Sur la stabilité des versants de la Gryonne sous Arveyes (Préalpes vaudoise)

Autor(en): **Masson, Henri**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **71 (1971-1973)**

Heft 340

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-276308

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Sur la stabilité des versants de la Gryonne sous Arveyes (Préalpes vaudoises)

PAR

HENRI MASSON [1]

Résumé. — Les glissements de terrain de la vallée de la Gryonne sous Arveyes ont été étudiés par une cartographie géologique détaillée incorporant plusieurs critères de stabilité (morphologie, influence sur la végétation, etc.).

L'instabilité du versant est due fondamentalement à la plasticité des schistes argileux aaléniens de la nappe d'Arveyes. Nous envisageons qu'un grand glissement en masse a affecté l'ensemble du versant à une époque ancienne, probablement ensuite du retrait du glacier du Rhône. Actuellement cette masse glissée est réactivée localement sous forme de plusieurs glissements plus petits, par endroits très actifs. Ils mettent également en jeu la couverture morainique, dans laquelle ils sont parfois localisés. Leur emplacement est susceptible de changements notables à 50 ans d'intervalle. Les facteurs hydrologiques (eaux infiltrées, érosion par la Gryonne) jouent un rôle essentiel dans cette activité contemporaine. Entre autres conséquences, ces glissements attaquent les digues et les murs de chute construits au fond de la vallée.

INTRODUCTION

La connaissance des problèmes posés par la stabilité des versants, et notamment par les glissements de terrain, manifestation principale de leur instabilité, constitue dans tout pays montagneux l'un des éléments essentiels de cette « Anthropogéologie » (JÄCKLI, 1972) dont l'importance croît toujours plus vite à mesure qu'augmentent la densité de la population, le pouvoir technique de l'homme, et les exigences qu'il aspire à satisfaire pour « mieux vivre ».

Dans les Préalpes vaudoises, la vallée de la Gryonne présente un intérêt particulier pour l'étude des glissements de terrain. En effet, ceux-ci y sont nombreux et actifs. De plus, le développement touristique de cette région a motivé, et motivera sans doute encore, la construction de routes et autres ouvrages à la réalisation desquels

[1] Institut de Géologie de l'Université, Palais de Rumine, Lausanne (Suisse).

l'instabilité des terrains peut opposer des obstacles difficiles à évaluer et coûteux à vaincre. Il suffit de songer à la route du Col de la Croix, construite en partie sur des terrains potentiellement instables, au glissement qui émut récemment les habitants de Chesières et dont la presse se fit l'écho, au vieux pont sur la Gryonne qui s'affaisse lentement entre Arveyes et la Barboleusaz, et, à l'Est de cette localité, aux difficultés rencontrées par les constructeurs de la nouvelle route de l'Alpe des Chaux. En 1940, LUGEON écrivait : « Les deux versants de la Haute Gryonne, à partir du Fondement vers l'amont, sont particulièrement mobiles, ce qui fait de ce torrent l'un des plus dangereux des Alpes suisses, nécessitant une surveillance constante malgré les importants travaux de correction (murs de chute, digues). » Nous verrons que ces ouvrages sont eux-mêmes mis à mal par les glissements.

Pour toutes ces raisons, il a paru intéressant d'étudier les conditions géologiques de l'instabilité des versants dans un secteur déterminé de cette vallée. Nous avons choisi le secteur situé en amont du Fondement sous Arveyes, où plusieurs glissements sont très actifs. Cette étude a été entreprise à l'instigation du professeur Arnold Bersier, que nous remercions vivement de son appui.

LE CADRE GÉOLOGIQUE

La zone étudiée est constituée de terrains appartenant aux nappes ultrahelvétiques de Bex et d'Arveyes, recouverts d'une épaisseur variable mais parfois considérable de moraine. Ces terrains sont décrits dans la notice de LUGEON (1940) et dans le récent travail de BADOUX (1966) sur les mines de Bex, auquel le lecteur se reportera également pour des renseignements sur la structure tectonique très compliquée de cette région. Nous nous limiterons ici à donner quelques indications intéressant spécialement le problème des glissements.

A. *Trias* (Nappe de Bex)

Le Trias du secteur étudié comporte surtout du gypse et de l'anhydrite, et accessoirement de la dolomie, de la cornieule, des grès et des schistes argileux.

Le gypse fait ici figure d'élément relativement stable, résistant au glissement. Il détermine, au fond de la vallée, des talus raides peu affectés par le mouvement des masses instables sus-jacentes. Celles-ci sont d'ailleurs souvent moins mobiles lorsqu'elles surmontent un tel rempart gypseux (par exemple à Pra Lanfrey) que lorsqu'elles débouchent directement dans la rivière. Quand toutefois elles se mettent en mouvement, elles glissent alors par-dessus le rempart, apparemment sans l'ébranler, ou s'engouffrent dans les couloirs taillés par l'érosion dans le gypse (sous la Crêtelle). Parfois il arrive aussi que le gypse

s'écroule en gros blocs ; ainsi, plusieurs blocs énormes de gypse s'observent sur la rive droite qui sont probablement des paquets écroulés ou glissés de la rive opposée (570,300/126,020).

