

SÉANCE MENSUELLE DU 21 NOVEMBRE 1944.

Présidence de M. C. CAMERMAN, président.

L'Assemblée, consultée par le Président, décide l'admission des membres suivants :

MM. YVES KERVYN DE MEERENDRÉ, Agent technique à la Société Forminière, 17, avenue des Nerviens, à Bruxelles; présenté par MM. B. Gunzbourg et J.-L. Vande Roy.

MARC KEBERS, Ingénieur civil des Mines, rue de l'Enseignement, Waterschei; présenté par MM. F. Kaisin et F. Demanet.

Dons et envois reçus :

9452 *Cambier, R.* Les origines tectoniques de la Malaisie. Bruxelles, 1914, 30 pages.

9453 *Cambier, R.* Les fondements biologiques de la géographie humaine, par Max Sorre. (Compte rendu.) Bruxelles, 1944, 4 pages.

9453 *Cambier, R.* Katanga, par René Cornet. (Compte rendu.) Bruxelles, 1914, 2 pages.

9453 *Cambier, R.* La genèse des faunes terrestres, par le Dr René Jeannel. (Compte rendu.) Bruxelles, 1944, 3 pages.

9454 *Stevens Ch. et Marlière, R.* Revision de la carte du relief du socle paléozoïque du bassin de Mons. Liège, 1944, 30 pages et 2 planches.

9455 *Stevens, Ch. et Van de Poel, B.* La formation de la cuvette de Haelen-Schuelen. Bruxelles, 1943, 9 pages et 4 figures.

Communications des membres :

FL. SCHELLINCK. — *Quelques reconnaissances nouvelles de l'horizon de Quaregnon dans la concession de Monceau-Fontaine.* (Texte reproduit ci-après.)

Cette communication a donné lieu à un commentaire de M. A. Renier sur la signification qu'il faut attribuer aux ravissements qui viennent parfois interrompre la continuité des lits marins.

CH. DOSOGNE. — *Valeur comparée de quelques méthodes de détermination des dimensions des particules des argiles.* (Pro-

jections lumineuses.) Le texte de cette communication est reproduit ci-après.

Sur une remarque faite par M. M. Denaeyer à propos de cette communication, M. Dosogne précise qu'il a eu en vue d'exposer les méthodes employées en laboratoire préparatoirement à l'exposition des résultats obtenus qui fera l'objet de communications suivantes :

Quelques reconnaissances nouvelles de l'horizon de Quaregnon dans la concession de Monceau-Fontaine,

par FLORIMOND SCHELLINCK.

L'horizon de Quaregnon a déjà été signalé à diverses reprises dans la concession de Monceau-Fontaine, laquelle comprend aujourd'hui, et l'ancienne concession de ce nom et l'ancienne concession de Marcinelle-Nord.

On trouvera un relevé des diverses recoupes connues, en 1943, dans le mémoire de M. le chanoine F. Demanet ⁽¹⁾, relevé que nous résumerons comme suit pour la concession de Monceau-Fontaine :

Massif du Poirier : siège n° 8 de Forchies, au niveau de 650 m., toit du premier veiniat, sous la couche 5 Paumes;

Massif du Carabinier : siège n° 25, Blanchisserie (ancien n° 5 de Marcinelle-Nord), au niveau de 500 m.;

Gisement gras supérieur de Marcinelle : siège n° 23, Cerisier (ancien n° 10 de Marcinelle-Nord), à l'étage de 523, au toit de la veine 5 Paumes.

Nous avons eu, d'autre part, l'occasion de reconnaître ce même horizon au cours des années 1943 et 1944 dans le massif du Poirier, en plusieurs endroits :

1. Au siège n° 14, dans le bouveau creusé au niveau de 785 m. méridienne de 900 m. levant, au toit du premier veiniat situé sous la couche dénommée Virginie ou, pour mieux en préciser la position, à 76 m. au Sud de la recoupe de la veine dénommée Bâton de Vieillesse ou 83 m. au Nord de la veine 4 Paumes.

Cet horizon présente en cet endroit quelques caractères particuliers; il montre d'assez nombreuses Lingules dont *Lingula*

(1) F. DEMANET, Les horizons marins du Westphalien de la Belgique et leurs faunes (in *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, n° 101, p. 34).

mytilloides Sowerby dans un schiste noir à rayure grasse, brunâtre, surmonté d'une roche conglomératique à ciment quartzeux, dont les éléments sont des fragments arrondis de sidérose, avec parfois quelques fragments de charbon ou de schiste houiller.

Cette roche est très pyriteuse, son épaisseur est de 9 cm. en moyenne et elle se présente d'une façon continue aux deux parois du bouveau.

Par contre, les schistes noirs sous-jacents, qui constituent l'horizon marin proprement dit, atteignent une épaisseur de 4,5 cm. au maximum et ne se montrent que sur l'une des parois du bouveau. D'ailleurs sur cette paroi, ils disparaissent à mi-hauteur de la section, de sorte que, en couronne, la roche conglomératique repose partout directement sur le charbon.

Au-dessus de cette roche conglomératique, on trouve 22 cm. de schistes arénacés et micacés passant aux psammites, puis une épaisseur de 7,5 m. en stampe normale (11 m. en horizontale) de grès clairs très durs, bien stratifiés, présentant quelques fissures refermées par du quartz. De nombreux cristaux ou dépôts de halite s'y rencontrent, ainsi que dans les psammites d'ailleurs. La veine Virginie est recoupée à 12,2 m. au Sud de ces grès.

2. Au siège n° 14, également, dans le bouveau Midi établi au niveau de 925 m., dans la méridienne des puits, le même horizon est reconnu à 277,6 m. au Sud du puits d'extraction, soit à 32,3 m. au Nord de la veine Virginie ou 59,2 m. au Nord de la couche Bâton.

Il s'y présente d'une façon un peu différente de celle que nous venons de lui voir à 785 m.

Il se présente encore directement au toit d'un veiniat, dans des schistes noirâtres à rayure brune (épaisseur normale 15 cm.) surmontés de schistes gris à rayure beaucoup plus claire (épaisseur normale 35 cm.). On y trouve encore avec une certaine fréquence *Lingula mytilloides* Sowerby.

