

SUISSE

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE
et
SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL

Rapport sur les

TRAVAUX GÉODÉSIQUES

exécutés de 1960 à 1962

Présenté à la treizième Assemblée Générale
de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale
tenue à Berkeley en août 1963

1963

IMPRIMERIE WINTERTHOUR S.A.

SUISSE

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE
et
SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL

Rapport sur les

TRAVAUX GÉODÉSIQUES

exécutés de 1960 à 1962

Présenté à la treizième Assemblée Générale
de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale
tenue à Berkeley en août 1963

1963

IMPRIMERIE WINTERTHOUR S.A.

1. Triangulation de 1^{er} ordre et bases

C'est en 1958 que la série des observations de rattachement de notre réseau à celui de nos voisins a pu être close. La considération des fermetures de triangles montra que seule la visée Ruinette-Aiguille du Midi (Massif du Mont-Blanc) était à répéter; mesurée pour la première fois en 1957, le voisinage d'une corniche avait provoqué des réfractions latérales. L'observation, répétée en automne 1960 dans des conditions d'enneigement favorables, apporta une appréciable amélioration des deux fermetures de triangles en question.

Un autre contrôle mit à l'épreuve les observations de la partie Est du réseau de triangulation suisse; ledit réseau fait partie intégrante du «réseau-test» englobant, en parts à peu près égales, les réseaux contigus d'Allemagne et d'Autriche. Le calcul de compensation, dirigé par le Professeur H. Wolf et dont les résultats furent communiqués à l'occasion du symposium d'octobre 1962 à Munich, concorde bien avec l'exactitude propre des observations. La nouvelle base de Heerbrugg, commune aux trois pays, introduite dans notre réseau, se révéla être en excellente harmonie avec les deux anciennes bases suisses de Weinfelden et Bellinzona. Les travaux de jonction entre les réseaux de triangulation suisse, allemand et autrichien sont actuellement en cours d'étude.

2. Nivellement de précision

Etabli de 1903 à 1927, ce n'est qu'à partir de cette dernière date que notre réseau principal de nivellement, formé de 18 mailles, est en mesure de répondre aux exigences de précision internationale. Il était indispensable que les hauteurs fussent indubitablement établies par rapport au point fondamental (Pierre du Niton en rade de Genève) pour les besoins de l'hydrologie, de la carte, de la mensuration cadastrale, de la construction des routes, des barrages, des chemins de fer, etc. Une grande importance fut et est accordée à la conservation des points fixes de nivellement, qui sont l'objet de révisions périodiques et attentives.

Un plan fut établi pour le renouvellement du nivellement, mais il fallut souvent le modifier en raison de pressants besoins locaux des cantons ou de l'économie publique. Telles lignes situées dans les régions industrielles du Plateau demandèrent à être répétées plus rapidement que telles autres de contrées essentiellement agricoles. C'est pourquoi le renouvellement des mailles du nivellement se fit davantage selon les besoins de l'économie publique et privée que selon un critère scientifique. Cependant, toutes les mesures exécutées pour les besoins de l'économie furent conduites selon les exigences du nivellement de haute précision. Ainsi par exemple, les observations de 1960 à 1962 du tronçon Kaiserstuhl-Zurich-Rapperswil servirent en premier lieu d'appui et de contrôle au nivellement hydrostatique du lac de Zurich; l'erreur moyenne accidentelle pour ce tronçon d'environ 100 km se monte à $\pm 0,28$ mm par km. D'autre part, les mesures d'affaissement de terrains présentant des répercussions économiques particulières, répétées depuis des dizaines d'années, ont déjà fait l'objet de communications dans les rapports antérieurs.

3. Déterminations astronomiques et déviations de la verticale

Déterminations de déviations de la verticale dans le réseau d'amplification de la base de Heerbrugg

En 1960, la Commission géodésique a déterminé, pour en déduire des déviations de la verticale, la longitude (d'après des passages au méridien), la latitude (d'après des distances zénithales au méridien) et un azimut (avec Polaris ou λ ursae minoris) sur les quatre stations suisses Base Nord, Base Sud, St. Anton et Säntis du réseau d'amplification de la base de Heerbrugg. Les observations de référence pour les déterminations de longitudes ont été faites au point Gäbris du réseau suisse de longitudes de premier ordre, point situé dans le voisinage. Sur chaque station, deux soirées d'observation ont eu lieu (au Säntis: quatre). On a utilisé un théodolite astronomique Wild T4.

