

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 90 (2006)
Heft: 2

Artikel: Le tassement des Monts de Bex : tassement spectaculaire actif ou stabilisé?
Autor: Gabus, Jacques-Henri / Dupraz, Hubert / Parriaux, Aurèle
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-282003>

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: 29.11.2024

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

Le tassement des Monts de Bex: tassement spectaculaire actif ou stabilisé?

par

Jacques-Henri GABUS¹, Hubert DUPRAZ² †, Aurèle PARRIAUX³

Résumé.—GABUS J.-H., DUPRAZ H. et PARRIAUX A., 2006. Le tassement des Monts de Bex: tassement spectaculaire actif ou stabilisé? *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 90.2: 101-111.

Le tassement des Monts de Bex implique un empilement d'écaillles ultrahelvétiques au coeur du Flysch charrié au front de la nappe de Morcles. Il date vraisemblablement de la fin du Würm et peut s'expliquer d'une part par le retrait du glacier du Rhône et peut-être d'autre part par la dissolution du gypse sous-jacent vers l'ouest. Les mesures géodésiques sur une longue période (1920-1995) ont montré que le tassement est actif mais la vitesse annuelle de déplacement est faible, voisine de la précision des mesures.

Mots clés: Tassement, terrain instable, mesures géodésiques, Ultrahevétique.

Abstract.— GABUS J.-H., DUPRAZ H. and PARRIAUX A., 2006. The rotational rockslide of Mont de Bex (Switzerland). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 90.2: 101-111.

The huge Monts-de-Bex rotational rockslide concerns a series of tectonic slices included in the flysch thrust in front of the Nappe de Morcles. It probably dates from the end of Würm and can be explained on the one hand by the retreat of the Rhodanian glacier and maybe on the other hand by the dissolution of the underlying gypsum towards the West. Long term geodesic measurements (from 1920 to 1995) show that the movement is still active even if the annual velocity remains in the order of magnitude of the precision of the measures.

Keywords: Rotational rockslide, landslide, geodetic measurements, Ultrahelvetic Zone.

INTRODUCTION

Dominant à l'est la ville de Bex, ce tassement présente un front large de 2 km et long de 1,7 km. Afin d'en savoir davantage sur l'avenir de cette masse visiblement tassée, le laboratoire de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement de l'EPFL a mandaté le laboratoire de Topométrie qui a entrepris une série de mesures

¹1085 Vulliens

²Laboratoire de Topométrie, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

³Laboratoire de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement (GEOLEP), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.

répétées d'année en année, et ce de 1979 à 1994. Un point (baptisé Point 1000) matérialisé par une cheville de bronze fixée dans un socle de béton coulé dans une masse rocheuse solidaire du tassement allait servir de repère pour mesurer un éventuel mouvement.