Au-dessus de ces schistes viennent des roches plus grossières : schistes arénacés plus ou moins micacés, puis sur 8 m. (en horizontale) des schistes grossiers avec passées gréseuses, sur 2,5 m. des grès assez compacts, puis à nouveau 2,5 m. de schistes arénacés.

On atteint ainsi le mur d'un charbon escailleux (épaisseur suivant l'horizontale 6,4 m.). Cette passée de charbon escailleux s'intercale ici entre le niveau de Quaregnon et la veine Virginie reconnue plus au Sud.

3. Au siège n° 10 à Forchies, à l'étage de 270 m., dans la méridienne des puits on trouve au toit du veiniat recoupé à 2 m. à peine du puits de retour d'air, une épaisseur de 1,3 m. environ de schistes noirs et grisâtres renfermant d'assez nombreuses Lingules dont *Lingula mytilloides* Sowerby sur plus de 50 cm. d'épaisseur.

Au-dessus de ces schistes se présentent quelques centimètres d'une roche conglomératique pyriteuse, puis une stampe gréseuse assez importante. Dans le puits de retour d'air, au-dessus de cette stampe gréseuse, à 27 m. environ au-dessus du niveau à Lingules, a été recoupée la couche 5 Paumes.

4. Au siège n° 4, cet horizon a été reconnu à peu près au niveau de 750 m., dans la méridienne de 750 m. couchant, dans un bouveau allant de la couche Bâton à la veine Quérelle. Au toit du premier veiniat rencontré sous cette veine, on trouve un schiste noir, doux au toucher, à rayure brune, surmonté de schistes gris. Ces roches renferment d'assez nombreux débris, généralement informes, de végétaux; ces débris sont surtout abondants dans les schistes noirs. Par contre, dans les schistes gris, on voit apparaître quelques Lingules.

Au-dessus de ces schistes à Lingules s'observent des schistes gris assez fins avec nombreuses inclusions pyriteuses toujours de faible volume, mais de formes très variables.

Suivant l'horizontale, environ 20 m. séparent ce veiniat de la veine Quérelle; cette stampe est surtout formée de schistes parfois assez grossiers avec un petit banc de grès à environ 12 m. sous Quérellè.

En résumé, les observations n'ont fait apparaître jusqu'ici, dans les différentes recoupes, que des Lingules. De plus, elles ont montré que l'horizon de Quaregnon, représenté le plus souvent par des schistes noirs, mais parfois aussi par des schistes gris assez fins, peut être profondément raviné par des roches grossière, qui, à plusieurs reprises, viennent reposer directement sur le charbon.

Ceci explique qu'au siège n° 14, au niveau de 845, méridienne de 900 m. levant, l'horizon marin n'a pu être retrouvé; il en est de même à l'étage de 845 méridienne des puits ainsi qu'au siège n° 4, méridienne des puits dans les bouveaux d'entrée et de retour d'air des exploitations en cours.

Parmi les roches grossières surmontant l'horizon marin, les plus remarquables sont les roches conglomératiques pyriteuses rencontrées au siège n° 14 (étage de 785) et au siège n° 10.

Contribution à l'étude des argiles belges,

(Première note : Valeurs comparées de quelques méthodes d'analyse granulométrique.)

par CH. DOSOGNE, Docteur en Sciences géologiques,
Aspirant du F.N.R.S.

L'étude pétrographique des roches argileuses fait généralement appel à diverses méthodes en vue de déterminer leur composition et leurs propriétés. Ces méthodes sont principalement l'étude microscopique, l'analyse chimique, l'analyse granulométrique, l'analyse thermique, l'étude röntgenographique.

L'analyse granulométrique — ou mécanique — comprend notamment le tamisage sous eau, la lévigation, la sédimentation et la centrifugation, ensemble de méthodes qui permet de couvrir toute la gamme des dimensions des particules des argiles.

Au cours de nos recherches sur les argiles belges, entreprises sous l'égide du Fonds National de la Recherche Scientifique, nous avons été amené à comparer diverses méthodes de sédimentation : pipette d'Andreassen, turbidimètre de Wagner, hydromètre de Bouyoucos-Casagrande. Les résultats de cette comparaison font l'objet de la présente note.

*
**

La méthode que nous avons utilisée jusqu'ici pour les particules de rayon inférieur à 10 microns était la sédimentation au moyen de la *pipette d'Andreassen*. Cette méthode a été décrite par ailleurs et nous en avons publié les résultats pour plusieurs argiles et kaolins belges (1).

Nous avons tenté d'utiliser dans le même but le *turbidimètre de Wagner* (2), appareil dont le principe repose sur les variations d'intensité d'un faisceau lumineux passant au travers d'une suspension en voie de sédimentation. Cet appareil a, en effet, été employé avec succès pour la granulométrie des ciments (2), couleurs, pigments, charges et de diverses autres substances (3).

Dans cet ordre d'idées, M. Lepingle (4) a suggéré d'appliquer cette technique à la détermination des dimensions des grains des argiles. C'est dans cet esprit que nous nous sommes livré à des essais en vue de vérifier la valeur de la méthode.

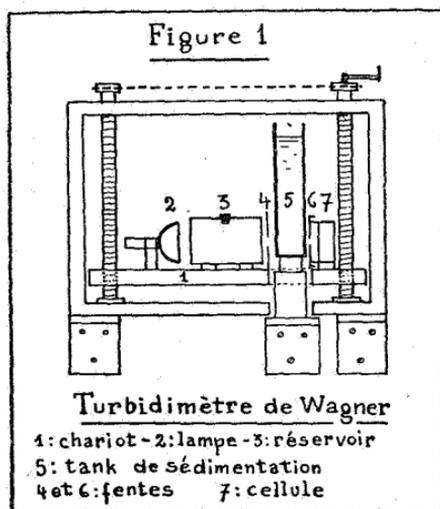
Parallèlement aux mesures effectuées au moyen de la pipette d'Andreassen et du turbidimètre de Wagner, des essais ont été entrepris en vue de comparer les résultats fournis par la *pipette d'Andreassen* et l'*hydromètre de Bouyoucos-Casagrande*, appareil dont le principe repose sur les variations de densité d'une suspension argileuse en voie de sédimentation.