Le mode d'érosion du gypse pose un problème important pour l'évolution morphologique de ces versants : son érosion est-elle essentiellement chimique (dissolution) ou mécanique ? Dans le cas qui nous occupe, nous pensons pouvoir trancher en faveur de la deuxième possibilité, car nous avons trouvé à l'affleurement, dans le lit même de la Gryonne, des roches contenant une proportion importante d'anhydrite (jusqu'à 50 % dans la variété dite « gypse à gros grains »). Cette observation inattendue prouve que l'érosion par le torrent progresse plus vite que les actions chimiques. Au contraire, du « gypse à gros grains » que nous avons découvert hors de cette vallée sur les pentes douces dominant les Posses, près de Gryon, et où l'érosion est beaucoup plus lente, ne montre que de faibles traces résiduelles d'anhydrite.

Les grès et les schistes, de couleur noire ou verdâtre, micacés, affleurent en plusieurs points, notamment dans des niches d'arrachement où la moraine a été décapée par des glissements récents. L'affleurement principal, au coude de la Gryonne en amont du Fondement, a fourni à RICOUR et TRÜMPY (1952) une faune du Keuper moyen ; cet âge a été confirmé par les recherches palynologiques de BADOUX et WEIDMANN (1964). Localement il semble que ces schistes triasiques puissent être impliqués dans des glissements (rive gauche en amont du Fondement), mais ils forment des niveaux trop minces et trop inconstants pour jouer un rôle important.

La dolomie et la cornieule n'affleurent qu'en quelques points, accompagnant les grès.

B. *Aalénien et Dogger* (Nappe d'Arveyes)

L'Aalénien est une masse épaisse de schistes argileux noirs, micacés, à rognons pyriteux. Sa nature lithologique confère à ce terrain une grande plasticité ; en conséquence il devient facilement instable, et c'est lui le principal responsable des grands glissements de la vallée de la Gryonne. L'Aalénien observé au fond de la vallée n'est probablement jamais en place, mais appartient à des masses glissées.

Le Bajocien, plus calcaire, est lié à l'Aalénien d'Arveyes. On en retrouve des blocs dans les masses glissées dans le lit de la Gryonne sous Arveyes.

C. *Quaternaire*

La moraine est formée de blocs de toutes dimensions de provenance surtout locale, emballés dans une matrice limoneuse. Par-ci par-là un bloc de cristallin témoigne du passage plus ancien du glacier du Rhône.

Elle donne couramment lieu à des glissements, mais ce sont généralement des glissements épidermiques de moindre ampleur que ceux de l'Aalénien. La moraine qu'on trouve dans le lit de la Gryonne semble y être descendue par glissement du haut des pentes.

On observe sur la rive gauche de la Gryonne, dans la Forêt de Genet, des paquets grossièrement stratifiés d'un conglomérat à galets de gypse, d'une taille d'ordre généralement centimétrique à décimétrique, presque sans ciment ; certains blocs atteignent 10 m^3. Ces sédiments grossiers d'origine strictement locale se sont vraisemblablement déposés dans un lac de barrage glaciaire. Ces conglomérats glissent avec la moraine vers le fond de la vallée, et en un endroit on en retrouve un paquet glissé sur la rive droite du cours actuel (570,300/126).

Les lacs de barrage glaciaire semblent avoir été nombreux dans les vallées des Préalpes ; ils sont signalés dans la vallée de la Grande Eau par JEANNET (1918), dans celle de la Petite Gryonne par LUGEON (1940), et dans celle de l'Avançon par GABUS (1958). Le barrage était formé soit par le glacier du Rhône, soit par des glaciers locaux débouchant de vallées latérales. On notera la nature très particulière (gypse) des matériaux qui se déposaient dans le lac que nous signalons ici. Ces conglomérats ont pu se déposer directement sur le Trias, ce qui de loin rend la distinction difficile (dans le fond de la vallée, ils ont été cartographiés par LUGEON comme gypse en place). Constituant des niveaux bien reconnaissables au sein des masses morainiques autrement informes, ils permettent de mieux déceler la géométrie des glissements.

LES CRITÈRES D'INSTABILITÉ ACTUELLE ET PASSÉE

Nos observations portent principalement sur les points suivants :

A. *La morphologie du versant*

On remarque, en examinant la région d'Arveyes depuis la rive opposée, ou sur photos aériennes, ou encore en construisant des profils, que le village occupe un replat surmonté d'une pente raide limitée vers le haut par une crête arquée (fig. 1). Nous l'interprétons comme un vaste arc de déchirure, d'où se serait détachée la masse aalénienne constituant l'essentiel du versant sous Arveyes. Il est caractéristique que le haut de cette masse affaissée forme un replat occupé par des habitations et une route importante ; souvent en montagne le replat formant le haut d'une masse glissée actuellement stabilisée, sous la pente raide de la niche d'arrachement, sert de lieu de passage aux voies de communication.