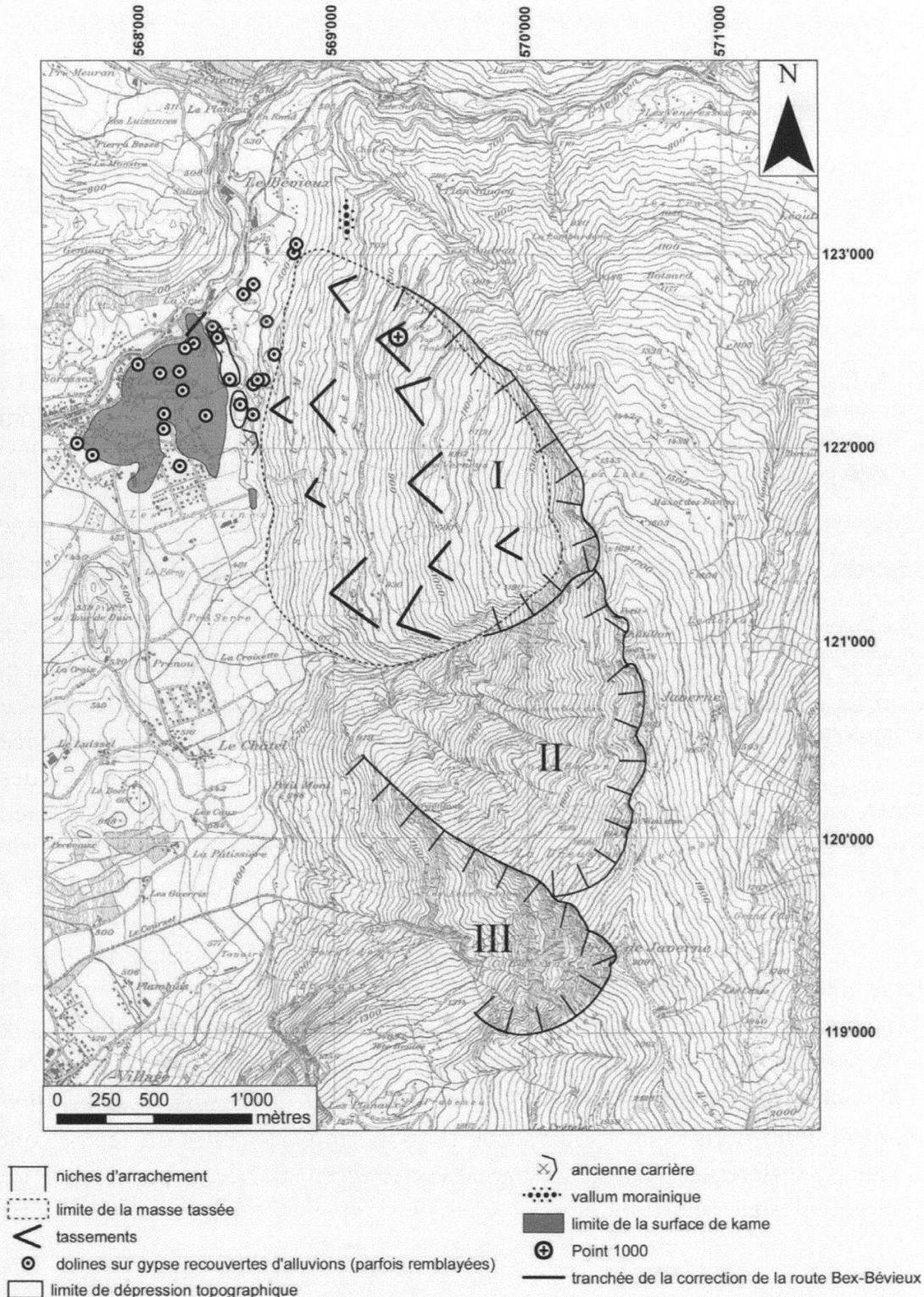


Figure 1.—Carte de situation du Tassement des Monts de Bex.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DU TASSEMENT DES MONTS DE BEX

La niche d'arrachement en falaise culmine à 1600 m d'altitude et la base du tassement atteint, vers 450 m, le niveau de la plaine. Le levé géologique effectué en 1954 laissait supposer que la dissolution du gypse situé à la base de la masse était la cause probable du phénomène (GABUS 1958, BADOUX *et al.* 1971 et 1990). Nous verrons qu'une autre cause est plus vraisemblable. La masse rocheuse déplacée est constituée d'un empilement d'écailles des Unités ultrahelvétiques pincées au cœur du Flysch parautochtone charrié et replissé au front de la Nappe de Morcles. L'ensemble de ces couches présente un plongement de 10° à 15° en direction nord-est ce qui permet de comprendre, pour des raisons de statique, la forte pente du flanc droit de la vallée du Rhône ici orientée sud-nord. Ce plongement axial permet peut-être aussi d'expliquer l'alignement nord-sud des profondes dolines (fond à l'altitude de 437 m, dans la plaine à 445 m) qui bordent le pied du Tassement à l'est du Glarey. Les cartes géologiques (BADOUX *et al.* 1971, 1990) montrent la nature des roches de ce flanc raide de la vallée. Ce sont des écailles des Nappes ultrahelvétiques dont celle de la Tour d'Anzeinde avec, en paroi, les bancs de calcaire massif (Malm) accompagnés des couches de calcaires marneux ou finement gréseux du Crétacé. Ces couches sont étirées, voire renversées, dans le Flysch de la Nappe de Morcles. Celui-ci est constitué de schistes marno-gréseux ou franchement gréseux comme les Grès du Val d'Illiez en bancs épais de plusieurs dizaines de mètres. La masse tassée repose au nord sur le gypse de la Nappe de Bex bien visible à l'affleurement en paroi verticale, très probablement en place, au pied de laquelle, anciennement, une carrière de gypse a été ouverte. Le gypse recouvert d'alluvions, d'éboulis ou de moraine, signale aussi sa présence par de nombreuses et parfois très grandes dolines dans le flanc du versant des Monts de Bex ainsi que dans la plaine étalée à son pied. Par rare chance, en l'année 2000, une doline ouverte était encore accessible sur corde en rappel de 12 m. Cet effondrement en puits ouvert nous a permis de voir le contact entre le gypse au fond surmonté de schistes du flysch sur lesquels repose une paroi légèrement tassée de calcaire du Malm polie et striée par le passage du Glacier du Rhône. Ce Malm est à son tour recouvert de moraine rhodanienne sur le côté nord de l'excavation alors que le côté sud est constitué d'éboulis locaux (568°580 / 122°350).

