

Notice sur l'effondrement du quai du trait de baye à Montreux : précédée de quelques considérations générales sur la morphologie géophysique des rives lacustres, la formation des cônes de déjection

Autor(en): **Schardt, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **28 (1892)**

Heft 109

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-263260>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

NOTICE SUR L'EFFONDREMENT
DU
QUAI DU TRAIT DE BAYE
A MONTREUX

précédée de quelques considérations générales

SUR LA

MORPHOLOGIE GEOPHYSIQUE DES RIVES LACUSTRES, LA FORMATION
DES CONES DE DÉJECTION, etc.

par HANS SCHARDT, D^r ès-Sc.,
professeur.

Collaborateur de la Carte géologique de la Suisse.

Pl. XI, XII et XIII. (I, II et III.)

AVANT-PROPOS

Ensuite de l'effondrement qui fit disparaître l'extrémité du nouveau quai de Montreux, au lieu dit Le Trait de Baye, je fus chargé par l'autorité communale des Planches-Montreux d'élaborer un rapport sur l'étendue de cet affaissement de terrain et les circonstances résultant de sa disparition.

Ce rapport a paru *in extenso*, avec 4 planches, dans le *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes*¹. La présente notice a pour but d'en donner les résultats plus spécialement scientifiques, ne faisant que mentionner les relations d'ordre purement techniques entre la nature des terrains riverains et les constructions qu'ils supportent.

En recherchant de l'analogie entre l'accident en question et d'autres qui ont eu lieu sur nos rives, j'ai été amené à étudier de plus près la nature géologique des rives immédiates du lac, particulièrement entre Villeneuve et Rivaz. Ce sont les fruits de cette étude et les réflexions qu'elle m'a suggérées que je dépose dans cette notice, espérant que ce modeste travail pourra

¹ Nos 5, 6 et 7 de 1892.

servir utilement. Je compte soumettre par la suite tout le tour du lac à une étude analogue, moins détaillée peut-être, vu que la carte au 1 : 25000 n'est achevée que pour une partie de la rive suisse et que, pour la partie française, nous ne possédons que la carte au 1 : 80000.

Le rapport géologique et technique manuscrit était accompagné de 9 planches. Les trois planches jointes à ce travail en renferment les données les plus essentielles.

INTRODUCTION

C'est un fait digne d'être noté que la tendance de créer des quais, des terrasses, jardins, etc., en empiétement sur le domaine du lac, fait disparaître de plus en plus la *grève naturelle*, cette zone intermédiaire entre le lac proprement dit et la terre exondée, cultivable. Bon nombre de ces quais et terrasses, même des vignes, et sur une grande longueur la voie ferrée, ont été placés en remblai sur la grève et bien souvent même dans le lac. Ce fait est si général maintenant, entre Montreux et Vevey, de même qu'aux environs de Lausanne, Genève, etc., qu'il importe de connaître d'une manière précise la nature géologique des rives et les conditions physiques de notre lac, afin de se rendre compte jusqu'à quel point il est possible de supprimer la grève et éventuellement de remblayer le lac.

L'accident mentionné au début, l'effondrement d'un quai à Clarens en 1883 et la disparition du beau quai de Vevey en 1877, sont des événements assez graves pour mériter d'être étudiés à la lumière de la science. Les résultats de cette étude seront applicables aux constructions analogues qui pourraient être menacées à leur tour et surtout aux constructions futures. L'occasion ne manque pas, car il y a entre Vevey et Montreux plus d'un point où le lac a été remblayé. Sur les 11 kilomètres qui séparent Chillon de Corsier, il n'y a *pas même 1 kilomètre de grève naturelle*; sur tout le reste, les constructions en remblai ont envahi la grève, si même elles n'avancent pas considérablement dans le lac. Il faut excepter cependant les rives rocheuses qui se continuent sous l'eau sous forme d'escarpements sous-lacustres et où il n'y a conséquemment pas de grève.

I. Morphologie des rives lacustres.

Les rivages naturels d'un lac, vierges de l'activité humaine, peuvent se présenter sous bien des formes, suivant la nature du

terrain qui les constitue et suivant la manière dont s'exerce l'action érosive de l'eau.

Le bassin du Léman étant une vallée d'érosion, il a dû avoir primitivement des *flancs rocheux*. Les atterrissements opérés par le Rhône et les nombreux torrents, et antérieurement les dépôts glaciaires, puis l'action érosive du lac lui-même et les terrains d'éboulement ont fait disparaître sur la plus grande partie de son pourtour la *rive rocheuse primitive*, en recouvrant les flancs de la cuvette sur une épaisseur plus ou moins considérable de dépôts détritiques, graviers, sables, limons, argiles, etc.

La *rive rocheuse primitive* n'a pu persister au bord même de l'eau que loin des embouchures des torrents, là où le flanc de la vallée primitive présentait des talus très inclinés ou des escarpements se continuant au-dessous du niveau de l'eau.

Il y a lieu de supposer qu'ici les dépôts erratiques n'ayant pu se maintenir, pas plus que les éboulis et les débris arrachés par l'eau, ils ont glissé au fond du lac. Dans la région qui nous occupe tout spécialement, il y a des rives rocheuses avec escarpement sous-lacustre en face du Moulin de Rivaz. A moins de 10 m. de la rive escarpée (poudingue miocène), la sonde descend à 30 mètres de profondeur. Il en est de même autour du promontoire de Chillon (rocher liasique) qui est suivi, jusque devant la gare de Veytaux-Chillon d'une falaise rocheuse, au pied de laquelle s'est produite une étroite grève, en partie également rocheuse (terrasse d'érosion), en partie formée par les débris roulés, arrachés de la falaise. Cette grève se poursuit également sous l'eau en forme de *beine* peu large.

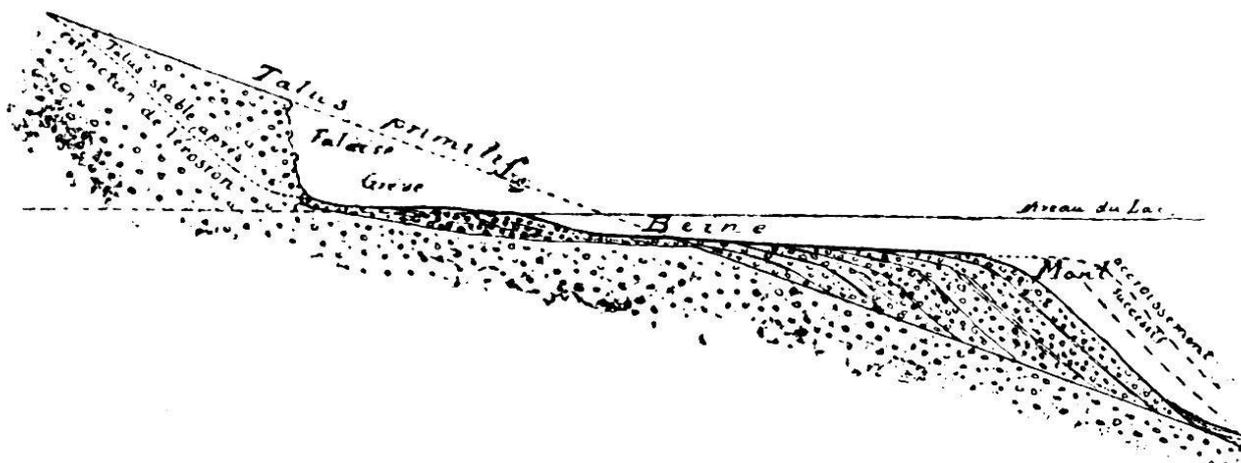
Il y a des cas où, sur un talus relativement peu incliné, il y a des affleurements rocheux, sans que la côte elle-même soit taillée en falaise. C'est le cas sur plusieurs points sous Grandvaux, entre Villette et Cully, à Treytorrens et au Dézaley, où une beine de graviers assez large (80-120 m. entre Villette et Cully) laisse percer des bancs de grès dur de la molasse, fait que l'on observe fort bien lors des basses eaux d'hiver.

Il en est de même sur presque toute la longueur entre Rivaz et Corsier. Au pied de la falaise primitive, séparée maintenant du lac par la construction de la route et de la voie ferrée, occupant l'emplacement de la grève et empiétant par places sur le lac, se voit encore une beine très large, graveleuse en bonne partie, et sur laquelle percent nombre de bancs de grès mollasique. La grève est presque partout envahie par des cultures

protégées par des digues ou simplement par des murs, enrochements, etc. La rive entre la Becque de Peilz et le Clos du Lac offre également une beine à demi rocheuse.

Rive graveleuse et sablonneuse. Une rive graveleuse donne toujours lieu à une forme typique presque invariable. Le talus que nous supposons primitivement uniforme subit l'assaut des vagues. Il est taillé en *falaise*, au pied de laquelle se formera la terrasse presque horizontale de la *grève*, et le dépôt des matériaux arrachés s'opère au sommet du talus immergé; l'uniformité de celui-ci est remplacée par un palier peu incliné, le prolongement sous-lacustre de la grève, c'est *la beine* ou blanc-fond, à laquelle succède brusquement un talus très incliné, le *mont*, qui se lie insensiblement au grand talus, lequel se continue jusqu'au fond plat du lac.

Le croquis schématique ci-dessous donne la démonstration théorique de ce que nous venons de dire :



On peut ainsi distinguer, sur une rive lacustre graveleuse¹, les diverses zones suivantes :

a) *La grève.* Zone que les vagues recouvrent à chaque ouragan; la végétation n'a pas le temps de s'y établir en permanence. Inclinaison 5-15°.

M. Forel distingue dans la grève encore deux zones, du moins là où elle est très large :

1. La grève exondée, que les vagues n'atteignent qu'au moment des hautes eaux.

¹ Aussi les rives taillées en falaise dans le grès et les marnes friables du terrain mollassique produisent ce même résultat. Par exemple, sur le bord du lac de Neuchâtel, entre Yverdon et Estavayer; au bord du lac Léman, entre Rivaz et Corsier, et au Clos du Lac près Clarens.

2. La grève inondable, que les vagues atteignent aux basses eaux et que les hautes eaux recouvrent en permanence.

b) *La beine* ou *blanc-fond* est la zone toujours recouverte par l'eau, mais dont le fond est encore atteint par l'action des vagues, capables de remuer des galets, des graviers et des sables, suivant la profondeur. Le limon fin ne peut s'y déposer.

La beine est le prolongement sous-lacustre de la grève; elle a comme celle-ci une inclinaison très faible, souvent elle est presque horizontale. Une zone un peu plus inclinée les sépare, marquant la ligne de plus forte activité des vagues; la limite entre beine et grève se déplace naturellement avec les variations du niveau du lac. C'est la zone de la grève inondable et de la grève inondée de M. Forel¹.

Les graviers sur la grève et sur la beine ont une stratification peu inclinée, 5-15°.

c) *Le mont* commence à la profondeur où les vagues n'ont plus aucune action sur le fond. Les matériaux arrachés de la rive (ou apportés par les torrents) s'entassent au bord de la beine, les plus grossiers plus près du rivage, les plus fins plus au large, enfin les sables fins et les limons vont se déposer dans les plus grandes profondeurs, entre le mont et le fond du lac, sur le talus qui fait suite au mont, soit sur le plafond même du lac. Le mont peut être incliné de 30-40°; 40° est le maximum extrême. Sur le talus, la pente décroît avec la profondeur jusqu'à 0°. L'application de cette nomenclature ressort de la fig. 2, pl. I, abstraction faite qu'il s'agit ici d'un cône de déjection et non d'une rive d'érosion.

Par l'érosion d'une falaise, les matériaux déposés au sommet du mont augmentent la largeur de la beine et rendent plus incliné le talus du mont, il doit donc se produire de temps en temps des glissements, par lesquels les matériaux grossiers glissent le long du talus jusqu'au fond du lac. Le talus du mont peut être considéré comme stable à 30°. L'extrême est 40°; s'il dépasse cette pente, des glissements se produisent.

