Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 113 (1990)

Artikel: L'apport de la géodésie à la recherche sur les mouvements de l'écorce terrestre dans le Jura

Autor: Jeanrichard, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89311

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAPHIE / OFFICE FÉDÉRAL DE TOPOGRAPHIE
UFFICIO FEDERALE DI TOPOGRAFIA / UFFIZI FEDERAL DA TOPOGRAFIA

L'APPORT DE LA GÉODÉSIE À LA RECHERCHE SUR LES MOUVEMENTS DE L'ÉCORCE TERRESTRE DANS LE JURA

par

F. JEANRICHARD

AVEC 3 FIGURES

LES MOYENS ET MÉTHODES DE LA GÉODÉSIE

La géodésie est la science qui étudie la forme et les dimensions de la terre. D'abord, on s'est efforcé de déterminer avec le plus d'exactitude possible les dimensions de l'ellipsoïde terrestre, les déviations de la verticale réelle par rapport à cet ellipsoïde et de déterminer ainsi les «vraies» positions et altitudes des points de la surface terrestre. L'étude de la variation de la position et de l'altitude de ces points n'avait lieu que dans des cas bien déterminés: étude de mouvements du terrain ou de mouvements d'ouvrages d'art (barrages, ponts, bâtiments). Depuis une trentaine d'années, la géodésie se préoccupe aussi de déterminer les variations tridimensionnelles de la croûte terrestre et apporte ainsi une contribution quantitative à l'étude de la géodynamique. Ces nouvelles possibilités sont dues au développement de nouveaux moyens d'observation et de calculs, en particulier:

- le développement de télémètres permettant la mesure directe de distances longues de plusieurs kilomètres avec une précision de 1 ppm, pour autant que l'on puisse déterminer la pression atmosphérique et la température de l'air avec une précision d'environ 4 mb et 1 °C respectivement au moment de la mesure de distance;
- le développement des méthodes de positionnement de points à la surface du globe par réception de signaux émis par des satellites (Global Positioning System) permettant la détermination de la position relative de points à quelques millimètres près, quelle que soit la distance entre ces points, à condition que les paramètres des orbites soient connus avec une précision suffisante et que l'influence des perturbations des couches atmosphériques et troposphériques soit convenablement éliminée. Alors que les mesures d'angles et de distances exigent une intervisibilité entre les points, les mesures à l'aide de

récepteurs de signaux émis par des satellites n'exigent qu'un dégagement dans la partie située à partir de 20 grades environ au-dessus de l'horizon. En outre, les mesures peuvent se faire quelles que soient les conditions atmosphériques. L'inconvénient, actuellement, est que le système prévu de 18 satellites (3 satellites par orbite à 20 000 km d'altitude) n'est pas encore entièrement opérationnel et que la fenêtre d'observation n'est que de 12 heures par jour environ;

– le développement des moyens informatiques permettant de traiter de grandes quantités d'observations.

Les méthodes de mesures angulaires à l'aide de théodolites et celles des mesures d'altitudes au moyen de niveaux et de mires graduées (nivellement géométrique) sont toujours en vigueur. Mais il est intéressant de constater que la précision de ces mesures, limitée par les perturbations de l'atmosphère, n'a pratiquement pas changé depuis 70 ans. Un angle peut être mesuré avec une précision d'environ 3^{cc} (secondes centésimales), ce qui correspond à une corde de 5 mm vue à 1 km. Le nivellement géométrique est une méthode lente mais très puissante puisqu'elle permet d'atteindre une précision d'environ 1 mm par kilomètre de ligne et que la propagation des erreurs est proportionnelle à la racine carrée de la longueur de la ligne mesurée. Par contre, la commodité des mesures a augmenté considérablement avec l'introduction de l'enregistrement automatique des mesures pour les théodolites modernes et la mise à l'horizontale automatique de la visée des niveaux.

