

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 66 (1954-1957)  
**Heft:** 290

**Artikel:** Morphologie, structure et dynamique de la zone de glissements de plaques de terrain de Rochette  
**Autor:** Bersier, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-274721>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 07.01.2025

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

## Morphologie, structure et dynamique de la zone de glissements de plaques de terrain de Rochette

PAR

A. BERSIER

(Séance du 29 juin 1955)

55(494.1)

Les couches alternantes de grès et marnes argileuses de la Molasse inférieure se prêtent facilement aux glissements de terrain, particulièrement lorsqu'elles sont inclinées. A cet égard le vallon de la Paudèze, entaille profonde d'une centaine de m dans le versant du lac Léman, à l'Est de la ville de Lausanne, est remarquablement démonstratif et riche en exemples de types divers. Ecoulements, tassements, écroulements de couches marneuses, de bancs de grès déchaussés par le mouvement des marnes sous-jacentes, ou de masses tectonisées et disloquées, avec ou sans entraînement de moraine, s'y diversifient par leurs dimensions, la puissance et le degré de dislocation des bancs et la pente des versants. On y connaît d'anciens glissements stabilisés, d'autres en activité quasi permanente, ou qui se réactivent périodiquement, des couvertures d'altération qui se reforment après glissement et se remettent en marche à un rythme de quelques décennies.

L'ensemble de ces accidents si divers se résout en un exemple caractéristique de vallée dont l'élargissement est essentiellement l'œuvre de la gravité, l'érosion proprement dite concentrant son action sur le déblaiement des masses glissées dans le lit.

### I. APERÇU DES ZONES DE GLISSEMENTS DE LA CHANDELAR ET DE LA PAUDÈZE.

Selon les types de glissements dominants et leur rôle morphogénique, le cours de la Paudèze, et celui de son principal affluent la Chandelar, peuvent être divisés en divers tronçons. On rappelle d'abord que la Chandelar — qui reçoit elle-même

un affluent, le Flon-Morand, avant de rejoindre la Paudèze au confluent côté 530 — est un cours plus important que la Paudèze supérieure, laquelle ne fait en réalité que figure d'affluent secondaire du cours principal. Celui-ci, sous le nom de ruisseau de Pierre-Ozaire, débute dans le Jorat à 880 m d'altitude et gagne, sur 8 km à vol d'oiseau, le niveau du lac (nouvelle cote 372 m). C'est donc un cours rapide, voire torrentueux, très actif à la fois par sa pente et la faible résistance des roches encaissantes.

On rappelle aussi que les puissants grès de l'Aquitaniens et leurs intercalations marneuses, faiblement inclinés au NW sous Rovéréaz, dessinent un peu en aval, dans la Chandelar, une belle voûte anticlinale après laquelle ils descendent rapidement au SE. Ils sont tranchés, au confluent, par une importante faille qui suit le cours de la Paudèze supérieure. Cette faille de la Paudèze a ramené en surface les couches plus essentiellement marneuses de la Molasse inférieure (Chatien) appelée dès ce point *Molasse subalpine*, couches qui plongent rapidement vers les Alpes.

En morphogénie de glissements ces déterminantes stratigraphiques et tectoniques permettent le découpage des secteurs suivants :

1. Tout d'abord glissements et tassements sont inexistantes dans les hauts cours taillés en Molasse burdigalienne et dans l'Aquitaniens supérieur gréseux. Puis, en aval de la route d'Oron, ils se manifestent largement, car les couches marneuses prennent de l'importance. Ils affectent de grandes surfaces dans le versant gauche ou versant conforme (partie N du Bois de la Chenaula). Leur ampleur y est favorisée par la direction du cours, peu différente de celle des couches, cours subséquent avec vallon dissymétrique monoclinale.

2. En aval de l'axe anticlinale, et jusqu'au confluent, le cours descend au SE comme les couches. Il est donc conséquent et le vallon est symétrique. Pour qui s'intéresse tant soit peu à la géographie physique, il y a là, notamment sur les 200 m à l'amont du pont de fer de la route La Rosiaz-Belmont, un exemple aussi ravissant que remarquable de modèle différentiel en couches dures et tendres. Les dalles de grès inclinées et résistantes, taillées en V par la vallée, forment une série de saillies successives dessinant comme des chevrons emboîtés, taillant les versants en dents de scie symétriques selon l'axe du vallon. Les courbes de niveau de la nouvelle carte nationale les mettent admirablement en valeur. Sur le terrain, l'intersection de ces indentations avec

la surface horizontale du plateau découpe le haut des versants en festons aigus de la plus grande netteté.

En fait, ce ciselage profond est davantage l'œuvre du glissement des couches marneuses occupant le fond des cannelures et de l'écoulement des grès surjacentes qu'il provoque, qu'un travail d'érosion par ruissellement ; et le fond de chacun de ces petits ravins latéraux montre un cordon de glissements lents.

Plus au S, les entailles prennent de l'ampleur dès le pont de fer et jusqu'au confluent, en raison de la puissance accrue des bancs gréseux de l'Aquitainien supérieur du flanc S de l'anticlinal. Ces encoches sont le siège de glissements épais, périodiquement remis en marche, notamment celui, si spectaculaire bien qu'émoussé déjà, qui coupa la route près du pont en 1936.

