

ASSOCIATION POUR L'ÉTUDE DE LA PALÉONTOLOGIE
ET DE LA STRATIGRAPHIE HOUILLÈRES

PUBLICATION N° 19

**Contribution à l'étude des tonstein
du Terrain houiller belge**

PAR

JAN SCHEERE

Ingénieur Géologue.

Publ. Ass. Étud. Paléont.	Bruxelles	1955	Public. N° 19	38 p.	3 pl.
---------------------------	-----------	------	---------------	-------	-------

INTRODUCTION

Les travaux du Troisième Congrès pour l'Avancement des Études de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère (Heerlen, 25-30 juin 1951) ont ramené l'attention sur l'intérêt que présente une roche assez particulière, communément connue dans la littérature houillère sous le nom de « tonstein ».

Bien que de toute grande actualité, l'étude de cette roche, dont les caractères macroscopiques et microscopiques peuvent parfois la différencier de la série des grès et schistes houillers habituels, n'est cependant pas nouvelle. Il suffit pour s'en convaincre de parcourir la littérature.

Les observations faites par des géologues dans différents bassins houillers de France et d'Allemagne et surtout les travaux miniers de la Sarre ont montré la grande extension latérale des bancs de tonstein et, partant, l'aide précieuse qu'ils apportent dans les problèmes de corrélation, en constituant même souvent un niveau-repère de premier ordre.

Or, depuis quelque temps, les découvertes de niveaux de tonstein, principalement dans les bassins houillers de la Campine et du massif du Borinage, confirment toute l'importance qu'un tel « caillou » (expression locale) peut présenter pour les dirigeants des exploitations houillères.

*
**

Le présent travail a été grandement facilité par la collaboration de A. DELMER et F. RACHENEUR, qui ont mis à notre disposition un matériel d'étude considérable; nous les en remercions et nous nous permettons de revenir plus loin sur leur participation respective.

Nous remercions également le Professeur W. DEKEYSER, de l'Institut géologique de l'Université de Gand, qui a bien voulu faire pour nous les examens röntgenographiques de quelques échantillons de tonstein, ainsi que R. VAN TASSEL, sous-directeur de Laboratoire à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, qui s'est chargé de la vérification de quelques déterminations chimiques.

Il nous est agréable de pouvoir exprimer notre gratitude à MM. les Dirigeants des Sociétés Charbonnières pour toutes les facilités qu'ils nous ont accordées lors de nos recherches, et nous tenons à remercier de tout cœur MM. les Ingénieurs et Géomètres du concours efficace qu'ils nous ont apporté dans nos explorations et nos récoltes de tonstein.

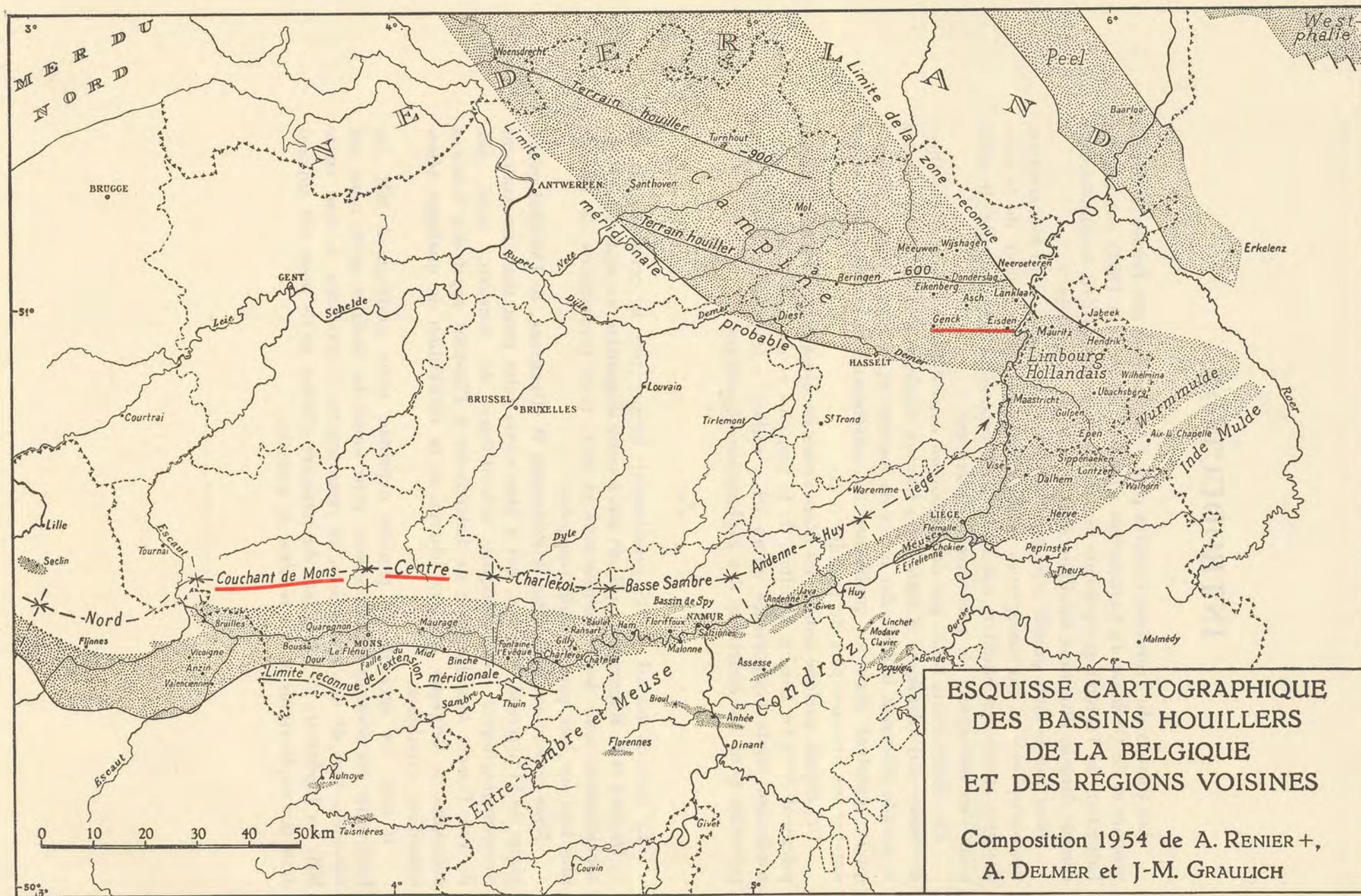


FIG. 1. — Les surcharges en rouge indiquent les districts houillers d'où proviennent les tonstein étudiés.

Légende stratigraphique générale des étages Namurien et Westphalien

		Légende proposée par les Congrès de Heerlen. 1927-1935.	Légendes régionales belges.	Horizons caractéristiques.	Zones à goniatites (d'après W.S. Bisat et R.G.S. Hudson)	Légende proposée par M.F. Demanet (1941-1943-1952)		
supérieur WESTPHALIEN	Autunien		Encore inconnu en Belgique					
	Stéphanien							
	D							
	C	Assise du Flénu		Z. d'Hornu Z. de Wasmes Z. de Maurage	Z. de Donder Z. de Neeroeteren Z. de Meeuwen	Zone de Tonstein Horizon de Maurage ou de Petit Buisson	Wn3 H. à <i>Anthracoceras aegiranum</i>	
	B	Assise de Charleroi		Z. d'Eikenberg Z. d'Asch	H. de Lanklaar H. d'Eysden Niv. de Wyshagen Horizon de Quaregnon		Wn2 H. à <i>Productus (Pustula) piscariae</i>	
	A	Assise de Châtelet		Z. de Beringen Sous. Z. d'Oupeye	Sous. Z. de Beyne Sous. Z. de Oupeye	Horizon de Floriffoux Niveau marin (noms locaux)	Wn1c Wn1b Wn1a	
	C							
	B	Assise d'Andenne				nombreux niveaux marins (noms locaux)	GASTRIOCERAS (G) RETICULOCERAS (R) HOMOCERAS (H) EUMORPHOCERAS (E)	Nm2 Nm2a Z. de Sippenaeken sup. moy. inf. Nm1c Z. de Spy Nm1 Nm1b Z. de Malonne sup. moy. inf. Nm1a Z. de Bioul
	A	Assise de Chokier						
	C. inférieur DINANTIEN	Viséen						
Tournaisien								

Remarques: 1. *Gastrioceras cancellatum* se trouve associé quelquefois à *Reticuloceras superbilingue* dans l'horizon le plus supérieur de la zone de Gilly (Nm2c)
 2. *Homoceratoides prereticulatum* caractérise le Nm2a moyen tandis qu'aucune forme ne permet encore de définir le Nm2a inférieur (F. Demanet 1952)
 3. Les formes suivantes permettent de subdiviser la zone de Malonne (Nm1b)
Nuculoceras nuculum (Nm1b supérieur); *Cravenoceras nitidum* (Nm1b moyen); *Cravenoceras edalense* (Nm1b inférieur)

A. DELMER et
J.-M. GRAULICH, 1954

FIG. 3. — La surcharge en rouge indique la situation stratigraphique des tonstein étudiés.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TONSTEIN DU TERRAIN HOULLER BELGE

RÉSUMÉ.

Sept niveaux de tonstein du Westphalien C et un niveau au sommet immédiat du Westphalien B sont signalés et décrits dans des Charbonnages des Bassins houillers du Couchant de Mons, du Centre et de la Campine.

Il s'agit de « Kristall-tonstein » de la classification d'A. SCHÜLLER. La description pétrographique et les analyses röntgenographiques et chimiques montrent que le minéral d'argile pratiquement exclusif est la **kaolinite**.

Malgré que les tonstein examinés se différencient, du point de vue macroscopique, parfois nettement (couleur claire et structure massive) des schistes houillers habituels, il apparaît, d'après l'étude microscopique et röntgenographique, que la seule différence entre ces deux types de roches argileuses consolidées réside dans le fait des minéraux d'argile : dans les tonstein nous ne rencontrons presque uniquement que de la **kaolinite** (celle-ci par endroits ayant cristallisé en forme vermiculaire); par contre, dans les schistes houillers habituels on trouve, outre la kaolinite, de l'illite ou/et de la muscovite.

Nous considérons dès lors les tonstein comme des cas particuliers des schistes houillers. Tout comme ces derniers, ce sont des *roches détritiques*, mais dont les minéraux d'argile ont subi l'influence, pendant un temps suffisamment long, d'un *milieu franchement acide*, de manière telle que tous les constituants argileux sont dégradés jusqu'au stade de la kaolinite.

SAMENVATTING.

Zeven tonstein-niveau's van het Westfaliaan C en één niveau van het bovenste Westfaliaan B worden gelocaliseerd en beschreven voor de steenkoolmijnen van de bekkens van Couchant de Mons, Centre en Kempen.

Het gaat over « Kristall-tonsteine » van de SCHÜLLER-klassificatie. De petrographische studie, evenals de röntgen- en chemische analyses tonen aan dat het kleimineraal **kaolinit** is.

Alhoewel de bestudeerde « tonsteine » wel scherp kunnen afwijken van de gewone Carboon-schiefers in hun macroscopisch uitzicht, wordt door de studie onder het microscoop en door de röntgenanalyses aangetoond dat het verschil tussen deze twee vastgeworden kleigesteenten uitsluitend ligt bij de aard van het kleimineraal. De

« tonsteine » bevatten nagenoeg uitsluitend **kaoliniet**, soms wormvormig uitgekristalliseerd, terwijl in de gewone Carboonschiefers kaoliniet, illiet en/of muscoviet voorkomen.

We beschouwen dan ook deze « tonsteine » als gewone *detrietische schiefers*, waar de kleimineralen de invloed ondergingen van een *zuur milieu*, gedurende een tijd lang genoeg om hun omzetting tot kaoliniet in de hand te werken.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TONSTEIN

ZUSAMMENFASSUNG.

Sieben Tonsteinbanken des Westfal C und eine Bank unmittelbar am Kopf des Westfal B sind gemeldet und beschrieben in Steinkohlenbergwerken der Steinkohlenbecken von Couchant de Mons, Centre und Kempen.

Es geht um Kristall-Tonsteine der Klassifikation von A. SCHÜLLER. Die petrographische Beschreibung und die röntgenographischen und chemischen Analysen weisen aus dass das Tonmineral praktisch ausschliesslich **Kaolinit** ist.

Obwohl die untersuchten Tonsteine, vom makroskopischen Standpunkt aus, und manchmal ganz klar (helle Farbe und massive Struktur), von den gewöhnlichen Kohlschiefern zu unterscheiden sind, zeigen die mikroskopischen und röntgenographischen Untersuchungen an dass die einzige Differenz zwischen diese zwei konsolidierten Tongesteinsformen sich aufhalt im dem Sein des Tonminerales: in den Tonsteinen finden wir fast nur **Kaolinit** (dieser ist stellenweise wurmförmig auskristallisiert); dagegen, in den gewöhnlichen Kohlschiefern findet man, nebst Kaolinit, Illit oder/und Muscovit.

Seitdem sehen wir die Tonsteine an für einen Karbonschiefers besonderen Fall. Ganz wie dieser Letzte ist es ein aus *Trümmern gebildete Gestein*, aber wovon die Tonminerale während ein genügend lange Zeit, den Einfluss von einer *wirklichen saueren Mitte* untergangen haben, derartig dass alle Tonbestände degradiert sind bis zum Kaolinitstadium.