APERÇU DE L'ÉTAT ACTUEL DE LA RECHERCHE SUR LES MOUVEMENTS RÉCENTS DE LA CROÛTE TERRESTRE EN SUISSE

La répétition de la mesure du réseau du nivellement fédéral, mesuré une première fois entre 1903 et 1925 par le Service topographique fédéral, est la seule possibilité d'obtenir des renseignements quantitatifs sur l'ampleur des mouvements récents verticaux de la croûte terrestre sur l'ensemble du territoire suisse. Cette répétition, commencée après la Deuxième Guerre mondiale, est dans sa phase d'achèvement. Les résultats sont disponibles sur le Plateau, les Alpes et, pour le Jura, le long du polygone Bienne - La Chaux-de-Fonds - Les Verrières - Fleurier - Vuitebœuf - Yverdon - Neuchâtel - Bienne. Les mouvements le long de la ligne La Chaux-de-Fonds - Delémont - Bâle doivent encore être calculés et la ligne Vuitebœuf - Le Sentier - La Cure - Nyon sera mesurée en 1990. La figure 1 montre le réseau du nivellement fédéral et les vitesses de surrection ou d'affaissement d'un choix de repères scellés en des endroits représentatifs, par rapport à un repère de référence situé à Aarburg.

Le projet «Geodynamics» du Conseil international des unions scientifiques a eu une influence décisive sur l'étude des mouvements de la croûte terrestre en des sites bien déterminés. Dans le cadre de ce projet, la Société helvétique des sciences naturelles a soutenu, en 1971, la création de groupes de travail interdisciplinaires couvrant les disciplines scientifiques les plus diverses, telles que la sismique, la géothermie, la radioactivité, la