En fait le tassement des Monts de Bex (figure 1) est le tiers restant d'une masse mobile divisée en trois parties (I-II-III) qui, au cours du temps, ont évolué de différentes façons. Ce tassement est constitué de la part résiduelle d'un gigantesque mouvement des roches du flanc droit de la vallée du Rhône entre Bex, Le Châtel et Lavey-Village.

Le bord de la niche d'arrachement forme la crête sommitale depuis Les Pacorets (947 m), Petit et Gros Châtillon (1836 m) et la Croix de Javerne (2097 m). Ce bord de niche redescend par Tête Brûlée sur le sommet du cône de déjection du torrent *Le Courset*.

Des blocs erratiques témoignent que le glacier du Rhône atteignait, à son extension maximale, au moins l'altitude de 1680 m. Sa disparition entraîne celle de l'appui que la glace exerçait contre le flanc droit de la vallée du Rhône. Du même coup le tassement progresse probablement et selon l'endroit de façon lente ou saccadée voire parfois brutale. Si sur le tassement des plaquages morainiques subsistent, les vallums morainiques latéraux ont par contre disparu, entraînés au fur et à mesure que la glace fondait et que le flanc de la vallée glissait.

Au Sud, le cirque III, ouvert sous La Croix de Javerne, s'est vidé vers l'ouest en brusque écroulement qui a déposé la masse de schistes broyés qui recouvre les collines de Chiètres et a même franchi celles-ci en tombant jusque dans le lit du Rhône. Issu du cirque, un torrent, *Le Courset*, étale alors son cône d'alluvions sur les débris de l'écroulement jusqu'au Rhône en aval de Lavey.

Les recherches de BURRI (1962) et de BEZAT-GRILLET *et al.* (1999), mais aussi de WELTEN (1982) qui a étudié les pollens d'un forage effectué dans le petit lac du Luissel (567'600 / 120'300) placent la catastrophe après le Dryas I (environ 13000 BP), mais avant l'Atlantique (environ 8000 à 5500 BP).

Sous l'arête qui joint la Croix de Javerne au Gros Châtillon s'ouvre le grand cirque torrentiel II qui alimente un torrent, *La Croisette*, dont le cône de déjection s'étale vers le nord-ouest au pied du tassement jusqu'à la ville de Bex. Ce cirque correspond à la moitié sud du tassement des Monts de Bex, lequel a entièrement disparu par écroulements suivis d'érosion torrentielle.

En limite du cirque de La Croisette II et du tassement des Monts de Bex I, il est possible de mesurer la hauteur maximale de la niche d'arrachement qui a mis à nu une paroi haute de 230 m qui correspond au maximum du rejet vertical. Vers le nord, nous constatons que la hauteur de la niche va en diminuant pour n'avoir plus que 10 m sous Les Pacorets. La niche n'est alors relayée que par une dépression décroissante qui limite le bombement dû au mouvement de terrain contre le placage morainique rhodanien resté intact (vallum orienté Sud-Nord remarquablement conservé à 660 m d'altitude ; coordonnées: 569'100 / 123'250). Cette dépression aboutit au Sud du Bévieux à 500 m d'altitude. L'épaisseur des roches déplacées peut être estimée entre 100 et 150 m. Le tassement est constitué d'éléments superposés, peu inclinés, alternant avec des fronts rocheux en talus très pentus. Certains éléments ont basculé vers le bas et créé des contre-pentes qui forment des vallons perchés parallèles, en gros, à la vallée du Rhône comme aux Pacorets (chalet forestier: 569'450 / 122'650), sous Les Verneys (569'500 / 122'000) ou au Petit Mont (569'150 / 121'200)). Les zones peu inclinées ont été le plus souvent déboisées et exploitées en pâturages.

SURVEILLANCE GÉODÉSIQUE DU GLISSEMENT

Contexte de l'étude

A partir de 1978, le Laboratoire de Topométrie a instauré une surveillance géodésique des Monts de Bex afin de déterminer si la zone était en mouvement ou non.

Comme dans toute surveillance géodésique, il faut déterminer la position relative d'un certain nombre de repères, matérialisés en des endroits représentatifs de la zone à surveiller. En 1978, seules les méthodes géodésiques traditionnelles (mesures d'angles, de distances et de nivellement) étaient envisageables. Il faut aussi que certains de ces repères soient assez stables pour fournir une référence absolue, afin que les mouvements constatés d'une époque à l'autre puissent être considérés comme des déplacements effectifs.

