

Utilisation d'anciens plans cadastraux pour l'évaluation des mouvements de terrain

Autor(en): **Dupraz, H. / Durussel, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **80 (1982)**

Heft 11

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-231184>

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.

Utilisation d'anciens plans cadastraux pour l'évaluation des mouvements de terrain

H. Dupraz, R. Durussel

Le glissement de La Frasse est très ancien. Pour mieux chiffrer son mouvement au cours des ans, on a utilisé avec succès les anciens documents cadastraux de cette région, digitalisés et transformés dans le système national. On a pu calculer ainsi les mouvements du terrain depuis les années 1768, 1861 et 1951 jusqu'à nos jours.

Ce travail a également permis de constater une nouvelle fois les difficultés d'intégration des mutations et les problèmes du cadastre juridique dans les régions instables.

Das Rutschgebiet La Frasse ist seit langem bekannt. Um die vergangenen langfristigen Verschiebungen besser zu erfassen, wurden die alten, verfallenen Grundbuchpläne der Gegend digitalisiert, in das Landeskoordinatensystem transformiert und dann erfolgreich verglichen. So konnten die Bewegungen zwischen den Jahren 1768, 1861, 1951 und 1981 ermittelt werden.

Diese Arbeit gab auch Anlass, sich die schwierige juristische Frage erneut zu überlegen, wie Mutationen in Rutschgebieten zu behandeln seien.

1. Introduction

Les points-limites, angles de bâtiments et points-nature figurés sur un plan cadastral, donnent une représentation très simplifiée de l'état du terrain au moment du levé. En de nombreux endroits de notre pays, existent des plans cadastraux établis à différentes époques et conservés dans des archives. En les comparant, on peut obtenir des informations sur l'existence et la rapidité des mouvements du terrain, pour des périodes beaucoup plus anciennes que les observations proprement dites du glissement. La précision de cette méthode dépend naturellement de la qualité des plans, et de la quantité de points identiques levés à plusieurs époques. Son principal défaut est qu'elle ne fournit que la composante planimétrique des mouvements, alors que les variations d'altitude seraient également très utiles à connaître.

Nous disposons, pour la zone centrale du glissement de La Frasse, des relevés suivants:

1981: levé moderne, effectué par des étudiants de l'EPFL

1951: mutation cadastrale importante (nouvelle route cantonale)

1861: plan cadastral de type graphique, encore en vigueur

1768: plan cadastral périmé, conservé aux Archives cantonales vaudoises.

2. Epoque 1981

Lors d'une campagne de mesures, des étudiants de la section du Génie rural et géomètre EPFL ont effectué un levé d'environ 240 points dans la zone centrale du glissement, le long de la

route Le Sépey-Leysin. Ce levé a été rattaché sur des points de triangulation situés hors de la zone du glissement. Sa précision est caractérisée par une erreur moyenne de position de 3 à 5 cm, valeur calculée sur la base des doubles-levés.

3. Epoque 1951

En 1951, une mutation cadastrale importante enregistrait le nouveau tracé de la route sur tout le secteur de notre étude. Les mesures, conservées en archives, nous ont permis de recalculer les coordonnées nationales de 95 points, avec une erreur moyenne de position de 7 à 10 cm, valeur estimée sur la base des doubles-levés et des mesures de contrôle. Nous disposons ainsi pour cette époque de coordonnées issues d'un traitement *numérique*. D'autre part, cette mutation avait été reportée graphiquement sur le plan cadastral en vigueur, établi en 1861. La digitalisation de ce plan (voir plus bas, époque 1861) a permis de calculer des coordonnées *graphiques* pour cette même mutation. La comparaison de ces deux registres met en évidence les

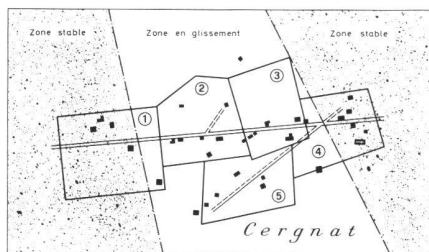


Fig. 1 Plan cadastral de 1861. Répartition schématique des 5 feuilles.

