Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 72 (1974-1975)

Heft: 348

Artikel: Anciens niveaux lacustres et glissements de terrain à Yverdon-La Villette

Autor: Gabus, Jacques / Weidmann, Denis / Weidmann, Marc

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-276690

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: 09.07.2025

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

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles

N° 348 1975 Vol. 72, Fasc. 5

BULLETIN N° 215 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique et du Musée géologique de l'Université de Lausanne.

Anciens niveaux lacustres et glissements de terrain à Yverdon-La Villette

PAR

JACQUES GABUS [1], DENIS WEIDMANN [2] et MARC WEIDMANN [3]

Résumé. — Des observations détaillées (terrassements et sondages) ont permis de mettre en évidence d'anciens glissements de terrain dont les phases successives de mouvement sont en étroite relation avec les fluctuations du niveau lacustre. Les dépôts examinés sont principalement d'âge holocène ; ils ont été datés par la palynologie et par un riche matériel archéologique. Deux hypothèses sont en outre présentées : instabilité générale de tout le versant et mouvements verticaux récents de réajustement isostatique.

INTRODUCTION

Les observations rapportées ici ont été faites en 1972-1973, lors des travaux de fondation des nouveaux bâtiments de l'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV) à La Villette, E d'Yverdon. Les figures 1 et 2 donnent la situation de cet important ouvrage.

La morphologie du secteur présente les grands traits suivants : entre la berge actuelle du lac et la voie CFF Yverdon-Yvonand s'étend à la cote 429,5-432 une vaste surface plane exondée depuis la première correction des eaux du Jura (dès 1878) et occupée par des dépôts lacustres. La pente s'élève ensuite régulièrement, accidentée de replats et bourrelets peu étendus, jusqu'aux abrupts souvent boisés de la crête Floreyres-Crochet (cotes 540-570). Avant les travaux, on pouvait observer un vague replat de terrasse vers la cote 435, qui devient plus net en direction de Champ-Pittet. Plus haut, quelques affleurements en bordure de route et dans des fouilles de villas montrent la molasse très altérée et localement recouverte d'un mince placage de moraine. Tous les affleurements sont

[1] Institut de pétrographie, EPFL, 1023 Crissier.

[2] Section des monuments historiques, Département des travaux publics, 1005 Lausanne.

[3] Musée cantonal de géologie, 1005 Lausanne.

caractérisés par la présence de nombreuses diaclases ouvertes, larges de 1-15 cm et souvent remplies de produits d'altération ou de moraine remaniée. Les pendages sont assez réguliers et plongent vers le lac de 5-6° dans le bas versant, de 2-3° plus haut et 8° dès la cote 490 environ. Ce qui dessine une légère inflexion synclinale SW-NE que JORDI (1955) nomme le « synclinal de Champ-Pittet ». Vers la crête, les affleurements

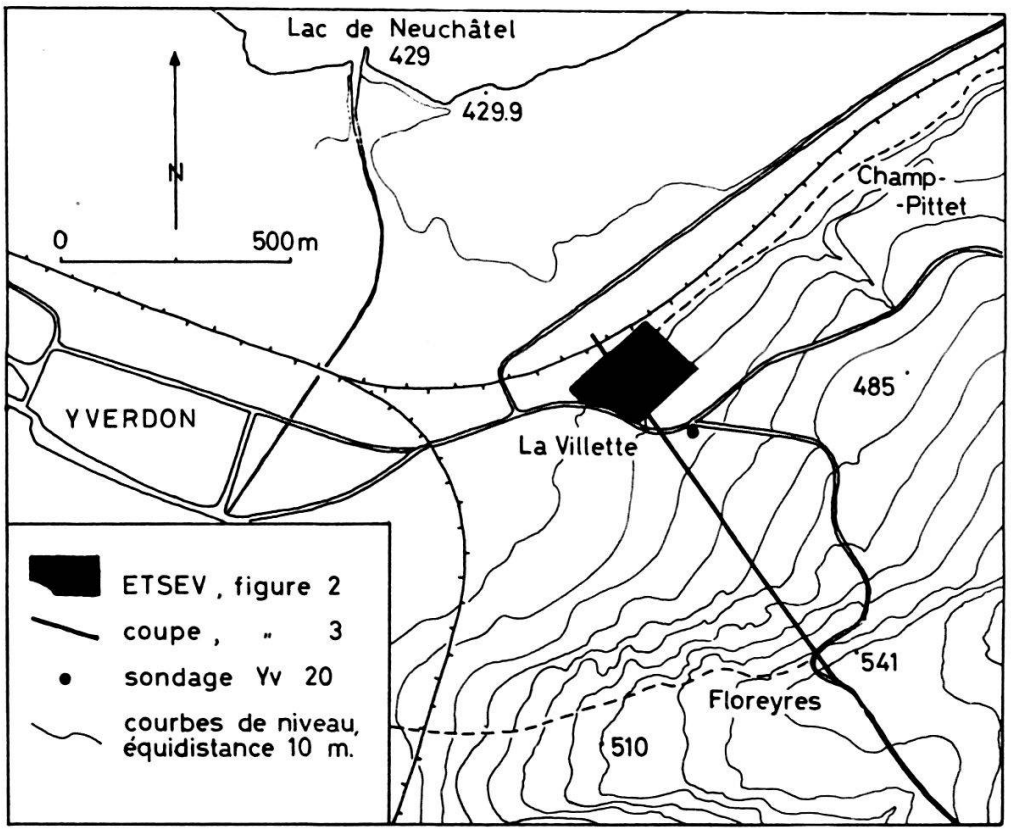


Fig. 1. — Carte de situation du chantier de l'ETSEV à La Villette.

montrent des pendages de 8 à 12° ; alors que ceux qui sont situés immédiatement au-dessous, visibles dans des fouilles récentes, paraissent être tous tassés ou glissés.

