

La pétrologie des tonstein du Houiller belge.

A l'occasion de la présence d'un tonstein dans la couche 40 d'Eisden
(avec présentation d'échantillons),

par JAN SCHEERE.

1. Introduction.

Pour l'étude de la géologie du Carbonifère, les tonstein se sont révélés, au cours de ces dernières années, d'une importance capitale.

Or, il s'avère que la plupart des géologues, des ingénieurs des mines et des exploitants de charbonnages sont peu ou pas familiarisés avec cette roche quelque peu particulière, dont les caractères macroscopiques sont *souvent*, et les caractères microscopiques *toujours* différents des roches usuelles du Houiller.

Le but de cette communication est de combler cette lacune, dans la mesure de nos moyens. Et l'occasion nous en est offerte par la présence d'un tonstein dans la couche 40 (Westphalien C) d'Eisden, récemment recoupée par des travaux d'exploration.

Nous ferons en premier lieu la description de ce tonstein, et cet exposé sera suivi par des considérations générales concernant l'ensemble des tonstein (principalement belges).

2. Le tonstein de la couche 40 d'Eisden.

2.1 Aux Charbonnages de Limbourg-Meuse, siège d'Eisden, le premier travers-bancs Nord à l'étage de 700 m, qui naguère (1955), lors de nos premières recherches de tonstein, atteignait en dernière extrémité l'horizon marin de Maurage (Petit Buisson) a été prolongé vers le Nord, c'est-à-dire que stratigraphiquement les travaux recourent le Westphalien C, depuis sa base en direction du sommet.

La couche 40 est la première des couches du Westphalien C où A. DELMER, du Service Géologique de Belgique, a constaté la présence d'un tonstein (1). Cette couche est située en stampe normale à 135 m au-dessus de l'horizon marin de Maurage.

Voici la composition de la couche, telle que nous l'avons relevée en juillet 1957 :

	Puissance en mètres.	
Charbon	0,04	
Schiste		0,02
Charbon	1,02	
Tonstein		0,14 (selon les endroits, il varie de 0,11 à 0,14)
Charbon	0,27	
Schiste à radicelles		0,45
Charbon	0,50	
	Puissance	1,83 0,61
	Ouverture	2,44

Cette composition est sensiblement la même à l'étage de 600 m, premier travers-bancs Nord. Seule la partie inférieure est éloignée du reste de la couche par dichotomie.

2.2 Macroscopiquement, ce tonstein est massif, de couleur noir olive (5 Y 2/1) (2) et de rayure blanche. Il se débite facilement le long de diaclases verticales. La cassure est plane ou conchoïdale et assez lisse. Il contient de fines (1 mm) straticules de charbon. La base et le sommet, sur environ 0,5 cm, sont nettement charbonneux.

A la base du tonstein, le charbon de la couche 40 est du charbon mat (durain).

(1) Qu'il trouve ici nos vifs remerciements pour nous l'avoir signalé et pour les échantillons qu'il nous a envoyés.

(2) Rock color chart, 1948.

2.3 Au microscope, nous avons examiné une série de lames minces (1) couvrant toute la hauteur du tonstein.

Celles-ci montrent :

— Une masse de fond de kaolinite cryptocristalline (2), de couleur foncée et brunâtre.

— Des cristaux de kaolinite, dont la plupart sont en forme de bâtonnets, et dont quelques-uns, assez rares, ont une forme vermiculée. Ces cristaux ont un réseau très serré de clivages perpendiculaires à leur allongement. Entre deux plans de clivage, une lamelle (ou un groupe de lamelles) peut se distinguer du reste par une biréfringence plus grande (Jaune I). C'est de l'illite (voir plus loin 3.4 : leverrierite).

— Des débris végétaux, et particulièrement des trachéides scalariformes et du parenchyme d'appendices stigmariens (3).

— De très rares grains détritiques de quartz.

Ces constituants — en ce qui concerne les trois premiers — sont groupés en straticules dont la puissance varie de 1 à 10 mm. Celles-ci sont de trois sortes et peuvent être caractérisées comme suit :

— Abondants débris végétaux en minces traînées parallèlement à la stratification, et masse de fond (Pl. I; fig. 1 et 2).

— Cristaux de kaolinite abondants et masse de fond peu importante. Les cristaux sont plus ou moins allongés suivant la stratification (Pl. I, fig. 4).

Les grains détritiques de quartz sont localisés pour la plupart dans ces straticules.

— Masse de fond abondante, rares cristaux de kaolinite dont peu sont allongés suivant la stratification, et rares débris végétaux. Ces straticules sont généralement les plus puissantes et deux de celles-ci atteignent 10 mm (Pl. I, fig. 3).

Selon la classification d'A. SCHÜLLER (4) c'est un Kristall-Tonstein.

(1) Lames minces nos 1462 (sommet) à 1469 (base).

(2) Nous disons qu'une roche est

— *cryptocristalline* lorsque les grains sont invisibles au microscope, mais ceux-ci montrent néanmoins des effets de polarisation;

— *microcristalline* lorsque les grains sont visibles au microscope, mais de fort petites dimensions (entre 20 et 5 μ) et de ce fait difficilement identifiables.

(3) Déterminations de M^{me} Y. WILLIÈRE et de M. F. STOCKMANS.

(4) SCHÜLLER, A., 1951, p. 108.