Les courbes cumulatives à l'hydromètre ont été établies par l'Institut Géotechnique de l'État à Gand, sous la direction de M. De Beer. Celles de la pipette ont été établies par nous au centre de Bruxelles du Comité belge pour l'Étude des Argiles. Les résultats obtenus étant intéressants, nous avons jugé utile de les publier.

I. — MESURES AU TURBIDIMÈTRE DE WAGNER ET À LA PIPETTE D'ANDREASSEN.

Nous donnerons brièvement quelques détails sur le turbidimètre, dont la description complète et le fonctionnement sont exposés dans l'article original de M. Wagner (2).

Le faisceau lumineux, obtenu au moyen d'une source de cou-



rant constante (accumulateur de 6 volts), passe successivement (voir fig. 1) au travers d'un réservoir d'eau de refroidissement, d'une première fente étroite limitant le faisceau, du tank de sédimentation, d'une seconde fente étroite, pour être finalement reçu par une cellule photo-électrique. Les diverses parties de l'appareil, à l'exception du tank, sont fixées sur un chariot

pouvant se mouvoir verticalement au moyen de vis. Le tank étant fixe, le faisceau lumineux peut traverser la suspension à différentes hauteurs et son intensité est mesurée au moyen d'un milliampèremètre.

Le développement mathématique de la méthode est relativement long; il est exposé en détail dans l'article original de M. Wagner (2) et de M. Lepingle (4). Nous nous bornerons donc à rappeler quelques formules essentielles permettant d'établir la courbe cumulative de l'échantillon étudié.

On définit la turbidité comme étant le logarithme du rapport de l'intensité I_0 du faisceau passant au travers du liquide dispersant pur à l'intensité I du faisceau traversant la suspension à une profondeur et un temps donnés :

$$\tau = \log \frac{I_0}{I}$$

La turbidité est reliée à la surface spécifique des particules constituant l'échantillon donné par la relation

$$S_d = c (\log I_0 - \log I_d),$$

dans laquelle

S_d est la surface totale, en cm^2 , des particules dont le diamètre est inférieur à d microns.

c est la constante de translucidité propre à l'échantillon considéré.

I_0 est l'intensité du faisceau passant au travers du liquide pur.

I_d est l'intensité du faisceau passant au travers de la suspension argileuse après l'intervalle de temps nécessaire pour qu'une particule de diamètre d passe de la surface de la suspension au centre du faisceau lumineux.

La surface des particules est reliée au poids de l'échantillon mis en œuvre par la relation

$$w = \frac{\rho}{6} \log 10^{-4} d \cdot S,$$

où ρ est le poids spécifique de l'échantillon.

Le poids Δw des particules, dont les dimensions sont comprises entre deux diamètres voisins d et $d + \Delta d$, peut s'exprimer par la relation :

$$\Delta w = \frac{\rho}{6} 10^{-4} d_1 c (\log I_d - \log I_{d+\Delta d}),$$

dans laquelle d_1 est le diamètre moyen des particules dont les dimensions extrêmes sont d et $d + \Delta d$.

Le poids total de toutes les particules de dimensions inférieures à un diamètre donné (20 microns pour les mesures que nous avons effectuées) équivaut à la sommation des termes Δw :

$$W_{20} = \sum_{d=0}^{d=20} \Delta w = \frac{\rho}{6} 10^{-4} c \sum_{d=0}^{d=20} d_1 (\log I_d - \log I_{d+\Delta d}).$$

W_{20} ne représente qu'un certain pourcentage de l'échantillon étudié. Ce pourcentage doit être préalablement déterminé au moyen d'une méthode appropriée : tamisage, lévigation ou sédimentation. Pour notre part, nous avons fait appel à la sédimentation à la pipette d'Andreassen : le pourcentage de particules correspondant à un diamètre de 20μ , qui nous est donné par la courbe établie au moyen de cette méthode, sert de point de départ à la courbe du turbidimètre pour le même diamètre.

Technique opératoire.

Les opérations s'effectuent pratiquement de la façon suivante: un échantillon de $0,5000 \pm 0,0005$ gr. est agité pendant 17 heures en présence de 100 cc. d'eau additionnée de 3 cc. de pyrophosphate de sodium à 5 %. La suspension est versée dans le tank de sédimentation, mise à niveau, agitée quelques minutes et placée dans le turbidimètre maintenu à température constante. Le temps t_0 est le moment où l'agitation du tank prend fin.

On effectue alors les mesures d'intensité pour des profondeurs et des temps préalablement déterminés au moyen de la formule de Stokes,

$$V = \frac{2r^2(D1 - D2)g}{9\eta},$$

qui se ramène à

$$r = \sqrt{\frac{h}{Ct}},$$

où r est le rayon en cm.; h , la profondeur en cm.; C , la constante de Stokes et t le temps en secondes.

Les mesures ont été faites pour des rayons de 10, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0,8, 0,6 et 0,5 microns, et des profondeurs de 10, de 5 et de 2,5 cm.

Les intensités mesurées pour différents rayons sont portées sur un graphique, ce qui permet d'établir la courbe *intensités-rayons* pour chaque échantillon. Les intensités fournies par cette courbe servent alors de base au calcul des proportions des particules en fonction des rayons, ce qui permet de tracer la *courbe cumulative* de l'échantillon étudié.

Echantillons étudiés.

Nous avons soumis aux essais le kaolin de Zettlitz, échantillon international, et 4 argiles provenant du gisement de terres plastiques de Try-do-Baur (Condroz), gisement dont la description a été faite par M. Calembert (5).

Le tableau suivant (tableau I) donne le détail des courbes figurant sur les graphiques ci-après.

TABLEAU I.

Echantillons.	Courbes à la pipette d'Andreassen.	Courbes au turbidimètre.
Kaolin de Zettlitz	Courbe K ₀	Courbes K ₁ , K ₂ , K ₃ , K ₄
Argile A ₁	Courbe P ₁	Courbes T ₁ et T' ₁
Argile A ₂	Courbe P ₂	Courbes T ₂ et T' ₂
Argile A ₃	Courbe P ₃	Courbe T ₃
Argile A ₄	Courbe P ₄	Courbe T ₄

Courbes établies à la pipette d'Andreassen.