Dans la zone boisée et de forte déclivité dont il s'agit ici, le problème n'était pas simple à résoudre; la solution choisie devait être économique, cette étude ne disposant d'aucune source de financement. Nous avons proposé: deux dispositifs l'un chargé de mettre en évidence d'éventuels déplacements survenus avant 1979, et un autre destiné à observer dès 1979, périodiquement, le comportement d'un repère unique matérialisé au cœur de la zone à surveiller.

Une reconnaissance effectuée en avril 1979 a permis de former un réseau incluant sept repères de la triangulation officielle établie dans les années 1920 (figure 2): quatre repères situés en plaine, dans la ville de Bex, admis comme stables après inspection locale et examen de leurs documents signalétiques, et trois repères situés dans le périmètre à contrôler.

En soixante ans, l'évolution de la végétation et du territoire construit avaient rendu impossibles un certain nombre de visées d'origine, et il a fallu adapter le réseau par quelques stations excentrées.

Les mesures ont été effectuées selon les règles officielles de la triangulation qui garantissent une précision et une fiabilité de l'ordre de 1 à 3 centimètres, notamment grâce à l'apport de la mesure électronique des distances. Sur la base des mesures et des calculs de compensation effectués, nous pouvons faire les constatations suivantes:

– Après un calage soigné sur les repères admis comme fixes, la comparaison des coordonnées de 1920 et de 1979 fait apparaître des différences - même entre les points supposés stables - comprises entre 3 et 8 centimètres, en planimétrie et en altimétrie, sans systématique claire.

– Ces tiraillements sont du même ordre de grandeur que l'imprécision communément admise pour les triangulations des années 1920, moins précises que les mesures actuelles à cause de l'absence de moyens permettant de mesurer des distances et d'effectuer des compensations rigoureuses. A cela s'ajoute l'éventualité que certaines bornes aient eu à subir de légers déplacements dus à

l'activité humaine ou à des tassements locaux. Il est donc impossible d'attribuer ces écarts plutôt à des imprécisions originelles, ou plutôt à des déplacements effectifs correspondant à un mouvement généralisé de la zone à surveiller.

Quelle que soit la cause de ces écarts, ils excluent des déplacements supérieurs à 10-12 centimètres survenus en soixante ans: il se peut même que les repères n'aient pas bougé du tout. Cette conclusion est importante, puisqu'elle exclut pratiquement dans cette zone tout glissement qui excéderait une vitesse moyenne de 2 mm /année.

