

**Zeitschrift:** Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres  
**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres  
**Band:** 13 (1915)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Le nouveau nivellement suisse de précision [suite et fin]  
**Autor:** Gassmann, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-183609>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

Jahrgang XIII

Schweizerische

15. August 1915.

# Geometer-Zeitung

Zeitschrift des Schweiz. Geometervereins

Organ zur Hebung und Förderung  
des Vermessungs- und Katasterwesens

Redaktion: Prof. J. Stambach, Winterthur

Expedition: Buchdruckerei Winterthur vorm. G. Binkert

Jährlich 12 Nummern und 12 Inseratenbulletins	No. 8	Jahresabonnement Fr. 4.— Unentgeltlich für Mitglieder
--	-------	--

## Le nouveau nivellement suisse de précision

par *R. Gassmann*, ingénieur diplômé, Berne.

(Suite et fin.)

L'emploi des mires françaises supprime la vérification sur le terrain, par le fait que chaque mire porte un dispositif de comparaison — comprenant une lamelle d'acier et de laiton — qui permet d'obtenir une certaine longueur indépendante de la température et de l'humidité, et de déterminer sur le terrain la variation de longueur des parties en bois. On doit cependant vérifier au comparateur, au printemps et en automne, ces mires à compensation pour déduire les valeurs de départ dans les calculs.

L'exactitude des valeurs moyennes de la longueur d'un mètre de mire, déduite de vérification sur le terrain ou de vérification au comparateur, est de  $\pm 1$  à 2 centièmes de millimètre.

Déjà depuis quelques années, on a constaté de différents côtés qu'en employant, pour la partie des mires portant la division, de l'acier de nickel — alliage qui, lorsqu'il atteint 36 % de nickel, possède un coefficient très faible de dilatation, d'où son nom d'„invar“ — on se rendait indépendant des influences de l'humidité et de la température, à tel point que pour l'exécution du nivellement de précision dans nos contrées montagneuses, on peut obtenir du matériel dont on garantit la dilatation moindre d'un millionième par degré. C'est ainsi qu'en 1912 sur la ligne Bulle-

Châtel-Saint-Denis-Vevey, on a utilisé une mire en invar établie par Monsieur le Dr. Chappuis à Bâle et construite par la maison Kern & Cie., à Aarau; les essais comparatifs faits à cette occasion avec deux autres mires ont donné de bons résultats. Les nouvelles mires Wild-Zeiss, avec dispositif spécial pour la lecture, portent une double division tracée également sur un ruban d'invar laissé libre, qu'on fixe à une extrémité de la mire et qu'on tend à l'autre au moyen d'une force de 20 kg.

Durant la campagne 1914, que la guerre a fortement écourtée, on a employé ces mires, conjointement avec un niveau de précision Zeiss III, pourvu d'une disposition spéciale des fils. Nous pouvons remarquer ici que les opérations de nivellement exécutées avec l'instrument de Wild, soigneusement construit, présentent une série de réels avantages. Tout d'abord, la mise en station de l'instrument, beaucoup plus rapide qu'auparavant, fait gagner un temps considérable et la lecture est énormément facilitée en ce sens qu'elle est effectuée en faisant coïncider la figure en forme de coin décrite par les fils avec les traits de la mire, très nets et très fins. Il est seulement regrettable que, d'après mon expérience, le gain considérable que j'escomptais obtenir en augmentant la longueur des visées, ait été presque annihilé par le fait que, pour les visées de plus de 25 mètres, des influences de réfraction se faisaient sentir qui avaient une répercussion néfaste sur la précision et le maniement de cette disposition excellente. Les calculs des observations de la campagne de 1914 n'étant pas achevés, il ne nous est pas encore possible de fournir ici des données certaines sur l'exactitude obtenue dans le nivellement double exécuté avec la disposition spéciale des fils.

Les différences des résultats obtenus par deux opérateurs dans le double nivellement des mêmes tronçons, différences qu'on combine avec les longueurs de ces tronçons, nous fournissent les éléments nécessaires à la détermination de l'exactitude de ce double nivellement.