La succession de ces straticules, du haut vers le bas, s'établit comme suit :

débris végétaux,
cristaux,
masse de fond,
débris végétaux,
cristaux,
masse de fond,

alternance répétée de
cristaux,
masse de fond,

séparés de temps à autre par de fines lignes charbonneuses,

débris végétaux,
cristaux,
masse de fond,
débris végétaux.

2.4 Les analyses chimique et röntgenographique (1).

L'analyse chimique n° 507 d'une poudre de la roche a donné les résultats suivants :

	%	Quotient moléculaire
Perte au feu	15,47	—
SiO ₂	44,28	.6732
Al ₂ O ₃	39,25	.3850
Total	99,00	

Le rapport moléculaire SiO₂ : Al₂O₃ est de 1,75.

L'analyse röntgenographique n° 494 montre uniquement la présence de kaolinite.

(1) Exécutées au Laboratoire de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique par les soins de M. R. VAN TASSEL; nous l'en remercions vivement.

2.5 Synonymie de la couche 40.

De par sa distance de 135 m au-dessus du niveau marin de Maurage, le tonstein de la couche 40 peut correspondre à celui de la couche G de Zwartberg ou à celui de la couche H de ce même charbonnage.

La comparaison des lames minces de ces différents tonstein permet d'établir *sans aucun doute* la corrélation avec le tonstein de la **veine G**. Ce dernier tonstein (puissance 6 cm) montre sous le microscope ⁽¹⁾ le même agencement en straticules que celui que nous avons décrit ci-dessus, et beaucoup de débris végétaux sont constitués par des vaisseaux scalariformes et du parenchyme d'appendices stigmariens. Cette constatation s'impose également pour le tonstein de la couche **Erda** du puits Furst Leopold de Herverss-Dorsten de la Ruhr ⁽²⁾, dont la puissance est de 8 cm.

Vers l'Ouest, dans le massif du Borinage, nous retrouvons ces mêmes caractères microscopiques chez les tonstein de **Veine à Terre** (Unis de l'Ouest de Mons, siège Sentinelle) et de **Veine à Deux Laies** ⁽³⁾ (Levant et Produits du Flénu, siège 14-17). Toutefois, pour les tonstein de la **couche Bleuze** (Hornu et Wasmes, siège n° 5) et de **Veine à Deux Laies** ⁽⁴⁾ (Levant et Produits du Flénu, siège Héribus), pour lesquels néanmoins la corrélation géométrique est établie, les caractères microscopiques sont différents. La puissance de ces tonstein varie de 6 à 8 cm.

Et enfin, le tonstein de **Florence** (puissance 8 cm) des bassins français du Nord et du Pas-de-Calais répond à la même description microscopique ⁽⁵⁾. De sorte que nous pouvons proposer la corrélation suivante :

Florence	= Veine à Terre = Bleuze = Veine à Deux Laies	= G = 40	= Erda.
Bassins du Nord et du Pas de Calais, France.	<hr style="width: 60%; margin: 0 auto;"/> Massif du Borinage, Belgique.	Campine.	Bassin de la Ruhr, Allemagne.

(1) Lames minces n^{os} 1475, 1476, 1477.

(2) Nous disposons d'une collection complète des tonstein de la Ruhr grâce à l'extrême obligeance du D^r K. HOEHNE (lames minces n^{os} 1299, 1470, 1471, 1472, 1473, 1474).

(3) Lames minces n^{os} 638 et 593.

(4) Lames minces n^{os} 639 et 508.

(5) Bouroz, A. et al., 1954.

En vertu de cette corrélation proposée, le tonstein **Constance-Soumillarde-Renard** des bassins houillers français, du massif du Borinage et du massif de Masse n'aurait pas encore été trouvé (ou n'existe pas) en Campine, mais on le retrouverait dans la Ruhr sous la forme du tonstein de la couche **Baldur**.

3. Caractères pétrographiques des tonstein.

3.1 Caractères macroscopiques.

— Les tonstein sont des roches argileuses, se présentant en bancs généralement minces, de l'ordre de quelques centimètres, mais dont la puissance peut se réduire à 1 mm (ou atteindre le mètre, comme dans le bassin de la Sarre). Ces bancs sont généralement intercalés dans des couches de houille mais peuvent également se trouver dans les roches stériles de mur ou de toit. La plupart de ces bancs ont une extension latérale *considérable*.

— Les tonstein sont généralement compacts (opposé à fissiles) et massifs (opposé à straticulés), à diaclases verticales. La cassure se produit souvent le long de ces diaclases et est alors plane. Dans les autres cas, la cassure est généralement conchoïdale.

— La couleur est variable : noire, gris noirâtre à noir brunâtre, gris brunâtre foncé à clair, gris clair, beige, blanche. En règle générale la couleur est sombre quand le tonstein est en intercalation d'une couche de houille, et claire quand il ne l'est pas. Un même tonstein peut passer latéralement ou verticalement d'une couleur sombre à une couleur claire.

— La rayure est douce et souvent blanche.

Il est à remarquer que les caractères macroscopiques seuls ne permettent pas toujours l'identification d'un tonstein.

3.2 Caractères microscopiques.

Les lames minces des tonstein belges montrent d'une façon générale une nette prédominance de *kaolinite* (voir 3.4, à propos de la leverrierite); accessoirement on y trouve du quartz, des micas, quelques rares minéraux lourds (tourmaline et zircon), du carbonate (sidérite sous forme de plages ou de sphérolithes) et des débris végétaux.