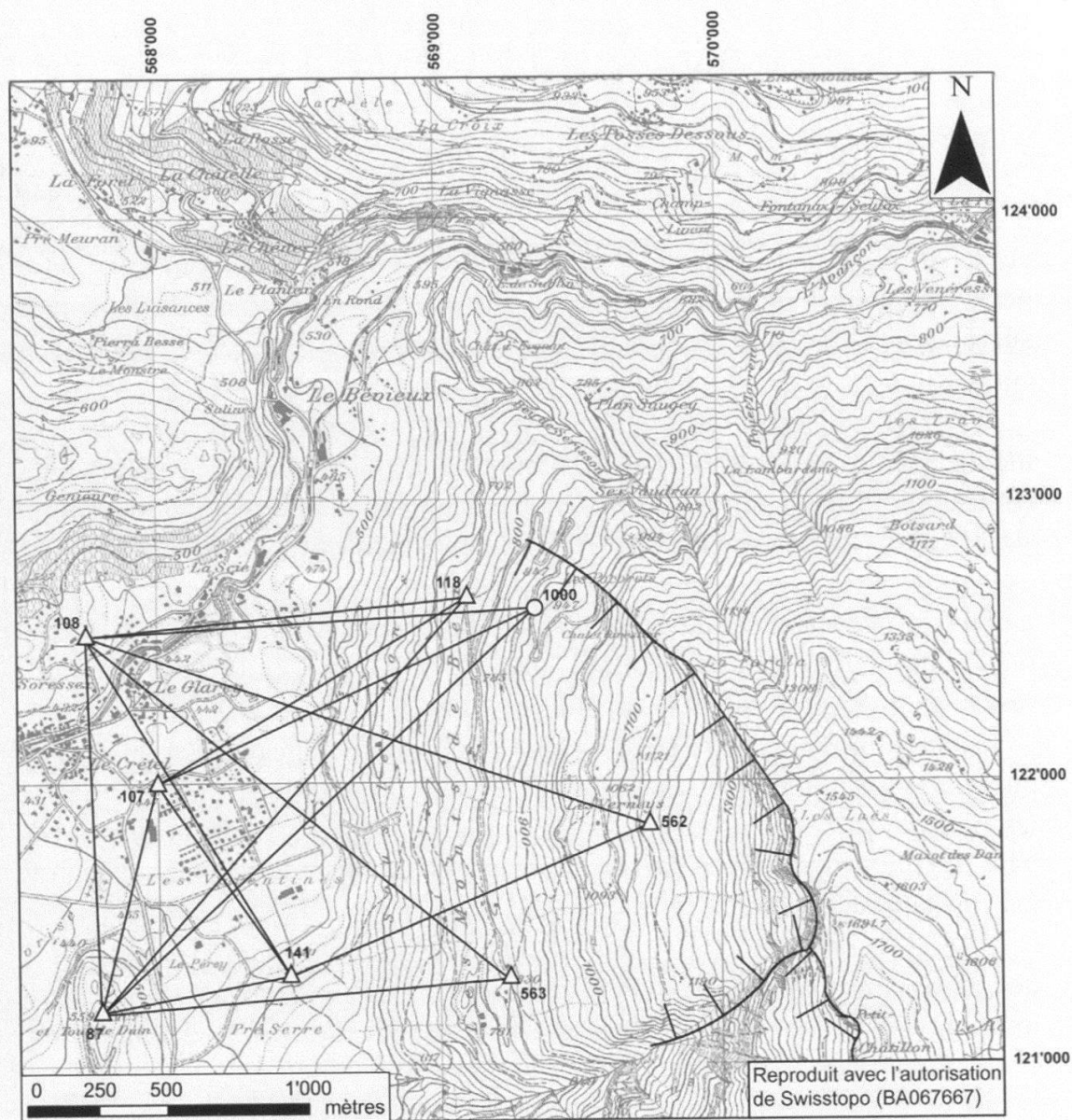


Figure 2.—Réseau géodésique mesuré en août 1979. Les points 87, 108, 118 et 141 sont considérés comme stables; les points 118, 562 et 563 ont servi pour le contrôle du mouvement de la masse tassée.

La surveillance du Point 1000 entre 1979 et 1994

Sur la base de ce premier constat et vu l'absence de ressources financières, un dispositif minimal s'imposait. Un nouveau repère, appelé «Point 1000», a été matérialisé approximativement à la cote nationale 569'350 / 122'618 / 902. Son emplacement a été choisi pour être représentatif de la zone à surveiller et pour offrir des visées vers cinq repères stables et accessibles situés en ville de Bex, dans la direction de la plus grande pente (figure 3).

