Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 66 (1954-1957)
Heft: 295

Artikel: Sur quelques argiles glaciaires de la région lémanique
Autor: Vernet, Jean-Pierre
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-274736

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles
Vol. 66 1957 N° 295

Sur quelques argiles glaciaires de la région lémanique.

PAR

Jean-Pierre VERNET

(Séance du 24 avril 1957)

Avant-propos.

Cette étude entreprise avec l'aide de la « Commission pour la recherche scientifique de l'Université de Lausanne », fut accomplie presque exclusivement dans des laboratoires de France. L'analyse granulométrique et une partie des analyses aux rayons X furent exécutées chez le Professeur A. Rivière de la Sorbonne. L'autre partie des analyses aux rayons X, l'analyse thermique différentielle et les minéraux lourds furent menés à chef à l'Institut Français du Pétrole. La granulométrie, faite suivant les méthodes du Laboratoire du Professeur A. Rivière, put être exécutée au Laboratoire de géotechnique de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne. L'étude des plaques minces au microscope fut faite au Laboratoire de géologie de l'Université de Lausanne.

Je tiens à exprimer ici à ces Institutions, au professeur A. Rivière, à MM. A. Vatan et G. Baron et à leurs collaborateurs, mes très vifs remerciements.

* * *

Cette note n'est qu'une contribution à l'étude générale des marnes du Plateau suisse et des formations glaciaires, étude qui est en cours de réalisation.

L'analyse pétrographique a été menée suivant plusieurs méthodes : rayons X, analyse thermique différentielle, granulométrie, analyse microscopique et minéraux lourds et légers.

Les échantillons furent récoltés dans des formations glaciaires de plusieurs localités.

La formation glaciaire la plus répandue dans cette région est l'argile à blocaux communément appelée moraine de fond. C'est une argile onctueuse bleutée, dans laquelle se

rencontrent de nombreux galets et blocs striés. Ces galets sont répartis dans la masse comme les raisins dans un pudding. Parfois, on trouve dans cette formation des lentilles sableuses ou graveleuses qui sont les vestiges d'anciens chenaux dans lesquels circulaient les eaux, à l'intérieur ou sous le glacier. Un autre type de formation glaciaire est aussi fort répandu dans toute la région de La Côte : ce sont les varves. Celles-ci forment des gisements d'assez faible extension, dus probablement à des lacs de barrages temporaires. La digue de retenue était soit un complexe morainique, soit le corps du glacier lui-même; ainsi, les emplacements de ces lacs temporaires s'étagent des bords du Léman jusqu'au pied du Jura.

Les trois types de formations glaciaires permettant de faire une étude sur leurs composants argileux sont : les argiles à blocaux, les lentilles argilo-sableuses et les varves. Il reste encore à situer géographiquement les échantillons recueillis :

a) ARGILE A BLOCAUX

No Ech.	*Formation*	*Gisement*	*Coordonnées*
31	moraine de fond würmienne	Coupe de l'Arney	518.900/150.900
35	» »	Le Toleure	516.600/152.250
36	» »	Coupe de l'Arney	518.900/150.900

b) LENTILLES ARGILO-SABLEUSES

No Ech.	*Formation*	*Gisement*	*Coordonnées*
29	Alluvions de la Côte (Riss-Würm ?)	s/Bougy	514.900/148.050
33	limon des Bonds (Würm-Actuel ?)	SE Plaine de Bière	516.175/153.625

c) VARVES

No Ech.	*Formation*	*Gisement*	*Coordonnées*
17	glacio-lacustre würmien	Bussigny	
30	» »	Coupe de l'Arney	518.900/150.900
32	» »	Villars s/Yens	522.750/150.600
34	» »	La Tioleyre s/Riez	545.650/150.500

Sur ces 9 échantillons furent appliquées les méthodes susmentionnées. L'homogénéité des résultats obtenus permet de conclure pour la quasi totalité des formations glaciaires de la région lémanique, d'où l'intérêt de publier ces quelques résultats.

L'analyse microscopique des plaques minces n'a donné aucun résultat. L'abondance du quartz est remarquable; la texture des varves est litée, alors que celle des argiles à blocaux est confuse, vaguement filée par endroits.