3. Dans la zone du confluent et jusqu'à l'aval du vieux Moulin de Belmont, zone tectonisée et profondément disloquée par la grande faille et ses satellites, les glissements sont complexes et désordonnés. Il en va de même dans la Paudèze supérieure, qui s'aligne au NE sur ce tronçon subséquent. Tectonique et glissements s'y conjuguent, ceux-ci voilant celle-là, compliquant l'analyse structurale et morphogénique. On retrouve dans le versant qui domine au N le point 586 un certain style de versant conforme, altéré et rendu confus par des dislocations qui amènent à la verticale des couches visibles dans le lit. L'adjectif monoclinale perd donc ici son sens.

4. En aval du vieux Moulin et jusqu'à Rochette, le cours, redevenu conséquent comme il l'est dans le deuxième tronçon mais cette fois dans les couches plus marneuses et variées de la Molasse chattienne — présente un vallon à flancs profondément indentés. Une série de bancs durs dessinent dans le versant gauche, sous Belmont, de beaux saillants séparés de cannelures à glissements, dont on retrouve assez bien les homologues dans le versant droit. Là encore la tectonique paraît compliquer les choses par place.

La dernière saillie du tronçon est remarquable. Elle forme l'escarpement dominant Rochette sur la rive droite, bien visible du viaduc de la ligne de Berne. Elle a son homologue rive gauche, avec un certain décalage d'alignement, dans la crête de Belmont qui est, sur 2 km de long entre Rochette et le Signal, l'élément morphologique le plus strictement structural et le plus magnifiquement marqué de la région lausannoise.

5. A Rochette vient confluer le ruisseau le Flonzel, drainant parallèlement le pied S de la crête structurale de Belmont. Le cours principal oblique ici au SW, prolongeant le cours du Flonzel dont la direction, comme la sienne, est fortement influencée par la structure du terrain. Il tend à suivre l'orientation horizontale des couches inclinées, mais les recoupe à plusieurs reprises en biaisant au S, sollicité qu'il est d'autre part par la ligne de plus grande pente qui le conduirait droit au lac. Chacun de ces petits contours d'apparence hasardeuse a sa déterminante et sa signification structurales. Chaque tronçon provoque aussi son propre glissement dans le versant conforme droit.

C'est l'analyse de ce dernier secteur, paysage peu spacieux mais délicate ciselure naturelle, que nous ferons ci-après, nous réservant de revenir en une autre occasion aux tronçons supérieurs.

## II. LA ZONE DE ROCHETTE.

Le tronçon de cours étudié ici est compris entre les deux viaducs ferroviaires des lignes de Berne et de Vevey qui le franchissent. C'est dans une certaine mesure un vallon monoclinal, c'est-à-dire entièrement taillé dans des couches de même inclinaison, avec un versant conforme, autrement dit incliné comme les couches — qui est ici le versant droit ou NW — et un versant contraire avec inclinaison opposée à celle des couches, versant gauche ou SE. Le profil transversal obéit à la règle classique : versant conforme moins incliné, versant contraire à pente raide.

Pour être strictement monoclinal, le ravin devrait être parallèle à la direction horizontale des couches. Mais en obliquant vers le S à plusieurs reprises, puis en reprenant la parallèle, le cours se décroche et passe chaque fois dans un paquet de couches supérieures. Plus qu'un unique ravin monoclinal, c'est donc une succession de tronçons monoclinaux décrochés en escalier.

Recourant à une image schématique, disons que ce versant est semblable à un pupitre très incliné sur lequel sont posés des cahiers en pile. Chaque cahier ou groupe de cahiers est décalé vers la gauche par rapport à celui qui le supporte. Le bord de la pile forme donc un escalier dont les marches sont penchées comme le pupitre. Et comme un cahier peut glisser sur les autres, des paquets de couches plaqués sur la pente se mettent successivement en mouvement. Le dessin en

perspective de la fig. 2 s'efforce de rendre cette structure en couches ou plaques inclinées.

Les glissements qui se sont produits là à toutes les époques, très anciens ou, pour quelques-uns seulement, de mémoire d'homme, et ceux aussi qui s'y déclencheront à l'avenir, n'appartiennent pas au type banal en terrain cohérent. Ce sont des glissements de plaques de couches sur d'autres plaques qui forment dalles de fond. Un premier examen morphologique de la pente le laisse pressentir ; un glissement récent vient d'en donner une démonstration d'une remarquable netteté.

#### A. *Les glissements historiques.*

Ceux dont le souvenir est encore conservé sont les trois suivants :

*Glissement de 1888* : Le chemin de Pully à Rochette, qui traverse horizontalement le coteau, se détourne vers le N, 250 m avant le hameau. Il contourne là un talus rocheux, suivi d'une dépression, puis reprend sa première direction (fig. 1 et 2). Ce creux est l'œuvre d'un glissement bien dessiné, très ancien, qui a marqué une forte avance en 1888. L'amplitude du dernier mouvement de 1888 peut être fixée avec précision à 15 m seulement. On remarque encore en effet, une vingtaine de m à l'aval du chemin actuel, vers le bord gauche (Est) du glissement, deux murs parallèles (M) écartés de 4 m et longs d'une trentaine de m, qui soutiennent maintenant des terres à vignes. Ils ne sont autres que les murs de bordure de l'ancien chemin (indiqué en pointillé sur la fig. 1), qui n'avait pas tout à fait le tracé actuel, mais rejoignait ce dernier au sortir du glissement en dessinant un petit coude vers le N.