Azimut de Laplace Righi-Lägern

Sur le point de Laplace Righi du réseau suisse de triangulation de premier ordre, dont la longitude dans le réseau de longitudes de la Commission géodésique suisse avait été déterminée en 1925 et dont la latitude (d'après Horrebow-Talcott) avait été observée en 1949 en même temps que l'azimut vers le point Lägern (par passages d'étoiles dans le plan vertical du point observé), l'azimut Righi-Lägern a été déterminé en octobre 1961 une seconde fois par la Commission géodésique suisse, cette fois-ci par la mesure d'angles entre l'objet terrestre et les étoiles α ursae minoris ou λ ursae minoris. Les observations ont été faites par deux observateurs utilisant un théodolite Wild T4, au cours de trois soirées et de deux après-midi. Elles ont très bien concordé avec celles de 1949.

En liaison avec ces observations d'azimut, des déterminations de longitude ont été effectuées sur le Righi, pour éprouver le nouvel appareil d'enregistrement à quartz et bande magnétique de la Commission géodésique suisse.

Azimut de Laplace Gurten-Rötiflüh

En 1962 enfin, la Commission géodésique suisse a déterminé une seconde fois, sur le point de Laplace Gurten (longitude dans le réseau de longitudes de premier ordre: 1912/13; latitude d'après Horrebow-Talcott: 1938; azimut vers Rötiflüh par des passages dans le plan vertical de l'objet: 1945), l'azimut vers Rötiflüh, cette fois-ci par la mesure d'angles entre α ursae minoris ou λ ursae minoris et l'objet terrestre. Il est résulté de sept soirées et d'un après-midi d'observation par deux observateurs une différence systématique par rapport à la détermination de 1945.

Bibliographie:

Procès-verbaux des 107^e et 108^e séances de la Commission géodésique suisse, 1961 et 1962.

4. Déterminations gravimétriques

Les lignes du réseau fondamental de la pesanteur en Suisse sont toutes situées sur les lignes du réseau fédéral de nivellement et forment un réseau très lâche de 7 mailles. Pour les levés géodésiques, géophysiques et géologiques de détail, on a aussi besoin de points de raccordement dont l'intensité de pesanteur est connue et se trouvant en dehors des lignes existantes. C'est pourquoi la Commission géodésique suisse a décidé en 1960 d'établir un réseau de pesanteur de premier ordre, dont les points devraient se répartir d'une manière égale sur tout le territoire suisse, à raison d'un point pour une superficie de 200 km² environ.

Les mesures dans le réseau de pesanteur de premier ordre ont commencé en automne 1962 dans le Nord-Est de la Suisse; 14 nouveaux points de premier ordre furent déterminés à l'intérieur de la maille 5 du réseau fondamental de la pesanteur. Tous ces points coïncident avec des points fixes du nivellement fédéral. La mesure des différences de pesanteur a été disposée à titre d'essai sous forme d'un réseau, alors qu'il avait été primitivement prévu de ne relier les nouveaux points entre eux et avec des points du réseau fondamental de la pesanteur que par des lignes isolées.

Conformément au vœu N° 6 adopté par la Commission gravimétrique internationale en septembre 1962 au sujet du système d'étalonnage gravimétrique européen, toutes les valeurs de pesanteur des stations gravimétriques suisses doivent être calculées de nouveau. Pour la station de base de Zurich, la valeur

$$g = 980667,00 \text{ mgal}$$

peut être conservée sans changement. En revanche, toutes les différences de pesanteur par rapport à Zurich doivent être multipliées par le coefficient 1,000'83. La conversion sera effectuée dans le cadre du calcul du réseau de pesanteur de premier ordre.

Les levés de détail de l'Institut de géophysique de l'Ecole Polytechnique Fédérale en vue de déterminer la densité des roches et l'intensité de la pesanteur, qui étaient mentionnés dans les rapports nationaux de 1957 et de 1960, ont été publiés en 1962 [1].

La Commission géodésique suisse a procédé à un autre levé de détail en été 1960, dans les environs du point St. Anton. Ce point appartient au réseau d'amplification de la base de Heerbrugg. Le but de ce levé gravimétrique était de déterminer la courbure de la verticale sur ce point [2]. Les 33 stations gravimétriques étaient disposées autour du point dans un réseau carré d'environ 4,7 km de côté. Une densité moyenne des roches a été déduite des valeurs de pesanteur mesurées. Les valeurs de pesanteur réduites en tenant compte de cette densité ont été représentées par un polynôme harmonique. Enfin, en prenant en considération la topographie et ces valeurs de pesanteur réduites, on a calculé les courbures par rapport à la verticale entre le point St. Anton, situé à

environ 1120 m d'altitude, et le géoïde; elles s'élèvent à 0,5" en direction Nord-Sud et 0,3" en direction Est-Ouest [3].