JORDI (1955) a dessiné sur son excellente carte un glissement de terrain étendu tout au long de la crête, mais limité vers l'aval à la cote 500 environ. Dans le cadre d'une étude générale de la stabilité des versants du Nord vaudois, l'un de nous (J. G.) a au contraire interprété la morphologie du secteur comme étant celle d'un glissement général de tout le versant.

Les observations que nous avons faites dans les terrassements de l'ETSEV tendent à confirmer l'hypothèse d'un glissement général du versant ; elles permettent en outre de dater avec précision certains épisodes de mouvements qui semblent être en relation avec les fluctuations du niveau des lacs subjurassiens.

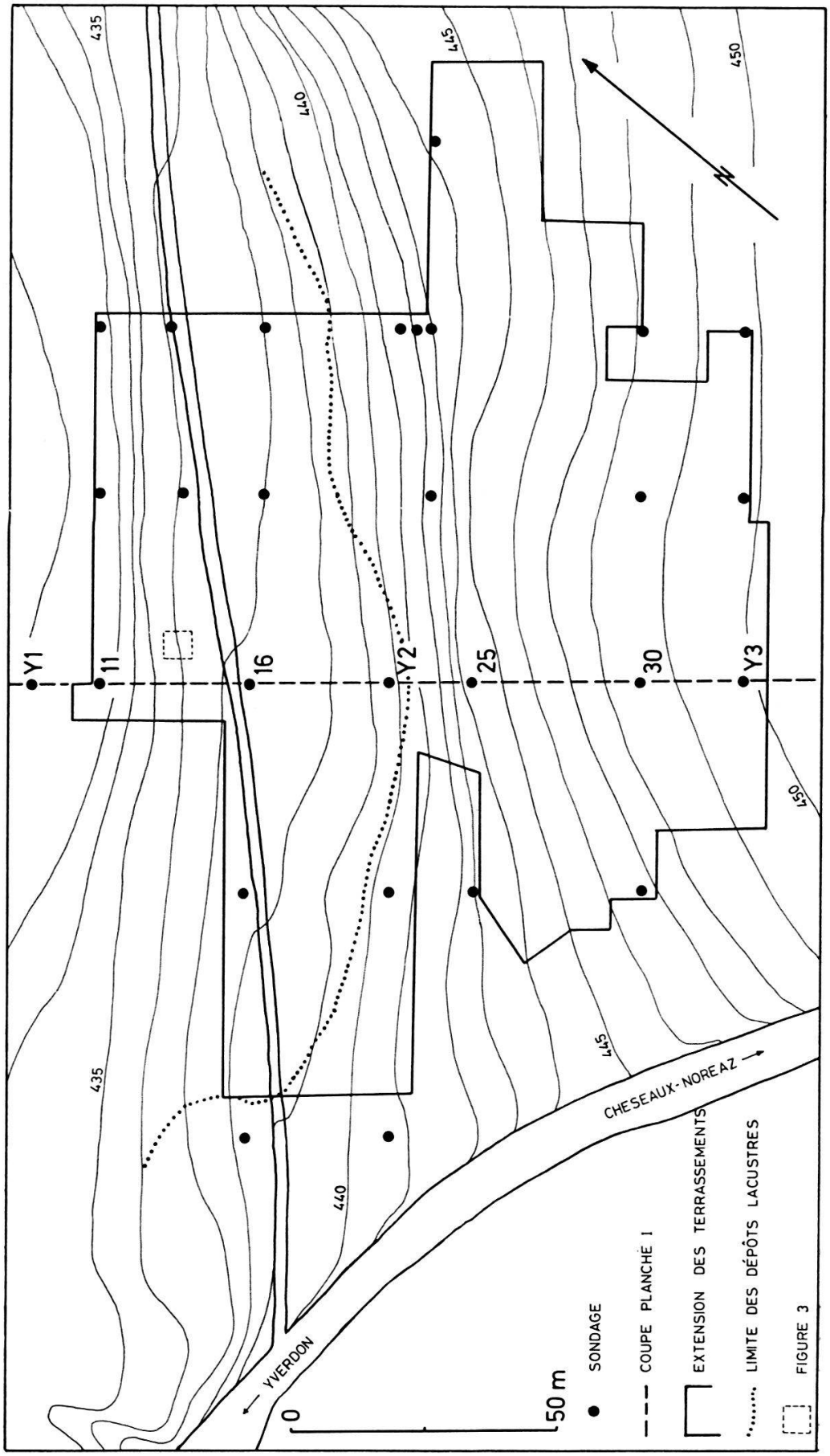


Fig. 2. — Plan des excavations en terrasses et situation des sondages carottés.

