

SUISSE

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE
et
SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL

Rapport sur les
TRAVAUX GÉODÉSIQUES
exécutés de 1967 à 1970

Présenté à la quinzième Assemblée générale
de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale
tenue à Moscou en août 1971

1971 Berichthaus Zürich



SUISSE

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE
et
SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL

Rapport sur les
TRAVAUX GÉODÉSIQUES
exécutés de 1967 à 1970

Présenté à la quinzième Assemblée générale
de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale
tenue à Moscou en août 1971

1971 Berichthaus Zürich



1. Détermination géométrique des positions

Triangulation

Le réseau de triangulation de 1^{er} ordre, comme il a été présenté dans le Rapport sur les travaux géodésiques 1957–1959, n'a pas subi de modifications sauf la réintroduction des deux visées anciennes Dôle–Rochers de Naye (devenue azimuth de Laplace) et Glaserberg–Belchen/Neuenweg et l'intégration des deux nouveaux points de Laplace Monte Generoso et Weissfluh. Pour Weissfluh la mesure des angles sur 5 stations fut accomplie par le Service topographique fédéral en 1968/69, tandis que pour Monte Generoso il s'agit d'observations de 1915 et 1923.

Ce réseau, montrant aussi les azimuths de Laplace et les côtés d'amplification des quatre réseaux de base, mais sans indication des distances mesurées directement avec des instruments électromagnétiques ou électro-optiques, est représenté à l'annexe 1.

Mesures électromagnétiques de distances

Les mesures électromagnétiques de distances dans le réseau de triangulation de 1^{er} ordre ont été poursuivies au cours des années consécutives au Rapport de 1967.

On a également pris en considération des points de 2^e ordre afin d'augmenter la densité du réseau des distances. Le réseau des distances mesurées de 1960 à 1969 est représenté à l'annexe 2. La plupart des mesures ont été effectuées avec le Distomat Wild DI 50. L'Institut allemand de recherches géodésiques (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut) a mesuré de 1960 à 1964 quelques côtés à l'aide du Telluromètre et de l'Electrotape.

En juin 1968 on a eu l'occasion de rassembler de plus amples expériences dans la mesure électromagnétique de distances, lorsque l'Institut géographique militaire (IGM), Florence, mesura, au sud de notre pays, le côté de triangulation de 1^{er} ordre Mottarone–Campo dei Fiori d'une longueur de 24 km. Du côté italien on mesura à l'aide des Géodimètres modèles 2, 4 et 6 et des Telluromètres modèles 2, 3 et 4, tandis que l'équipe suisse mesura avec le Distomat DI 50.

Dans la région d'Aarberg on mesura en septembre 1968, à l'aide du Distomat DI 50, un réseau de distances comprenant 28 côtés. Ce réseau comprenait les points Bühl, Kallnach, Frienisberg et Montoz du réseau d'amplification de la base d'Aarberg de 1880, ainsi que les points dérivés de 1^{er} ordre Chasseral et Rötiflüh. On incorpora également dans le réseau des distances le point de 1^{er} ordre Gurten et les points de 2^e ordre Bantiger et Vully. On disposait de quatre appareils, ce qui permettait, par jour de travail, de mesurer un quadrilatère complet avec plusieurs répétitions.

Le même réseau a été mesuré une deuxième fois en août et septembre 1969. La disposition des mesures était en principe la même qu'en 1968, avec des conditions météorologiques semblables, de sorte que les résultats des deux époques concordaient bien entre eux.

En septembre 1969 le réseau des distances existant, qui s'étendait du Chasseral au Pfänder, au bord du lac de Constance, a été agrandi en direction sud-ouest, jusqu'au lac Léman. On disposait de nouveau de quatre appareils Distomat DI 50, de sorte que les observations ont été

RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉODÉSIQUES SUISSES

effectuées de la même manière que dans le réseau des distances d'Aarberg. On stationna sur les points de 1^{er} ordre Chasseral, Suchet, Mont Tendre, Rochers de Naye, Berra et Gurten ainsi que sur les points de 2^e ordre intercalés, Vully, Middles, Moudon, Tour de Gourze, Moléson et Chaille.

Mesures au Géodimètre

Les premières mesures avec le Géodimètre Laser, modèle 8 ont été effectuées en octobre 1969 en coopération avec la maison AGA. En quatre jours on a mesuré dix distances réparties dans le réseau des distances de 1^{er} et 2^e ordre existant, dont deux distances de 60 km. On a mesuré aussi parallèlement avec le Distomat DI 50. En septembre et octobre 1970 on a utilisé, pour la première fois, le propre Géodimètre Laser, modèle 8. Il servit à mesurer les distances de la part suisse de la traverse entre les stations de satellites Karlsruhe, Strasbourg et Zimmerwald, à savoir les côtés de triangulation de 1^{er} ordre Feldberg–Wisenberg, Wisenberg–Rötifluh et Rötifluh–Gurten, ainsi que la courte liaison Gurten–Zimmerwald. En rapport avec ce travail on a mesuré une partie du réseau de triangulation de 1^{er} ordre.

De plus, on a mesuré avec le Géodimètre 8, presque complètement le réseau des distances d'Aarberg, ce qui nous donna un précieux matériel pour comparer les mesures électromagnétiques et électro-optiques des distances.

Les mesures effectuées à l'aide du Géodimètre sont représentées à l'annexe 3.

Compensations

Après plusieurs études et compensations partielles, la partie du réseau qui forme le bloc de calcul CH dans la nouvelle compensation des triangulations européennes de 1^{er} ordre RETRIG a été compensée au début 1971 comme réseau indépendant (avec les points fixes Grand Ballon et Pfänder) et, en outre, il a été établi, pour ce bloc CH, le système des équations normales partiellement réduites ne contenant que les inconnues de jonction pour le rattachement avec les blocs voisins. Dans cette première compensation, ni les azimuts de Laplace et les bases, ni les observations de distances ont été introduits. L'introduction des distances électroniques (annexes 2 et 3) dans les compensations du réseau national et du bloc CH du RETRIG est prévue pour 1971.