C'est grâce à ces glissements successifs que la stratification des graviers du mont est plus inclinée que celle de la beine et de

¹ Voir Dr F.-A. Forel, *Le Léman*, Rouge, éditeur, Lausanne, 1892, p. 72, fig. 19. Ce volume a paru pendant l'impression de cette notice; on ne trouvera que peu de différence entre la nomenclature de M. Forel et la mienne, qui est d'ailleurs l'application de la terminologie proposée autrefois par ce savant.

la grève; elle est parallèle à sa surface. A partir d'une certaine profondeur, il doit y avoir des alternances de graviers et de limon lacustre fin.

L'érosion côtière finit nécessairement par s'arrêter, lorsque la grève a atteint une largeur suffisante, ou lorsque l'action des vagues est entravée artificiellement. Dans ce cas, la falaise de graviers prend avec le temps un talus maximum stable et se couvre de végétation (ligne pointillée de la fig. p. 234). Le talus du mont finira aussi par se stabiliser, si aucun charriage ne vient augmenter son talus.

Formation des deltas, cônes de déjection, etc. Les lacs en général tendent à se combler par le remblaiement naturel opéré par les rivières et torrents qui projettent annuellement dans leur cuvette une quantité très considérable de matériaux de charriage, constituant les deltas et les cônes de déjection.

Il y a entre un delta et un cône de déjection torrentiel une différence assez grande. Le premier est le résultat d'une rivière de grand volume, coulant au milieu de la plaine d'alluvion du delta avec une vitesse relativement faible et charriant de ce chef essentiellement du limon et du sable. Le dépôt qu'elle forme à son *embouchure* constitue l'accroissement du delta; mais les débordements répandent aussi du limon à la *surface de la plaine*, d'où résulte un exhaussement assez uniforme de celle-ci. C'était le cas du Rhône avant son endiguement; mais les inondations sont réglées maintenant par le système du colmatage. Les dépôts du Rhône sont, en effet, essentiellement sablonneux et limoneux.

Un *cône de déjection torrentiel*, par contre, est composé de matériaux grossiers. Le torrent, au cours rapide, se déverse ordinairement dans le lac au sortir d'une gorge et amène avec lui non seulement des matériaux fins, arrachés sur son passage, mais aussi des débris plus grossiers et même des blocs pouvant atteindre 50-80 cm. de longueur (300-400 kilogrammes et plus).

Déjà au sortir de la gorge la vitesse décroît, le torrent dépose donc immédiatement une bonne partie des débris les plus grossiers, d'où résulte le cône émergé, analogue aux cônes de déjection que les torrents latéraux d'une grande vallée forment à leur arrivée dans celle-ci. Ces torrents divagent à la surface de leur cône; leur cours, quoique indiqué par des ravins, change au moment des crues et son déplacement assure au dépôt un accroissement sur toute sa surface; de là, sa forme régulièrement conique.

La forme conique de beaucoup de cônes de déjection de nos

torrents riverains du lac (Verraye, Bayes de Montreux et de Clarens, etc.) a été accentuée par la circonstance de l'abaissement successif du niveau du lac Léman de 405 m., jusqu'au niveau actuel de 375 m.

Mais le torrent charrie la plus grande partie de ses matériaux jusqu'à son embouchure dans le lac; ici le dépôt s'opère identiquement dans les deltas comme dans les cônes de déjection. Les matériaux grossiers se déposent immédiatement autour de l'embouchure des cours d'eau, parce qu'à l'arrivée dans le lac la vitesse de l'eau se réduit presque à zéro. Le dépôt de ces matériaux de charriage ne se ferait qu'au point de l'embouchure même et forcerait celle-ci à se déplacer de plus en plus en avant dans le lac (surtout pour le cas de torrents et rivières endiguées), si l'action du vent ne se faisait pas sentir. Les *vagues soulevées par le vent transportent les matériaux, graviers et sables le long de la rive, à gauche et à droite de l'embouchure*, suivant la direction du vent, mais le plus fort accroissement de la terre a toujours lieu dans le voisinage immédiat de l'embouchure même. C'est ainsi que se sont formés et se forment encore les cônes de déjection des torrents et rivières.

Le cône de déjection d'un torrent endigué ne peut plus s'accroître en hauteur, il n'augmente plus qu'en largeur sur son bord au contact du lac, à l'instar d'un delta. Ce sera d'ailleurs un véritable delta presque horizontal qui se produira. On le voit dans la partie inférieure du cône de la Baye de Montreux, qui est endiguée naturellement par son profond ravin d'érosion (voir p. 249 et le profil pl. I). La Veveyse, au cours moins rapide, a formé un cône bien moins incliné, qui se rapproche plutôt d'un delta, de même la Drance près Thonon.

Il se forme, sur le pourtour des cônes de déjection et des deltas, la même configuration morphologique que sur une rive graveleuse érodée par les vagues. Cependant les conditions sont un peu différentes. Ici ce n'est plus la rive qui fournit les matériaux qui servent à bâtir la beine et le mont, mais c'est le torrent qui les amène. Bien plus, la terre ferme bénéficie de ces apports, elle augmente et s'avance de plus en plus dans le lac.

Le résultat ne sera donc pas, comme dans le cas précédemment étudié, un état stable et invariable (à partir de l'extinction de l'érosion nourricière), mais nous sommes en présence d'un état éternellement variable, tant que le torrent sera alimenté de matériaux de charriage.

Il y a donc lieu de distinguer ici :

a) La *terre exondée* définitivement, gagnée sur le lac par l'atterrissement et qui peut être rendue cultivable sans travaux de protection spéciaux.

b) La *grève* avec ses caractères normaux, sauf qu'elle sera plus étroite et un peu plus inclinée.

c) La *beine*, plus étroite et légèrement inclinée, 6-8° au plus. Sa largeur ne dépasse pas ordinairement 20 m. chez les cônes torrentiels, sauf près de l'embouchure des cours d'eau. Elle peut atteindre, par contre, plusieurs centaines de mètres sur le bord des deltas à matériaux sablonneux ; ici c'est près de l'embouchure qu'elle est la plus étroite¹.

d) Le *mont* se présente sous les mêmes formes ; c'est brusquement, sur une largeur de 5-7 m., que le palier de la beine passe au talus du mont, auquel succède, comme partout, le grand talus sous-lacustre.

Ces faits ressortent le mieux du dessin fig. 2, pl. I.

Le talus du *mont* proprement dit varie naturellement beaucoup suivant la nature des matériaux dont il se compose et la rapidité avec laquelle s'opère le dépôt. Il est plus incliné pour des matériaux grossiers, graviers, etc., que pour des matériaux fins.

Voici les chiffres que j'obtiens en mesurant sur la carte hydrographique du Léman (levés suisses et français), soit sur la carte Siegfried, les talus sur 50 m. de profondeur dès le sommet du mont (courbe, 370 m.) :

Embouchure du Rhône, 20 ‰. Ici il faut tenir compte du cou-

¹ Dans son récent ouvrage *le Léman* (*loc. cit.*, p. 80), M. Forel n'applique pas le terme de *beine* à cette bordure de blanc-fond autour des cônes de déjection et des deltas. Il comprend cette beine inclinée dans son terme *grève inondée*, ce qui semble revenir au même, la grève inondée étant une partie de la beine. Cependant, le blanc-fond autour des cônes d'alluvion correspond, dans sa partie la moins inclinée, bien réellement à la beine des côtes d'érosion, elle en est le prolongement et n'en diffère que parce qu'elle n'est que rarement presque horizontale et n'en atteint pas la grande largeur. Cela est d'ailleurs la conséquence des modifications continuelles qui s'accomplissent pendant l'accroissement d'un cône de déjection. Une beine *absolument horizontale* ne peut d'ailleurs exister que sur une rive à falaise, où l'érosion est arrêtée. Tant que l'érosion a lieu la beine *doit* être inclinée ; il en est de même autour d'un cône de déjection, où les matériaux d'érosion sont remplacés par les apports du torrent. Ce qui manque ici, c'est la *beine d'érosion* de M. Forel, la *beine d'alluvion* y existe bien réellement !

rant sous-lacustre pendant l'été, qui fait que le dépôt se produit dans la profondeur et non au sommet du mont.

Ancien Rhône (aux Grands-Larges), 10 %. Ne charrie plus, la grève sablonneuse a même été érodée par les vagues.

Drance, 60-70 %.

Veveyse, près de l'embouchure, 60 %, chiffre probablement dépassé dans la partie tout à fait supérieure.

Baye de Clarens, 55-60 %.

Baye de Montreux, 55-65 %. Dans la partie supérieure 65-90 et même sur un point 100 %.

Verraye, torrent le plus rapide, 65 %. Dans la partie supérieure 80 %.

On constate facilement la différence entre le Rhône qui charrie surtout du limon et les autres torrents au cours rapide qui transportent de gros graviers.

Ces talus sous-lacustres, beaucoup plus inclinés que le cône émergé, en sont cependant la continuation. L'accroissement de ce *cône de déjection immergé*, qui s'opère à l'abri des regards, est un facteur important dans l'économie d'un lac. En effet, cet accroissement se fait constamment, ou plutôt périodiquement, sous l'action du charriage du torrent. Il est soumis à plusieurs influences importantes, qui sont :

Les crues des torrents et cours d'eau.

Les ouragans.

Tandis que le torrent, au moment de ses crues, dépose énormément de terrain à son embouchure, surtout s'il se produit des glissements de terrain et des érosions importantes dans son cours supérieur, les ouragans, par contre, soulevant les vagues dans une direction ou dans une autre, transportent le long de la rive les matériaux déposés près de l'embouchure des torrents et assurent ainsi au cône de déjection immergé un accroissement régulier. Ce phénomène, que j'ai pu observer maintes fois, supplée aux déplacements de l'embouchure, rendus impossibles par l'endigement de la plupart de nos torrents dans leur trajet à travers leur cône de déjection.

Eboulement du mont. Inutile de dire, après ce qui a été exposé plus haut, que les dépôts entassés ainsi sur le bord du cône immergé et formant le sommet du talus du *mont*, finissent par prendre une inclinaison trop forte et donnent lieu à des glissements amenant dans la profondeur du lac un volume plus ou moins considérable de matériaux ; ces accidents se produi-

sent tantôt visiblement, tantôt sans attirer l'attention des riverains.

Le mont, autour de l'embouchure d'un torrent, se trouve dans les mêmes conditions qu'un talus de remblais en construction que des apports successifs tendent à augmenter au fur et à mesure que le matériel se dépose à son bord supérieur, où a lieu le déversement. Les éboulements du mont sont assez fréquents à l'embouchure des torrents à fort charriage. On en signale assez souvent, presque annuellement, à l'embouchure de la Veveyse, mais ils passent plus souvent inaperçus, ou du moins on n'en parle pas, puisqu'ils n'atteignent que rarement la grève; le bord de la beine seul disparaît.

II. Le cône de déjection de la Baye de Montreux.

La petite carte au 1 : 25000, extraite de la carte de l'état-major (Pl. I), permet de se rendre compte des conditions géologiques des rives du Léman entre Vevey-Chillon; on y reconnaît surtout bien la situation des cônes de déjection de la Veveyse d'abord, le plus grand, puis des trois torrents de la Baye de Clarens, de la Baye de Montreux et de la Verraye, le plus petit.

La Baye de Montreux, sortant de la gorge du Chauderon, a entassé à son embouchure un cône de déjection très régulier. Son sommet, à l'orifice de la gorge, creusée ici dans le calcaire dolomitique triasique, est à 440 m. d'altitude, il s'abaisse de ce point graduellement jusqu'au bord du lac (375 m.), distant de 500-600 m.; son talus moyen est donc de 10-12 %.

Mais le torrent de la Baye ne coule plus à la surface de son ancien cône. Le point où il s'échappe de la gorge rocheuse se trouve de 20 m. plus bas que le sommet du cône et cette vallée d'érosion creusée par le torrent dans son propre cône de déjection, se prolonge sur près de 400 mètres. Ce fait s'explique par l'existence de deux zones de berges d'érosion qui se suivent horizontalement autour du cône de déjection, l'une entre 385 et 390 m., l'autre entre 405 et 410 m., indiquant qu'autrefois le niveau du lac était plus élevé de 30-35 m., qu'il s'est abaissé ensuite jusqu'au niveau actuel, en restant stationnaire pendant quelque temps vers 385 mètres.

