Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 18 (1965)

Heft: 3

Artikel: Étude du niveau de cenders volcaniques des sédiments post-glaciaires récents des environs de Genève

Autor: Martini, Jacques / Duret, Jean-Jacques

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739221

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: 14.12.2025

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

ÉTUDE DU NIVEAU DE CENDRES VOLCANIQUES DES SÉDIMENTS POST-GLACIAIRES RÉCENTS DES ENVIRONS DE GENÈVE

PAR

Jacques MARTINI et Jean-Jacques DURET

Dans une précédente note, nous avons signalé la présence d'un niveau de cendres volcaniques dans les marais de Veigy, de la Pallanterie et de Rouelbeau. La présente étude a pour but de faire connaître les résultats détaillés de nos recherches.

GÉNÉRALITÉS

Les dépôts les plus favorables à l'étude des retombées volcaniques d'origine lointaine sont ceux des marais. En effet, la sédimentation y a été presque continue, du retrait des glaciers à nos jours. La faible puissance des dépôts alliée à l'absence presque complète d'éléments détritiques en rend l'étude aisée. Ce sont les récentes découvertes des auteurs allemands et suisses alémaniques qui nous ont incités à étudier quelques-uns des nombreux marais des environs de Genève.

Rappelons brièvement l'histoire géologique de ces marais, histoire qui d'ailleurs est sensiblement la même dans bien d'autres régions. Immédiatement après le retrait des glaces, les petites dépressions résultant de la morphologie des terrains glaciaires sont occupées par des nappes d'eau. Le climat était tout d'abord rigoureux: c'est celui de la prairie arctico-alpine. L'absence de couverture végétale importante favorisait le ruissellement. Ce fait, associé à un transport éolien non négligeable, occasionne une sédimentation initiale surtout détritique: c'est le dépôt des limons bleus à faune malacologique périglaciaire et pollens de plantes herbacées dominants. Ensuite le climat s'adoucit et la forêt commence à s'installer. Le sol étant retenu par la couverture végétale, le ruissellement superficiel diminue et la sédimentation détritique cesse, si aucun cours d'eau n'alimente le marais. Ainsi, pendant les différentes périodes climatiques de l'Holocène, les dépôts sont essentiellement d'origine chimique ou biochimique: d'abord de la craie lacustre, puis de la tourbe. Ce n'est qu'à une époque récente qu'une sédimentation détritique se reproduit. Elle est

probablement occasionnée par le déboisement général, et constitue le dépôt terminal, lorsque celui-ci est représenté. Nous avons étudié trois marais dont la position géographique générale est indiquée par la figure 1. Nous allons les décrire en détail.

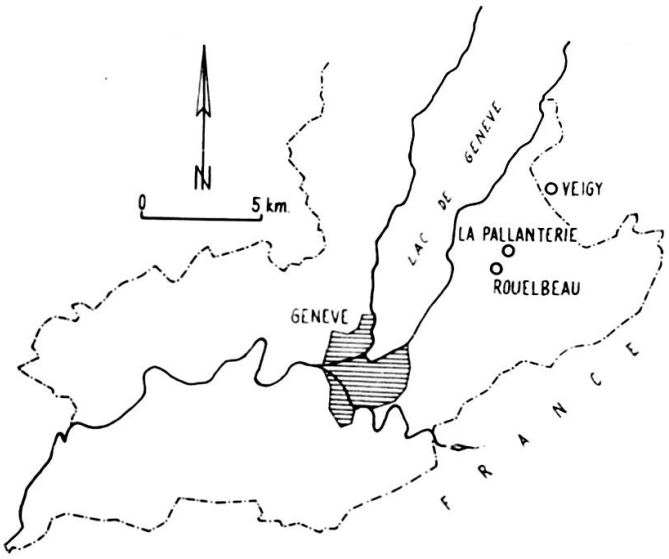

Fig. 1.

Veigy.

Les marais de Veigy, actuellement assainis, sont situés sur territoire français, très près de la frontière suisse. Ils ont été explorés au point de vue malacologique par J.F AVRE (1927). Signalons que cet auteur a également étudié les deux autres marais que nous décrirons. Les tranchées de drainage facilitent beaucoup l'observation. Nous avons levé une première coupe dans la partie sud-ouest du marais, près d'un coude bétonné de la tranchée, au point des coordonnées 508.400/125.600. Cette coupe est représentée dans la figure 2. Elle comprend de bas en haut: des limons bleus, de la craie lacustre et enfin de la tourbe. Notons que seules la tourbe et la partie supérieure de la craie lacustre sont visibles sur les bords de la tranchée. La partie inférieure est sous le plan d'eau et est, par conséquent, difficilement accessible. Nous l'avons observée par sondage. Entre la craie et la tourbe franche, on observe un terme de passage constitué par une craie tourbeuse, ainsi que l'avait noté J. Favre. Dans la moitié inférieure de la craie lacustre s'intercale un mince niveau de nature finement sableuse, de couleur grisâtre. Son épaisseur n'excède pas 1 cm. Il s'agit de l'horizon à retombées volcaniques. Nous décrirons plus loin sa nature minéralogique exacte. Nous avons examiné les minéraux lourds de toute la craie lacustre et de la base de la tourbe. Dans les résidus de lavage, la partie sableuse extraite est toujours très minime, sauf dans le mince niveau à cendres volcaniques. Dans la figure 2, nous avons représenté la composition des concentrés de minéraux lourds par un gra-

phique [1]. Nous avons effectué un échantillonnage serré sur des carottes prélevées à l'aide d'un carottier à piston, de 2 pouces de diamètre. Les trois échantillons situés en-dessous du niveau de cendres mesuraient 9 cm de hauteur. L'échantillon correspondant au niveau de cendres mesurait 2 cm de hauteur. Les échantillons situés au-dessus du niveau de cendres mesuraient entre 5 et 12 cm dans la craie lacustre et 25 cm dans la tourbe. Dans le graphique de la répartition des minéraux lourds, les points de flexion des courbes représentent le milieu de la hauteur des échantillons.