Dans un réseau d'essai (partie du bloc suisse du RETRIG), comprenant 13 stations et s'étendant du Jura aux Alpes, on a introduit les *déviations de la verticale* (déviations max. 57", influence max. sur une direction horizontale 1.6") avec les résultats suivants:

Erreur moyenne d'une direction	avant	après
– d'après la compensation du réseau	$\pm 1.58^{\text{cc}}$	$\pm 1.54^{\text{cc}}$
– d'après la formule de Ferrero	$\pm 1.64^{\text{cc}}$	$\pm 1.54^{\text{cc}}$

Les changements des coordonnées, dus à l'introduction des déviations, atteignent l'erreur moyenne des coordonnées, à savoir 18 cm.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉODÉSIQUES SUISSES

Bibliographie

- Elmiger, A.*: Einfluss von Lotabweichungen in einem Teilnetz des RETRIG. Bericht an die Schweizerische Geodätische Kommission, 1971.
- Fischer, W.*: Die Korrelation von Distomat-Messungen. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, 1969, Heft 2, S. 57–64.
- Fischer, W.*: Strecken- und Richtungsgewichte; Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik, 1969, Nr. 5, S. 106–119.
- Fischer, W.*: Auszug aus dem Bericht über: Elektronische Distanzmessungen 1963–66 im schweiz. Triangulationsnetz 1. Ordnung. Procès-verbal de la 114^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel, 1969, p. 23–32.
- Fischer, W.*: Auszug aus dem Bericht über: Messung der Triangulationsseite 1. Ordnung Mottarone–Campo dei Fiori. Procès-verbal de la 115^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1970, p. 49–62.
- Fischer, W.*: Auszug aus dem Bericht über: Distomat-Messungen im Basisvergrößerungsnetz Aarberg. Procès-verbal de la 116^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten, 1971, p. 27–36.
- Fischer, W.*: Auszug aus dem Bericht über: Versuchsmessungen mit dem AGA Laser-Geodimeter Modell 8 im schweiz. Triangulationsnetz 1. und 2. Ordnung. Procès-verbal de la 116^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten, 1971, p. 37–46.
- Jeanrichard, F./Keller, W.*: Auszug aus dem Bericht über: Neuausgleichungen einiger Stationen erster Ordnung. Procès-verbal de la 113^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel, 1968, p. 20–22.
- Jeanrichard, F.*: Die Distanzmessung Punta Gnifetti–Dufourspitze. Procès-verbal de la 115^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten, 1970, p. 16–17.
- Keller, W.*: Bericht an die Schweiz. Geodätische Kommission über: Die geometrische Netzausgleichung des schweiz. Anteils am europäischen Triangulationsnetz, Februar 1969.
- Keller, W.*: Bericht über: Vorarbeiten zur Ausgleichung des Triangulationsnetzes 1. Ordnung. Procès-verbal de la 114^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel, 1969, p. 32–39.
- Keller, W.*: Extrait du rapport sur: La compensation géométrique de la part suisse du réseau européen de triangulation. Procès-verbal de la 115^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten, 1970, p. 71–74.

2. Nivellement et mouvements de l'écorce terrestre

Dans un pays montagneux, tel que la Suisse, on peut supposer que des mouvements horizontaux et verticaux à long terme de l'écorce terrestre se produisent. En outre, la répartition de plus de 70000 points de triangulation sur les 42000 km² du territoire laisse supposer que de tels mouvements seraient facilement décelables par des mesures géodésiques.

Ce n'est malheureusement pas le cas, en raison de l'hétérogénéité du sous-sol, telle qu'elle se présente en particulier dans les Préalpes. Les pentes d'éboulis, les glaises, les marnes, les argiles, les zones d'éboulement, etc., provoquent aussi bien des mouvements lents que des glissements brusques des couches superficielles. En plus, sur le Plateau, les fluctuations du niveau de la nappe phréatique produisent des variations altimétriques du sol. Toutes ces variations locales doivent être distinguées soigneusement des mouvements de l'écorce terrestre.

Les mouvements horizontaux de l'écorce terrestre

ne pouvaient, jusqu'à présent, pas être décelés sur de grandes étendues par les méthodes usuelle de mesures d'angles et de distances. A l'avenir, il est possible que l'emploi de télémètres électro-optiques améliore les résultats.

Actuellement, en collaboration avec les géologues, il nous paraît plus prometteur de déceler des cassures et des failles tectoniques encore actives et d'en suivre les mouvements à long terme au moyen de petits réseaux de contrôle. Le choix des régions et la disposition des réseaux sont encore à l'étude.

Les mouvements verticaux de l'écorce terrestre

Une question importante posée en Suisse, et jusqu'à présent demeurée sans réponse, est la suivante: le Jura et les Alpes sont-ils stables ou subissent-ils des mouvements verticaux positifs ou négatifs?

De 1967 à 1970, le Service topographique fédéral a mesuré les tronçons Pfäffikon–Goldau et Bâle–St-Gothard–Faido. Ce dernier nivellement montre, dans le Jura, une tendance à des affaissements, exigeant encore une étude plus approfondie. Sur le parcours Altdorf–St-Gothard–Faido, les résultats montrent un soulèvement d'environ 5 cm pour la période de 1918 à 1970, ce qui correspond bien à la valeur de 0,8 mm/année, mentionnée dans le Rapport de 1967, pour le secteur Sargans–Walenstadt. Remarquons que l'allure des mouvements exclut des erreurs systématiques dues à l'étalonnage des mires.

Nous avons ainsi, pour la première fois, un indice positif, fondé sur les mesures géodésiques, d'un soulèvement des Alpes éventuellement encore actif aujourd'hui. Ces résultats devront toutefois être confirmés à l'avenir par la fermeture d'autres mailles de nivellement ainsi que par une analyse serrée des mesures. L'annexe 4 du présent rapport montre l'état actuel des comparaisons entre anciens et nouveaux nivellements.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉODÉSIQUES SUISSES

Le déficit de la pesanteur dans les Alpes centrales et le fait qu'une couche de glace de plus de 1400 m d'épaisseur recouvrait la vallée supérieure du Rhône et celle du Rhin antérieur il y a 15000 à 20000 ans laissent envisager la possibilité d'un lent soulèvement du massif alpin. Un tel soulèvement serait dû ainsi, du moins en partie, à la décharge consécutive à la fonte des grands glaciers quaternaires, comme c'est le cas en Scandinavie.

3. Satellites artificiels et astronomie géodésique

Satellites artificiels

L'Institut d'astronomie de l'Université de Berne a poursuivi, de 1967 à 1970, son effort dans le domaine de l'observation de satellites à des fins géodésiques.

L'observation optique des satellites se fait à l'observatoire de Zimmerwald à l'aide d'une caméra Schmidt, entraînée sidéralement. Son ouverture de 39 cm et sa distance focale de 103 cm donnent une échelle de 198"/mm.

La surface utile du film est circulaire, de 12 cm de diamètre, soit 6°40'. Les films sont mesurés sur un stéréocomparateur Wild StK-1114 qui permet d'obtenir une erreur interne de $\pm 2,5$ microns par pointage.

