—	—	—	—	

SONDAGE 117.

995,40	66	10	24	0,20	—	—	—	—	—
995,50	66	10	24	0,19	66	10	1	14	9
995,80	73	7	20	0,22	—	—	—	—	—
996,00	65	10	25	0,20	—	—	—	—	—
997,20	63	8	29	0,22	—	—	—	—	—
<hr/>									
997,20	36	4	60 (CO ₃ D)	0,24	—	—	—	—	—
997,30	48	3	49 (CO ₃ D)	—	—	—	—	—	—
997,30 <i>bis</i>	50	4	46 (CO ₃ D)	0,20	—	—	—	—	—
997,40	52	5	43 (CO ₃)	0,24	—	—	—	—	—
997,60	52	5	43 (CO ₃)	0,24	—	—	—	—	—
<hr/>									
998,50	67	6	27	0,20	—	—	—	—	—
999,70	62	5	33	0,20	—	—	—	—	—
1.000,15	67	6	27	0,20	—	—	—	—	—
1.001,00	66	5	29	0,25	—	—	—	—	—
1.002,40	65	5	30	0,21	—	—	—	—	—
1.005,00	58	12	30	0,23	—	—	—	—	—
1.006,30	62	10	28	0,25	—	—	—	—	—
1.006,40	67	6	27	0,25	—	—	—	—	—
1.006,50	68	4	28	0,25	—	—	—	—	—
1.006,50 <i>bis</i>	70	5	25	0,34	—	—	—	—	—
1.006,70	70	6	24	0,33	—	—	—	—	—
1.007,00	62	2	36	0,12	—	—	—	—	—

L'examen du diagramme triangulaire (fig. 3) montre que ces grès occupent une zone située nettement plus à droite que celle occupée par les grès de Neeroeteren. Cependant, deux grès du sondage n° 110 se trouvent dans la zone même des grès de Neeroeteren. Vers la droite de la zone s'opère une nouvelle concentration le long du côté droit du triangle, de sorte que l'on peut y distinguer deux sous-zones a et b. La sous-zone a se trouve également stratigraphiquement entre les grès de Neeroeteren et les grès à ciment de kaolinite sans feldspaths de la sous-zone b, comme on peut le voir aux tableaux 3 et 4.

Les grès de la sous-zone a se trouvent respectivement vers les profondeurs de 800, 900 et 1.000 m des sondages n°s 110, 113 et 117. L'échantillonnage de ces grès est fort complet au sondage n° 117, tandis que celui des sondages n°s 113 et 110 l'est beaucoup moins. Le tableau 3 résume l'étude micrographique des échantillons conservés.

L'analyse du tableau 3 permet de constater que :

— Pour les sondages n°s 113 et 117, ces grès à feldspaths sont en association étroite avec des grès à ciment dolomitique et des dolomies sableuses. L'échantillon à 997,20 m du sondage n° 117 montre un contact érodant entre les grès blanchâtres et les dolomies sableuses.

— Le pourcentage en feldspaths des grès du sondage n° 110 et le diamètre moyen des grains détritiques sont nettement supérieurs à ceux des sondages n°s 113 et 117 (1). Ces grès se situent d'ailleurs dans la zone des grès de Neeroeteren de la figure 3.

Au sondage n° 113 ont été ajoutés les résultats de l'étude micrographique des échantillons 907 et 909,50 m, appartenant à un banc de 3,50 m, dont la base ravine le schiste sous-jacent. Ceci pour la raison que A. DELMER (2) a englobé ces *dolomies sableuses* (3) dans la corrélation des grès traversés vers 800 m (au n° 110), 900 m (au n° 113) et 1.000 m (au n° 117).

(1) Il importe de remarquer qu'il n'y a que deux échantillons du sommet de la série de grès d'environ 15 m de puissance au sondage n° 110.

(2) DELMER, A., 1958, p. 108.

(3) RENIER, A. : grès très compact, gris clair; à la base, contact ravinant (avec schiste).

Le nombre insuffisant d'échantillons conservés ne permet pas une corrélation absolument certaine. Mais il semble bien que les grès à feldspaths des sondages n^{os} 113 et 117 soient les

TABLEAU 4.