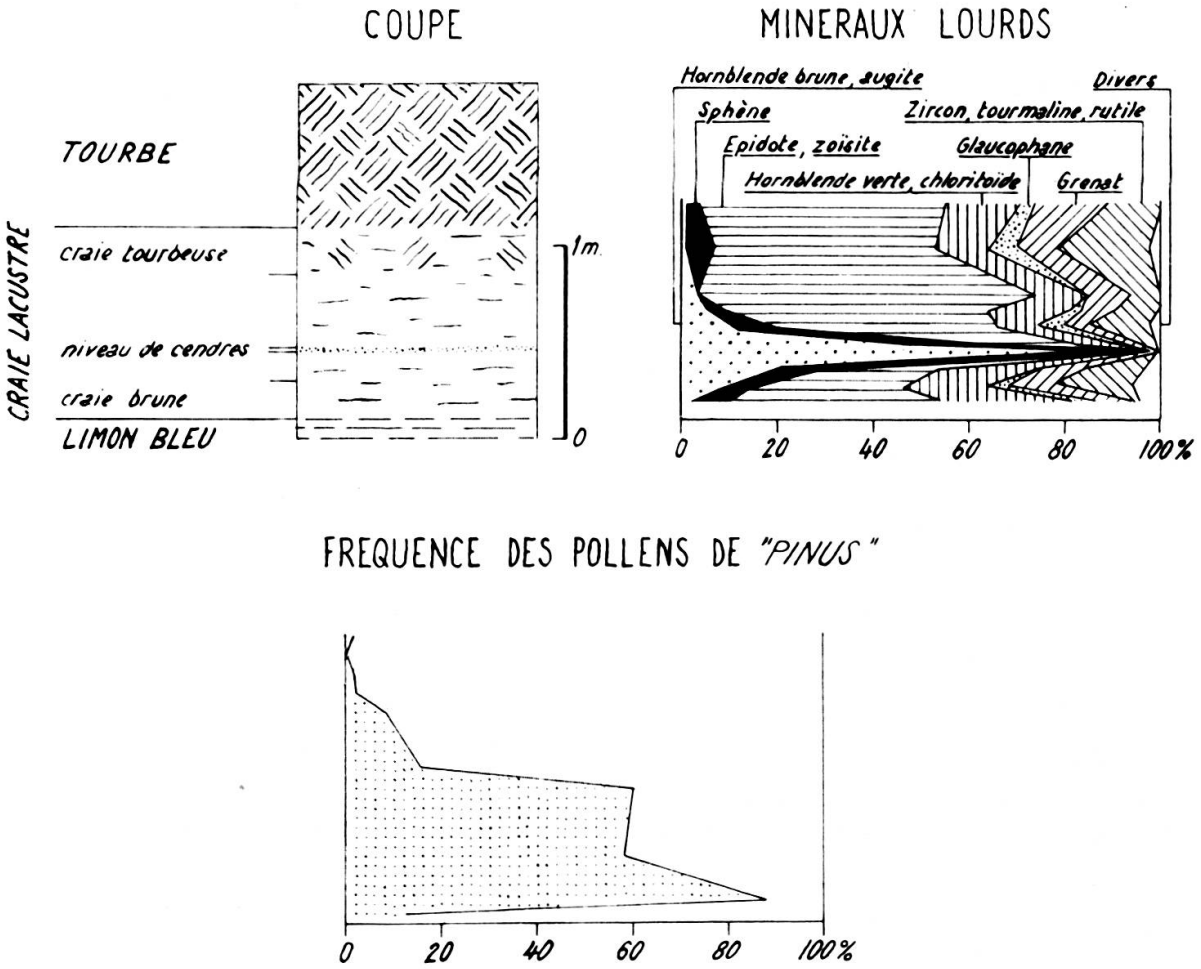

Fig. 2.

Les minéraux représentatifs d'origine volcanique sont la hornblende brune et l'augite. On constate que ces derniers sont aussi présents de part et d'autre du niveau de cendres. Il s'agit probablement d'une dispersion due à de faibles remaniements, à l'action des racines, etc. Notons que si nous avions tenu compte de la teneur quantitative absolue en minéraux volcaniques, cette dispersion aurait été presque inapparente du fait que dans la craie, les éléments détritiques sont très peu abondants.

[1] Nous n'avons pas compté les minéraux opaques, ni l'apatite, du fait que nous avons désagrégé le matériel à l'acide chlorhydrique.

Dans la figure 2, nous avons encore représenté la fréquence des pollens de pin. Nous y constatons que cette essence devient abondante dès la base de la craie puis se raréfie avant le passage à la tourbe. Ceci nous donne une idée sur la position de la zone contemporaine de la période du pin. Cependant, pour être plus sûr, il faudrait mettre en évidence les périodes sous et sus-jacentes. Mentionnons encore que nous avons trouvé, 10 cm sous le niveau de cendres, un cône de *Pinus silvestris* L.