Cette partie du cône de déjection de la Baye de Montreux est donc fort ancienne. Le cône récent, formé pendant que le niveau du lac s'est maintenu à peu près à l'altitude qu'il occupe actuellement, commence dès 385 m. Il forme autour de l'ancien cône

une ceinture dont la largeur est à l'embouchure du torrent d'environ 200 m.; ailleurs, il a près de 250 mètres.

La berge d'érosion de 385 m. se confond au bord du torrent avec la berge du ravin d'érosion creusée par le torrent dans son ancien cône.

Autrefois, le torrent pouvait divaguer sur son cône de déjection émergé et se déverser dans toutes les directions, dans la partie inférieure du moins. Maintenant qu'il est endigué jusqu'à son embouchure, les matériaux de charriage ne sont projetés dans le lac que sur un seul point, ce qui n'empêche pas, comme nous l'avons vu, l'accroissement régulier du cône de déjection sur tout son pourtour.

L'endiguement de la partie inférieure du cours de la Baye est postérieur à 1766.

Le profil de pl. I ne demande que peu d'explications. Il est destiné à montrer le mode de formation d'un cône de déjection torrentiel. L'accroissement de celui-ci est beaucoup plus important dans la partie *immergée* que dans la partie émergée. En effet, la masse noyée sous l'eau est de beaucoup la plus considérable. Elle se compose de couches alternantes de terrains charriés, graviers, sables grossiers, etc., et d'alluvions lacustres formées de limon très fin.

Lorsqu'on examine les dépôts qui se forment à la surface du sol sous-lacustre, on trouve à partir de 15-20 m. de profondeur un limon gris, très fin, devenant presque impalpable dans les grandes profondeurs. Ce limon, c'est l'*alluvion lacustre*, cette matière suspendue dans l'eau trouble des torrents et qui se dépose dans l'eau tranquille du lac, uniformément sur toute la surface du fond plat, autant que sur les talus. Dans le haut lac, la plus grande partie de ce limon est attribuable au charriage du Rhône.

Les débris plus grossiers des torrents se déposent, comme nous l'avons vu, près de la rive, en constituant le mont; les éboulements réguliers de celui-ci permettent aux matériaux plus grossiers de glisser de temps en temps sur le talus sous-lacustre jusque dans les grandes profondeurs, en recouvrant la couche d'alluvion lacustre. C'est ainsi que s'accroissent les cônes de déjection sous-lacustres, par dépôts alternants de graviers et sables charriés et d'alluvions lacustres. Au sommet du mont et sur la beine, l'alluvion lacustre ne se dépose pas, à cause de l'action des vagues et probablement aussi parce que les masses de gra-

viens glissant dans la profondeur, l'entraînent avec elles. On ne trouve, en effet, dans la partie supérieure du cône immergé et dans le cône émergé, que des graviers de tout volume et quelquefois des couches de sable assez grossier, mais pas trace de ce limon fin de l'alluvion lacustre. Le *cône émergé* se distingue donc nettement par sa composition de la *partie immergée*, formée à plus de 15 ou 20 m. de profondeur.

Une autre différence réside dans le talus superficiel. Le cône émergé s'est produit par le charriage torrentiel. Dans ce transport, les matériaux ne se meuvent pas seulement sous l'action de leur propre poids, comme dans la formation des éboulis, mais l'eau parvient à déplacer les graviers sur des talus inclinés de 5° à peine; le long de la rive, l'action des vagues produit un effet analogue d'où résulte la beine.

Dans la partie sous-lacustre, les vagues n'agissent plus, les courants produits par les vents et les différences de température sont trop faibles pour avoir une action sur les alluvions déposées et celles-ci ne croulent vers la profondeur qu'au fur et à mesure que leur talus augmente et devient instable par les crues et le transport par les vagues. C'est donc par le dépôt d'alluvions lacustres, mais surtout par les éboulements successifs du mont, que s'accroissent les cônes de déjection sous-lacustres. Comme ces glissements n'ont lieu que localement et jamais en même temps sur tout le pourtour d'un cône, les couches d'alluvion lacustre et torrentielle se succèdent irrégulièrement, s'enchevêtrant horizontalement et verticalement. Le dessin pl. I, fig. 2, représente une alternance régulière en apparence qui n'existe pas dans la réalité, mais il le fallut ainsi pour donner à si petite échelle une figure démonstrative de notre théorie.

III. Les constructions en empiétement sur la grève et la beine des lacs.

Malgré l'importance que prennent de nos jours les constructions en empiétement sur le domaine du lac, les accidents auxquels elles ont donné lieu, soit au bord du Léman, soit ailleurs, sont relativement assez rares, autant du moins qu'on en a connaissance. Nous passerons en revue ceux qui se sont produits sur le littoral de Montreux, particulièrement celui du 19 mai 1891.

Conditions d'équilibre des talus sous-lacustres. Les alluvions formant les talus sous-lacustres offrent des inclinaisons très

variées. Au sommet du mont, on mesure parfois 30-35°, même 40°, qui est le maximum. On peut admettre qu'un talus de 30° (50 ‰) est à peu près stable, que de lui-même il ne tend pas à se modifier, qu'il peut même supporter une certaine surcharge, surtout s'il est composé d'un terrain graveleux et non plastique ou limoneux. Les limons, argiles et sables argileux demandent, pour être stables, des talus moins inclinés. On observe, toutefois, sur les talus assez inclinés du mont, de l'alluvion lacustre limoneuse, mais ce n'est sans doute qu'une épaisseur assez faible. Déposé en grande épaisseur sur un talus trop incliné, ce limon doit glisser vers le fond sous l'action de la pesanteur. Sous la pression d'une surcharge même modérée, il subit un véritable écrasement et cède latéralement; le talus extérieur n'entre pas nécessairement en ligne de compte. On a eu des preuves de cette propriété dans l'effondrement du nouveau quai et de tout un quartier de la ville de Zoug en 1887. Une couche de vase limoneuse *inférieure* aux graviers et terrains rapportés sur lesquels on avait construit, a cédé à la pression de ceux-ci, en *coulant* au large à l'état *semi-fluide*, entraînant les pilotis qui y étaient fichés. Les constructions s'enfoncèrent presque verticalement de 6 à 10 mètres. Des glissements analogues eurent lieu aussi près de Horgen, sur les bords du lac de Zurich, lors de la construction de la ligne du Nord-Est.

L'abaissement des eaux cause des glissements. Puisque les entassements de terrains sur la berge immergée peuvent être la cause d'affaissements de celle-ci, il est évident que l'abaissement du niveau d'un lac équivaut à une augmentation de terrains émergés en surcharge. Cela explique les nombreux glissements de grève qui se sont produits autour des lacs de Neuchâtel et de Bienne, lors de l'abaissement des eaux de ces lacs, abaissement qui a été d'environ 4 mètres. Le même fait a été observé en plus petit au lac de Bret. Les terrains enfoncés étaient, suivant les cas, des dépôts sablonneux, graveleux ou limoneux; mais le sol vaseux et le dépôt blanc, connu sous le nom de *craie lacustre*, sont, de tous, les plus sujets aux glissements subséquents aux abaissements du niveau des eaux.

Il y a donc lieu de distinguer parmi les mouvements qui peuvent avoir une certaine influence sur les constructions rivaines :

1° *Eboulements du mont*, soit du *bord de la beine*, sur d'anciennes rives d'érosion non encore stabilisées, ou sur le pourtour

d'un cône de déjection. Ils peuvent enlever la beine et atteignent rarement la grève. Exemple Montreux.

2° *Glissements de masses limoneuses*, argileuses ou de craie lacustre plastique, soit sous l'action d'une surcharge, soit par l'abaissement du niveau de l'eau. Exemple lac de Neuchâtel.

3° Affaissement vertical d'un terrain en apparence solide, par suite de l'écrasement et de l'écoulement latéral d'une couche vaseuse ou argilo-sableuse, sous l'action d'une surcharge. Exemple Zoug, Horgen.

4° Enlèvement d'une grève d'alluvion, etc., par suite d'une érosion trop active. Ex. : Autour de l'embouchure du vieux Rhône.

5. On cite parfois aussi les eaux souterraines, comme pouvant avoir une certaine influence, en poussant les terrains vers le lac par leur mouvement d'écoulement, ou par la pression hydrostatique, soit aussi par leur érosion. Je ne connais pas d'exemple bien démontré d'un cas de ce genre.

Cette dernière influence a été exprimée et défendue surtout à propos de l'accident de Zoug, sans avoir conduit à aucune preuve ou démonstration. Le rapport officiel la nie d'ailleurs énergiquement.

IV. Les quais du littoral de Montreux.

(Voir pl. I.)

Il n'y a pas plus de 30 ans qu'on a commencé la construction des quais et des terrasses sur les bords du lac dans la région de Montreux. Antérieurement à cette époque, il y avait une grève large de 10 à 15 mètres entre les terres utilisées et le niveau moyen des eaux. Ce n'est qu'à l'époque des hautes eaux — la régularisation du niveau du lac n'était pas encore un fait accompli — que le lac venait baigner les murs protecteurs bordant les cultures ; ailleurs même ces murs faisaient défaut et la grève inculte n'était que d'autant plus large.

Qu'est-ce qu'un quai ? L'établissement d'un quai ou d'une terrasse a pour but de rendre utilisable, soit comme terre de culture, soit comme voie de passage, la grève improductive. La grève disparaît et l'eau baigne en permanence le pied des murs de ces constructions. Il n'y aurait, en effet, rien de plus disgracieux que de laisser subsister, devant un mur de quai, une grève découverte, où s'amassent des débris et des immondices sans nombre.

La grève a sa raison d'être dans le régime d'un lac. Si la grève n'a pas d'utilité directe et peut être, sans inconvénient semble-t-il, soustraite au domaine du lac, elle a cependant bel et bien sa raison d'être dans le régime des eaux. C'est sur la grève que viennent se briser les efforts des vagues en retournant mille et mille fois les galets qui la recouvrent ; plus la grève est large, plus il y a de sécurité pour les terrains situés à l'intérieur. Si donc nous supprimons la grève, en y établissant une terrasse, il n'y a plus rien qui ralentisse le mouvement des vagues avant qu'elles rencontrent la terre, c'est-à-dire le mur de la terrasse. Ce sera contre cette construction que les lames viendront se heurter avec une violence d'autant plus grande. Bien plus, la beine, soit la grève immergée, subit le contre-coup de la suppression de la grève émergée. Elle est elle-même érodée par le choc des vagues, et si elle n'est pas assez large, ou si la construction n'est pas fondée assez profondément et protégée par de larges enrochements, il peut se produire un affouillement tel que les vagues finissent par renverser l'obstacle, en rétablissant une nouvelle grève ; le lac tend à reprendre ce qui lui a été arraché !

Après la grève on prend encore la beine. Le mal ne serait pas bien grave si dans la construction des quais et terrasses on se contentait de supprimer la grève seulement, en laissant au lac une certaine largeur de bas-fond, une beine suffisamment large pour amortir, en partie du moins, le choc des vagues et pour empêcher, par son talus peu incliné, le glissement des matériaux rapportés. Mais non content de prendre au lac la grève, on lui prend encore la beine, en venant asseoir les murs protecteurs sur des enrochements placés, à 4 et 6 mètres d'eau, au bord même de l'abîme. Ce cas est bien plus fréquent qu'on ne le croit. Pour construire dans des conditions pareilles, surtout sur le bord des cônes de déjection, il faut des précautions toutes spéciales. Il n'est pas impossible d'arriver à une stabilité suffisante, à une solidité pouvant résister aux plus forts assauts des vagues, mais il faut que la construction soit en tous points conforme aux conditions dans lesquelles se trouve le terrain sur lequel elle est placée. Et finalement, il se trouve des cas où, malgré tout, le terrain doit céder avec tout ce qui est au-dessus. Ce cas est celui où le talus du « mont » est trop incliné pour se maintenir en équilibre.