Profondeurs	%			Diamètre en mm
	Q	Kao	CO ₃	

SONDAGE 113.

1.100,40	73	20	7	0,20
1.103,00	57	—	43 (D+C)	0,10
1.103,50	73	17	10	0,25
1.103,70				
1.103,90				
1.106,90	Conglomérat à cailloux de schiste (A. RENTIER)			

SONDAGE 117.

1.184,00	71	14	15	0,21
1.184,90	71	15	14	0,26
1.188,10	73	13	14	0,30
1.188,20	75	18	7	0,29
1.189,00	78	19	3	0,32
1.191 bis	72	22	6	0,47
1.191,20	70	22	8	0,22
1.197,50	72	21	7	0,35
Point moyen pour les deux	73	18	9	—

mêmes. D'autre part, que les grès du sondage n° 110 puissent sembler nettement plus feldspathiques, peut être purement accidentel et résulter d'un échantillonnage trop faible (1). La corrélation proposée par A. DELMER est lithologiquement valable à condition d'en exclure les dolomies de 907 et 909,50 m du sondage n° 113.

Les grès de la sous-zone b (fig. 3) alignés le long du côté droit du triangle ont été recoupés par les sondages nos 113 et 117 aux profondeurs indiquées au tableau 4. A. RENIER les a désignés comme « grès blancs ». Au sondage n° 110, A. GROSJEAN signale, vers la profondeur de 865 m, un « grès blanc » d'une puissance d'une dizaine de mètres; il n'en a pas conservé d'échantillon.

L'analyse du tableau 4 montre :

— en ce qui concerne le sondage n° 113, que le « grès blanc » situé entre les profondeurs 1.100,40 et 1.106,90 m est marqué par un épisode dolomitique et calcitique vers les 1.103 m, et que la base est un « conglomérat à cailloux de schiste » (A. RENIER);

— en ce qui concerne le sondage n° 117, que le « grès blanc » situé entre les profondeurs 1.184 et 1.199 m, à stratification entrecroisée, peut se charger de galets de sidérose et/ou de schiste et de débris charbonneux;

— en ce qui concerne l'ensemble de ces grès, que la kaolinite est presque toujours prépondérante sur le carbonate, et que la moyenne des analyses donnerait un rapport de 2 à 1 en faveur de la kaolinite.

Remarques d'ensemble.

Afin de mieux se rendre compte de l'influence respective qu'ont la kaolinite et le carbonate dans les roches étudiées, nous avons utilisé un diagramme triangulaire (fig. 4) à sommets kaolinite (Kao), carbonate (CO₂) et grains détritiques (Q) (1) et nous y avons reporté la presque totalité des grès à ciment de kaolinite sans feldspaths (sous-zone b de la fig. 3). Pour les grès à ciment de kaolinite et à feldspaths (sous-zone a)

(1) Ceux-ci comprennent les grains de quartz, quartzite, chert, schiste et feldspaths; ne sont pas comptées les lamelles de mica.

nous avons reporté les trois roches du tableau 3 dont l'analyse minéralogique complète est donnée, et pour les grès de Neeroeteren les deux analyses du tableau 1.

Le diagramme montre :

- une séparation assez nette entre les grès kaoliniques et feldspathiques, d'une part, les grès à ciment carbonaté, d'autre part;
- que la zone de dispersion des roches carbonatées est étendue, et que dans celle-ci la kaolinite joue un rôle de plus en plus grand au fur et à mesure de l'accroissement en grains détritiques;
- que la zone de dispersion des grès de la sous-zone b est fort restreinte;
- que celle de la sous-zone a se déplace par rapport à celle-ci vers le sommet inférieur droit du triangle;
- que celle des grès de Neeroeteren se déplace encore davantage vers ce sommet;
- que dans l'ensemble, les trois dernières zones passent de l'une à l'autre sans solution de continuité.

4. DEUX SIDÉROSES À GLOBULES DE KAOLINITE.

A la profondeur de 1.096,50 m ⁽¹⁾, le sondage n° 113 a recoupé une sidérose à globules de kaolinite. Une roche analogue est recoupée à la profondeur de 915,70 m par le sondage n° 117 ⁽²⁾.