De ces renseignements, tirés du plan cadastral, on infère la présence sur le bord de la masse glissée d'une protubérance antérieure au mouvement de 1888, qui déterminait le détour du chemin. Elle n'existe plus en cet endroit. Elle s'est simplement déplacée vers l'aval, où elle se retrouve sous forme d'un ressaut, d'une petite falaise rocheuse allongée selon la pente, montrant la tranche d'un paquet de couches continues. Ce qu'on pourrait prendre là pour un bon affleurement en place n'est que le bord d'une série glissée comme un radeau, selon une trajectoire parallèle à sa stratification, un chevauchement gravifique miniature (G).

Cette falaise marque le bord E du glissement, qui se poursuit jusqu'à la Paudèze. Le bord W lui est parallèle à

une distance de 100 m. Entre eux, à l'aval du chemin, la masse glissée forme une énorme zone d'accumulation, un gros renflement basal. Sa partie frontale, dont les terres superficielles sont retenues par des murs, domine le cours d'eau. Elle l'a refoulé et contraint à saper le versant gauche du ravin. Cet afflux latéral de matière se traduit dans le profil longitudinal du thalweg, dont la pente est diminuée à l'amont du bourrelet de base et dans le coude qui le contourne. La fig. 1 montre à la fois l'emplacement en pointillé du cours figuré sur un plan de 1856 et son tracé sur le plan actuel. Le refoulement sur rive gauche en l'espace de moins d'un siècle y est sensible.

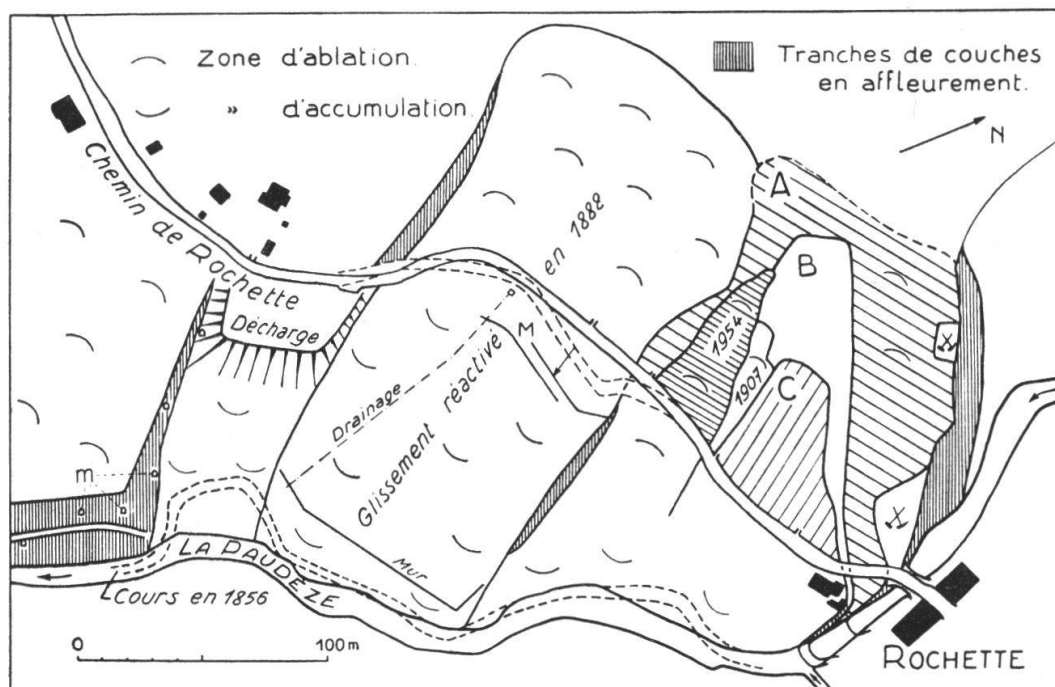


FIG. 1. — Plan de la zone de glissements de Rochette, avec emplacement des plaques A, B, C et des glissements de 1888, 1907 et 1954. Voir légende fig. 2.

A cet important afflux en aval du chemin correspond à l'amont une zone de vidange aussi vaste, un large creux dont les bords s'alignent sur ceux de la zone d'accumulation. Dans son ensemble, le glissement a donc une forme rectangulaire, large de 100 m et longue de 230 m. Il n'y a pas de niche d'arrachement caractéristique au sommet, car la tranche glis-

