

SUISSE

---

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE  
et  
SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL

---

Rapport sur les

# TRAVAUX GÉODÉSIQUES

exécutés de 1957 à 1959

Présenté à la douzième Assemblée Générale  
de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale  
tenue à Helsinki en Juillet 1960

1960

IMPRIMERIE WINTERTHUR S.A.



SUISSE

---

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE  
et  
SERVICE TOPOGRAPHIQUE FÉDÉRAL

---

Rapport sur les

# TRAVAUX GÉODÉSIQUES

exécutés de 1957 à 1959

Présenté à la douzième Assemblée Générale  
de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale  
tenue à Helsinki en Juillet 1960

1960

IMPRIMERIE WINTERTHUR S.A.





## 1. Triangulation de 1<sup>er</sup> ordre et bases

Le réseau de la triangulation de 1<sup>er</sup> ordre du territoire suisse, établi depuis bien des dizaines d'années, fut plus étroitement rattaché qu'il ne l'était précédemment aux réseaux étrangers. Des mesures de rattachement avec la France et l'Autriche ont ainsi été effectuées de 1951 à 1954.

Des observations pour le rattachement à la triangulation italienne et française dans la région du Valais ont été faites en 1957. Pour celles-là, il a fallu renoncer au point le plus élevé du massif du Mont-Rose, c'est-à-dire à la Pointe Dufour (4634 m), qui était un point de la triangulation suisse, pour le remplacer par un repère situé 80 m plus bas sur territoire italien, la Pta Gnifetti. A une exception près, les résultats sont très satisfaisants.

La lacune qu'il y avait dans la région de Bâle entre les réseaux allemand, français et suisse a pu être comblée en 1958 par des observations modernes. Les résultats sont satisfaisants malgré des conditions météorologiques plutôt défavorables.

Le rattachement de la triangulation suisse aux triangulations étrangères est désormais achevé. La question de savoir s'il est nécessaire de répéter une petite partie des mesures faites au Valais doit encore être élucidée par une étude détaillée des résultats (annexe).

Une nouvelle base avec réseau d'amplification a été levée dans le courant de l'été 1959 près de Heerbrugg dans le Rheintal. Ces mesures sont le résultat d'une remarquable coopération de la part des trois pays limitrophes, l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse. Elles avaient premièrement pour but de créer une base commune pour les réseaux des trois pays voisins, et deuxièmement elles étaient destinées à déterminer des distances exactes pour l'étalonnage des appareils électroniques dans des régions montagneuses.

La base de Heerbrugg mesure approximativement 7,25 km de long. Le parcours effectivement mesuré est situé en majeure partie sur la digue des hautes eaux du Rhin. Elle présente donc la forme quelque peu inusitée d'un tracé polygonal étiré aux côtés partiellement incurvés. Cette disposition a exigé le lever d'un réseau polygonal principal et secondaire.

Les longueurs ont été mesurées directement à l'aide de 12 fils d'invar. Tous les fils ont été étalonnés avant et après le lever dans le laboratoire du B.I.P.M. à Paris ou dans celui de la P.T.B. à Brunswick et en terrain sur le kilomètre normal de Munich-Ebersberg. Leurs longueurs ainsi que celles des fils de réserve ont été en outre contrôlées sur une distance locale (BP3-BP4).

La longueur de la base est reportée à l'aide d'un canevas d'amplification simple sur les côtés communs Sântis-Pfänder, Sântis-Hoher Freschen et Hoher Freschen-

Pfänder de la triangulation de 1<sup>er</sup> ordre. Les mesures angulaires faites d'après le procédé des secteurs ont été exécutées depuis les stations autrichiennes et suisses par des observateurs de ces deux pays. Le programme, qui a comporté jusqu'à 72 répétitions pour un seul angle, était composé pour une moitié d'observations diurnes et pour l'autre d'observations nocturnes. Toutes les mesures furent effectuées à l'aide de théodolites Wild type T3 et de signaux lumineux.

