

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 11 (1958)
Heft: 4

Artikel: Les argiles feuilletées glacio-lacustres de Ferney (Département de l'Ain, France)
Autor: Jayet, Ad.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-738835>

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: 03.04.2026

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

à sa position normale, le heurt pernicieux de la pointe d'acier contre le rubis non déplacé par le choc.

d) Il abaisse le prix de revient, puisqu'il n'est pas nécessaire de travailler avec une haute précision pour obtenir un ajustement parfait des pierres et du pivot.

En regard du vieux système de la pointe unique :

e) Il rend aisé le transport d'appareils sensibles et délicats et, ne requérant pas d'immobilisation de l'équipage mobile lorsqu'on ne s'en sert pas, il évite le temps perdu par toutes les opérations de serrage et desserrage qu'exige ce genre de suspension.

f) Il permet de maintenir constante et très faible la distance d'un cadran tournant à un verre fixe pourvu de repères, et, de ce fait, il permet de réaliser une optique parfaite.

En regard des roulements à billes, et notamment des plus fins d'entre eux :

g) Il peut donner, dans des cas correspondant à une même solidité, de meilleurs résultats, car il implique beaucoup moins de friction, de freinage.

De multiples applications peuvent donc être envisagées pour cette façon nouvelle d'associer pivot et rubis, qu'il s'agisse d'appareils de mesure, de détection ou de commande. On peut notamment l'envisager dans des voltmètres ou ampèremètres, des compteurs de tours ou autres, dans les appareils utilisés en aviation, dans les missiles, dans des commandes ou mesures photoélectriques, dans de petits moteurs électriques du type Ferrari ou synchro par exemple, et dans nombre de cas qui ne peuvent être prévus ou énumérés ici.

Ad. Jayet. — *Les argiles feuilletées glacio-lacustres de Ferney (Département de l'Ain, France).*

D'importants travaux ont été entrepris à la fin de l'été 1958 pour étendre les pistes de l'aérodrome de Cointrin (Genève); ils ont rendu nécessaire la mise sous tunnel de la route de Genève à Ferney, sur territoire français, à partir de la frontière

franco-suisse. A cette occasion, la tranchée ouverte a permis d'observer en détail et sur une coupe transversale de 300 m environ, la zone des argiles de Ferney, elle-même déjà connue d'ailleurs par les exploitations des tuileries de Ferney et de Colovrex. Il nous paraît intéressant de relever ici quelques-uns des détails pouvant éclairer la question de la genèse de ces argiles, ceci d'autant plus que le gisement sera très éphémère.

Coupe générale.

Au point 495,5/122,5, d'après la carte nationale suisse, on pouvait observer de haut en bas :

1. Terre noire un peu jaunâtre, 0 m 60. Le sommet de cette couche est à l'altitude de 405 m.
2. Terre argileuse compacte jaunâtre, quelques cailloux épars, 1 m 80. Cette couche a été formée par le remaniement superficiel des argiles feuilletées et de la moraine argileuse à galets striés.
3. Argiles feuilletées glacio-lacustres (varves). Alternance de bancs argileux contenant une série de strates plus ou moins fines. 3 m.
4. Moraine argileuse, de couleur sombre, brunâtre, à galets striés. Elle forme des monticules à surface irrégulière sous les argiles feuilletées. Epaisseur visible: 4 à 5 m.

Le détail de la partie de la coupe intéressant les argiles à varves est donné à la figure 1. D'après les plans de séparation et le profil, on peut distinguer 22 bancs argileux dont l'épaisseur varie de 5 à 50 cm avec une moyenne de 13 cm; la stratification est très fine en certains endroits, floue et indistincte en d'autres. La série débute par un niveau de remaniement de la moraine à galets striés puis par une petite zone à galets marneux. Nous avons eu la chance de trouver une série de 4 bancs, malheureusement détachés de l'affleurement, permettant une bonne observation détaillée des varves, elle est donnée à la figure 2. Ces quatre bancs (*a, b, c, d*) ont respectivement 33, 26, 23, 34 cm d'épaisseur; on observe à la base de chacun un petit niveau à galets marneux remaniés. C'est d'ail-

leurs le terme d'argiles marneuses qui devrait être employé ici, toute la série contenant du carbonate de calcium à l'état divisé.