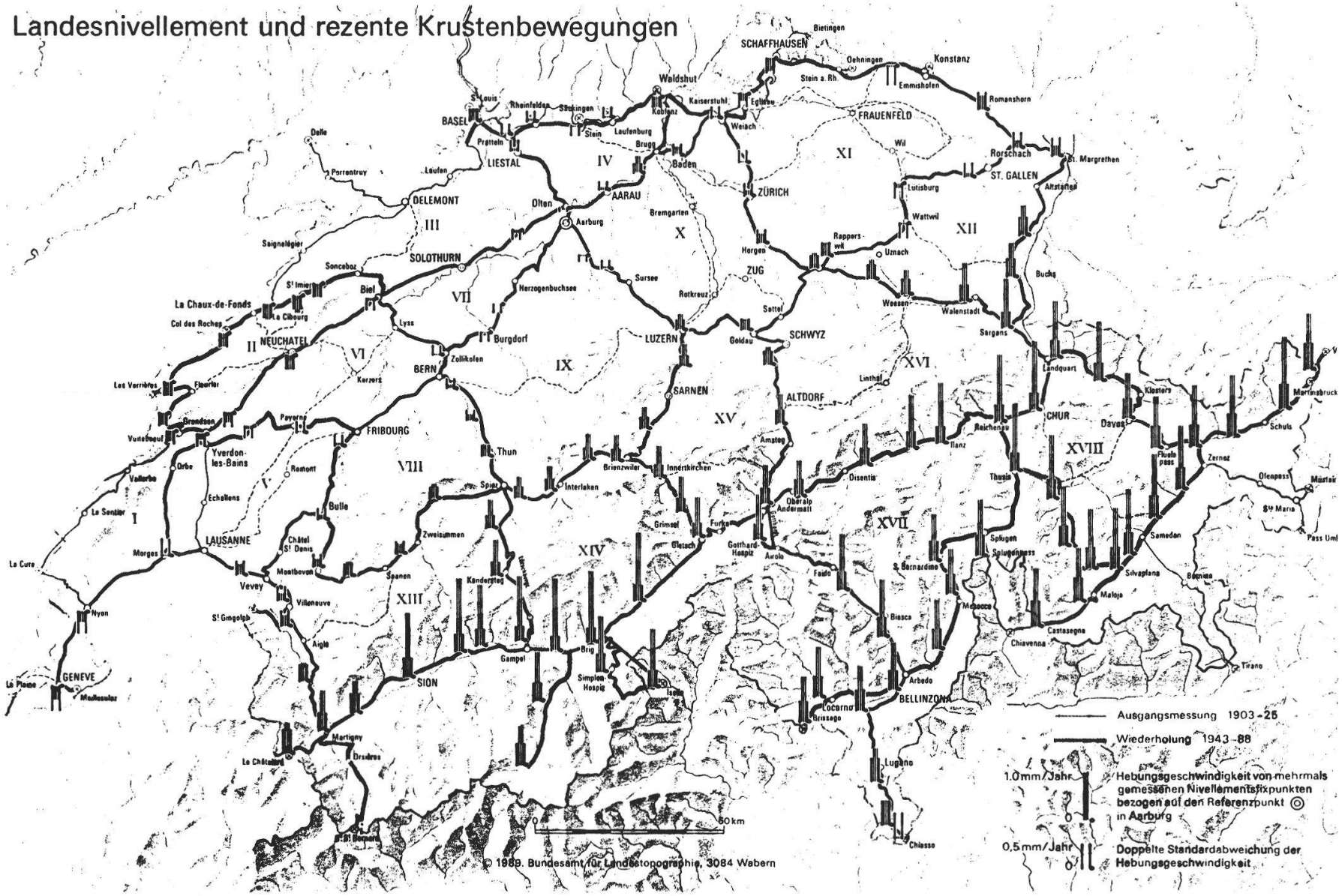

Fig. 1. Réseau du nivellement fédéral et mouvements verticaux de la croûte terrestre.

cinématique et la dynamique des Alpes ainsi que les mouvements de la croûte terrestre. Ce dernier groupe de travail, sous la présidence de M. N. Pavoni, Dr ès sc., a retenu parmi tous les projets présentés, quatre sites pour une étude approfondie et suivie des mouvements:

- la vallée de Joux (décrochement de Pontarlier);
- la région de Bâle (fossé rhénan);
- la région des Schöllenen/Gothard (zone d'Urseren);
- la ligne Rhin/Rhône.

Depuis quelques années, et indépendamment de ce projet, d'autres sites font l'objet de recherches:

- l'analyse des nivellements suisse et de Bade-Wurtemberg dans la région Bâle - Olten - Baden - Kaiserstuhl, ainsi que la première mesure d'un réseau de 25 points entièrement déterminés par la réception des signaux émis par les satellites du système américain GPS (Global Positioning System), par l'Office fédéral de topographie sur mandat de la Société coopérative nationale pour l'entreposage de déchets radioactifs;
- la mise en place de 7 points de part et d'autre de la vallée du Rhône par l'Office fédéral de topographie dans la région de Tourtemagne, déterminés en position et en altitude avec la précision la plus grande possible actuellement et destinés en premier lieu à tester les récepteurs GPS mis sur le marché. La répétition des mesures dans ce réseau permettra également d'obtenir des résultats concernant les mouvements de la croûte terrestre dans cette région.

Un résumé des principaux résultats obtenus jusqu'ici pour tous ces projets a été publié précédemment (JEANRICHARD 1986).

LE DÉCROCHEMENT DE PONTARLIER

L'étude des mouvements horizontaux de ce décrochement a été proposée par le professeur Daniel AUBERT (1971). En juin 1972, le professeur Aubert et l'auteur ont effectué une reconnaissance des lieux et retenu deux sites, l'un situé dans la région du Mont-du-Lac et l'autre dans celle du Pré-de-l'Haut-Dessous. Sur chaque site, il a été possible de placer 4 repères principaux dans la roche en place, correspondant à 4 stations sur lesquelles on peut mesurer tous les angles et toutes les distances possibles. En 1984, également sur la base d'une reconnaissance avec le professeur Aubert, un cinquième point (désigné par les Nos 11 et 12 respectivement sur la fig. 2) a été ajouté à chaque site. Ces repères consistent en une cheville en bronze munie d'une calotte protectrice. Lors des mesures, la calotte doit être enlevée et l'instrument de mesure, placé sur un trépied, est centré au-dessus de la cheville à quelques dixièmes de millimètre au moyen d'un dispositif spécial. Ce système a l'avantage de réduire les déprédations des stations à un minimum mais le désavantage, par rapport à un pilier en béton par exemple, d'exiger un contrôle minutieux du centrage de l'instrument lors de chaque mesure.