La fraction sableuse de ces argiles a été recueillie sur un tamis dont le diamètre de la maille était de 0,04 mm. Cette fraction sableuse est peu importante et éminemment quartzeuse. Une seule recherche de minéraux lourds et légers fut exécutée. L'inventaire suivant a été relevé :

Minéraux lourds :	épidote	très abondant
	grenat	abondant
	hornblende brunâtre	abondant
	glaucophane	commun
	chloritoïde	commun
	rutile	présent
	sphène	présent
	tourmaline	présent
	apatite	

Dans le cas de l'apatite, le sédiment ayant été décarbonaté, toute évaluation est sans valeur.

Minéraux légers :	quartz	68 %
	feldspaths	3 %
	altérites	29 %

Les minéraux composant ces sables glaciaires sont très altérés, aussi fut-il nécessaire de grouper sous le nom d'altérite tout ce qui l'était trop pour être déterminé. Il devient évident que ces altérites sont composées d'une très forte proportion de feldspaths et de micas.

Analyse roentgenographique.

Les appareils utilisés furent de deux types au gré des échantillons, soit : un appareil à compteur de Geiger-Müller et un appareil à tube Coolidge démontable et à enregistrement sur film photographique. Ces deux appareils sont très différents et ont tous deux des avantages et des inconvénients.

Toutes les argiles furent décarbonatées pour leur étude aux rayons X. Avant de les passer dans l'appareil à enregistrement automatique et à compteur de Geiger-Müller, les argiles furent encore tamisées et orientées mécaniquement. L'appareil à film donne de bien meilleurs résultats si l'on utilise

des pellicules d'argile orientée. Elles sont obtenues par sédimentation d'une suspension d'argile défloculée et bien dispersée. Ces pellicules orientées subissent ensuite toute une gamme de traitements chimiques différents, afin d'amener les raies du spectre d'un minéral argileux dans une position caractéristique. Cette série d'actions chimiques se fait dans un ordre bien déterminé selon une méthode assimilable dans une certaine mesure à une clé dichotomique (Rivière et coll. 1954 (6)). Cette méthode, mise au point par A. Rivière et ses collaborateurs, est excellente et permet une analyse très fine des traces de minéraux argileux; seuls les grands écarts réticulaires sont utilisés pour la détermination courante. Le recours à la chambre Debye-Scherrer ou au monochromateur ne se fait que dans les cas très complexes.

Les minéraux «argileux», dans un sens large, découverts par la méthode des rayons X, sont donnés dans le tableau I.

Dans le cas de l'échantillon n° 33, toutes les raies des plagioclases sont présentes entre 6,30 Å et 2,95 Å. Il est ainsi possible de dire que parmi ces plagioclases l'albite est prédominante. L'amphibole n'est déterminée que par une seule raie; il semble cependant que ce soit une actinote.

L'illite de l'échantillon n° 17 pourrait aussi bien être de la muscovite, car il y a une très grande difficulté à trancher entre ces deux minéraux sur un diagramme de film. Dans cette argile, on a deux types différents de kaolinite, mais nous reviendrons plus loin sur cette question.

La détermination de la pyrophyllite dans l'échantillon n° 30 est basée uniquement sur une raie. Elle est donc très douteuse.

On trouve, énumérés dans le tableau I, tantôt de l'illite, de la muscovite ou des micas. L'illite, rappelons-le, est une muscovite altérée. Parfois, il n'est pas possible de faire une détermination spécifique et l'on emploie alors le terme général de «micas». De toute façon, et sans vouloir entrer dans les détails, on peut sans faute placer l'illite, la muscovite et les micas sous la dénomination générale, mais juste, d'*argile micacée*.

Le problème de la kaolinite est tout autre. Je dirai simplement que parfois, comme dans le cas de l'échantillon n° 17, on rencontre une kaolinite de type courant, mais à côté de celle-ci, et la plupart du temps seule, se trouve une kaolinite de type particulier. Ce minéral a les mêmes écarts réticulaires que la kaolinite, mais ne résiste pas à l'attaque chlorhydrique. Pour plus de détails, je renvoie les lecteurs à une note des *Comptes Rendus* (Vernet, 1956 (7)).