La détermination de l'heure correspondant à une position définie d'un satellite passif se fait à l'aide d'une cassette spéciale équipée d'une lame à faces parallèles basculante. Un dispositif de programmation commande le basculement de la lame ainsi que la remise à zéro d'un compteur. Lorsque la lame passe par sa position zéro, elle envoie une impulsion en retour, impulsion qui fixe le moment du déplacement de la trace du satellite sur le film.

La première analyse des résultats eut pour but de dissocier les différentes causes d'erreur influant sur l'erreur externe. On obtint les différentes caractéristiques quadratiques moyennes:

- 1° effet des erreurs dans les positions stellaires, des erreurs personnelles, de la distortion optique due à la transformation utilisée, de l'erreur de la vis de l'appareil de mesure: $\pm 0",50$
- 2° influence de la réfraction anormale: $\pm 0",50$
- 3° influence des irrégularités dans l'entraînement de la caméra: $\pm 0",33$
- 4° influence des erreurs dans la détermination des instants de basculement pour les satellites passifs: $\pm 0",88$

Au sujet du point 4: La détermination des temps est en général le point le plus délicat de l'observation de satellites passifs. Nous avons essayé en 1970 de diminuer cette valeur en tenant compte d'une part du temps fini que met la lame à basculer et d'autre part de l'erreur systématique que commet l'observateur lorsqu'il centre le décalage de la trace dans le repère du comparateur. Ces deux effets entraînent une correction en temps. – Les premiers résultats sont encourageants.

L'automne 1970 vit le montage d'un laser sur le tube de l'instrument de Zimmerwald. Il est destiné à des mesures de distance de satellites équipés de réflecteurs laser. L'écho de l'impulsion est reçu par un photomultiplicateur monté sur le télescope Cassegrain de 60 cm d'ouverture.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉODÉSIQUES SUISSES

Caractéristiques techniques:

LASER	matière:	rubis
	longueur d'onde:	6943 Å
	type:	déclenché
	émission:	impulsions uniques
	durée:	~20 nsec
	puissance:	~200 MW
	énergie:	~4 Wsec
	fréquence des impulsions:	1/min
MESURE	rayon d'action:	3000 km (distance zénithale jusqu'à environ 60°)
	précision de la mesure du temps de vol:	± 6 nsec, ce qui correspond environ à ± 1 m pour la distance

L'installation laser entrera en fonction en 1971.

De 1967 à 1970 l'Institut d'astronomie de l'Université de Berne a participé aux programmes internationaux suivants pour la géodésie par satellites:

- a) Programme ouest-européen de géodésie par satellites
- b) Programme NASA-GSFC, Mission Geos-2
- c) Expérience internationale de géodésie par satellites (ISAGEX-Preliminary experiment), coordonnée par le CNES, à Bretigny (France).
- d) Programme «Short-arc method», coordonné par l'Institut géodésique de l'Université d'Uppsala (Suède)

Les travaux réalisés dans le cadre de ces programmes comprennent 247 observations de Geos-2, avec 1068 positions, toutes mesurées, et 186 observations de satellites passifs, avec 3036 positions, desquelles 68 (2357 positions) ont été réduites sur demande. Les résultats ont été envoyés aux centres de calcul appropriés.

Points de Laplace

En été 1968 on a mesuré au Weissfluhgipfel (2843 m), dans les Grisons, la longitude et la latitude ainsi que l'azimut sur Säntis. Un autre groupe d'observateurs a déterminé parallèlement l'azimut Säntis-Weissfluh. Les observations se répartirent de la manière suivante: 8 soirs pour la latitude et 9 soirs pour la longitude. On mesura 9 séries de 12 azimuts dont deux de jour. Le point de triangulation de 1^{er} ordre Weissfluh devenait ainsi point de Laplace.

En été 1970 deux groupes ont mesuré la longitude et la latitude sur Rötiflüh et sur Wisenberg, ainsi que de Rötiflüh les azimuts sur Gurten et Wisenberg et de Wisenberg les azimuts sur Feldberg et sur Rötiflüh.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉODÉSIQUES SUISSES

Pour la détermination des longitudes on observa pendant 7–8 soirs, pour les latitudes pendant 5–6 soirs et pour les azimuts pendant 5–6 soirs. Ainsi Rötiflüh et Wisenberg devenaient des points de Laplace. Ces observations servaient à rattacher Zimmerwald, station d'observation de satellites située aux environs du point Gurten, au réseau européen des stations d'observation de satellites. Les observations se firent d'après les méthodes éprouvées et usuelles: observations méridiennes de passages d'étoiles pour la longitude, observations de distances zénitales méridiennes pour la latitude, observation de la polaire pour les azimuts. On fit toutes les observations à l'aide de l'instrument universel Wild T4. On a enregistré les temps à l'aide d'un chronographe imprimant de la firme Longines, au début avec un vieux modèle et en 1970 avec un tout nouveau modèle; en 1970 un groupe disposait d'un chronographe imprimant Omega. L'émetteur HBG à Prangins donnait le signal horaire.

Des publications concernant cette période se trouvent dans les volumes 27 et 28 des «Travaux astronomiques et géodésiques en Suisse». Dans le volume 27, Dr E. Hunziker explique en détails les mesures des azimuts Gurten–Rötiflüh et Rigi–Lägern, ainsi que les déterminations de la hauteur du pôle sur Rigi-Kulm, au cours des années 1945 et 1949. Dans le volume 28, N. Wunderlin a résumé les déterminations astronomiques de la latitude, de la longitude et de l'azimut des points de Laplace Säntis, Hörnli, Rigi, Gurten et Niesen.

Déviations de la verticale

En été 1969 on a déterminé dans les Grisons la latitude et la longitude astronomiques de 5 points, à savoir: Chur, Martina, Sta. Maria dans le Münstertal, Maloja et Poschiavo, afin d'obtenir des valeurs pour la détermination de la déviation de la verticale; deux soirs d'observations par point ont suffi à cet effet.

Bibliographie

Hunziker, E.: Die Bestimmung der Azimute Gurten–Rötiflüh und Rigi–Lägern. Die Bestimmung der Polhöhe auf Rigi-Kulm. Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band 27, Zürich 1968.

Müller, H.: Auszug aus dem Bericht über: Die Ergebnisse der astronomischen Beobachtungen im August und September 1968 auf den Laplace-Punkten Weissfluh und Säntis. Procès-verbal de la 115^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1970, p. 37–47.

Müller, H.: Auszug aus dem Bericht über: Astronomische Längen- und Breitenbestimmungen auf fünf Stationen im Bündnerland im Sommer 1969. Procès-verbal de la 116^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1971, p. 17–26.

Wunderlin, N.: Längen-, Azimut- und Breitenbestimmungen 1961–1964. Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band 28, Zürich 1969.