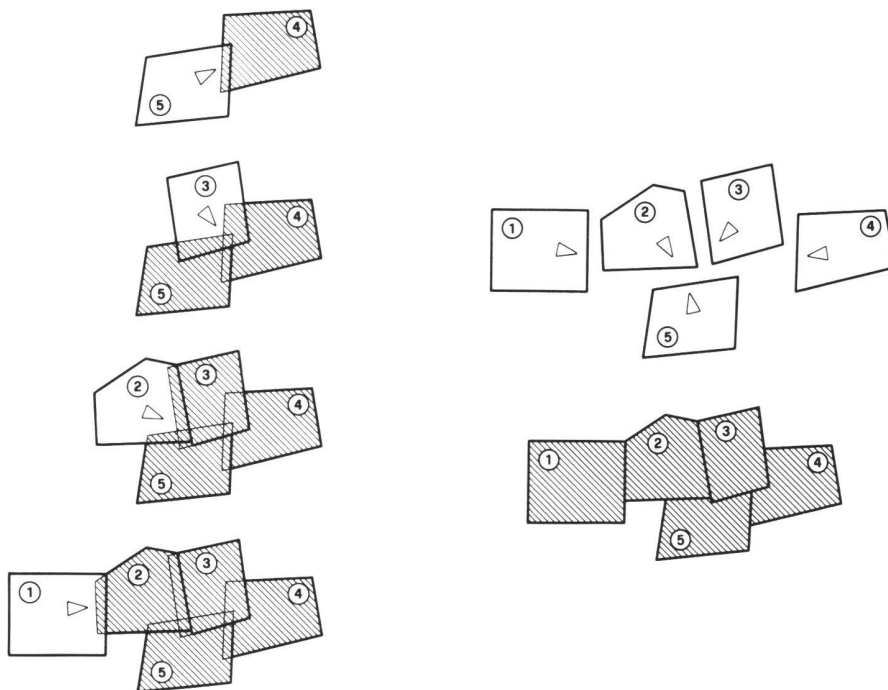


Fig. 2 Possibilités d'assemblage des feuilles. A gauche, un schéma d'assemblage successif. A droite, schéma d'assemblage simultané.

difficultés d'intégration des mutations dans les zones instables. Nous reviendrons sur ce problème au chapitre 7.

4. Époque 1861

Le plan cadastral de 1861, à l'échelle 1:1000, est toujours en vigueur. Il est exécuté sur carton, sans quadrillage. Les points sont piqués (fig.3). Les éléments originaux sont dessinés en noir, les mutations en rouge. La zone touchée par notre étude est répartie sur 5 feuilles, orientées arbitrairement (fig.1).

Pour que la comparaison avec d'autres époques soit possible, nous devons obtenir pour tous les points des coordonnées dans un système unique, le système national. Dans ce but, nous avons *digitalisé* les 5 feuilles, chacune dans un système local arbitraire. Le choix des points digitalisés doit permettre d'*assembler* les feuilles les unes

aux autres sur la base des points communs appelés *points de liaison*, et de transformer cet *assemblage*, appelé «patchwork», dans le système national en s'appuyant sur des *points d'ajustage* situés hors de la zone instable.

4.1 Digitalisation des 5 feuilles

Nous avons utilisé une installation Contraves, dont la résolution est de 2/100 mm, ce qui correspond pour des plans 1:1000 à 2 cm sur le terrain. Chaque feuille a été digitalisée deux fois, à titre de contrôle. Les écarts moyens entre deux digitalisations d'un même point, calculés pour chaque feuille, sont compris entre 5 et 8 cm.

4.2 Assemblage des feuilles

On peut procéder à l'assemblage successif ou simultané des feuilles. Pour l'*assemblage successif*, on choisit un ordre d'assemblage, et on ajuste

chaque feuille aux précédentes par une transformation de coordonnées basée sur les points communs aux deux parties à ajuster. Malheureusement, lorsque les feuilles ne sont pas strictement disposées en bande, le résultat dépend de l'ordre choisi pour leur assemblage. Pour éviter cet arbitraire, on peut procéder à un *assemblage simultané*, réalisant d'un seul coup la jonction de toutes les feuilles et la transformation de l'ensemble dans le système national.

