

Cas concret no. 3 : glissement de la Cornalle

Autor(en): **Parriaux, Aurèle**

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **3 (1998)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.09.2024**

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.

Cas concret no. 3:

Glissement de la Cornalle

AURELE PARRIAUX*

Résumé

Le glissement de la Cornalle - Les Luges est un cas typique des mouvements de terrains affectant l'adret lémanique, parcourant le versant des crêtes du bassin jusque dans le lac. Cette masse instable, allongée, est apparue au dernier retrait glaciaire. Elle a causé périodiquement des difficultés sur les voies de communication. Dans les années septante, des travaux de génie civil pour la construction de l'autoroute du Léman ont permis de bien connaître la nature géologique des mouvements, de concevoir et de construire des ouvrages de stabilisation qui sont toujours efficaces aujourd'hui. C'est l'histoire d'un succès de la collaboration étroite géologue - ingénieur civil.

1. Le cas et de ses enjeux

Le versant de Lavaux est connu de la population pour ses paysages idylliques et pour ses vins. Le géologue les connaît aussi, mais sous un aspect moins réjouissant : leur grande instabilité résultant de phénomènes de toutes sortes (glissements anciens prêts à se réactiver à la moindre petite entaille, éboulement de falaises de poudingue menaçant les nombreuses constructions, coulées boueuses etc). Le glissement de la Cornalle - Les Luges (fig. 1) est l'un de ces cas, qui s'est distingué toutefois par une activité importante au cours de l'histoire et qui cause encore des dégâts permanents aux murs de vignes à l'est d'Epesses et aux routes cantonales

C'est le chemin de fer qui fut la première infrastructure importante à devoir défier ces phénomènes. Dans la seconde moitié du siècle dernier, des travaux importants ont été consacrés au franchissement de ces glissements par les deux lignes : Lausanne - Berne à mi-coteau et la ligne du Simplon au pied du versant. Mais à l'époque, la connaissance que l'on avait de ces phénomènes géologiques était encore embryonnaire et les techniques de l'ingénieur n'étaient pas aussi performantes que celles d'aujourd'hui. En particulier, les difficultés d'évacuation des terres expliquent pourquoi les dépressions ont été franchies par des remblais provenant de la creuse des tranchées et tunnels. Or, on sait que les remblais sont en principe défavorables à la stabilité des terrains dans le sens où ils surchargent les masses en glissement potentiel.