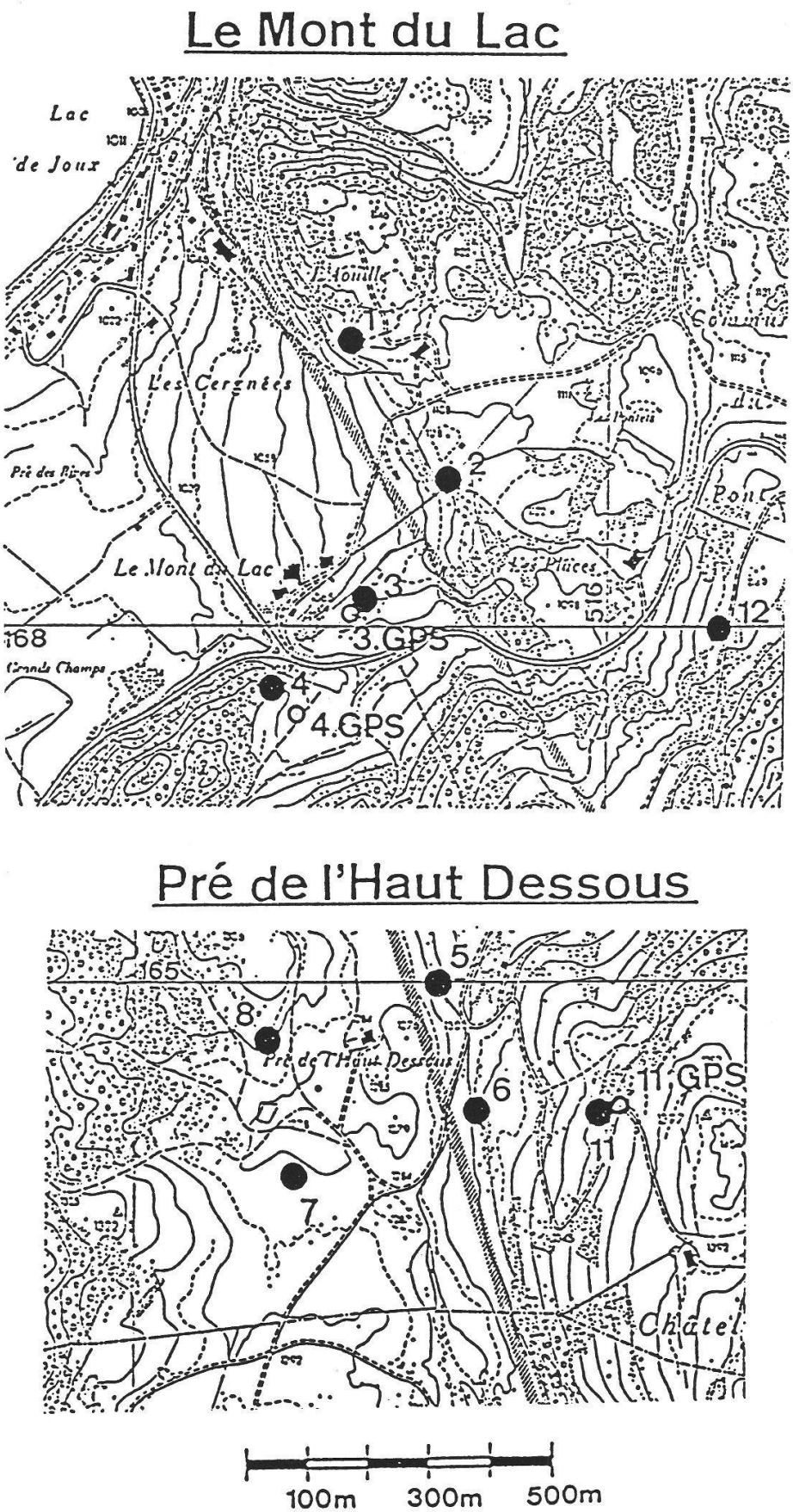

Fig. 2. Situation des stations dans les sites Mont-du-Lac et Pré-de-l'Haut-Dessous.