Si, du point où nous venons de décrire cette coupe, nous suivons la tranchée de drainage en direction du nord, nous observons une remontée du substratum glaciaire, qui alors affleure. Un peu plus loin encore, à 200 m environ du coude bétonné, la craie lacustre qui avait presque disparu se développe à nouveau. Nous y observons également le niveau à cendres volcaniques. Ici, il affleure au-dessus du plan d'eau. Son aspect est différent: il est formé de petites taches gris-verdâtre, irrégulièrement disposées en une couche unique. Les cendres sont, ici, plus pures. Par attaque à l'acide, nous trouvons une teneur de 75% de parties insolubles, composées presque uniquement de poussières volcaniques.

La Pallanterie.

Ce marais est situé sur territoire suisse et est également assaini. La stratigraphie est, au point de vue nature des terrains, semblable à celle de Veigy. Nous avons levé une coupe au voisinage du point de coordonnées 506.080/122.500. Nous n'avons pas étudié la tourbe, car cette dernière est complètement retournée par les labours

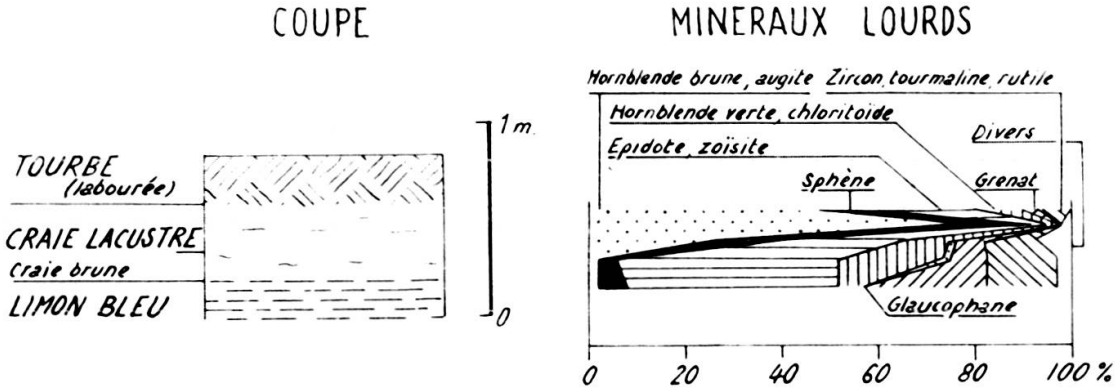

Fig. 3.

(épis de maïs à sa base, à 25 cm de profondeur). En revanche, la craie lacustre n'est pas remaniée. La courbe des minéraux lourds montre que le niveau volcanique se place au sommet de la craie si l'on se base sur la fréquence des éléments ferro-magnésiens. A la Pallanterie, la dispersion est donc très marquée, le niveau n'étant pas visible directement. Dans la partie supérieure de la craie lacustre, les pollens de pin dominent à raison de 60%. M. Ad. Jayet a déterminé pour nous les mollusques de ce niveau. A ce sujet, il nous écrit: « ... âge d'après Favre fin pléistocène, mais je pense plutôt au mésolithique-néolithique, les formes reliques telles que *Planorbis*

laevis, *Pisidium millium*, *P. hibernicum* se retrouvent encore actuellement dans le bassin de Genève. »

Rouelbeau.

Cette ancienne étendue palustre se situe à quelques centaines de mètres au sud du marais de la Pallanterie. Nous avons levé une coupe à un endroit encore un peu marécageux, au nord-est des ruines du château de Rouelbeau, au point de coordonnées 505.900/121.970. Ici encore, la coupe débute par des limons. Elle se continue par la craie lacustre, puis par la tourbe. On remarque en plus une récurrence de

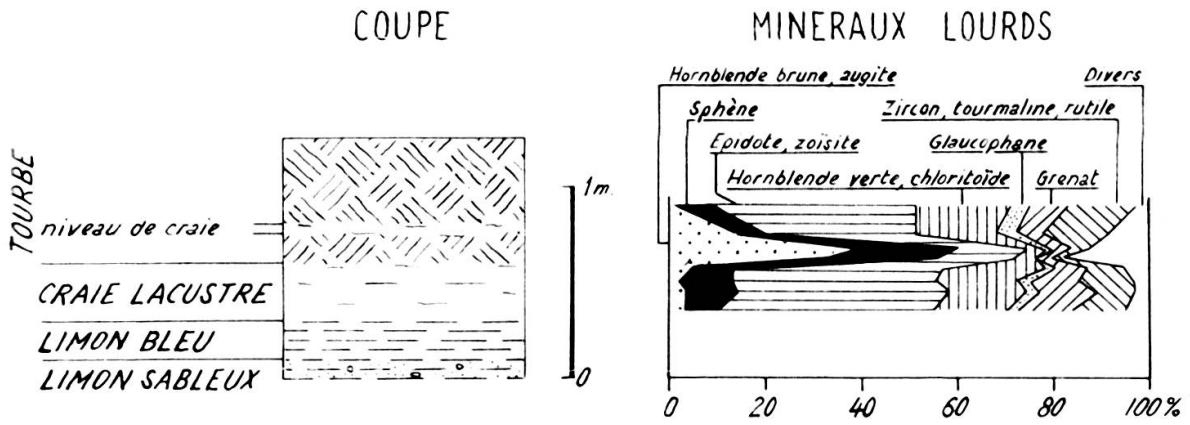

Fig. 4.

craie lacustre dans la tourbe, à 10 cm du toit de la craie principale. Dans ce niveau crayeux secondaire, nous avons trouvé une branche de bouleau. Notons que la partie supérieure de la tourbe semble remaniée sur une épaisseur d'au moins 40 cm. L'aspect général de cette tourbe et la présence de petits débris de craie lacustre nous incitent à le penser. Ce fait semble d'ailleurs général: M. P. Villaret nous signale que dans les marais étudiés actuellement au point de vue pollinique dans le canton de Vaud, il n'a jamais trouvé de tourbes superficielles non remaniées, même si le régime palustre est encore actuel. Ici le niveau de cendres volcaniques se place à la base de la tourbe sous le petit niveau de craie. Comme à la Pallanterie, il n'est pas visible directement.