TABLEAU I

Formation	*No Ech.*	*Minéraux*
Argile à blocaux	31	chlorite ferrifère - muscovite - kaolinite (?) - quartz - plagioclases - dolomite (< 5 %) - pyrite (< 5 %)
	35	chlorite - muscovite - kaolinite (?) - quartz - plagioclases (> 5 %) - feldspaths alcalins (5 %) - sidérite (T)
	36	chlorite - muscovite - kaolinite (?) - quartz - plagioclases (5 %) - sidérite (T)
Lentilles argilo-sableuses	29	chlorite - micas - kaolinite (?) - quartz - plagioclases (< 5 %) - feldspaths alcalins (> 5 %)
	33	chlorite ferrifère - muscovite - quartz - plagioclases (> 10 %) - feldspaths alcalins - dolomite (< 5 %) - amphibole (T)
Varves	17	chlorite - illite - kaolinite - quartz
	30	chlorite ferrifère - muscovite - kaolinite (?) - quartz - plagioclases (5%) - sidérite (T) - pyrophyllite (T)
	32	chlorite ferrifère - muscovite - kaolinite (?) - quartz - plagioclases (>5%) - feldspaths alcalins (<5%)
	34	chlorite - micas et illite - quartz - plagioclases (< 5 %) - sidérite (T)

Légende : T = traces.

En résumé, le schéma de ces argiles glaciaires, quels que soient leur âge et leur type de formation, est le suivant :

chlorite généralement ferrifère
argile micacée
kaolinite
quartz
plagioclases } 5 — 10 %
feldspaths alcalins }

Ces minéraux principaux sont accompagnés de minéraux accessoires différents suivant les échantillons. Tous se trouvaient dans la poudre décarbonatée ayant passé à travers un tamis dont le diamètre des mailles est de 0,04 mm.

Analyse thermique différentielle (ATD).

Cette méthode découverte par Le Chatelier en 1887 reste, en France, étudiée surtout par les chercheurs du Muséum. Actuellement, c'est plus particulièrement S. Caillère qui travaille dans ce domaine. Parallèlement, les Américains l'ont développée industriellement et l'ATD est couramment utilisée dans les recherches stratigraphiques exécutées lors des forages pétroliers. Pour l'instant, sauf dans des cas bien précis et des mélanges simples, cette méthode ne donne pas de résultats quantitatifs.

Cette introduction tend à montrer que l'ATD est une méthode en pleine évolution, mais encore peu pratiquée. Dans l'analyse des argiles, elle a trouvé une application intéressante. Cependant, lorsque le mélange des minéraux argileux est complexe, beaucoup de courbes exothermiques ou endothermiques sont communes à plusieurs minéraux et une attribution spécifique devient aléatoire. Il reste donc que la méthode prédominante dans la pétrographie des argiles est l'étude par les rayons X.

Toutes les courbes d'ATD données par les argiles glaciaires ont été groupées sur un même graphique (voir fig. 1), afin de les analyser plus commodément. Leur uniformité frappante est encore accentuée par la présence, dans tous les diagrammes, du pic endothermique du quartz entre 560 et 580°. Dans cette série, on distingue immédiatement le numéro 31 qui est une argile à blocaux de l'Arney (près d'Aubonne) et le numéro 33, un échantillon du limon des Bonds du SE de la plaine de Bière. Ces deux courbes présentent un pic endothermique vers 800° indiquant la présence de la dolomite. Ce pic n'est pas doublé par celui de la calcite, ce qui est gé-

néralement le cas; ceci semble être dû à l'élimination complète du carbonate de calcium par l'attaque chlorhydrique. La dolomite n'est qu'accessoire et n'indique rien de particulier, tout comme les pics exothermiques entre 400 et 500° qui sont apparemment dus à la sidérite, éventuellement à des matières organiques ou à des sulfures.