* Ecole polytechnique fédérale, Laboratoire de géologie, 1015 Lausanne

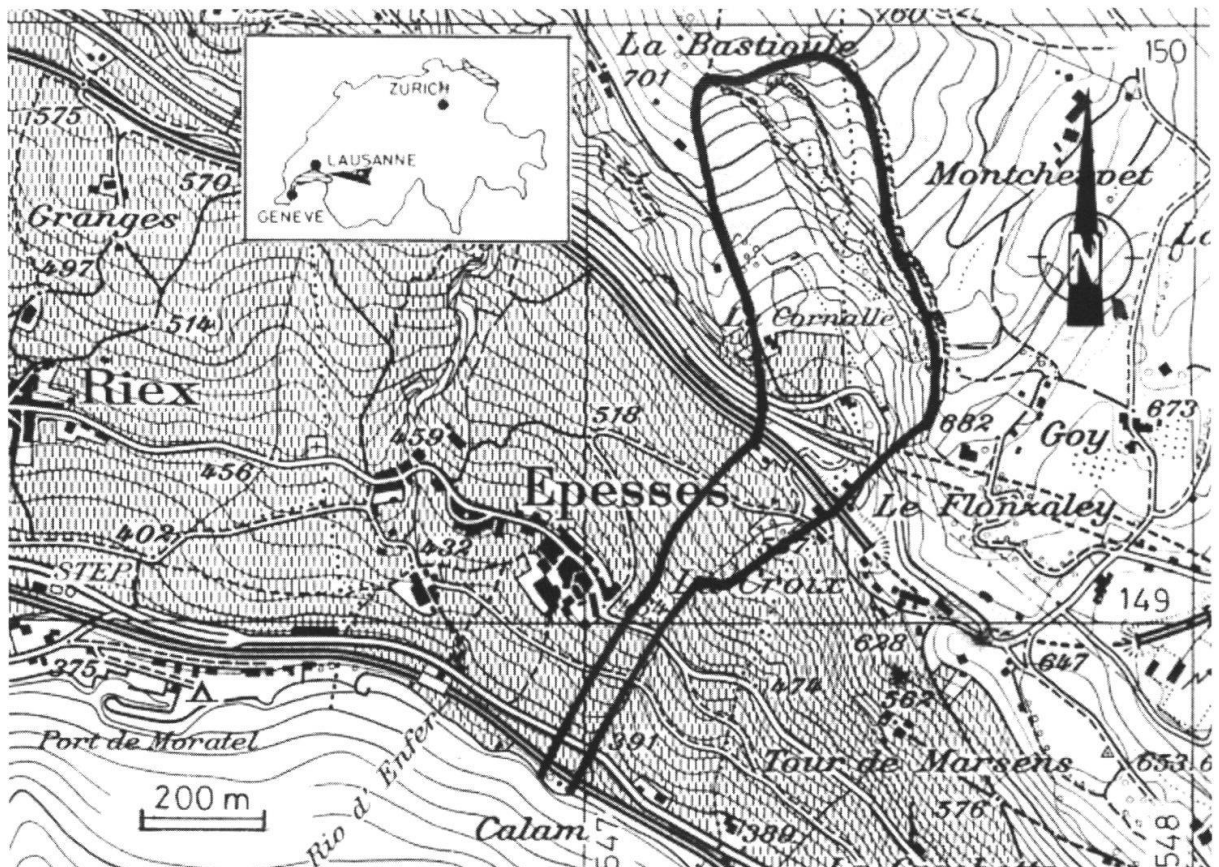


Fig. 1: Le glissement de la Cornalle - Les Luges, un étroit «chenal» instable qui se jette dans le Léman.

Ce n'est qu'un siècle plus tard environ que fut construite la deuxième grande infrastructure : l'autoroute du Léman. Entre Chexbres et Lausanne, les tunnels et viaducs se succèdent traversant de nombreuses zones instables qui parcourent le versant tout entier, depuis la crête jusqu'au Léman. Elle parcourt le versant à mi-hauteur, un peu en amont de la ligne CFF.

Le franchissement du glissement de la Cornalle par ces deux vecteurs de trafic d'époque si différente est très instructif sur l'interaction géologie - génie civil. Nous verrons les apports des reconnaissances géologiques dans le choix de solutions constructives adéquates.

Si le présent article traite du glissement La Cornalle - Les Luges dans son entier, il se concentre toutefois sur le site de franchissement par l'autoroute. Il s'agit en effet des travaux les plus importants effectués dans cette zone et c'est à ces travaux-là qu'a participé personnellement son auteur.

2 Conditions géologiques

2.1 Contexte général

Le glissement de la Cornalle résulte de l'altération des molasse subalpines du Chattien (Weidmann 1988), qui forment le substrat rocheux de Lavaux depuis Vevey jusqu'à Belmont. Au droit de la Cornalle, la roche en place se présente sous la for-

me d'un empilement régulier de couches de marnes, de microgrès et de grès dont l'épaisseur ne dépasse que rarement trois mètres. Elle est parcourue par une fracturation intense provenant de sa mise en place au front des Alpes. Près de la surface, les mécanismes de l'altération agissent avec efficacité : les grès perdent en partie leur cohésion par la dissolution de leur ciment calcaire en contact avec les eaux acides du sol; les marnes et les grès marneux se fragmentent en raison de leur sensibilité à l'eau et au gel; elles acquièrent ainsi un comportement plastique.

La plupart des glissements de Lavaux se sont déclenchés lors du dernier retrait glaciaire de la dépression lémanique, il y a une quinzaine de milliers d'années.