Un tel calcul a pu être effectué grâce à un programme d'aérotriangulation mis à disposition par l'Institut de Photogrammétrie EPFL, et normalement destiné à l'assemblage et à l'orientation de modèles photogrammétriques indépendants.

Dans chacun de ces deux procédés, l'assemblage se fait par une ou plusieurs transformations de Helmert. Cela

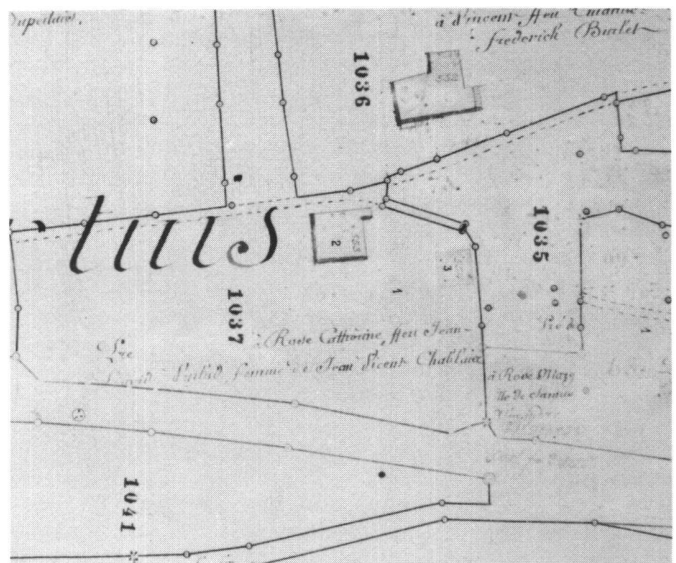
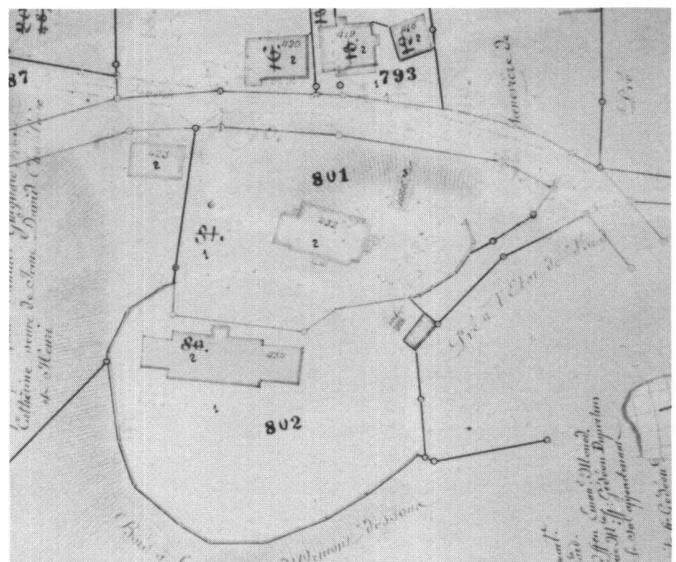
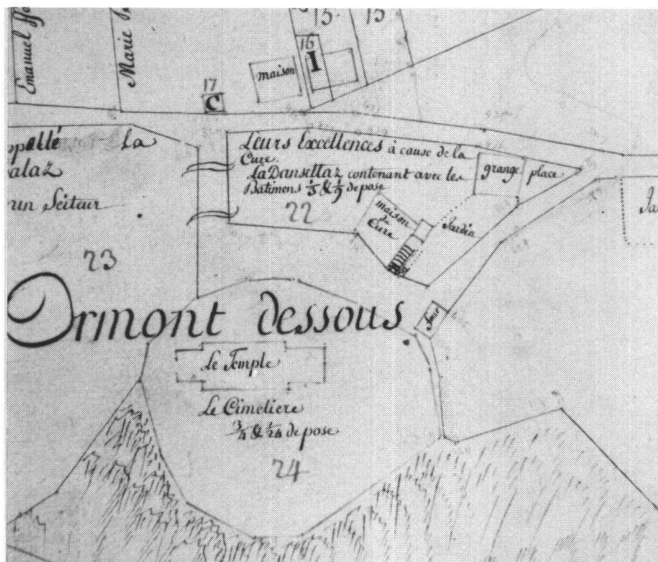


Fig. 3 Deux extraits des plans cadastraux de 1861 (à gauche) et de 1768 (à droite). Leur comparaison laisse deviner les difficultés de sélection des points identiques aux deux époques.

signifie que chaque feuille est soumise à 2 translations, une rotation et homothétie.