La sidérose du sondage n° 113 permet une interprétation de l'origine des globules de kaolinite :

- Macroscopiquement c'est une sidérose (sidérite et argile) de couleur gris moyennement foncé (N 4), contenant des galets très aplatis de houille (1 × 5 mm), des galets blancs de kaolinite (2 × 2 mm), des graviers de sidérose (5 × 10 mm);
- en lame mince ⁽³⁾ on observe, dans une masse de fond de carbonate cryptocristallin (par endroits microcristallin et cristallin), des grains de quartz, de quartzite et de kaolinite cryptocristalline. Comme le montre la figure 2 de la planche IV, tous ces grains ont mêmes formes et dimensions. Ceci confirme une

(1) RENIER, A. : « schiste gris compact, grossier, mal stratifié ».

(2) RENIER, A. : « schiste zonal, mal stratifié ».

(3) Lames minces n°s 2166 et 2205.

hypothèse émise par nous ⁽¹⁾ que les « globules » de kaolinite des sidéroses sont dans beaucoup de cas d'origine détritique.

5. LES PHÉNOMÈNES DE DIAGÉNÈSE.

L'étude micrographique a mis en évidence une série fort importante de phénomènes diagénétiques, s'adressant tout aussi bien aux grains détritiques qu'aux constituants de la masse de fond. Une chronologie relative a pu en être établie. Les résultats de cette étude seront donnés dans une publication ultérieure, consacrée à l'ensemble des phénomènes de diagénèse observés dans les roches houillères.

Mais dès à présent nous pouvons schématiser la succession des phénomènes diagénétiques.

1. La *kaolinite* cryptocristalline de la masse de fond peut devenir microcristalline et cristalline. Ce faisant elle prend : a) la forme de demi ou quart de rosettes et de vermicules, b) la forme de lamelles d'accroissement de la muscovite. La kaolinite peut corroder les bords des grains de quartz.

2. La *muscovite* passe à de l'hydromuscovite ⁽²⁾ (illite) et celle-ci à de la kaolinite.

3. Les *feldspaths* s'altèrent en kaolinite, en ?, en ?.

4. La *silice* : a) s'attache en continuité optique aux bords des grains de quartz; b) forme des plages cristallines au sein de la kaolinite de la masse de fond; c) pénètre en coin entre les plans de clivage des micas, déformant ceux-ci en éventail.

5. Le *carbonate* cryptocristallin peut cristalliser en plages limpides microcristallines à cristallines, en rhomboèdres parfaits. En cours de cristallisation il peut corroder les grains de quartz et les grains de feldspaths (Pl. III, fig. 2).

Une chronologie précise n'a pas pu être établie. Il semble que silice et muscovite évoluent à peu près simultanément, suivies de près par la kaolinite (kaolinite pénétrant dans silice secondaire).

La diagénèse du carbonate et la corrosion du quartz et des feldspaths est nettement postérieure. Ceci est très net lorsque les grains de quartz ont une couronne d'accroissement de silice, car le carbonate peut corroder la couronne et le grain.

⁽¹⁾ SCHEERE, J., 1958, p. 249.

⁽²⁾ Hydromuscovite et illite sensu K. JASMUND (1955, p. 151).

6. COMPARAISON AVEC LES ROCHES DU WESTPHALIEN A.

Il apparaît que les roches du Westphalien C (de Campine orientale) sont différentes des roches du Westphalien A :

- par une granulométrie plus grossière;
- par le pour-cent élevé en feldspaths et par la nature potassique de ceux-ci. En effet, dans le Westphalien A le pour-cent des grès en feldspaths est minime et reste inférieur à 10, et tous les feldspaths sont des *plagioclases* (albite et oligoclase);
- par la nature du ciment des grès; alors que les grains de quartz du grès du Westphalien A sont cimentés principalement par de l'*illite* et de la *sidérite*, pour les grès du Westphalien C on constate surtout de la *kaolinite* (pas ou très peu d'*illite*) et de la dolomite (ou/et calcite).

Il faut en plus signaler l'abondance relative des niveaux dolomitiques et calcaires.

CENTRE NATIONAL DE GÉOLOGIE HOULLÈRE.

BIBLIOGRAPHIE.