Les quatre bancs sont relativement épais, il faut alors admettre que dans la série générale plusieurs couches doivent en réalité être réunies en un même petit complexe semblable à

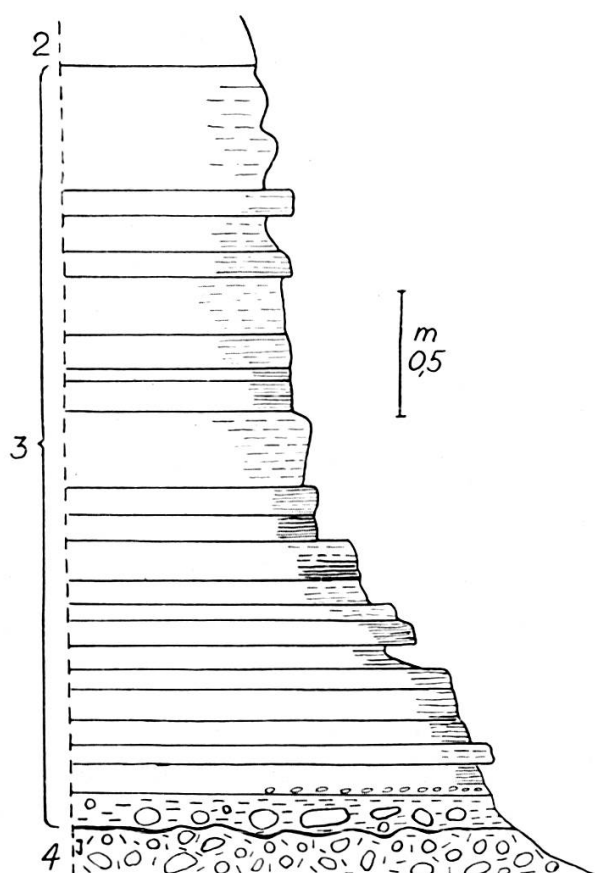


Fig. 1.

Coupe générale des argiles stratifiées de Ferney.

a, b, c ou d. Nous avons donc là un premier épisode marqué par l'épaisseur des bancs qui est de 30 cm environ. Si nous analysons le détail de chacun des bancs, nous voyons que les strates fines, serrées, très distinctes se trouvent à la base; vers le haut elles deviennent de plus en plus floues, de moins en moins distinctes. Il est facile d'observer que chaque strate est composée de deux parties, une couche relativement épaisse de couleur jaune recouverte d'une pellicule gris argenté. La partie jaune est composée d'éléments argileux très fins tandis que la pellicule

argentée est formée d'éléments grossiers, grains de quartz, feldspath, séricite. *A s'en tenir à la nomenclature admise jusqu'ici, il faut réserver le nom de varves à ces petites alternances. Une varve est donc formée d'une première couche de matériaux fins de couleur sombre et d'une couche beaucoup plus mince, de couleur claire, de matériaux grossiers.*

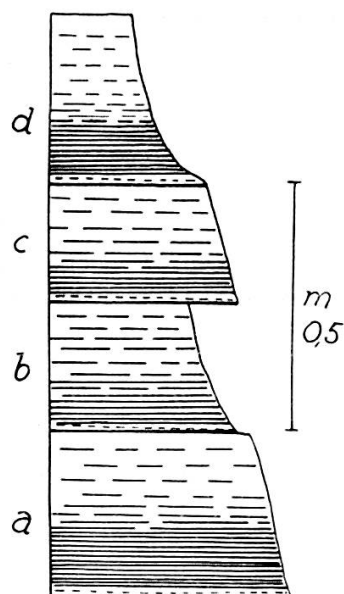


Fig. 2.

Série de quatre bancs argileux présentant une triple alternance, les varves ne peuvent être figurées à leur échelle exacte, voir le texte.

L'épaisseur de chaque varve varie de 2 mm à 20 mm, la moyenne sur 25 mesures est de 7,5 mm, la partie grossière ne dépassant jamais un millimètre. Les varves deviennent de moins en moins distinctes vers la partie supérieure de chaque banc, ce qui correspond à une disparition progressive de la pellicule gris argenté. Enfin la partie jaune de chaque varve est elle-même composée de *strates plus fines de l'ordre du millimètre*; nous en avons compté une quinzaine dans une varve de 12 mm à la base du banc *d*.

L'ensemble des argiles nous montre donc une *triple alternance*: une *alternance majeure* de l'ordre de 30 cm, celle des bancs, marquée par une base légèrement transgressive et par un arrêt de la sédimentation à la partie supérieure; une *alter-*

nance moyenne, celle des varves proprement dites de l'ordre de 1 cm environ; enfin une *alternance mineure* de l'ordre du millimètre. Tout essai d'explication doit tenir compte de cette première donnée fondamentale.