STRATIGRAPHIE

Observés en sondages carottés ou dans les diverses fouilles, les terrains rencontrés sont les suivants, de bas en haut (voir pl. I) :

Molasse

Si l'on se réfère à la stratigraphie de JORDI (1955), la base des 3 sondages profonds atteint le sommet des « Untere Gipsmergel ». Au-dessus, on trouve régulièrement un horizon de 100-140 cm de marnes argileuses, charbonneuses ou silteuses sombres, avec pyrite finement dispersée, abondantes coquilles de mollusques d'eau douce et quelques fragments indéterminables de poissons et de mammifères ; il s'agit très certainement des « Tillerée Schichten ». Les carottes de sondage y présentent régulièrement des plans de couche avec stries, de même que des diaclases inclinées avec stries de 10° sur l'horizontale. Il est possible que les « Tillerée Schichten » jouent le rôle de plan de glissement profond. Plus haut, nous trouvons une alternance de marnes plus ou moins silteuses et de bancs plus durs de grès et microgrès argileux : ce sont les « Obere Gipsmergel » avec quelques rares horizons de calcaire d'eau douce, dont l'un, épais de 2-7 cm, est accompagné d'argile plastique molle. Cet horizon joue un rôle important en tant que niveau imperméable et plan de glissement supérieur. On le retrouve dans le sondage Yv 20 à une centaine de mètres en amont de l'ETSEV. L'épaisseur des « Obere Gipsmergel » est de 30-40 m. Viennent ensuite les « Grès de Cuarny » qui n'affleurent pas dans la zone de l'ETSEV, mais seulement à l'ESE, dans l'axe du synclinal de Champ-Pittet.

Les « Grès de Cuarny » sont attribués par JORDI à l'Aquitanien, les autres formations molassiques datent du Stampien supérieur.

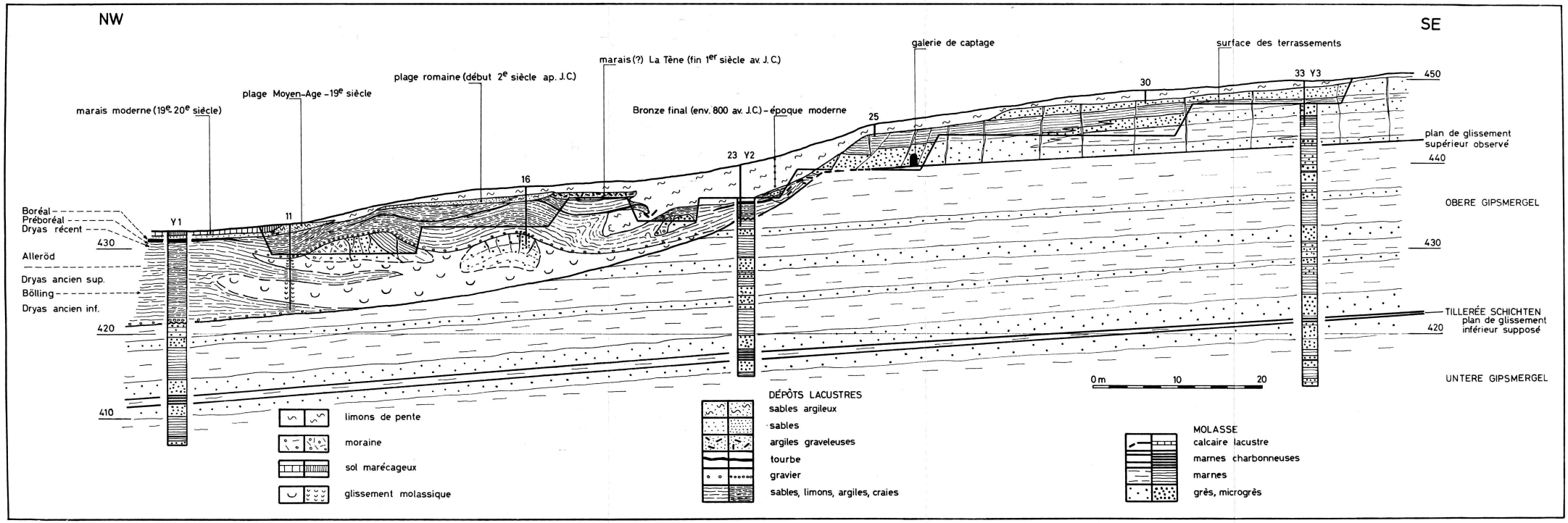
Quaternaire

A part quelques minces placages discontinus de moraine observés dans le versant, tous les terrains quaternaires appartiennent à l'Holocène. Nous décrivons ces terrains en distinguant deux ensembles : les dépôts lacustres-palustres et les dépôts « terrestres ».

Dépôts palustres et lacustres. Le sondage Y 1 donne la coupe la plus complète de la base de ces formations limitées à la partie aval de la zone du chantier. Transgressant sur la molasse légèrement inclinée, viennent

---

PLANCHE I. — Coupe détaillée du chantier de l'ETSEV selon une des lignes de sondages. Les faces des excavations ont toutes été dessinées au 1 : 100 ; comme il n'est pas possible de publier cette documentation, on a figuré dans la coupe de la planche I un certain nombre d'observations faites dans d'autres sondages ou dans des talus qui ne se trouvent pas dans le plan de la coupe. Voir aussi le texte.