La construction des quais et terrasses à Montreux. Un des

premiers quais construits à Montreux est celui de Clarens, il date de 1870. Presque à la même époque et même antérieurement, on a établi la terrasse de l'hôtel Roy, celle de l'hôtel Monney, de plusieurs hôtels autour du golfe de Bon-Port. C'est dans le cours de ces derniers dix ans que plusieurs grands travaux de ce genre ont été faits. Les terrasses très larges, entièrement prises sur le lac, de chaque côté du port de Territet, puis la terrasse de l'hôtel du Cygne, celle du Kursaal et enfin le grand quai, de Montreux au Petit Trait de Baye, devant, d'après le projet, être prolongé, par la suite, jusqu'à Territet.

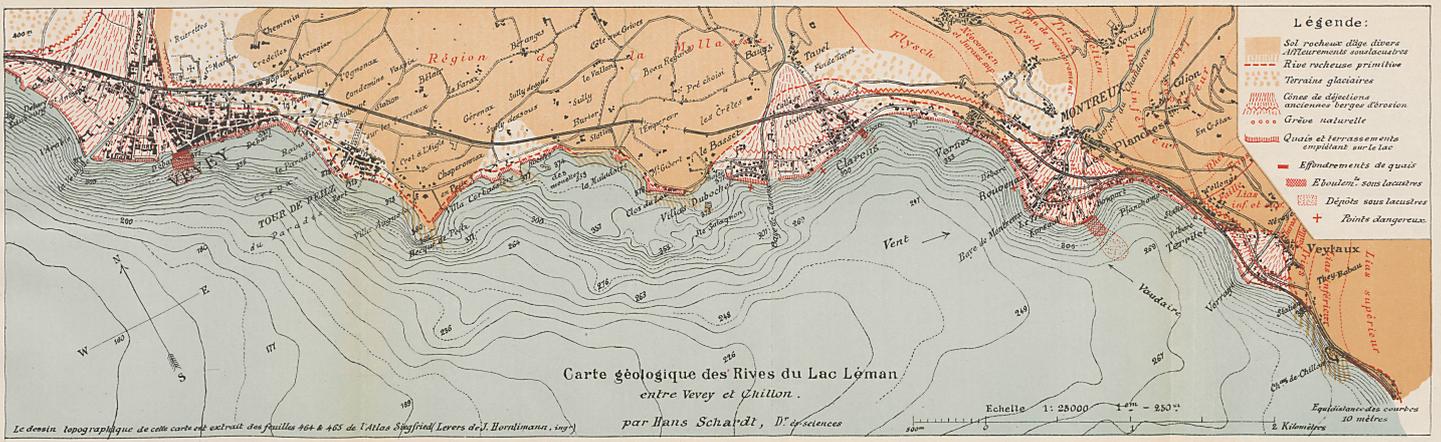
Ce quai a été commencé en 1886, d'après un plan d'ensemble approuvé par les communes intéressées. Mais la construction a été faite soit par les communes, soit par les particuliers, sous le contrôle des autorités communales. La construction de toute la longueur de ce beau quai a duré jusqu'en 1891 et comprend une longueur totale d'environ 850 m.; un pont en fer relie les deux sections de part et d'autre de la Baye de Montreux.

Système de construction. Le système de construction des murs de quais qui a cours à Montreux, consiste à jeter d'abord des enrochements; ou bien, lorsque l'inclinaison du talus fait craindre des glissements, à enfoncer une série de pilotis à 1, 2 ou 3 mètres en avant de la ligne de construction et de jeter en amont de ces pieux des enrochements, jusque près du niveau de l'eau. C'est sur ces enrochements que vient se placer le mur, assis lui-même sur un lit de béton, coulé entre palplanches, sur ou entre l'enrochement disposé en conséquence. Toutefois cette méthode n'est pas de règle absolue.

C'est suivant ce système, avec ou sans pilotis, qu'ont été construits le quai le Clarens et celui de Montreux, entre la Rouvenaz et la Baye de Montreux et entre celle-ci et le Trait de Baye. L'extrémité de celui-ci, qui a disparu par l'accident du 19 mai, a cependant été construit différemment; on sentait la nécessité de construire avec plus de précaution, vu les mauvaises allures du sol et la déclivité énorme du talus sous-lacustre.

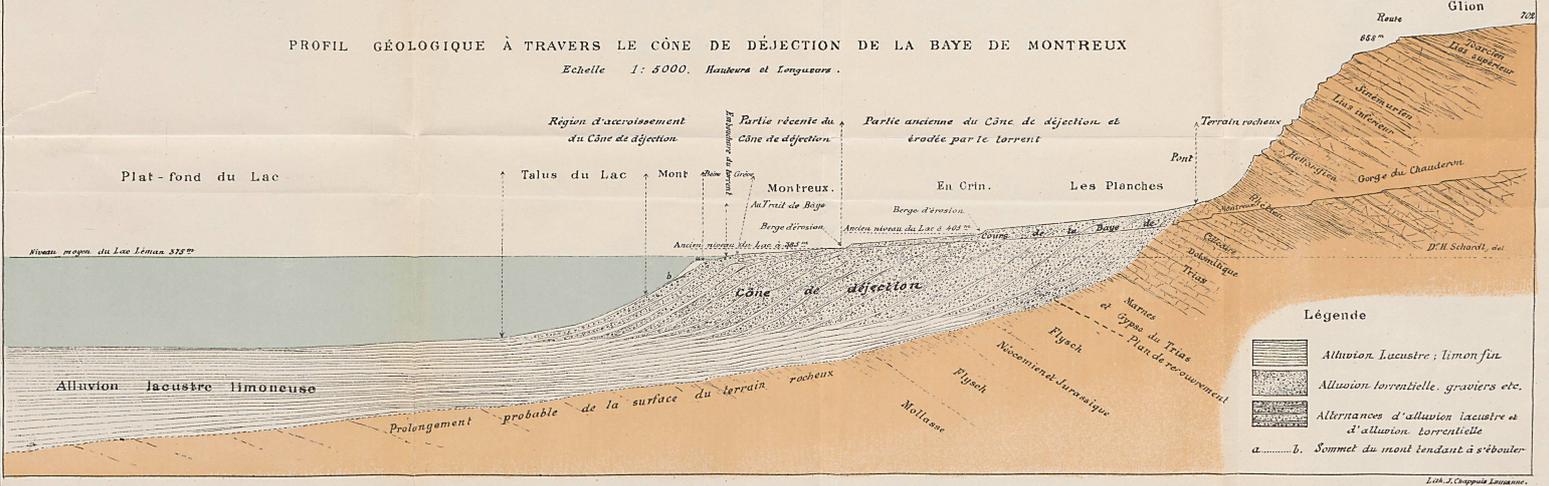
Situation du nouveau quai de Montreux. Depuis le débarcadère de la Rouvenaz jusqu'au Trait de Baye (Avenue Nestlé), le nouveau quai contourne la partie proéminente dans le lac du cône de déjection de la Baye de Montreux; ce dernier sera complètement enfermé une fois que le quai aura été prolongé jusque devant l'hôtel Beau-Rivage.

Nature du sol. Le sous-sol dans toute cette partie du littoral



PROFIL GÉOLOGIQUE À TRAVERS LE CÔNE DE DÉJECTION DE LA BAYE DE MONTREUX

Echelle 1:5000. Hauteurs et longueurs.



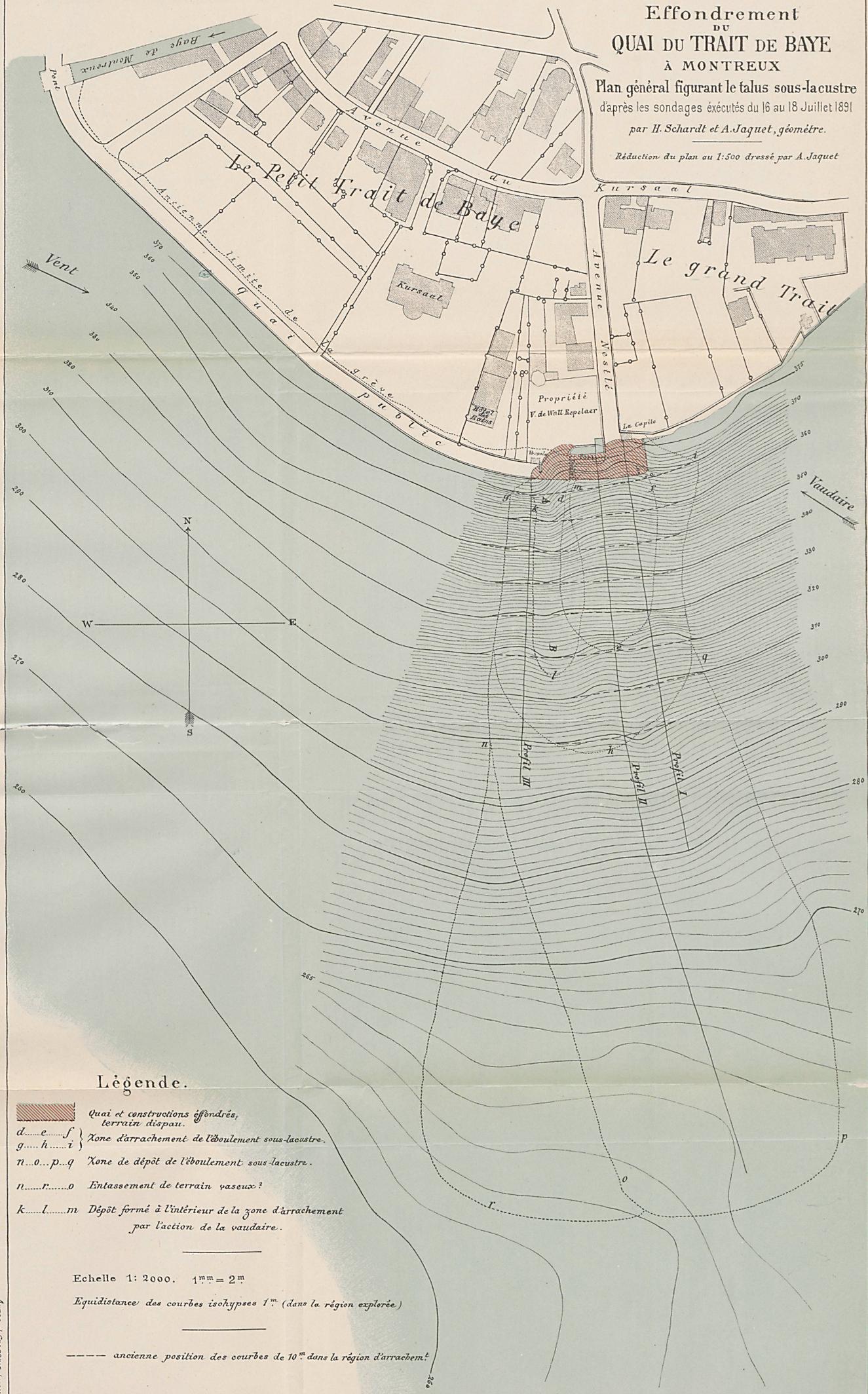
Lith. J. Chappuis Lemmann.

Effondrement DU QUAI DU TRAIT DE BAYE À MONTREUX

Plan général figurant le talus sous-lacustre
d'après les sondages exécutés du 16 au 18 Juillet 1891
par H. Schardt et A. Jaquet, géomètre.

Réduction du plan au 1:500 dressé par A. Jaquet

H. Schardt - L'effondrement du quai de Montreux. - Pl. II



Légende.