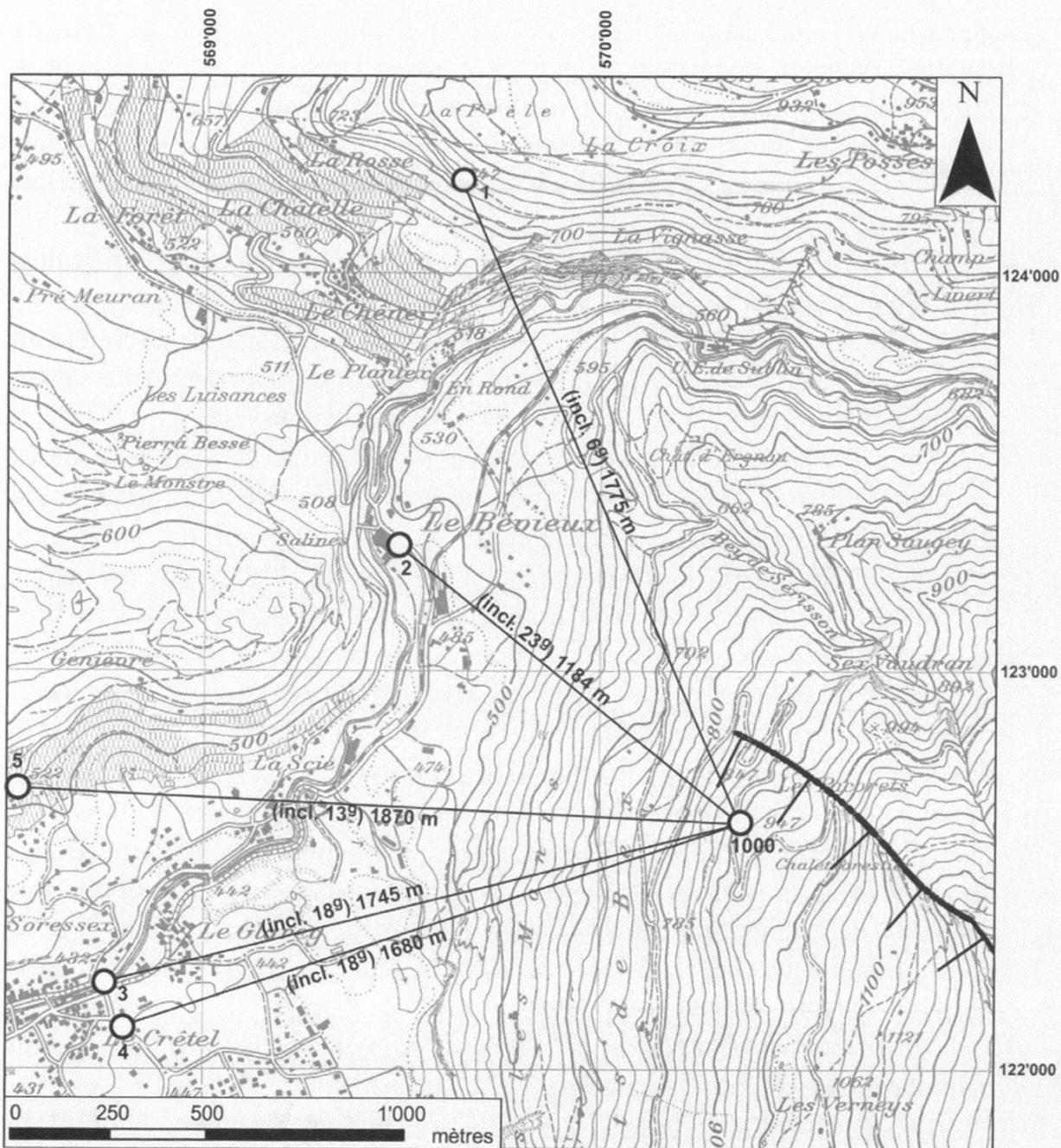


Figure 3.—Dispositif de contrôle du point 1000, les points 1 à 5 étant les points de visée.

Il était en effet impossible de relier le Point 1000 à des repères stables plus proches, d'une part parce que la niche d'arrachement est relativement vaste, et d'autre part parce que l'endroit, fortement escarpé et boisé, n'offre d'ouverture que vers l'aval. Ces cinq visées ont des longueurs comprises entre 1100 et 1900 mètres et des inclinaisons comprises entre 6 et 23 gons. Les mesures ont rapidement montré que les observations angulaires, à cause de conditions défavorables d'éloignement, de réfraction et de contre-jour, ne pouvaient pas avoir la même précision que des mesures électroniques de distance. De plus, ces dernières sont plus rapides, plus économiques et restent possibles même quand la visibilité est faible. En procédant à chaque époque sur des trépieds installés à hauteur constante, on pouvait comparer directement des distances obliques - évidemment après correction météorologique - mais sans calcul de réduction à l'horizontale, ni passage par des coordonnées. Le constat était immédiat: si la distance devenait plus courte, c'est que le Point 1000 glissait vers le bas!

En principe, ce dispositif était d'une simplicité extrême. Des difficultés surgirent néanmoins:

- La forêt située à l'aval, sur le chemin des visées, à l'état de pépinière en 1979, grandit plus vite que prévu, et nous priva peu à peu des visées nécessaires, malgré l'égilage régulier et énergique du forestier responsable.

- Entre 1979 et 1985, la mesure électronique des distances a fait des progrès constants, de sorte que comparée aux mesures successives, la référence de 1979 devenait toujours plus imprécise!

Au total, nous disposions finalement de treize époques, toutes de précisions différentes, qu'il fallait évidemment pondérer soigneusement pour en tirer un diagnostic valable. Nous avons choisi de compenser ces treize séries de mesures dans un même calcul, avec les précisions basées sur l'expérience et sur les indications des constructeurs. Ce calcul de synthèse est résumé par la figure 4.

On peut en tirer les conclusions suivantes:

- L'incertitude cumulée due aux centrages, aux paramètres météorologiques et au calibrage des appareils successifs donne une image mi-chaotique mi-cohérente du comportement du Point 1000. Un déplacement vers l'ouest-nord-ouest, c'est-à-dire dans la direction de la plus grande pente, est toutefois possible voire probable.

- Entre 1979 et 1994, ce déplacement est globalement de 30 à 40 mm, soit en moyenne de 2-3 mm par année.

- L'appareil MED utilisé en 1979 - année de référence - était un KERN DM 501, caractérisé par un écart-type ($1 \times \sigma$) de ± 12 mm, donc par un intervalle de confiance d'environ 30 mm au niveau de confiance 95%.

- L'appareil utilisé dès 1988 - un KERN Mekometer 5000 - était, lui, caractérisé par un écart-type de ± 1 mm, presque négligeable.

– Entre ces deux époques, la précision augmenta régulièrement. Quant à l'incertitude sur le calcul des corrections météorologiques, on peut l'estimer dans ces conditions à ± 5 mm.