ABSTRACT.

Seven beds of « tonstein » belonging to the Westphalian C and one bed in the Upper Westphalian B of the Couchant de Mons, Centre and Campine Coalfields are located and described.

Following A. SCHÜLLER's classification, the rocks are « Kristall-tonsteine ». The exclusive clay-mineral is **Kaolinite**.

Although a « tonstein » can often be distinguished macroscopically from the ordinary Westphalian shales, it appears from microscopical and X-ray data that the only difference between these indurated argillaceous rocks results from the exclusive presence of **kaolinite** (often as vermicular crystals) in the former, of kaolinite, illite and/or muscovite in the latter.

Therefore, the author considers the « tonsteine » as detrital shales, whose clay-minerals have all been degraded to kaolinite. This seems to be possible in an *acid environment*, providing the time is long enough.

A. — DÉFINITION D'UN TONSTEIN.

Étymologiquement, « tonstein » n'a d'autre signification que « roche argileuse ». En langue allemande le terme semble primitivement avoir une signification structurelle et serait employé pour désigner une roche argileuse consolidée et massive (gore, argilite, mudstone [?]) en opposition avec les roches fissiles (Schieferton ou Tonschiefer).

Dans la terminologie houillère, le terme « tonstein » a une acception un peu différente.

Nous citons ou résumons ci-dessous les caractères attribués aux tonstein par des auteurs qui récemment ont publié sur ce sujet.

Selon J. CHALARD ⁽¹⁾: « On sait, depuis les études de P. TERMIER, qu'il s'agit de minces bancs d'argile, caractérisés essentiellement par la présence d'un minéral particulier: la leverriérite ⁽²⁾. Pour l'identification d'un tonstein, si, dans certains cas exceptionnels, on peut observer à l'œil nu, en cassure fraîche, des cristaux vermiculés parfaitement reconnaissables, c'est essentiellement le microscope qui permet, dans le cas général, de caractériser la roche. »

P. GUTHÖRL ⁽³⁾ définit un tonstein par les caractères macroscopiques suivants:

couleur très variable : noire, gris noirâtre à noir brunâtre, gris brunâtre foncé à clair, beige et blanc,

cassure conchoïdale,

désagrégation parallépipédique lors de l'altération (Verwitterung),

la puissance des bancs de tonstein varie entre quelques centimètres et 1,40 m,

la base d'un banc de tonstein a toujours un caractère charbonneux (houille, houille sale ou schiste bitumineux),

au sommet on peut également trouver du charbon, mais généralement on n'y rencontre que des schistes, des schistes sableux ou des grès. Le passage du tonstein à la roche surincombante est toujours net,

⁽¹⁾ CHALARD, J., 1952 *b*, p. 73.

⁽²⁾ La constitution et même l'existence de la leverriérite ont été mises en doute par beaucoup d'auteurs. R. E. GRIM (1953, p. 39) propose de ne plus employer ce terme.

A. SCHÜLLER et H. GRASSMANN (1949, pp. 269-278) ont pu en déterminer l'existence comme espèce minérale distincte : $4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot (\text{K}, \text{Na})_2\text{O}$. Les auteurs signalent (voir p. 277) que le rapport $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ étant de 1 : 2, tout comme pour la kaolinite et la muscovite, ceci pourrait expliquer dans des cristaux complexes l'association de kaolinite et de leverriérite, telle qu'ils ont pu l'observer.

⁽³⁾ GUTHÖRL, P., 1952, p. 243.

le grain est extrêmement fin quand le pourcentage en Al_2O_3 est élevé, et finement psammitique ⁽¹⁾ (feinsandig), avec décroissance du pourcentage en Al_2O_3 (le pourcentage Al_2O_3 est le seul critère non macroscopique employé). Le pourcentage le plus élevé en Al_2O_3 semble être en rapport avec les tonstein de couleur foncée. Selon P. GUTHÖRL, ce pourcentage peut atteindre 40.

A. SCHÜLLER ⁽²⁾, d'après ses études personnelles et après avoir étudié la littérature au sujet des tonstein houillers, fait la distinction entre:

1. *Graupen-tonstein* (Graupe = orge perlée, gruaau, grêlon), composés essentiellement de sphérules de kaolinite isotrope, de dimensions variant de quelques dixièmes de millimètre à 5 cm; on y trouve quelques vermicules de kaolinite ou de leverriérite, et occasionnellement du quartz et d'autres minéraux.

2. *Kristall-tonstein*, composés d'amoncellement de cristaux vermiculaires ou lamellaires de kaolinite ou de leverriérite (ou de cristaux interpénétrés des deux) et de produits de désagrégation des micas.

Cette classification est adoptée et utilisée par K. HOEHNE ⁽³⁾ et M. et R. TEICHMÜLLER ⁽⁴⁾.

Egalement pour A. SCHÜLLER, la couleur des tonstein est généralement blanche ou gris clair, éventuellement noire. Les bancs de tonstein se trouvent souvent dans le mur ou comme banc intercalaire dans une couche de houille. Il y a passage continu du tonstein au charbon de la couche, en opposition avec les schistes et grès usuels où le passage est net.

Il semble bien que les anciens mineurs du bassin de Mons aient remarqué la nature spéciale des intercalations de tonstein et lui aient donné le nom de « gaillet » ou « gayet » ⁽⁵⁾. V. WATTEYNE signale en 1884 un gayet de 4 cm dans la couche Buisson du Charbonnage Grand-Buisson à Hornu ⁽⁶⁾.

Pour désigner le cannel coal le mot « jayet » fut employé. Par après, G. DEWALQUE ⁽⁷⁾ englobe dans l'acception de gayet également celle du cannel

(1) Psammitique au sens granulométrique.

(2) SCHÜLLER, A., 1951, p. 108.

(3) HOEHNE, K., 1951, p. 39. En 1954, pp. 22-23, celui-ci oppose des « kristallarme (pauvres en cristaux : critère microscopique), dichte (compacts : critère macroscopique) Tonsteine » à des « Gelgraupen-tonsteine » (Gel : critère génétique; Graupen : critère microscopique).

(4) TEICHMÜLLER, M. u. R., MEYER, H. u. WERNER, H., 1952, p. 726.

(5) V. BOUHY (1855), utilise souvent, sans les confondre, gaillet et gayet (communication personnelle de A. DELMER), sans donner malheureusement une définition ni de l'un, ni de l'autre terme.

(6) WATTEYNE, V., 1884, p. xcvi.

(7) DEWALQUE, G., 1893, p. civ.

coal, considérant le terme *gayet* comme le correspondant wallon du français « *jayet* » ou « *jais* ». Plus tard encore, X. STAINIER ⁽¹⁾ ne retient plus que l'acception de *cannel coal*, et le *gayet* de la couche Grand Buisson est désigné par lui comme du *cannel coal*, alors qu'il s'avère être un tonstein.

B. — LOCALISATION ET POSITION STRATIGRAPHIQUE DES TONSTEIN.

La présente publication ne traite que des sept niveaux de tonstein connus à ce jour dans le Westphalien C et d'un niveau de cette même roche au sommet immédiat du Westphalien B ⁽²⁾. Elle ne s'adresse par conséquent qu'aux bassins houillers du Couchant de Mons, du Centre et de la Campine, où le Westphalien C est en partie visible.

La figure 4 (voir p. 31) donne pour chacun de ces bassins la succession complète des niveaux qu'on a pu y trouver. Les corrélations des niveaux entre ces bassins, et l'extension latérale aux bassins houillers français et allemands sont basées sur des considérations qui sont exposées plus loin.

1. BASSIN DU COUCHANT DE MONS.

Au siège Sentinelle des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons, le Westphalien C est actuellement visible sur environ 850 m à partir de sa base constituée par l'horizon marin de Maurage (= Petit-Buisson = Rimbert = Aegir). Nous avons pu, à ce jour, y repérer six ⁽³⁾ niveaux de tonstein, se situant respectivement, en stampe normale, à environ 200, 300, 330, 540, 630 et 810 m au-dessus de cet horizon marin.

Le premier niveau se situe au toit de la couche **Soumillarde**. W. VAN LECKWIJCK ⁽⁴⁾ l'avait décrit comme une « roche gris-blanc, à plages brun clair, de rayure blanche, très finement et pauvrement micacée, à joints très bossués et inégaux ». Dans le travers-banc Nord à 775 m, ce banc de tonstein a une puissance variant de 6 à 10 cm. A sa base, au contact avec la couche, le tonstein est teinté de noir sur moins de 1 cm. Il y a passage brusque au schiste qui le surmonte.

⁽¹⁾ STAINIER, X., 1943, p. M 301.

⁽²⁾ Il en existe d'autres dans le Westphalien A; ils feront l'objet d'une communication ultérieure.

⁽³⁾ Un septième niveau, à 500 m sur Petit-Buisson, a été repéré aux Charbonnages du Levant et des Produits du Flénu.

⁽⁴⁾ VAN LECKWIJCK, W. et SCHEERE, J., 1951, p. 24.

Le niveau suivant se situe à environ 100 m plus haut, vers la base de la **Veine à Terre**, dont la composition dans ce même travers-bancs Nord à 775 m est la suivante:

	En mètres
Charbon	0,04
Cannel coal	0,02
Charbon	0,10
Schiste	0,04
Charbon	0,90
Charbon schisteux	0,30
<i>Tonstein</i>	0,08
Charbon	0,02

Le tonstein est de couleur noire (N1) à noir grisâtre (N2) ⁽¹⁾, de grain fin, massif, compact, à diaclases verticales assez serrées; sa rayure est blanche. Par endroits, il présente des fines intercalations de charbon.

Le troisième niveau de tonstein se présente 30 m plus haut (travers-bancs Nord à l'étage de 775 m), sous forme d'un intercalaire de 2 à 4 cm d'épaisseur, à peu près au milieu de la couche **Hanas** :

	En mètres
Charbon	0,35
<i>Tonstein</i>	0,02 à 0,04
Charbon	0,96

C'est un tonstein de couleur noire à noir brunâtre (5YR 2/1), de grain fin, lisse au toucher. Il présente peu de diaclases, et la rayure est gris brunâtre clair. Quelques fines straticules irrégulières de charbon le rendent un peu fissile.

Dans les travers-bancs Nord à 775 et 863 m, nous avons repéré un quatrième niveau de tonstein en intercalation de 2 à 5 cm dans la **Veine à Mouches** :

	En mètres
Charbon	0,10
Cannel coal	0,01
<i>Tonstein</i>	0,02
Schiste charbonneux	0,05
Schiste	0,02
Charbon	0,20

Cette veine se situe à 540 m au-dessus de l'horizon de Maurage. Le tonstein est de couleur noir grisâtre à noir brunâtre, légèrement fissile, et contient des restes de végétaux; sa rayure est blanche à grisâtre. Dans l'ensemble, il est assez variable.

⁽¹⁾ Rock Colour Chart (1948).

Le niveau suivant, d'une puissance de 6 cm, se situe à 0,50 m au toit de la couche **Horpe**, dans un schiste carbonneux, à 630 m de l'horizon marin de Maurage:

	En mètres
<i>Tonstein</i>	0,06
Schiste carbonneux	0,50
Charbon	0,60
Schiste argileux	0,08
Charbon	0,20
Schiste carbonneux	0,25

L'aspect macroscopique du tonstein est différent des précédents. Sa couleur est noir brunâtre (5YR 2/1); il est compact et massif, un peu rugueux au toucher, et sa cassure est finement grenue. Toutefois, la base en est noire, lisse et à cassure conchoïdale. Il ne présente pas de diaclases. Sa rayure est blanche.

Enfin, à 810 m de l'horizon de Maurage, le dernier niveau de tonstein repéré est intercalaire de la veine **Petit-Hornu** :

	En mètres
Charbon	1,10
<i>Tonstein</i>	0,02
Charbon	0,10
Schiste à radicelles	0,60
Charbon	0,17

Macroscopiquement il ressemble à la partie noir brunâtre du niveau précédent,

Au siège Saint-Antoine des mêmes Charbonnages, à environ 10 m sous l'horizon de Maurage, nous avons trouvé un tonstein dans la veinette sous la couche **Buisson**, qui constitue la couche sommet du Westphalien B. Voici la composition de cette couche et de la veinette sous-jacente au travers-bancs dans la méridienne du puits, à l'étage de 820 m:

	En mètres	
Charbon	0,65	= Couche Buisson
Schiste	2,50	
Charbon	0,05	
Schiste carbonneux	0,04	
Charbon	0,11	
<i>Tonstein</i>	0,02	
Charbon	0,16	

A 2,50 m au mur se trouve une deuxième veinette de 0,20 m, suivie d'une troisième de 0,50 m de charbon schisteux, à 2 m plus bas.

La couche Buisson se présente de façon analogue dans le travers-bancs Midi à 800 m couchant du puits.

Aux sièges Sentinelle et Alliance, ce complexe « Buisson » est actuellement inaccessible. Mais F. RACHENEUR ⁽¹⁾ signale un gaillet de 2 cm dans la couche Buisson, au travers-bancs de 733 m du puits n° 4 d'Alliance. La composition en matières volatiles de ce gaillet ⁽²⁾ semble indiquer qu'il s'agit bien du tonstein que nous avons trouvé à Saint-Antoine.

A remarquer que la couche Buisson est formée au siège Alliance par la réunion de Buisson et des deux veinettes inférieures signalées à Saint-Antoine. Cette dichotomie de la couche Buisson se représente à Hornu et Wasmes.