4. Gravimétrie

Réseau de contrôle sur le réseau de pesanteur

Les mesures pour le réseau gravimétrique suisse de 1^{er} ordre sont terminées depuis 1966, à l'exception de quelques stations au Valais. Lors du rattachement de ce réseau aux points existants du réseau gravimétrique fondamental ou du réseau européen unifié de nivellement (REUN), on a remarqué de grands écarts, ce qui ne permettait pas une compensation globale de toutes les mesures. Pour cette raison, il était très judicieux de mesurer un réseau de contrôle indépendant s'étendant sur tout le réseau de pesanteur suisse.

En 1968 la Commission géodésique suisse avait à sa disposition, pendant un temps limité, trois gravimètres LaCoste–Romberg. Avec ceux-ci on mesura sur 85 stations et, dans la limite du possible, sur chaque station on mesura avec les trois instruments. Les stations du réseau de contrôle sont représentées à l'annexe 6 par des points noirs, en revanche, on a renoncé à reporter les lignes de transition entre les points de mesure consécutifs. On a disposé les mesures en boucles quelconques, la station 180 78 23 A Zurich a été considérée comme point fondamental. A l'aide des trois instruments on effectua 504 mesures, chacune d'elles se composant de trois à quatre lectures gravimétriques par station.

Afin de donner au réseau suisse de pesanteur outre une bonne échelle une bonne orientation absolue, on a prévu le rattachement avec la station de pesanteur absolue 180 82 41 A Sèvres (Paris). Les mesures nécessaires pour ce travail ont été effectuées à l'aide d'un gravimètre LaCoste–Romberg au printemps 1969, à la fois par la Commission géodésique suisse et par l'Office fédéral des poids et mesures, qui était intéressé à la détermination de l'accélération de la pesanteur absolue pour son nouveau bâtiment à Wabern. Ces mesures ont été exécutées au cours de deux vols, le premier de Zurich-Kloten à Paris-Orly et retour, le deuxième de Bern-Belpmoos à Paris-Orly et retour. Le rattachement Sèvres-Orly se fit avec l'aimable soutien de Monsieur le Dr A. Sakouma du Bureau international des poids et mesures.

On a déjà procédé à la compensation médiate du réseau de contrôle et des rattachements à Sèvres, en appliquant, avec succès, la méthode des gradients conjugués. Elle donna pour deux gravimètres une erreur moyenne d'observation de $\pm 17 \mu\text{Gal}$ pour une station, tandis que pour le troisième instrument, qui s'est avéré nettement plus mauvais, une erreur moyenne de $\pm 34 \mu\text{Gal}$. Grâce à la construction judicieuse du réseau, ce que fut le cas lors de l'utilisation des gravimètres LaCoste–Romberg, les erreurs moyennes des valeurs gravimétriques des nouveaux points, par rapport à la pesanteur du point fondamental Zurich, variaient entre ± 10 et $\pm 20 \mu\text{Gal}$.

Il faut noter que l'on a admis, pour les trois instruments employés, des constantes gravimétriques exemptes d'erreurs, de sorte que la grandeur des différences de pesanteur n'influença pas l'erreur moyenne des valeurs gravimétriques. Toutefois, on a remarqué une bonne concordance entre les résultats livrés par les trois gravimètres lors de la détermination de la pesanteur d'un point.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX GÉODÉSIQUES SUISSES

Etude sur l'application de nouvelles méthodes de compensation

La compensation de réseaux de pesanteur ou altimétriques a été étudiée pour trouver une méthode de compensation avec la plus grande flexibilité. Deux possibilités se sont ouvertes:

- 1° La méthode d'orthogonalisation d'après E. Schmidt permet d'une façon évidente et rigoureuse l'élargissement, la réunion et la mise à jour de réseaux déjà compensés.
- 2° La méthode des gradients conjugués de Stiefel-Hestenes s'est montrée comme procédé efficace très convergent et économique pour la compensation de grands réseaux.

Levés gravimétriques en Suisse Romande

L'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne avec la collaboration du Laboratoire de Géophysique de l'Université de Genève, a poursuivi l'étude de détail de la Suisse Romande. En outre, une étude gravimétrique générale, recouvrant la Suisse Romande, limitée à l'ouest par le Jura et à l'est par la vallée d'Aoste, est sur le point d'être achevée. Toutes les mesures ont été faites à l'aide d'un gravimètre Worden-Master.

Bibliographie

- Chablais, H.*: Extrait du rapport sur: La campagne de gravimétrie 1966. Procès-verbal de la 113^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel, 1968, p. 7-8.
- Fischer, W.*: Bericht über: Erstellung eines Kontrollnetzes über das schweiz. Schwerennetz mit LaCoste-Romberg-Gravimetern. Procès-verbal de la 115^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1970, p. 63-70.
- Schwarz, H. R.*: Die Methode der konjugierten Gradienten in der Ausgleichsrechnung. Zeitschrift für Vermessungswesen, 95. Jahrgang (1970), Heft 4, p. 130-140.
- Wagner, J.-J.*: Elaboration d'une carte d'anomalies de Bouguer; Etude de la Vallée du Rhône de St-Maurice à Saxon (Suisse). Matériaux pour la Géologie de la Suisse, Géophysique, no 9, Kümmerly & Frey, Geographischer Verlag, Bern, 1970, 91 p., 2 planches.

5. Géodésie physique

Un cogéοïde provisoire pour la Suisse a été déterminé à partir des déviations de la verticale réduites (déviations astronomiques moins déviations topographiques-isostatiques, théorie de Pratt-Hayford) représentant la surface de niveau correspondant au géοïde après un transfert de masses. Comme la digitalisation du terrain, établie dans un quadrillage plan de 500 m (100 m dans les environs immédiats d'une station), n'était pas achevée pour toute la Suisse lors de l'essai, on s'est limité à 70 stations de déviations et à une approximation du cogéοïde par un polynôme de degré 4 (annexe 7).

Le cogéοïde sert aussi de moyen pour l'interpolation des déviations réduites; en y ajoutant les valeurs topographiques-isostatiques, on obtient des déviations de la verticale interpolées avec une erreur moyenne de $\pm 1,5$ à $\pm 0,4$ secondes sexagésimales.