A titre de comparaison, nous avons réalisé pour l'époque 1861 trois patchworks complets: deux par assemblages successifs, avec un ordre d'assemblage différent, et un par assemblage simultané (fig. 2).

Le calcul par assemblage simultané n'a pas apporté de gain de précision sensible, vraisemblablement parce que la répartition des feuilles était trop proche d'une structure de bande. Pour les trois patchworks, l'écart résiduel moyen sur les points de liaison est du même ordre de grandeur et compris entre 24 et 36 cm.

4.3 Transformation dans le système national

Nous avons transformé ces trois patchworks dans le système national, chacun sur la base de 44 points d'ajustage. Dans les trois cas, l'écart résiduel moyen sur les points d'ajustage est du même ordre de grandeur et compris entre 35 et 40 cm.

Nous disposons ainsi de trois registres complets pour l'époque 1861. Leurs comparaisons deux à deux montrent que dans le cas le plus défavorable 400 points sur 420 ont un écart inférieur à 50 cm. L'écart maximum atteint 102 cm. Nous avons cherché à savoir si l'un des trois assemblages était «meilleur» que les autres. Mais nous avons dû constater que les données graphiques et numériques disponibles ne permettaient pas une conclusion sûre: en effet, l'absence d'informations sur la précision des plans, sur d'éventuelles erreurs systématiques dues aux levés originaux ou au retrait du papier, et la mauvaise répartition des points, rendent difficile le choix des hypothèses nécessaires à une analyse rigoureuse. Et une vérification des plans par des mesures sur le terrain est évidemment inutile, puisqu'il s'agit d'une région instable.

Nous verrons heureusement que même avec une évaluation pessimiste de la précision obtenue, les déplacements constatés restent largement significatifs. Ainsi, le but principal de ce travail, la mesure des déplacements à partir des anciens plans cadastraux est atteint.

5. Epoque 1768

Nous avons retrouvé aux Archives cantonales vaudoises un recueil de plans cadastraux à l'échelle 1:1000 établis en 1767-1768 (fig. 3). La zone étudiée est répartie sur 3 feuilles disposées en bande.

Ces plans sont en assez mauvais état, et la correspondance feuille à feuille est

particulièrement imprécise. Compte tenu des expériences précédentes, nous avons choisi l'assemblage par transformations successives (fig. 4).

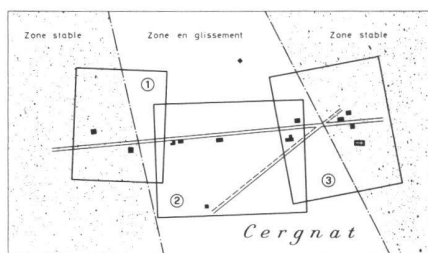


Fig. 4 Plan cadastral de 1768. Répartition schématique des 3 feuilles.

Nous avons digitalisé 109 points, deux fois, avec une précision moyenne de 6 cm, comparable à celle des plans de 1861.

L'assemblage des 3 feuilles a été réalisé par deux transformations de Helmert, avec 8 et 9 points de liaison. Les écarts quadratiques moyens atteignent 124 cm et 188 cm.

La transformation dans le système national a été réalisée avec 17 points d'ajustage. L'écart quadratique moyen de cette transformation est de 206 cm, mais les écarts individuels vont de 40 cm à 426 cm, sans qu'il ait été possible d'éliminer avec certitude l'un

ou l'autre point. Ces chiffres indiquent bien la faible précision de ce type de document. Mais comme pour l'époque 1861, les déplacements constatés restent très caractéristiques malgré cette imprécision.