NW
SE
galerie de captage
surface des terrassements
marais (?) La Tène (fin 1er siècle av. J.C.)
plage romaine (début 2e siècle ap. J.C.)
plage Moyen-Age – 19e siècle
marais moderne (19e-20e siècle)
Bronze final (env. 800 av. J.C.) – époque moderne
450
440
430
420
410
Boréal
Préboréal
Dryas récent
Alleröd
Dryas ancien sup.
Bölling
Dryas ancien inf.
Y1
11
16
23 Y2
25
30
33 Y3
plan de glissement supérieur observé
OBERE GIPSMERGEL
TILLERÉE SCHICHTEN
plan de glissement inférieur supposé
UNTERE GIPSMERGEL
0 m
10
20
limons de pente
moraine
sol marécageux
glissement molassique
DÉPÔTS LACUSTRES
sables argileux
sables
argiles graveleuses
tourbe
gravier
sables, limons, argiles, craies
MOLASSE
calcaire lacustre
marnes charbonneuses
marnes
grès, microgrès

60 cm de sables graveleux à galets morainiques et molassiques atteignant 10 cm, puis 7 m de limons plastiques varvés gris-bleu à passées de sable fin. L'analyse palynologique de ces dépôts, dans le sondage Y 1 et dans un autre sondage situé à environ 50 m à l'WSW, a été entreprise par Mme Dr H. LIESE-KLEIBER (Université de Freiburg im Br.) que nous remercions très vivement pour son aide efficace. Les limons se sont déposés pendant le Tardiglaciaire jusqu'au Dryas ancien supérieur compris. Apparaissent ensuite des limons non sableux avec débris végétaux (env. 2 m) qui représentent l'Alleröd et le début du Dryas récent. Les limons deviennent franchement tourbeux et contiennent des mollusques (30 cm) : c'est le Dryas récent et éventuellement le début du Préboréal. Une couche de tourbe de 40 cm datant du Boréal termine les dépôts lacustres-palustres de ce sondage. Les dépôts rencontrés dans l'autre sondage ne sont pas tourbeux, mais ils datent des mêmes époques et montent éventuellement jusque dans l'Atlantique inférieur.

Sur le profil de la planche I, une seule couche de tourbe, datant du Boréal, est représentée, car les séries lacustres-palustres plus jeunes ne sont visibles que dans la partie N des terrassements : épaisses de 3-4 m selon les profils, elles ont été relevées dans les fouilles. Il s'agit de sables graveleux, sables bien triés, limons, argiles, craie lacustre et couches de tourbe, dont l'âge n'a pas pu être déterminé, la fréquence pollinique étant extrêmement basse et la conservation très médiocre. Les seuls débris végétaux déterminables sont des cônes de *Pinus* et des oogones de Characées, mais les mollusques sont très abondants ; ils ont été déterminés par F. et M. BURRI et seront décrits ailleurs.

Dans un niveau non précisé de cette série, les ouvriers ont trouvé lors de l'excavation un maxillaire de cervidé. Les débris de charbon de bois sont courants au sommet de cette série qui se termine par 20-30 cm de sables bien lavés à enduit ferrugineux rouillé. Son âge sera discuté plus loin.

Dans toutes ces couches, les variations latérales de faciès et d'épaisseur sont rapides et la sédimentation est souvent perturbée par l'arrivée brutale de masses molassiques et morainiques glissées, soit sous forme de blocs énormes, soit sous forme de limons argileux d'altération à galets dispersés. Ces masses glissées ont périodiquement bousculé les sédiments déjà déposés avec formation de plis, de diaclases et de plans de chevauchement-glissement. Les effets de cette « tectonique syn-sédimentaire » ont été assez prononcés pour basculer les couches à la verticale et même les renverser. La sédimentation était continue, si bien que les irrégularités de la topographie du fond ont été très rapidement comblées, d'où la fréquence des biseaux et des discordances angulaires.

Au-dessus vient un complexe lui-même légèrement basculé par les glissements de terrain plus récents. Il repose en pseudo-concordance ou en légère discordance sur les couches lacustres-palustres plus anciennes.

Il s'agit de limons argileux sombres, peu ou pas stratifiés, à galets molassiques et parfois morainiques ; les Unios et Limnées y sont assez courants, ainsi que le charbon de bois. Localement et surtout vers le SW, de minces couches de fumier lacustre à Phragmites s'y interstratifient. Ce complexe est probablement le résultat de l'arrivée brutale dans une roselière peu profonde de produits d'altération molassique lors de crues ou de petits glissements. Les niveaux organiques sont très oxydés et ne contiennent pas de pollens bien conservés, mais on y trouve dès la base *Fumaria officinalis* et *Juglans* qui témoignent, pour le premier, d'une occupation humaine très proche et, pour le second, d'un âge pas antérieur au Bronze ancien (env. 1800 av. J.-C.), si l'on se réfère au diagramme pollinique du site de Baulmes (LEROI-GOURHAN et GIRARD, 1971). A 1 m au-dessus de la base de cette couche, nous avons trouvé un tesson peint attribuable à l'époque de La Tène III (fin du premier siècle av. J.-C.) et, plus haut dans ce complexe épais de 2,5 m là où il est le mieux développé, des tuiles, tessons et ossements fragmentaires, tous indéterminables avec précision, mais datant probablement du début de l'époque romaine [4].

Tranchant en discordance nette sur les terrains plus anciens, vient ensuite une couche de 50-100 cm de sable et gravier fin bien lavé, à stratification oblique, parfois rouillés, contenant des Unios et d'abondants restes archéologiques roulés par les vagues : tuiles à rebord, poteries et même un culot de fonte d'une forge domestique (PELET, 1973, p. 226). Un fragment de coupe en terre sigillée « Draggendorf 36 » permet un *terminus* plus précis : au plus tôt époque flavienne (70-100 après J.-C.). Il s'agit là d'un dépôt de grève lacustre qui, vers l'amont, vient se biseauter contre des sables argileux et terreux à débris de bois (rivage probable), lesquels passent à leur tour à des limons de pente « terrestres » à charbons de bois et *Helix* (cf. ci-dessous).