La kaolinite s'y présente de trois manières :

- masse de fond *cryptocristalline*, généralement teintée de brun (matières organiques);
- cristaux vermiculaires ou lamellaires (quelques cristaux montrent, entre des lames de clivage, de l'illite);
- sphérules (Graupen) *crypto-* ou *microcristallines*.

De l'apatite secondaire peut être très fréquente dans les cristaux et sphérules de kaolinite.

En vertu de ces deux dernières manières d'être de la kaolinite, la classification (microscopique) d'A. SCHÜLLER ⁽¹⁾ distingue des « Graupen »-Tonstein ou des « Kristall »-Tonstein selon la présence unique ou la prédominance des sphérules ou des cristaux.

3.3 Analyses chimiques et röntgenographiques.

Nous donnons ci-contre un tableau de quelques **analyses chimiques** de tonstein houillers belges et étrangers.

On peut constater que la somme de Na_2O et K_2O pour l'analyse (c) est de loin supérieure à celle des autres analyses.

Toutes les **analyses röntgenographiques** du matériel belge — à l'exception d'une seule — ont jusqu'ici montré uniquement la présence de *kaolinite* comme minéral d'argile ⁽²⁾. Une analyse a révélé, outre la kaolinite, des traces d'*illite*.

Les analyses röntgenographiques d'A. SCHÜLLER ⁽³⁾ font ressortir — outre la kaolinite — de la leverrierite. Comme indiqué ci-après, la leverrierite est un minéral d'argile appartenant au groupe de l'illite.

3.4 A propos de la « leverrierite ».

En 1889, P. TERMIER ⁽⁴⁾ a donné le nom de « leverrierite » à une espèce minérale nouvelle « appartenant au groupe des phyllites ». Cette leverrierite se présentait en cristaux vermiculaires dans des intercalaires de couches de houille en provenance des bassins houillers de Rive-de-Gier et du Gard.

⁽¹⁾ SCHÜLLER, A., 1951, p. 108.

⁽²⁾ SCHEERE, J., 1955, p. 23; 1956, p. 21.

⁽³⁾ SCHÜLLER, A., 1950, p. 274; 1955, p. 234.

⁽⁴⁾ TERMIER, P., 1889, p. 1071.

TABLEAU I.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
F.	10,00	11,00	10,27	8,65	7,77	—	—
O ₂	23,60 (*) 37,10 (**)	60,00	46,84	49,40	48,99	2,88 (*) 43,76 (**)	3,52 (*) 43,71 (**)
SiO ₂	26,80	27,56	32,75	37,02	37,64	37,90	38,21
Al ₂ O ₃	1,00	0,44	0,47 (***)	3,65 (***)	0,35 (***)	—	—
CaO	—	—	0,82	traces	0,72	—	—
MgO	—	0,14	1,15	0,30	0,57	—	—
Fe ₂ O ₃	1,10	0,60	1,48	—	0,48	—	—
K ₂ O	—	0,80	5,51	1,13	2,85	—	—
Na ₂ O	0,14	—	traces	—	—	—	—
S. organique	—	—	0,11	—	—	—	—
Total	99,74	100,54	99,40	100,15	—	—	—

(*) SiO₂ libre. (**) SiO₂ combinée. (***) FeO.

(a) : Tonstein de la couche Soumillarde, Unis de l'Ouest de Mons.

(b) : Tonstein de la couche Renard, Grand Hornu, in SCHEERE, J., 1955, p. 25.

(c) : Leverrierite (*sensu* TERMIER-SCHÜLLER) du tonstein du sondage 6 de Dobrilugk, in SCHÜLLER, A., 1950, p. 275.

(d) : Leverrierite (*sensu* TERMIER-SCHÜLLER) du tonstein de Rochebelle, in TERMIER, P., 1899, p. 28.

(e) : Leverrierite (*sensu* TERMIER-SCHÜLLER) du tonstein de Saint-Étienne, in SCHÜLLER, A., 1955, p. 237.

(f) et (g) : Analyses partielles des tonstein de la veine H, Zwartberg; du sondage n° 121, Meeuwen, in SCHEERE, J., 1955, p. 26.

Les analyses (a), (b), (f) et (g) concernent des tonstein appartenant au Westphalien C.

Les cristaux vermiculaires de kaolinite des tonstein du Houiller belge peuvent présenter, entre deux plans de clivage, des lamelles ou un ensemble de lamelles se distinguant de la kaolinite par une biréfringence plus élevée (Jaune I) et que nous

considérons comme de l'illite (1). Il est à remarquer que cela se produit fréquemment pour quelques tonstein, mais que dans l'ensemble le fait est rare, et le pourcentage en est tellement petit dans les roches belges que les röntgenogrammes ne permettent pas de la déceler.

A. SCHÜLLER (2) a déterminé en 1950 pour les tonstein de Dobrilugk (Houiller) et en 1951 pour des roches argileuses du Rotliegenden de Mansfeld ces zones entre plans de clivage comme étant de la « leverrierite ». Pour les tonstein de Dobrilugk, il apparaît que les bancs de cinq sondages se composent de cristaux vermiculés, de kaolinite ou de kaolinite avec lamelles de leverrierite. Un sixième sondage a recoupé un niveau de tonstein où les cristaux vermiculaires se composent uniquement de leverrierite. Ce dernier matériel a, de ce fait, pu être analysé du point de vue optique, röntgenographique et chimique.