Bibliographie:

- [1] *Gassmann, F.*, «Schwermessungen in der Umgebung von Zürich». Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geophysik, Nr. 3, Kümmerly und Frey AG, Geographischer Verlag, Bern, 1962.
- [2] *Gassmann, F.*, «Zur gravimetrischen Bestimmung von Gesteinsdichten und Lotlinienkrümmungen in der Erdkruste». Mitteilungen aus dem Institut für Geophysik, Nr. 37, Zürich 1960 (auch: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Nr. 2, 1960).
- [3] *Gassmann, F. und Müller, P.*, «Gravimetrische Bestimmung der Gesteinsdichte und der Lotkrümmungen für den Punkt St. Anton des Basis-Vergrößerungsnetzes Heerbrugg». Mitteilungen aus dem Institut für Geophysik, Nr. 40, Zürich 1962 (auch: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Nr. 9, 1961).

5. Détermination de la forme du géoïde

Dans le rapport national préparé pour l'Assemblée d'Helsinki en 1960, on a décrit la détermination de déviations de la verticale et de la surélévation du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de référence par des observations astronomiques et par la mesure d'angles de hauteur dans l'Oberland bernois entre Spiez et le Jungfrauoch (Sphinx). Depuis lors, les calculs ont été également effectués pour la partie Sud du réseau (Sphinx-Brigue), et, en outre, une méthode améliorée pour déterminer les altitudes orthométriques a été appliquée pour les deux parties du réseau. Il en est rendu compte ci-après.

Le calcul des déviations de la verticale et des altitudes ellipsoïdiques dans la partie Sud du réseau (Sphinx-Brigue) a eu lieu selon le procédé déjà exposé dans le rapport de 1960 pour la partie Nord (Spiez-Sphinx) par une compensation simultanée. Le réseau figurant dans l'annexe 1 du rapport de 1960 a encore subi de légères modifications dans la partie Sud. Il est représenté à l'annexe 1 du présent rapport, en même temps que la partie Nord inchangée.

Les déviations de la verticale sont reportées dans la carte annexe 5 du présent rapport. Ces valeurs définitives remplacent les déviations provisoires de la partie Sud du réseau (déterminées graphiquement) publiées dans le rapport de 1960. L'erreur moyenne d'une composante ξ ou η de la déviation de la verticale déduite des angles de hauteur est de $\pm 2''$, l'erreur moyenne d'une altitude ellipsoïdique de ± 5 cm (valeurs moyennes).

Une nouvelle méthode a été appliquée pour déterminer les altitudes orthométriques approximatives. Pour chaque station, on a calculé à partir des masses visibles les déviations de la verticale, aussi bien pour le point de surface que pour l'altitude 0. En utilisant la différence des deux valeurs, les angles de hauteur se rapportant à la verticale de la surface ont été rapportés à la verticale du géoïde à l'altitude 0. Toutes les différences d'altitude du réseau ont été calculées à partir des angles de hauteur «géoïdiques» ainsi obtenus, et non pas à partir des angles de hauteur observés. Des compensations ont alors été exécutées séparément pour la partie Nord et pour la partie Sud du réseau, en prenant ces différences d'altitudes «géoïdiques» comme observations et les altitudes orthométriques comme inconnues. Il est apparu qu'une grande partie des divergences internes disparaissent de cette manière, les erreurs moyennes des altitudes orthométriques diminuant de $\pm 6,0$ cm à $\pm 5,6$ cm (secteur Nord) et de $\pm 8,6$ cm à $\pm 4,8$ cm (secteur Sud). En outre, la divergence entre la différence d'altitude totale entre les points Spiez et Brigue déterminée par les angles de hauteur, d'une part, et l'écart des surfaces de niveau des deux points, déduit d'après Helmert de la différence des cotes géopotentielle, d'autre part, a diminué de moitié, soit de 62 à 28 cm. Dans ce cas, le procédé peut donc être considéré comme un net succès.