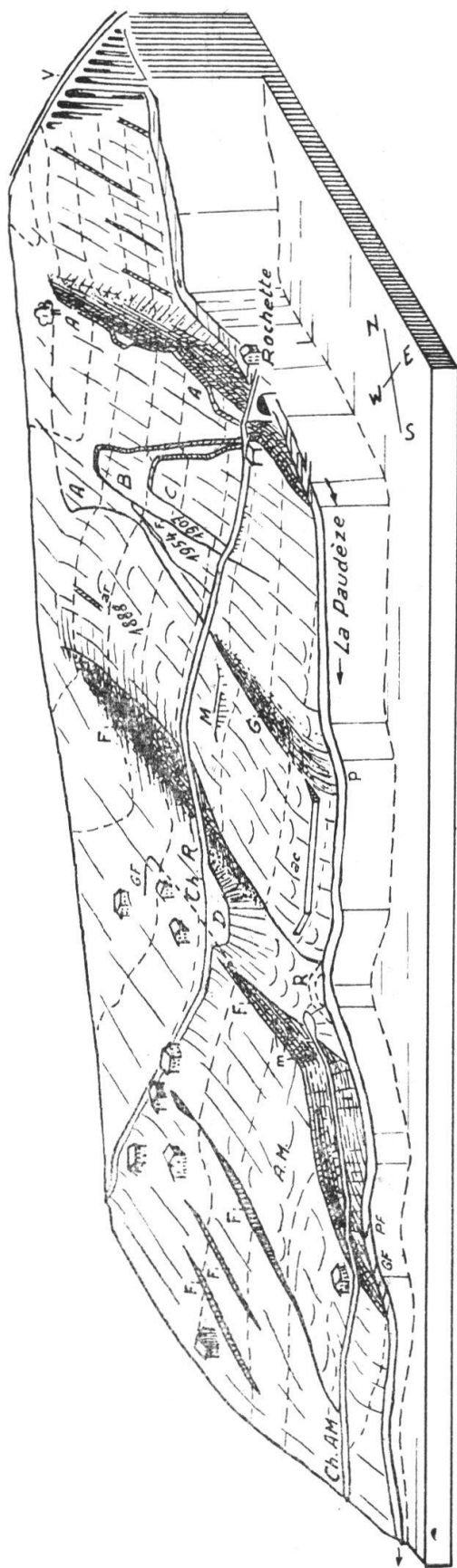


Fig. 2. — Vue schématique en perspective du versant droit de la Paudèze à Rochette. Le versant gauche est enlevé.

- A, B, C : Plaques de couches inclinées successives.  
 1954 : Emplacement de la partie de la plaque B glissée en 1954.  
 AM : Zone des Anciens-Moulins.  
 Ch. AM : Chemin des Anciens-Moulins.  
 Ch. R. : Chemin de Rochette.  
 D : Décharge de terres comblant artificiellement une dépression et glissant continuellement dans le ravin; elle a refoulé l'ancien méandre R.  
 F : Trace de faille verticale découpant les couches en panneau.  
 G : Tranche du lambeau glissé (réactivé en 1888).  
 M : Anciens murs du chemin de Rochette glissés en 1888.  
 R : Méandre de la Paudèze en 1849.  
 P : Refoulement du cours de la Paudèze par le glissement de 1888, avec attaque prononcée du versant gauche.  
 V : Viaduc de la ligne Lausanne-Berne.  
 ar-ac : Zones d'arrachement et d'accumulation de l'ancien glissement, réactivé en 1888, d'une amplitude totale de plus de 100 m.  
 m : Entrées des anciennes mines de charbon étagées dans les deux veines.  
 GF et PF : Affleurement des veines de charbon dans la Paudèze et sur le coteau.



sée formait le bord du plateau dominant. Pourtant le bord supérieur N montre une trace d'arrachement net, formée par la tranche d'un banc de grès de plus de 2 m d'épaisseur. C'est la *dalle molassique A* que nous retrouverons tout à l'heure. Le plan de glissement est donc plus profond que A. De l'autre côté nous verrons qu'il n'y a pas eu d'arrachement, la coupure étant déjà faite avant le glissement par une faille assez importante, laquelle suit le talus rocheux actuel qu'elle a déterminé.

La masse d'accumulation du glissement a été drainée, depuis, par une galerie axiale dont le puits d'entrée amont est surmonté d'un petit pavillon de maçonnerie à côté et en aval du chemin.

A partir de sa position originelle au sommet de la pente, la partie supérieure de la masse glissée, qui est actuellement en aval du chemin, s'est déplacée au total de plus de 100 m. Les 15 m de 1888 ne marquent donc qu'une simple étape, et nous retrouvons là un type de glissement discontinu à réactivation intermittente, bien représenté dans la région, type dont la mécanique interne est complexe et paraît relever non seulement de l'évolution du relief, mais de celle de l'altération interne.

*Glissement de 1907* : Beaucoup moins important que le précédent, celui-ci n'affecta qu'une plaque superficielle, une quarantaine de m à l'E, en amont et en aval du chemin. Sa longueur était de 60 à 80 m. Quant à sa largeur, elle ne peut plus être reconstituée puisque le récent glissement a emporté une partie du fond et du flanc gauche du précédent. Il ne subsiste plus que son bord droit marqué par un ressaut revêtu d'un mur. Sans doute était-il large d'une trentaine de m. Son épaisseur ne devait par contre guère dépasser 2 à 2,5 m. Ce fut donc aussi un glissement de plaque, bien caractérisé par ses traces. On ne sait plus grand'chose de lui, sinon qu'il dégrada le chemin et justifia un remaniement de parcelles, et refoula probablement lui aussi le cours sur rive gauche.

*Glissement de 1954* : C'est le plus caractéristique des glissements de plaque que nous ayons observé dans le pays. Situé entre les deux accidents précédents, il mit en mouvement une plaque de forme triangulaire dont la base est de 35 m suivant le chemin, la hauteur de 75 m mesurée selon la pente, et l'épaisseur moyenne de 2,5 m.