Le **Charbonnage du Grand-Hornu** est actuellement abandonné, et les travaux souterrains sont inaccessibles. Toutefois, à la suite de la lecture de la description faite par W. VAN LECKWIJCK du toit de la couche Soumillarde (voir p. 11), F. RACHENEUR a été frappé par l'analogie de position de cette roche particulière avec celle du toit de **Renard**. Aussi a-t-il eu l'amabilité de nous envoyer un lot d'échantillons du « caillou » situé à 6 m au toit de la veine Renard, en provenance du travers-bancs Nord à 272 m du siège n° 9 du Charbonnage du Grand-Hornu.

C'est le seul niveau de tonstein que nous possédons du Grand-Hornu; il se trouve à environ 200 m en stampe normale du niveau marin de Maurage. Son aspect macroscopique est bien celui du niveau de la veine Soumillarde. Toutefois sa puissance est d'environ 25 cm, et la partie noir grisâtre que nous signalions à la base du tonstein de Soumillarde s'étend au tiers inférieur du niveau.

Aux **Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes**, A. DELMER a pu retrouver le « gayet » que signalait V. WATTEYNE ⁽³⁾ dans la couche **Grand-Buisson** au siège Crachet, à une dizaine de mètres sous le niveau de Maurage.

Au siège n° 8, nous avons pu repérer ce niveau dans le travers-bancs Sud à 1.047 m, où il se trouve comme intercalaire de la couche **Buisson-Mur** :

	En mètres
Charbon	0,20
<i>Tonstein</i>	0,02
Charbon	0,57

La couche Grand-Buisson présente, au siège n° 8, une dichotomie qui mérite d'être signalée, car il semble bien y avoir une relation entre l'occurrence

⁽¹⁾ RACHENEUR, F., 1922, p. 347.

⁽²⁾ Id., p. 411.

⁽³⁾ WATTEYNE, V., 1884, p. xcvi.

des tonstein et la particularité qu'ont les couches de se subdiviser. Les plans des anciens travaux montrent qu'à l'étage de 752 m, la veine se présentait comme suit:

	En mètres
Charbon	0,20
Schiste	0,01
Charbon	0,20
Gaillet (<i>Tonstein</i>) ..	0,02
Charbon	0,57

A l'étage de 1074 m, l'intercalation schisteuse de 1 cm d'épaisseur est devenue un banc de schiste d'une puissance de 5 m, et la veine supérieure est nommée **Buisson-Toit**, tandis que la veine inférieure porte le nom de **Buisson-Mur**. Le tonstein a une couleur noire à noir grisâtre; il est de grain fin, à cassure lisse, et présente des diaclases assez serrées.

Aux puits n° 5 et 8, la couche **Renard** présente dans son toit, partout où les travaux souterrains la recourent, un niveau de tonstein fort similaire à celui de la veine Renard du Charbonnage du Grand-Hornu. F. RACHENEUR nous a envoyé de sa collection des échantillons en provenance du puits n° 8, étages de 607 et 752 m.

L'aspect particulier de ce tonstein n'avait pas manqué de retenir l'attention d'A. RENIER ⁽¹⁾, qui l'a signalé en ces termes : « **Renard** (Hornu et Wasmes, puits n° 4, étage de 608 m). — Schiste fin, rubané, avec, au bas, un lit de roche blanche, dense, dite « *banc de fer* », épais de 5 à 8 cm, séparé du charbon par du schiste avec végétaux flottés. C'est une sorte de « *gore* » blanc, comme on en connaît dans le bassin de Saint-Étienne ».

Au siège n° 5, à environ 120 m en stampe normale au-dessus de la couche Renard, la veine **Bleuze** (travers-bancs Nord, étage de 396 m) présente, en intercalaire dans sa partie supérieure, un niveau de tonstein avec une épaisseur de 7 cm. Voici la composition de la couche:

	En mètres
Charbon	0,10
<i>Tonstein</i> ⁽²⁾	0,07
Charbon	0,40
Schiste	0,02
Charbon	0,05
Schiste charbonneux	0,20
Charbon	0,20

L'aspect macroscopique du tonstein est assez caractéristique: couleur gris brunâtre (5YR 4/1), cassure conchoïdale, diaclases, rayure blanche.

⁽¹⁾ RENIER, A., 1926, p. 1806.

⁽²⁾ Ce tonstein avait été signalé en 1952 à A. DELMER par L. PRÉAT, alors étudiant à l'École des Mines de Mons.

Au siège n° 8 nous n'avons malheureusement pas eu l'occasion de retrouver ce niveau, car le seul travers-bancs Sud à 308 m, où les couches correspondantes sont encore visibles, est inaccessible à partir de la couche Carlier vers celles situées stratigraphiquement plus bas.

A quelque 30 m au-dessus de la couche Bleuze, nous retrouvons au siège n° 5 un nouveau niveau de tonstein dans la veine **Brêze** (travers-bancs Nord, étage de 396 m):

	En mètres
Charbon	0,40
<i>Tonstein</i>	0,06
Charbon	0,44

Au siège n° 8, le travers-bancs Sud à l'étage de 308 m recoupe la veine **Brêze**, qui y est fortement dérangée. Le niveau de tonstein y a une épaisseur anormalement petite variant de 2 à 4 cm.

Partout où les travaux souterrains recoupent la veine **Brêze**, le niveau intercalaire de tonstein est présent. C'est une roche de couleur noire à noir brunâtre (5YR 2/1), de grain fin, par endroits à cassure un peu esquilleuse, en d'autres à cassure conchoïdale et à toucher lisse. La rayure en est blanche, et il présente de fines straticules irrégulières de charbon.

Les **Charbonnages du Levant et des Produits du Flénu** offrent une stampe actuellement explorable allant de la base du Westphalien C jusque, et y comprise, la couche **Cossette**.

L. LAMBRECHT, géologue à notre Association, a pu en 1952, sur les indications de F. RACHENEUR, localiser et échantillonner au siège n° 14 un niveau de tonstein en intercalation entre les 2° et 3° veinettes sous la couche **Renard**, dans les travers-bancs Midi de 220 et 315 m. Ce niveau était déjà connu par A. DELMER.

Au siège Héribus, dans le contour Nord à 425 m, les deux veinettes et la couche **Renard** ne forment plus qu'une seule veine, dont voici la composition :

	En mètres
Charbon	0,19
Schiste noir	0,07
Charbon friable	0,52
Charbon	0,58
<i>Tonstein</i>	0,17
Charbon	0,22

Aux étages de 501 et de 651 m, la couche **Renard** et les layettes sous-jacentes sont également réunies; le niveau de tonstein y varie en épaisseur de 10 à 18 cm. La distance maximum séparant **Renard** et les veinettes est de 3,70 m au siège Héribus, et de 7 m aux sièges n°s 14 et 17.

Ce niveau de tonstein se trouve à environ 200 m en stampe normale au-dessus de l'horizon marin de Maurage. Son aspect macroscopique est nettement différent de celui des tonstein situés au même niveau dans les trois charbonnages précités. Sa couleur est par endroits noir grisâtre (N2), et en d'autres noir brunâtre (5YR 2/1), et sa cassure est légèrement esquilleuse. Toutefois, à sa base se présente une zone plus foncée, presque noire, au toucher lisse et à l'aspect porcellané. La rayure en est franchement blanche.

Toujours à l'étage de 425 m du siège Héribus, dans le travers-bancs Nord, on trouve un niveau de tonstein de 6 cm, intercalaire de la **Veine à Deux Laies** :

	En mètres
Charbon	0,02
<i>Tonstein</i>	0,06
Charbon	0,40

Son aspect macroscopique est fort similaire à celui de Veine à Terre (voir p. 12).

Ce tonstein, déjà connu et signalé par A. DELMER au siège n° 17, fut également repéré par L. LAMBRECHT à l'étage de 315 m du siège n° 14.

A 25 m en stampe normale au-dessus de la Veine à Deux Laies, nous trouvons un niveau de tonstein de 4 cm dans la couche **Brêze**, dont la composition dans le travers-bancs Nord à 425 m du siège Héribus est la suivante :

	En mètres
Charbon	0,05
<i>Tonstein</i>	0,04
Charbon	0,06
Schiste noir	0,01
Charbon	0,17
Schiste gris	0,01
Charbon	0,06
Schiste	0,35
Charbon	0,22

Ce niveau de tonstein se retrouve dans toute la concession. L'aspect macroscopique est similaire à celui de la veine Brêze de Hornu et Wasmès.

Au siège Héribus, à environ 500 m en stampe normale au-dessus de l'horizon marin de Maurage, la veine **Cossette** présente également un niveau de tonstein. A ce siège on donne le nom de Cossette à un complexe dont voici la composition :

	En mètres
Charbon	0,30
Schiste	0,10
Charbon	0,06
Schiste	0,12
Schiste charbonneux	0,02
Schiste de { mur toit	1,00

	En mètres
Charbon	0,06
Charbon schisteux	0,55
<i>Tonstein</i>	0,04
Charbon	0,04
Schiste de { mur toit	1,30
.....	
Charbon	0,12
Schiste	0,40
Charbon schisteux	0,16

Macroscopiquement, par sa couleur et sa texture, ce tonstein ressemble à du cannel coal. La rayure en est brun clair et légèrement brillante.

Au siège n° 17 des mêmes charbonnages, nous avons repéré le niveau de tonstein du sommet du Westphalien B au toit immédiat de la couche **Grand-Buisson**. Celle-ci est située à une distance variant de 3 à 7 m de la couche Petit-Buisson. Voici la composition de ces deux couches dans le travers-bancs Nord à l'étage de 850 m :

	En mètres	
Charbon	0,59	} Petit-Buisson
Schiste	0,11	
Charbon	0,19	
Schiste de { mur toit	5,00	
Schiste charbonneux	0,03	
<i>Tonstein</i>	0,02	
Charbon	0,42	} Grand-Buisson
Schiste	0,30	
Charbon	0,22	

Il présente le même aspect macroscopique que celui du tonstein de Hornu et Wasmes. La couleur en est toutefois légèrement plus claire.

Sondage Hensies-Pommerœul n° 41, dit du Ragoda.

A la profondeur de 771,50 m, au contact d'une veinette de 10 cm, A. DELMER signale une barre de tonstein de 6 cm d'épaisseur. Le mur de cette veinette est un schiste à plages de pseudo-oolithes. Le niveau stratigraphique en est inconnu, car le sondage traverse un complexe très dérangé tectoniquement. Cependant la flore avoisinante montre que ce niveau appartient au Westphalien C (zone à *Neuropteris tenuifolia* et *Linopteris obliqua*).

2. BASSIN DU CENTRE.

Dans le bassin houiller du Centre, les travaux souterrains du siège Beaulieu des Charbonnages de Bois du Luc, permettent à l'heure actuelle, l'exploration de la plus grande stampe du Westphalien C. Nous avons pu y localiser un niveau de tonstein, à 200 m au-dessus de l'horizon marin de Maurage. Dans le travers-bancs Nord de l'étage de 482 m, ce tonstein est puissant de 10 cm et se trouve au toit immédiat de la veinette de base d'un complexe de trois veinettes; il est séparé de la veinette médiane par un schiste noir grisâtre à radicules. Voici la composition de cet ensemble:

	En mètres
Charbon	0,05 à 0,08
Schiste noir grisâtre	0,15
Schiste à radicules	0,20
Schiste noir grisâtre	0,28
Charbon	0,10
Schiste à radicules	0,07
<i>Tonstein</i>	0,10
Charbon schisteux	0,28
Schiste charbonneux	0,55
Charbon	0,06

Ce complexe des trois veinettes ne porte pas de nom au siège Beaulieu; il est situé en stampe normale à 45 m au-dessus de la veine Hanas et à 25 m en dessous de la veine Braise (appellations locales).

C'est un tonstein de couleur brun jaunâtre pâle (10YR 6/2), la base étant un peu plus foncée. Une mince zone (0,5 cm) gris foncé, située à mi-hauteur, le partage en deux sur toute son étendue. L'aspect et le toucher grumeleux de ce tonstein sont expliqués par l'examen à la loupe, qui y révèle des sphérolithes. La rayure est gris jaunâtre. Il ne présente pas de diaclases nettes.

Un autre niveau de tonstein se situe à deux mètres sous l'horizon marin de Maurage. Il est en intercalation de 2 à 3 cm d'épaisseur dans la couche **Buisson**; à 1,50 m au toit de cette couche « Buisson » se trouve l'horizon de Maurage. Ce tonstein a le même aspect macroscopique que celui des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes.

Voici la composition de la couche dans le travers-bancs montant, partant du travers-bancs Midi à l'étage de 744 m :

	En mètres
Charbon	0,25
Schiste	0,25
Charbon	0,22
Schiste	0,07
Charbon	0,19
<i>Tonstein</i>	0,02
Charbon	0,03

Au siège Marie-José des **Charbonnages de Maurage**, la stampe accessible aux explorations ne dépasse pas, actuellement, la couche Baron Charles de Fierlandt. Celle-ci se trouve en stampe normale à 185 m de l'horizon marin de Maurage. Nous avons pu étudier, à l'étage de 475 m et dans une cheminée montante à 439 m, la succession des roches entre les veines Étienne et Baron Charles de Fierlandt. Aucun tonstein n'y fut trouvé. Il est donc probable que, s'il existe, le niveau correspondant à celui du siège Beaulieu se situe entre les couches Baron Charles de Fierlandt et Thérèse et/ou Inconnue.