## 2. Nivellement de précision

En Suisse, le nivellement de précision est terminé dans ses grandes lignes depuis longtemps. Néanmoins, des mesures complémentaires s'avèrent nécessaires pour diverses raisons. C'est surtout l'hydrologie qui demande la répétition des mesures de nivellement pour certains trajets touchés par des corrections de cours d'eau ou des régularisations de lacs et qui sait tirer parti et apprécier une haute précision à sa juste valeur. Ainsi, ce sont les besoins hydrologiques qui ont avant tout motivé la décision de répéter en 1957 le nivellement du trajet Berne-Bienne qui n'avait plus été levé depuis 1906/07. La plus grande partie de ce cheminement de nivellement suit le fond d'anciens cours d'eau et lacs. Sur de longues distances, les mesures ont révélé d'importants affaissements des points de repère ayant comporté 199 mm comme valeur maximum.

Pendant la période de 1956 à 1959 couverte par ce rapport, des nivellements de précision ont été levés comme depuis des dizaines d'années, dans des régions étroitement délimitées sujettes à des affaissements de terrains présentant des répercussions économiques particulières.



### 3. Déterminations astronomiques et déviations de la verticale

#### *Différence de longitude Genève–Munich*

La Commission géodésique suisse a participé en 1957 à la détermination de la différence de longitude Genève–Munich de la Commission géodésique allemande. Le programme du groupe suisse a comporté quatre soirées d'observations à la station de référence de Genève, puis huit soirées d'observations à Munich et enfin quatre autres soirées à Genève. De son côté, le groupe allemand a accompli un programme analogue d'observations avec Munich comme point de départ.

Le programme de chaque soirée d'observations a consisté à observer le passage d'une douzaine d'étoiles au méridien au moyen d'un instrument des passages Bamberg par deux observateurs se relayant. La différence de longitude entre Genève et Munich déduite de toutes les observations s'est établie à

$$-21^m40^s,309 \pm 0^s,008.$$

En se basant sur la longitude

$$-24^m36^s,567 \pm 0^s,007$$

de la station de référence de Genève, pilier de longitude de la Commission géodésique suisse (Travaux astronomiques et géodésiques exécutés en Suisse, volume XXI), on obtient sur la base des observations des participants suisses, comme longitude de la station Munich, Technische Hochschule, pilier NE, la valeur de:

$$-46^m16^s,876 \pm 0^s,011.$$



#### 4. Déterminations gravimétriques

Dans le « Rapport sur les travaux géodésiques exécutés en Suisse, de 1954 à 1956, présenté à Toronto en septembre 1957 », on trouve de brefs renseignements sur le réseau fondamental de la pesanteur en Suisse, sur les mesures de détail observées sur une maille de contrôle du réseau fondamental et sur les mesures gravimétriques exécutées le long des lignes du « Réseau européen unifié de nivellement ». Les résultats de ces travaux gravimétriques sont publiés dans le tome XXV des « Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz » paru en été 1960.

La Commission géodésique suisse fit faire en automne 1957 des mesures de contrôle sur la ligne-étalon française Châtellerauld-Toulouse-Bagnères. Cette décision était nécessaire, car, jusqu'à présent, la détermination du réseau suisse de la pesanteur ne s'appuyait que sur des observations indigènes: mesures pendulaires 1900 à 1918 et levés gravimétriques 1953/54.

Toutes les observations de l'automne 1957 ont été faites au moyen d'un gravimètre Worden loué, le n° 259 « Modèle géodésique ». Il permettait de mesurer dans une marge de 305 mgal sans qu'il soit nécessaire de modifier la position de la grande vis. Pour obvier à une influence éventuelle de la position aussi bien de la petite que de la grande vis sur la valeur de l'unité du tambour micrométrique, les mesures suivantes ont été prises dans l'établissement du programme: à chaque tronçon de la ligne-étalon, on choisit un tronçon correspondant en Suisse; les valeurs de la pesanteur des stations correspondantes française et suisse ne diffèrent que peu l'une de l'autre. De cette manière, une différence de la pesanteur peut être mesurée en France et une autre en Suisse dans la même position de la grande vis et qu'avec un faible déplacement de la petite vis. Chaque différence gravimétrique est mesurée indépendamment de toutes les autres, chacune une fois à l'aller suivant le schéma A - B - A - B, et une fois au retour suivant le schéma B - A - B - A. Pour les compensations, on a employé les « Tidal Gravity Corrections for 1957 ». Une modification de la valeur de l'unité de tambour suivant la position de la grande vis n'a pas été constatée.

Toutes les différences de gravité mesurées en Suisse ont été transformées en unités de la ligne-étalon française, si bien que maintenant tout notre réseau fondamental repose sur cette base.