Les photos aériennes révèlent encore des arcs de déchirure secondaires, qui recoupent l'arc principal. Les arcs les plus petits et les plus jeunes,

dans le fond de la vallée, correspondent aux glissements actifs actuellement.

A plus petite échelle, les pentes sous Arveyes présentent divers faits morphologiques caractéristiques de zones glissées, notamment une surface onduleuse coupée par une série de talus étagés et faiblement arqués (bien visibles aux environs de Colonne). Ces talus représentent probablement d'anciens arcs de déchirure correspondant à autant d'étapes dans l'affaissement progressif de l'énorme masse aalénienne.

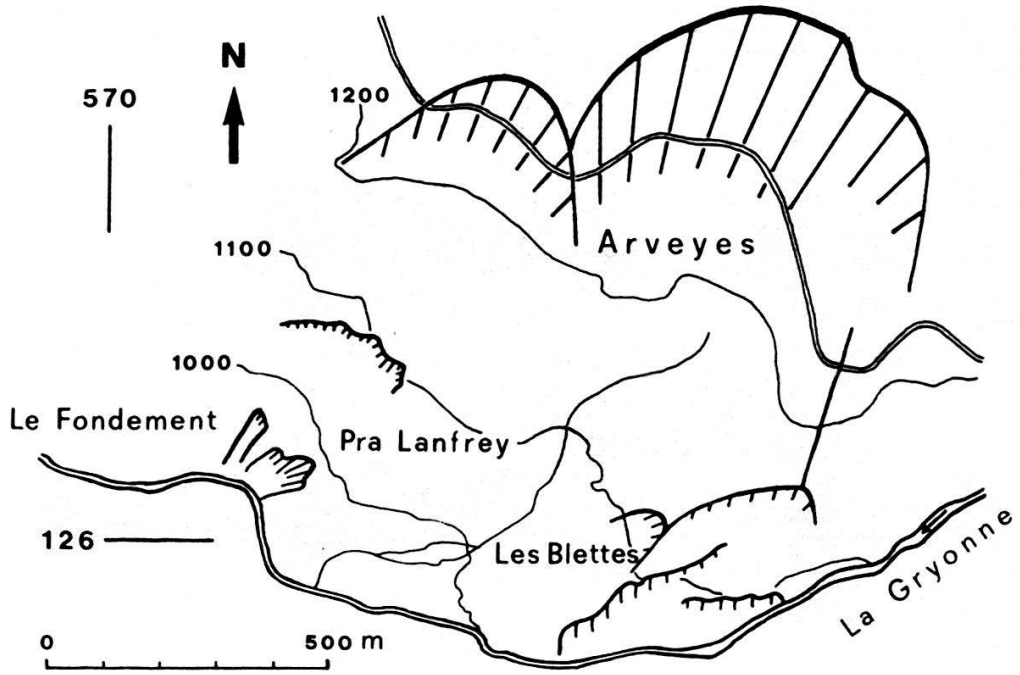

Fig. 1. — Les principaux arcs de déchirure du versant d'Arveyes.

B. *Influence sur la végétation et morphologie de détail*

Ces critères nous ont été les plus utiles dans l'étude de la stabilité à court terme (jusqu'à quelques dizaines d'années). Ils font ressortir surtout les petits glissements qui ont manifesté une activité récente, mais sont de moindre valeur pour l'étude des grands mouvements d'ensemble, souvent plus lents, qui affectent en profondeur un versant entier, ou pour la reconnaissance des anciens glissements actuellement stabilisés. Nous illustrons ici leur emploi par la cartographie détaillée d'un petit secteur de la région étudiée (fig. 2). Sur cette base, nous avons distingué trois degrés d'instabilité du terrain :

1. *Zones très mobiles*, déterminant des glissements actuellement très actifs. La végétation est généralement maigre ou absente, les arbres sont basculés. Au haut du glissement, on observe souvent des crevasses ouvertes dues à la traction ; sur les bords, un talus abrupt haut de quelques mètres délimite la zone mobile.

2) *Zones peu mobiles :* il s'agit soit de zones d'instabilité moyenne, liées aux zones très mobiles mais relativement moins actives, soit de glissements qui apparaissent aujourd'hui stabilisés, mais montrent très nettement des marques de mobilité dans un passé récent. La végétation est moins perturbée que dans les zones très mobiles ; elle pousse avec une densité proche de la normale, mais les arbres sont la plupart jeunes ;