- BAILEY, E. H. and STEVENS, R. E., 1960, Selective staining of K-feldspar and plagioclase on rock-slabs and thin sections. (*Amer. Mineral.*, vol. 45, pp. 1020-1025.)
- BRONGNIART, A., 1827, Classification et caractères minéralogiques des roches homogènes et hétérogènes. Paris, F. G. Levrault.
- CAROZZI, A., 1960, Microscopic sedimentary Petrography. New York, J. Wiley, 485 p.
- CAYEUX, L., 1929, Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. Paris, 696 p.
- JASMUND, K., 1955, Die silikatischen Tonminerale. Weinheim, Verlag Chemie GmbH.
- KRYNINE, P. D., 1948, The megascopic study and field classification of sedimentary rocks. (*Journ. Geol.*, vol. 56, pp. 130-165.)
- PETTIJOHN, F. J., 1949, Sedimentary Rocks. New York, Harper and Brothers.
- 1957, Sedimentary Rocks. Second edition. New York, Harper and Brothers.
- PIÉRART, P., 1958, Palynologie et Stratigraphie de la zone de Neeroeteren (Westphalien C supérieur) en Campine belge. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n° 30.)

- RENIER, A., 1945, Quelques précisions sur les zones supérieures du Westphalien C de la Campine, d'après une étude du grand sondage de recherche n° 113 (Neerheide) à Neeroeteren (Limbourg belge). (*Bull. Soc. belge Géol., Paléont. et Hydrol.*, vol. LIII, pp. 120-169, 1 carte.)
- 1949, Sur les grès du Westphalien supérieur de Neeroeteren. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, vol. LXXII, pp. B 377-387.)
- RUCHIN, L. B., 1958, Grundzüge der Lithologie. Berlin, Akademie-Verlag, 806 p.
- 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*, Bruxelles, vol. I, pp. 1-73, 22 fig., 9 pl.)
- 1958, Conglomérats intraformationnels et à galets mous du Westphalien belge. (*Bull. Soc. belge Géol., Paléont. et Hydrol.*, vol. LXVI, pp. 236-251.)
- 1958, Les conditions de sédimentation des grès du Westphalien A (zone de Genk) du Houiller belge. (*Eclog. geol. Helvet.*, vol. 51, pp. 1051-1061.)
- VAN TASSEL, R. et SCHEERE, J., 1960, Contribution à la pétrographie des roches carbonatées du Westphalien belge. (*Bull. Soc. belge Géol., Paléont. et Hydrol.*, vol. LXIX, pp. 234-276.)
-

PLANCHE I

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

FIG. 1. — **Sondage n° 113; profondeur 684 m.**

Surface d'érosion entre grès à grain plus grossier et à grain plus fin.
× 1.

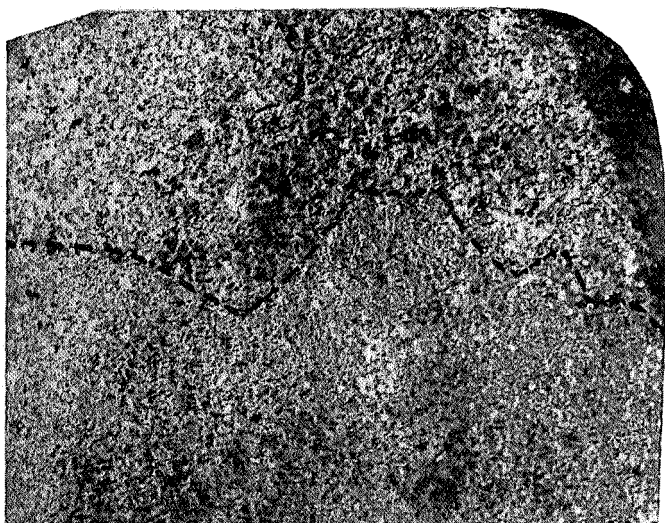
FIG. 2. — **Sondage n° 117; profondeur 807,10 m.**

Grès à galets de charbon (noir) et de sidérose (gris). × 1.