Finalement, la principale source d'incertitude provient des époques les plus anciennes, et peut s'évaluer à 30-40 mm au niveau de confiance 95%.

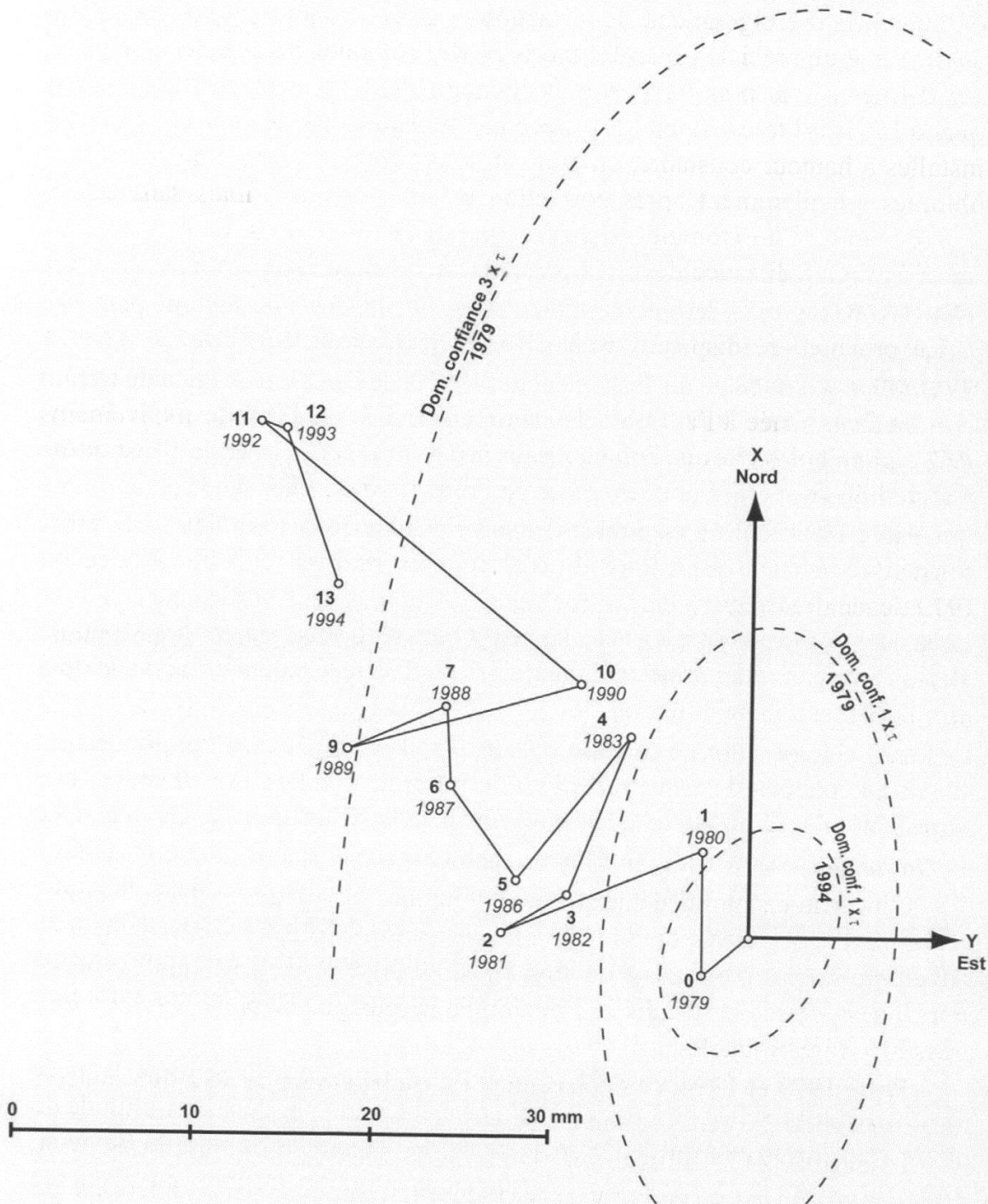


Figure 4.–Surveillance géodésique du Point 1000 entre 1979 et 1994; déplacements et ellipses de confiance.

– On se retrouve dans la même situation que pour le réseau de 1979: les déplacements ne sont pas assez importants pour être hautement significatifs, mais les résultats excluent un déplacement qui excéderait 40 à 50 mm sur cette période. Le dispositif de surveillance du Point 1000 est aujourd'hui obsolète à cause de la croissance de la forêt. Le Point 1000 est entouré d'arbres trop hauts pour être équipé d'un récepteur GPS.