Cette plage est donc romaine, elle doit à notre avis dater plutôt de la première moitié du IIe siècle après J.-C. Elle a été localement inclinée de 30° du côté amont par les mouvements de glissement récents. La cote du plan d'eau a dû se situer entre 435 et 436 m.

Une autre couche de sable graveleux à Unios, tuiles et poteries typiques s'observe autour des cotes 432-433 m, ce qui nous permet de localiser la plage correspondant au niveau du lac antérieur à la première correction des eaux du Jura (Moyen Age à 1878), dont l'altitude correspond avec celle de l'ancien port du château de Champ-Pittet, situé au SE de la voie de chemin de fer. Ces dépôts de plage, déjà signalés par JORDI, sont recouverts par quelques décimètres de tourbe et de terre végétale déposés par le marais qui s'est développé après la première correction.

---

[4] Le matériel archéologique a été déterminé par M. H.-R. ZBINDEN (Avenches), que nous remercions bien vivement pour son aide.

Dépôts « terrestres ». Ce sont des limons brun-beige en général sableux, contenant toujours du charbon de bois abondant, des coquilles de pulmonés terrestres et parfois des petits galets morainiques ou molassiques. Ces limons de pente sont dus à l'altération de la molasse et au remaniement des quelques placages morainiques du versant. Là où le ruissellement les a accumulés, comblant les dépressions créées par le départ de panneaux molassiques glissés, leur épaisseur dépasse 6 m. Ils ont livré un matériel archéologique varié (tessons, tuiles, ossements, fer, verre, etc.) qui permet d'estimer assez exactement les vitesses d'accumulation, variant selon les lieux entre 20 et 120 cm par millénaire, et ceci depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours, c'est-à-dire après le déboisement du coteau (voir la carte de G. NICOLAS-OBADIA, in *Encyclopédie illustrée du Pays de Vaud*, t. 3, p. 11, 1972, éd. 24 Heures, Lausanne).

En un seul point (partie W du chantier), nous avons pu observer à la base des limons « terrestres » une couche un peu plus argileuse, épaisse d'environ 1 m, qui a livré des tessons datant très probablement du Bronze final (env. 800 av. J.-C.). Partout ailleurs, les objets déterminables sont beaucoup plus récents, d'époque romaine :

1 fragment de coupe « tradition La Tène » — entre 50 av. et 50 ap. J.-C.
1 fragment de petite coupe « imitation Draggendorf 27 » — env. 50 ap. J.-C.
1 fragment d'« imitation terre sigillée Drack 21 » — époque romaine indéterminée.

Nous trouvons plus haut dans la série quelques tessons de céramique commune vernissée susceptibles de remonter au Moyen Age, associés à des restes s'échelonnant du XVIIe au XIXe siècle... pour finir avec quelques fragments d'aluminium et de plastique dans la terre végétale moderne.

Tous ces restes attestent une occupation humaine prolongée du secteur, depuis le Bronze final et surtout à l'époque romaine. C'est la proximité d'un établissement romain, situé à quelques dizaines de mètres au SSW du chantier, qui a d'ailleurs dicté la toponymie : La Villette, du latin « villa ». Il faut aussi signaler que l'ancien chemin d'Yverdon à Champ-Pittet, en amont de la voie CFF, suit le tracé d'un cheminement romain, dont on a retrouvé l'empierrement sous 1 m de limons « terrestres ».

Les glissements de terrain

De tous les glissements visibles et datés dans les fouilles, les plus importants sont les plus anciens, interstratifiés dans les sédiments lacustres du Tardiglaciaire à l'Alleröd. Ce sont essentiellement de grands panneaux molassiques qui ont parfois emporté leur couverture de

moraine de fond et qui sont emballés dans une masse meuble de grès et marnes molassiques très altérés et remaniés (fig. 4 : glissement « lacustre »). Ils ont été ensuite bousculés et plissés par les glissements plus récents. Il est surprenant de constater que les panneaux molassiques (marnes et microgrès surtout) ont été plissés selon un style assez souple allant jusqu'au pli isoclinal couché (fig. 3). De telles déformations impliquent des contraintes élevées que l'on ne s'attend pas à rencontrer au sein d'un glissement de terrain relativement superficiel, même si les observations de détail montrent que la déformation se fait plutôt par micro-cassures et réajustements par glissement couche sur couche que par un véritable plissement de la roche.

Ces blocs molassiques sont issus d'un glissement d'un autre type, uniquement molassique, dont le plan suit un horizon épais d'une dizaine de centimètres au plus, de calcaire lacustre et d'argile plastique (pl. I : plan de glissement supérieur). On observe sur la surface inférieure du banc calcaire de superbes stries de glissement de direction N 335°. Cet horizon est imperméable et collecte toutes les eaux d'infiltration de ce secteur du versant. Il a d'ailleurs été suivi par le radier d'une galerie de captage, longue de plus de 70 m dans sa partie actuellement accessible, et qui a été creusée vers le milieu du XIXe siècle d'après les documents cadastraux. Cette galerie débite encore quelques dizaines de litres/minutes, bien qu'elle soit effondrée et désaffectée depuis longtemps.