Les propriétés optiques

$$\begin{aligned} n_g = n_m &= 1,584 \text{ à } 1,587, & n_p &= 1,554, \\ n_g - n_p &= 0,020 \text{ à } 0,030, & 2V &= 0 \text{ (2)} \end{aligned}$$

correspondent à celles données par P. TERMIER (3)

$$\begin{aligned} n_g \text{ (sensiblement égal à } n_m) &= 1,582, & n_p &= 1,554, \\ n_g - n_p &= 0,028 \end{aligned}$$

2 V généralement 0, mais pouvant atteindre 50°.

K. JASMUND (4), se basant sur la composition chimique et les röntgenogrammes donnés par A. SCHÜLLER, conclut qu'il s'agit d'une *hydromuscovite*. (Pour cet auteur, p. 149, entre l'hydromuscovite et l'illite il n'y a qu'une distinction de dimensions : l'illite est de dimensions colloïdales et l'hydromuscovite est de dimensions microscopiques à macroscopiques.)

Or, il semble qu'il s'est créé une certaine confusion dans l'emploi du terme leverrierite. Ce dernier s'est appliqué après TERMIER, plus souvent au facies vermiculaire qu'à la constitution minéralogique.

(1) SCHEERE, J., 1956, p. 19.

(2) SCHÜLLER, A., 1950, p. 277; 1951, p. 421, fig. 9.

(3) TERMIER, P., 1899, p. 30.

(4) JASMUND, K., 1955, p. 151.

Déjà en 1910, A. LACROIX ⁽¹⁾ distinguait pour la kaolinite deux facies :

— la leverrierite en cristaux vermiculés,

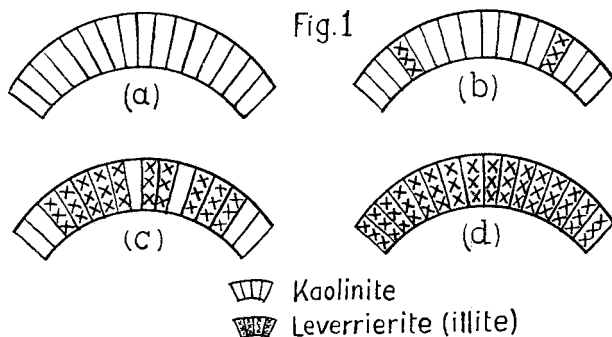
— la pholérite en lamelles de plusieurs millimètres de diamètre; et le même auteur (p. 741) suggère d'ailleurs la possibilité que la leverrierite de TERMIER constitue un des termes de la série muscovite-kaolinite.

Il faut, d'autre part, signaler que le terme « leverrierite », tel qu'il est employé par DE LAPPARENT ⁽²⁾, ne s'adresse pas à une seule espèce minéralogique, mais à un « édifice épitaxique » vermiculaire formé par l'association de lamelles de kaolinite et de muscovite.

E. GRIM ⁽³⁾ a proposé d'abandonner le terme leverrierite, tandis que d'autres auteurs ⁽⁴⁾ ont précisément proposé de l'employer pour désigner uniquement la manière d'être caractéristique en « vermicules ».

Enfin, tout récemment, en 1955, A. SCHÜLLER ⁽⁵⁾ a étudié la leverrierite d'origine (Saint-Étienne). Les cristaux vermiculaires sont composés uniquement de « leverrierite », et celle-ci constituerait, d'après SCHÜLLER, le *premier minéral* bien différencié du groupe de l'illite.

En définitive, il apparaît que les cristaux vermiculaires ou lamellaires se rencontrant dans les tonstein peuvent être composés :



⁽¹⁾ LACROIX, A., 1910, p. 462.

⁽²⁾ DE LAPPARENT, J., 1934, p. 669.

⁽³⁾ GRIM, E., 1953, p. 39.

⁽⁴⁾ In JASMUND, K., 1955, p. 151.

⁽⁵⁾ SCHÜLLER, A., 1955, p. 239.

- de kaolinite (fig. 1 a),
 - de kaolinite et leverrierite interpénétrés, disposés en lamelles ou feuillets entre des plans de clivage (fig. 1 b et c),
 - de leverrierite (fig. 1 d),
- et que la « leverrierite » est un minéral d'argile du groupe de l'illite.

3.5 Conclusion de l'étude pétrographique : définition d'un tonstein.

Un tonstein peut donc se définir comme étant une roche argileuse consolidée, non fissile (mudstone), de structure massive généralement, de couleur sombre (noire, noir grisâtre, noir brunâtre) à claire (beige, gris clair). La cassure est plane ou conchoïdale.

Le minéral d'argile prédominant des tonstein du Houiller belge est la kaolinite. Celle-ci se présente, en lame mince, de trois manières : masse de fond cryptocristalline, cristaux vermiculés ou lamellaires, boules ou sphérules. Selon la présence unique ou la prédominance de cristaux ou de boules dans la masse de fond, le tonstein peut s'appeler « Kristall »-tonstein ou « Graupen »-tonstein (ce dernier peut donc ne pas contenir de vermicules) ⁽¹⁾.

A remarquer que dans d'autres bassins houillers (Saint-Étienne, Dobrilugk, Sarre) les cristaux vermiculaires ou lamellaires peuvent être des mélanges de feuillets de kaolinite et de leverrierite (minéral d'argile du groupe de l'illite) ou peuvent être constitués de leverrierite (minéral d'argile du groupe de l'illite) seule.