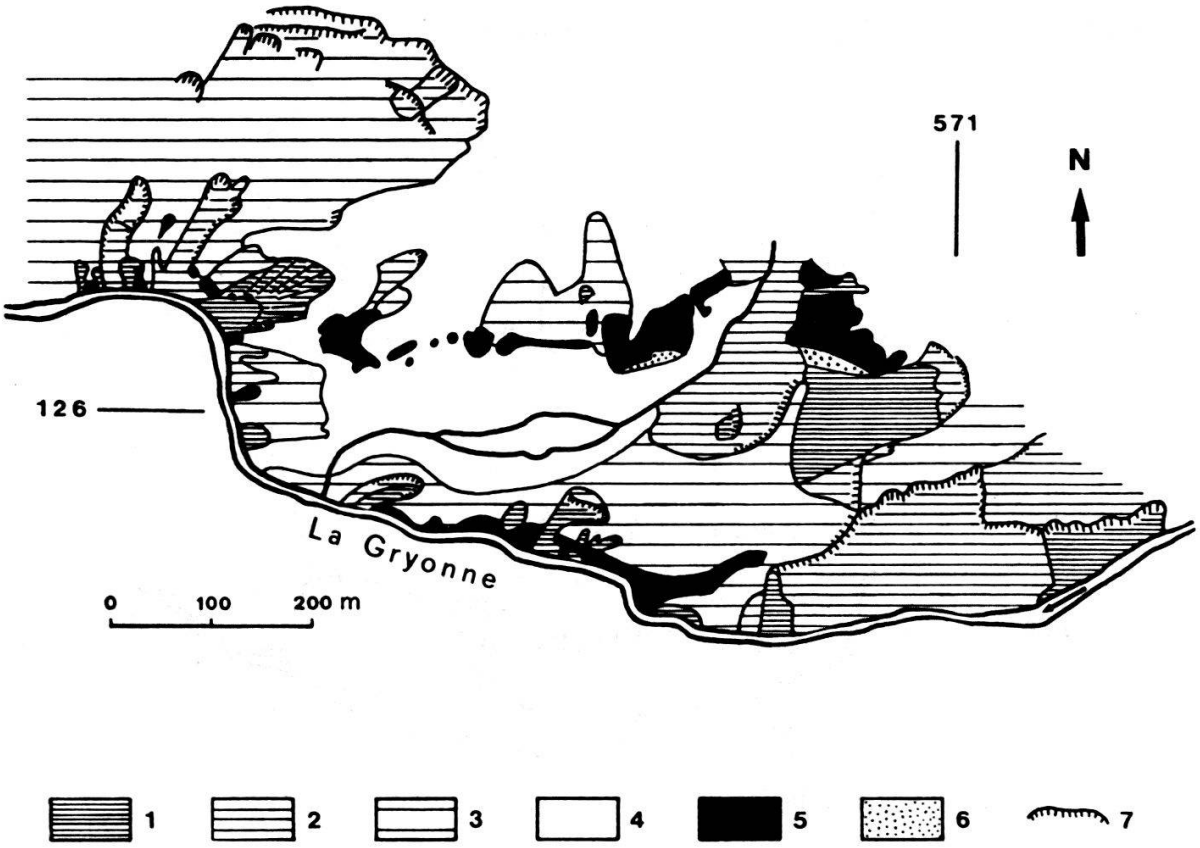

Fig. 2. — Carte des glissements de terrain sous Arveyes.
1. Zones très mobiles. — 2. Zones peu mobiles. — 3. Zones actuellement immobiles mais potentiellement instables. — 4. Quartenaire stable (moraines, alluvions, déjections). — 5. Trias. — 6. Eboulis. — 7. Niche d'arrachement.

parfois un arbre tordu montre très clairement qu'un épisode mobile l'a fait basculer au cours de sa croissance. Les crevasses de traction sont comblées, et les talus d'arrachement, bien que toujours reconnaissables, ont des formes plus ou moins émoussées.

3) *Zones actuellement immobiles*, mais considérées comme *potentiellement instables*. La végétation pousse normalement, mais les formes du terrain (talus, anciennes niches d'arrachement) témoignent encore d'une activité passée qui pourrait reprendre selon l'évolution des conditions (infiltration d'eau, attaque du pied du versant par le torrent, etc.).

La limite entre ces zones et celles laissées en blanc sur la carte (considérées comme stables) est plus ou moins arbitraire. Cette distinction est dans une large mesure une question d'échelle, dans l'espace et surtout

dans le temps. En effet, comme nous l'avons vu plus haut, tout le versant étudié est marqué par une morphologie de zone glissée, bien au-delà des limites de la carte ; cette distinction repose donc essentiellement sur la fraîcheur de ces faits morphologiques, ce qui est toujours un peu subjectif. En réalité, aucun secteur de cette région n'est définitivement à l'abri d'une remise en mouvement toujours possible selon l'évolution du contexte hydrologique et géomorphologique. La vraie signification de ce problème d'échelle ressortira plus loin.

C. *Evolution de la topographie*

Le seul document précis que nous possédions qui permette une appréciation directe des changements de la topographie est le levé au 1 : 10 000 du cadastre, qui date de 1917. La comparaison de la morphologie actuelle avec ce document révèle plusieurs faits intéressants.

Ainsi, au début du siècle, le glissement aujourd'hui très actif du coude de la Gryonne sous Pra Lanfrey n'existait vraisemblablement pas encore, ou n'était qu'à peine amorcé sur sa bordure N (actuellement relativement peu mobile). Le fond topographique de la carte au 1 : 25 000 de LUGEON (1940) ne révèle rien non plus à cet endroit. En revanche, plus à l'W, le levé du cadastre fait nettement ressortir deux glissements qui étaient probablement actifs à l'époque, mais aujourd'hui apparaissent en cours de stabilisation bien qu'ils montrent toujours des marques nettes de leur activité passée.