6. Résultats

Grâce aux opérations précédentes, l'état du terrain est maintenant caractérisé à chaque époque par un registre de coordonnées calculées dans le système national. Sans prétention de rigueur, nous pouvons évaluer l'incertitude sur ces coordonnées ainsi:

Epoque 1981: incertitude maximum sur les points: 0,1 m

Epoque 1951: incertitude maximum sur les points: 0,2 m

Epoque 1861: incertitude maximum sur les points: 1,0 m

Epoque 1768: incertitude maximum sur les points: 3,0 m

Les différences de coordonnées entre deux époques indiquent, aux incertitudes près, les déplacements planimétriques survenus pendant cette période. La figure 5 montre un report graphique brut des déplacements entre 1861 et 1981. La zone en glissement y est très facilement reconnaissable.

Nous avons, de la même manière, calculé et reporté les déplacements depuis les années 1768 et 1951. Nous résumons ces résultats dans le tableau 1.

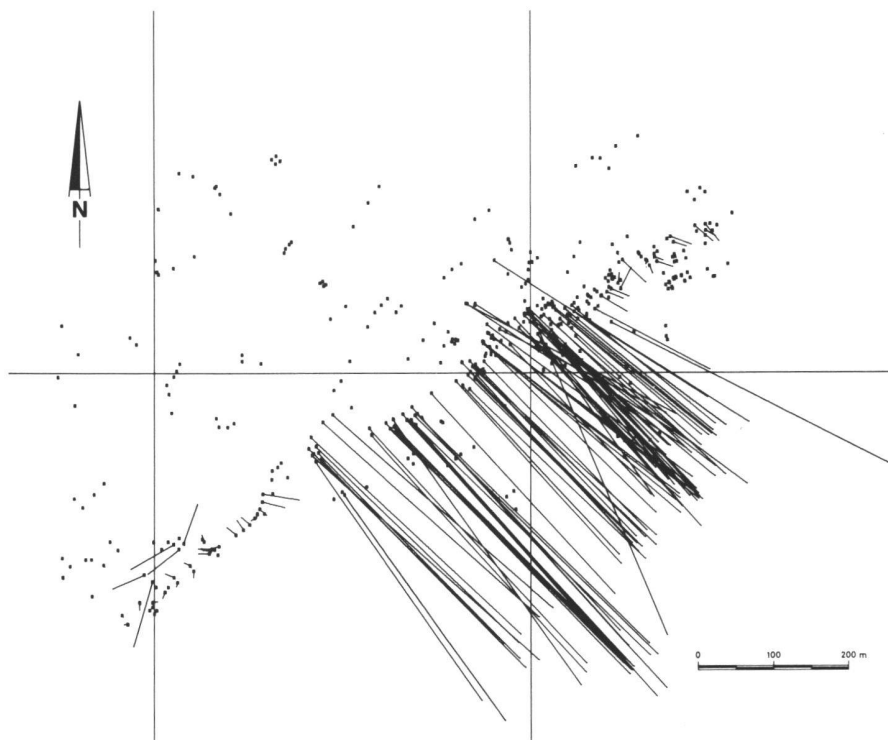


Fig. 5 Report brut des différences de coordonnées entre l'état 1861 et l'état 1981. La taille et l'orientation des vecteurs permet de distinguer immédiatement les zones stables et la zone en mouvement.

Période	Nb. de points	Déplacements		Orientation moyenne (grades)	Vitesses	
		maximum	minimum		max. (cm/an)	min. (cm/an)
1768–1981	19	31 m	18 m	151±10	15	8
1861–1981	51	20 m	10 m	147±7	17	8
1951–1981	50	6,8 m	3,1 m	152±5	23	10

Tableau 1 Synthèse des déplacements globaux entre les époques 1768, 1861, 1951 et 1981.

No de la zone	Nb. de points	Déplacement moyen (mètres)	Orientation moyenne (grades)	Vitesse moyenne cm/an
1	7	15,5±0,4	152±7	13
2	7	18,3±0,8	151±2	15
3	10	12,9±0,4	150±2	11
4	10	13,5±0,4	140±4	11
5	13	10,8±0,7	151±6	9

Tableau 2 Découpage de zones différenciées de déplacement entre 1861 et 1981 (cf. fig. 6)

En analysant plus en détail les résultats graphiques et numériques de la période 1861–1981, nous sommes parvenus à découper la zone étudiée en cinq secteurs obéissant à des déplacements légèrement différenciés en longueur ou en orientation; ils peuvent probablement s'expliquer par des considérations géomorphologiques (tableau 2 et figure No 6). Cette analyse affine considérablement l'information de la deuxième ligne du tableau 1.