Mais la couche **Sainte-Barbe**, dans le toit de laquelle se situe le niveau marin de Maurage, possède à sa base une intercalation de tonstein, d'une épaisseur de 2 cm. Voici la composition de la couche à l'étage de 555 m, telle qu'elle était à front de la taille exploitée en mars 1955 :

	En mètres
Charbon	0,55
<i>Tonstein</i>	0,02
Charbon	0,03
Charbon schisteux	0,08

Ses caractères macroscopiques sont identiques à ceux du tonstein de Beaulieu.

Il y a lieu de remarquer que dans les deux sièges du bassin du Centre les couches Petit-Buisson et Grand-Buisson (ou Buisson-Toit et Buisson-Mur) sont à nouveau réunies.

3. BASSIN DE CAMPINE.

Au récent **sondage n° 121**, exécuté à **Meeuwen**, quatre niveaux de tonstein ont été signalés par A. DELMER. Le premier se situe au sommet du Westphalien B, et se trouve au toit immédiat d'une veinette située à environ 7 m en dessous de la veine au toit de laquelle passe l'horizon marin de Maurage. Le niveau de tonstein y a une épaisseur de 3 cm. Le second banc signalé se situe à environ 150 m au-dessus de l'horizon marin de Maurage, en intercalation de 4 cm. A 65 m au-dessus de ce dernier niveau, le sondage a recoupé deux niveaux de tonstein dans des veinettes successives distantes entre elles de 6 m.

Au siège de Zwartberg du **Charbonnage Les Liégeois**, sur les indications de A. DELMER, M. DAENEN, géomètre-en-chef, a pu localiser dans la **veine G** le tonstein recoupé par le sondage n° 121. Continuant ses recherches, celui-ci a repéré un second niveau dans la **Veine H**, située à une dizaine de mètres plus

haut; ce qui porte à quatre le nombre de niveaux de tonstein du Westphalien C de Campine.

Dans ce même charbonnage, nous avons pu localiser le tonstein sous l'horizon de Maurage dans le travers-bancs Nord à l'étage de 840 m. Il s'y présente comme l'intercalaire (4 cm) inférieur de la veine située à 4 m sous la veinette de 0,12 m au toit de laquelle passe l'horizon marin.

En voici la composition :

	En mètres
Charbon schisteux	0,08
Schiste carbonneux	0,04
Charbon schisteux	0,06
Schiste	0,04
Charbon	0,02
Schiste carbonneux	0,04
Charbon	0,02
<i>Tonstein</i>	0,04
Charbon	0,08
Schiste de mur	0,30
Charbon schisteux	0,12

Nous avons examiné et reconnu comme tonstein des échantillons de roches du sondage n° 115 (Heider-Bos), profondeur de ~~642~~ m ⁽¹⁾. Selon A. DELMER, 634 qui avait attiré notre attention sur ce sondage n° 115, il s'agit du niveau de tonstein de la veine H du siège de Zwartberg.

Tous ces tonstein ont, à la couleur près, les mêmes caractéristiques macroscopiques: leur grain est fin, leur toucher est lisse, leur rayure est blanche. La couleur est foncée quand il s'agit d'un niveau intercalaire, et claire quand le niveau se trouve au toit immédiat.

Aux Charbonnages Limbourg-Meuse, siège d'Eisden, les travaux du 1^{er} travers-bancs Nord à 700 m atteignent en dernière extrémité l'horizon de Maurage. La quatrième veinette au-dessus de la couche n° 37, située à 15 m sous la veine Petit-Buisson, ne contient qu'un intercalaire silicieux, fort semblable en lame mince aux intercalations signalées par K. HOEHNE ⁽²⁾. Il est à remarquer que les roches stériles entre les deux couches correspondantes ⁽³⁾ des deux sièges d'Eisden et Zwartberg présentent des caractères nettement

(1) Collections de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, inventaire général n° 16.034.

(2) HOEHNE, K., 1954.

différents. En effet, à Zwartberg, la stampe stérile entre les deux couches est constituée de 4 m de schistes, argileux à la base et au sommet, et straticulés à mi-stampe. A Eisden, par contre, la stampe a une puissance triple à quadruple et est uniquement composée de grès à grain grossier, à ciment de kaolinite et à nette stratification croisée.

C. — CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE TONSTEIN ET ESSAI DE CORRÉLATION.

1. CARACTÉRISTIQUES D'ENSEMBLE.

Les tonstein des bassins belges étudiés par nous jusqu'à présent peuvent, tant du point de vue macroscopique que du point de vue microscopique, se ramener à deux types ⁽¹⁾ sensiblement distincts.

Macroscopiquement on distingue des tonstein de couleur claire, variant entre le gris jaunâtre (5Y 8/1), le gris légèrement brunâtre (5YR 6/1) et le brun pâle jaunâtre (10YR 6/2), et des tonstein de couleur foncée, allant du noir (N1) au noir grisâtre (N2) et au noir brunâtre (5YR 2/1).

Les tonstein clairs se trouvent au toit, au contact ou non, tandis que les tonstein foncés sont intercalaires ⁽²⁾. Il est à remarquer que cette variation de couleur peut s'observer pour un même niveau. L'exemple du tonstein de Grand-Buisson est frappant. De couleur foncée dans les bassins du Borinage, du Centre et de la Campine (Zwartberg), où il se présente en intercalation, il est de couleur claire là où il n'y a pas de charbon surincombant (sondage de Meeuwen).

Nous avons fait remarquer pour les tonstein clairs que ceux-ci présentaient généralement une partie plus foncée à la base. Le cas est typique pour le tonstein Renard de Grand-Hornu et Hornu et Wasmes, qui présente pratiquement deux zones d'égale importance: celle en contact avec le charbon étant foncée, l'autre étant claire. La partie foncée est beaucoup plus réduite pour le tonstein de la veine Soumillarde, mais elle n'en existe pas moins.

D'autre part, les tonstein foncés peuvent eux aussi présenter, à la base et au sommet, des zones plus ou moins épaisses d'une couleur nettement plus sombre. Sans la proximité du charbon, il est à présumer que tous les tonstein seraient de couleur claire. La couleur ne constitue donc pas un critère de corrél-

⁽¹⁾ Il est peut-être exagéré de parler de deux « types » distincts, alors que la suite montrera que la différence réside uniquement dans la couleur.

⁽²⁾ Signalons toutefois que V. WATTEYNE (1884) a observé dans le tonstein foncé de la couche Grand-Buisson une zone d'une étendue de 15 m suivant l'inclinaison et de 50 m suivant la direction, où le « gayet » présentait une alternance de lits foncés et de lits clairs, ces derniers pouvant atteindre 1 cm de puissance.

lation. Les deux types ont le plus souvent un aspect massif, compact et homogène (pélite ou psammite fin); la rayure laissée par la pointe d'acier est souvent franchement blanche ⁽¹⁾.

Une légère fissilité peut se produire par suite de fines intercalations charbonneuses. Des diaclases verticales ne sont pas rares. Quand celles-ci sont assez serrées, la cassure est esquilleuse; quand elles sont espacées, la cassure est généralement conchoïdale.

Sous le microscope, les deux types se reconnaissent assez aisément. Les lames minces des tonstein clairs présentent une masse de fond cryptocristalline grise (phylliteuse pour certains échantillons du tonstein Renard), que ce soit entre nicols parallèles ou croisés, tandis que les tonstein foncés montrent une masse de fond brune homogène, qui n'est toutefois pas amorphe, car entre nicols croisés on constate qu'elle est anisotrope, et que les extinctions se produisent simultanément dans toute la masse, ou d'une façon onduleuse.

Dans ces deux types de masse de fond, on aperçoit en pourcentages variables:

— des phénocristaux vermiculaires ou lamellaires, dont les plus grands sont longs de 1 à 2 mm et dont les plus petits sont à peine décelables aux forts grossissements (c'est par exemple le cas du tonstein de la veine Soumillarde). Ces vermicules ont des plans de clivage très rapprochés, perpendiculaires au sens de leur allongement.

Dans les types clairs, ces vermicules, entre nicols parallèles, sont incolores, à relief assez grand, et entre nicols croisés ont une biréfringence faible de couleur grise ($\pm 0,009$). Dans les types foncés, les vermicules peuvent être teintés de brun.

— des plages cryptocristallines, incolores en lumière parallèle, grises ($\pm 0,009$) entre nicols croisés. Ces plages passent insensiblement à la masse de fond ou s'en détachent nettement. Elles ne sont toutefois pas teintées de brun dans les types foncés. Souvent elles montrent un début de vermiculation. Les plages nous semblent être le stade intermédiaire entre la masse de fond, d'une part, et les vermicules, d'autre part.

Quant à la nature minéralogique de la masse de fond, des vermicules et des plages, des **analyses röntgenographiques** exécutées sur des échantillons de poudre pris au hasard dans les tonstein montrent qu'il s'agit toujours de **kaolinite** ⁽²⁾. Ces déterminations furent confirmées par des analyses **thermiques**.

⁽¹⁾ C'est cette caractéristique qui est pratiquement déterminante macroscopiquement. Les schistes argileux ont également une rayure blanchâtre, mais celle-ci est onctueuse à grasse, tandis que pour les tonstein elle est plutôt sèche. D'autre part, les gaillets légers, ou cannel coal, ont une rayure brune et brillante.

⁽²⁾ Une seule analyse (tonstein Renard de HORNU et WASMES, n° 5) révèle des traces d'illite.

— des grains de quartz, d'un degré d'arrondi de 0,1 à 0,3, d'un degré de sphéricité de 0,5 à 0,7 ⁽¹⁾.

Dans beaucoup de lames minces, l'analyse microscopique révèle en outre, en très faible pourcentage, des minéraux relativement petits, allongés, incolores, limpides, à biréfringence basse, à extinction droite, et dont le relief est supérieur à celui de la kaolinite. Il se pourrait qu'il s'agisse d'apatite ⁽²⁾.

Il faut en outre signaler que la kaolinite franchement cristalline peut se concentrer autour et entre les straticules et débris charbonneux. Elle montre les clivages transversaux, mais les bords longitudinaux épousent l'espace entre les straticules charbonneuses (voir pl. A, fig. 2).

En résumé, l'étude au microscope montre que ce sont donc des roches argileuses (*kaolinite* si nous faisons appel aux déterminations röntgenographiques) à vermicules de kaolinite en proportions variables et à minéraux détritiques, principalement des grains de quartz. Nous ajouterons que, d'après nos observations en lames minces, nous croyons que les vermicules de kaolinite sont nés *in situ*. Nous observons en effet le rebroussement de la masse de fond en contact avec les vermicules, de même que ceux-ci peuvent se repousser mutuellement quand ils se touchent. Ils repoussent même des substances charbonneuses. Il y a également des plages de kaolinite cryptocristalline nettement en voie de vermiculation. D'ailleurs on s'imagine difficilement une origine autre qu'authigène de ces vermicules. Les hasards d'un transport n'auraient certes pu leur conserver leur forme particulière, et une sédimentation détritique de gros et fins éléments de même poids spécifique aurait donné lieu à un classement différent de celui que nous observons.

Il s'agit, si nous classons ces roches selon SCHÜLLER ⁽³⁾, de *Kristall-tonstein*. Toutefois, en ce qui concerne les tonstein que nous avons étudiés, cette dénomination n'est guère satisfaisante. Les vermicules et lamelles de kaolinite ne sont en effet pas toujours nombreux. Nous pourrions dire, avec K. HOEHNE ⁽⁴⁾, que nous avons affaire à des *Kristallarme-tonstein*. D'autre part, pour A. SCHÜLLER, ces *Kristall-tonstein* (de même que les *Graupen-tonstein*) seraient des roches de formation biochimique, en opposition avec les roches argileuses détritiques, dont le type principal est le schiste ordinaire. Or nous croyons que les tonstein ne diffèrent, quant à leur mode de sédimentation, que de peu des schistes ordinaires (voir p. 33).

Le terme « *Kristall-tonstein* » dans ce texte indique donc une manière d'être de la kaolinite en vermicules et ne présume en rien d'un mode de genèse.

⁽¹⁾ SCHEERE, J., 1954, p. 12.

⁽²⁾ HOEHNE, 1954, p. 8.

⁽³⁾ SCHÜLLER, A., 1951, p. 108.

⁽⁴⁾ HOEHNE, K., 1954, pp. 22-23.

TABLEAU I.

DÉNOMINATION	Soumillarde	Renard			
		GRAND HORNU	HORNU ET WASMES		
PROVENANCE	UNIS OUEST MONS	(a)	(b)	(c)	(d)
NUMÉRO D'ANALYSE	183.774	182.925	182.921	182.922	182.924
P.F.	10,00	11,00	12,00	10,00	32,50
SiO ₂	60,70	60,00	54,00	64,72	42,60
Al ₂ O ₃	26,80	27,56	31,30	21,20	11,50
Fe ₂ O ₃	1,00	0,44	0,70	0,90	2,50
CaO	néant	néant	néant	0,83	8,80
MgO	néant	0,14	0,22	néant	0,31
Na ₂ O	1,10	0,60	1,41	1,17	1,17
K ₂ O	néant	0,80	néant	néant	néant
P ₂ O ₅	0,14	néant	néant	0,20	néant
SO ₃ (*)	néant	néant	néant	0,60	0,30
Total	99,74	100,54	99,63	99,62	99,68
CO ₂	2,40	3,30	néant	2,15	9,70
SiO ₂ libre (**)	23,60	20,00	10,00	27,00	23,00

(a) Puits n° 9, étage de 274 m, bouveau Nord; niveau 3, partie beige.
(b) Puits n° 8, étage de 607 m, à 150 m au Levant du puits n° 5; niveau 1, partie beige.
(c) Puits n° 8, étage de 752 m, à 150 m au Couchant du puits n° 5; niveau 2, partie claire.
(d) Puits n° 8, étage de 752 m, à 150 m au Couchant du puits n° 5; niveau 2", partie noir grisâtre.
(*) Soufre total exprimé en sulfates.
(**) L'absolue exactitude des résultats en silice libre n'est pas garantie ($\pm 2\%$).