2.2 Conditions locales

Le glissement de la Cornalle, dans sa morphologie actuelle, est marqué à son sommet par un paquet de roches qui s'est affaissé d'une trentaine de mètres (fig 1), à la faveur d'une direction de fissuration privilégiée. La structure stratifiée originelle est peu perturbée par ce mécanisme. Puis, ce paquet passe peu à peu à des masses plus informes dans lesquelles l'arrangement sédimentaire est progressivement détruit. Finalement, au droit des fondations de l'autoroute, le glissement est constitué d'une pâte homogène isotrope d'argile à blocs de grès épars, sans aucune structure. Cette masse glisse en profondeur sur les couches de la roche en place par l'intermédiaire d'une surface lustrée et striée.

Le substrat rocheux joue ici un rôle particulièrement défavorable en raison du pendage des couches (voir 2.4) et des propriétés hydrogéologiques qui sont celles d'un aquifère fissural typique de la molasse subalpine (Parriaux et al. 1990). Des sources alimentant Epesses sont du reste captées dans ces roches sous le glissement. Durant les périodes à forte hydraulicité, les diaclases ouvertes exercent une forte charge hydrostatique sous la masse glissée qui tend à la déstabiliser.

2.3 Méthodes d'investigation en vue de la construction

Les reconnaissances géologiques nécessaires pour résoudre le problème de l'autoroute ont été effectuées par le Professeur Arnold Bersier et ses collaborateurs. Elles ont permis d'identifier la géométrie et la nature du glissement, de sa source au tronçon à franchir. On a fait appel à toutes les méthodes géologiques adaptées à ce genre de problème. Un accent particulier a été mis dans la cartographie géologique de détail qui a donné d'excellents renseignements sur la géométrie et la dynamique des masses instables. De nombreux sondages mécaniques ont précisé la taille de ces masses et la nature des terrains en mouvement. Le caractère aquifère des terrains glissés et du substratum ont été confirmés.

A l'endroit du franchissement du glissement par l'autoroute, la masse instable est large d'environ 130 mètres. Son épaisseur varie entre une dizaine de mètres à l'amont et sur la rive ouest et plus de 20 mètres sur le côté est et à l'aval.

Un modèle infographique tridimensionnel (fig. 2) sert de support à cette géométrie et montre également comment les ponts autoroutiers ont été fondés.