Dans un réseau de 14 points dont 7 identiques avec les sommets du réseau d'amplification de la base de Heerbrugg et 9 possédant des déviations astronomiques de la verticale, on a mesuré sur 82 visées plus de 1100 angles verticaux (Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 1965). Avec ces observations les hauteurs ellipsoïdiques et géοïdiques des stations ont été calculées, les différences entre les deux systèmes donnant l'élévation du géοïde vis-à-vis de l'ellipsoïde de référence (ellipsoïde de la triangulation de la Suisse: Bessel, déviations de la verticale zéro au point d'origine Berne, élévation du géοïde zéro à Schwerzenbach près Zurich). – Cette étude avait pour but non seulement une connaissance détaillée du géοïde dans cette région (annexe 8), mais aussi de fournir les éléments nécessaires pour la réduction sur l'ellipsoïde ou le calcul tridimensionnel rigoureux des observations faites pour la base de Heerbrugg.

Bibliographie

Elmiger, A.: Studien über Berechnung von Lotabweichungen aus Massen, Interpolation von Lotabweichungen und Geoidbestimmungen in der Schweiz. Mitteilungen aus dem Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürich 1969.

Elmiger, A.: Auszug aus dem Bericht über: Zusammenstellung von Lotabweichungen in der Schweiz. Procès-verbal de la 113^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel, 1968, p. 15-19.

Elmiger, A.: Auszug aus dem Bericht über: Studien über Berechnung von Lotabweichungen aus Massen, Interpolation von Lotabweichungen und Geoidbestimmung in der Schweiz. Procès-verbal de la 114^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel, 1969, p. 39-42.

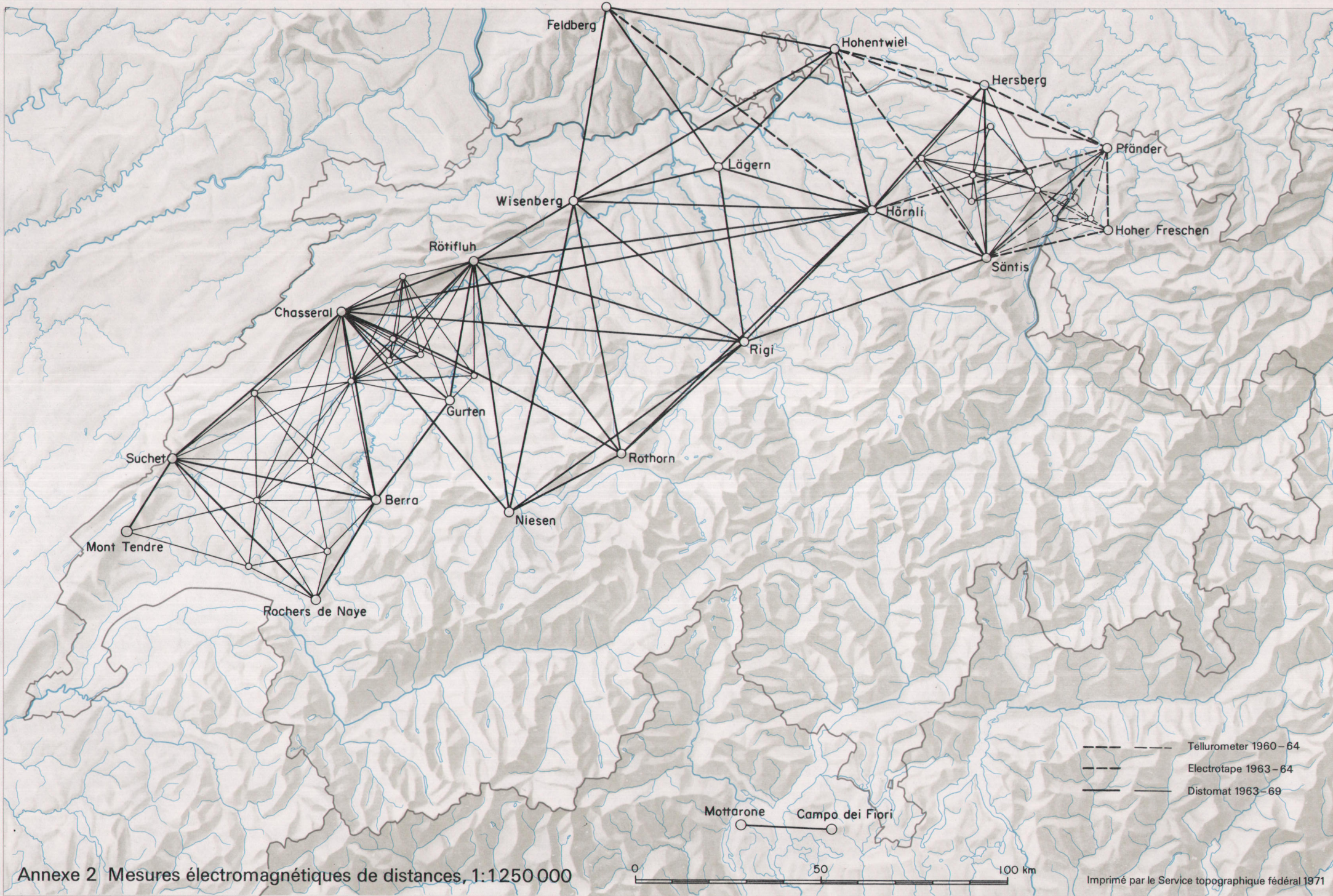
Elmiger, A.: Rapport provisoire sur: La méthode prévue en Suisse pour la détermination des déviations de la verticale. Procès-verbal de la 115^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1970, p. 75-80.