On trouve les tonstein du Carbonifère en bancs minces (de l'ordre de quelques centimètres, exceptionnellement 1 m dans la Sarre) dans ou aux environs des couches de houille. **Ces bancs — tout en gardant sensiblement leur puissance — ont généralement une extension latérale considérable.**

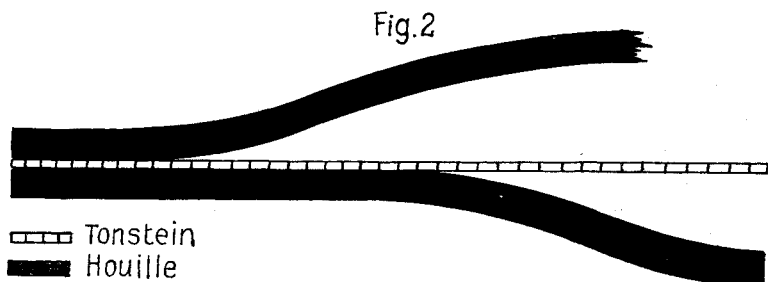
4. Conditions de genèse des tonstein.

4.1 Observations macroscopiques.

4.1.1 Un tonstein est généralement intercalé dans une couche de houille. Nous avons montré que la couche peut se

⁽¹⁾ SCHÜLLER, A., 1951, p. 108.

dichotomiser, et de ce fait le tonstein peut passer au toit immédiat ou dans le haut toit ⁽¹⁾ d'une partie de cette couche (fig. 2).



4.1.2 Le charbon à la base du tonstein est presque toujours mat (durain) (occasionnellement du cannel coal).

4.1.3 Les tonstein ont généralement une extension latérale considérable, tout en gardant sensiblement leur puissance.

4.1.4 Nous avons pu constater les passages latéraux ⁽²⁾ d'un schiste ordinaire à un tonstein; d'une sidérose à un tonstein. G. HERBST ⁽³⁾ a d'autre part constaté le passage latéral d'un grès à un tonstein.

4.2 Observations microscopiques.

4.2.1 Les dernières observations macroscopiques ont, bien entendu, été vérifiées au microscope également.

4.2.2 L'interpénétration de kaolinite et de leverrierite (minéral d'argile du groupe de l'illite) dans les cristaux vermiculaires et lamellaires a été signalée, de même que

4.2.3 La présence de grains détritiques de quartz, de muscovite, de minéraux lourds.

4.2.4 La présence de sidérite en plages ou en sphérules est constatée.

⁽¹⁾ SCHEERE, J., 1955, 1956.

⁽²⁾ SCHEERE, J., 1956, p. 28.

⁽³⁾ HERBST, G., 1955, p. 88.

4.3 Les théories concernant la genèse des tonstein.

Si nous négligeons les hypothèses concernant l'origine volcanique des tonstein (1) qui n'ont pu résister à l'étude pétrographique, les différents auteurs ont basé l'interprétation de leurs observations sur l'origine sédimentaire de la kaolinite.

Or, celle-ci peut être due à

— **l'altération par désilicification des feldspaths.** C'est dans ce sens que P. PRUVOST (2) propose l'altération de chaînes granitiques en arènes riches en kaolin, et le transport mécanique du kaolin, lors d'une montée exceptionnelle des eaux, c'est-à-dire au moment des plus grandes subsidences, dans le bassin de sédimentation houillère.

Les cristaux sont dus à une recristallisation *in situ*. Cette formation, *in situ*, était déjà postulée par P. TERMIER (3) pour les tonstein de la Sarre.

— **la synthèse chimique ou bio-chimique de colloïdes alumineux et siliceux en milieu acide.** K. HOEHNE (4) et A. SCHÜLLER (5) basent leurs interprétations sur cette manière de se former de la kaolinite. M. et R. TEICHMÜLLER (6) interprètent d'une façon sensiblement analogue la formation de la kaolinite, en cherchant l'origine des colloïdes dans les « fire-clays » des murs.

Les cristaux sont dus à une recristallisation *in situ*.

— **la transformation en milieu acide de minéraux argileux détritiques.** G. KULBICKI et P. VETTER (7), J. SCHEERE (8) ont adopté cette manière de voir pour la genèse des tonstein.

Néanmoins, pour KULBICKI la formation de la « leverrierite » (vermicules *sensu* de LAPPARENT) se situe entre le moment de dépôt et la consolidation des sédiments, par altération kaolinique des **micas détritiques** et nourrissage secondaire de ceux-ci — en milieu acide. Et pour nous-même la formation des cristaux vermiculaires est due à une recristallisation *in situ* à partir de minéraux d'argile illitique.

(1) Voir bibliographie *in* SCHEERE, J., 1955, pp. 31-32.

(2) PRUVOST, P., 1934.

(3) TERMIER, P., 1923, p. 19.

(4) HOEHNE, K., 1954.

(5) SCHÜLLER, A., 1951, pp. 425-427.

(6) TEICHMÜLLER, M. et R., 1952.

(7) KULBICKI, G. et VETTER, P., 1956.

(8) SCHEERE, J., 1955.

Nous-même, en faisant observer que les roches stériles argileuses des bassins houillers belges étaient composées, en ce qui concerne les minéraux d'argile, principalement d'illite détritique et accessoirement de kaolinite, et étaient en outre composées de quartz détritique, de rares minéraux lourds et de sidérite — avons supposé l'identité de la sédimentation minéralogique pour les schistes et les tonstein. Ces derniers étaient donc initialement des roches argileuses détritiques à illite, et celle-ci s'est transformée en kaolinite, par l'action *acide* du milieu sédimentaire. Cette transformation suppose un milieu sub-aquatique (voir 4.1.2) et une stabilité tectonique assez grande pendant un temps assez long ⁽¹⁾.