7. Problèmes du cadastre juridique en terrains instables

Le constat, à l'aide de documents cadastraux, d'importants glissements et de leur amplitude, est une chose. L'aspect juridique de ces glissements – que devient la propriété foncière? – est un autre aspect que le géomètre ne peut ignorer.

7.1 La législation actuelle

Le législateur «règle» le problème à l'aide de 2 articles du CCS:

- art. 660: «Les glissements de terrain ne modifient pas les limites des immeubles. Les terres et les autres objets transportés d'un immeuble sur un autre sont soumis aux règles concernant les epaves ou l'accès-sion.»
- art. 668: «Les limites des immeubles sont déterminées par le plan et par la démarcation sur le terrain. S'il y a contradiction entre les limites du plan cadastral et celles du terrain, l'exactitude des premières est présumée.»

Cette pratique n'est malheureusement valable que pour les petits glissements superficiels où l'on peut «remettre à leur place» les objets et les limites déplacés. Le glissement séculaire d'une région entière comme celle de La Frasse est

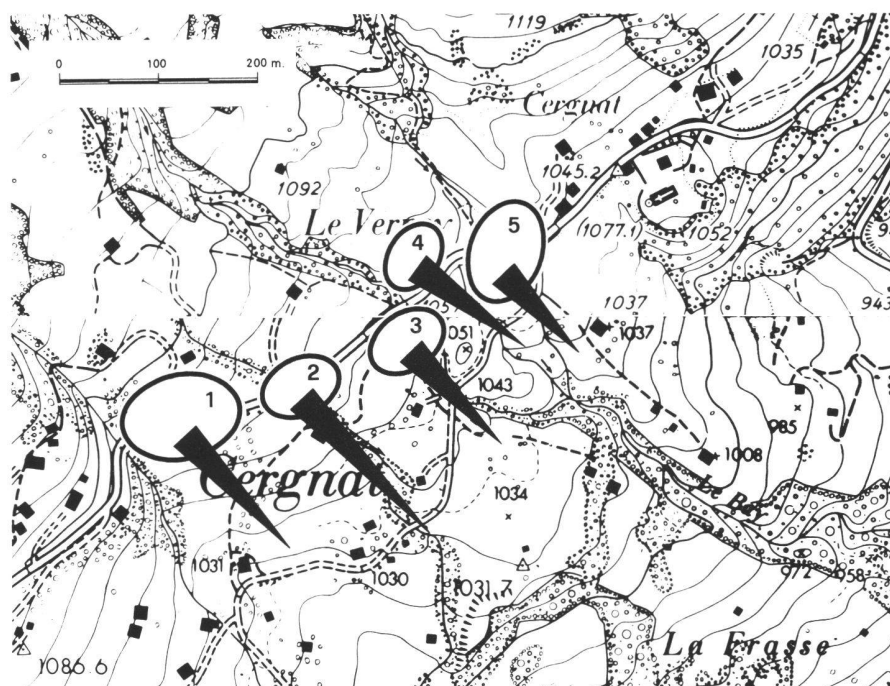


Fig. 6 Illustration du tableau 2: découpage en zones de glissements différenciés. La longueur des flèches est proportionnelle aux déplacements.

d'une autre nature. En pratique, la solution adoptée dans le cadre du cadastre graphique en vigueur dans la région, pratique qui a été mise en évidence par la présente étude, consiste, à partir d'un levé de mutation exact, à adapter en position la réalité nouvelle (glissement + mutation) du terrain au plan original ancien. Cela permet le maintien d'un plan apparemment cohérent et d'une esthétique irréprochable, mais:

- d'un point de vue géométrique, on cache l'avance et la réalité du glissement. On place les éléments mutés en un endroit où ils ne sont plus

réellement, en fonction uniquement de la position des éléments voisins sur le plan.