Les analyses chimiques que nous donnons au tableau I ont été effectuées par l'Institut Meurice Chimie, de Bruxelles. Il s'agit du tonstein Renard de trois concessions du Borinage.

Le dosage de la silice libre et de l'anhydride carbonique, dont les chiffres en pourcentage figurent au bas du tableau, a été effectué ultérieurement aux opérations reprises au-dessus du double trait du même tableau.

Nous nous demandons si la difficulté de préciser la nature des carbonates n'est pas due à une certaine hétérogénéité des prises.

La moyenne de la somme des pourcentages des alcalis est sensiblement de 1,41, ce qui est conforme aux analyses citées par J. CHALARD ⁽¹⁾. A signaler toutefois que la soude domine la potasse, ce qui n'est généralement pas le cas.

Les rapports moléculaires $\text{SiO}_{2\text{combinée}} : \text{Al}_2\text{O}_3$ se rapprochent de 2,3 (excepté pour les analyses 182.922 et 182.924 où le rapport tend vers 3).

La comparaison des pertes au feu d'une partie claire et d'une partie sombre d'un même niveau (analyses 182.922 et 182.924) confirme le rôle joué par les matières carbonées dans la pigmentation foncée des tonstein.

TABLEAU II.

Provenance	Numéro d'analyse	SiO ₂ totale	SiO ₂ libre	SiO ₂ combinée	Al ₂ O ₃	SiO ₂ combinée : Al ₂ O ₃
Levant et Produits Flénu Veine Renard	397	47,99	5,25	42,74	35,76	2,03
Zwartberg Veine sous Horizon Maurage	410	45,43	1,18	44,25	40,60	1,85
Zwartberg Veine G	411	44,87	1,61	43,26	41,04	1,79
Zwartberg Veine H	412	46,64	2,88	43,76	37,90	1,96
Sondage n° 121 (Meeuwen) Profondeur 984,64 m	413	45,14	3,66	41,48	38,21	1,84
Sondage n° 121 (Meeuwen) Profondeur 992,40 m	414	47,23	3,52	43,71	39,40	1,88
Hornu et Waames, siège n° 5 Veine Brêze	415	44,49	1,02	43,47	40,57	1,82
Sondage Ragoda Profondeur 871,50 m	416	46,40	5,22	41,18	37,04	1,89

Analystes : R. VAN TASSEL et L. VAN STIPHOUT (1954) (*).

(*) Le dosage de la silice libre a été effectué selon la méthode MEURICE C. in MEURICE, A. et C., p. 292.

Les analyses chimiques partielles que nous donnons au tableau II ont été effectuées au laboratoire de Minéralogie et de Pétrographie de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. La première a encore trait au tonstein Renard des Charbonnages du Levant et des Produits du Flénu, tandis que pour les suivantes il s'agit d'autres niveaux. La moyenne des rapports moléculaires $\text{SiO}_{2\text{combinée}} : \text{Al}_2\text{O}_3$ de ces derniers y est sensiblement moindre et sa moyenne est de 1,85.

⁽¹⁾ CHALARD, J., 1952 a, p. 112.

2. ESSAI DE CORRÉLATION.

En vue de la corrélation des différents niveaux de tonstein pour un même bassin houiller, ou pour deux bassins limitrophes où des raccords latéraux existent, le critère le plus sûr est la distance verticale sensiblement constante les séparant d'un repère bien défini dans tout le bassin, tel l'horizon de Maurage.

a) **Le tonstein de Grand-Buisson.** — Dans certains cas, tel celui du tonstein de Grand-Buisson, le raccord latéral peut se faire sur des étendues beaucoup plus grandes. De par sa faible distance au mur de l'horizon de Maurage, il n'existe aucun doute quant à la corrélation absolue de ce niveau de bassin à bassin pour toute la Belgique.

Du type foncé dans les bassins du Couchant de Mons et du Centre, il présente les deux types en Campine. Sa puissance varie entre 2 et 4 cm. L'analyse microscopique révèle l'identité presque parfaite des types foncés, et on observe pour le type clair la même répartition des vermicules (nombreux), des plages de kaolinite (nombreuses) et du quartz (très rare) dans une masse de fond brune anisotrope.

Ces caractères macro- et microscopiques offrent une grande similitude avec celles données par A. BOUROZ, J. CHALARD et P. DOLLÉ ⁽¹⁾ pour le tonstein Viterbe, qui se trouve de même au sommet du Westphalien B. Ce tonstein semble donc s'étendre du Pas-de-Calais jusqu'en Campine, et pourrait vraisemblablement être raccordé à celui signalé dans la Ruhr par C. HAHNE ⁽²⁾.

Il faut remarquer également que P. PRUVOST ⁽³⁾ a observé un tonstein, bien caractérisé, du bassin houiller du Limbourg néerlandais, dans les carottes du sondage S.M. XL, à 507 m de profondeur. Ce tonstein de 0,08 m est intercalé entre une couche et son toit, qui constitue le schiste marin représentant l'horizon de Petit-Buisson.

Si le tonstein Viterbe — Grand-Buisson n'offre qu'un intérêt fort limité du point de vue de la synonymie des couches, de par sa faible distance sous l'horizon de Maurage, il n'en est pas moins vrai qu'il présente la confirmation de l'extension latérale prodigieuse que peuvent avoir ces minces bancs de tonstein.

b) **Le tonstein Renard du bassin houiller du Couchant de Mons.** — D'après leur distance verticale d'environ 200 m au-dessus de l'horizon de Maurage, les niveaux de tonstein localisés dans les différents sièges conduisent à la synonymie suivante:

Soumillarde	Renard	Renard	Renard et les deux veinettes sous Renard
Unis de l'Ouest de Mons	Grand Hornu	Hornu et Wasmes	Levant et Produits du Flénu

⁽¹⁾ BOUROZ, A., CHALARD, J. et DOLLÉ, P., 1954, pp. 120-122.

⁽²⁾ HAHNE, C., *in* HOEHNE, K., 1954.

⁽³⁾ PRUVOST, P., 1934, p. 26 (note infrapaginale).

A l'opposé du tonstein de Grand-Buisson, celui de Renard offre dans le massif du Borinage des différences assez sensibles d'un charbonnage à l'autre. Sa puissance varie de 6 à 25 cm. Intercalé dans le charbon à l'Est, on le trouve au toit immédiat à Hornu et Wasmes, à 6 m au toit au Grand-Hornu, et à nouveau au contact à l'Ouest. Sa couleur est foncée à l'Est, bicolore (zone supérieure claire, zone inférieure foncée) au centre du bassin, claire à l'Ouest.

Au microscope, on constate une nette différence entre le tonstein des charbonnages du Levant et Produits du Flénu et le niveau correspondant des autres charbonnages. Si l'image microscopique du tonstein du Levant et des Produits du Flénu peut être qualifié de « normale » (vermicules, plages et peu de quartz détritique dans la masse de fond homogène et anisotrope), les niveaux correspondants des autres charbonnages plus à l'Ouest montrent une masse de fond cryptocristalline phylliteuse, pas ou peu de phénocristaux de kaolinite, de fort petite taille d'ailleurs, et beaucoup de grains de quartz détritique.

Les analyses chimiques confirment cette dernière observation. Le pourcentage en silice libre au Levant et Produits du Flénu est de 5,25, alors qu'il varie de 10 à 27 dans les charbonnages situés plus à l'Ouest (voir tableaux I et II).

Le tonstein des Charbonnages de Bois du Luc du bassin houiller du Centre constitue vraisemblablement l'extension latérale du niveau Renard. Macroscopiquement il diffère des précédents par son aspect grumeleux; microscopiquement on y voit, outre les vermicules qui y ont des dimensions nettement supérieures, les plages et les grains de quartz, des sphérolithes carbonatés (voir pl. III, fig. 10). Ceux-ci d'ailleurs sont responsables de l'aspect grumeleux.

Les variations latérales multiples que présente ce tonstein Renard montrent en suffisance la difficulté de corrélation sur des bases pétrographiques.

J. CHALARD ⁽¹⁾ a déjà suggéré de raccorder le tonstein Renard à celui de la veine 4bis du siège Cuvinot dans le bassin houiller français du Nord. L'aspect macroscopique du tonstein de Soumillarde et de Renard de Hornu et Wasmes rappelle indubitablement celui de la veine 4bis ⁽²⁾.

En automne 1952, après la lecture d'un autre travail de J. CHALARD sur les tonstein du Nord de la France, publié dans les comptes rendus du 3^e Congrès du Carbonifère tenu à Heerlen ⁽³⁾, F. RACHENEUR, bien que non encore informé de ce projet de raccord, était arrivé indépendamment à la même conclusion.

Récemment A. BOUROS, J. CHALARD et P. DOLLÉ ont trouvé l'extension du niveau de tonstein de la veine 4bis du bassin du Pas-de-Calais, et ils l'ont baptisé « Constance » pour l'ensemble des bassins houillers du Nord français ⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ CHALARD, J., 1952 a (publié en juin 1952, pour l'année 1951), fig. 2, p. 121.

⁽²⁾ Comparer les descriptions J. CHALARD (p. 113, dans la publication précitée) et la description de W. VAN LECKWIJCK (voir p. 11 de la présente publication).

⁽³⁾ CHALARD, J., 1952 b.

⁽⁴⁾ BOUROS, A., CHALARD, J. et DOLLÉ, P. 1954.

Ces auteurs ont de même signalé les aspects variés du tonstein « Constance » et la présence de quartz détritique en quantité nettement plus grande que dans les autres tonstein ⁽¹⁾.

Nous croyons également que cette corrélation peut se faire avec le tonstein Constance, sur la base précisément de ces caractéristiques assez hétérogènes. Et comme le disent fort bien les auteurs précités ⁽²⁾, malgré ces aspects multiples, « c'est celui que nous avons retrouvé le plus facilement sur toute l'étendue du bassin ». Nous aurions donc comme synonymie:

Tonstein Constance	=	Tonstein Renard	
Pas-de-Calais et Bassin du Nord français			
		Borinage et Centre belges	

Malgré la grande tentation de corrélation qu'offre la présence de plusieurs niveaux de tonstein dans le bassin de Campine, il nous semble qu'un essai de ce genre est prématuré. Nous en reparlons plus loin (voir p. 31).

c) **Les tonstein de Veine à Deux Laies et de Brêze.** — Dans le bassin houiller du Couchant de Mons, nous raccordons les deux niveaux précités comme indiqué ci-dessous:

Hanas	=	Brêze	=	Brêze
Veine à Terre	=	Bleuze	=	Veine à Deux Laies
Unis de l'Ouest de Mons				
		Hornu et Wasmes		Levant et Produits du Flénu

Il n'y a pas de distinction de couleur entre ces niveaux. Ces tonstein sont tous foncés, mais avec de légères différences de teintes se croisant d'ailleurs d'un niveau à l'autre. L'épaisseur du tonstein de Veine à Deux Laies reste comprise d'une manière constante entre 6 et 8 cm, tandis que celle du niveau de Brêze ne dépasse jamais 4 cm. Le tonstein de Brêze est fissile par suite de strates charbonneuses dans sa masse, tandis que celui de Veine à Deux Laies est massif.

Il ne semble pas y avoir une différence sensible en lame mince, si ce n'est que les vermicules dans l'ensemble sont légèrement plus grands pour le niveau de Brêze. Mais ce caractère est bien fragile. Il n'y a donc pour différencier les deux niveaux dans le bassin houiller du Couchant de Mons que la différence d'épaisseur et la fissilité du niveau de Brêze.

⁽¹⁾ BOUROZ, A., CHALARD, J. et DOLLÉ, P., 1954, p. 119.

⁽²⁾ Id., p. 120.

Si nous comparons ces tonstein aux deux niveaux français **Florence** et **Hermance** occupant une situation stratigraphiquement équivalente, le caractère de l'épaisseur à Valenciennes semble le seul à permettre le raccord. La distance entre les deux niveaux français passerait de 15 à 30 m en Belgique. Néanmoins nous croyons pouvoir accepter cette extension latérale, et nous aurions donc:

Tonstein Hermance	=	Tonstein Hanas et Brêze
Tonstein Florence	=	Tonstein Veine à Terre, Bleuze, Veine à Deux Laies

Pas-de-Calais
et
Bassin du Nord français

Borinage belge

d) Les tonstein situés stratigraphiquement plus haut que **Hanas — Brêze**. — Il existe ensuite dans le bassin houiller du Couchant de Mons quatre tonstein (cinq si celui du Ragoda ne correspond pas à un des précédents) (voir fig. 4) dont nous n'avons pas pu établir la continuité latérale, par suite de l'inaccessibilité des stampes situées stratigraphiquement plus haut que la veine Cossette aux Charbonnages du Levant et des Produits du Flénu, et probablement par suite de leur non-existence au siège n° 8 des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes. Cette hypothèse doit être envisagée également pour le niveau correspondant du tonstein Cossette au siège Sentinelle des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons. Nous tenons à signaler que les stampes stériles entre les veines ne sont pas toujours entièrement visibles. Si le tonstein se trouve dans le haut toit, il est probable qu'il nous a échappé.