Il nous semble que cette dernière hypothèse de la transformation des minéraux d'argile tient le mieux compte des observations macroscopiques (nos 4.1.1, 4.1.2, 4.1.4) et microscopiques (nos 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 et 4.2.4) et fournit une argumentation solide pour la présence d'illite résiduelle dans les cristaux vermiculaires ⁽²⁾.

Toutefois, et c'est dans ce but que nous avons donné en débutant la description du tonstein de la couche 40, l'on ne peut exclure pour quelques tonstein un léger transport des vermicules — probablement par une agitation passagère des eaux — qui au cours de ce transport peuvent se briser, et les fragments se sédimentent ensuite pêle-mêle, mais principalement parallèlement à la stratification.

Les figures 4 et 5 de la planche I illustrent ce qui précède. On s' imagine très difficilement la naissance du vermicule de la figure 5 à partir d'une lamelle de muscovite ou de biotite. D'autre part, un léger remaniement de ce vermicule peut donner lieu à une accumulation de cristaux telle que celle représentée par la planche I, figure 4.

Cette observation confirmerait d'ailleurs que les vermicules se forment avant la consolidation de la roche ⁽³⁾.

Et d'autre part, on ne peut exclure tout à fait une genèse colloïdale **partielle** de la masse de fond des tonstein.

Mais il est d'une grande importance d'observer que la masse de fond a la même composition minéralogique que les cristaux

(1) La transformation muscovite-illite-kaolinite s'est faite, dans les Polders, en 1.000 ans environ (voir SCHEERE, J., 1955, p. 35).

(2) Il ne peut s'agir de kaolinite résiduelle dans des cristaux d'illite, car le milieu physico-chimique est indiscutablement *acide*.

(3) KULBICKI, G. et VETTER, P., 1956, p. 650.

ou les boules ⁽¹⁾, c'est-à-dire que pour la masse de fond les conditions physico-chimiques du milieu ont joué un rôle déterminant, tout autant que pour les cristaux. Du point de vue formation des cristaux, il semble bien que cette observation renforce singulièrement l'hypothèse de leur cristallisation *in situ*.

5. Importance des tonstein.

Pour les bassins houillers, les tonstein sont importants à deux points de vue :

— Ils permettent une corrélation de couches de houille à travers une concession, un bassin ou un ensemble de bassins ⁽²⁾. Le tonstein de la couche 40 nous en fournit un exemple frappant.

La figure 3 résume nos connaissances actuelles.

La figure 3 diffère de celle (fig. 6) publiée par nous en 1956 ⁽²⁾ par :

- la présence du tonstein de la couche 40;
- la corrélation indiquée page 304;
- la suppression pour la Westphalie de la couche Dickebank, qui n'est autre que la couche Wilhelm ⁽³⁾;
- l'ajoute pour le même bassin de la couche Y, qui n'est donc autre que la couche Viterbe-Grand Buisson située immédiatement sous l'horizon marin de Mauraige (= Petit Buisson).

— Au point de vue paléogéographique, les tonstein constituent des horizontales de référence. En effet, quel que soit leur mode de formation envisagé, celui-ci ne peut être que synchrone sur toute son étendue. On dispose de ce fait d'un plan sub-horizontale de référence, et la cote d'altitude du fond du plan d'eau au moment de sa formation ne différerait pas beaucoup du niveau de la mer carbonifère ⁽⁴⁾.

(1) Kaolinite si les cristaux sont kaolinite (SCHEERE); illite (leverrierite) si les cristaux sont leverrierite (SCHÜLLER, 1955, p. 238).

(2) SCHEERE, J., 1956, pp. 32-41, 48-52.

(3) Communication personnelle écrite de K. HOEHNE en date du 6 janvier 1957.

(4) SCHEERE, J., 1956, p. 31.