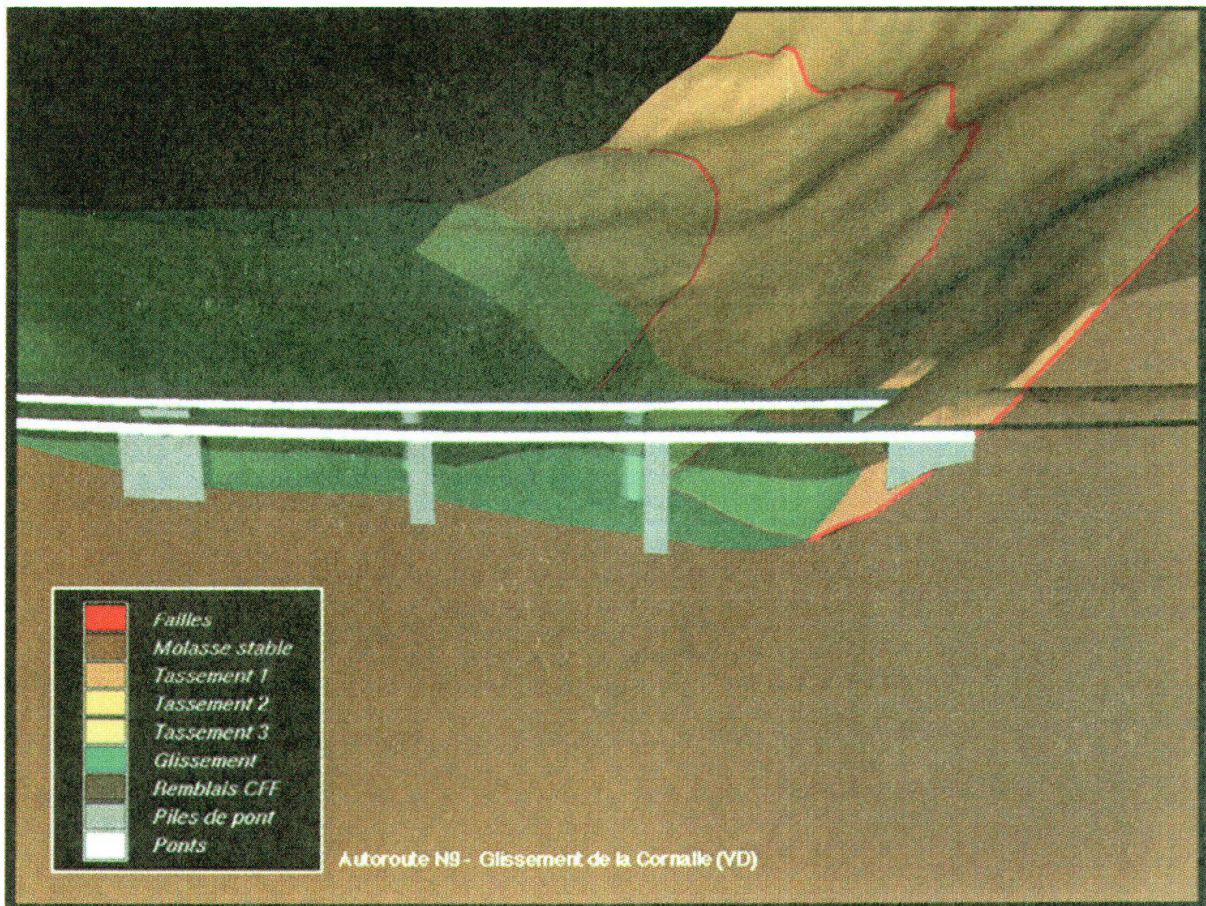


Fig. 2: infographie géologique tridimensionnelle du glissement de la Cornalle dans la zone du franchissement par l'autoroute N9 (tiré de Mayoraz 1993).

2.4. Causes de l'instabilité

Quelles sont les causes de ce glissement qui parcourt ainsi le versant, des crêtes jusqu'au lac ? On pourrait dire, par analogie avec la médecine, que le Lavaux souffre des glissements de manière endémique. Ceci provient d'une manière générale des facteurs géologiques suivants :

- la pente très raide du versant taillé par le glacier du Rhône, qui agit comme effort moteur des mouvements
 - les plaquages glaciaires posés en position d'équilibre limite sur le substrat rocheux
- le pendage des couches souvent orienté vers la pente
 - l'altérabilité du substratum rocheux par les phénomènes de décalcification, de sensibilité à l'eau et au gel ainsi que par la forte fracturation
- le caractère plastique des résidus d'altération des roches molassiques marneuses, donc mouvements de fluage si la teneur en eau est suffisante
- la présence de nappes souterraines fissurales dans les couches de grès du substrat, qui favorise par le bas l'imbibition permanente et la plasticité des masses glissées et des poussées hydrostatiques

En résumé, le glissement de la Cornalle - Les Luges montre une instabilité particulière qui provient surtout des grands paquets de roche affaissée du haut du versant;

ils sont une source abondante de matériel plastique qui ne trouve jamais sa stabilité avant d'atteindre le lac.

2.5 Les risques

Le danger «glissement de terrain» a préoccupé de tout temps les habitants de la région et les ingénieurs des voies de communication. Les études historiques et la datation de débris de bois rapportées dans Bersier et al (1975) semblent montrer que le glissement Cornalle - Les Luges n'a subi que de rares mouvements vraiment catastrophiques à l'échelle de la masse entière. Leur période de retour est de l'ordre de une à deux fois par millénaire; par contre, des accélérations locales du mouvement général lent reviennent plusieurs fois par siècle.

Cette histoire du comportement «naturel» du glissement a rapidement convaincu les ingénieurs du 19 et du 20e siècle que la probabilité du danger était trop importante pour y exposer leurs ouvrages sans tenter de réduire artificiellement le danger. On n'ose songer aux effets d'une coupure de plusieurs mois de la ligne Lausanne - Berne.