Cette comparaison fait donc ressortir un déplacement au cours du temps des centres d'activité, la répartition des zones les plus mobiles étant susceptible d'importants changements à 50 ans d'intervalle. Cette remarque concerne surtout les glissements de la couverture morainique, car dans les secteurs où l'Aalénien paraît impliqué, la localisation des zones actives semble être restée plus constante pendant la même période.

D. *Destruction de constructions humaines*

Le secteur étudié étant pratiquement inhabité et parcouru seulement par quelques chemins forestiers, les destructions dues aux glissements sont restées relativement peu importantes. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle ces glissements, bien que très actifs, ont jusqu'ici peu attiré l'attention. Réciproquement, on peut penser que l'instabilité manifeste de ce versant a de tout temps tenu les indigènes à l'écart.

Nous signalons ici :

a) La destruction de certains tronçons de sentiers qui, aujourd'hui, débouchent brusquement sur des niches d'arrachement.

b) Le basculement de pylônes pour lignes électriques, ce qui a obligé de tendre des lignes de plus grande portée par-dessus la vallée (fig. 3).

Fig. 3. — Pylône basculé par le glissement des Fontanelles.

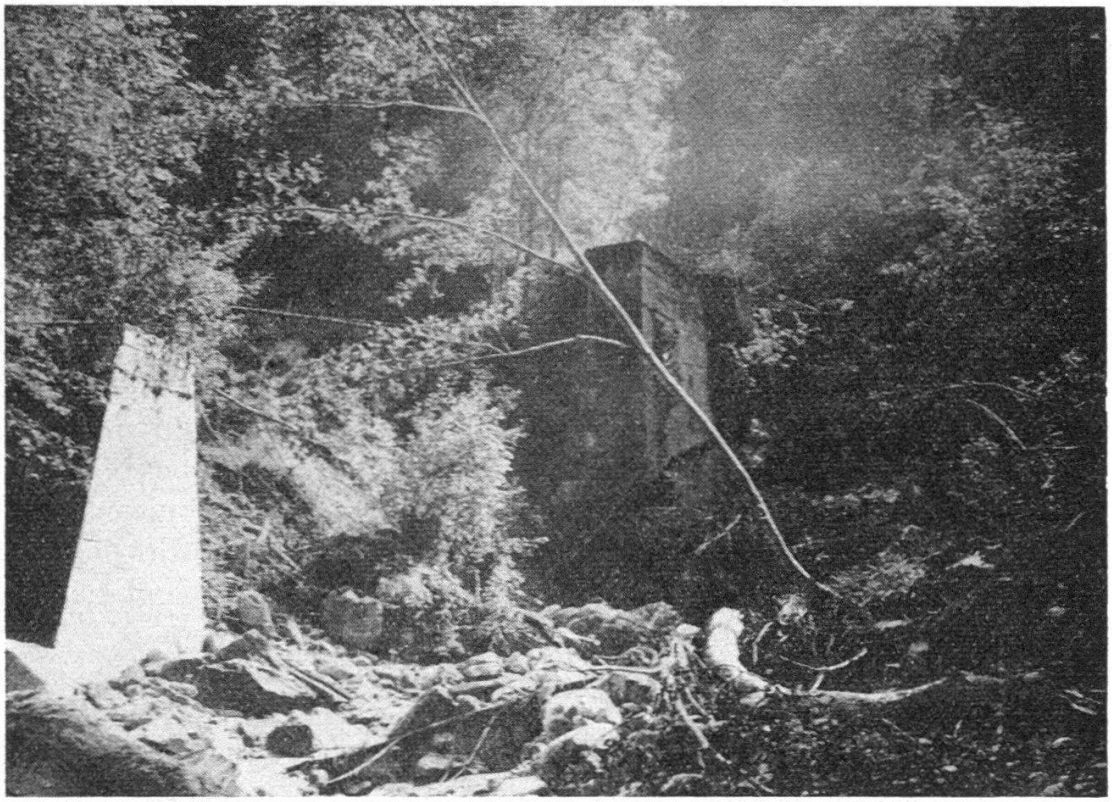

Fig. 4. — Murs de chute détruits par le glissement du versant gauche de la vallée de la Gryonne. Des deux premiers murs ne subsistent que les piliers d'appui sur rive droite. Le troisième mur, à l'arrière-plan (cascade), est encore intact. A droite : le front du glissement.

c) Le plus important : l'attaque des grands murs de chute qui rompent le cours souvent impétueux de la Gryonne. La pression exercée par les masses glissées est en effet telle que plusieurs murs ont cédé. Une fois le mur éventré, la rivière creuse son lit au niveau du mur de chute intact immédiatement inférieur (fig. 4).

Facteurs des glissements de la Vallée de la Gryonne

On retrouve à l'origine de la plupart des glissements les mêmes causes, peu nombreuses et assez bien connues. Encore faut-il apprécier dans chaque cas leur importance relative et la manière exacte dont elles agissent.