D'autre part, notre matériel d'étude n'est pas assez abondant pour permettre une comparaison fructueuse avec les niveaux français. Nous avons cru à un moment donné pouvoir raccorder le tonstein du Ragoda au tonstein **Maurice**, qui tous deux offrent en lame mince des ressemblances indéniables ⁽¹⁾: présence de sphérolithes de sidérite, masse de fond foncée, rare quartz détritique, de même que la présence d'un mur à sphérolithes sous les deux veines contenant ces tonstein. Dans la suite, nos explorations nous ont montré que les sphérolithes étaient légion tant au mur qu'au toit, et même comme niveaux intercalaires des couches. Nous en avons d'ailleurs signalés également dans le tonstein Renard du bassin houiller du Centre.

Les aspects macroscopiques et microscopiques des tonstein de **Horpe** et du sondage de **Ragoda** sont fort semblables. Mais la flore à *Linopteris obliqua* n'apparaît qu'à hauteur de la couche Grande Morette ⁽²⁾ située stratigraphiquement plus haut que la couche Horpe.

⁽¹⁾ BOUROZ, A., CHALARD, J. et DOLLÉ, P., 1954, p. 110.

⁽²⁾ LYKIARDOPOULO, N., 1938, p. 4; VAN LECKWICK, W. et SCHEERE, J., 1951, p. 37.

RÉPARTITION DES TONSTEIN DU WESTPHALIEN C
 ET DU SOMMET DU WESTPHALIEN B
 POUR LA BELGIQUE ET LES PAYS VOISINS

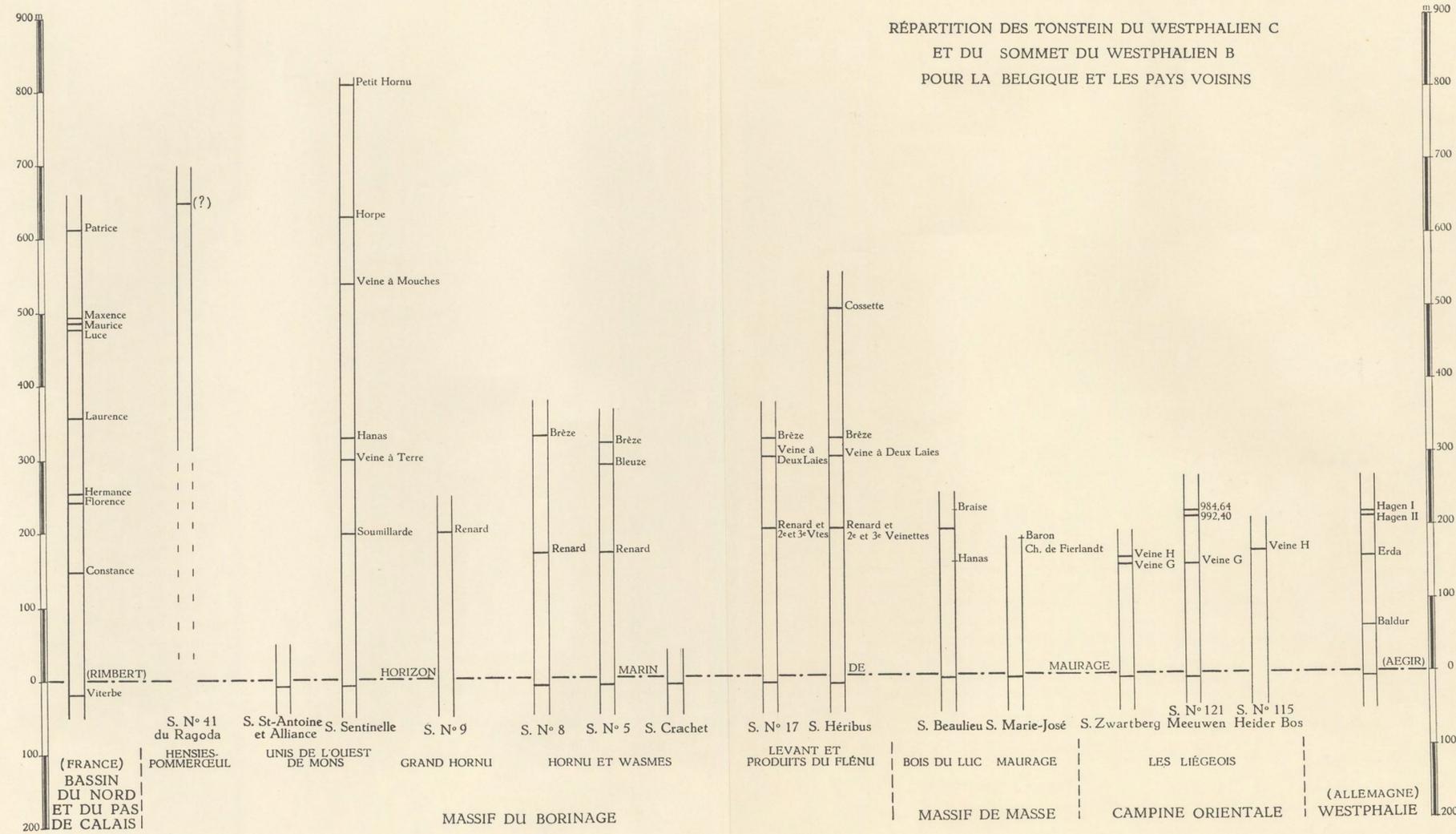


FIG. 4.

On pourrait, d'autre part, être tenté de raccorder le tonstein **Patrice** au tonstein de **Horpe**. Les caractères macroscopiques du tonstein **Patrice** ⁽¹⁾ (schiste très foncé, lité, charbonneux, d'identification difficile à l'œil nu) sont fort différents de ceux de **Horpe**. Par contre, les caractères microscopiques sont à peu près les mêmes ⁽²⁾.

e) **Les tonstein de la Campine orientale.** — Nous avons déjà dit que les caractères macroscopiques n'offraient guère de différence, ni latéralement ni verticalement, si ce n'est que la couleur, mais celle-ci ne dépend que de la situation du tonstein vis-à-vis de la couche de charbon. Au microscope, les tonstein des veines **G** et **H** sont semblables. Le doublet de niveaux situés plus haut présente également la même image en lame mince. La taille des vermicules de ces deux derniers est un peu plus grande que celle des deux premiers.

Il est probable que les deux niveaux supérieurs se raccordent vers l'Est aux niveaux des veines **Hagen I** et **Hagen II** de Westphalie, et qu'un des tonstein des veines **G** ou **H** corresponde au tonstein de la veine **Erda**.

CONDITIONS DE GENÈSE ET ORIGINE DES TONSTEIN.

Les auteurs qui ont étudié les tonstein ont, pour en déterminer l'origine ou les conditions particulières de leur formation, interprété leurs observations de façon très différente.

P. PRUVOST ⁽³⁾ propose, pour les tonstein de la Sarre, le schéma classique d'une chaîne granitique s'altérant en arènes riches en kaolin; les particules fines de kaolin sont reprises par les eaux de ruissellement lors de la subsidence d'un bassin de sédimentation houillère et y déposées. Dans la masse de ce dépôt kaolinique, des cristallisations secondaires peuvent se produire.

Cette hypothèse est adoptée par **J. CHALARD** ⁽⁴⁾ pour les tonstein du Nord de la France. Cet auteur appuie son argumentation sur l'existence probable — au cours du Westphalien — d'affleurements de granite ou de roches cristallophyl-liennes non loin du bassin houiller, prouvée par la présence de blocs de granite ou de gneiss dans certaines couches de houille du Westphalien et de galets analogues dans le poudingue d'Édouard.

E. STACH ⁽⁵⁾, à la suite de **O. STUTZER** ⁽⁶⁾, est le principal défenseur d'une

⁽¹⁾ **BOUROZ**, A., **CHALARD**, J. et **DOLLÉ**, P., 1954, p. 103.

⁽²⁾ *Id.*, pp. 103-104.

⁽³⁾ **PRUVOST**, P., 1934.

⁽⁴⁾ **CHALARD**, J., 1952 *b*, p. 76.

⁽⁵⁾ **STACH**, E., 1950.

⁽⁶⁾ **STUTZER**, O., 1931.

origine volcanique des tonstein, considérés par cet auteur comme le produit de la sédimentation d'une pluie de cendres kaoliniques ou kaolinisées. Leur extension latérale très grande, ensuite la présence dans la masse de ceux-ci de verres volcaniques, de cristaux pseudomorphosés de kaolinite d'après des feldspaths, d'éclats allongés de quartz et de quelques cristaux de zircon sont les principaux arguments militant en faveur de cette hypothèse.

Dans un même ordre d'idées, M. PETRASCHECK et W. HARTUNG ⁽¹⁾ considèrent les tonstein comme des tufs volcaniques kaolinisés, et pour M. T. MACKOWSKY ⁽²⁾ ce sont des laves vitreuses.

Les arguments de E. STACH et W. PETRASCHECK sont fortement battus en brèche par A. SCHÜLLER ⁽³⁾ et K. HOEHNE ⁽⁴⁾, pour qui les tonstein sont des sédiments chimiques ou biochimiques, trouvant leur origine dans des solutions aqueuses ou des gels riches en alumine et qui se seraient déposés sur place dans la tourbière carbonifère.

M. et R. TEICHMÜLLER ⁽⁵⁾ n'admettent pas non plus l'origine volcanique des tonstein. Leurs propres observations conduisent aux résultats suivants :

a) les tonstein, associés presque toujours à des cannel coals ou à des durains riches en spores, font conclure à un facies subaquatique des tonstein, celui-ci pouvant expliquer leur grande extension latérale.

b) l'interférence des vermicules et cristaux de kaolinite se repoussant mutuellement ou repoussant des substances carbonneuses est preuve de la formation *in situ* de ces vermicules et cristaux (formation déjà postulée par P. TERMIER ⁽⁶⁾).

Les échantillons et les lames minces que nous avons examinés ne donnent non plus le moindre indice d'une origine volcanique. Par contre, la comparaison des lames de schistes argileux houillers ordinaires et des lames minces des tonstein (abstraction faite des phénocristaux secondaires de kaolinite) conduit à les considérer fort semblables. La distribution des grains de quartz est pratiquement identique dans toutes ces roches. Or les schistes ordinaires sont des roches détritiques.

La présence sporadique de zircon dans les deux types de roches n'est nullement extraordinaire pour qui connaît la résistance de ce minéral à toute altéra-

⁽¹⁾ PETRASCHECK, W., 1942 et 1952; HARTUNG, W., 1942.

⁽²⁾ MACROWSKY, M. Th., 1947.

⁽³⁾ SCHÜLLER, A., 1951.

⁽⁴⁾ HOEHNE, K., 1951.

⁽⁵⁾ TEICHMÜLLER, M. und R., MEYER, H. und WERNER, H., 1952.

⁽⁶⁾ TERMIER, P., 1923, p. 45.

tion chimique. Nous avons pu également observer le repoussement de matières charbonneuses par la kaolinite (pl. A, fig. 2) et avons dit que les vermicules étaient secondaires (*in situ*) (voir p. 24).

Les tonstein examinés ne constituent donc qu'un type particulier de *roches argileuses sédimentaires détritiques*, dans lesquelles le minéral d'argile est quasi exclusivement la *kaolinite*. Celle-ci se trouve être le siège d'une cristallisation après dépôt, et dans la masse de kaolinite des vermicules se forment.

La succession verticale du bas vers le haut des roches stériles entre deux veines de houille, pour le Westphalien de l'Europe nord-occidentale, peut se ramener schématiquement aux termes lithologiques suivants :

couche de houille,
schiste, schiste sableux, grès, schiste sableux, schiste,
couche de houille.

Une étude pétrographique des roches stériles de la zone de Genk (Westphalien A supérieur) des charbonnages de Helchteren et Zolder (Gisement de la Campine) ⁽¹⁾ nous a permis de préciser la composition qualitative — et grossièrement quantitative — des minéraux d'argile des roches figurant dans cette succession : « Elles sont constituées, en ce qui concerne les minéraux d'argile, par de la *kaolinite* et des minéraux du type mica : *illite* principalement et *muscovite*. La muscovite ne doit pas être confondue avec la muscovite détritique, visible macroscopiquement. Il s'agit du minéral d'argile bâti sur le type mica.

« Tantôt l'illite est prédominante sur la kaolinite, tantôt la kaolinite sur l'illite. Il semble que la kaolinite ait généralement la prépondérance sur l'illite dans les roches argileuses de toit. La muscovite peut remplacer l'illite dans les roches des bas-murs; toutefois, dans celles-ci, la kaolinite peut également prédominer. »

Dans cette succession verticale, le tonstein peut se trouver :

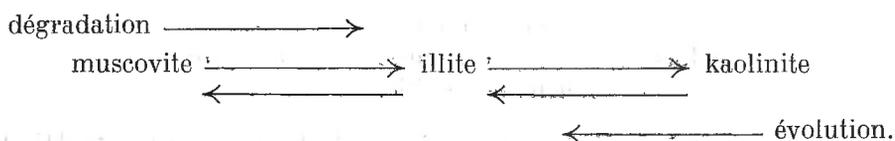
- a) au toit immédiat d'une veine de houille,
- b) dans le haut-toit (rarement),
- c) intercalé dans une veine (ce qui semble le cas le plus fréquent); il figure alors à lui seul à échelle fortement réduite la succession complète des roches stériles.