Il se déclencha le 30 novembre 1954, à 17 h 45. Un violent orage s'était abattu dans l'après-midi sur le pays. La

pluie tomba à torrent sur la région lausannoise dès 13 h 20, totalisant 15 mm de hauteur dans la demi-heure suivante. Mise en route, la plaque continua son mouvement en se disloquant, entraînant terres et vignes superficielles, empiétant à sa base sur le chemin. La masse de 3000 m<sup>3</sup> fut activement exploitée et évacuée à mesure de son avance, entretenue par les pluies de fin d'année, qui se prolongea jusqu'à la première quinzaine de janvier, ne cessant qu'après complète évacuation.

Ce glissement a dégagé un affleurement rocheux d'une netteté exceptionnelle qui va nous faciliter l'analyse structurale du coteau.

### B. Structure et dynamique du glissement de 1954.

1. *Structure des plaques* : L'escarpement de Rochette, rive droite de la Paudèze, est, avec celui de la Cornalle sur Epesses, l'un des deux plus beaux affleurements des couches chatiennes du canton. Il donne une excellente idée de l'infrastructure stratifiée du coteau. Couches de grès, de marnes diverses et de calcaires d'eau douce, y sont remarquablement continues, sans pourtant l'être rigoureusement. La partie supérieure de l'affleurement montre, sur 14 m d'épaisseur, une quinzaine de couches différentes.

La plus épaisse est le banc de grès du sommet. Elle mesure là 1,6 m et fut entaillée en deux endroits par une ancienne exploitation de pierre. Elle forme une plaque à carapace dénudée sur laquelle on chemine en montant de Rochette et en suivant le bord de l'à-pic. Pour simplifier, nous l'appellerons la *plaque A*. Elle cuirasse le bord E du coteau. D'anciens glissements ont dérapé sur elle et l'ont dénudée. Il s'y reforme et s'y accroche tant bien que mal un peu de terre nourrissant une herbe maigre. Un chêne s'est enraciné à son sommet sur un petit belvédère.

C'est de cette dalle molassique A que nous partons pour analyser le coteau, fait de lambeaux de plaques superposées empâtées sur leur pourtour de terres superficielles, bordées et couvertes de murs de vignes retenant les terres et faussant un peu les formes structurales.

Quelques dizaines de m à l'W de l'escarpement, la plaque A est recouverte de séries d'autres couches, constituant successivement *les plaques B et C*, qui forment un bombement, une croupe inclinée. Mais 100 m à l'W de l'escarpement, passé ce bombement, nous retrouvons la plaque A. C'est elle qui forme la dalle de fond du glissement de 1954.

Un peu plus haut, une quinzaine de m à l'W du sommet du glissement, la tranche de cette plaque A forme un long rocher incliné en bordure du glissement de 1888. Elle est épaisse là de 2,5 m au moins.

Enfin dans le grand talus bordant à l'W le glissement de 1888 affleure assez mal une couche de grès apparemment épaisse de 1,3 m, alignée sur le prolongement de la plaque A. Ce pourrait être elle, ou le groupe des deux bancs gréseux de 85 et 30 cm (voir plus loin), indiquant alors que le rejet de la faille qui détermine cette coupure est faible.

C'est un grand lambeau de la plaque B qui a glissé en 1954 avec ses terres superficielles. Sur le fond ou plan de glissement, la carapace de la dalle A est encore recouverte partiellement d'une couche d'argile gris-foncé violacé qui a été le lubrifiant du mouvement. Le bord E de l'accident montre la tranche restée en place de la plaque B, avec à mi-hauteur le profil suivant :

1. En haut, terre argileuse 40-100 cm.	
2. Lambeau-témoin de calcaire d'eau douce	14 cm
3. Marnes et grès marneux en 5 couches diverses	65
4. Grès fin (molasse)	85
5. Grès fin séparé de 4 par un mince lit argileux	30
6. Marnes et grès marneux	40
7. Marne argileuse gris sombre violacé, avec intercalation médiane de 0,5 à 2 cm de calcaire d'eau douce (plan de glissement)	6
Épaisseur totale de la plaque rocheuse B	<hr/> 240 cm

Le banc n° 4 s'amincit vers l'aval, puis reprend son épaisseur première, tandis que le n° 5 s'épaissit puis diminue, l'épaisseur totale du groupe 4-5 restant ainsi constante. Ce groupe est l'élément le plus rigide de la plaque. Il en est resté en place un petit panneau plaqué sur A au bas et à l'W de la surface glissée. Le plan de glissement a passé là de la surface de A à celle du banc n° 4. Le découpage a été facilité par une faille parallèle au bord E du glissement.

Plaquée sur la dalle molassique A, la *plaque B* dessine sur le coteau un triangle dont le jambage W est le bord gauche du glissement de 1954, le jambage E descend le coteau parallèlement et à une trentaine de m de l'escarpement de Rochette, tandis que le haut forme une bosse au point 486,6 et retient les terres morainiques du petit replat dominant. La tranche E, dégradée en escalier et voilée de terre, passe

sous le chemin et sous une petite villa, 20 m avant le pont, et descend dans la gorge de la Paudèze qu'elle traverse à la hauteur du confluent du Flonzel. La comparaison peut être faite ici de manière frappante entre l'aspect des couches mollassiques fraîchement attaquées par l'érosion et celui qu'elles offrent au bord du glissement après une longue altération.