Au-dessus du plan de glissement, la molasse est parcourue par d'innombrables fissures, ouvertes pour la plupart et orientées parallèlement au versant (N 40 à 80 E). Nous avons soigneusement relevé et mesuré l'ouverture de toutes les fissures sur un tronçon de 40 m, orienté NW-SE et bien dégagé par les fouilles : on compte 35 fissures, totalisant environ 100 cm d'ouverture, avec une ouverture moyenne de 28 mm par fissure et un maximum observé de 12 cm. Il y a tout lieu de penser que ces chiffres sont également valables plus en amont, en dehors des fouilles, et ceci au moins jusqu'au sondage Yv 20 implanté sur le tracé de l'éventuelle future autoroute, environ 100 m au SE.

Bien que le pendage du plan de glissement ne soit que de 4°, les mouvements ont pu se déclencher et se perpétuer probablement grâce à la parfaite lubrification du plan de glissement et à la mise en pression des fissures drainantes. Mais le facteur décisif de mise en mouvement nous paraît résider dans les hauts niveaux périodiques du lac qui, par application du principe d'Archimède, allègent les masses labiles du pied du versant, diminuent les frottements et permettent ainsi aux forces de gravité de s'exercer latéralement sous forme de glissement molassique.

Dans l'introduction, nous avons déjà invoqué un hypothétique glissement généralisé de tout le versant. Cette hypothèse est illustrée par la figure 4 qui montre l'allure du plan de glissement profond. A ce propos, rappelons que la mise en charge d'une couche de grès molassiques

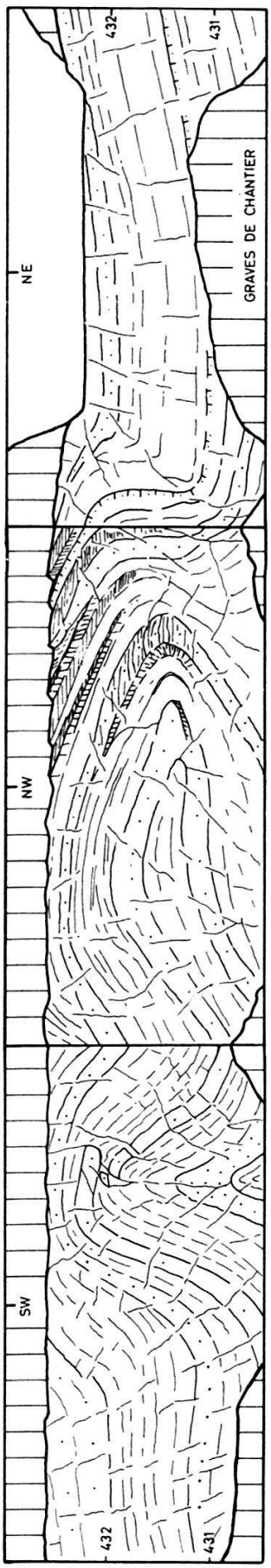


Fig. 3. — Plis dans un panneau molassique inclus dans le glissement « lacustre ». Le dessin représente 3 des 4 parois verticales d'une petite excavation dont la situation est donnée sur la fig. 2.

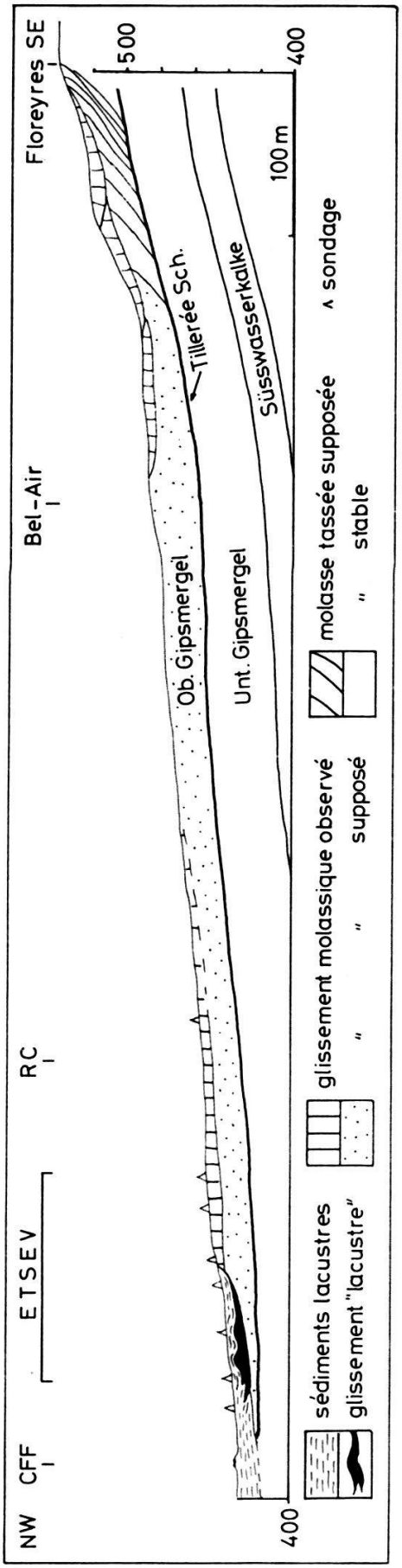


Fig. 4. — Coupe schématique du coteau La Villette-Floreyres illustrant les glissements observés et l'hypothétique glissement généralisé du versant (géologie d'après JORDI, 1955).

poreux par l'eau infiltrée au niveau de Floreyres (nappe captive) exercerait une sous-pression maximale de 11 kg/cm^2, ce qui équivaut à supprimer le poids d'une épaisseur de 42 m de molasse à l'altitude 430. Voilà de quoi permettre un glissement général du coteau, puisque les forces de frottement sont largement annulées au niveau des « Tillerée-Schichten ».