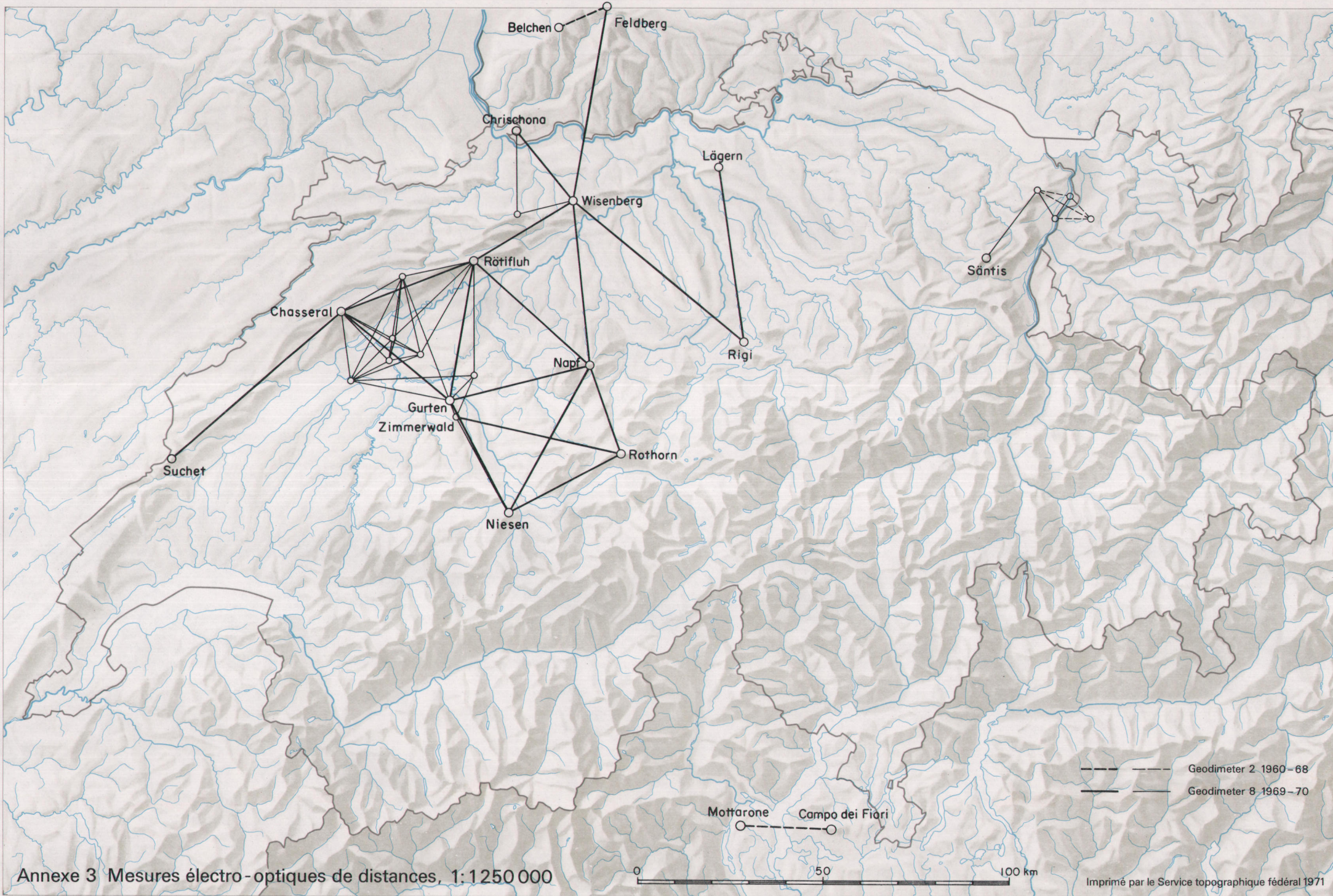
Wunderlin, N.: Auszug aus dem Bericht über: Refraktionsuntersuchungen und ein ALGOL-Programm zur Berechnung von Refraktionswinkeln. Procès-verbal de la 114^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel 1969, p. 20-22.

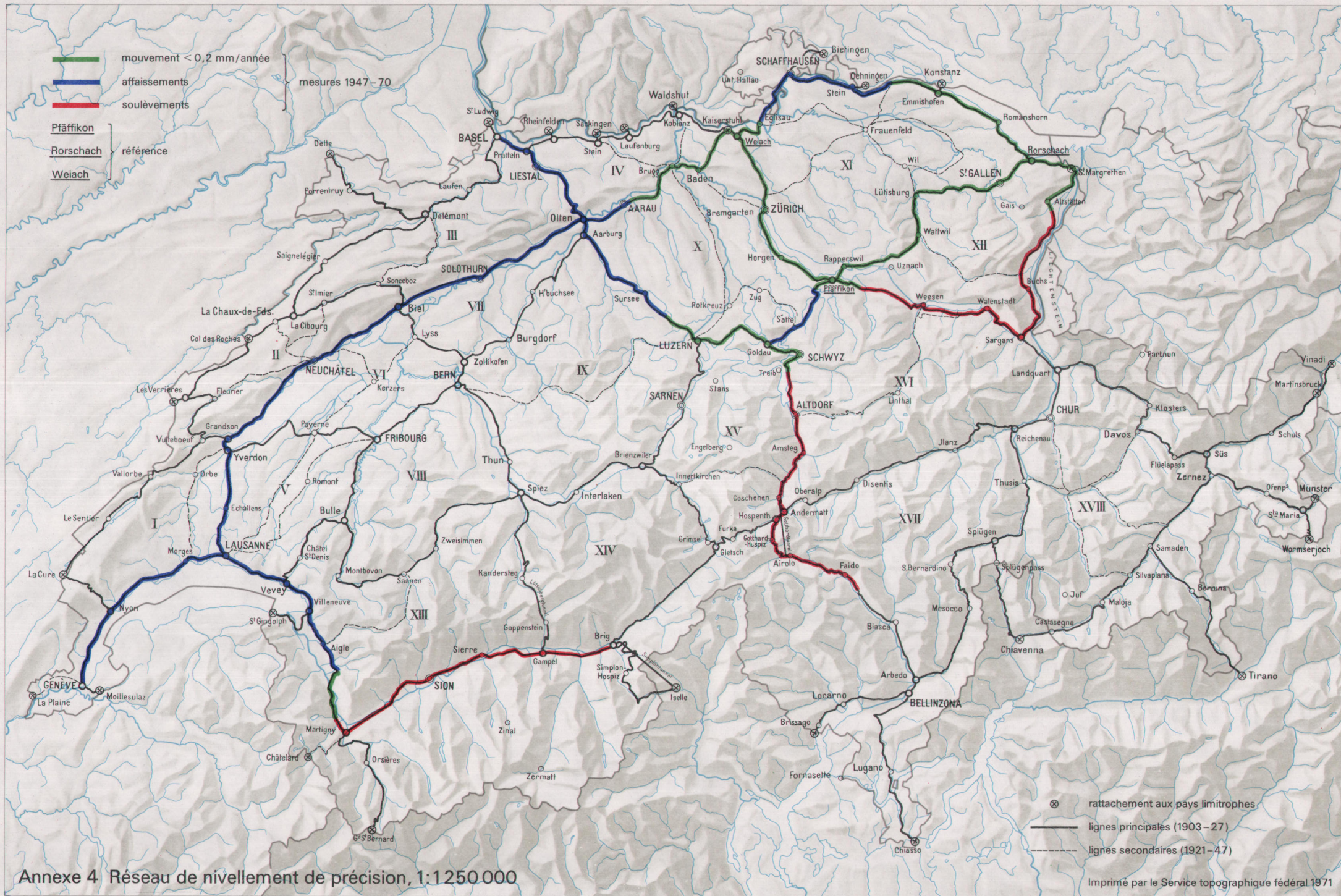
Wunderlin, N.: Verwendung rechnerisch bestimmter Refraktionswinkel in einem Höhenwinkelnetz. Zeitschrift für Vermessungswesen 1970, Heft 11, Stuttgart 1970.