M. P. Villaret a examiné une préparation de pollens récoltés dans la tourbe contenant les retombées volcaniques. D'après un comptage rapide de 174 grains, la composition est la suivante: *Pinus* 62%, *Betula* 34%, divers 4%. Dans ces divers nous comprenons: *Salix*, *Artemisia*, des graminées et des fougères. Il s'agit d'une association typique de la période du pin.

Description et origine du matériel volcanique

A Veigy, les retombées volcaniques ne sont pratiquement pas mêlées au matériel détritique alpin et se prêtent bien à l'étude. Leur composition est la suivante:

Total		*Minéraux volcaniques*		*Minéraux lourds*	
Débris schisteux:	55 %				
Minéraux volcaniques:	45 %	Sanidine:	78 %		
		Plagioclase:	15,5 %		
		Minéraux lourds:	6,5 %	Hornblende brune:	52 %
				Augite ± aegyrinique:	19,5 %
				Augite titanifère:	6 %
				Augite « jaune d'or »:	1,5 %
				Apatite:	8 %
				Sphène:	13 %

La majeure partie des retombées n'a donc pas une composition volcanique proprement dite. Par schistes, nous entendons des agrégats de séricite et de quartz finement associés. Plus rarement, les débris sont formés de quartz plus grossiers, isolés en grains monocristallins ou encore attenant à une partie séricitique.

La sanidine forme des grains esquilleux très limpides. Nous l'avons analysée par diffraction des rayons X en caméra de Guinier. La teneur en albite de la sanidine est de 33 % si nous nous référons à la méthode proposée par N. L. Bowen et O. F. Tuttle (1950) s'appliquant aux feldspaths potassiques de haute température.

Le plagioclase constitue également des grains limpides dont l'indice de réfraction n'est que faiblement supérieur à celui du baume du Canada. La hornblende a une couleur brune, parfois olivâtre; quelques fragments sont brun-acajou: il doit s'agir d'une hornblende du même type mais ayant subi une plus forte auto-oxydation.

Un fait intéressant est la diversité des augites: nous distinguons trois variétés comportant des termes intermédiaires. L'espèce la plus répandue est une augite plus ou moins ægyrinique dont la couleur verte est d'intensité variable selon les cristaux. La variété titanifère présente des teintes légèrement violacées et contrairement à l'augite ægyrinique, elle montre souvent des formes cristallines. Elle contient généralement des inclusions d'un minéral opaque. La troisième variété d'augite, de couleur jaune d'or, est plus rare. Son habitus est semblable à celui de l'augite titanifère.

Il n'y a rien à signaler sur les deux derniers minéraux, le sphène et l'apatite, si ce n'est que ce dernier se présente souvent en très jolis prismes hexagonaux entièrement limpides.

Nous avons, en outre, décelé la présence de zircon, biotite et magnétite. Il se peut que leur origine soit aussi volcanique, mais vu leur très faible quantité, il est impossible de l'affirmer. En effet, ils peuvent être d'origine locale.

Si l'on suppose que les minéraux rencontrés sont représentatifs de la roche volcanique primaire, on peut penser que celle-ci doit être trachytique. De plus, l'abondance des débris schisteux donne une idée sur la nature du soubassement du volcan. L'éruption devait être du type explosif, arrachant une partie de substratum.

Ce matériel non volcanique ne peut pas être d'origine locale pour les raisons suivantes:

Il y aurait une coïncidence extraordinaire d'arrivée de matériel volcanique et non volcanique d'origines différentes;

En examinant des résidus exempts de matériel volcanique, c'est-à-dire d'origine locale, on constate que les débris schisteux sont peu abondants par rapport aux grains de quartz. Ce rapport devrait être conservé dans le niveau à retombées volcaniques, ce qui n'est pas le cas;