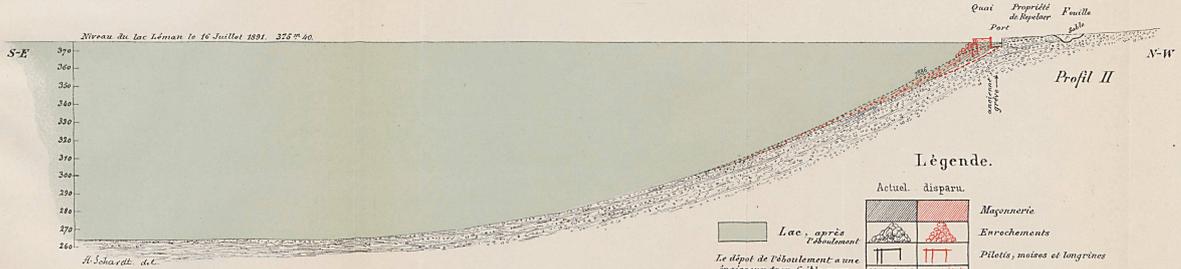
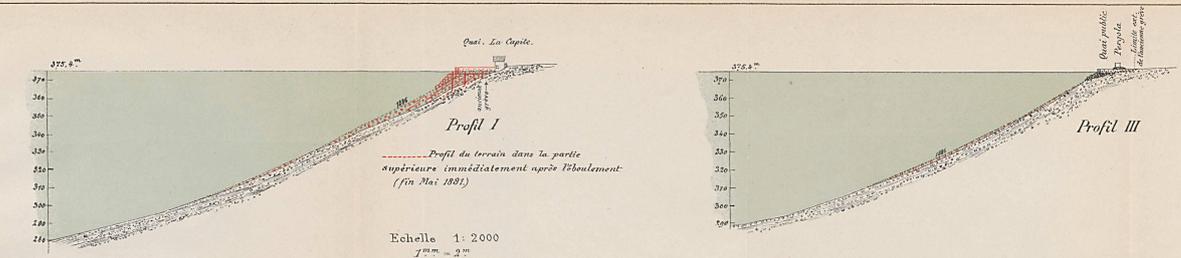
- Quai et constructions effondrés, terrain disparu.
- d.....e.....f } Zone d'arrachement de l'éboulement sous-lacustre.
- g.....h.....i }
- n.....o.....p.....q } Zone de dépôt de l'éboulement sous-lacustre.
- n.....r.....o Entassement de terrain vaseux?
- k.....l.....m Dépôt formé à l'intérieur de la zone d'arrachement par l'action de la vaudaire.

Echelle 1:2000. 1^mm = 2^m

Equidistance des courbes isohypses 1^m. (dans la région explorée)

----- ancienne position des courbes de 10^m dans la région d'arrachement.

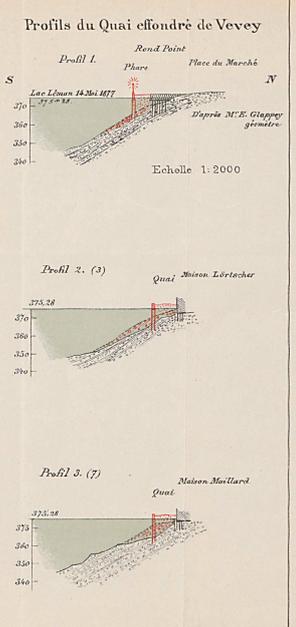
Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. - Vol. XXVIII - Pl. XII



Profils à travers le talus sous-lacustre dans la région de l'effondrement du Quai de Montreux.
D'après les sondages de H. Schardt et A. Inquet.

Légende.

Actuel	disparu.	Maçonnerie
Lac après l'effondrement		Enrochements
Le dépôt de l'effondrement a une épaisseur trop faible pour être figuré.		Pilettes, moises et longrines
Graviers et sables		Remblai artificiel
Aluvides lacustres limoneux		Terrain (Graviers et sables alternant dans la profondeur avec de l'alluvion lacustre limoneuse.)
		Profil du terrain avant la construction (1881)
		Profil du terrain après l'effondrement (1881)



se compose exclusivement de graviers de tout volume, parmi lesquels on ne remarque que localement des amas de sable assez grossier. Il n'est pas rare, par contre, de trouver, au milieu des galets plus petits, des pierres pouvant atteindre 30 à 50 cm. de diamètre et même plus. Ce sont bien là les caractères d'un cône de déjection formé par un torrent au cours rapide, comme l'est la Baye de Montreux.

Ces graviers doivent avoir une très grande épaisseur à en juger d'après la grande distance à laquelle se trouvent les affleurements rocheux ; le sol rocheux ne peut guère se trouver à moins de 100 à 150 m. au-dessous de la surface. (Voir le profil, pl. I.)

Il est vrai qu'on rencontre souvent des bancs très consistants au milieu des graviers de la rive. On nomme ce terrain, dans le langage local, « corniole » ou « jus-blanc » (*sic*). Il se compose de graviers, comme tout ce qui l'entoure, mais qui ont été agglutinés par des infiltrations de sources calcaires ; cette « corniole » est donc un poudingue récent. On a trouvé ces bancs de poudingue récent à la Rouvenaz et dans la région de Bon-Port ; ici, sa formation s'explique par l'existence de la source tuffeuse de l'Eglise, dont les eaux se jetaient autrefois librement dans le lac et pouvaient s'infiltrer en partie dans les graviers de la grève. La région entre l'Eglise et Bon-Port s'appelle encore maintenant « En Tovère dessous l'Eglise » ; Tovère est synonyme de tuffière.

Déclivité du talus sous-lacustre entre la Baye de Montreux et Beau-Rivage. Dans presque toute sa longueur ce nouveau quai a empiété sur le lac. Il a absorbé non seulement la grève, mais encore le bas-fond de la beine, en sorte que les enrochements du mur extérieur sont dans bien des cas juste au sommet du talus rapide du mont.

Dès l'embouchure du torrent jusqu'à Bon-Port, des sondages faits en 1885 ont accusé dans la partie supérieure du mont des talus allant en croissant de 23-30° jusque devant le Kursaal. C'est vers la limite entre le Petit et le Grand Trait de Baye (Avenue Nestlé), que le talus était le plus fort, 50-100 %, pour se continuer jusqu'à Beau-Rivage avec 55-70 %.

Système de construction du quai effondré. Ce quai a été construit de trois manières différentes (voir pl. II) :

a) Dans la partie occidentale, par enrochements et grillage supportant le béton et la maçonnerie du mur amarrée à l'intérieur. 25 mètres.

Goulet d'un port large de 3 mètres ;

b) Quai entre le port et le lac, dès le goulet à l'Avenue Nestlé. Le mur extérieur était assis sur un massif de béton coulé dans un caisson de palplanches *entre deux rangées de pilotis*, distantes d'environ 2 m. Dans chaque rangée les pilotis étaient à 1 m. les uns des autres. Ce mur externe était amarré au mur interne protégeant le port. 20 mètres ;

c) Le mur du quai en face de l'Avenue Nestlé jusqu'à l'angle, a été bâti sur enrochements d'après le procédé ordinaire, à l'intérieur *d'une rangée* de pilotis plantés à 1^m50-1^m80 les uns des autres, réunis par des longrines et amarrés par des moises à des pilotis enfoncés à l'intérieur dans l'ancienne grève.

La section *b* a exigé près de 60 pilotis, la section *c* 29 ; fiche 4-7 m. ; épaisseur des pilotis, 25-40 cm. On a donc planté un nombre énorme de pilotis sur une bien faible longueur de la rive.

V. L'accident du 19 mai 1891.

(Voir pl. II.)

Le Trait de Baye. — Le Trait de Baye se divise en deux parties, le Grand Trait, entre la Baye de Montreux et l'Avenue Nestlé et le Petit Trait, à l'orient de ce chemin jusqu'à Bon-Port. L'Avenue Nestlé, qui sépare le Grand et le Petit Trait, portait, avant son élargissement en vue du quai, le nom de chemin de la Capite. Ce chemin est très ancien, il existe déjà sur un plan de 1696, et, sur celui de 1766, il porte le nom de chemin de la Guérite, d'après la petite maisonnette qui existe encore au bord du lac.

C'est droit en face de l'Avenue Nestlé que l'effondrement s'est produit, se développant à droite et à gauche. Il a fait disparaître, à partir de l'angle est, tout le quai, des petites constructions, etc., sur une longueur de 72 mètres.

A part les craintes vagues, datant déjà de la construction du quai, rien ne faisait prévoir sa disparition si subite.

Ce n'est qu'environ une demi-heure avant l'accident que deux personnes passant sur le quai, en venant par l'Avenue Nestlé, remarquèrent une différence de niveau d'environ 30 cm. entre le bord supérieur du mur et le terrain plus en arrière. Le terrain paraissait s'être enfoncé.

L'accident. — Le jour du 19 mai 1891 a succédé à un temps calme et clair (on se souviendra pendant longtemps qu'il a gelé

le 18 mai au matin) par une violente bourrasque de vaudaire, chassant, ce qui est rare, une pluie abondante. Les bateaux à vapeur devant amener à Montreux plusieurs milliers de visiteurs, professeurs, autorités, étudiants, tous participants aux fêtes universitaires, étaient attendus avec impatience. Le quai était couvert de curieux, malgré le mauvais temps.

A peine tout le monde fut-il débarqué, que dans les divers hôtels les festins s'organisèrent, que l'élite des invités commençait au Kursaal un somptueux banquet, lorsque, à deux pas de là, le nouveau quai disparut presque sans bruit dans les flots ! Comment, du reste, un bruit aurait-il pu être entendu ? La vaudaire, plus forte que jamais, faisait rage ; la pluie fouettait les vitres. Grâce à cette circonstance, le quai était presque désert, il est même très peu de personnes qui aient assisté d'assez près à l'accident pour en faire un récit complet. Quelques jeunes gens de la fanfare du Collège se trouvèrent seuls sur l'emplacement même. L'un d'eux put même passer encore du quai à l'Avenue Nestlé, alors que le mur extérieur rompu faisait voir une large brèche par laquelle l'eau du lac envahissait le terrain. Puis quelques membres du corps de sauvetage, faisant la police de la place, et un petit nombre d'autres personnes, ayant vu l'accident de plus ou moins loin, sont arrivés sur les lieux vers la fin de l'événement ; ce sont les seuls témoins oculaires que nous possédons. Disons plutôt que c'est heureux, car par un jour de beau temps, par un temps clair et par un vent tout aussi violent, le quai aurait été couvert de curieux et il n'est pas à douter que l'accident ne se fût pas borné à des pertes purement matérielles.

A part le quai public, c'est la campagne de M. van de Wall Repelær qui a eu le plus à souffrir : M. de Repelær avait construit à l'intérieur du quai un petit port, occupant environ la moitié de la largeur de sa propriété ; de chaque côté de celle-ci s'élevait une pergola, petit pavillon en colonnades de pierre taillée et couvert de fer, devant se garnir de plantes grimpan-tes. La pergola orientale était sur le port même, supportée par une plate-forme en fer et ciment. Enfin, en arrière, au milieu d'un jardin, devait s'élever plus tard une élégante villa. Un goulet, large de 3 m., passant sous le quai, faisait communiquer le port avec le lac. Le port avait été dragué antérieurement d'environ 2^m5 à 3 m. La place qu'il occupait était en partie prise sur la grève. Un mur très élevé séparait ce port et la propriété de l'Avenue Nestlé.

D'après les dépositions de témoins oculaires, l'écroulement dans les parties visibles doit s'être produit comme suit :

Vers 2 h. 20 un affaissement du sol se produisit devant l'Avenue Nestlé, le mur du quai s'abattit dans le lac, juste en face du grand mur bordant la propriété de Repelær du côté de l'Avenue, soit exactement sur la ligne de jonction des deux parties du quai construites successivement (*b* et *c*). On a vu en ce moment des arbres glisser dans le lac. La brèche s'élargit rapidement, le quai s'effondre à gauche et à droite et l'éboulement atteint finalement l'angle oriental qui disparaît. Bientôt c'est le tour du mur intérieur protégeant le port ; la pergola orientale avec son plancher en fer et en béton s'effondre, le port est à découvert. Mais l'écroulement ne s'arrête pas au goulet du port, la partie au delà, non pilotée mais assise sur longrines, est entraînée et disparaît ; toute la terre rapportée et *une partie de l'ancienne grève*, un jardin existant depuis plusieurs années, sont à leur tour envahis par l'eau du lac.