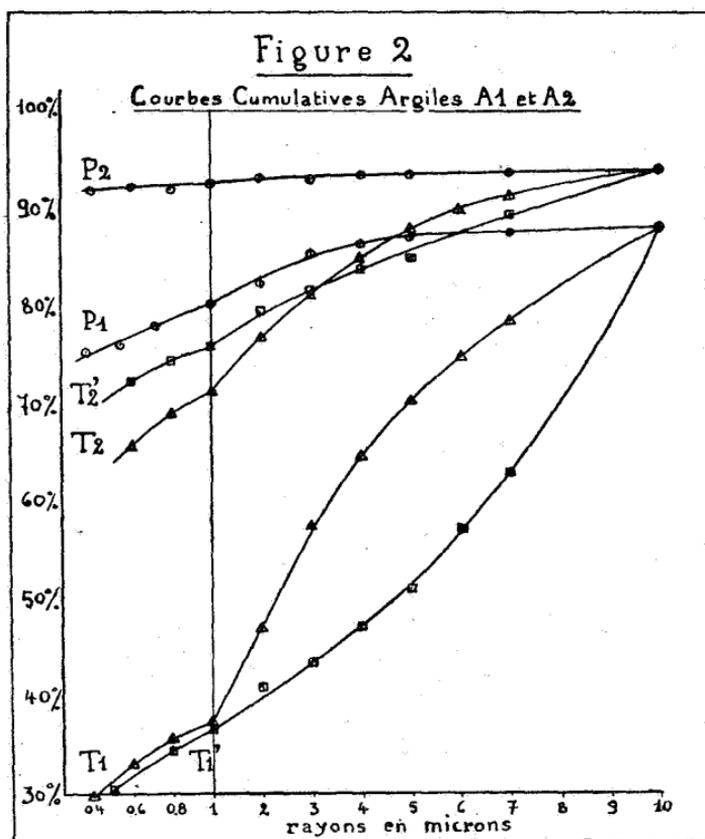
La technique suivie est celle déjà décrite dans une note antérieure (1). Les prises d'essai étaient de 4 à 5 gr. et la dispersion s'effectuait en présence de pyrophosphate de sodium suivant la méthode de Vinther et Lasson (6).

Les courbes des argiles A1, A2, A3 et A4 nous sont données par les figures 2 et 3. Pour le kaolin de Zettlitz, qui est un étalon international, nous avons pris comme référence la courbe standard établie par Vinther et Lasson (6) dans les mêmes conditions d'expériences que les nôtres, courbe que nous avons eu l'occasion de vérifier à plusieurs reprises (fig. 4).

Courbes établies au turbidimètre.

Les mesures ayant été faites pour les particules d'un rayon maximum de 10 microns, les courbes débutent, pour ce rayon, au pourcentage qui nous est donné par les courbes correspondantes dressées à la pipette d'Andreassen.

Kaolin de Zettlitz. — Nous avons effectué quatre expériences pour ce kaolin. La figure 5 donne les courbes *intensités-rayons* des particules. Nous remarquons que pour chaque essai, et pour un rayon déterminé, les points expérimentaux sont parfois fort distants. De plus, pour l'essai K4, les intensités pour r supérieur à 5 microns sont plus élevées que celles correspondant aux

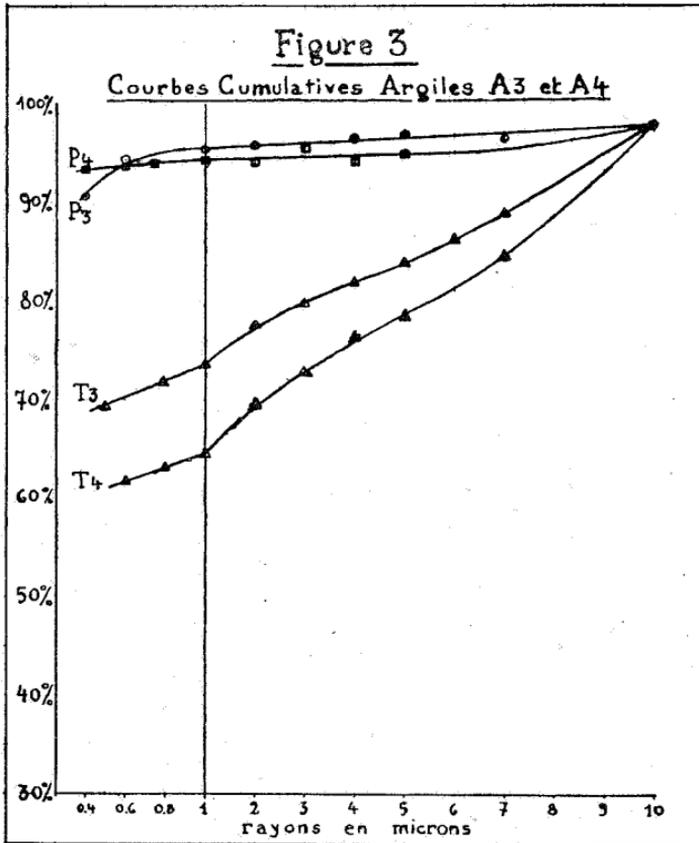


rayons compris entre 5 et 2 microns. Ceci nous a mis dans l'obligation de faire débiter la courbe K4 à 5 microns plutôt qu'à 10 microns pour avoir des valeurs d'intensités croissant régulièrement.

La figure 4 montre les courbes K_1 à K_4 dressées au moyen des intensités données par les courbes de la figure 5. Ces quatre courbes sont loin de coïncider, et les écarts peuvent atteindre 30 %. Il semble bien que les résultats obtenus ne sont pas reproductibles.

Argiles d'Andenne. — Les figures 2 et 3 montrent les courbes cumulatives des articles A1 à A4.

Deux expériences furent effectuées pour les argiles A1 et A2. Pour A1, l'écart entre les 2 courbes T_1 et T'_1 est considérable et atteint un maximum de 20 %. Pour A2, les courbes, qui se croisent pour un rayon de 3 microns, présentent un écart relativement faible, 8 % au maximum.