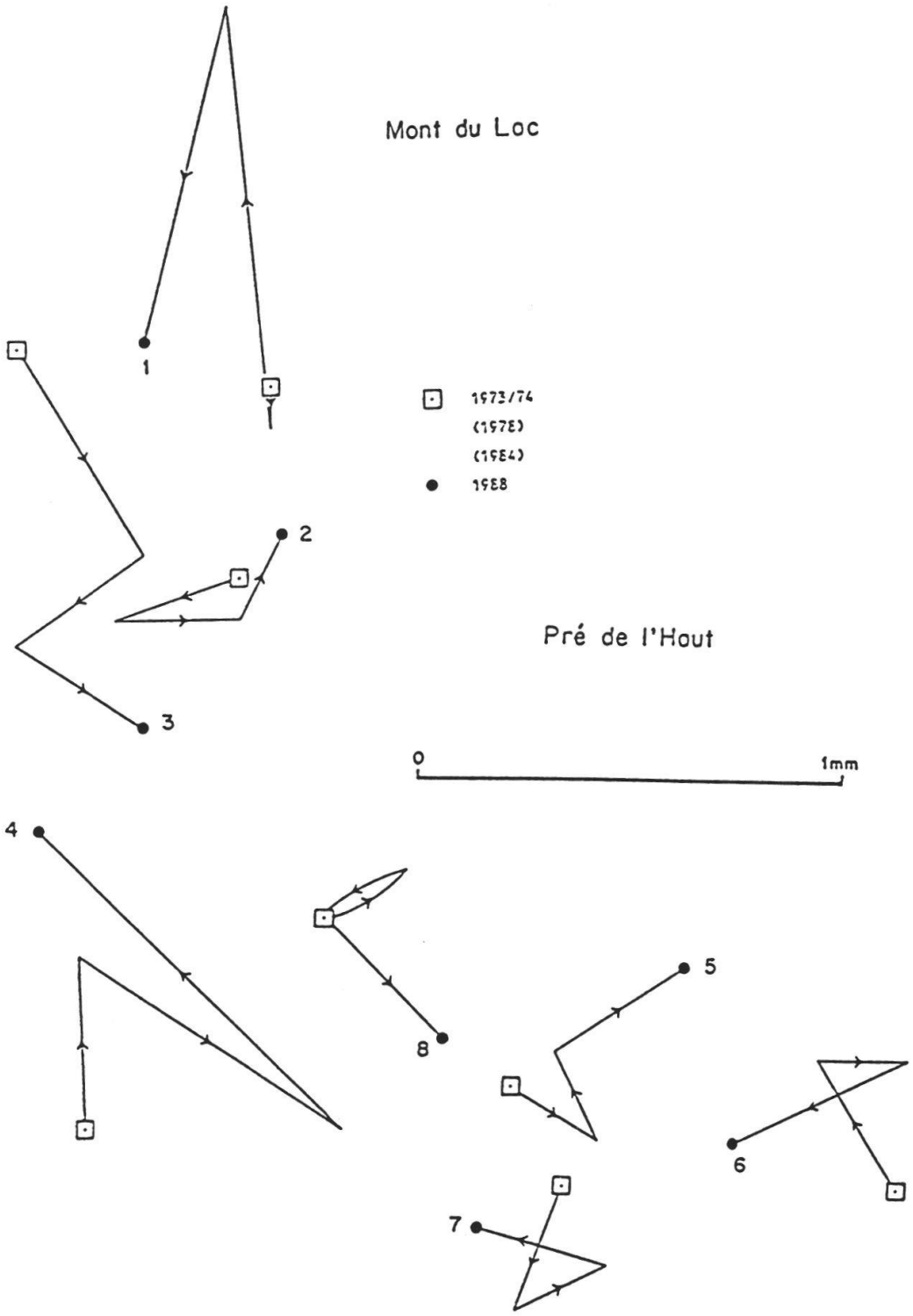

Fig. 3. Position relative des stations en 1973/1974, 1978, 1984 et 1988.