FIG. 1. — **Sondage n° 117; profondeur 807,20 m.**

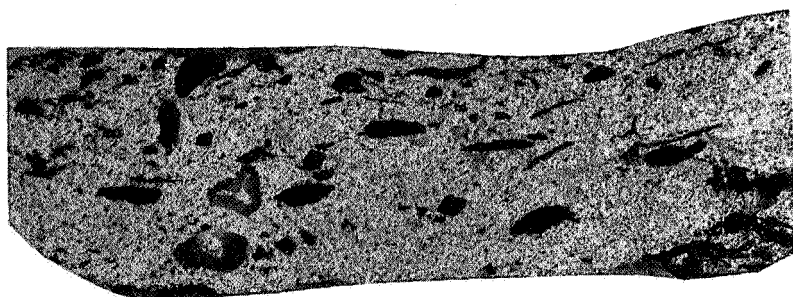
Le même grès à galets de sidérose (Si) et de schiste (S). × 1.

Photos Y. WILLIÈRE.



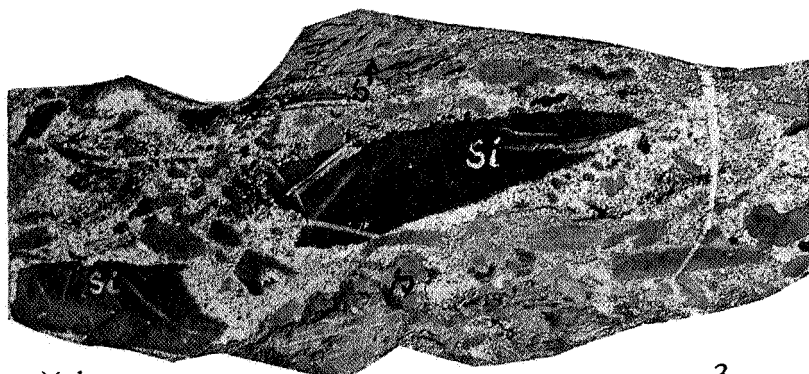
× 1

1



× 1

2



× 1

3

PLANCHE II

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

FIG. 1. — **Lame mince n° 2106.**

Sondage n° 117; profondeur 729 m.

Grains de quartz et de feldspath (f) non maclés. Un grain de microperthite au centre. Masse de fond : kaolinite (kao) microcristalline. Dans la kaolinite au N-W il y a un peu de carbonate cristallin.

Nic. x; $\times 48$.

FIG. 2. — **Lame mince n° 2315.**

Sondage n° 117; profondeur 1219, 75.

Id. fig. 1, sans microperthite. Le feldspath au centre N-w est maclé. Les macles sont visibles en nicols // par suite d'une altération différentielle.

Nic. //; $\times 48$.

Photos P. DE KLEERMAEKER.

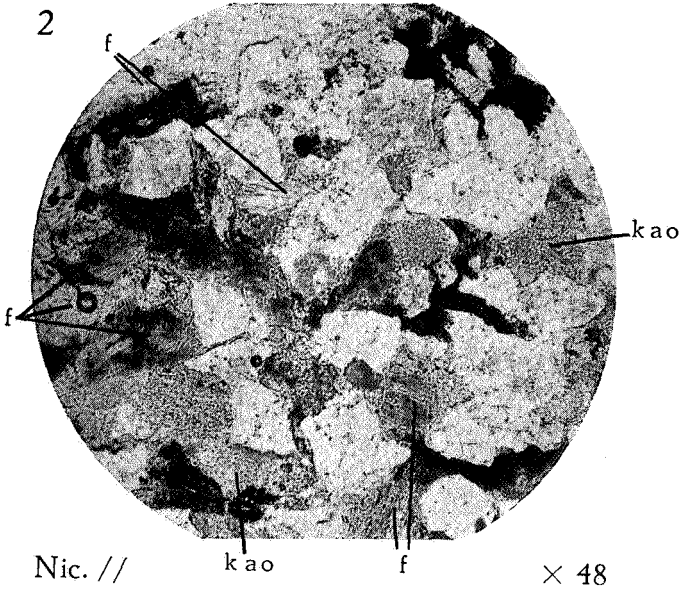
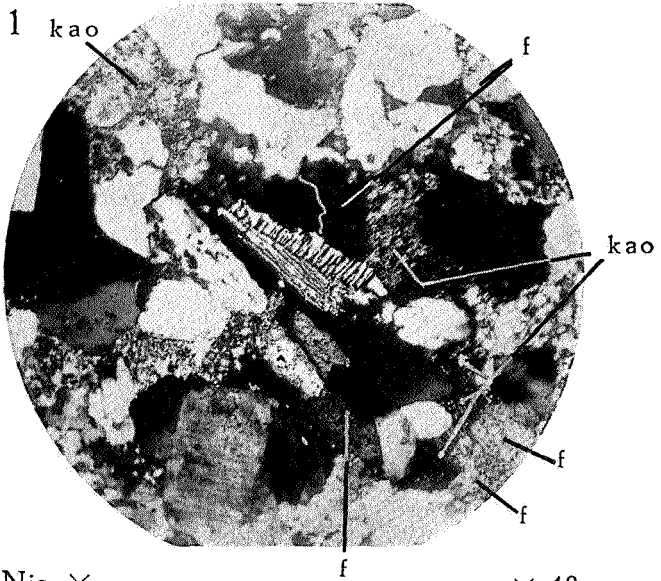