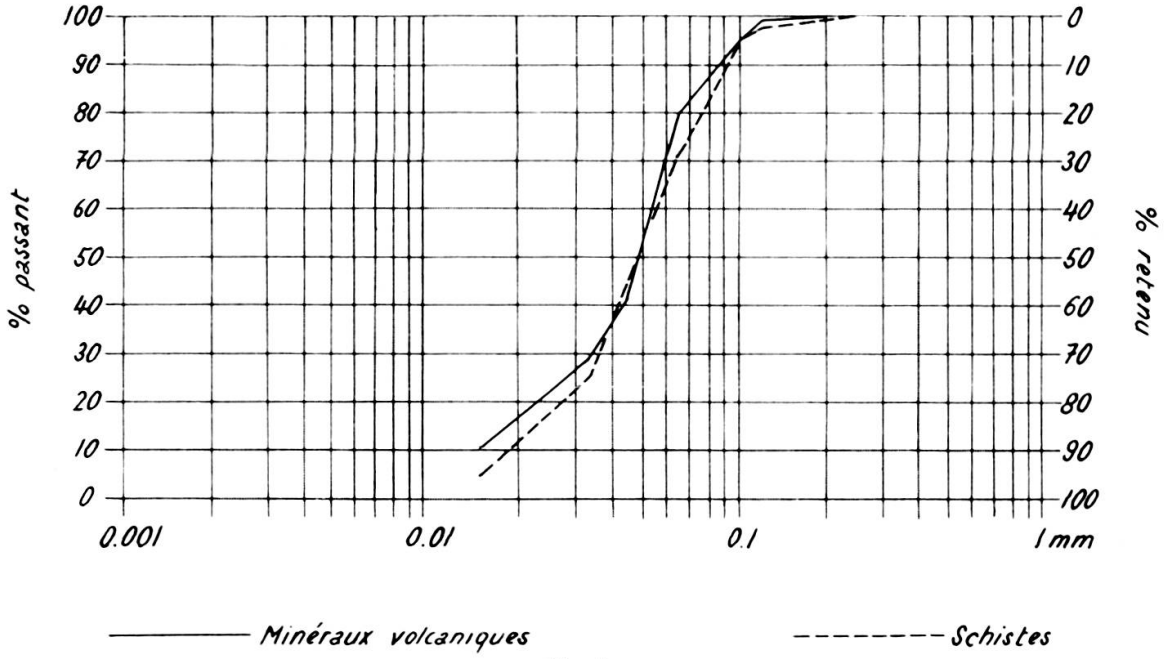

Fig. 5.

Dans la fraction lourde, les minéraux d'origine alpine forment moins du 2% du total (épidote, grenat, glaucophane, hornblende verte, chloritoïde, etc.). La teneur devrait être supérieure s'il y avait eu des apports alpins importants: en effet, la teneur du matériel alpin en minéraux lourds est voisine de 3%, ce qui n'est sensiblement que la moitié de la teneur en minéraux lourds d'origine volcanique (6,5%, voir tableau ci-dessus);

La granulométrie du matériel volcanique est sensiblement la même que celle du matériel non volcanique associé, ainsi qu'il est facile de le constater dans la figure 5. De cette courbe, on peut déduire la granulométrie moyenne des retombées. Les fragments peuvent avoir des dimensions extrêmes de 0,26 mm et même de 0,35 mm pour certaines hornblendes brunes en aiguilles.

D'après toutes les caractéristiques énumérées, les cendres volcaniques ne peuvent guère provenir que du Laachersee, dans l'Eifel.

En effet, nous avons éliminé les autres massifs volcaniques récents situés dans un rayon de moins de 3000 km. L'Auvergne, qui est la région volcanique la plus

proche et qui par cela aurait pu entrer en ligne de compte, doit être écartée. Les ponces du Laachersee présentent la même composition minéralogique que celle du niveau de cendres observé à Genève. Particulièrement frappante est l'analogie des augites: on retrouve au Laachersee les trois variétés d'augite, ainsi que nous avons pu le constater sur des échantillons récoltés lors de l'excursion du Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Genève au printemps 1964, excursion pilotée par le professeur J. Frechen, de Bonn. Il y a toutefois quelques différences mineures: ainsi nous n'avons pas observé le verre volcanique ponceux qui devrait se trouver présent en grande quantité, quelle que soit d'ailleurs l'origine des cendres. Les petits débris de ponce ont peut-être flotté ou se sont décomposés, le verre étant très facilement altérable. Il y a une autre différence, d'ordre quantitative: la hornblende brune, d'après les résultats d'analyses publiés, n'est jamais aussi abondante dans les tufs du Laachersee. Nous pouvons néanmoins comparer notre niveau à ceux découverts ces dernières années en de nombreux points du sud de l'Allemagne et de la Suisse orientale (A. BERTSCH, 1961; J. FRECHEN, 1962; F. HOFMANN, 1963). Dans ces derniers niveaux, la hornblende est en forte minorité par rapport à l'augite. En revanche, M. F. Hofmann nous signale qu'il a découvert en avril 1964 un niveau de cendres semblable au nôtre, très riche en hornblende, dans la craie lacustre de Trüttlikon (Thurgovie). D'après J. Frechen, ce niveau ne peut correspondre qu'à la dernière éruption du Laachersee, c'est-à-dire à la couche de ponce LST 5 de son ouvrage (J. FRECHEN, 1962): ce niveau se distingue des autres par sa forte teneur en minéraux mafiques parmi lesquels la hornblende est relativement abondante. Au Laachersee, dans ce niveau LST 5, le rapport hornblende-augite est de une demi environ. A Trüttlikon, ce rapport vaut sensiblement 1. A Genève, il s'élève à 2. Notre niveau a, semble-t-il, une teneur en hornblende trop élevée pour qu'il soit possible de l'attribuer à l'éruption LST 5. A ce sujet, M. J. Frechen nous écrit que, selon lui, il doit exister au Laachersee des couches de ponce supérieures au LST 5, encore plus riches en hornblende, mais ayant presque partout subi des remaniements éoliens pendant le « jüngere Tundrenzeit ». Actuellement ces ponces se retrouvent remaniées dans les couches du Dryas récent, mais M. J. Frechen tentera prochainement de les retrouver en place. Toutefois, en l'absence d'arguments décisifs, nous ne pouvons pas encore écarter complètement la possibilité d'un effet de vannage, pendant le transport aérien, vannage ayant changé la composition initiale. Nous affirmerons donc, mais avec une certaine réserve provisoire, que le niveau à retombées volcaniques de Genève correspond aux dernières explosions du Laachersee.

Signalons ici que cette augmentation de la teneur en hornblende peut complètement fausser l'attribution d'une origine à une retombée volcanique si l'on ne dispose que de peu de données minéralogiques. Ainsi, par exemple, F. DURR (1953) exclut la possibilité du Laachersee pour l'origine de minéraux volcaniques (surtout de la hornblende basaltique) rencontrés dans des sols du Würtemberg, par le fait que l'augite n'y est que très peu représentée. (Communication de M. J. Frechen à M. F. Hofmann.)