Comme station fondamentale suisse, on a choisi un pilier massif se trouvant dans l'Institut géodésique de l'École polytechnique fédérale à Zurich. Des mesures exécutées au pendule, dans les années 1901 à 1905, par Th. Niethammer, on a déduit pour la station fondamentale une intensité de la pesanteur, dans le système Potsdam, de

$$g = 980667 \text{ mgal.}$$

En automne 1957, l'intensité de la pesanteur de la station fondamentale de Zurich a été déterminée à nouveau par rattachement à quatre stations gravimétriques étrangères. Voici les valeurs obtenues:

Zurich, station fondamentale, déterminée de	
Donaueschingen (Allemagne)	980 667,08 mgal
Mulhouse (France)	667,18
Milan (Italie)	666,21
Feldkirch (Autriche)	666,50
On obtien comme valeur moyenne	980 666,74 ± 0,23 mgal.

Aussi longtemps qu'on s'en tiendra pour Potsdam à la valeur 981 274 mgal, il paraît indiqué d'adopter pour notre station fondamentale de Zurich la valeur arrondie de  
 $g = 980 667,00$  mgal.

A Genève, déjà précédemment, des observateurs étrangers ont procédé à des mesures gravimétriques sur les stations de l'aérodrome de Cointrin, de l'Observatoire et de l'Institut de physique de l'Université. En automne 1957, ces stations ont été reliées au réseau gravimétrique principal. A cette occasion, on y rattacha également le repère de nivellement de la Pierre-du-Niton.

Pour l'intensité de la pesanteur de la station se trouvant au sous-sol, en dessous de la salle du méridien de l'Observatoire de Genève, il existe actuellement les déterminations suivantes:

Genève, Observatoire:	
Rattachement au réseau suisse fondamental	980 581,30 mgal
J. Martin, «Étalonnage des gravimètres sur les bases pendulaires européennes»	980 581,33
M. Kneissl, «Niveau und Maßstab des vorläufigen Gravimeternetzes», Commission géodésique allemande, Reihe A, Heft N° 21	980 581,42 ± 0,16 mgal.

Cette bonne concordance nous donne un précieux contrôle pour notre réseau gravimétrique.

Le rapport de 1957 au Congrès de Toronto mentionnait déjà que l'Institut de géophysique de l'École polytechnique fédérale faisait procéder à des déterminations de la pesanteur, au moyen du gravimètre Worden N° 26, sur environ 500 stations réparties sur une surface de 100 km<sup>2</sup>. Ces mesures, exécutées de 1957 à 1959, ont été poursuivies et on en a tiré les conclusions.



## 5. Détermination de la forme du géoïde

Le réseau des angles de hauteur de la région de la Jungfrau, publié dans le rapport national de 1957, annexe 3, a subi pendant les observations des distances zénithales et des observations astronomiques quelques modifications avant de prendre sa forme définitive consignée dans l'annexe 1\* du présent rapport.

L'interprétation complète des observations n'a pu être achevée jusqu'à présent que pour la partie nord, l'Oberland bernois. Pour la partie sud du canevas, le Valais, on ne possède encore que des valeurs provisoires pour les déviations de la verticale déduites des distances zénithales. Ces déviations provisoires de la verticale des points sans observations astronomiques ont été reportées sur l'annexe 2 du présent rapport. Les valeurs des déviations de la verticale portées dans l'annexe 3 pour la partie nord du canevas sont définitives et remplacent les valeurs publiées dans l'annexe 4 du rapport national de 1957. Elles ont été obtenues par une compensation stricte de tous les angles de hauteur de cette région dans la détermination commune des hauteurs ellipsoïdiques et des déviations de la verticale\*\*.

En outre, on a obtenu d'une compensation générale de toutes les différences d'altitude calculées des distances zénithales observées sans tenir compte des déviations de la verticale des altitudes orthométriques approximatives. La différence des altitudes ellipsoïdiques et orthométriques a fourni la base pour le calcul de la surélévation du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de référence du réseau. Les valeurs pour les seize points du réseau sont également indiquées dans l'annexe 3 du présent rapport.