A. *Facteur lithologique*

Nous avons vu que, des unités lithologiques constituant cette région, deux sont particulièrement propices aux glissements : l'Aalénien et la couverture morainique. L'Aalénien surtout, de par sa plasticité, ne demande qu'à glisser. D'ailleurs la zone des grands glissements, du Fondement au village des Diablerets et même plus loin, correspond à l'extension de la nappe d'Arveyes. Cette coïncidence, qui ne saurait être fortuite, souligne la primauté du facteur lithologique dans le déterminisme des glissements de cette région.

Le rôle de la structure tectonique (d'ailleurs très compliquée) de cette zone paraît ici d'importance secondaire. La carte et les coupes de Lugeon (1940) attribuent à l'Aalénien un faible pendage opposé à la pente topographique, ce qui serait plutôt un facteur de stabilisation, ici entièrement supplanté par l'instabilité due à la lithologie.

B. *Gravité*

Ce facteur est trivial, car la gravité est le moteur de tous les glissements. Il vaut cependant la peine ici de considérer ses effets d'un peu plus près.

Les observations rapportées plus haut nous mènent à distinguer deux phénomènes bien différents par leur ampleur :

1. Un vaste glissement « primordial » de toute la masse aalénienne dominant la Gryonne. Vis-à-vis de ce phénomène à grande échelle, la couverture morainique présente un comportement essentiellement passif. Ce mouvement d'ensemble, certainement profond, paraît aujourd'hui stabilisé, et la morphologie qui le révèle a perdu sa fraîcheur. Pourtant il n'est nullement exclu qu'il se poursuive à une vitesse très lente, peut-être par saccades.

2. Des petits glissements très actifs, relativement rapides, qui mettent en jeu la moraine ou de l'Aalénien réactivé localement à partir de la vaste masse du glissement primordial. Comme nous l'avons vu, la durée

d'activité d'un petit glissement individuel est faible (surtout pour ceux dans la moraine) relativement au phénomène global. Il faut surtout remarquer que la *pente* de ces glissements, qui se situent dans la partie la plus profonde du ravin, est supérieure à la pente moyenne du versant.

Or on sait que l'*échelle* joue un rôle capital dans le déclenchement et le déroulement des phénomènes gravifiques (cf. GOGUEL, 1950). La contrainte parallèle au plan de glissement croît avec l'épaisseur de la masse glissante, alors que le seuil de plasticité est, en première approximation, une constante dépendant du seul matériel. Ainsi, à plasticité égale, un grand glissement est possible sur une pente beaucoup plus faible qu'un petit.

Nous aboutissons donc à la conclusion qu'un vaste glissement en masse de l'Aalénien a affecté tout le versant à une époque reculée. L'achèvement de ce glissement a rétabli un profil d'équilibre approximatif du versant pour les phénomènes de cette échelle. Mais l'accentuation de la pente au fond de la vallée, conséquence de l'érosion par la Gryonne (voir plus loin), permet le déclenchement continuel de plus petits glissements qui dénotent un état d'instabilité permanente, bien que changeante dans le détail de ses manifestations.

C. *Humidité*

Le rôle capital de l'eau dans le déclenchement des glissements est bien connu, et ce thème revient comme un leitmotiv dans toutes les publications sur ce sujet. Nos observations l'attestent une fois de plus. Sans insister nous noterons simplement que :

— Une partie certainement importante de l'eau précipitée sur les pentes au S d'Arveyes s'infiltre dans le sol. Peu au-dessus du glissement actif des Blettes, des prairies marécageuses témoignent du mauvais drainage superficiel.

— Des suintements s'observent dans la plupart des glissements actuellement actifs, notamment sur le plan de glissement lorsqu'il est mis à nu par l'affaissement de la masse mobile.

Il faut noter encore que de nombreuses petites sources se rencontrent dans des zones actuellement stables. Cela nous paraît normal : lorsque l'eau infiltrée en profondeur s'écoule facilement, la source tient lieu de drainage souterrain naturel, et la masse rocheuse ou morainique, asséchée, retrouve sa cohésion [1].

---

[1] La plus importante de ces sources est probablement liée à une ancienne galerie des mines de Bex, aujourd'hui obstruée. Il s'agit vraisemblablement de la « galerie d'Arveyes », dont l'emplacement exact s'était perdu. Nous pensons l'avoir retrouvé sous forme d'un amas de débris entre les cotes 990 et 1000, environ 100 m à l'W du chalet de La Lentillère. La source jaillit en contrebas, et son débit important témoigne d'un efficace drainage souterrain. Peut-être ce drainage, involontaire bien qu'artificiel, est-il pour quelque chose dans la stabilité actuelle de la zone sus-jacente ?

Les glissements se produiraient surtout dans les zones où l'eau infiltrée, s'écoulant mal, parvient au jour non sous forme de vraies sources bien localisées, mais plutôt de suintements informes ; l'eau peut alors imbiber les terrains argileux et abaisser leur seuil de plasticité au point que le glissement se déclenche. Dans certains cas, l'abaissement de ce seuil est probablement tel que le corps glissant se comporte pratiquement comme une masse visqueuse et s'écoule même sur une très faible pente (par exemple certaines coulées d'Aalénien à l'W des Fontanelles, ou des coulées de moraine gorgée d'eau dans la Forêt de Genet). On peut penser que des changements dans le régime de l'écoulement souterrain des eaux sont un facteur déterminant de la migration des centres d'activité dans la couverture morainique.