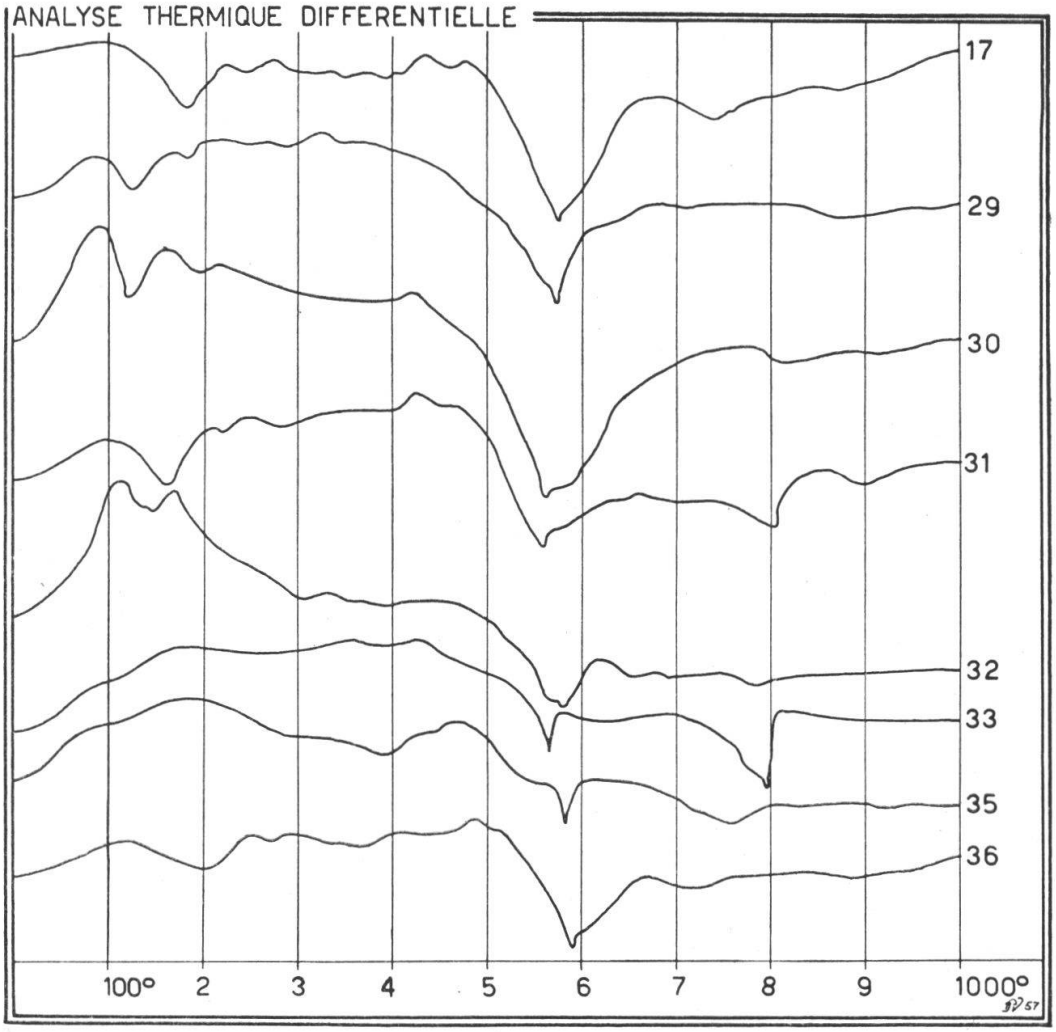

FIG. 1.

Les minéraux argileux proprement dits sont surtout représentés par un minéral à 3 couches hydratées, se marquant par un grand pic endothermique suivi d'un plus petit entre 130 et 250°, par un grand pic endothermique évasé entre 500 et 600°, et finalement, mais pas dans tous les cas, par une très faible inflexion endothermique vers 900°. Ce minéral à 3 couches hydratées doit avoir des cations adsorbés bivalents,

selon H. MAYOR (4). Dans ce cas, il semble presque certain que l'on soit en présence d'illite.

Les courbes d'ATD des kaolinites sont bien connues; elles montrent un pic endothermique vers 550° (GÉRARD-HIRNE et MÉNERET, 1954 (1) et 1955 (2)) et un pic exothermique très aigu vers 975°. Ce dernier pic est d'autant moins marqué que la kaolinite est mal cristallisée. Il est nécessaire de dire combien un diagramme d'illite peut être bouleversé par une attaque préalable du matériel argileux (KERR, KULP et HAMILTON, 1949 (3)). La kaolinite est peut-être présente, mais rien ne la désigne spécifiquement.

Voilà, en quelques mots, les résultats obtenus par l'application de l'analyse thermique différentielle aux argiles glaciaires étudiées.