Empreintes à la surface de la surface couche gris argenté (fig. 3).

Un des résultats les plus curieux de l'observation des argiles de Ferney a été le suivant: la surface de la zone gris argenté des varves peut montrer de nombreuses petites cupules, les unes

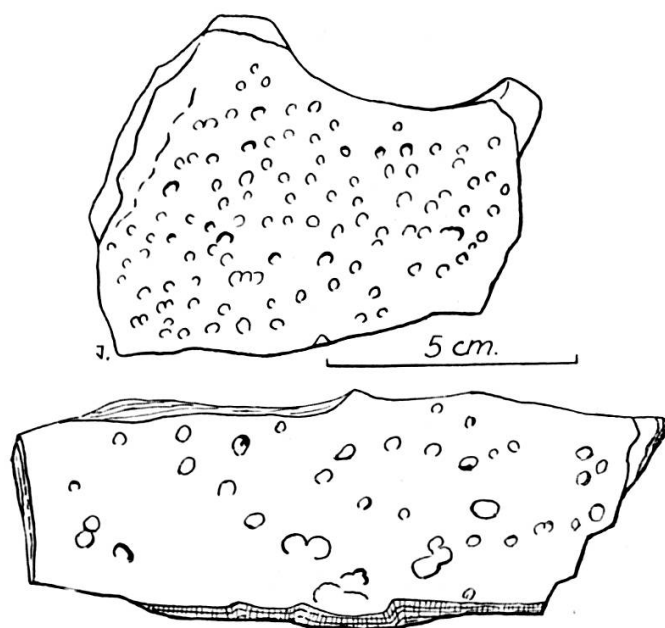


Fig. 3.

Empreintes à la surface de la couche des varves.

finies et serrées d'un diamètre de 1 à 5 mm environ, les autres plus larges et plus espacées. Leur forme est rarement circulaire mais plutôt elliptique ou subpolygonale, la profondeur varie de 0,5 à 2 mm. La figure 3 donne une idée de ces empreintes qui évoquent l'idée de chocs ou de percussions.

Nous ne voyons pour l'instant qu'un phénomène à leur comparer, celui des petits cratères laissés par une chute de pluie à la surface de sédiments fins. Nous n'observons pas toutefois sur les échantillons de Ferney une allure aussi nettement cratériforme. Quoiqu'il en soit, et l'allure des empreintes l'indique nettement, ce phénomène n'a pu se produire qu'à sec ou

sous une très faible épaisseur d'eau. L'empreinte d'organismes d'eau douce, cas signalé par M. Schartzbach, page 568, est ici exclue.

Présence de galets au sein des argiles feuilletées (fig. 4).

On trouve par-ci par-là des galets isolés et enrobés dans les argiles, ils sont quelquefois striés. Le fait qu'ils ont déformé dans leur chute le substratum indique que celui-ci était encore

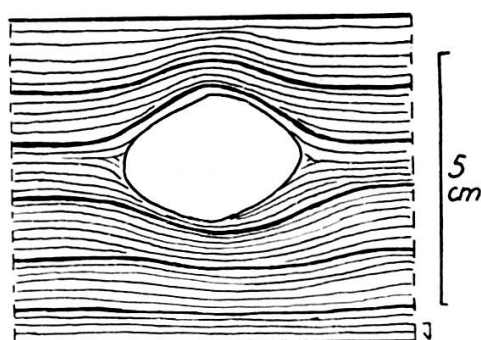


Fig. 4.

Galet enrobé dans les varves à la base du banc *d*.
Les traits renforcés indiquent la surface argentée de chaque varve.

mou, puis la sédimentation se poursuivant, les varves viennent à leur tour mouler et enrober le galet. E. JOUKOWSKY, 1941, page 44, a donné de cette disposition l'explication suivante: « ce qui semble le plus logique est d'admettre, dans une dépression abandonnée progressivement par un glacier en voie de retrait, une période où des glaçons flottants laissaient tomber des matériaux grossiers qui s'incorporaient aux sédiments fins ». Nous pouvons préciser d'après nos observations sur les glaciers actuels qu'il s'agit de blocs de glace détachés du front glaciaire et portant à leur surface les galets d'une moraine intraglaciaire. Ces blocs, véritables icebergs, dérivent sur le torrent glaciaire où la chute des matériaux se poursuit d'ordinaire, mais ils peuvent aussi être entraînés accidentellement dans les bassins latéraux où se forme une sédimentation exactement semblable à celle qui nous occupe, ils y déversent leurs matériaux.

Remarques d'ordre général sur les argiles feuilletées.