La plaque C, superposée à B, est aussi en forme de triangle tronqué. Son épaisseur est du même ordre, mais sa composition est inconnue. Il n'affleure d'elle sur le chemin, 30 m avant le pont, qu'une couche de grès de plus d'un m, supportant un grès argileux de 15 cm et un peu de marne grise. Sa tranche W, bord du glissement de 1907, a été revêtue d'un mur. Sa base a été entaillée par le chemin; il est visible que la stabilité de sa partie W est précaire de ce fait et qu'un glissement se prépare en cet endroit. Il sera la suite de celui de 1907 déjà fait aux dépens de cette plaque C.

Les trois plaques prennent pied en aval du chemin de Rochette et passent sous la Paudèze, juste à l'aval du confluent du Flonzel. A partir de là et sur une longueur de 70 m, le cours est parallèle à la direction horizontale des plaques. Toutes les couches qui se trouvaient antérieurement au-dessus de C ont eu leur base érodée par le cours d'eau, ont perdu pied et glissé. Le bourrelet du glissement de 1888 a débordé latéralement au bas de cette pente. C'est après ce tronçon parallèle aux couches que le cours, refoulé par le glissement de 1888, oblique au S.

2. *Les failles transversales* : La structure en plaques inclinées selon la pente explique le profil des glissements mais non le découpage des panneaux glissés. Ce débitage en tranches est l'œuvre de failles à faibles rejets. Il est difficile de les mettre en évidence sur le coteau lui-même. Mais le lit de la Paudèze en laisse voir quelques-unes et, surtout, elles ont été révélées avec certitude par les mines anciennes et récentes qui exploitèrent deux minces couches de charbon (« Gros » et « Petit » filons) soit sur la rive gauche, sous La Conversion et Bochat, soit sur rive droite, un peu en aval, aux Anciens Moulins et sous Pully. Ces travaux souterrains ont rencontré un système de petites failles parallèles dirigées NW-SE, observées directement ou reconstituées par les décrochements des tracés des galeries sur les anciens plans.

L'une d'elles, reconnue rive gauche, se prolonge rive droite et découpe le bord W du glissement de 1888, une autre son bord E. Le côté E du glissement de 1954 est visiblement dû à un accident de même direction qui a joué en décrochement.

Les stries en sont très apparentes sur la tranche de la plaque B. Elles forment avec l'horizontale un angle de  $30^\circ$  en direction NW. Le rejet vertical est insignifiant, il est probablement plus important selon le pendage. Quoi qu'il en soit, la coupure est nette ; elle se prolonge en aval du chemin par un ressaut bordé d'un mur qui marque un ancien bord de glissement. Un système de diaclases satellites parallèles achève probablement de rompre la rigidité des plaques. Cet ensemble de dislocations orientées selon la pente a grandement facilité le départ en tranches successives des glissements qui depuis longtemps ont peu à peu desquamé le coteau.

Il faut signaler aussi que sur le plan de glissement, dans la marne violacée et au contact du petit banc calcaire qu'elle renferme, on trouve quantité de plaquettes de calcite finement striées dans le sens de la pente, qui sont des remplissages de fissures parallèles aux couches. C'est là l'effet d'un *glissement tectonique couche sur couche* contemporain des diaclases et failles, calcitisées elles aussi. Bien avant de servir de plan de glissement par gravité, cette marne, plus dure alors, a été un plan de décalage tectonique effectué probablement dans un sens opposé.

3. *Dynamique du glissement* : Le comportement du glissement de la plaque B a pu être observé du 30 novembre 1954 à mi-janvier 1955. Il a entraîné une surface de 1200 m<sup>2</sup> et une épaisseur de couches rocheuses de 2,4 m dont le profil a été donné ci-dessus, plus la couverture de terre végétale. Déclenché 4 heures après le début d'une pluie violente, il s'est étendu d'emblée à l'ensemble de la surface. Dans la nuit qui suivit, le bas du panneau en progression recouvrait presque le chemin. On le dégagea en exploitant et évacuant sans relâche le terrain glissé jusqu'au moment où le sommet du triangle l'atteignit finalement après un parcours oblique de 75 m.

On a donc affaire à un système assez simple constitué, sur une pente uniforme de  $30^\circ$ , par une plaque homogène désolidarisée de son prolongement E par une fissure, sans amorce du côté W où des terres incohérentes empâtaient sa tranche, donc à peu près libérée de ce fait et par sa forme triangulaire de tout frottement latéral. L'effet de butée exercé par le chemin sur le bas de la masse empiétante fut d'autant plus faible que le matériel était évacué à mesure de son avance. Une des originalités de ce glissement est donc qu'il n'a pu prendre appui sur sa base, comme d'autres le font au bas d'une pente ou en arrivant sur une pente plus faible. Sa

marche ne fut donc guère réglée que par un seul facteur : le frottement sur le fond, ou plus exactement le frottement interne dans la marne gris-violacé du plan de glissement. En négligeant certaines inégalités et différences de rugosité du fond, on peut dire que ce frottement a dépendu de l'humectation de la marne, plastifiant cette matière et favorisant son rôle de lubrification. Car c'est bien dans la couche marneuse elle-même que le cisaillement s'est fait, comme le témoigne le placage de cette marne adhérent encore à la dalle A.