PLANCHE III

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

FIG. 1. — **Lame mince n° 2109.**

Sondage n° 117; profondeur 762 m.

Grain de feldspath (f), non maclé, altéré. Il est remplacé au centre par de la kaolinite (kao) microcristalline. Les clivages du feldspath se prolongent de part et d'autre de la kaolinite.

Nic. x; x 230.

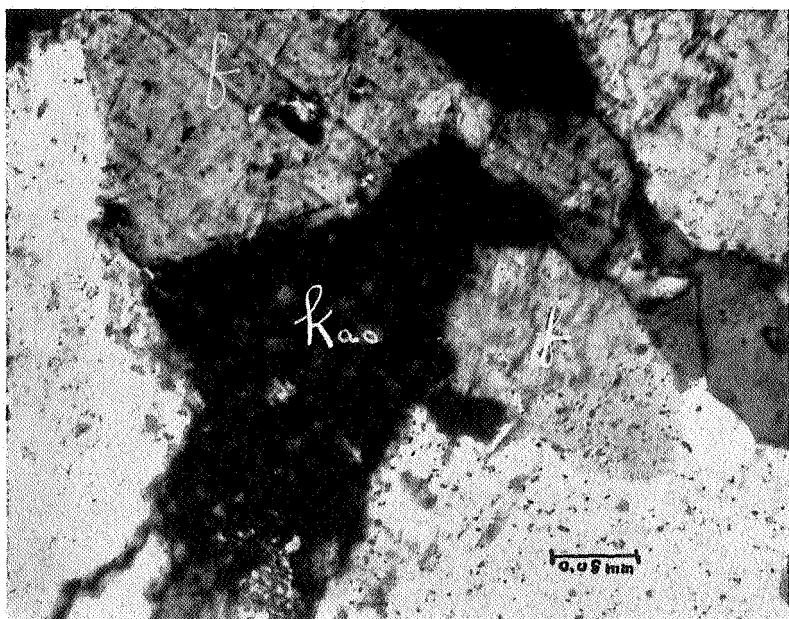
FIG. 2. — **Lame mince n° 2108.**

Sondage n° 117; profondeur 759 m.

Carbonate (c) cristallin se développant aux dépens de feldspaths (f) (non maclés, altérés), quartz (q), kaolinite cryptocristalline (kao).

Nic. x; x 230.