Le premier fait essentiel consiste dans la division de la masse argileuse en *zones d'épaisseurs variées*; dans le cas de Ferney, il y a trois ordres de grandeur: 30 cm, 1 cm, 1 mm environ. On admet généralement, à la suite des travaux de G. DE GEER et de son école, que l'alternance de 1 cm environ, comptant une couche foncée d'éléments fins et une couche claire d'éléments grossiers correspond à un dépôt annuel. Les éléments fins se déposeraient en hiver, les éléments grossiers en été dans un lac situé à l'aval du glacier. Cependant cette interprétation a été modifiée par certains auteurs. Pour F. BOURDIER, in M. GIGNOUX, page 662, les argiles d'Eybens près de Grenoble, exactement comparables d'après nous à celles de Ferney, comprennent des zones annuelles dont l'épaisseur est de l'ordre du décimètre, les varves élémentaires étant épaisses de quelques millimètres à 1 cm. Si cette opinion est juste, les varves au sens de Geer ne seraient pas ici annuelles. D'autre part, M. SCHWARTZBACH, dans une excellente étude sur les argiles stratifiées de la région des Sudètes, admet la formation de varves journalières; nous y reviendrons.

Un deuxième fait essentiel est que les argiles feuilletées sont *entièrement ou presque entièrement stériles*. Toutefois E. JOURKOWSKY y a signalé des *Coccolithes* (algues marines) et un organisme douteux, *Actiniscus*. Personnellement, nous avons vainement cherché dans ces argiles et pour tout le bassin de Genève, un équivalent aux faunes malacologiques aquatiques si abondantes cependant dès le retrait glaciaire. Nous devons faire remarquer à ce sujet que tous les lacs de haute montagne recèlent des *Pisidium*, par exemple *P. hibernicum* Westerl. à 2400 m au Valsorey, à 2780 m au Riffelsee, *P. casertanum* Poli à 2500 m aux lacs de Fenêtre, etc. Il en est encore de même dans la région arctique, en Laponie, où l'on trouve au bord des lacs actuels *P. lapponicum* Cless, *P. conventus* Cless, etc. Si les argiles feuilletées sont réellement lacustres, il faudrait que des conditions très spéciales aient empêché tout développement de faunule malacologique.

Le troisième fait essentiel est le suivant : on observe *partout* là où des terrains morainiques pléistocènes sont attaqués par les précipitations, talus, gravières, *la formation d'argiles feuilletées* dont l'épaisseur et l'allure générale sont celles des varves au sens de l'école de Geer mais sans qu'intervienne un rythme annuel. C'est encore le cas des sédiments réalisés artificiellement par les machines laveuses des gravières.

Le quatrième fait essentiel concerne le classement des argiles à varves glacio-lacustres dans les sédiments pléistocènes. *Elles ne constituent qu'un cas particulier, celui du délavage, à partir du front morainique, de moraines argileuses.* Quand les moraines sont caillouteuses et sableuses, leur délavage donne des dépôts plus ou moins finement sableux, mais ils sont caractérisés par les mêmes structures et le même rythme a vraisemblablement procédé à la genèse des uns et des autres.

Genèse des argiles feuilletées.

Les observations que nous avons pu faire au glacier de Val-sorey de 1949 à 1958 nous ont montré que les dépôts à varves se forment dans les bassins de faible profondeur qui bordent le torrent glaciaire alors qu'il est encore sur un socle de glace morte (glacier mort) à l'aval du front glaciaire apparent. Dans ces bassins s'opère la décantation des sédiments en suspension (particules fines) ou l'entraînement au sol (particules grossières). Le remplissage et la vidange obéissent au *rythme nyctéméral*, remplissage pendant la journée par les eaux de fonte, vidange pendant la nuit. Les deux phénomènes sont liés à la hauteur des eaux dans le torrent glaciaire, celles-ci sont à leur maximum au début de l'après-midi. Au cours de l'hiver les bassins sont complètement exondés, la reprise de la sédimentation se faisant au début de l'été suivant. Nous n'avons jamais observé dans ces bassins de faunule malacologique, bien qu'à peu de distance un petit lac situé sur un mamelon rocheux nous ait abondamment fourni *Pisidium hibernicum* var. *gigantea* Favre.