3. Travaux de génie civil

Les ingénieurs des chemins de fer ont utilisé au mieux les techniques du génie civil du milieu du 19e siècle. Le remblai utilisé pour franchir le glissement de la Cornalle a été muni semble-t-il d'énormes piles en maçonnerie (Bersier et al., 1975) servant d'«armature». Par les drainages profonds, ils arrivèrent à modérer suffisamment les mouvements pour que ceux-ci soient compensés par la recharge périodique du ballast à la surface du remblai. Cette technique n'est évidemment pas applicable à une autoroute.

Le franchissement du glissement de la Cornalle par la N9 a été un défi pour les ingénieurs du Bureau des autoroutes. Une quinzaine d'années avant l'étude, un mouvement très actif dans cette zone avait bouleversé sa topographie. Les travaux de stabilisation entrepris au siècle dernier par les CFF avaient semble-t-il évité une propagation massive du déplacement vers l'aval. Vu la longueur importante de l'intersection avec le glissement, il s'avérait difficile de construire des ponts sans appuis au droit de la masse instable. En outre, les appuis rocheux de part et d'autre du glissement sont affectés par une tectonisation importante côté Lausanne et des signes d'affaissements légers à l'entrée du tunnel en direction de Vevey.

Pour résoudre l'interaction glissement - ponts, les travaux de construction de l'autoroute ont été basés sur deux principes : la stabilisation de la masse et des fondations spéciales.

3.1 Stabilisation la masse en glissement au droit des fondations du pont.

Le franchissement du glissement par l'autoroute ne nécessitait pas une stabilisation de toute la langue, du sommet du versant au niveau du lac. Il s'agissait plutôt de sécuriser une zone comprenant les fondations du pont et une zone tampon en amont des ouvrages permettant de retenir des mouvements venant du haut. A l'aval, la zone du remblai des CFF avait montré un effet de retenue assez convaincant lors des

grands mouvements de 1950. C'est donc en tout un tronçon de quelque deux cents mètres qu'il fallait maîtriser en amont des voies CFF.

Le principe de la confortation a été axé sur les mécanismes hydrogéologiques : couper la charge hydrostatique sous le glissement était visiblement le moyen le plus efficace d'agir à long terme.

Pour ce faire, il a fallu drainer les eaux profondes par une galerie nouvelle implantée dans l'axe de la masse glissée, à cheval sur la surface de cisaillement. Elle capte ainsi à la fois la base du glissement et la roche en place (fig 3). Des puits forés depuis la surface et remplis de béton poreux amènent encore à la galerie les eaux rencontrées dans la masse glissée elle-même.