Ainsi posé, le problème des tonstein n'est dès lors qu'un problème particulier où, par ses minéraux d'argile, un des termes lithologiques du cyclothème houiller devient exclusivement *kaolinitique*. Sa solution et en particulier la découverte du mode de leur formation n'en deviennent pas pour cela plus simples, car les conditions de genèse des minéraux d'argile semblent fort complexes, et à ce jour insuffisamment connues.

⁽¹⁾ SCHEERE, J., 1954, p. 18.

Contrairement à ce qu'on a cru longtemps, et à ce qu'on trouve encore écrit dans des livres d'enseignement actuels, les minéraux d'argile ne sont nullement stables, mais bien au contraire ils portent l'empreinte du milieu dans lequel ceux-ci ont été formés. *Ils ne sont pas non plus uniquement détritiques et allogènes, mais au moins en partie authigènes* ⁽¹⁾, et les conditions qui ont présidé à leur genèse sont aussi celles qui déterminent leur stabilité : « *si en effet elles viennent à changer, le minéral argileux réagit avec son nouveau milieu; il évolue ou se dégrade* » ⁽²⁾.

Pour les besoins de cette étude, une chaîne normale d'évolution et de dégradation peut se représenter comme suit :



Dans un remarquable travail d'analyse très serrée, G. MILLOT ⁽³⁾ a vérifié, pour des roches argileuses sédimentaires dont les conditions de sédimentation étaient nettement définies, « jusqu'à quel point des minéraux ou groupes de minéraux argileux caractérisent ces différents milieux de sédimentation ». Et synthétisant ces analyses, ainsi que les résultats d'autres chercheurs (GRIM, CORRENS, NAGELSCHMIDT et al., voir bibliographie détaillée in MILLOT, 1949), il résume ses conclusions au sujet de la genèse des minéraux d'argile de la manière suivante ⁽⁴⁾ :

1. *La sédimentation argileuse est différente avec les différentes conditions de sédimentation.*

2. Il y a remaniement dans le bassin de sédimentation d'un matériel importé ou hérité par celui-ci.

3. Les équilibres physico-chimiques du milieu conditionnent la nature de la *phase argileuse* néoformée.

Aucun des facteurs de ces équilibres physico-chimiques n'est indépendant. La variation de chacun d'eux modifie les autres avec l'équilibre lui-même, ainsi que la néoformation qui y est stable. Cependant on voit se dessiner les règles suivantes :

1. Parmi les facteurs de l'équilibre physico-chimique du milieu, un rôle prépondérant semble joué par la présence ou l'absence de cations, ainsi que par leur nature.

⁽¹⁾ MILLOT, G., 1949, p. 276.

⁽²⁾ MILLOT, G., p. 291.

⁽³⁾ ID.

⁽⁴⁾ ID., p. 304.

2. La présence ou l'absence, ainsi que la nature des cations sont réglées par leur solubilité dans les eaux du milieu de sédimentation (ex. : eaux carboniques), par la vitesse du renouvellement de ces eaux (ex. : grand lessivage), ou par la qualité des fermentations qui se développent dans le milieu (ex. : bactéries sulfureuses).

3. L'absence de cations, qui correspond à un pH *acide du milieu*, détermine la formation d'un minéral néoformé riche en alumine du type *kaolinite*.

4. La présence de cations bivalents, qui rendent le milieu basique et provoquent l'élimination de l'alumine des solutions, détermine la néoformation d'un minéral riche en *silice du type mica*.

Le milieu de sédimentation des roches houillères est peu connu dans le détail; mais dans les grandes lignes on est généralement d'accord que les forêts charbonnières de nos bassins paralliques couvraient d'immenses étendues sans dénivellations notables, situées sensiblement au niveau de la mer. Les grandes forêts se transforment en tourbières partiellement ou totalement inondées par des eaux pratiquement *immobiles*, où l'oxygène ne se renouvelle pas.

Dans ces bassins se produit initialement une sédimentation essentiellement argileuse. Pour celle-ci, nous pouvons admettre la prédominance des minéraux du type illite⁽¹⁾ sur la partie arrivant sous la forme colloïdale ou en solution vraie. Des acides humiques se forment par suite de la conservation de détritiques de végétaux; de l'acide sulfhydrique prend naissance; les cations éventuels entrent en solution et, si elle n'existait déjà (dans le cas précisément admis par P. PRUVOST et M. et R. TEICHMÜLLER), **la kaolinite va s'organiser**. Si les conditions deviennent franchement acides et le restent pour un temps suffisamment long⁽²⁾, tous les cations vont entrer en solution et la kaolinite deviendra prédominante, voire le seul minéral argileux⁽²⁾.

Ces conditions acides extrêmes se sont certainement réalisées pour les tonstein intercalaires et pour ceux du toit immédiat. L'étonnant, dès lors, est de constater que la plupart des schistes de toit et des schistes intercalaires sont encore illitiques. Cette constatation semble montrer que la dégradation illite-kaolinite ne se produit pratiquement plus après le dépôt de la couche sus-jacente. Car dans le cas des schistes intercalaires, il y a là un milieu fossile idéalement acide. C'est donc bien le milieu sédimentaire qui détermine les néoformations

(1) De loin le constituant argileux le plus important et le plus fréquent des roches sédimentaires et des produits d'altération des roches endogènes, et également dans les mers.

(2) Dans les Polders, il résulte d'études faites pour la Carte pédologique de Belgique qu'on peut compter 1.000 ans pour la transformation de muscovite → illite → kaolinite. (Communication personnelle du Prof^r W. DEKEYSER.)

argileuses. Et pour que tous les minéraux d'argile hérités par le milieu acide deviennent kaoliniques, il faut, dans cet agencement complexe de facteurs physico-chimiques, indiscutablement un temps suffisamment long.

Enfin, la prodigieuse extension latérale de certains niveaux de tonstein (cf. Viterbe — Grand-Buisson) semble indiquer une sédimentation détritique et simultanée sur une étendue considérable, englobant les bassins du Nord de la France, de la Belgique et de l'Allemagne occidentale, et des conditions de milieu pratiquement uniformes pour ces bassins.

Ce qui précède montre en suffisance que la kaolinite des tonstein ne doit pas nécessairement fournir d'indications utiles quant à la roche-origine. Si pour les tonstein, comme pour toutes les roches sédimentaires de granulométrie fine, on est ramené en ultime ressource aux massifs de roches ignées, celles-ci ne doivent pas être supposées granitiques (*sensu* sialiques) comme le font P. PRUVOST et M. et R. TEICHMÜLLER. La logique des minéraux d'argile peut également s'accommoder de massifs de roches ignées mafiques, à silicates ferromagnésiens prédominants. Les différents milieux intermédiaires, par les variations des conditions physico-chimiques qui y règnent, vont façonner les apports argileux.

LISTE DES TRAVAUX CITÉS.

- BOUHY, V., 1855, *De la houille et, en particulier, des diverses espèces de houilles exploitées au Couchant de Mons, en Hainaut (Belgique)*. (Mém. Soc. Sci. Hainaut, 2^e série, t. III, pp. 85-479.)
- BOUROZ, A., CHALARD, J. et DOLLÉ, P., 1954, *Extension géographique et valeur stratigraphique des niveaux de tonstein du Bassin houiller du Nord de la France*. [Ann. Soc. géol. Nord, Lille, t. LXXIII (1953), pp. 98-141, 11 fig., pl. III et III^{bis}.]
- CHALARD, J., 1952 a, *Les tonstein du Bassin houiller du Nord de la France dans la région de Valenciennes*. [Ann. Soc. géol. Nord, Lille, t. LXXI (1951), pp. 110-123, 2 fig., pl. IX-X.]
- 1952 b, *Tonstein du Bassin houiller du Nord de la France*. (C. R. III^e Congr. Strat. et Géol. carbonif. Heerlen 1951, Maestricht, t. I, pp. 73-77, 1 fig., pl. 3.)
- DEWALQUE, G., 1893, *Sur le gayet*. [Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. XX (1892-1893), pp. CIV-CV.]
- GRIM, R. E., 1953, *Clay Mineralogy*. (New-York and London, McGraw-Hill Book Co.)
- GUTHÖRL, P., 1952, *Die Tonsteine des saar-lothringischen Karbons und ihre stratigraphische Bedeutung*. [C. R. III^e Congr. Strat. et Géol. carbonif. Heerlen 1951, Maestricht, t. I, pp. 243-250, 1 tab., 6 fig. pl. 14 (fig. 1-2).]
- HARTUNG, W., 1942, *Feuerfeste Tone als Flözmittel in ober-schlesischen Steinkohlengebirgen, ihre Entstehung und stratigraphische Bedeutung*. (Jb. Reichsst. Bodenforsch., Bd 63, S. 430-467.)
- HOEHNE, K., 1951, *Auffindung neuer Tonsteinlagen im rheinisch-westfälischen Steinkohlengebiet und ihre Bedeutung für eine einheitliche Flözbezeichnung des Ruhrkarbons*. (Decheniana, Bonn. Bd 105-106, S. 33-48, 49 text-abb., Taf. I-XXVI, Zahlentaf. I-III.)
- *Auffindung strukturzeigender Siderithölzer in Flözen der mittleren Fettkohlensowie der unteren Gasflammkohlen-gruppe Westfalens*. (Glückauf, Essen, Jahrg. 87, Heft 41-42, S. 977-983, 17 text-abb.)
- 1954, *Zur Ausbildung und genese der Kohlen tonsteine im Ruhrkarbon*. (Chem. d. Erde, Jena, Bd 17, Heft 1, S. 6-28, 3 Taf.)
- VAN LECKWICK, W. et SCHEERE, J., 1951, *Étude géologique du Bassin houiller de Mons. Lithologie, Flore et Faune du Westphalien C dans la partie occidentale du massif du Borinage*. (Publ. Ass. Étud. Paléont., Bruxelles, n° 10, 58 p., 2 pl.)
- LYKIARDOPOULO, N., 1938, *Florule de quelques toits du Charbonnage du Grand-Hornu*. (Bull. Mus. roy. Hist. nat. Belg., Bruxelles, t. XIV, n° 60, 9 p.)
- MACKOWSKY, M.-Th., 1947, *Mineralogie und Petrographie als Hilfsmittel für die rohstoffliche Kohlenforschung*. (Bergbau-Archiv, Essen, Bd 5-6, S. 105-117, 30 text-abb.)
- MILLOT, G., 1949, *Relations entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires argileuses*. (Géol. appl., Nancy, t. II, fasc. n° 2, 3 et 4.)

- PETRASCHECK, W., 1942, *Vulkanische Tuffe im Karbon von Oberschlesien und Westfalen und die orogenetische Gleichzeitigkeitsregel in der Kohlenflözbildung*. (Neues Jb. Min. Geol. Paläont., Mh. Abt. B, Stuttgart, Bd 86, S. 299-314.)
- 1952, *Der Einfluss der Fazies der Flözablagerung auf die Eigenschaften der Kohle*. (Z. deutsch. geol. Ges., Hannover, Bd 104, S. 1-9.)
- PRUVOST, P., 1934, *Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine*. III : Description géologique. (Ét. Gîtes minér. Fr., Lille, 174 p., 33 fig., 3 pl.)
- RACHENEUR, F., 1922, *Contribution à l'étude de la stratigraphie du massif westphalien du Borinage*. (Publ. Ass. Ing. Éc. Min. Mons, La Louvière, n° 3, fasc. 2, pp. 304-419, pl. IX-X.)
- RENIER, A., 1926, *Étude stratigraphique du Westphalien de la Belgique*. (C. R. Congr. géol. intern., XIII^e session, Belgique 1922, excursion C 4, Liège, t. III, pp. 1796-1841.)
- Rock-color Chart* (1948). (Distributed by National Research Council, Washington, D. C.)
- 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)*. (Volume Jubilaire V. VAN STRAELEN, Bruxelles, vol. I, pp. 1-73, 22 fig., 9 pl.)
- SCHÜLLER, A., 1951, *Zur Nomenklatur und Genese der Tonsteine*. (Neues Jahrb. Min., Monatsh, Stuttgart, Jahrg. 1951, Heft, 5, S. 97-109.)
- SCHÜLLER, A. und GRASSMANN, H., 1949, *Ueber den Nachweis von echten Leverrierit in Tonstein aus unterkarbonischen Steinkohlenflözen von Dobrilugk*. (Heidelberg. Beitr. Min., Berlin und Heidelberg, Bd 2, S. 269-278.)
- STACH, E., 1950, *Vulkanische Aschenregen über dem Steinkohlenmoor*. (Glückauf, Essen, Jahrg. 86, Heft 3-4, S. 41-50, 17 text-abb.)
- STAINIER, X., 1943, *Des rapports entre la composition des charbons et leurs conditions de gisements*. (Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. LXVII, pp. M 1-444.)
- STUTZER, O., 1931, *Vulkanische Aschen als Leitlagen in Kohlenflözen*. (Z. prakt. Geol., Halle, Bd 39, S. 145-148.)
- TEICHMÜLLER, M. und R., MEYER, H. und WERNER, H., 1952, *Der erste Tonsteinfund im Aachener Revier und die Frage nach der Entstehung der Graupen- und Kristalltonsteine*. (Geol. Jahrb., Hannover, Bd 66, S. 723-736, Taf. A-B, 1 text-abb., 2 Tab.)
- TERMIER, P., 1923, *Contribution à la connaissance des tonstein du Houiller de la Sarre*. (Bull. Soc. géol. Fr., Paris, 4^e série, t. XXIII, pp. 45-50.)
- WATTEYNE, V., 1884, *Sur une transformation remarquable d'une couche de houille*. [Ann. Soc. géol. Belg., Liège, t. XI (1883-1884), pp. xcv-xcvii.]