Les premières mesures sur les deux sites ont été effectuées en 1973 et 1974 (JEANRICHARD 1974). Les mesures ont été répétées en 1978, 1984 et 1988. Chaque fois, des mesures d'angles et de distances avec les instruments les plus performants à disposition (théodolite du type DKM2A ou E2 et télémètre électro-optique du type Mekometer de la maison Kern) ont été effectuées. En 1988 pour la première fois, des mesures avec des récepteurs du type Trimbel 4000SL permettant la réception des signaux émis par les satellites du système américain GPS (Global Positioning System), ont également été effectuées.

La figure 3 montre les résultats obtenus. Les mesures de 1973 et 1974 donnent pratiquement les mêmes résultats et leur moyenne a été introduite comme mesure de référence. Comme la série de mesures n'est complète que pour les stations N°s 1, 2, 3 et 4 du site «Mont-du-Lac» et N°s 5, 6, 7 et 8 du site «Pré-de-l'Haut-Dessous», la comparaison de la position illustrée par la figure 3 ne porte que sur ces stations-là. Les mesures de chaque époque ont été compensées par la méthode habituelle des moindres carrés avec le logiciel LTOP de l'Office fédéral de topographie. Pour effectuer la comparaison de la position des stations, les coordonnées obtenues ont été transformées selon la méthode dite d'Helmert et les différences de coordonnées ont été reportées dans la figure 3 par rapport à la position de référence 1973/1974. Cette comparaison montre que les positions successives des stations varie de façon aléatoire et que cette variation se limite à un cercle d'un diamètre de 1 mm environ pour le site du Mont-du-Lac et de 0,5 mm environ pour celui du Pré-de-l'Haut-Dessous. Il faut en conclure que, pour la période allant de 1973 à 1988, les mouvements de l'écorce terrestre le long de la faille observée, ont été insignifiants. Mais l'Office fédéral de topographie a la ferme intention de poursuivre les mesures sur ces sites. Ce n'est qu'en récoltant un grand nombre d'observations que, à la longue, la tendance d'un mouvement pourra être décelée.

Résumé

L'article décrit les moyens géodésiques actuellement disponibles pour déceler des mouvements de l'écorce terrestre, donne un aperçu succinct des projets en cours en Suisse et conclut par l'exemple des mesures effectuées sur le site du décrochement de Pontarlier.

Zusammenfassung

Der Artikel beschreibt die heutigen Mittel der Geodäsie für die Bestimmung von Erdkrustenbewegungen, gibt einen kurzen Überblick über die laufenden Projekte in der Schweiz und zeigt ein Beispiel von solchen Messungen entlang des «Décrochement de Pontarlier».

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT, D. – (1971). Propositions concernant le décrochement de Pontarlier et le chevauchement de la Dent-de-Vaulion. Manuscrit adressé au groupe de travail «Etude des mouvements de l'écorce terrestre», en 1971.

– (1959). Le décrochement de Pontarlier et l'orogénèse du Jura. *Mém. Soc. Vaud. Sci. Nat.* 12 (4): 76.

JEANRICHARD, F. – (1974). Essais de mesure géodésique des mouvements horizontaux de la croûte terrestre. *Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural*: 3-74.

– (1986). L'état actuel de la recherche sur les mouvements de la croûte terrestre en Suisse. *Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural:* 8-86.

Adresse de l'auteur: F. Jeanrichard, Office fédéral de topographie, CH-3084 Wabern, Suisse.