Tout l'événement n'a pas duré une demi-heure. Le batelier Gaillard eut juste le temps de retirer les bateaux du port, avant la chute des pièces de fer de la plate-forme.

Dans la nuit, ainsi que le lendemain et le surlendemain, l'érosion succédant à l'effondrement a encore fait disparaître beaucoup de terrain et fait tomber quelques parties du mur, jusqu'à ce que des enrochements, jetés en toute hâte, aient mis fin à l'action des vagues.

Dans le cours de cet effondrement et des érosions qui l'ont suivi, il a disparu :

1° Le quai public, large de 8 m., sur une longueur de 72 m. dès l'angle E. jusqu'à quelques mètres de la limite de la propriété C. Weber ;

2° Dans la partie occidentale de la propriété de Repelær une largeur de terrain de 8 à 9 m. Dans la partie orientale de cette propriété, sur la moitié environ du fond du port, le mur intérieur de celui-ci n'a pas cédé, de même une partie du fond est restée intacte ; on pouvait voir après l'accident des plantes aquatiques dites « Favards » (*Potamogeton*) enracinées encore sur le fond de l'ancien port ;

3° Devant l'Avenue Nestlé et la petite maisonnette, le terrain a disparu sur 15 à 10 m. à l'intérieur du quai ; le lendemain de l'accident l'eau baignait le pied de la dite maisonnette.

Il a été perdu en tout une surface d'environ 1000 m² de cons-

tructions et de terrain. A part le terrain rapporté, il a été enlevé une certaine largeur de l'ancienne grève et de terrain cultivé, soit environ un quart ou un cinquième de la surface totale. Les pilotis entraînés dans l'écroulement revinrent à la surface à 150 à 200 m. de la rive, d'où la vaudaire eut bientôt fait d'en ramener un certain nombre vers la rive.

Nature du mouvement. — On ne voit sur le lieu de l'accident que peu de grands débris dans l'eau, sauf ceux tombés en dernier lieu. Sur l'emplacement même du quai il existe des profondeurs d'eau allant à 10 m. Cela montre que ce n'est pas seulement la construction et le terrain rapporté artificiellement qui ont disparu, mais que le mouvement s'est étendu sur une épaisseur considérable du sol sous-lacustre, qui a entraîné avec lui, vers la profondeur du lac, murs, enrochements et pilotis. Cela ressort clairement de la circonstance que les pilotis sont revenus à la surface à 150-200 m. de la rive. Le terrain et les constructions se sont détachés ensemble presque d'une seule fois, ou bien par grandes fractions, en ne se désagrégeant que dans le cours de l'éboulement sous-lacustre, après quoi les pilotis devenus libres revinrent à la surface.

Des sondages faits peu de jours après l'accident par M. Franel, architecte chez M. Boulenaz, accusent, le long de la ligne extérieure du quai disparu, des profondeurs d'eau de 5-10 m. La plus grande profondeur de 10 m. se trouvait au droit du port de M. de Repelær.

Le glissement a donc entraîné une partie du sol préexistant, par places, sur plusieurs mètres au delà de la profondeur de fiche des pilotis; en un mot, c'est un éboulement de mont, dont il importait de connaître exactement l'étendue et les causes.

VI. Recherches sur l'étendue et les causes de l'effondrement.

Pour déterminer la configuration du talus sous-lacustre, nous avons procédé à des mesurages, au moyen d'un appareil de sondage à fil d'acier de 0^m9 de diamètre, composé d'un treuil et d'une poulie calibrée d'un mètre de circonférence au fond de la gorge et à laquelle était adaptée un compte-tours. Il a été donné 220 coups de sonde dans la région de l'effondrement, sur une largeur de 200 m. et sur une longueur de 500 m. M. Jaquet, géomètre, a construit d'après les mesurages un plan avec courbes isohypses, dont la pl. II est une réduction au 1/4.

(la minute était au 1 : 500). Il a également construit des profils dont ceux de pl. III sont des réductions complétées au point de vue géologique.

Configuration du fond sous-lacustre. — L'examen du plan à courbes de niveau construit d'après nos sondages par M. le géomètre Jaquet permet de faire des observations d'un grand intérêt touchant à l'éboulement (pl. II et III).

On constate sur une largeur d'une centaine de mètres parallèlement à la rive des irrégularités dans la direction des isohypses, elles s'infléchissent très fortement vers la rive, accusant un ravinement du talus sous-lacustre; les irrégularités se reconnaissent encore nettement à la courbe de 300 m., soit à 75 m. sous le niveau du lac.

En reconstituant aussi bien que cela a été possible, d'après la carte fédérale, les anciennes courbes, on voit que l'enlèvement de terrain s'étend depuis la rive sous le niveau de l'eau jusqu'à 70 à 80 m. de profondeur. *A l'effondrement du quai et de la grève correspond donc un vrai éboulement sous-lacustre*, d'une importance bien plus considérable que l'éboulement du terrain exondé qui a disparu. Le plan permet de nous en rendre compte très nettement. En effet, toute la région dans laquelle les courbes de niveau s'infléchissent vers le rivage accusent un ravinement qui est indubitablement l'*aire de l'éboulement* du « mont », dont le talus était trop fort pour résister à la surcharge. La sonde a accusé dans toute cette étendue la présence de graviers grossiers, alors qu'en dehors de cette zone, dans la région à courbes régulières, elle a ramené à la surface du limon lacustre fin dès 20-30 m. de profondeur.

En examinant plus attentivement la direction des courbes dans l'aire de l'éboulement, on est frappé du fait que les inflexions ne sont pas simples, mais présentent une série d'ondulations. Il y a surtout une inflexion beaucoup plus forte que les autres dont le milieu se trouve juste devant le grand mur resté en partie debout à l'ouest de l'Avenue Nestlé. Ce ravin plus fort que les autres se remarque jusqu'à la courbe 320, soit à 55 m. sous le niveau du lac. Il est séparé d'un ravin plus petit, situé plus à l'ouest, par un dos en saillie, qui est par place plus élevé que le terrain primitif. Un troisième ravin encore plus faible se remarque à l'est, entre les courbes 330 et 305.

Ces irrégularités dans l'intérieur de l'aire de l'éboulement

dans son ensemble me paraissent pouvoir s'expliquer comme suit :

Le grand ravin au-devant du mur à l'ouest de l'Avenue Nestlé est dû à un *premier éboulement* dont l'aire peut être indiquée approximativement par la *ligne d-e-f* (pl. II). Cet éboulement a fait disparaître une couche de terrain d'une épaisseur de 4-6 m., dans la partie moyenne, et de 8-12 m., dans la partie supérieure, en y comprenant le terrain rapporté. La limite supérieure était probablement le mur interne du quai. Cette première brèche, la plus profonde, a été suivie d'éboulements subséquents et partiels qui se sont produits à gauche et à droite et au-dessus. Le premier couloir s'est allongé jusqu'à la courbe de 296 m.; il s'est élargi; les couloirs plus petits, mentionnés plus haut, sont des écroulements partiels qui se sont manifestés dans la partie exondée par la chute successive des murs internes du quai, des constructions à l'intérieur de celui-ci et de la partie du quai à l'ouest du goulet. C'est à cette dernière chute qu'est due probablement la ravine devant la pergola occidentale et qui est si nettement accusée jusqu'à la courbe de 310 m. L'aire de tout cet ensemble d'éboulements peut être circonscrite par la ligne *g-h-i*.

A part quelques pilotis ayant servi d'amarres, il n'existe plus que deux pilotis visibles sur l'emplacement de l'angle du quai disparu. Ils sont désignés sur pl. II par *a* et *b*. Le pilotis *a*, épais de 30 cm. à son pied, est à 1^m90 sous l'eau et tient encore solidement dans le sol; il porte à son sommet une longrine de 7 m. de longueur. Un second pilotis existait dans le voisinage (point *b*); il a pu être enlevé, car il ne tenait qu'à peine dans le sol. Il avait une longueur de 4^m80 et provenait sans doute de la rangée interne servant d'attache aux ancrages.

Quant au pilotis A, il est difficile de s'expliquer sa conservation, solidement enfoncé dans le sol, à 2 m. *au-dessous* de son ancien niveau, car aucun pilotis n'a été enfoncé plus profond que le niveau des basses eaux, et celui-ci est plus bas. De plus, il ne paraît avoir subi aucun déplacement horizontal. La longrine qu'il porte le désigne comme étant celui de l'angle; en effet, il occupe encore sa position primitive dans le plan horizontal, à 2 m. devant l'ancien mur. Son enfoncement pourrait s'expliquer par un glissement de toute la masse de terrain, lequel s'étant désagrégé à une profondeur plus grande que la

percée du pilotis, sans s'effondrer, s'est tassé ensuite de nouveau en retenant le pilotis, ou bien il y avait sous les graviers une couche de sable ou de limon qui a disparu pendant l'éboulement sous l'action de la pression.

Il y a dans la région occidentale du glissement un dos saillant suivant la ligne A-B; il est en partie plus élevé que l'ancien talus sous-lacustre.

S'il ne se trouvait sur aucun point plus élevé que la surface du terrain avant l'éboulement, on se l'expliquerait facilement, comme étant une petite arête séparant le grand ravin du premier éboulement du petit ravin à l'ouest. Mais cette explication ne satisfait pas; non seulement ce dos n'est sur aucun point de sa crête (ligne A-B) plus bas que le talus primitif, ce qui s'explique déjà difficilement, le terrain ayant glissé de part et d'autre, mais il est même plus élevé par places que l'ancien talus, comme s'il y avait eu apport de matériaux postérieurement à l'éboulement. De plus, le sommet de cette arête commence justement là où l'éboulement finit, soit devant la pergola occidentale, le ravin à l'ouest ne se serait donc pas prolongé jusqu'à la partie exondée de la berge du lac, puisque au sommet de ce ravin le quai n'a pas cédé.

J'essaie donc de trouver une autre explication qui me semble plus conforme à la réalité des faits observés.

En effet ce dos peut tout aussi bien s'être formé *après* l'éboulement dans l'intérieur de la zone d'arrachement et cela de la manière suivante : Après que l'éboulement sous-lacustre se fut produit, après que le quai, les murs, etc., furent engloutis, la vaudaire a continué à souffler avec violence pendant deux jours encore, jusqu'au 21 mai; elle était surtout forte le 20 mai. C'est pendant ce temps que se produisit la forte érosion du terrain découvert par la disparition du quai et des murs de protection. Les vagues chassées par la vaudaire s'engouffrèrent dans la brèche ouverte, l'eau refoulée, entraînant les matériaux enlevés par le choc des vagues, devait nécessairement ressortir de cet enfoncement au pied de la pergola occidentale, en décrivant un demi-cercle. Les graviers enlevés à la berge (qui avait été surélevée ici de près de 3 m. par du remblai) furent jetés dans l'aire de l'éboulement où ils s'entassèrent en formant *un cône de déjection immergé* suivant la ligne A-B et comprise dans la ligne pointillée *k-l-m*. Voilà une explication qui me paraît plausible, je n'en puis donner de preuves, la chose étant par nature

de celles qui ne se prêtent pas à une démonstration directe. Cette explication me semble toutefois suffisamment conforme aux événements observés et aux faits constatés, à tel point qu'on peut l'accepter comme démontrée. On en peut conclure que si la vaudaire était tombée immédiatement après l'éboulement du 19 mai, et que le lac se fût calmé, les érosions subséquentes ne se seraient pas produites et le dépôt en question n'aurait pas comblé une partie de l'aire de l'éboulement.

Telles sont les observations et conclusions que m'a suggérées l'examen de la configuration du talus sous-lacustre dans la région de l'éboulement, dessiné sur le plan dressé d'après nos sondages.