- du point de vue du droit foncier, on maintient la fiction de l'état juridique du glissement au moment de sa mensuration originale (dans notre cas, 1861).

Pour toute mutation de faible importance à l'intérieur du glissement, on peut encore obtenir une intégration sans problème. Mais pour une mutation qui, comme celle de la route cantonale de Leysin, traverse le glissement de part en part, on obtient un ajustage assez grossier du levé, spécialement aux extrémités du glissement (fig. 7). On voit ainsi que les écarts d'ajustage qui se répartissent de manière relative-

ment aléatoire (en moyenne 0,7 m) dans la zone stable, deviennent systématiques (en moyenne 8,7 m) dans la zone en glissement, avec une rupture à la limite du glissement, qui correspond à un décalage de l'ordre du centimètre à l'échelle 1:1000!

Les solutions techniques à ce problème ne doivent pas être cherchées dans le cadre du cadastre graphique, mais dans le cadre du cadastre numérique, seul intéressant dans une perspective d'avenir. Là, un ajustage empirique n'est plus envisageable. Toute mutation devient l'occasion de constater l'avance du glissement.

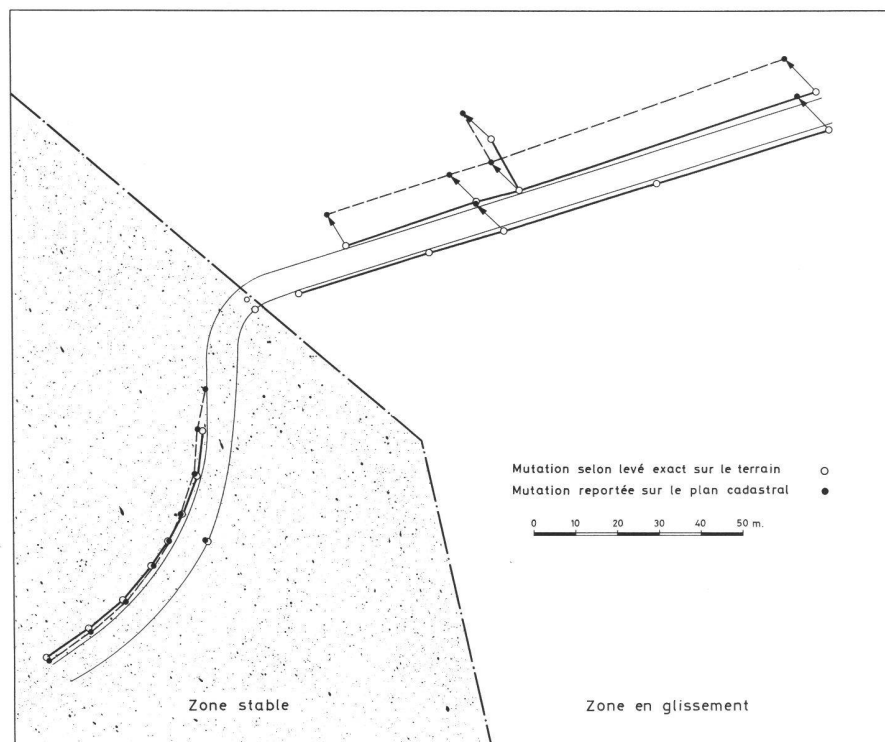


Fig. 7 Extrait des documents graphiques, illustrant la difficulté d'intégration d'une mutation en zone instable. Le conservateur a dû «remonter» les points dans la zone en mouvement, afin de rétablir une cohérence artificielle avec le voisinage.

La législation étant notoirement insuffisante, une pratique doit être lentement testée, afin de pallier à cette lacune du droit foncier par l'émergence progressive d'une nouvelle jurisprudence.

7.2 Eléments de solution

7.2.1 Technique géométrique

Le principe de base à appliquer est que tout levé de mutation doit rendre compte explicitement de l'état réel, en coordonnées, de tous les points levés (qu'ils soient mutés ou non). Cela ne constitue plus, aujourd'hui, une opération d'une difficulté majeure, grâce à la mesure électronique des distances qui permet de rattacher facilement des levés locaux à des points situés hors du périmètre de glissement.