La faible durée de notre étude (quelques mois) ne nous a malheureusement pas permis d'examiner une éventuelle corrélation entre la pluviosité, les variations saisonnières ou annuelles des débits, et la mobilité des zones actives.

D. *Erosion par la Gryonne*

Normalement, le bourrelet frontal d'un glissement a pour effet de stabiliser la masse sus-jacente. Lorsque le glissement débouche dans un cours d'eau, ce qui est le cas ici, l'érosion du bourrelet supprime ce facteur de stabilisation et maintient le glissement en activité.

Par ailleurs un glissement actif tend à repousser les rivières contre la rive opposée. Mais dans le cas de la Gryonne, il faut tenir compte d'une particularité qui rend l'histoire de ces glissements à la fois plus compliquée et intéressante : la rive opposée (gauche) est elle aussi recouverte d'une épaisse couverture morainique très instable (La Grande-Rape). Ainsi, encadré par deux versants également instables, le cours de la Gryonne est peu modifié dans sa forme par les glissements : tout refoulement du cours dans un sens déclenchera sur la rive attaquée un glissement de sens opposé qui tend à ramener le cours dans sa position première. Le profil d'instabilité des versants est donc maintenu.

Conclusions : Considérations sur l'évolution des glissements de la Gryonne

Une reconstitution complète de l'histoire de ces glissements, si tant est qu'elle soit possible, sortirait du cadre forcément limité de cette note. Elle nécessiterait notamment une étude de l'ensemble du Quaternaire, de la morphologie et de l'hydrologie de toute la vallée, et la mise en œuvre de moyens coûteux tels que des sondages, indispensables pour déterminer la profondeur et la forme des plans de glissement, donc pour chiffrer les volumes et les forces en jeu. L'absence de telles données

numériques ne nous permet malheureusement pas d'entreprendre une analyse quantitative de la stabilité de ces versants. Cependant nos observations nous ont déjà permis de dégager quelques éléments intéressants de cette histoire, que nous allons tenter maintenant de résumer en un schéma synthétique.

Nous admettons donc que la mobilité de l'Aalénien est la cause fondamentale d'une instabilité générale du versant d'Arveyes, et que cette instabilité se traduisit à une époque reculée par un vaste glissement en masse du versant. Nous ignorons l'âge de cet ancien glissement. Il paraît plausible qu'il soit survenu entre le retrait du glacier du Rhône et la récurrence post-würmienne des glaciers locaux. On sait en effet que, dans toutes les Alpes, une épidémie de glissements suivit le retrait des grands glaciers würmiens, en raison du profil instable conféré aux versants par l'érosion glaciaire. Cette chronologie expliquerait le fait que l'Aalénien glissé est uniformément recouvert de moraine locale, pratiquement sans moraine rhodanienne ; le glissement aurait, en effet, efficacement aidé à décaper le versant de sa couverture morainique d'alors. Entre temps, des sédiments grossiers d'origine locale se déposaient dans les lacs temporaires de barrage glaciaire. Toutefois les choses ne sont pas si simples, car la glaciation würmienne ne fut que la dernière d'une longue série, et il n'y a pas de raison que de semblables glissements ne se soient pas également produits à la fin des glaciations précédentes. La littérature sur le Quaternaire des Préalpes est caractérisée par le caractère extrêmement fragmentaire et incertain des connaissances sur les événements anté-würmiens. Nous ne pouvons pas faire mieux avec les données dont nous disposons. Nous devons aussi souligner que l'image d'un grand glissement primordial est, très vraisemblablement, un peu trop schématique, car ce phénomène ne fut probablement ni unique ni continu ; mais nous cherchons précisément à dégager un schéma général d'une accumulation d'événements disparates et épisodiques. On peut dresser une comparaison plausible entre l'ancien grand glissement d'Arveyes et le glissement de Leytron (Valais), fort actif de nos jours, dont la masse instable est aussi constituée de schistes argileux aaléniens (LUGEON, 1932 ; MARIÉTAN, 1932).

La mobilité actuelle du versant d'Arveyes résulterait donc de *réactivations locales de l'ancien glissement*. On conçoit facilement qu'un terrain déjà glissé une première fois soit désormais plus vulnérable aux facteurs de glissement. Les recherches en cours dans les Alpes françaises aboutissent à la formulation d'une conclusion identique (cf. HUMBERT, 1972 : « L'inventaire des traces de glissements anciens... est la condition préalable à toute estimation du risque de glissement dans le futur... Il est très fréquent qu'un glissement qui se manifeste soudain dans une zone qui paraissait stable, ne soit que la remise en mouvement d'un glissement ancien, provisoirement stabilisé. ») Le jeu de ces réactivations

est conditionné avant tout par les facteurs hydrologiques sur lesquels nous avons déjà suffisamment insisté.