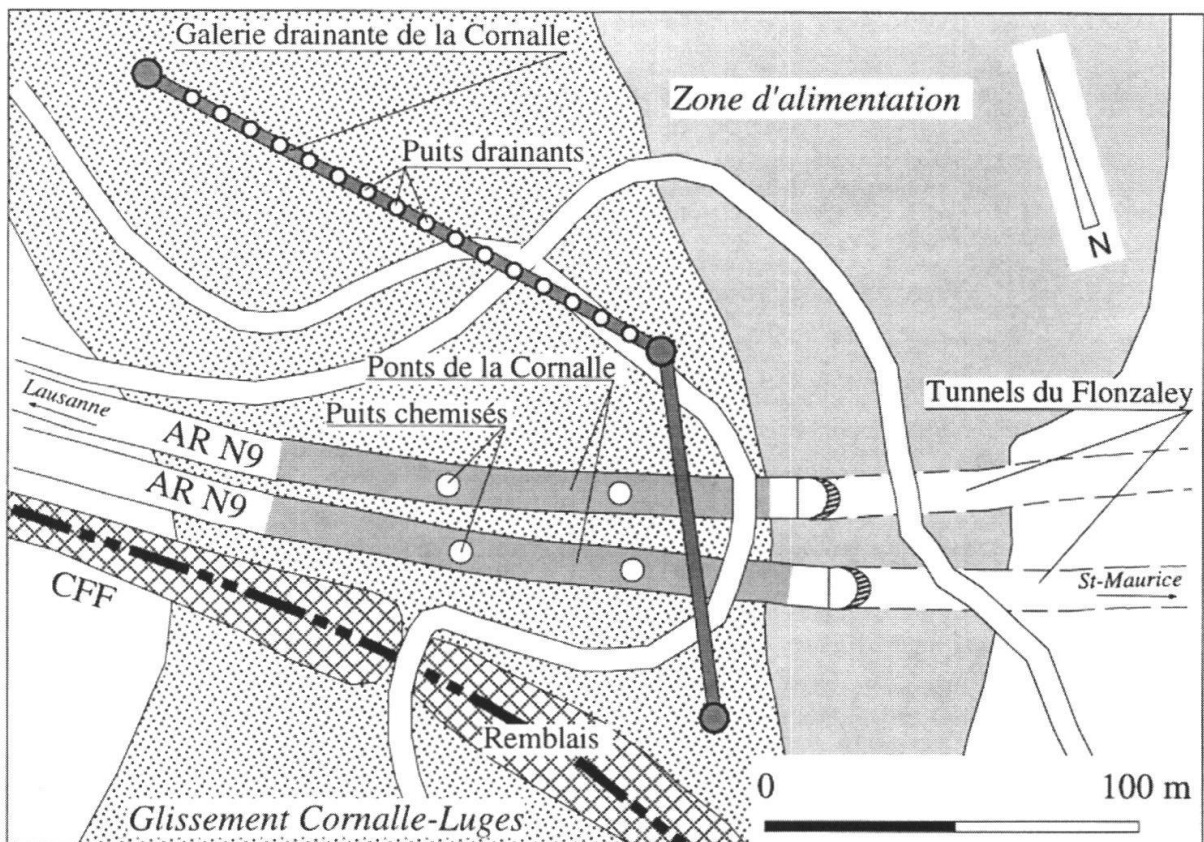


Fig. 3: galerie de rabattement des eaux souterraines, avec puits drainants (d'après documentation du Bureau des autoroutes du canton de Vaud).

3.2 Fondation spéciale des piles des ponts

Les fondations des deux viaducs franchissant le glissement ont prévenu toute éventualité de déplacement grâce à la technique des piles chemisées (fig 4). L'espace entre le puits, solidaire du glissement, et la pile implantée dans la roche en place permet d'absorber un éventuel déplacement résiduel et d'intervenir le cas échéant avant que la fondation du pont ne se déplace.