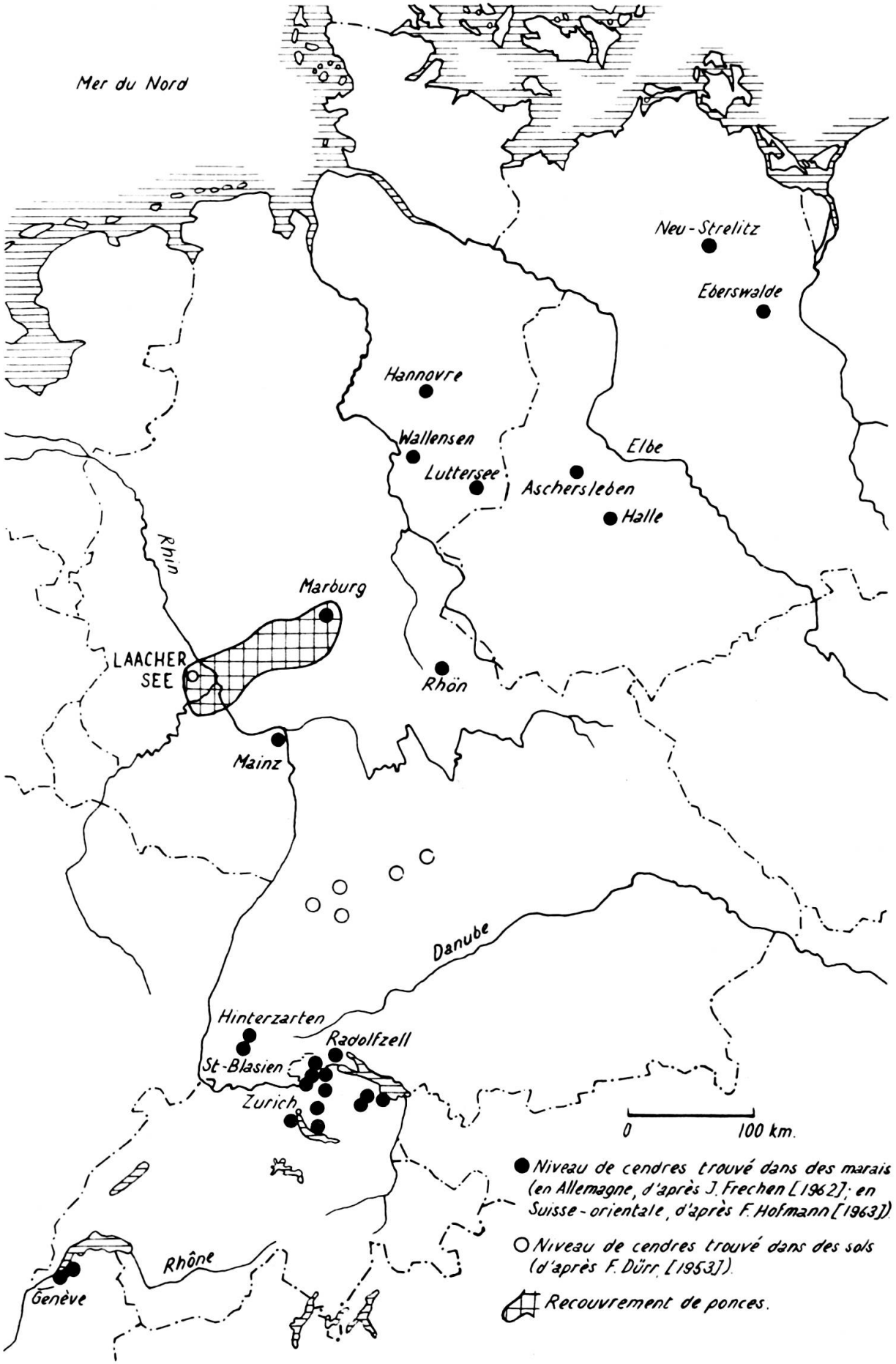

FIG. 6. - REPARTITION DES CENDRES VOLCANIQUES DU LAACHERSEE.

D'après J. Frechen (1962)

Age des retombées volcaniques

Les différentes phases éruptives du Laachersee et leur âge sont actuellement bien connus, grâce aux minutieuses recherches des auteurs allemands, dont J. Frechen. Ce volcanisme est assez particulier et peu commun, c'est celui du type Maar. Les ponces du Laachersee recouvrent la région sur une large superficie. Elles résultent d'explosions très violentes, non effusives, et contiennent en grande quantité des débris de schistes dévoniens. Ces phases éruptives se sont succédé rapidement dans le temps. En effet, dans les coupes, on n'observe pas trace de ravinement, ni d'ancien sol ou de couverture végétale séparant les différents niveaux de ponces. De plus, les datations au carbone 14 effectuées sur des restes de plantes récoltés dans les diverses couches ont toutes donné des âges concordants, voisins de 11.000 ans avant l'époque actuelle. Les éruptions se sont donc produites pendant la période d'Alleröd.

L'âge alleröd est confirmé par la stratigraphie des marais voisins du Laachersee et du nord de l'Allemagne. En effet, on constate que les retombées volcaniques s'intercalent toujours dans le niveau de l'Alleröd (à pollens de pin et bouleau dominants) limité vers le bas par l'horizon du Dryas moyen et vers le haut par celui du Dryas récent. Les âges des différentes phases tardiglaciaires sont bien connus, grâce en particulier aux mesures au carbone 14. La brièveté des périodes séparant les explosions est également confirmée par le fait que les différentes couches de ponce distinguées aux environs du Laachersee se retrouvent, dans les marais, directement superposées, même lorsque le tout a une épaisseur de l'ordre du centimètre: la base est de couleur claire, à augite dominant parmi les éléments ferro-magnésiens, le sommet étant plus foncé, riche en minéraux mafiques, dont la hornblende (LST 5).