A la suite de ces observations, nous avons admis et publié dans diverses notes que les argiles à varves glacio-lacustres pléistocènes devaient s'être formées dans des conditions ana-

logues. Le cas des argiles de Ferney nous paraît de nature à renforcer largement cette opinion; il a encore cet avantage d'élucider plusieurs points de détail. En effet, la triple alternance s'explique fort bien: les strates d'ordre élevé, c'est-à-dire *les bancs de 30 cm sont le résultat d'un dépôt annuel, plus exactement le dépôt d'un été*. Les strates d'ordre moyen, de 1 cm, ou *varves* correspondent au *dépôt d'une journée, plus exactement des heures diurnes* pendant lesquelles les bassins de décantation se remplissent. On peut observer que la mince couche argentée de grain grossier correspond à la *phase journalière de décrue*; dès que le niveau baisse, on voit l'entraînement de particules grossières s'opérer en sens inverse de la sédimentation générale, c'est-à-dire vers le centre du bassin.

Les empreintes, très probablement de gouttes de pluie, sur la pellicule argentée s'expliquent tout naturellement par l'*exondation nocturne* à laquelle nous avons fait allusion. Exposées à l'air ou encore sous une très faible épaisseur d'eau, les argiles ont pu garder l'empreinte des chocs reçus.

Enfin les plus petites divisions observées, de l'ordre du millimètre, nous paraissent absolument semblables aux *fluctuations* que nous voyons se produire lors de la sédimentation en eau peu profonde. Les courants changent à tout instant de direction, entraînant d'un côté puis d'un autre les particules d'une masse déterminée. Il est encore à noter que des varves peuvent se former en dehors d'une nappe d'eau, dans les cônes de déjection de petits cours d'eau, par exemple.

Il est encore compréhensible que les sédiments argileux, s'ils se sont formés en eaux froides et sur un socle de glace comme nous le pensons, aient été *peu propices à l'établissement de faunes, de mollusques en particulier*.

Une disposition doit encore être expliquée, c'est le passage des varves serrées, bien distinctes, de la partie inférieure de chaque banc à la zone floue de la partie supérieure. Nous y voyons l'augmentation du niveau de l'eau dans les bassins de décantation, corrélativement avec l'éloignement du rivage. Il est normal qu'au cours de l'été l'eau de fonte ait été de plus en plus abondante. Nous espérons préciser davantage ce point par la prochaine campagne d'étude au glacier du Valsorey.

En résumé, l'étude des argiles de Ferney nous confirme dans l'idée que de telles argiles ont pris naissance, au cours du retrait würmien dans des bassins de décantation bordant un torrent glaciaire et sur un glacier mort. Les alternances observées sont de trois ordres. L'ordre supérieur correspondant aux strates de 30 cm environ est donné par le rythme annuel, sédimentation en été, arrêt en hiver. L'ordre moyen de 1 cm, celui des varves proprement dites est donné par le rythme nyctéméral, sédimentation pendant le jour, arrêt pendant la nuit. La phase de décrue journalière est enregistrée par la mince pellicule argentée de sédiments grossiers, celle de l'exondation par les empreintes attribuables à des gouttes de pluie. Enfin les plus petites superpositions sont dues aux fluctuations des courants agissant au sein des bassins, c'est-à-dire au déplacement latéral constant des filets d'eau de vitesses différentes. D'après nos mesures, la durée de chacune de ces fluctuations ne doit guère avoir dépassé une heure.

Nous remercions très vivement le professeur E. Kellenberger des belles photographies qu'il a prises au microscope électronique de nos argiles mises en suspension, elles décèlent des particules d'une taille très faible de l'ordre de 1/50.000 de millimètre environ.

*Université de Genève.
Institut de Géologie.*

BIBLIOGRAPHIE

- GIGNOUX, M. (1950). *Traité de Géologie stratigraphique*. 4^e édition. Paris, Masson & C^{ie}, p. 662.
- JAYET, A. (1955). Le problème du fluvio-glaciaire. *Geographica helvetica*, 3, pp. 149-150.
- JOUKOWSKY, E. (1935). Sur la présence dans le glacio-lacustre genevois d'organismes considérés jusqu'ici comme marins. *C. R. Séances Soc. Phys. et Hist. nat.*, 52/3, p. 261.
- (1941). *Géologie et eaux souterraines du Pays de Genève*. Genève. Kundig, p. 44.
- PARÉJAS, E. (1938). *Notice explicative de l'Atlas géologique de la Suisse au 1/25.000^e*. Feuilles Dardagny, Chancy, Vernier, Bernex. Berne, Francke S. A., p. 14.
- SCHWARTZBACH, M. (1940). Das diluviale Klima während des Höchststandes einer Vereisung ermittelt aus der Tageswarven der Bändertone. *Zeitschr. deutschen. Geol. Gesell.*, 92/10, p. 569.