Du fait de l'importance des déviations de la verticale de l'ordre de 20" à 30", on obtient une valeur de 2,6 m pour la surélévation du géoïde à partir du point de départ de Spiez, avec la cote arbitrairement choisie de zéro, jusqu'au point Sphinx situé sur le Jungfrauoch. La détermination actuellement en cours des valeurs correspondant à la partie sud du canevas renseignera sur l'allure du géoïde entre le Jungfrauoch et Brigue.

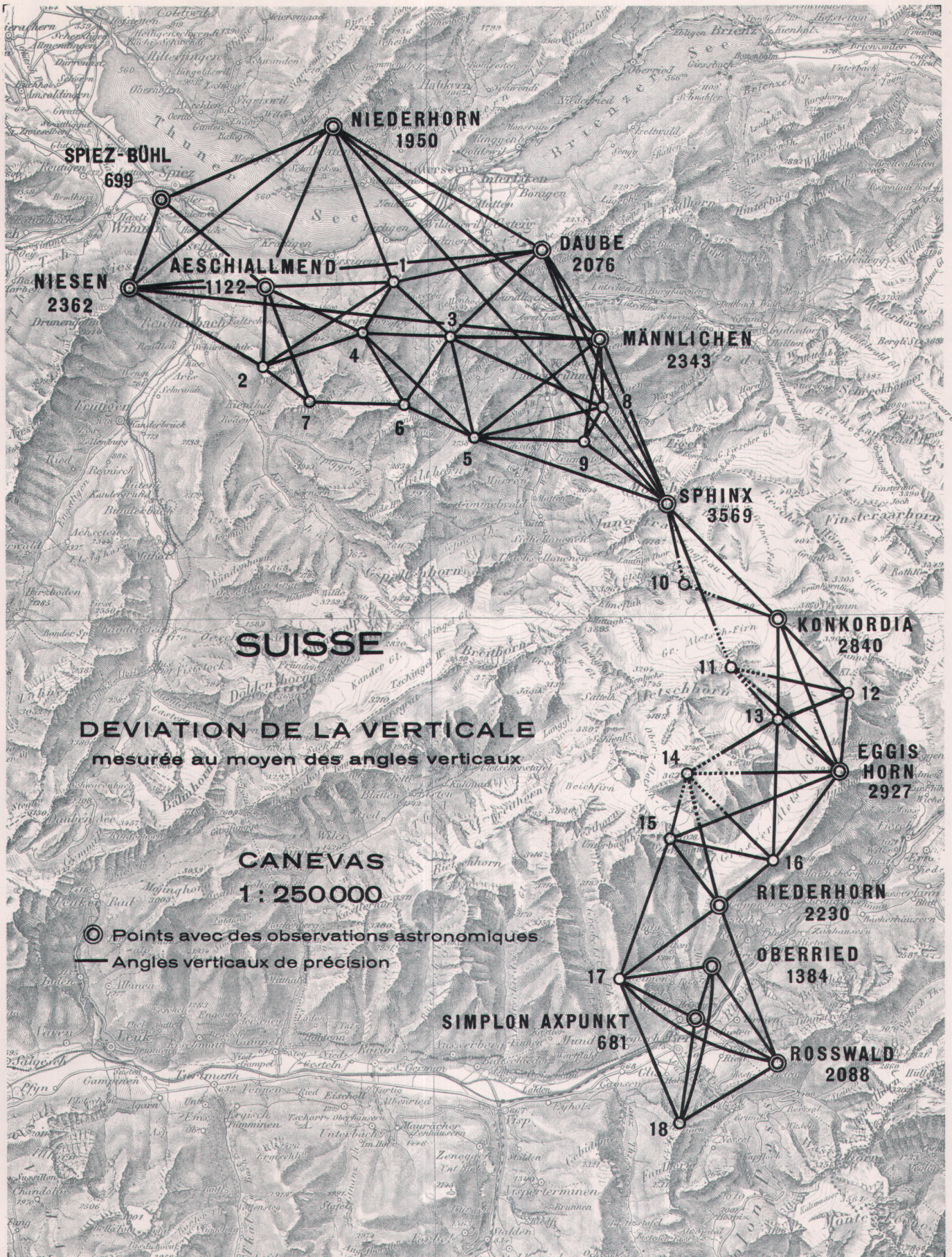
---

\* Les annexes ont été imprimés par le Service Topographique Fédéral, Wabern-Berne