Du fait que les éruptions du Laachersee sont bien datées, le niveau de cendres est utilisé maintenant par les géologues allemands comme repère chronologique.

Ce niveau de cendres a pu établir une liaison stratigraphique précise entre les régions nordiques et alpines. En effet, la stratigraphie des marais de la bordure nord des Alpes, du Dauphiné à la Bavière est différente de celle des marais du nord de l'Allemagne. Nous avons sensiblement partout les coupes suivantes, basées sur les diagrammes polliniques: les couches de base sont surtout riches en pollens de plantes herbacées. C'est une période froide. Plus haut, les pollens d'arbres dominent: nous avons tout d'abord une période courte, avec du bouleau dominant, puis du pin. Dans cette période du pin, on retrouve souvent un niveau légèrement plus riche en plantes herbacées. Dans le sud de l'Allemagne, le niveau à retombées volcaniques s'intercale dans la partie inférieure de la période du pin, comprise entre celle du bouleau et celle plus riche en plantes herbacées. Cette partie inférieure correspond donc à la période de l'Alleröd; le Dryas récent n'est marqué par conséquent, dans la zone alpine, que par une faible oscillation climatique.

En ce qui concerne la région genevoise, il est fort probable que la position stratigraphique du niveau de cendres soit la même que dans le sud de l'Allemagne. La

courbe pollinique très sommaire que nous avons effectuée à Veigy montre que les retombées volcaniques s'intercalent dans la période du pin d'une façon très conforme.

Les pollens, dans le niveau à cendres, sont, chez nous, sensiblement les mêmes que dans l'est de la Suisse et le sud de l'Allemagne. Ils montrent qu'une bonne partie de l'Europe était recouverte d'une forêt de pins et de bouleaux.

Une étude pollinique détaillée serait souhaitable, notamment à Veigy. Elle pourrait peut-être mettre en évidence l'oscillation climatique correspondant au Dryas récent, oscillation déjà décelée dans le bassin lémanique à Roseire, près de Thonon (J. BECKER, 1952).

Pour conclure cette question chronologique, disons que si l'âge absolu de la retombée semble sûr, il n'en va pas de même pour l'âge relatif. La corrélation exacte entre les coupes archéologiques et celles des marais, en ce qui concerne la région genevoise, est difficile à établir. On constate que la période magdalénienne a peu à peu fait place à celle du Mésolithique durant l'époque forestière qui a suivi celle de la prairie arctico-alpine (Ad. JAYET, 1943 et 1952). La plupart des auteurs s'accordent à penser que c'est dans la période du pin que se place la limite Pléistocène-Holocène. Sa position plus précise est difficile à établir, car les arguments en faveur d'une hypothèse plutôt qu'une autre sont encore peu abondants. Ainsi, selon les auteurs, la période de l'Alleröd peut être soit encore magdalénienne, soit déjà azilienne. De toute façon, il s'agit d'une période limite. Si nous admettons que le Pléistocène se termine au Dryas récent (F. BOURDIER, 1962), nous déciderons que le niveau de cendres est contemporain de la fin du Magdalénien, comme le confirme la présence d'un Magdalénien tardif, dans la période d'Alleröd, à la station de la Schussenquelle (G. LANG, 1962). Les affinités déjà holocènes de la faune malacologique de la Pallanterie s'allient bien avec ce caractère tardif.

CONCLUSIONS

L'utilisation du niveau de cendres comme repère stratigraphique constitue la principale application. Pour la région genevoise, cette étude a montré que la sédimentation tourbeuse a débuté à des époques variables d'un marais à l'autre: alors que la craie se sédimentait encore à Veigy et à la Pallanterie, de la tourbe se déposait déjà à Rouelbeau. Dans ce dernier marais, la tourbe est donc assez ancienne [1]. Ceci

[1] A Rouelbeau, nous avons pensé que le niveau de cendres aurait pu être remanié de la craie dans la tourbe, si nous nous référons au processus évoqué par J. FAVRE (1927): après le dépôt de la craie, cette dernière se corrode avant la sédimentation tourbeuse. Cependant, dans notre cas, le remaniement semble peu probable. Le toit de la craie ne présente pas de corrosion; la tourbe n'est pas un résidu de dissolution, si l'on se base sur sa nature (« foie de tourbe » composé en partie d'herbes aquatiques entassées). De plus, on n'observe pas de trace de pollens caractéristiques des périodes postérieures, ainsi que nous l'a certifié M. P. VILLARET.

est en désaccord avec la théorie de J. FAVRE (1927). Cet auteur pensait que la craie lacustre représentait la période boréale et que la tourbe avait commencé à se déposer avec la période atlantique. Le non-synchronisme du passage de la sédimentation crayeuse à la sédimentation tourbeuse avait d'ailleurs déjà été mise en évidence par l'analyse pollinique. Ainsi, comme à Rouelbeau, ce passage s'effectue déjà dans la période du pin à Veyrier (J. FAVRE et Ad. JAYET, 1950)[1]; à la limite période du pin-chênaie-mixte à Roseire (J. BECKER, 1952) et au lac de Bret (F. COSANDEY, 1948), dans la période de la chênaie-mixte à Chirens (J. BECKER, 1952), à la base de la période hêtre-sapin au lac de Bez (F. FIRTION, 1950). Dans d'autres régions, la sédimentation crayeuse a persisté plus longtemps encore, par exemple: lac Léman (W. LUDI, 1939) et lac de Burgäschi (J. FAVRE, 1948). C'est alors que la craie lacustre renferme des niveaux archéologiques du Néolithique (surtout période du hêtre-sapin). Signalons encore que l'on a observé des passages latéraux tourbe-craie: au lac de Bret, la sédimentation tourbeuse a d'abord débuté sur les rives, puis a peu à peu gagné le centre du lac (F. COSANDEY, 1948).