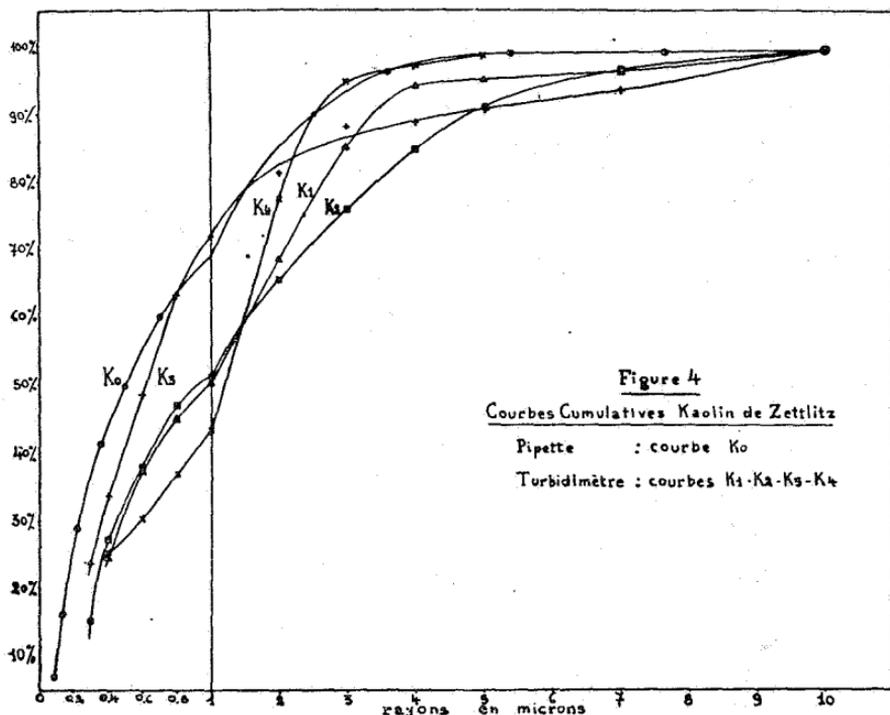


Nous voyons qu'il existe, sauf dans un cas, des écarts sensibles entre les courbes établies au turbidimètre, malgré l'identité des conditions de préparation des échantillons et des conditions d'exécution des essais.

Comparaison des courbes du turbidimètre et de la pipette.

Les figures 2, 3 et 4 nous permettent de comparer les courbes obtenues avec l'aide des deux méthodes.

Kaolin de Zettlitz. — Les courbes K_1 à K_4 plongent assez rapidement sous la courbe K_0 , à l'exception de K_3 , qui recoupe



K_0 pour 1,5 micron et se maintient à son niveau pour des rayons plus petits.

Le tableau II fournit quelques valeurs des écarts existant entre les différentes courbes.

TABLEAU II.
Kaolin de Zettlitz.

r en microns	% Fractions				
	Pipette	Turbidimètre			
		K0	K1	K2	K3
10	99,3	99,3	99,3	99,3	—
8	99,0	97,0	97,7	95,1	—
6	98,7	95,5	94,3	92,0	—
5	98,5	94,9	91,0	90,6	98,5
4	97,2	94,0	84,7	88,7	96,9
3	93,1	84,8	75,7	86,4	94,3
2	85,0	78,2	65,4	82,3	77,2
1	69,0	50,2	51,3	71,7	43,2
0,8	63,5	45,0	46,9	63,1	36,8
0,5	55,2	31,4	33,0	40,4	27,6

Argiles A1 à A4. — Toutes les courbes établies au turbidimètre plongent rapidement sous les courbes tracées à la pipette (fig. 2 et 3).

Les tableaux III et IV fournissent quelques valeurs des écarts existants. Nous donnons en exemple les argiles A1 et A2, pour lesquelles ces écarts sont respectivement maximum et minimum.

TABLEAU III.

Argile A₁.

r en microns	% Fractions		
	Pipette P ₁	Turbidimètre	
		T ₁	T' ₁
10	88,0	88,0	88,0
8	87,8	81,7	70,2
6	87,5	74,2	56,8
5	87,0	70,0	51,6
4	86,3	64,5	47,3
3	85,1	58,8	43,5
2	82,8	47,1	40,2
1	80,3	37,5	36,5
0,8	78,7	35,8	34,5
0,5	75,8	31,6	30,5

D'après ces résultats, il s'avère que les courbes établies au turbidimètre ne peuvent être rapprochées de celles tracées à la pipette d'Andreassen, en raison des écarts croissants présentés par les courbes des deux types à mesure que les rayons diminuent.

Causes d'erreurs.

Il ne semble pas que les erreurs puissent être imputées à la pipette d'Andreassen, car cette technique a fait ses preuves jusqu'à ce jour, et les résultats qu'elle a permis d'obtenir ont été confirmés par d'autres méthodes. Par contre, l'existence d'un certain nombre d'anomalies constatées lors de l'emploi du turbidimètre nous ont permis de supposer que les erreurs devaient trouver leur origine dans l'emploi de cette méthode. Nous avons donc recherché quelles étaient les causes d'erreurs possibles.

TABLEAU IV.

Argile A₂.

r en microns	% Fractions		
	Pipette P ₂	Turbidimètre	
		T ₂	T' ₂
10	94,0	94,0	94,0
8	93,8	92,4	90,7
6	93,6	90,0	87,5
5	93,5	87,8	85,7
4	93,4	84,9	83,7
3	93,2	81,2	81,5
2	92,9	76,7	79,1
1	92,6	71,2	75,7
0,8	92,4	68,9	74,4
0,5	92,1	63,8	70,8

Une des premières constatations qu'il nous a été donné de faire lors des mesures a été la suivante :

Pour un même échantillon, et pour un rayon déterminé, les intensités mesurées à des temps différents correspondant à des profondeurs différentes présentaient des écarts notables, alors qu'elles auraient dû être semblables, aux erreurs d'expériences près.

De plus, le même fait se constatait lors des essais entrepris sur des échantillons de poids identiques préparés dans les mêmes conditions.

Aussi, il nous a semblé anormal de faire débiter les courbes d'un échantillon à la même valeur « pour cent », en raison des écarts sensibles existant entre les intensités mesurées pour le rayon limite de 10 microns.