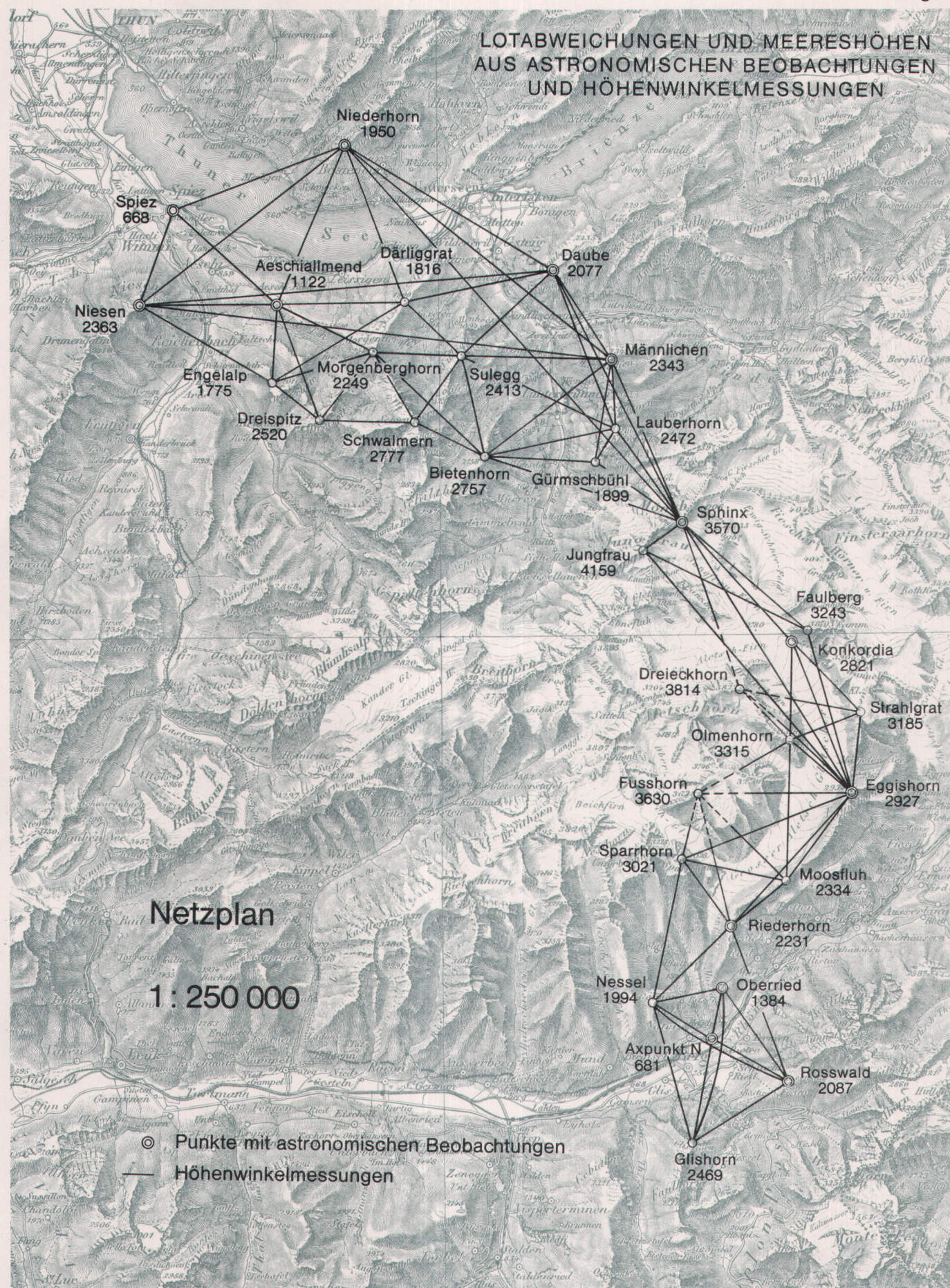
Les différences entre les altitudes ellipsoïdiques et les altitudes orthométriques représentent les altitudes du géoïde au-dessus de l'ellipsoïde de référence du réseau. Elles sont données pour chaque station comme cotes dans l'annexe 5 de ce rapport et remplacent pour la partie Nord du réseau les valeurs publiées dans le rapport national de 1960, valeurs qui avaient été déduites des angles de hauteur observés et non des angles de hauteur «géoidiques».

Se fondant sur les expériences favorables qui ont été faites dans le réseau Spiez-Brigue pour la détermination de la forme du géoïde par des observations astronomiques combinées avec des mesures d'angles de hauteur, la Commission géodésique suisse a décidé en 1961 d'établir selon la même méthode un système de liaison entre le réseau Spiez-Brigue et le profil du géoïde au méridien du Saint-Gothard (observé de 1916 à 1918, publié en 1932 et 1939). Ce système de liaison figure à l'annexe 2. L'observation des angles de hauteur dans ce réseau de liaison a été effectuée en 1961/62, les déterminations astronomiques de déviations de la verticale le seront en 1963/64.

Bibliographie:

Kobold, F. und Wunderlin, N., «Die Bestimmung von Lotabweichungen und Meereshöhen im Berner Oberland auf Grund astronomischer Beobachtungen und gegenseitiger Zenitdistanzen». Annexe au procès-verbal de la 105^e séance de la Commission géodésique suisse, 1960.

Kobold F. und Wunderlin, N., «Lotabweichungen und Meereshöhen im Berner Oberland und Oberwallis». Annexe au procès-verbal de la 109^e séance de la Commission géodésique suisse, 1963.



LOTABWEICHUNGEN UND MEERESHÖHEN
AUS ASTRONOMISCHEN BEOBSCHTUNGEN
UND HÖHENWINKELMESSUNGEN

Erweiterungsnetz Grindelwald

1: 250 000

Verbindungsnetz
Eggishorn - Gotthardmeridian