Les mesures décrites dans ce rapport, malgré leurs imperfections, ont permis d'établir que si la niche d'arrachement est active, sa vitesse moyenne, considérée sur les années 1920 à 1995, est inférieure à 2-3 millimètres par année.

AGE DU GLISSEMENT

Nous avons vu que l'écroulement du cirque sous la Croix de Javerne peut être daté par encadrement entre 13000 et 8000 à 5500 ans BP.

Qu'en est-il de l'âge du Tassement des Monts de Bex? Un examen du terrain en janvier et mars 2000 pour découvrir des traces récentes de mouvements de cisaillement ou de déformations est resté vain. Le rapport de l'Institut de Géomatique-Topométrie montre que le Point 1000 ne s'est déplacé au mieux que de 2 à 3 mm/an. Au pied du tassement et à lui accolée (568'610 / 121'800), une surface plane évoque à 450 m d'altitude une terrasse de kame recouverte par le cône de déjection de *La Croisette* vers le Sud mais bordée par le même cône du côté Ouest. Si ce reste de kame est bien réel, le tassement des Monts de Bex est antérieur au retrait total du glacier du Rhône. Ce dernier devait encore être bordé latéralement par un lac.

En 2004 les travaux de correction de la route Bex-Bévioux ont profondément entaillé le plateau du Glarey. Au lieu de rencontrer la moraine attendue, une stratification sédimentaire correspondant à celle d'un delta a été recoupée (communication orale de M. Burri). L'altitude de la région plane du Glarey (568'200 / 122'300) est exactement identique à celle de la terrasse de kame. Nous voici donc reportés pour la date du tassement des Monts de Bex à la fin du Würm et ce Tassement des Monts de Bex aujourd'hui affecté de mouvements extrêmement faibles est donc le plus ancien de ceux qui sont tombés entre Bex et Lavey vers la vallée du Rhône.

Une dernière conséquence de cette observation est que la dernière avancée du glacier de la vallée de l'Avançon n'a probablement pas dépassé l'altitude du point coté 485 m en aval de l'emplacement de l'usine des Salines du Bévioux. Lors du retrait du Glacier de l'Avançon, la moraine frontale du glacier a été détruite par érosion. Les sédiments arrachés ont été alors transportés et sédimentés dans le lac périglaciaire alors à l'altitude de 460 m sous forme du delta perché du Glarey.

CONCLUSION

En conclusion, si personne ne peut prévoir l'avenir, le Tassement des Monts de Bex ne présente pas, pour le moment, de signes de mouvements alarmants.

Si une analyse de risque en établit l'utilité, un nouveau dispositif géodésique de surveillance devrait probablement s'appuyer sur une méthode GPS différentielle de précision, capable de détecter des déplacements de l'ordre de 1-2 mm sur des distances de plus de 2-3 km. Un réseau matérialisé durablement devrait inclure plusieurs repères répartis dans la zone potentiellement instable, et deux ou trois repères situés en terrain stable. C'est dans ce dessein qu'a été scellé dans la paroi de calcaire massif de l'Urgonien dominant Les Mûriers (566'600 / 120'980) un dispositif de fixation de cible qui permettra le cas échéant de reprendre les mesures. Le contrôle quinquennal de quelques distances par des mesures électroniques de distances de précision aurait une grande valeur de confirmation des résultats GPS, avec un coût assez modique.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Séverine Bilgot pour sa contribution à la mise en forme de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- BADOUX H., GABUS J.H. et MERCANTON C.-H., 1990. Feuille 1285 Les Diablerets, No 88 de l'Atlas géol. de la Suisse, au 1:25'000. Notice explicative par H. Badoux et J.H. Gabus.
- BADOUX H., BURRI M., GABUS J.H., KRUMMENACHER D., LOUP G. et SUBLET P., 1971. Feuille 1305 Dt de Morcles, No 58 de l'Atlas géol. de la Suisse, au 1: 25'000. Notice explicative par H. Badoux.
- BURRI M., 1962. Les dépôts quaternaires de la vallée du Rhône entre St-Maurice et le Léman. *Bulletin Murithienne* 78: 36-60 et *Bull. Géol. Lausanne n° 132*.
- BEZAT-GRILLET E., BEZAT P.-A., BURRI F. et BURRI M., 1999. Le Duzillet-Esquisse environnementale: des plantes, des animaux et des hommes. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.* 19.3: 325-338.
- GABUS J.H., 1958. L'Ultraschweiz entre Derborence et Bex. Mat. Carte géol. Suisse. Nouv. Sér. 106.
- WELTEN M., 1982. Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis. *Mém. Soc. helv. Sc. nat.* 95. 104 p.

Manuscrit reçu le 10 août 2006