Il est bien évident que d'autres forages profonds seraient nécessaires pour confirmer ou infirmer l'existence de ce grand glissement que seuls les traits morphologiques du versant permettent de supposer jusqu'ici.

Les glissements « lacustres », de même que les mouvements couche sur couche dans la molasse, semblent bien s'être terminés. Le versant est maintenant, dans son ensemble, stabilisé. Mais des mouvements épidermiques, affectant les limons terrestres de ruissellement, se sont produits dans le bas versant pendant et après l'époque romaine, comme en témoignent les plages localement basculées. Dans le secteur amont, sous la crête Floreyres-Crochet, les tassements de la molasse et le glissement des terrains de couverture sont de tous temps restés actifs (fig. 4).

Essai de chronologie et de corrélation entre glissements et niveaux lacustres

La question des variations de niveau des lacs subjurassiens est loin d'être résolue. Elle a préoccupé depuis longtemps géologues et préhistoriens, bien que jusqu'ici personne n'ait tenté une synthèse que les nombreux éléments récemment mis à jour pourraient rendre fructueuse. Le meilleur travail reste celui d'un botaniste, W. LÜDI (1935), dont les conclusions ont été confirmées de façon remarquable par SCHWAB (1973) et MÜLLER (1973). C'est cette dernière étude qui nous guidera dans notre interprétation. Voir aussi la synthèse récente de KASSER (1975).

Nos observations n'apportent rien de nouveau à la question des très hauts niveaux du Pléistocène supérieur, dont les seuls témoins tangibles se trouvent dans la vallée de la Broye et plus en aval (« lac de Soleure », cotes 510, 480, puis 445 m selon BECKER, 1973 ; voir aussi MATHEY, 1971, pour le lac de Bienne ; JÄCKLI, 1950, et PETCH, 1970, pour la plaine de l'Orbe). Si ces lacs ont existé dans notre secteur, on peut supposer que l'instabilité du versant molassique date de cette époque lointaine, antérieure à 15 000 av. J.-C. d'après LÜDI.

On assista ensuite, entre 15 000 et 12 000 av. J.-C., à une importante régression qui abaissa le plan d'eau de plus de 433 à 428,5 m d'après LÜDI. Il est possible que les sédiments de la base du sondage Y 1 datent de cette époque.

Le niveau du lac remonte ensuite brusquement vers 12 000 av. J.-C. environ pour atteindre à nouveau la cote 433-434 m. Puis s'amorce une nouvelle et lente régression au cours de laquelle se déposeront des sédiments argilo-sableux varvés (Dryas ancien - Bölling - Alleröd) suivis de

craies et tourbe (Dryas récent-Boréal). Tout au long de cette période, de grands glissements de panneaux molassiques vinrent s'interstratifier dans les sédiments.

La couche de tourbe la plus ancienne date du Boréal (env. 7000-5500 av. J.-C.) ; elle coïncide avec la fin de la première étape de régression amorcée vers 12 000 et nous donne, approximativement, le niveau minimal du plan d'eau de l'époque : 431-432 m. Or LÜDI le place à 429,5-430 m ; nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser.

Ensuite, de 5500 à 1300 av. J.-C., la régression va continuer pour atteindre, vers 427,5 m, les très bas niveaux de l'âge du Bronze. Mais elle sera interrompue à plusieurs reprises par de brusques remontées du plan d'eau qui atteint et peut-être même dépasse la cote 434.

Ces hauts niveaux temporaires ont duré chaque fois plusieurs décennies, voire plusieurs siècles. Ce sont eux qui sont responsables des dépôts lacustres-palustres qui ne sont que partiellement visibles sur la planche I ; en effet, dans la partie N du chantier de l'ETSEV, on observait plusieurs cycles successifs de graviers-sables-limons-craies-tourbe, au-dessus de la couche de tourbe du Boréal. Ces dépôts atteignent la cote 435 ; ils ne sont pas datés avec précision, mais sont antérieurs à La Tène (dès 500 environ av. J.-C.). Ils sont dus aux transgressions-régressions répétées qui ont caractérisé les lacs subjurassiens entre 5500 et 1300 av. J.-C. Le nombre de ces cycles n'a pas pu être fixé avec certitude, car les dépôts ont été d'une part localement et partiellement érodés lors des bas niveaux et d'autre part bousculés et plissés par les glissements de terrain. En effet, chaque remontée brusque du niveau du lac a eu pour corollaire la réactivation des anciens glissements et (ou) le déclenchement de nouveaux. Il semble y avoir quatre cycles se terminant par de la tourbe. Or LÜDI indique trois périodes de hauts niveaux entre 5500 et 1300 av. J.-C. : vers 5200, 3600 et 2600. Cela pourrait correspondre à nos trois premiers cycles, mais nos observations ne sont pas assez sûres pour l'affirmer.

De l'âge du Bronze à la première correction des eaux du Jura (1878), on assiste à une nouvelle transgression qui fait remonter le niveau du lac jusqu'à la cote 431-432 m. Cette transgression est également perturbée par des brusques et temporaires remontées. LÜDI en compte trois. Il date la première de 1050 av. J.-C. environ ; elle correspond peut-être à la quatrième et dernière de nos couches de tourbe plissées et non datées, avec un plan d'eau supposé vers 433-434 m.