Pour illustrer ce fait, prenons le cas du kaolin de Zettlitz :

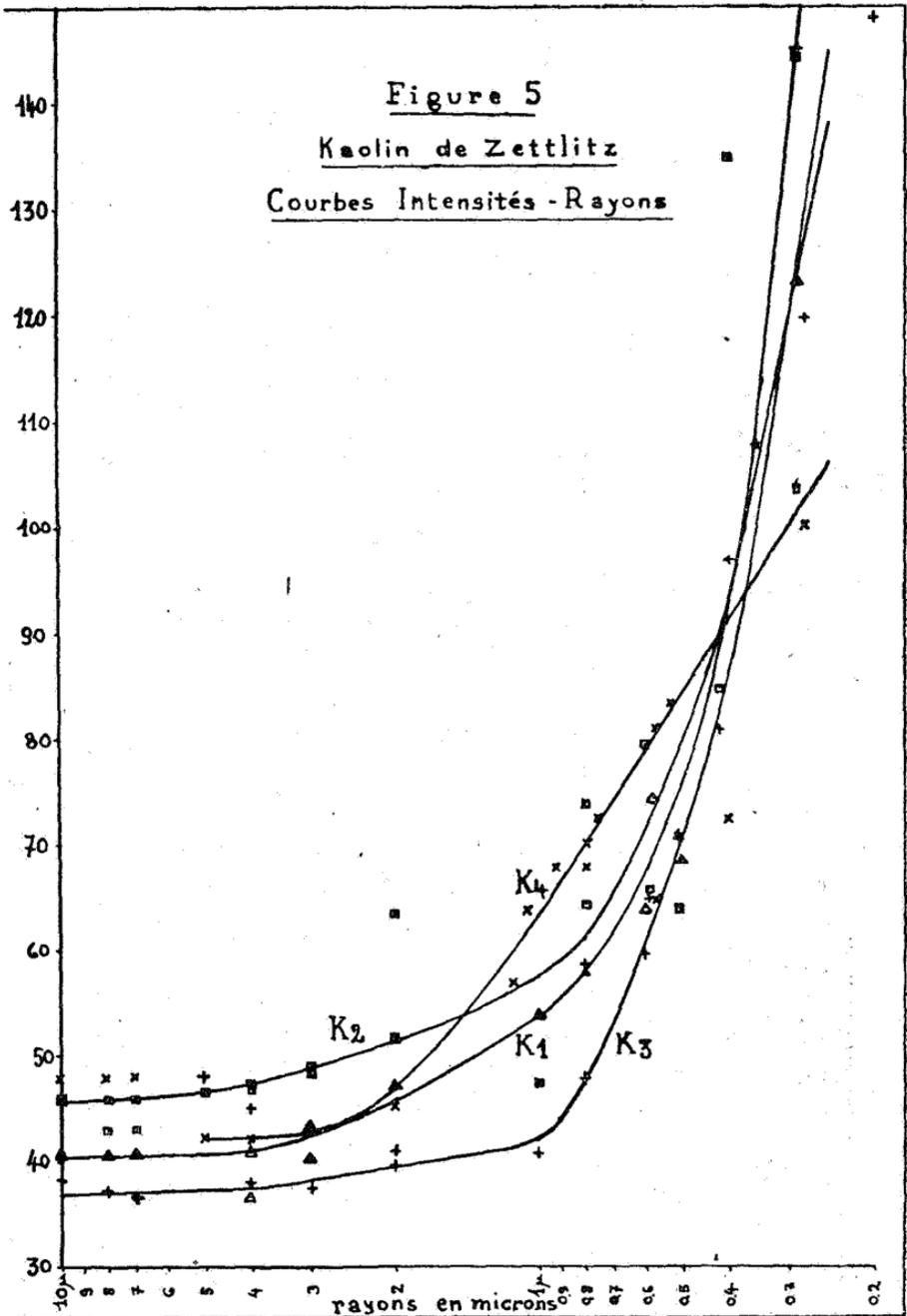
1° Pour chacune des quatre courbes de la figure 5, on trouve aisément 2 points expérimentaux donnant des intensités différentes pour un même rayon.

Ainsi, pour K3, à un rayon de 4 μ correspondent des intensités de 37,9 et 45,0.

2° Les courbes K₁, K₂, K₃ commencent au même pourcentage pour r=10 microns (fig. 4), alors que les intensités correspon-

nant à ce rayon sont différentes (fig. 5). Ces intensités sont, en effet, les suivantes : 36.9, 40.4, 45.7.

3° Les courbes K_1 , K_2 , K_3 , K_4 se recoupent à plusieurs reprises (fig. 4), alors que les intensités respectives correspondant aux



points d'intersection sont différentes (fig. 5). Nous en donnons ci-dessous quelques valeurs :

$r = 7 \mu$	$r = 5 \mu$	$r = 3 \mu$	$r = 1.5 \mu$
K1 : $i = 40.5$	K2 : $i = 46.5$	K1 : $i = 42.0$	K1 : $i = 49.0$
K2 : $i = 46.0$	K3 : $i = 37.0$	K3 : $i = 38.0$	K2 : $i = 54.0$
			K3 : $i = 54.0$
	$r = 1 \mu$	$r = 0.6 \mu$	
	K1 : $i = 54.0$	K1 : $i = 67.0$	
	K2 : $i = 63.5$	K2 : $i = 71.0$	

4° En admettant que pour un même rayon l'intensité la plus faible corresponde au pourcentage le plus élevé, on devrait avoir, d'après les courbes intensités-rayons (fig. 5), la courbe cumulative K_3 superposée à la courbe K_1 , celle-ci surmontant à son tour K_2 et K_4 .

Or, la figure 4 ne révèle rien de semblable. La courbe K_3 passe au-dessous de K_4 pour $2,2\mu$, au-dessous de K_1 pour $3,1\mu$, et sous K_2 pour $4,9\mu$.

Les mêmes constatations peuvent être faites pour les argiles A1 et A2, dont les courbes ont été établies en double.

*
**

La recherche des causes d'erreurs nous a conduit à émettre les considérations suivantes :

Le turbidimètre a fourni d'excellents résultats pour la granulométrie des ciments, pigments, couleurs, charges, toutes substances *homogènes* qui possèdent une coloration *uniforme*.