Wunderlin, N.: Auszug aus dem Bericht über: Berechnungen im Höhennetz Heerbrugg. Procès-verbal de la 116^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1971, p. 47-64.









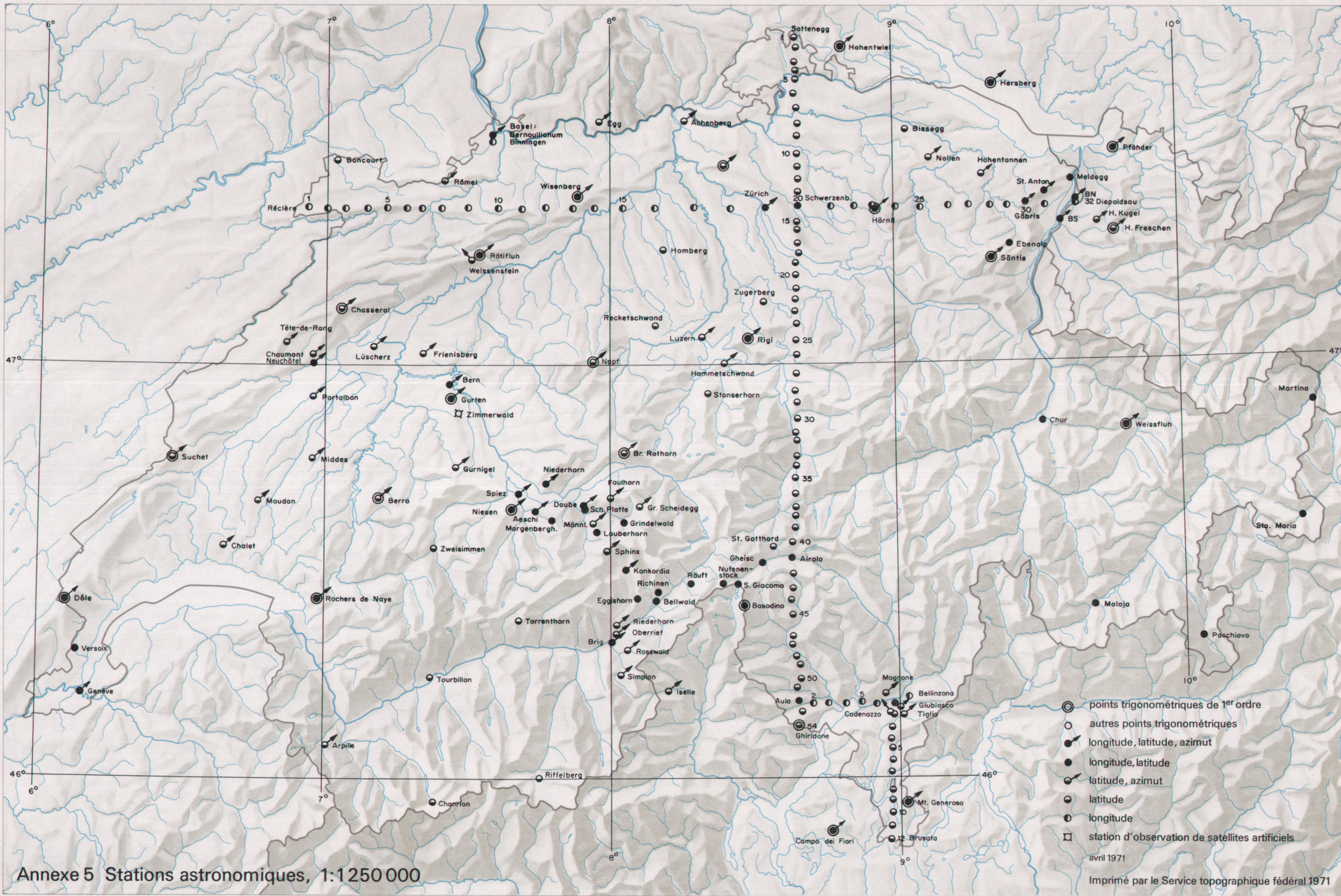
— mouvement $< 0.2 \text{ mm/année}$
— affaissements
— soulèvements
 Pfäffikon }
 Rorschach } référence
 Weiach }

mesures 1947-70

Annexe 4 Réseau de nivellement de précision, 1:1250 000

⊗ rattachement aux pays limitrophes
 — lignes principales (1903-27)
 - - - - - lignes secondaires (1921-47)

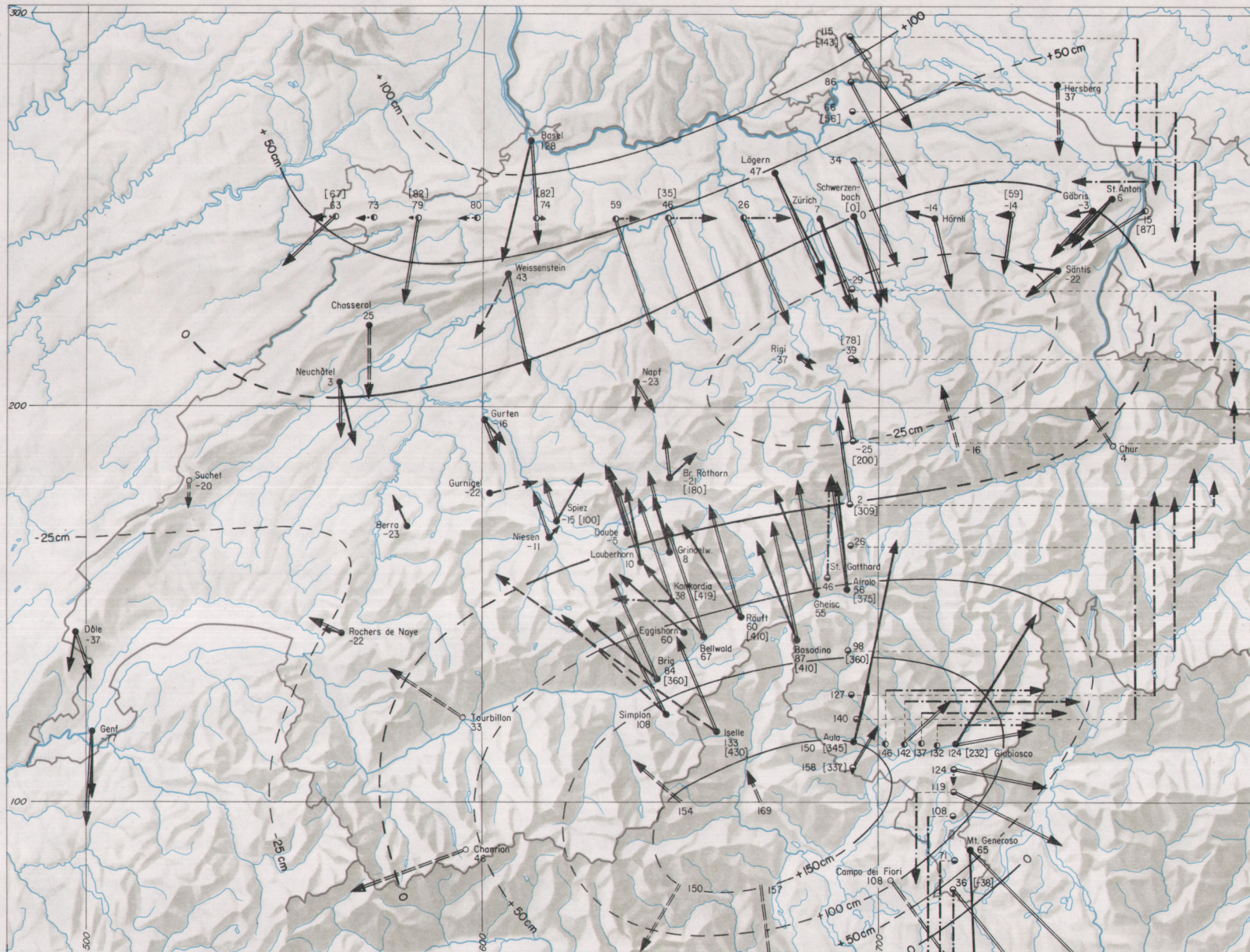
Imprimé par le Service topographique fédéral 1971