NIVEAUX DE TONSTEIN DE BELGIQUE ET DES RÉGIONS VOISINES

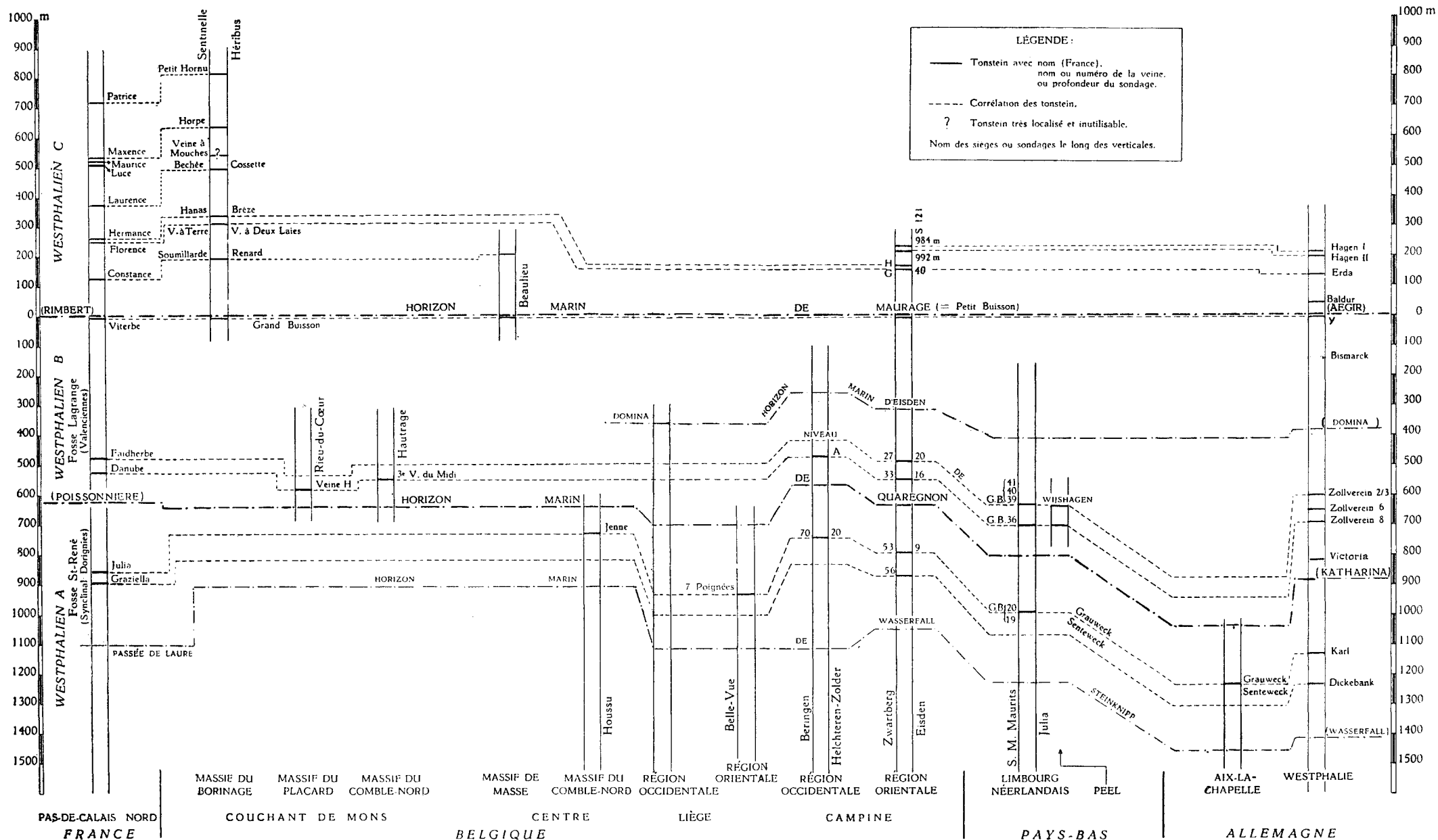


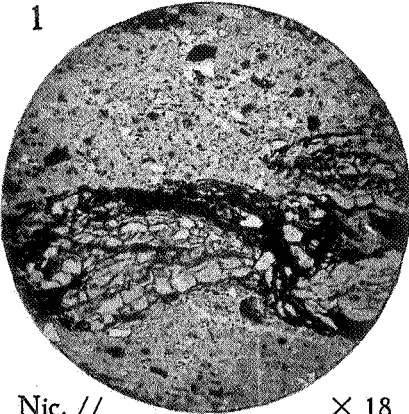
FIG. 3. — [Inspiré du Tableau synoptique de MM. A. DELMER et J. M. GRAULICH (1954).]

BIBLIOGRAPHIE.

- 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 IIIbis.)
- GRIM, R. E., 1953, *Clay Mineralogy*. New York and London, McGraw-Hill Book Co.
- HERBST, G., 1955, Der erste Tonsteinfund im Oberkarbon des Horstes von Erkeleuz. (*Geol. Jb.*, Hannover, Bd 71, S. 87-90, 1 Abb., Taf. 5.)
- HOEHNE, K., 1954, Zur Ausbildung und Genese der Kohlentonsteine im Ruhrkarbon. (*Chemie der Erde*, Jena, Bd XVII, Heft 1, S. 6-28, 3 Abb. und Taf. I-VIII.)
- JASMUND, K., 1955, Die Silicatischen Tonminerale. (*Verlag Chemie GmbH Weinheim*.)
- KULBICKI, G. et VETTER, P., 1956, Étude des roches argileuses de quelques bassins houillers de la bordure occidentale du Massif Central. (*Bull. Soc. géol. France*, Paris, 6^e série, t. V, fasc. 7-9 [1955], pp. 645-651.)
- LACROIX, A., 1893-1913, *Minéralogie de la France et de ses Colonies*.
- DE LAPPARENT, J., 1934, Constitution et origine de la leverrierite. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, Paris, t. 198, p. 669.)
- 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.)
- Rock-Color Chart (1948). (Distributed by National Research Council, Washington, D.C.)
- SCHEERE, J., 1955, Contribution à l'étude des tonstein du Terrain houiller belge. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n^o 19, 38 p., 3 pl.)
- 1956, Nouvelle contribution à l'étude des tonstein du Terrain houiller belge. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n^o 26, 54 p., 5 pl.)
- SCHÜLLER, A., 1951, Zur Nomenklatur und Genese der Tonsteine. (*Neues Jahrb. Min.*, Monatsh. Stuttgart, Heft 5, S. 97-109.)
- SCHÜLLER, A. et GRASSMANN, H., 1950, Über den Nachweis von echten Leverrierit in Tonsteinen aus Unterkarbonischen Steinkohlenflözen von Dobrilugk. (*Heidelberg. Beitr. Min.*, Berlin und Heidelberg, Bd 2 [1949], S. 269-278.)
- SCHÜLLER, A., 1951, Die Tonsteine aus den Steinkohlenflözen von Dobrilugk und ihre Entstehung. (*Ibid.*, Berlin und Heidelberg, Bd 2, Heft 5, S. 413-427.)
- SCHÜLLER, A. et GRASSMANN, H., 1955, Leverrierit aus Oberkarbonischen Kristalltonsteinen von St-Étienne, Frankreich. (*Chemie der Erde*, Jena, Bd 17, Heft 4, S. 233-240.)
- TEICHMÜLLER, M. et al., 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 Abb., 2 Tab.)