Le cas des roches argileuses est toutefois différent. La coloration en est très variable : elle peut aller du blanc au noir en passant par le jaune et le rouge. Or, cette coloration est susceptible de se modifier avec la grosseur des grains, les argiles étant des substances hétérogènes dans la composition desquelles entrent plusieurs espèces de minéraux. On peut ainsi obtenir la localisation d'une teinte, le rouge par exemple, dans la fraction de dimensions comprises entre 2 et 3 microns, et celle d'une autre teinte, le jaune, par exemple, dans la fraction inférieure à 1 micron.

L'état de division de la matière a également une influence sur la coloration. Lors de la préparation de la suspension d'argile,

on introduit un peptisant, le pyrophosphate de sodium, sel dont l'adjonction a pour effet de provoquer une augmentation du pH favorable à une bonne dispersion, mais qui favorise la formation d'une solution colloïdale dans laquelle entrent les éléments les plus ténus de l'argile. Ces éléments comprennent notamment des pigments, en particulier les hydroxydes de fer, dont les propriétés colloïdales sont bien connues et qui échappent à la loi de Stokes. Il s'ensuit que la fraction la plus ténue de l'argile possède un pouvoir d'absorption de la lumière considérable, nullement en rapport avec la faible proportion de l'échantillon qu'elle représente.

C'est ainsi, par exemple, que pour une substance composée de 90 % de particules de 10 microns et 10 % de particules de 0,1 micron, la surface spécifique de ces dernières approche les 6 m², alors que celle des grosses particules est d'environ 0,5 m². L'absorption de lumière étant en rapport avec la surface spécifique, on voit l'importance que peut acquérir une fraction colorée très ténue qui se maintient longtemps en suspension.

En outre, et toujours en rapport avec ces propriétés, la suspension subit vraisemblablement, au cours de sa préparation et jusqu'au moment des mesures, des modifications ayant pour origine un changement dans l'état de la phase colloïdale colorée et une altération des constituants due à la présence du dispersant — l'eau — et du peptisant. Nous avons effectivement constaté, au cours de la vingtaine d'essais que nous avons effectués, que les suspensions d'un même échantillon préparées dans des conditions identiques ne présentaient pas la même translucidité pour un même rayon des particules. Ce fait pouvait être constaté directement, sans qu'il fût nécessaire d'avoir recours à la cellule photo-électrique. Plus encore, dans certains cas, la translucidité variait très peu avec le temps, ce qui était un indice d'une certaine stabilité de la suspension colloïdale.

Or, le calcul des courbes du turbidimètre fait intervenir une *constante de translucidité* « *c* », caractéristique pour chaque suspension examinée. En raison des diverses causes dont nous venons de parler, cette *constante* devient une *variable* dépendant de plusieurs facteurs, principalement la couleur, qui est en rapport avec la profondeur et le temps, et l'état de la phase colloïdale de la suspension. Ces facteurs n'étant pas déterminables, il s'introduit de ce fait dans les calculs des erreurs qui faussent entièrement les courbes cumulatives.

Conclusion.

En conclusion, si la méthode du turbidimètre de Wagner conserve vraisemblablement toute sa valeur pour les substances de composition homogène et de coloration uniforme, — tels les ciments et les pigments, — son application à la détermination de la granulométrie des argiles semble bien devoir être exclue, en raison des caractères très particuliers de ces roches, notamment leur hétérogénéité de composition et de coloration, la présence d'une partie colloïdale vraie et l'altérabilité de leurs suspensions.

II. — MESURES A LA PIPETTE D'ANDREASSEN ET A L'HYDROMÈTRE DE BOUYOUCOS-CASAGRANDE.

La détermination des dimensions des particules ayant été entreprise simultanément, pour un certain nombre d'argiles, par l'Institut Géotechnique de l'État à Gand, au moyen de l'hydromètre de Bouyoucos-Casagrande, et par nous au centre de Bruxelles du Comité belge pour l'Étude des Argiles, au moyen de la pipette d'Andreassen, nous avons eu l'occasion de comparer les résultats en vue de vérifier la valeur des méthodes.

Le principe de la méthode de l'hydromètre repose sur les variations de densité d'une suspension argileuse en voie de sédimentation, variations qui sont mesurées au moyen d'un hydromètre.

L'appareil fonctionne de la façon suivante : la suspension ayant été préparée dans les conditions habituelles, — dispersion en présence d'un électrolyte, — elle est versée dans le vase de sédimentation maintenu à température constante au moyen d'un thermostat. Un hydromètre très sensible y est plongé, et les lectures de densité sont effectuées à des temps déterminés. Les valeurs cherchées : pourcentage des particules en fonction des rayons, peuvent être déterminées soit par calcul, au moyen de la formule de Stokes, soit en s'aidant d'une abaque.

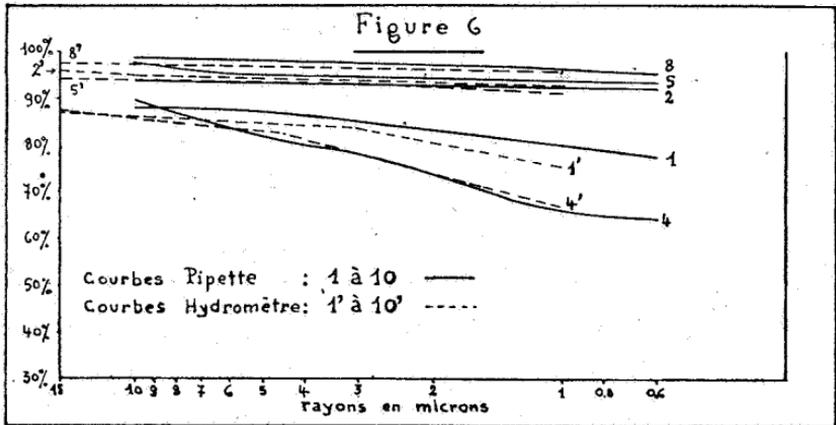
L'hydromètre de Bouyoucos-Casagrande (7-8-9) a fourni de bons résultats pour l'étude des sols. Une note récente de M. De Beer (10) fournit à cet égard quelques données intéressantes. M. Lepingle a également mentionné cette méthode pour la mesure des dimensions des petites particules (4).