L'introduction de l'eau dans le plan de glissement est en elle-même un processus complexe. Elle a certainement été favorisée selon la pente par le mouvement de disjonction lui-même. D'autre part les dislocations verticales, allant s'accroissant, créaient de nouvelles voies verticales de pénétration pour l'eau superficielle. En fait on a remarqué que des blocs satellites, détachés tardivement du sommet ou restés accrochés en route, dévalaient ensuite à une vitesse supérieure à celle de l'ensemble de la masse et venaient rejoindre cette dernière. Il est probable que si les pluies avaient persisté avec abondance et si le pied du glissement avait été maintenu absolument libre, la vitesse se serait élevée. Pendant la période d'exploitation, il a bien semblé que tel était le cas lors des grandes précipitations.

Les causes du déclenchement, intéressantes à analyser, sont les suivantes :

1<sup>o</sup> La base de la plaque avait été entaillée pour rétablir le chemin et rectifier son tracé après le glissement de 1888. La dalle à l'amont du chemin avait donc été coupée de son pied aval, et avait artificiellement perdu son appui naturel, qui eut probablement suffi à la maintenir longtemps encore en place. On peut dire que dès cette date le glissement se préparait.

2<sup>o</sup> La violente chute de pluie (15 mm en 30 minutes) a gorgé d'eau la plaque. Il en est résulté un alourdissement qui, d'une part, faisait croître l'adhérence, d'autre part augmentait la force de cisaillement. Elle a probablement provoqué un effet de mise en charge de fissures verticales, facilement accessibles à l'eau de surface mais d'un dégorgement moins rapide, donnant accès au futur plan de glissement et y injectant de l'eau sous pression qui suivait le plan incliné, le plastifiant rapidement, en développant par place des sous-pressions contraires à l'adhérence.

La plaque ne s'est pas seulement gorgée de l'eau tombée à sa surface. Par voie souterraine elle en a reçu de l'amont, in-

filtrée sur le replat dominant où subsistent des traces morainiques. Au bord de ce replat, près du sommet de la plaque B et 15 m en amont du glissement, se forme par grosses pluies une venue d'eau temporaire qui imbibe le terrain. Une autre venue du même genre sourd à mi-hauteur du bord E. A la suite de précipitations aussi exceptionnelles que celles du 30 novembre, de semblables venues doivent se multiplier.

3° La plaque avait bien probablement déjà subi des déluges comparables depuis 1888 sans glisser. Les autres facteurs, pentes, poids, nature du terrain ne se sont pas modifiés depuis. Il faut bien admettre que la résistance, la cohésion, la rigidité, en un mot la solidité de la plaque, allaient décroissant avec le temps, tandis qu'augmentaient ses possibilités d'absorption d'eau et de plastification de la marne sous-jacente. C'est ce phénomène de mûrissement par l'altération superficielle que nous examinerons maintenant.

4. *Le rôle de l'altération* : L'altération du grès-molasse est trop connue pour que nous y insistions. Disons cependant qu'à la décomposition des grains silicatés s'ajoute, le long des diaclases et fissures, une action de dissolution du ciment calcaire abondant et des grains calcaires, qui relève de la karstification. Elle serait plus apparente si les surfaces de dissolution pouvaient se montrer aussi lisses qu'elles le sont dans les calcaires et non souillées par les résidus argileux et sableux.

Ce qui est moins connu, et mériterait une étude spéciale, c'est l'altération des termes qui, plus fins que les grès, sont beaucoup plus riches en matière argileuse : « maignos » ou grès fin marneux, et « marnes » de toutes sortes. Cette action peut rendre méconnaissables des séries originellement identiques, selon qu'on les considère à l'état frais, sur des berges à érosion active ou dans des fouilles profondes, ou en affleurements superficiels déjà anciens. La Paudeze en offre à elle seule maint exemple, et l'on est souvent porté à appeler « grès » dans le lit ou à son voisinage une couche qui revêt à quelques mètres de là, par le seul fait de l'altération plus avancée, l'aspect d'une « marne ». Ce phénomène se traduit entre autres par une accentuation du litage, la nette différenciation de feuillets argileux jusque là inapparents, une augmentation de la porosité, de la capillarité, donc des voies de pénétration de l'eau et, en définitive, des propriétés plastiques.

A cette accentuation de l'ouverture des fissures et des propriétés plastiques s'ajoute la désagrégation classique des minéraux des grès entraînant la dégradation de la rigidité des bancs et facilitant l'ouverture de nouvelles fissures.

La fissuration s'accusant, la plaque et les divers bancs qui la composent se segmentent en parallélépipèdes prismatiques engrenés les uns dans les autres, susceptibles d'un faible jeu et de petits tassements individuels prémonitoires selon le plan incliné, élargissant les voies de pénétration d'eau. Quant, à la suite de cette préparation, le glissement se remet en marche, les bancs gréseux sont déjà débités et prêts à fournir des blocs plus ou moins isométriques, qui basculent et roulent, ou des fragments plus larges qui glissent parallèlement au plan incliné.