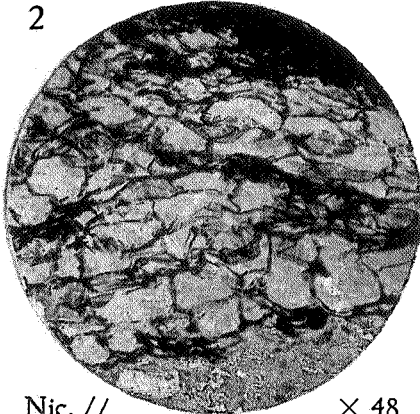
- TERMIER, P., 1889, Sur une phyllite nouvelle, la leverrierite, et sur les bacillarites du terrain houiller. (*C. R. Acad. Sci. Paris*, Paris, t. 108, pp. 1071-1073.)
- 1890, Étude sur la leverrierite. (*Ann. Min.*, Paris, 8^e série, t. XVII, pp. 372-402.)
- 1899, Sur la composition chimique et les propriétés optiques de la leverrierite. (*Bull. Soc. franç. Minér.*, Paris, t. XXII, pp. 27-31.)
- 1923, Sur la présence de la leverrierite dans les tonstein du Houiller de la Sarre. (*Ibid.*, Paris, t. XLVI, pp. 18-20.)
- 1923, Contribution à la connaissance des tonstein du Houiller de la Sarre. (*Bull. Soc. géol. France*, Paris, 4^e série, t. XXIII, pp. 45-50.)
-

1



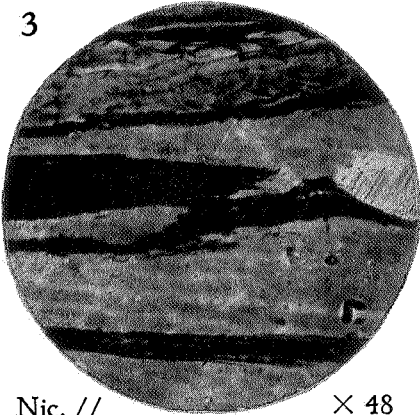
Nic. // × 18

2



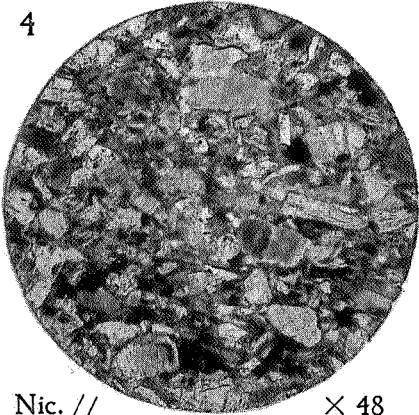
Nic. // × 48

3

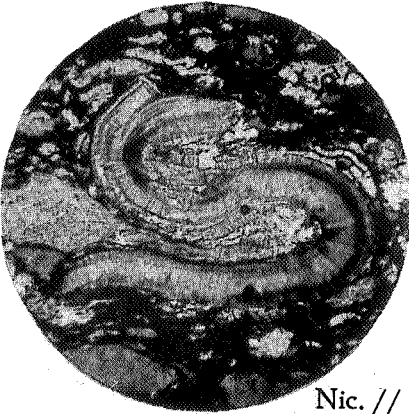


Nic. // × 48

4

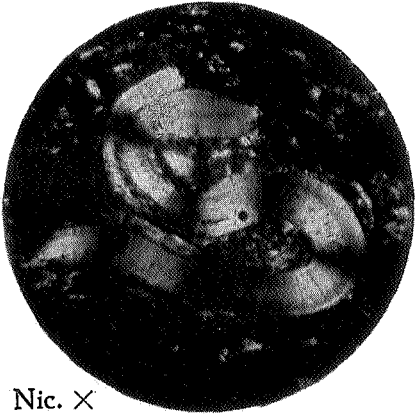


Nic. // × 48



Nic. //

5



Nic. ×

× 31

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

- FIG. 1. — Lame mince n° 1468.
Masse de fond de kaolinite cryptocristalline grise et débris charbonneux noirs. Structure conservée de parenchyme d'appendice stigmarien.
- FIG. 2. — Détail de la figure 1.
- FIG. 3. — Lame mince n° 1469.
Masse de fond de kaolinite cryptocristalline grise.
Trainées charbonneuses noires.
Un cristal de kaolinite blanc.
- FIG. 4. — Lame mince n° 1462.
Cristaux de kaolinite irréguliers de forme rectangulaire.
Les figures 1, 2, 3 et 4 montrent les différents aspects du tonstein de la couche 40 (Westphalien C) des Charbonnages Limbourg Meuse, siège d'Eisden.
- FIG. 5. — Lame mince n° 1089.
Cristal vermiculaire de kaolinite. Dans la masse de fond charbonneuse, boules de kaolinite cryptocristalline.
Tonstein du toit de la couche Renard (Westphalien C) au siège n° 8 des Charbonnages de Hornu et Wasmes.
-