Il serait intéressant de retrouver des retombées volcaniques dans d'autres types de formation, par exemple dans des loess et des sols avec niveaux archéologiques.

La découverte de cendres volcaniques dans les dépôts récents des grottes, dépôts de type varvé résultant de la succession répétée de crues serait également intéressante et fournirait un repère stratigraphique précieux. En effet, les dépôts contemporains de la période active des grottes sont pratiquement toujours azoïques. Dans ces deux cas, la présence abondante de matériel détritique étranger constitue évidemment un inconvénient majeur.

Pour terminer, remercions particulièrement M. Ad. Jayet qui nous a beaucoup aidé en suivant nos recherches avec intérêt, tout en nous prodiguant ses judicieux conseils. Remercions également M. F. Hofmann qui nous a fourni des échantillons de comparaison accompagnés de renseignements indispensables et qui, de plus, nous a autorisé de mentionner certains résultats inédits, de même que M. P. Villaret qui nous a déterminé des pollens et M. J. Frechen qui nous a fourni de nombreux renseignements.

Université de Genève
Laboratoire de Minéralogie

BIBLIOGRAPHIE

1. BECKER, J. (1952). Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises. Thèse. *Mém. Serv. Carte Géol. Alsace et de Lorraine*, n° 11, 61 p.

[1] Toutefois, M. Ad. JAYET nous signale que la coupe de Veyrier est probablement sujette à caution. En effet, pratiquement dans le même marais, la base de la tourbe a fourni des objets romains. D'après M. Ad. JAYET, il y aurait possibilité d'une anomalie pollinique due à la persistance locale du pin (puisque cette essence a toujours été plus ou moins représentée jusqu'à nos jours).

2. BERTSCH, A. (1961). Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. *Flora*, Bd. 151, S. 243-280.
3. BOURDIER, F. (1962). Le Bassin du Rhône au Quarternaire. *Editions du Centre national de la recherche scientifique*, Paris, 364 p.
4. BOWEN, N. L. and O. F. TUTTLE (1950). The system $NaAlSi_3O_8$ — $KAlSi_3O_8$ — H_2O. *Journ. Geol.*, vol. 58, p. 489.
5. COSANDEY, F. (1948). Contribution à l'étude du lac de Bret. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 64, n° 272, pp. 131-147.
6. DURR, F. (1953). Vulkanische Schwerminerale in Bodenprofilen Württembergs. *Neues Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, 11, S. 465-472.
7. FAVRE, J. (1927). Les mollusques pors-glaciaires et actuels du bassin de Genève. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève*, t. 40, pp. 171-436.
8. —— (1948). Contribution à l'histoire malacologique du lac de Burgäschi. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft;* Neue Folge, vol. 5, S. 35-41.
9. —— et Ad. JAYET (1950). Un nouveau gisement post glaciaire ancien à *Pisidium vincentianum* et *Pisidium lapponicum* aux environs de Genève. *Journ. Conchyl.*, vol. 90 (centenaire), pp. 42-47.
10. FIRTION, F. (1950). Contribution à l'étude paléontologique, stratigraphique et physico-chimique des tourbières du Jura français. Thèse. *Mém. Serv. Carte Géol. Alsace et de Lorraine*, t. 10, 92 p.
11. FRECHEN, J. (1962). Führer zur vulkanologisch-petrographischen Exkursionen im Siebengebirge am Rhein, Laacher Vulkangebiet und Maargebiet der Westeifel. Stuttgart, 151 p.
12. HOFMANN, F. (1963). Spätglaziale Bimsstaublagen des Laachersee-Vulkanismus in schweizerischen Mooren. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol. 56, n° 1, pp. 147-164.
13. JAYET, Ad. (1943). Le Paléolithique de la région de Genève. *Le Globe*, organe de la Soc. de Géogr. de Genève, t. 82, 72 p.
14. —— (1952). Les migrations magdaléniennes dans la partie ouest du Plateau suisse et les conditions climatiques qui les ont déterminées. Extr. du *42e Annuaire de la Soc. suisse de Préhist.* 4 p.
15. —— (1956). Une conception nouvelle de la genèse morphologique du Plateau genevois. *Le Globe*, mém. t. 95, pp. 31-55.
16. LANG, G. (1962). Vegetationgeschichtliche Untersuchungen der Magdalenienstation an der Schussenquelle. *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der E.T.H. Stiftung Rübel*, in Zürich, Heft 37, S. 129-154.
17. LUDI, W. (1939). Analyses polliniques des sédiments du lac de Genève. *Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. Genève*, t. 41, fasc. 5, pp. 467-497.
18. MARTINI, J. et J.-J. DURET (1965). Note préliminaire sur la présence d'un niveau de cendres volcaniques dans des sédiments postglaciaires des environs de Genève. *Arch. Sc.* fasc. 3, vol. 18, p. 587.
19. MÜLLER, H. M. (1959). Spätglaziale Tuffablagerung in Südostmecklemburgischen Mooren. *Geol.*, 8. pp. 788-789.
20. VILLARET, P. et M. BURRI (1965). Les découvertes palynologiques de Vidy et leur signification pour l'histoire du lac Léman. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, n° 317, vol. 69, fasc. 1.

Manuscrit reçu le 2 mars 1965.