G. Bouyoucos (11) a établi une comparaison entre la méthode de la pipette et la méthode de l'hydromètre. Mais alors que les résultats de cette comparaison étaient favorables pour la frac-

tion la plus grosse de l'argile, ceux relatifs à la fraction la plus ténue l'étaient beaucoup moins, et G. Bouyoucos supposait que ce fait était dû à une différence de dispersion dans la préparation de l'échantillon. Nous avons donc comparé les courbes obtenues pour des argiles ayant subi une préparation identique : agitation pendant 17 heures en présence d'eau additionnée de quelques cc. d'une solution de pyrophosphate de sodium à 5 %, suivant la technique préconisée par Vinther et Lasson (6). Rappelons que le pyrophosphate de sodium est le meilleur peptisant, et le seul permettant d'obtenir des résultats reproductibles.

Echantillons étudiés.

Les courbes dont nous faisons état dans cette note sont relatives à une dizaine d'échantillons provenant du gisement de terres plastiques de Try-do-Baur (Condroz), gisement décrit récemment par M. Calembert (5).



Courbes établies, au moyen de l'hydromètre de Bouyoucos-Casagrande.

Ces courbes ont été dressées par l'Institut géotechnique de l'État à Gand, sous la direction de M. De Beer, à l'intention du Comité belge pour l'Étude des Argiles (1).

Les figures 6 et 7 représentent les courbes R_1 à R_{10} des argiles A1 à A10.

(1) Nous prions ici M. De Beer et le Comité belge pour l'Étude des Argiles d'accepter nos remerciements pour avoir bien voulu nous permettre de faire état de ces courbes.

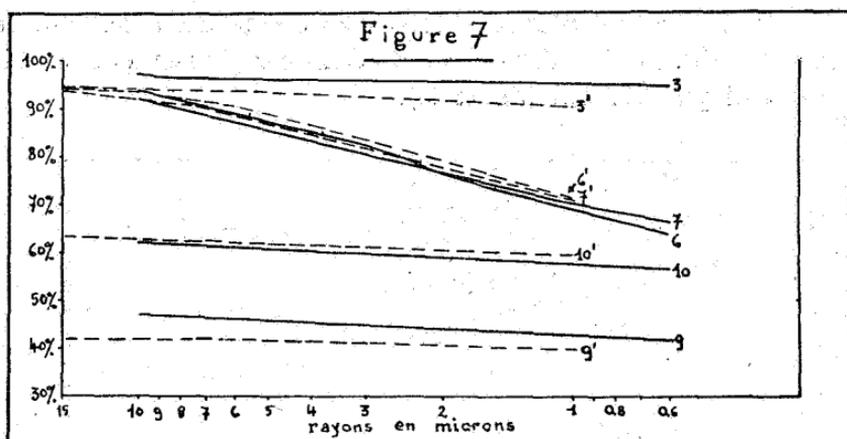
Courbes établies au moyen de la pipette d'Andreassen.

Nous avons dressé ces courbes au centre de Bruxelles du Comité belge pour l'Études des Argiles.

Les figures 6 et 7 représentent les courbes P_1 à P_{10} des argiles étudiées.

Comparaison des courbes obtenues avec les deux méthodes.

Nous constatons que les courbes établies à la pipette et à l'hydromètre sont très voisines : les écarts sont relativement minimes et n'excèdent par 5 à 6 % ; les erreurs ne sont pas systématiques, les courbes dressées à la pipette étant tantôt supérieures, tantôt inférieures à celles établies à l'hydromètre ; les courbes



conservent la même allure, étant simplement décalées l'une par rapport à l'autre d'une valeur de quelques pour cent.

Lorsqu'on sait que la loi de Stokes s'applique aux particules sphériques d'une substance homogène, et que les constituants des argiles, roches hétérogènes, sont essentiellement phylliteux, il est permis d'admettre un écart de quelques pour cent entre des courbes établies par des expérimentateurs différents au moyen de méthodes différentes, écart qui se présente d'ailleurs entre les courbes d'une même argile établies au moyen de la pipette d'Andreassen.

En conséquence, nous croyons pouvoir en conclure que les méthodes à la pipette et à l'hydromètre fournissent des résultats semblables, aux erreurs d'expérience près, et qu'elles peuvent être indifféremment utilisées pour la détermination des dimensions des particules des argiles.

BIBLIOGRAPHIE.

6. CH. DOSOGNE, Contribution à l'Étude des Argiles de l'Entre-Sambre-et-Meuse [*Bull. Soc. belge Géol.*, **51** (1942), 152-178 et **52** (1943), 61-92].
 2. L. A. WAGNER, A rapid method for the determination of the specific surface of Portland cement [*A.S.T.M.*, **33** (1933), Proceedings, II, 552-570].
 3. G. STUTZ et A. PFUND, *Ind. & Chem.*, **19** (1927), 1, 51.
SVEDBERG & A. STAMM, *Journ. Am. Chem. Soc.*, juin 1927, 1582.
N. ANDREW, *Kolloid-Zeitschrift*, **57** (1931), pp. 39 et 42.
 4. M. LEPINGLE, Les dimensions des petites particules (*Chimie des Peintures*, décembre 1942, janvier et février 1943).
 5. L. CALEMBERT, Le gisement de Try-do-Baur (Naninne) et l'affaissement des terres plastiques tertiaires dans les poches de dissolution du Calcaire carbonifère [*Ann. Soc. géol. de Belgique*, **65** (1942), 221-230].
 6. E. H. VINTHER und M. LASSON, Ueber Korngrößen-Messungen von Kaolin und Tonarten [*Ber. D. Ker. Ges.*, **14** (1933), 259-279].
 7. G. BOUYOUCOS, Hydrometer method for making mechanical analyses of soils [*Bul. Amer. Cer. Soc.*, **14** (1935), 259].
 8. G. BOUYOUCOS, Sensitive hydrometer for determining small amounts of clay or colloids in soils [*Soil Sc.*, **44** (1937), 245-247 et *Bul. Amer. Cer. Soc.*, **17** (1938), 254].
 9. A. CASAGRANDE, Areometer Method for Determining grain distribution in soils, etc. [*Bul. Amer. Cer. Soc.*, **19** (1936), 69].
 10. E. DE BEER, Possibilités géotechniques d'un laboratoire de Géotechnique [*Science et Technique*, **6** (1943)].
 11. G. BOUYOUCOS, Comparison between pipette method and hydrometer method for making mechanical analyses of soils [*Soil Science*, **38** (1934), 335].
-