L'instabilité actuelle se manifeste naturellement aussi dans la couverture morainique. Certains glissements sont localisés dans cette dernière ; ils restent généralement petits et peu profonds, mais parfois ils atteignent aussi une taille respectable, notamment sur la rive S de la Gryonne où la moraine est épaisse. Dans certains cas il est difficile de dire, à partir d'observations purement superficielles, ce qui revient à la moraine et à l'Aalénien dans l'activité contemporaine.

Nous pensons que le secteur d'Arveyes peut fournir un modèle applicable à d'autres zones instables des Préalpes ; en particulier, sur la plus grande partie de sa rive droite, la morphologie de la vallée de la Gryonne serait aussi déterminée par d'anciens glissements en masse des terrains aaléniens, plus ou moins réactivés, jusqu'à nos jours, sous forme de plus petits glissements dont la durée de vie parfois brève et la localisation changeante obéissent au jeu aléatoire de l'hydrologie (circulation des eaux infiltrées et érosion par les rivières).

Ainsi peut-on envisager que la cuvette de Villars résulte en partie de l'affaissement très ancien d'une masse instable, les crêtes dominantes représentant la trace d'un arc de déchirure. Y-a-t-il des arguments géologiques concrets en faveur de cette hypothèse ? Il semble que oui : on connaît sous Villars un affleurement étrange de calcaires siliceux et de conglomérats que LUGEON attribuait au Lias des Mines, mais dont BADOUX (1966) note qu'ils se rapprochent bien plus du Lias du Chamossaire ; en ce cas, il ne pourrait s'agir que de blocs glissés du haut de cette montagne, aucune explication tectonique n'apparaissant possible. Notre hypothèse morphologique rendrait la position et la nature de cet affleurement plus compréhensibles.

D'autres glissements des Préalpes se présentent dans des conditions un peu différentes. Par exemple, dans la vallée de la Grande Eau, le grand glissement de Cergnat-La Frasse (BERSIER et WEIDMANN, 1971) apparaît comme mieux délimité latéralement que les glissements aux contours très changeants de la vallée de la Gryonne ; ceci résulte du fait que sa localisation est déterminée par des facteurs structuraux précis (amincissement extrême des couches calcaires du flanc renversé du synclinal de Leysin, et failles transversales). Il en diffère aussi par l'asymétrie de la vallée, les terrains mobiles du versant instable venant buter sur les parois calcaires rigides et stables de la rive opposée ; tandis que sous Arveyes les deux versants de la vallée sont également mobiles, avec les conséquences que nous avons relevées.

De toute façon, la grande variabilité des facteurs géologiques intervenant dans la stabilité des versants ne permet guère, sans risque d'arbitraire, une classification en catégories trop rigides. Mais on peut espérer, par l'analyse géologique de secteurs déterminés, mettre en évidence un

certain nombre de types représentatifs dont l'étude détaillée fournira des enseignements applicables à d'autres situations. Notre souhait, en concluant ce travail, est d'avoir contribué à la réalisation de cette tâche.

BIBLIOGRAPHIE

BADOUX, H. (1966). — Description géologique des Mines et Salines de Bex et de leurs environs. *Mat. carte géol. Suisse, Sér. géotechnique, 41.*

BADOUX, H. et WEIDMANN, M. (1964). — Sur l'âge de la série salifère de Bex (Ultrahelvétique). *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne 148* (et : *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat. 68*, 427-438).

BERSIER, A. et WEIDMANN, M. (1971). — Le glissement de terrain de Cergnat-La Frasse (Ormont-Dessous, Vaud). *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne 188* (et : *Bull. Soc. vaudoise Sc. nat. 70*, 405-420).

GABUS, J. H. (1958). — L'Ultrahelvétique entre Derborence et Bex. *Mat. carte géol. Suisse (N. s.) 106.*

GOGUEL, J. (1950). — L'influence de l'échelle dans les phénomènes d'écoulement. *Geol. Mijn. 12*, 346-351.

HUMBERT, M. (1972). — Les mouvements de terrains. Principes de réalisation d'une carte prévisionnelle dans les Alpes. *Bull. BRGM (2e s.), III/1*, 13-28.

JÄCKLI, H. (1972). — Elemente einer Anthropogeologie. *Eclogae geol. Helv. 65*, 1-19.

JEANNET, A. (1918). — Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises), II. *Mat. carte géol. Suisse (N. s.) 34.*

LUGEON, M. (1932). — Le glissement des hameaux de Montagnon et Produit, commune de Leytron (Valais). *Bull. Murithienne 49*, 84-95.

— (1940). — Feuille Diablerets et notice explicative. *Atlas Géol. Suisse 1 : 25 000, n° 19.*

MARIÉTAN, I. (1923). — Le glissement de terrain de Leytron en 1931-1932. *Bull. Murithienne 49*, 96-107.

RICOUR, J. et TRÜMPY, R. (1952). — Sur la présence de niveaux fossilifères dans le Trias supérieur de la nappe de Bex (Suisse). *C.R. somm. Soc. géol. France 1952/2*, 6-7.

Manuscrit reçu le 25 septembre 1972.