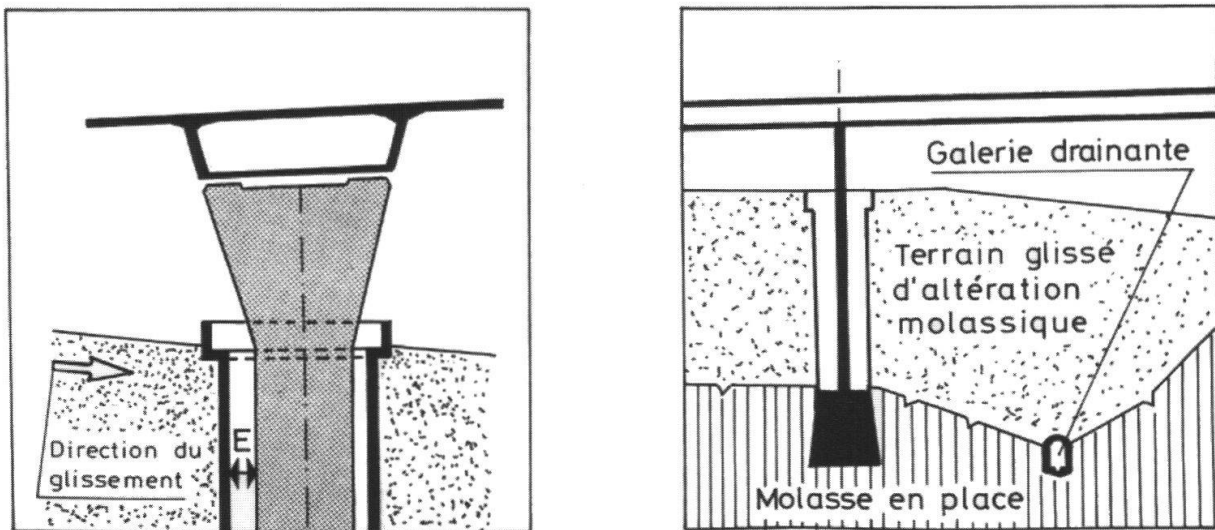


Fig. 4: piles chemisées dans les puits de fondation du pont; l'espace E permet un éventuel déplacement du glissement sans mettre en péril gravement l'ouvrage (d'après documentation du Bureau des autoroutes du canton de Vaud).

4. Résultats des travaux

Il y a maintenant environ 25 ans que ces ouvrages de stabilisation ont été construits. Les contrôles effectués par le Bureau des autoroutes n'ont montré aucun mouvement notable susceptible de détériorer cette voie de communication importante. Durant les dernières dix années au minimum, les CFF n'ont pas eu à recharger particulièrement leur remblai. Pourtant, plusieurs mouvements ont été observés durant cette période plus en amont, dans la zone d'alimentation du glissement. Le concept de stabilisation a donc fait ses preuves sur un quart de siècle.

La partie inférieure de la langue glissée (Les Luges) est restée en activité ces dernières années. Les travaux qui y ont été entrepris en tout temps n'ont pas obtenu de stabilisation généralisée. Actuellement, le bureau Karakas et Français exécute des travaux de confortation dans la partie médiane.

Après la réalisation de ces travaux, comment évaluer le risque que courent la ligne CFF et l'autoroute ? Il est en principe possible de calculer un risque (produit de la probabilité d'un événement catastrophique et de son coût). Cette opération est cependant extrêmement difficile surtout en raison des critères permettant de déterminer la période de retour d'un événement de glissement qui rendrait inutilisables ces infrastructures.

Plutôt que de se hasarder dans des nombres fortement contestables, nous dirons que les travaux de construction de l'autoroute ont fortement amélioré les conditions naturelles et qu'ils constituent la meilleure sécurité raisonnablement possible. Il reste toutefois que la probabilité d'un événement destructeur n'est pas nulle. En effet, les processus d'accumulation de matière instable en amont du site continuent. Dans ce sens, on ne peut que recommander aux responsables des voies de communication de mettre en place un réseau d'observation géologique, topographique et hydrogéologique, dont les mesures devraient être intensifiées durant les périodes de précipitations exceptionnelles.

5. Conclusion

Lors du franchissement du glissement de la Cornalle par deux voies de communication, les méthodes du génie civil se sont attaquées avec succès aux instabilités naturelles. Cette victoire dure depuis 140 ans pour le train, 30 ans pour la route. Quand et comment la nature reprendra-t-elle ses droits ? Difficile à prédire. Mais facile à surveiller.

Remerciements

L'auteur tient à remercier pour leurs informations M. B. Graf, ingénieur au Bureau des autoroutes VD, M. A. Gertsch, ingénieur aux CFF, ainsi que MM. K. Karakas et O. Français, ingénieurs

Bibliographie

- BERSIER A., BLANC P., WEIDMANN, M.: Le glissement de terrain La Cornalle - Les Luges (Epeses, Vaud, Suisse)
- MAYORAZ, R. 1993: Modélisation et visualisation de structures tridimensionnelles et de propriétés géologiques. Thèse No 1127, EPFL, Lausanne.
- PARRIAUX A., DUBOIS J.D., MANDIA Y., BASABE P. & BENSIMON M. 1990: The AQUITYP project: towards an aquifer typology in the alpine orogen. Memoires of the XXIIInd Congress of IAH, EPFL, Lausanne, Part 1, 254-262.
- WEIDMANN M. 1988: Feuille Lausanne de l'Atlas géologique de la Suisse.