Analyse granulométrique.

L'étude granulométrique de ces argiles glaciaires est faite par la méthode de la pipette d'Andreasen raccourcie.

Les argiles ne sont pas décarbonatées. Mises en suspension aqueuse, elles sont amenées à un pH basique voisin de 8-9 et additionnées d'un défloculant, l'hexamétaphosphate de Na. Puis, placées dans des flacons, elles sont agitées à l'agitateur rotatif pendant 16 à 18 heures. Ainsi, ces suspensions sont bien défloculées et dispersées.

Chaque suspension est versée dans une éprouvette, elle-même placée dans un bain-marie pendant 8 jours. L'eau de ce bain-marie, constamment agitée, est maintenue à une température de 30°. La température étant constante et l'ambiance homogénéisée, aucun courant de convexion ne peut se produire. La sédimentation s'est faite sans que rien ne vienne en troubler le cours. Des prises échelonnées dans le temps suivant une progression géométrique sont faites grâce au dispositif de la pipette d'Andreasen fixé à demeure sur l'éprouvette de sédimentation. Il est ainsi possible de poursuivre l'étude granulométrique de ces argiles jusqu'aux particules de 0,0002 mm de diamètre.

Les courbes granulométriques ainsi obtenues sont portées sur un graphique sous forme de courbes cumulatives. En abcisse, sont indiqués les diamètres de ces particules et en ordonnée, les pourcentages correspondants. Ce graphique est semi-logarithmique, c'est-à-dire que l'abscisse est logarithmique (voir fig. 2).