PLANCHE A

PLANCHE A

PLANCHE A

PLANCHE A

PLANCHE A

EXPLICATION DE LA PLANCHE A.

FIG. 1. — Lame mince n° 414 *a*.

Tonstein de la couche Renard des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes, siège n° 8.

Un vermicule de kaolinite dans une masse de fond de kaolinite.

FIG. 2. — Lame mince n° 412 *a*.

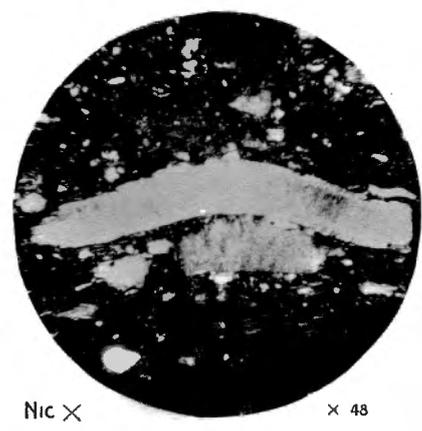
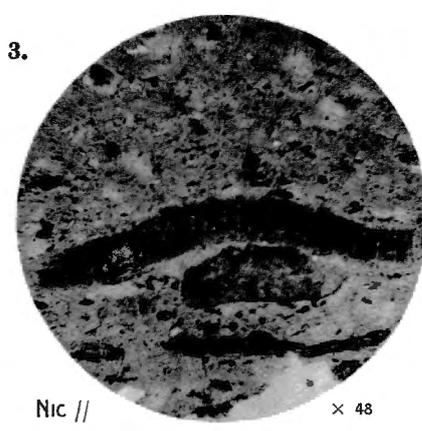
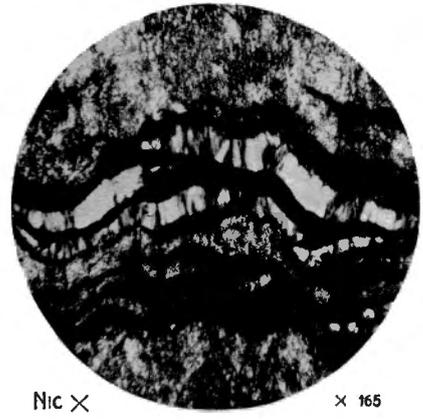
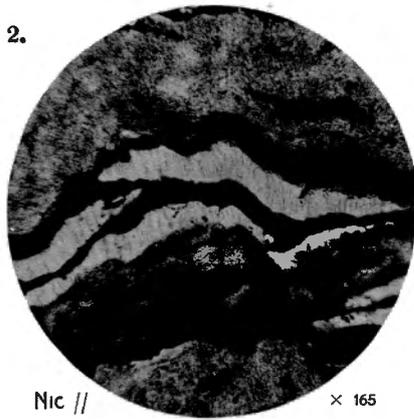
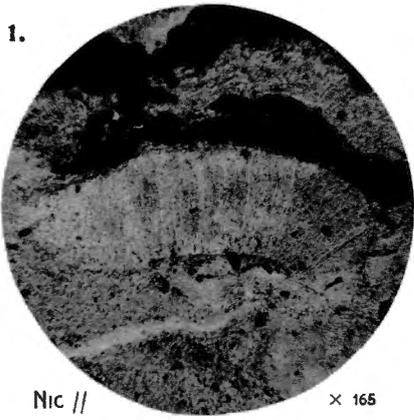
Même tonstein que le précédent.

Kaolinite entre straticules de charbon.

FIG. 3. — Lame mince n° 420 *a*.

Tonstein de la Veine à Deux Laies des Charbonnages du Levant et des Produits du Flénu, siège n° 14.

Vermicules de kaolinite et grains de quartz dans une masse de fond anisotrope de kaolinite.



J. SCHEERE. — Contribution à l'étude des tonstein du Terrain Houiller belge.

PLANCHE B

PLANCHE B

EXPLICATION DE LA PLANCHE B.

FIG. 4. — lame mince n° 592.

Tonstein du sondage n° 121 de Meeuwen, profondeur 992,40 m.

Vermicules de kaolinite et grains de quartz dans une masse de fond homogène et anisotrope de kaolinite.

FIG. 5. — lame mince n° 580.

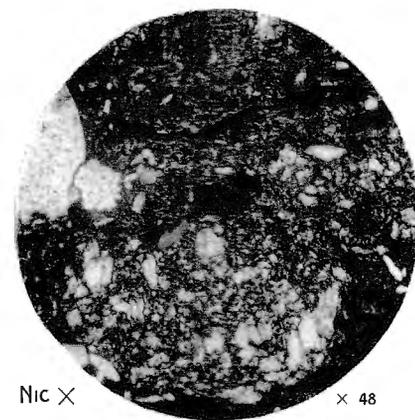
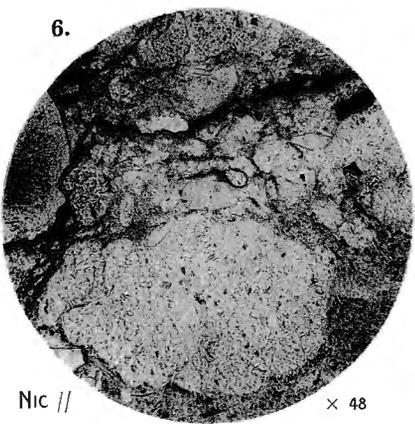
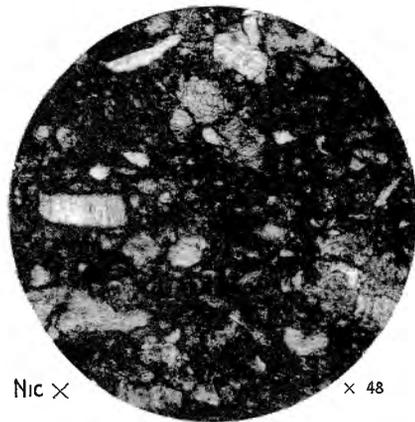
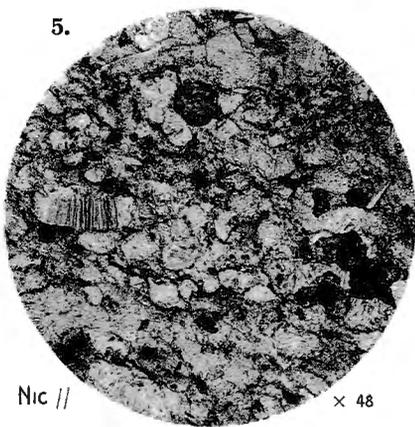
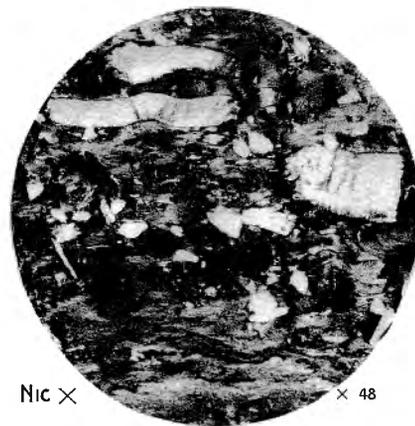
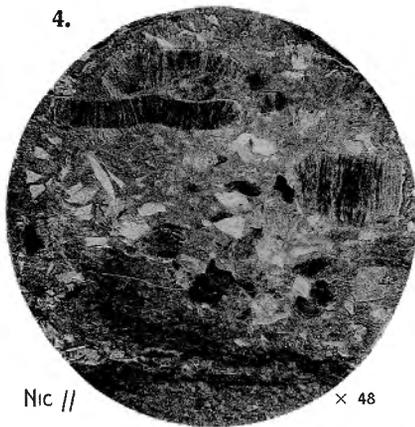
Tonstein du sondage n° 41 de Hensies-Pommerœul, dit de Ragoda, profondeur 771,50 m.

Petites plages de kaolinite assez nombreuses. Peu de vermicules. Quelques sphérolithes de sidérite.

FIG. 6. — lame mince n° 578.

Tonstein de la Veine H du Charbonnage Les Liégeois, siège de Zwartberg.

Grandes plages de kaolinite. Dans celles-ci on peut observer, entre nicols croisés, la kaolinite en voie de vermiculation.



J. SCHEERE. — Contribution à l'étude des tonstein du Terrain Houiller belge.

PLANCHE C

EXPLICATION DE LA PLANCHE C.

FIG. 7. — Lame mince n° 587.

Tonstein de la Veine G du Charbonnage Les Liégeois, siège de Zwartberg.

Grand vermicule de kaolinite et grains de quartz dans une masse de fond de kaolinite anisotrope.

FIG. 8. — Lame mince n° 584.

Même tonstein que le précédent.

On y observe en plus une plage de kaolinite.

FIG. 9. — Lame mince n° 599.

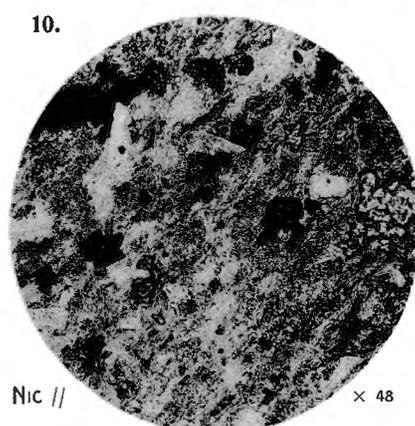
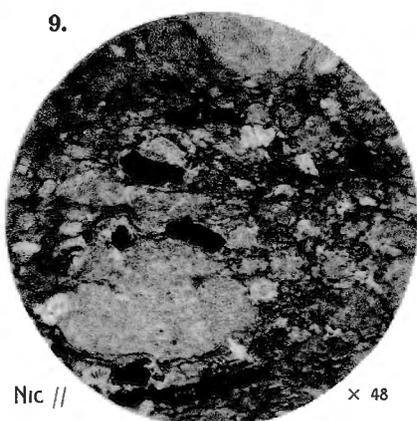
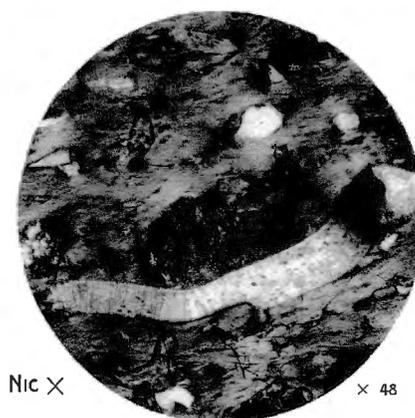
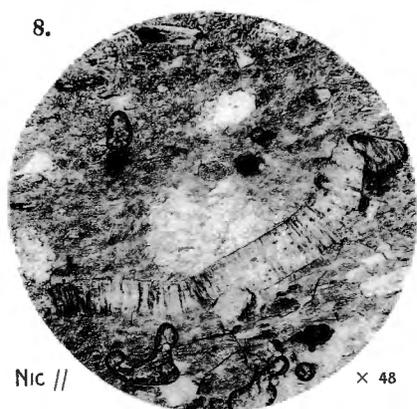
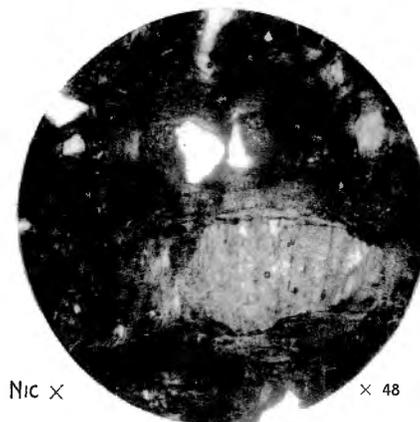
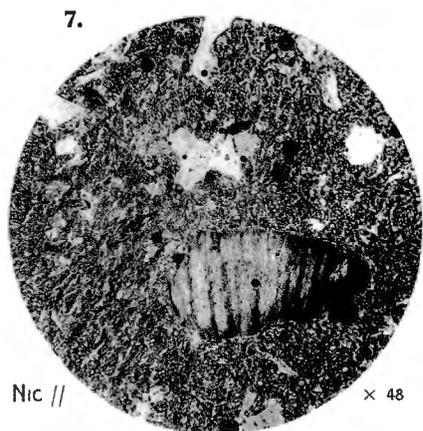
Tonstein de la Veine Brêze des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes, siège n° 5.

Grandes et petites plages de kaolinite.

FIG. 10. — Lame mince n° 600.

Tonstein Renard des Charbonnages de Bois du Luc, siège Beaulieu.

Kaolinite (plages et masse de fond) et sphérolithes de sidérite.



J. SCHEERE. — Contribution à l'étude des tonstein du Terrain Houiller belge.