A partir de ces levés on peut imaginer deux stratégies:

a) intégration de la mutation dans l'état juridique en vigueur.

Dans le cas de petites mutations touchant un endroit où le glissement est relativement homogène, on peut intégrer la mutation, par transformation de Helmert par exemple, dans les coordonnées en vigueur. On constate le glissement mais on n'en tient pas compte à court terme, en faussant un peu les coordonnées nouvelles, falsification rattrapable par la suite.

b) correction de l'état juridique.

Périodiquement, ou sur demande, ou à l'occasion d'une mutation importante,

on rattache un semis de points bien répartis dans le glissement à des références extérieures au glissement et on réajuste l'ensemble, on corrige le Registre Foncier (gains et pertes éventuels), et on effectue une péréquation de compensation entre propriétaires. A cette même occasion, on peut également effectuer les opérations suivantes:

- rectification locales, sur le terrain, pour sauver ou rétablir des éléments géométriques importants (alignements CFF par exemple), ou pour compenser en terrain certains transferts.
- mensuration de certaines déformées particulières pour établissement de leur importance et leur compensation.
- nouvelle mensuration globale en cas de modification profonde et fortement diversifiée de l'ensemble du périmètre. Les techniques photogrammétriques peuvent être, en ce cas, utilisées avec beaucoup de profit (levé constituant un «instantané» de l'état du terrain).

7.2.2 Pratique juridique

L'idée de base de la propriété foncière s'appuie sur le fait que l'on a affaire à un immeuble en principe stable et immobile dans la nature. L'évolution très lente, à l'échelle humaine, de la forme de la couche superficielle du globe permet, dans la plupart des cas, cette fiction. Dans les zones glissantes, le

juriste et le propriétaire doivent admettre une modification quasi-constante du fonds et donc des rectifications, corrections et autres compensations périodiques. L'acceptation volontaire de cette dynamique devrait être la règle. La loi pourrait cependant prévoir une intervention de l'autorité de surveillance et du géomètre officiel pour régulariser les situations dans lesquelles des propriétaires récalcitrants refuseraient les modifications juridiques entraînées par un glissement.

8. Remarques finales

La méthode évoquée dans cet article est extrêmement simple. Elle ne nécessite que des moyens d'analyse numérique et graphique courants. Son utilisation dépend naturellement de l'existence de documents cadastraux anciens, qui est loin d'être généralisée. Elle ne fournit qu'une information planimétrique, et donne les meilleurs résultats lorsque les points communs aux deux documents à comparer sont nombreux et faciles à identifier. C'est généralement le cas dans les zones construites depuis longtemps. La fiabilité des résultats augmente avec le rapport entre l'ampleur des déplacements et la précision des plans, mais ces données sont a priori inconnues.

Nous sommes conscients que toutes ces conditions initiales étaient particulièrement bien réunies dans le cas de La Frasse. Ceci explique que les résultats obtenus soient clairs, fiables, et répondent à l'attente des géologues.

Le projet d'Ecole DUTI devra également approfondir la question soulevée au chapitre 7, des difficultés du cadastre juridique en terrains instables, et de la nécessité de compléter la législation qui s'y rapporte.

Bibliographie

- C. Besson: Problèmes juridiques liés à la propriété du sol. Séminaire SIA, EPF-Lausanne 20.2.1980
- H. P. Friedrich: Fehler in der Grundbuchvermessung, ihre Folgen und ihre Behebung. Schw. Zeitschrift für Beurkundungs- und Grundbuchsrecht. Heft 3, S. 131 - 1977
- U. Haftka: Travail de diplôme: glissement de terrain de La Frasse. Archives IGM-EPFL, décembre 1981
- H. Matthias: Die Katastererneuerung. MPG-VPK 10/75. Über Berichtigungsmutationen. MPG-VPK 7/82

Adresse des auteurs:

H. Dupraz
Institut de Géodésie et Mensuration EPFL
Av. de Cour 33, CH-1007 Lausanne
R. Durussel, Géomètre officiel
Le Bugnon, CH-1338 Ballaigues