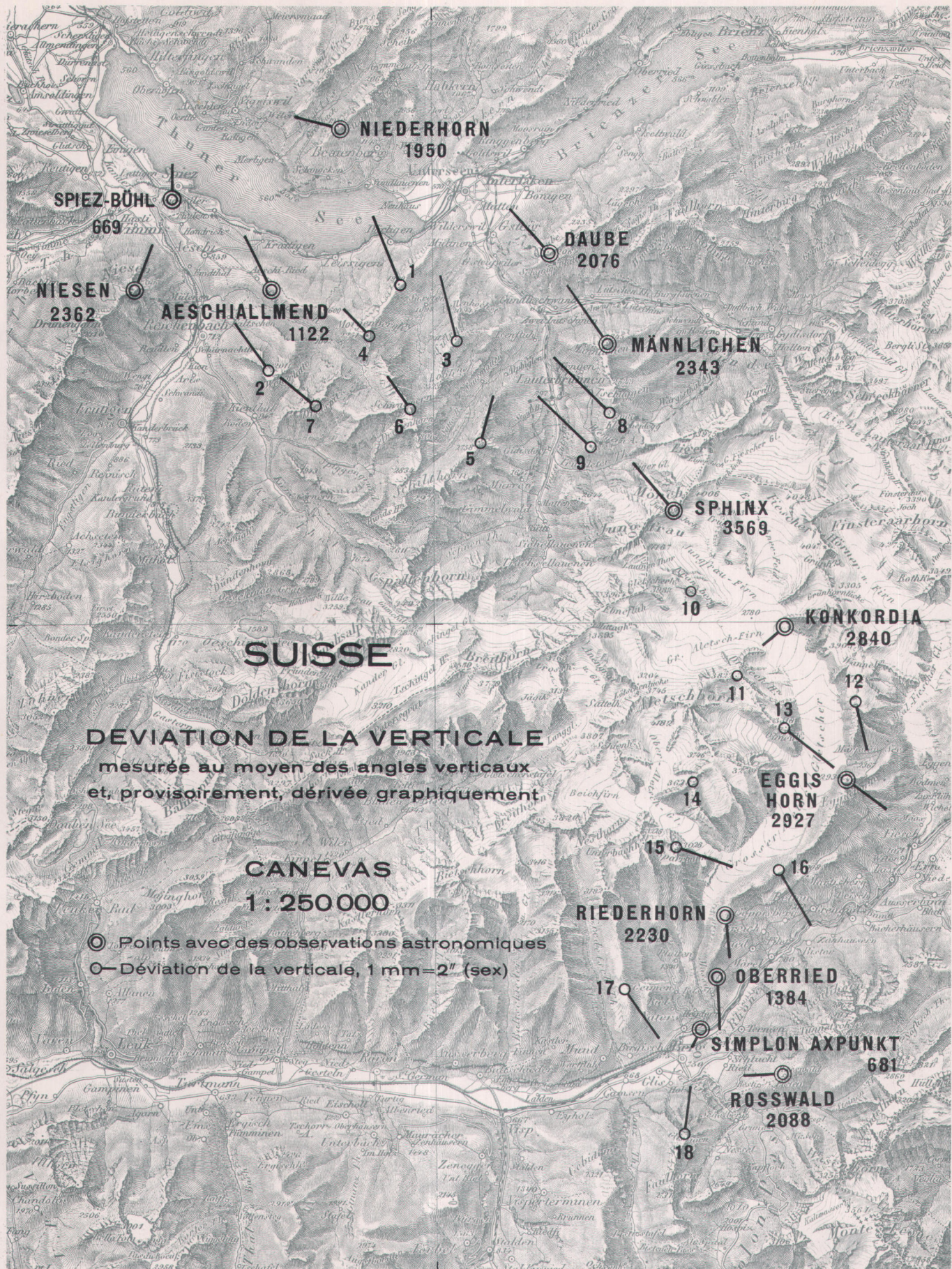
\*\* Tous ces calculs ont été exécutés par des ingénieurs de la Commission Géodésique Suisse