La deuxième remontée brusque se situerait au milieu de l'époque de La Tène d'après LÜDI et aurait atteint 434 m. Elle doit correspondre au dépôt des argiles et limons graveleux à Unios, Limnées et charbon de bois qui reposent en légère discordance sur les sédiments lacustres plus anciens, à la cote 436,5-437 m environ (pl. I). D'après les objets datés qu'elle renfermait, son âge remonte à La Tène et au début de l'époque

romaine. Ces dépôts palustres ont été légèrement basculés, mais non plissés, par les derniers mouvements de glissement.

La troisième remontée brusque est matérialisée sur le chantier de l'ETSEV par la plage romaine discordante de la cote 436 environ, elle aussi basculée dans sa partie amont ; son âge serait, plus précisément, du début du IIe siècle ap. J.-C.

Pour finir, citons encore la plage du Moyen Age au XIXe siècle qui a été édifiée lors de hautes eaux du lac vers la cote 433.

A part des différences d'altitude, nous constatons une bonne corrélation entre nos observations et datations et le schéma proposé par LÜDI (1935) lors de son étude sur le Seeland, confirmé par les récentes études hydrauliques (MÜLLER, 1973) et archéologiques (SCHWAB, 1973) de la deuxième correction des eaux du Jura et enfin repris par KASSER (1975) dans un essai sur l'histoire des cordons littoraux yverdonnois. Mais notre interprétation demande encore des confirmations et précisions. Tout d'abord parce que nos datations archéologiques ne sont pas toutes précises et que certains des objets datés ont pu être remaniés. Ensuite parce que les cotes des plans d'eau sont assez approximatives, les sédiments ayant été déformés par les glissements ou ayant subi une compaction depuis leur dépôt.

Il n'en demeure pas moins que, dans le secteur de La Villette, les altitudes des hauts niveaux antérieurs au Moyen Age semblent toujours plus élevées que ce qu'indiquent LÜDI (1935) et MÜLLER (1973) dans le Seeland. Les rivages plus ou moins bien datés signalés vers la cote 435-436 m à Yverdon (JÄCKLI, 1950 ; PETCH, 1970), au Chamblon (JORDI, 1955) et à Colombier (MEIA *et al.*, 1971) semblent également plus élevés que dans le Seeland. Par contre, les cotes des hautes eaux médiévales et modernes coïncident assez bien (env. 433 m).

Comment expliquer cette différence ? On pourrait invoquer le tassement des argiles, limons, craies et tourbes qui aurait été plus important dans le Seeland qu'ailleurs, vu la plus grande épaisseur de sédiments. Mais on pourrait aussi y voir un indice de mouvements verticaux récents dont les vitesses seraient variables d'une région à l'autre. SCHAER et JEANRICHARD (1974) ont récemment montré à quel point étaient délicates l'analyse et la recherche des causes de tels réajustements isostatiques. On pourrait, dans notre cas, invoquer la fonte de la calotte glaciaire wurmienne, les variations de niveau des lacs subjurassiens, une tectonique tardi-alpine ou encore, plus probablement, une combinaison de ces divers facteurs. Il serait de toute manière intéressant de confronter cette hypothèse avec une révision précise et critique des divers niveaux lacustres minimaux attestés dont les datations sont en train de se préciser, à la suite des récentes et nombreuses fouilles de sauvetage opérées sur les rives des lacs subjurassiens (Twann, Seeland, Yverdon, Yvonand, Portalban, Auvernier, Avenches, Muntelier, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

BECKER, F. 1973. — Notice explicative de la feuille 63, Murten, de l'Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000. *Comm. géol. suisse.*

JÄCKLI, H. 1950. — Untersuchungen in den nacheiszeitlichen Ablagerungen in der Orbeebene zwischen dem Mormont und Yverdon. *Eclog. geol. Helv., 43.*

JORDI, H. A. 1955. — Geologie der Umgebung von Yverdon. *Mat. Carte géol. Suisse*, NS, *99.*

KASSER, R. 1975. — Yverdon, histoire d'un sol et d'un site avec la cité qu'ils ont fait naître. *Eburodunum* , *1*, 9-154.

LEROI-GOURHAN, A. et GIRARD, M. 1971. — L'abri de la cure à Baulmes (Suisse). Analyse pollinique. *Jb. Schw. Ges. f. Ur- und Frühgeschichte, 56.*

LÜDI, W. 1935. — Das Grosse Moos im westschweizerischen Seeland und Geschichte seiner Entstehung. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 11.*

MATHEY, B. 1971. — Essai de coloration des pertes du ruisseau de Vaux à Lignières (NE). *Bull. Soc. neuch. Sc. nat., 94.*

MEIA, J., PERSOZ, F. et SCHAER, J.-P. 1971. — Dépôts quaternaires et évolution récente de la région de Colombier (rive NW du lac de Neuchâtel). *Bull. Soc. neuch. Sc. nat., 94.*

MÜLLER, R. 1973. — Les niveaux des lacs du Jura. *Editions Universitaires*, Fribourg.

PELET, P.-L. 1973. — Une industrie méconnue : fer, charbon, acier dans le Pays de Vaud. *Bibl. hist. vaud., 49.*

PETCH, M. 1970. — Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de l'Orbe. *Mat. Carte géol. Suisse, Géophysique, 11.*

SCHAER, J.-P. et JEANRICHARD, F. 1974. — Mouvements verticaux anciens et actuels dans les Alpes suisses. *Eclog. geol. Helv., 67*, 1.

SCHWAB, H. 1974. — Le passé du Seeland sous un jour nouveau. *Editions Universitaires*, Fribourg.

Manuscrit reçu le 22 janvier 1975.