Annexe 5 Stations astronomiques, 1:1250 000



Cogeoïd und Lotabweichungsinterpolation



Auswahl der Stationen
provisorisch

Approximationsfunktion für Cogeoïd
Polynom, Grad 4

Güte der Approximation

Mittl. Restfehler $\pm 2''.4$ (guter Punkt)
Mittl. Fehler Cogeoïdhöhen ± 25 cm (Durchschnitt)

Lagerung Referenzellipsoid

Bern $\xi = \xi$ gegeben $+ 4''.0$
 $\zeta = \zeta$ gegeben $- 0''.4$
Höhe : Schwerzenbach = 0

Legende

Stationen :

○	Konkordia	Stationsname
○	38	Höhe Cogeoïd in cm
○	[419]	Höhe Geoid im gleichen System

Lotabweichungen im Cogeoïd

→	2 Komp. beobachtet
→	1 " "
- - -	unsicher "

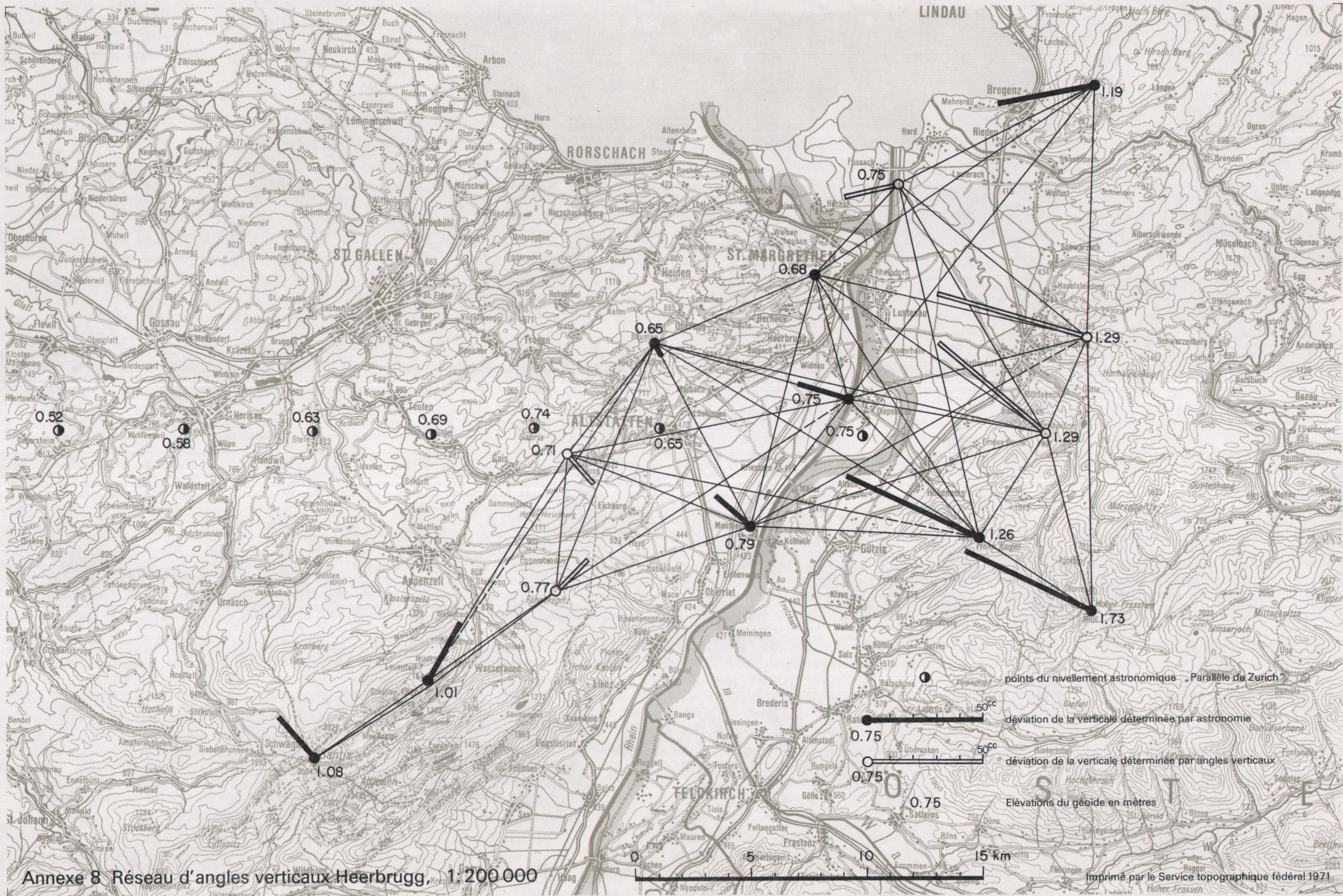
→	ausgeglichen } interpoliert } Flächennormalen
→	

Lotabweichung

0 2 4 6"

Situation

0 50 km



Annexe 8 Réseau d'angles verticaux Heerbrugg, 1:200 000