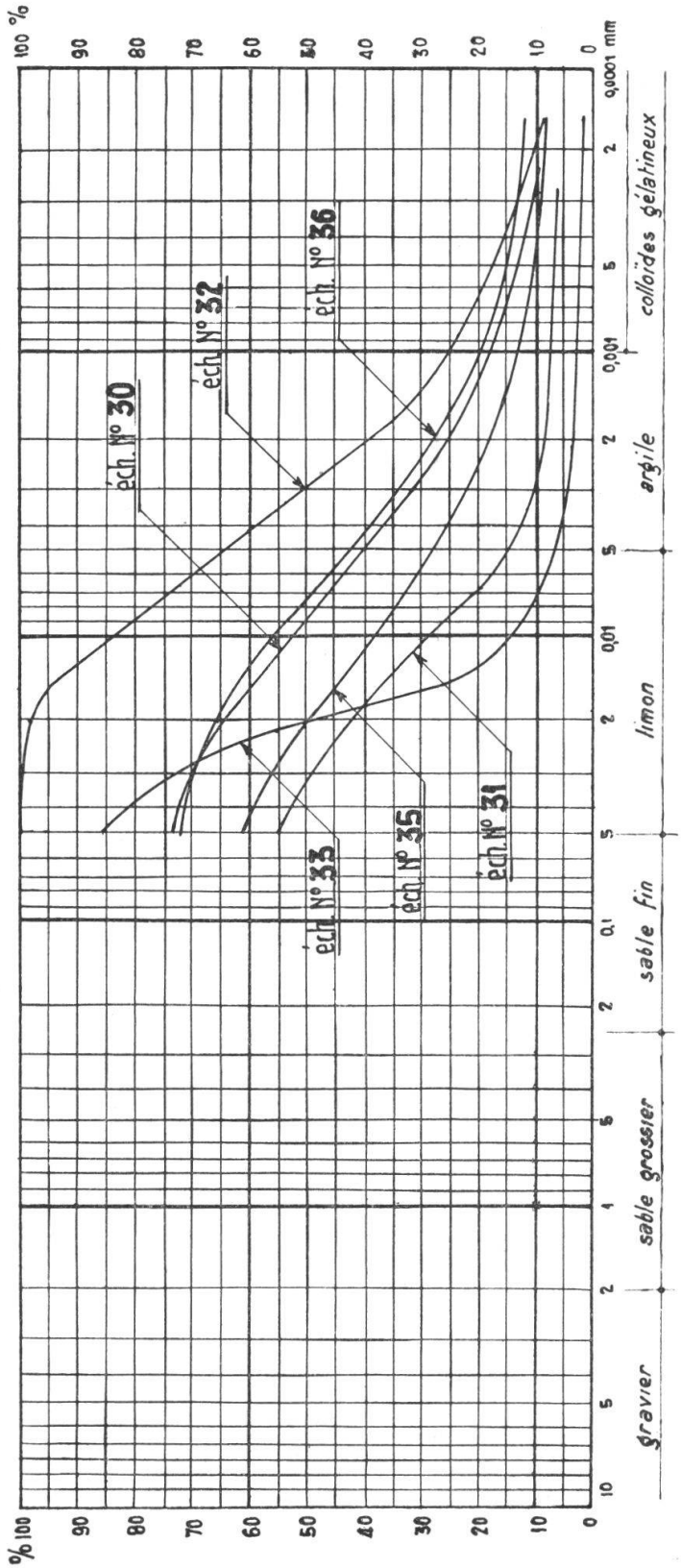

FIG. 2. — COURBES GRANULOMETRIQUES CUMULATIVES DES FRACTIONS FINES.
Echantillons nos 30, 31, 32, 33, 35 et 36.

La fraction sableuse, c'est-à-dire d'un diamètre supérieur à 0,05 mm, est variable suivant les échantillons. A part cela, les courbes sont très semblables. Elles se rapportent toutes au faciès logarithmique selon la terminologie définie dans les travaux de A. Rivière (1954 (5)). Seule une légère dispersion aléatoire est visible aux deux extrémités de ces courbes. Toutefois, la courbe de l'échantillon n° 33, soit le limon des Bonds de Bière, est très différente. Elle montre une dominance des particules dont le diamètre est de 0,02 mm. Cet hydroclassement est provoqué par la circulation des eaux entraînant ces particules au sein de la nappe de graviers recouvrant la plaine de Bière.

En résumé, il apparaît que quel que soit le type de formations glaciaires, la répartition granulométrique pour la fraction fine est toujours semblable, exception faite des argiles glaciaires remaniées des limons de Bière.

* * *

En conclusion de cette étude, on peut dire qu'aussi bien dans leur composition granulométrique, sauf l'exception susmentionnée, que dans leur composition pétrographique, les argiles glaciaires montrent une grande homogénéité. Aucune néogenèse ne s'est manifestée parmi les minéraux argileux qui sont donc tous d'origine détritique, quel que soit le type de formation. De plus, aussi bien dans la formation glaciaire la plus ancienne, celle des Alluvions de la Côte, que dans la formation glaciaire actuellement remaniée des limons des Bonds de Bière, aucun changement dans le cortège des minéraux argileux détritiques n'apparaît. En résumé, la sédimentation argileuse ne varie pas dans les formations glaciaires, ni en fonction du temps, ni en fonction du mode de dépôt, et ses caractères sont ainsi définis par cette étude. Selon une remarque de A. Bersier, il apparaît que ce que l'on appelle «argiles» glaciaires est formé en grande partie par une mouture de phyllites et que les minéraux argileux entrent en réalité pour une faible part dans la composition de ces «argiles».

AUTEURS CITES

1. GÉRARD-HIRNE J. et MENERET J. — Enregistrement graphique à haute température des courbes d'analyse thermique différentielle. *Bull. Soc. fr. Céram.*, N° 24, 1-7, 1954.
2. — Les réactions thermiques à haute température des kaolins et argiles kaolinitiques. *Bull. Soc. fr. Céram.*, 25-33, 1955.
3. KERR J., KULP L., HAMILTON P.-K. — Differential thermal analyses of reference clay mineral specimens. *Amer. Petroleum Inst.* Project 49, Clay Mineral Standards, p. 1-48, 1949.
4. MAYOR H. — Thèse sur les argiles du Bas-Congo, en préparation.
5. RIVIÈRE A. — Généralisation de la méthode des faciès granulométriques. Evaluation de la dispersion aléatoire. *C. R. Acad. Sc. Paris 238*, N° 24, 2326-2329, 1954.
6. RIVIÈRE A., VISSE L., FRIDMAN R. et VERNHET S. — *Bull. Groupe Français des Argiles*, nlle série *6*, N° 1, 13-18, 1954.
7. VERNET J.-P. — Les minéraux argileux des sédiments oligo-miocènes du bassin molassique suisse. *C. R. Acad. Sc. Paris 243*, 1129-1131, 1956.