Région de déversement de l'éboulement. — Les renseignements que nous a fournis la sonde sur la nature du sol lacustre nous permettent de délimiter approximativement l'étendue du champ de déversement des terrains éboulés. Ce dépôt en s'étalant insensiblement, et en se répandant sur un sol vaseux n'a pas laissé dans le relief beaucoup de trace de sa présence. Ce n'est qu'au-dessous du bord oriental de l'éboulement qu'on remarque, entre les courbes 300 et 264, une intumescence assez accusée pouvant faire présumer la présence d'un dépôt ayant exhaussé sensiblement l'ancien fond lacustre. L'épaisseur de ce dépôt ne peut en aucun cas être considérable, l'absence d'indices dans le relief du sol ne peut donc guère surprendre (voir les chiffres plus loin). Ce qui nous a permis par contre de tracer les limites du champ de déjection de l'éboulement, ce sont les échantillons du sol et les indices sur la nature du terrain recueillis au moyen de la sonde.

On constate en effet sur un talus normal, n'ayant pas éboulé depuis fort longtemps, qu'à partir de 15-20 m. de profondeur, les sables et graviers qui se déposent au sommet du mont et sur la beine, font place à des limons sableux d'abord, puis de plus en plus fins, et, vers 20-30 m., on ne trouve presque plus jusqu'aux grandes profondeurs que du limon impalpable, véritable vase grise ou un peu jaunâtre à la surface, quelquefois noircie par l'abondance de matières organiques en voie de décomposition; elle répand alors une forte odeur d'hydrogène sulfuré.

Or, il y a en dessous de la courbe de 300 m., devant l'éboulement, une zone de largeur croissante (de 120-150 m.) dans laquelle la sonde et les dragages ont accusé la présence de gra-

viers, quelquefois mêlés de limon, alors que de chaque côté de cette zone le fond du lac se compose exclusivement de limon vaseux impalpable et de vase noire ne renfermant que peu de sable et jamais de graviers. Cette zone de gravier a les allures d'une coulée, commençant droit au-dessous de l'aire d'arrachement de l'éboulement que nous avons délimité par la ligne *g-i-h* et elle s'étend jusqu'au plafond du lac qui est ici à 265 m. C'est de cette profondeur que la sonde a encore ramené à la surface du limon mêlé de graviers indiquant l'extrême limite du dépôt formé par l'éboulement; plus loin le fond est exclusivement vaseux.

La ligne *n-o-p-q* indique donc la limite entre la région intacte à sol vaseux ou limoneux, et le *champ de déjection de l'éboulement*, dont le sol est formé de graviers ou de graviers mêlés de vase, au point où le dépôt de l'éboulement n'est que peu épais. Du reste l'éboulement, en se mouvant sur le talus lacustre, a dû refouler devant lui la surface vaseuse et les matériaux peu volumineux n'ont probablement pas pu arriver aussi loin que les graviers et sables grossiers, puisqu'ils devaient avoir la tendance à s'enfoncer dans la vase impalpable. C'est pour cette raison, sans doute, que j'ai trouvé dans des étendues assez restreintes alternativement des graviers et de la vase, et que, ayant refait des sondages environ deux mois après avoir fait la première série, j'ai trouvé de la vase à des endroits où auparavant la sonde avait heurté des graviers. Il n'est pas à présumer que ceux-ci se soient si vite recouverts de limon, mais il me paraît plus probable qu'ils se sont *enfoncés* dans la vase semi-liquide, en raison de leur densité plus grande¹. Beaucoup de matériaux sont sans doute restés dans l'aire même de l'arrachement.

Volume de l'éboulement. — Les résultats qui précèdent sont, me semble-t-il, assez concluants et assez complets pour nous permettre de déterminer quelle a été l'importance de cet éboulement.

L'aire du premier éboulement occupe une surface ayant en chiffre rond 5000 m²; si nous admettons comme épaisseur moyenne du terrain glissé le chiffre de 3 m., qui n'est certainement pas exagéré, nous obtenons un cube de 15 000 m³.

¹ A plusieurs reprises, pendant les sondages, le poids de la sonde s'était enfoncé si bien dans le limon que je le croyais accroché à quelque obstacle.

L'aire des éboulements et des érosions subséquentes est de 12 000 m² et prenant 1 m. comme épaisseur moyenne on obtient, avec les 15 000 m³ ci-dessus, un volume total de 27 000 m³ de terrain glissé au fond du lac.

La partie de terre émergée qui a disparu se monte, déduction faite du port et en comptant la maçonnerie hors de terre, à environ 1900 m³, ce qui représente seulement le 7 % du total du terrain éboulé. *L'éboulement sous-lacustre est donc bien plus considérable que l'effondrement visible des terres émergées.* Et il faut encore tenir compte qu'une grande partie de ces dernières ont disparu ensuite d'érosions subséquentes à l'éboulement, par la simple action des vagues.

On peut admettre qu'une grande partie du terrain du premier éboulement est allé se répandre au fond du lac, tandis que les éboulements subséquents se sont en grande partie déversés dans le champ d'arrachement, en comblant la partie inférieure de celui-ci; enfin, le terrain arraché de la rive a formé le dépôt le long de la ligne A-B. Il y a lieu de penser que les $\frac{2}{5}$ du total des terrains glissés sont restés dans l'aire d'arrachement, les $\frac{3}{5}$ se sont répandus dans le champ de déjection. Celui-ci d'une surface d'au moins 45 000 m² a donc reçu 16 000 m³ de matériaux, ce qui fait un exhaussement de tout au plus de 0^m35. Entre les courbes 300 et 250, le sol a été exhaussé d'une valeur supérieure à 0^m35. Plus bas l'exhaussement est presque imperceptible. Il se peut de plus qu'une partie du dépôt se soit enfoncée dans la vase en refoulant celle-ci. Je ne sais pas, en effet, s'il faut considérer l'intumescence très prononcée qui se trouve à l'ouest de la coulée de graviers, entre la ligne *n-o* et la *ligne pointillée n-r*, comme le produit d'un refoulement de la vase limoneuse? Les sondages fédéraux ne permettent pas d'affirmer ou de nier la préexistence de cette saillie sur le talus antérieurement à l'éboulement. Je ne considère pas la chose comme impossible, mais il n'est pas prudent d'être plus affirmatif sur des phénomènes qui sont à tel point en dehors de nos moyens d'investigation. Dans tous les cas la sonde n'a rencontré dans toute cette région à l'ouest de la ligne *n-o* que de la vase grise impalpable et il n'est pas possible de dire si elle a été remaniée ou non.

Causes de l'éboulement. — Est-il besoin, après ce qui précède, de définir encore spécialement les causes de la catastrophe du 19 mai?

Nous avons constaté précédemment :

1° Que le terrain composé de graviers du cône de déjection de la Baye de Montreux, accusait dans la région éboulée des talus sous-lacustres variant de 100 % - 60 %, c'est-à-dire des inclinaisons *dangereuses* et sujettes aux éboulements, même à l'état naturel, soit sans surcharges, sous forme de quai, murs et terrains de remblais dépassant l'eau.

2° Que des glissements s'étaient déjà produits avant et pendant la construction du quai, entraînant les enrochements.

C'est donc dans la stabilité insuffisante du terrain, du sol lacustre même, sur lequel le quai a été construit, qu'il faut voir la première cause de l'accident.

Poids du terrain rapporté et des constructions. — Sans avoir à supporter le poids d'une construction hors de l'eau et de terrains rapportés, le talus sous-lacustre était en lui-même déjà instable, il pouvait se produire des glissements, même sans aucune surcharge.

La présence d'un épais mur en maçonnerie, bâti non sur les pilotis, mais entre ceux-ci, ou tout simplement sur enrochement, puis le poids de deux mètres de terrain rapporté (le niveau du quai était à 377 m., soit 2 m. au-dessus de la moyenne du niveau du Léman) constituent donc également une importante cause de l'éboulement.

Le pilotage. — Les pilotis plantés devant et sous les murs au bord de l'eau sont considérés généralement comme un excellent moyen préventif contre des effondrements. Toutefois, les pilotis ayant pour but de consolider la construction et de retenir les fondations en leur assurant l'appui direct du terrain dans lequel ils sont fichés, leur effet ne saurait aucunement se produire d'une façon utile, si ce terrain n'est lui-même pas solide. Les pilotis ne devraient en aucune façon servir à retenir le terrain, mais leur but est de lier la construction au terrain solide.

Dans un terrain à talus incliné, les pilotis plantés en trop grand nombre, soit trop rapprochés, produisent une fente. Dans un terrain graveleux contenant de gros blocs, leur effet ne peut être que de désagréger le terrain, en détruisant la cohésion naturelle résultant du tassement lent.

Le fait d'avoir planté des pilotis trop près les uns des autres

*a été une cause secondaire qui peut avoir hâté l'éboulement, en désagrégeant et en fendant le terrain*¹.

Il est d'autres circonstances dans lesquelles le pilotage peut exercer une influence désastreuse. On en a eu la preuve lors de l'affaissement du quai de Zoug. C'est à l'effet du pilotage, à l'ébranlement du sol par les chocs du mouton sur les pilotis qu'on attribue en bonne partie cette catastrophe. Il a été planté à Zoug, devant le nouveau quai, plus de 600 pilotis dès 1883 à 1887. Cet ébranlement du sol aurait rendu semi-fluide le limon argilo-vaseux qui forme sur 15-30 m. d'épaisseur le sous-sol de la ville et provoqué ainsi l'accident que nous avons déjà rappelé plus haut. L'effet dangereux du pilotage a été ici tout autre qu'au Trait de Baye, mais ce fait nous montre une fois de plus que les mesures de sécurité peuvent devenir des dangers, si elles sont appliquées sans tenir compte de toutes les circonstances locales.

Le port. — Il a été avancé par plusieurs personnes compétentes, entre autres par l'un des entrepreneurs, que le port et le goulet y conduisant, sur la propriété de M. de Repelær, pouvaient avoir été l'une des causes de l'accident, par le fait que le goulet laissait libre accès aux vagues; celles-ci auraient produit des remous dans l'intérieur du port et affouillé le terrain sous le quai entre le port et le lac.

Je ne crois pas que cela ait été le cas. Comme nous l'avons vu, le terrain du port même n'a pas été atteint par l'éboulement dans la moitié du côté de la terre. Du reste, les *Potamogeton* ne croissent pas dans les eaux dont le fond est remué par les vagues. L'effondrement n'a pas commencé devant le port, mais juste devant l'angle E. de la propriété de Repelær. La présence du port devait constituer une diminution de la surcharge, donc une sécurité plutôt qu'un danger.

¹ L'opinion qu'on vient de lire concernant les dangers du pilotage a également été exprimée dans un rapport concernant l'effondrement de la voie ferrée sur plusieurs points des bords du lac de Zurich, près Horgen, en 1875. Le mur protecteur de la voie a été construit entièrement sur enrochements, parce que, dit ce rapport, une rangée de pilotis ne pouvait avoir que l'effet de couper le terrain (.... da einer langen Reihe von Pfählen an einer solchen Halde nur eine nachtheilige trennende Wirkung zukommen kann). Bericht und Expertengutachten über die im Februar 1875 in Horgen vorgekommenen Rutschungen, p. 3.

L'ouragan ne peut pas être envisagé comme une *cause originelle* de l'éboulement. Les seules causes originelles qui doivent avoir concouru sont, comme nous l'avons dit, *l'instabilité du terrain*, la *surcharge* sous forme de murs et de terrain rapporté et la *désagrégation du sol par le pilotage*. L'ouragan a été, par contre, la cause tout à fait *occasionnelle* de l'accident. S'il n'avait éclaté que le lendemain, ou des semaines après, l'éboulement ne se serait pas produit le 19 mai, mais plus tard ; tout comme l'ébranlement du sol par un train de chemin de fer, par un tremblement de terre peut occasionner des éboulements de rochers déjà tout disposés à tomber.

En somme, ce mouvement de terrain a été bien plus considérable que s'il s'était produit naturellement. Des pilotis enfoncés plus profondément, plantés en nombre égal, n'auraient pas retenu le terrain d'aval et le glissement aurait pu prendre des proportions plus grandes encore¹.