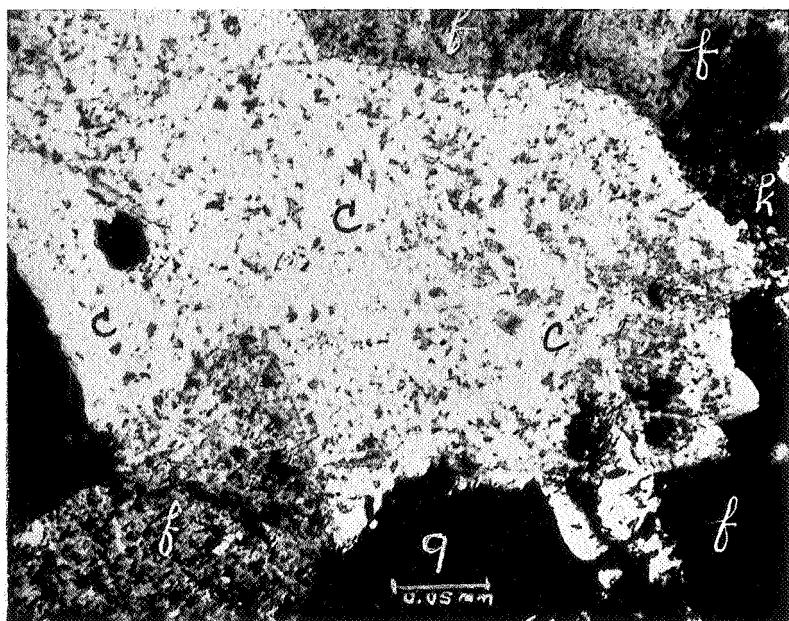
Photos P. DE KLEERMAEKER.



1

Nic. ×

× 230



2

Nic. //

× 230

PLANCHE IV

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

FIG. 1. — lame mince n° 2160.

Sondage n° 113; profondeur 976,50 m.

Grains grossiers et fins de quartz et de quartzite dans une masse de fond de kaolinite cryptocristalline. Un peu de carbonate cristallin.

Nic. \times ; \times 48.

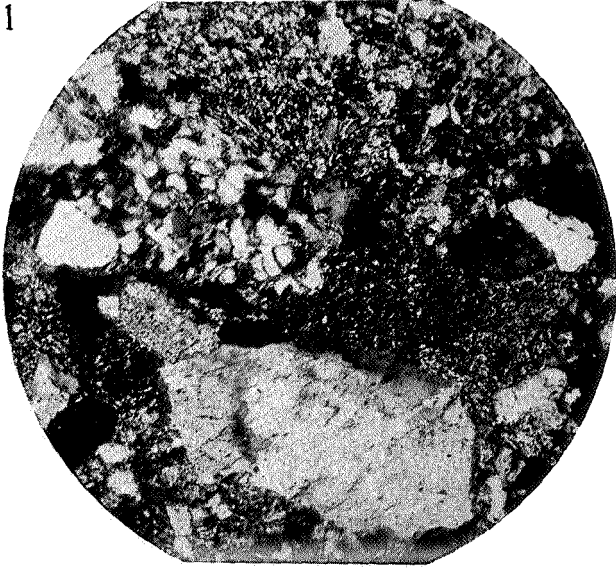
FIG. 2. — lame mince n° 2166.

Sondage n° 113; profondeur 1.096,50 m.

Grains de quartz (q) et de kaolinite (kao) de dimensions fort semblables dans sidérite cryptocristalline.

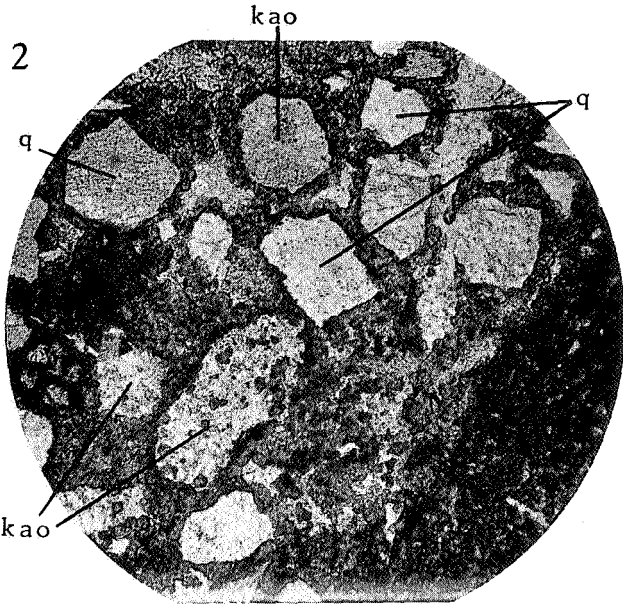
Nic. //; \times 48.

Photos P. DE KLEERMAEKER.



Nic. ×

× 48



Nic. //

× 48