Dans le même temps que la plaque perd sa rigidité et qu'elle augmente sa perméabilité, les lits marno-argileux du plan de glissement gagnent en plasticité. Nous avons dit que la marne argileuse du plan de glissement, à la surface de la dalle A, est de teinte foncée et contient un petit lit calcaire. C'est un niveau palustre analogue à ceux, déjà décrits, de la Molasse à charbon. Le vieux plan de glissement, sur la dalle des Anciens Moulins, ou « Filon indicateur », montre des traces d'une marne argileuse semblable. Les galeries d'anciennes mines ont maintes fois permis de constater la plasticité de ces marnes sombres et leur rôle fréquent de plan de glissement, tant gravifique que tectonique. Relativement riches en matière organique d'origine végétale et aussi en pyrite, elles le sont donc en soufre, que l'altération transforme en sulfate. On peut l'observer dans les galeries des mines abandonnées de la région, où les affleurements de marnes sombres se revêtent d'efflorescences et de cristaux aciculaires de gypse, peut-être de sulfo-aluminates, fortement hydratés. Le rôle plastifiant du premier est connu en tectonique et sa néoformation en fines lamelles expansives dans le milieu argileux doit en réduire la cohésion. D'autre part ce milieu de sédimentation spécial peut avoir élaboré des minéraux argileux particuliers et, en tout cas, dans un état de division très poussé, favorable à la plasticité. A cet égard, comme à d'autres encore, une étude minéralogique des argiles molassiques est très souhaitable.



### III. LA ZONE DES ANCIENS MOULINS.

Le même schéma structural — plaques inclinées découpées en tranches par des failles — reste valable plus loin vers l'aval au lieu-dit les Anciens Moulins.

Passé le bombement du glissement de 1888, une bande dépressionnaire domine le coude du ruisseau, rive droite. C'est un glissement actif et entretenu par des décharges artificielles faites au contour du chemin. Cet apport de terres a comblé une ancienne dépression déterminée par un coude de la Paudèze qui pénétrait jadis plus profondément dans la rive droite et qui est porté sur les anciens plans cadastraux (fig. 1).

Il existe ensuite, sur 120 m de large, un panneau structural sur lequel les anciens plans de mines fournissent d'intéressants renseignements. Il est limité au NE par une falaise ou tranche rocheuse bordant la zone dépressionnaire précédente. Dans cette falaise les couches affleurent et affleuraient beaucoup mieux et plus haut avant le remplissage artificiel de la dépression. Les deux couches de charbon y affleuraient aussi, bien visibles, à tel point que c'est vraisemblablement là que les deux filons traversant la Paudèze furent découverts et exploités en premier lieu déjà avant 1750. Et c'est à partir de là que les mines s'étendirent peu à peu sous Pully d'une part et jusqu'à Belmont de l'autre. Un vieux plan minier de 1856 révèle l'existence d'une dizaine de galeries régulièrement échelonnées dans ce panneau des Anciens Moulins, dont quelques-unes fort anciennes, au tracé déjà imprécis à cette époque. Exploitant soit l'un soit l'autre filon, elles partirent toutes de la falaise NW directement dans le charbon. Leur tracé et la disposition des entrées, aujourd'hui totalement effondrées, donnent à la fois la direction et la pente des couches. D'autre part, des fouilles récentes ont montré entre les cotes 420 et 440 que, sous une épaisseur de terre à vigne de l'ordre de 1 m, on trouve la carapace rocheuse surmontée de traces de marne noire à débris charbonneux. Ce sont les restes d'un troisième filon parallèle et superposé aux deux autres, trop mince pour être exploité, mais que les anciens mineurs appelaient « Filon indicateur » parce qu'il annonçait, dans les puits et travers-bancs, le Grand Filon 6 m plus bas et le Petit Filon 4 à 5 m sous le Grand. Cette disposition stratigraphique correspond bien à celle des anciennes galeries.

Ce plan montre avec précision que la plus longue des galeries suivant en direction le Grand Filon a traversé, à 140 m de son entrée, une faille qui l'obligea à obliquer au S pour retrouver d'abord le Petit puis le Grand Filon. Le rejet, calculable sur le plan, est de 8-9 m, positif pour la lèvre W. Cette faille ainsi repérée se retrouve aisément en surface. Elle forme un talus rocheux rectiligne, masqué en partie par un mur selon la pente, limitant au SW le panneau des Anciens-Moulins.

Cette faille a jadis découpé le bord W d'un glissement dont la zone d'accumulation se voit au bas de la pente, de part et d'autre d'un chemin en cul-de-sac, le chemin des Anciens-Moulins, ancienne dévestiture des mines et fours à chaux qu'elles alimentaient.

La tranche de la dalle de fond de ce glissement, formant la falaise NE d'où partaient les mines, s'incurve au S vers le bas. Elle dessine une sorte de cap dont la solidité est précaire tandis que le panneau prend solidement pied vers le S et passe sous la Paudèze.

Plus loin vers le SW, 45 et 75 m au delà de la faille précédente, la pente est encore parcourue de deux petits ressauts soulignés par des murs. Ce sont probablement des traces de faillules ou décrochements dont les plans miniers n'indiquent pas d'influence sur le tracé des galeries. Dans la région du viaduc de la ligne de Vevey l'analyse morphologique et structurale du versant devient plus difficile. Le terrain naturel a été bouleversé par des constructions et aménagements. La couverture glaciaire, dont le ravin était débarrassé, reparait. Le versant de la Paudèze intercepte là mollement celui du Léman.