VII. Eboulements de grève antérieurs sur le littoral de Vevey-Montreux.

Je ne crois pouvoir mieux faire pour compléter la présente étude que de donner quelques renseignements, en partie inédits ou peu connus, que j'ai recueillis sur les éboulements de grève ou de quais dans notre voisinage.

Quai de Vevey. — L'effondrement du quai de Vevey survenu le 11 mai 1877, vers 4 heures du soir, au moment de la fête des promotions, par un temps calme, a eu quelque retentissement à cause de son importance et de la manière fâcheuse dont il dépare les abords du port de cette ville.

¹ Au moment de corriger les épreuves de cette notice (octobre 1892), un nouvel accident s'est produit à Montreux. Une terrasse récemment construite et protégée par un mur, a disparu dans le lac, sur plus de 30 m. de longueur devant la Villa Pensée et la Villa Cometti, au S.-E. du jardin de l'Hôtel Suisse. Dans cette région on a empiété sur le lac à trois reprises depuis 30 ans à peine. La dernière emprise, qui devait servir de prolongement au nouveau quai, était de 10 m. environ; le mur protecteur était placé juste au sommet du mont; la beine était complètement remblayée. C'est le 6 octobre, à 7 heures du soir, par un violent ouragan de joran (vent du WNW) que cet accident a eu lieu. Le mur était sans pilotis, posé simplement sur enrochements. On voit, une fois de plus, combien il est dangereux de supprimer toute la largeur de la « beine » !

Ce quai a disparu sur 106 m. de longueur, dès le rond-point de la place du Marché, jusque devant la maison Segesser. Un plan au $\frac{1}{1000}$ fut dressé par M. Glappey, géomètre, directeur des travaux, et complété par des profils au $\frac{1}{200}$ montrant la configuration du terrain avant et après l'effondrement, ainsi que la position des pilotis et du quai. M. Gosset, ingénieur, a déterminé par 418 coups de sonde la topographie sous-lacustre sur tout le littoral communal de Vevey (1500 m.) et jusqu'à 1200 m. de distance de la rive. (Voir pl. III.)

Les murs du quai étaient fondés sur une couche de béton coulée dans des caissons en tôle, placés eux-mêmes sur un cadre en bois reliant ensemble les pilotis, plantés en double rangée. Vu la grande profondeur de l'eau, on n'avait pas jeté d'enrochements, mais les cadres de bois des pilotis furent retenus par des ancrages à des pilotis plantés sur la rive. L'espace entre les deux rangs de pilotis fut rempli de fascines, puis le reste jusqu'au rivage comblé de pierres et de remblais de toute sorte.

D'après le plan détaillé qui m'a été communiqué, il y avait sur cette longueur de 106 m., 188 pilotis, formant 94 paires.

Le sol dans lequel étaient plantés les pilotis offrait alternativement des couches dures et tendres, à en juger d'après le journal de pilotage, qui accuse des enfoncements alternativement plus rapides et plus lents sous le choc du mouton. M. Forel pense que le terrain devait se composer d'alternances d'alluvions vaseuses du lac et de graviers de la Veveyse.

L'accident a eu lieu par la pression du terrain de remblai sur les pilotis, qui furent couchés, puis ils remontèrent plus loin verticalement. Beaucoup d'entre eux se cassèrent et plus tard les culots, chargés de la pointe en fer, se montrèrent également à la surface. M. Forel conclut d'après cela que l'effondrement a suivi deux phases : la première, dans laquelle le remblai a glissé seul, en couchant et cassant les pilotis, puis un glissement profond, pendant lequel le sol sous-lacustre s'est déplacé aussi, en dégageant les pointes des pilotis précédemment cassés.

On s'explique facilement ce glissement subséquent du terrain profond. Au moment du glissement du remblai, les pilotis, tout en se cassant en partie, firent effet de levier sur le terrain d'aval. Ils le désagrégèrent, le déplacèrent même. Puis le sol d'amont qui n'était plus retenu, glissa à son tour, en poussant devant lui les culots des pilotis.

Les plans dressés par MM. Glappey et Gosset montrent très distinctement la zone d'arrachement. La nappe de terrain glissé a 6^m5 d'épaisseur maximale devant la maison Maillard, puis elle décroît pour n'être plus que de 2 m. au rond-point.

Le volume du terrain glissé a atteint environ 10 000^m3, dont $\frac{1}{10}$ environ pour la partie hors de l'eau.

Il y a eu antérieurement des effondrements de terrain devant la maison Segesser, à Vevey, en 1785, le 8 juin et le 30 novembre, et devant la maison Baillat en 1809, un peu à l'orient du point où s'est arrêté l'effondrement de 1877. Les maisons bâties au bord du lac dans la région du quai disparu, les terrasses et jardins sont en partie sur la beine et leurs murs fondés sur pilotis. Le quai lui-même était entièrement en empiétement sur le lac. Au rond-point les pilotis se trouvaient plantés sur le talus même du mont, à 5 m. en dessous du sommet de celui-ci et à 9 m. d'eau.

Il n'y a pas à douter que les pilotis plantés en rangs si serrés dans cette partie du quai de Vevey n'aient eu une certaine influence dans la production de cet effondrement. Le fait que tous les pilotis ont été réunis ensemble, que les caissons en tôle l'étaient de même, explique tout naturellement que le renversement ayant commencé sur un point, soit au rond-point, où le danger était le plus grand, a dû se continuer sur toute cette partie nouvelle du quai; l'accident est donc plutôt imputable au mode de construction qu'à l'instabilité du terrain sous-lacustre naturel.

Le quai de Clarens, long de 700 m. environ, qui va depuis l'embarcadère jusqu'à l'embouchure de la Baye de Clarens, a été menacé, en 1872, dans sa partie moyenne, par suite d'un glissement d'une certaine masse de terrain de la beine, ayant entraîné enrochements et pilotis. On a pu conjurer à temps un effondrement du mur, mais ce dernier montre encore une légère déviation d'environ 40 cm. dans l'alignement.

Le quai Puenzieux, à Clarens, a disparu peu après son achèvement, le 13 septembre 1883, par un temps calme, vers 8 heures du matin, au moment où un charretier déchargeait un tombereau de déblais. Homme, char et cheval partirent au lac et purent être sauvés, sauf le char, qui ne reparut pas. On attribue la cause de l'accident à la surcharge de la terre argileuse (argile glaciaire déblayée pour la fouille de l'église anglaise). Mais il

est certain aussi que le talus devant le quai était trop incliné, car ce quai est parti en entier sur 25 m. de longueur, et au point où fut le mur on mesura 7-8 m. d'eau. Donc, à part le quai, large de 8 m., il a disparu une partie du fond du lac. Les pilotis ressortaient de pointe, à environ 200 m. de la rive.

Rouvenaz-Montreux. — En 1870, le 28 octobre, par un ouragan violent, le *débarcadère de la Rouvenaz* fut enlevé et entraîna le mur de l'ancien stand, faisant face au lac. Le dommage ne fut pas grand et on put réparer le bâtiment.

Trait de Baye et Bon-Port. — On cite plusieurs glissements de terrain ayant entraîné des murs de terrasses dans la région de Bon-Port, entre autres sur l'emplacement même où eut lieu l'accident du 19 mai, mais je n'ai rien pu apprendre de précis, sauf que ce fait est généralement assez connu.

Le ravin qui se trouve à l'ouest de la ligne A-B, devant la pergola, est peut-être le résultat d'un glissement ancien, je le crois possible, on ne peut l'affirmer, vu que l'éboulement du 19 mai s'est certainement étendu jusqu'à cette ligne.

Les murs des terrasses de l'hôtel Beau-Rivage et de l'hôtel Breuer ont cédé à plusieurs reprises et ont pu être reconstruits sur le même emplacement. Ils sont tous assis sur le bord de la beine, juste au sommet du mont. Leurs enrochements empiètent même sur le mont.

Grand affaissement de terrain au Trait de Baye, antérieurement au XVII^e siècle. — Il y a dans les archives de la commune des Planches plusieurs anciens plans, entre autres deux plans de décimation datant de 1766 et 1695. Ce dernier porte sur la feuille du Grand Trait de Baye, dans la région appelée aujourd'hui Bon-Port, l'inscription suivante :

Icy il y a eu 14 fossoriers un quart de vignes procédés de 60 fossoriers¹ qui ont estés anciennement ennoyés par le lac.

L'étendue du terrain qui aurait disparu est délimitée par une ligne pointillée; elle correspond assez bien au chiffre indiqué. Comme il est question de vignes, l'événement tombe à une époque où la viticulture était déjà fort développée. Les chroniqueurs les plus connus n'en disent rien de précis, mais le dicton populaire à Montreux l'affirme.

¹ Le fossorier est une mesure agraire qui vaut 4,5 ares.

Si le chiffre de 60 fossoriers (267,88 ares) paraît exagéré, celui de 14 $\frac{1}{2}$ fossoriers soit 62 ares, rentre dans les limites de la possibilité. Si toutefois il y a encore lieu de supposer quelque exagération, il est impossible de nier entièrement l'événement dont il est question.

Le fond presque plat du lac, devant le Grand Trait de Baye, n'offre aucune saillie attestant l'existence d'un dépôt, résultant d'un tel affaissement ou éboulement lacustre. Toutefois ce fait ne peut pas être invoqué comme argument contraire. Un tel dépôt ne pouvait être bien épais, puis, comme me l'a fait remarquer M. Forel, il pouvait bien, dans le cours de plusieurs siècles, avoir été enfoui sous les alluvions fluvio-lacustres du Rhône, dont l'épaisseur moyenne annuelle est d'environ 1 cm. et, dans le haut lac, elle est certainement supérieure.

Si nous reportons cet événement au XVI^e siècle, le dépôt de l'éboulement devrait se trouver maintenant *au moins* sous 3 m. de limon lacustre, ce qui expliquerait le nivellement complet qu'on observe.

Enfin, plusieurs écrivains ont fait mention de l'événement dont il est question.

M. Alfred Ceresole cite, dans les *Légendes des Alpes vaudoises*, un ancien document sur l'éboulement d'Yvorne, en 1584; on y lit (p. 312) : « Auprès du village de Moteru (Montreux), le lac de Lausanne s'avança au large d'environ 20 pas plus que son ordinaire, emportant une portion de vigne à l'aide d'une ouverture de terre comme l'on estimait. »

M. Alph. Vautier, ingénieur, a trouvé, dans d'anciens papiers de famille, un manuscrit de son ancêtre Vincent Vautier, datant de 1720 à 1740, et qui habitait Montreux; il y est dit :

« En mars 1584, il se fit un grand tremblement de terre au pays de Vaud. Ce fut alors que deux villages de Corbeyrier et d'Yvorne furent ensevelis par un grand éboulement de terre qui se détacha de la montagne. Ce fut aussi alors que le lac submergea environ 16 fossoriers de vigne au Grand Trait de Baye, sous Montrenx. (Voir Histoire des Helvétiens, t. 9, p. 409). »

En comparant les anciens plans cités avec le plan cadastral actuel de la commune des Planches, qui date de 1846, on constate une légère diminution de terrain dans les environs du Trait de Baye; de 1848 à aujourd'hui, par contre, un empiétement énorme des terres sur le lac, empiétement artificiel, résultant

des terrasses, jardins, quais et constructions élevés en remblai sur le lac. La beine est presque entièrement supprimée aux environs de Bon-Port.

L'endiguement de la Baye de Montreux, dans son cours inférieur, est postérieur au plan de 1766. Depuis cette époque, l'embouchure du torrent s'est déplacée d'environ 80 m. à l'ouest, au profit de la commune des Planches.

Les faits que nous venons d'examiner montrent combien il est important, lorsqu'il s'agit de construction au bord des lacs, d'être bien renseigné, non seulement sur la configuration du talus sous-lacustre, mais aussi sur la nature géologique des terrains qui le composent. Eventuellement, même sur l'état et la nature des couches profondes, s'il y a lieu de présumer que sous le terrain résistant de la surface il y a des terrains argileux, etc., sujets à s'écraser.

Veytaux, près Montreux, juillet 1892.