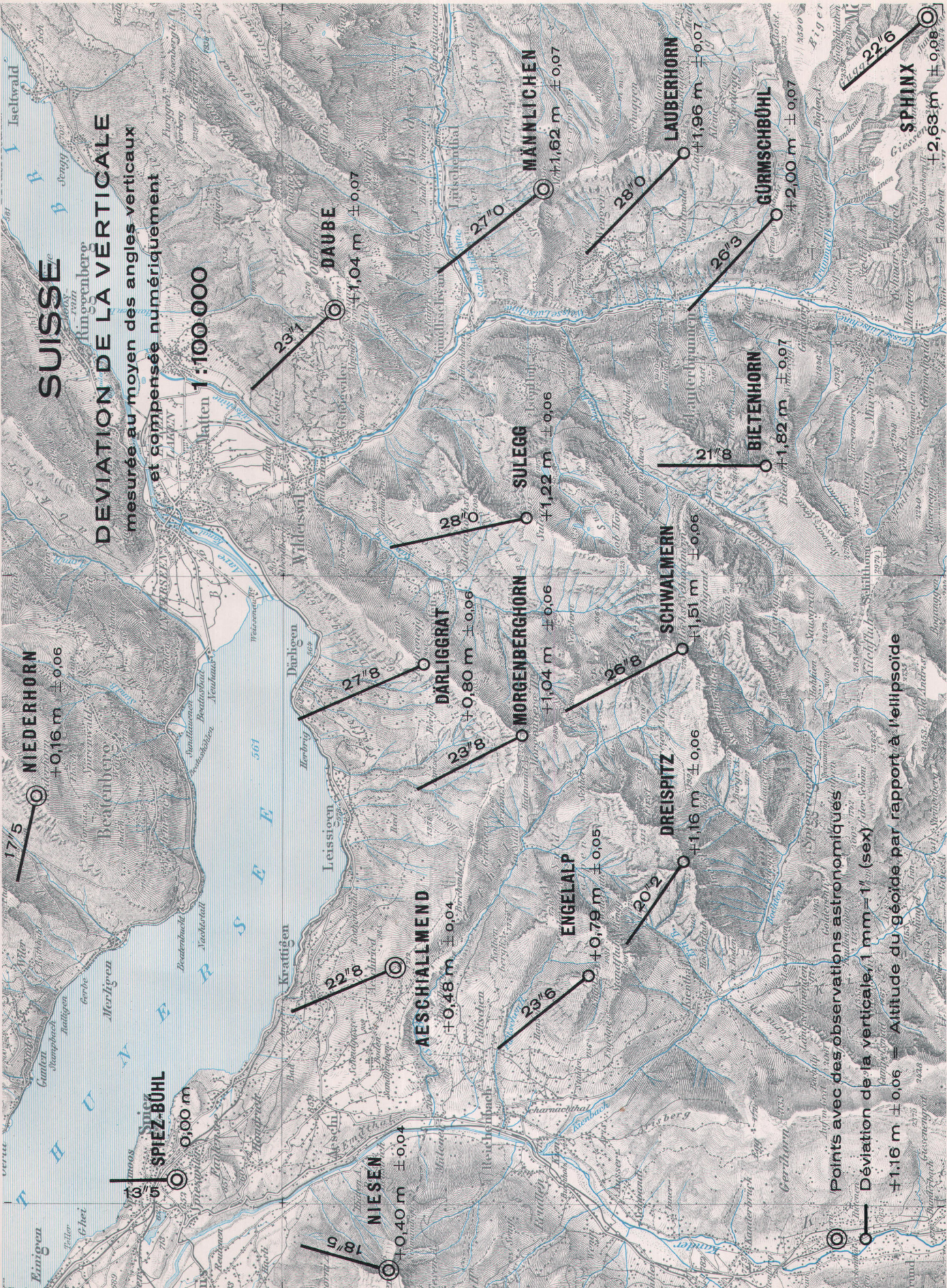


# SUISSE

## DEVIATION DE LA VERTICALE

mesurée au moyen des angles verticaux et compensée numériquement

Matten 1:100 000



Points avec des observations astronomiques

Déviation de la verticale, 1 mm = 1" (sex)  
+1,16 m ± 0,06 = Altitude du géoïde par rapport à l'ellipsoïde





SUISSE

MULHOUSE

Basel

ZÜRICH

Basel

Basel

Basel

Basel

Basel

Basel

Basel

RESEAU EUROPEEN  
de  
TRIANGULATION PRIMORDIALE

OESTERREICH

Fida Landestopographie, Bern  
Service topographique fédéral

Masstab 1:1000000

Alle Rechte vorbehalten  
Wabern, mai 1960