Pour chaque tronçon dont les points extrêmes sont supposés invariables pendant les opérations, on calcule l'erreur moyenne  $y$  relative par kilomètre; on nivelle à nouveau les tronçons pour lesquels cette erreur moyenne dépasse le triple de l'erreur moyenne déduite de l'ensemble du réseau. Dans les mensurations anté-

rieures, l'erreur moyenne par kilomètre de nivellement double, déduite de l'erreur de chaque tronçon, atteignait l'un dans l'autre  $\pm 0,5$  mm, tandis que la même erreur calculée d'après les erreurs de fermeture des six polygones complètement achevés jusqu'ici, ascendait à  $\pm 1,08$  mm. La différence entre ces deux chiffres montre clairement que pour les tronçons plus étendus, on ne doit pas admettre seulement l'existence d'erreurs de mensuration purement accidentelles, mais plutôt l'existence d'influences systématiques qui se font sentir malgré tout le soin et toutes les précautions de l'opérateur et dont on doit tenir compte dans le calcul de l'exactitude.

Cette constatation a été reconnue et introduite dans les calculs sous forme des nouvelles formules d'erreurs de Lallemand, qui ont été présentées et adoptées pour les nivellements de haute précision à la 17<sup>e</sup> conférence de la commission internationale de la Mensuration de la Terre, tenue en septembre 1912 à Hambourg.

Selon ces formules, au moyen des différences dans le double nivellement, on calcule selon une méthode rigoureuse, une erreur moyenne accidentelle et une erreur moyenne systématique; la valeur de la première par kilomètre ne doit pas dépasser  $\pm 1,5$  mm, et la valeur de la seconde, également par kilomètre, ne doit pas dépasser  $\pm 0,3$  mm.

Nous pouvons, sans grande difficulté, nous tenir dans les limites de ces valeurs pour le nouveau nivellement suisse exécuté en plaine, mais dans les réseaux de montagne, il y a lieu de procéder à des comparaisons très minutieuses et très exactes des mires, si nous ne voulons pas dépasser la tolérance admise pour les erreurs systématiques. On n'a pas encore déterminé la valeur de l'exactitude des résultats antérieurs, calculée selon les formules Lallemand, car on n'a pas encore pu effectuer les opérations compliquées, partie calcul, partie graphique, que cette détermination rend nécessaires. La somme des tronçons dont les résultats sont erronés ou insuffisamment exacts et que l'on devra mesurer à nouveau au commencement de la prochaine campagne, ne comporte guère que le 2—3 % du total; ce pourcentage sera toutefois considérablement augmenté par le fait que les lignes adjacentes à ces parties erronées devront être vérifiées également.

Lorsque ces mensurations seront exécutées, on en combi-nera les résultats avec ceux du nivellement double, et chaque opérateur calculera dans le sens de sa mensuration. En ad-mettant les mêmes points de départ, que ce soit un repère de rattachement déterminé lors du nouveau nivellement ou un re-père principal conservé intact de l'ancien nivellement, on peut déduire l'altitude observée au-dessus du niveau de la mer, pour chaque repère compris dans le nivellement considéré. Il est de toute importance que, jusqu'à ce moment, le calcul soit exécuté séparément par chaque opérateur, car ce n'est que par la com-paraison de deux résultats obtenus pour chaque repère, que l'on peut découvrir les erreurs de calcul, particulièrement les erreurs de signe, dans les tronçons qui ne sont pas compris dans les réseaux.

On arrive ainsi à clore la première partie des calculs d'une campagne de mensuration. Il n'est pas possible de pousser plus loin l'examen des résultats de chaque année, tant que le réseau complet du nouveau nivellement n'a pas été compensé pour lui-même. Cependant, comme cette compensation ne pourra pas être effectuée avant longtemps et que, d'autre part, il est à désirer que les résultats de la nouvelle mensuration puissent être utilisés aussi rapidement que possible, on procède, comme étape intermédiaire, au calcul de ce qu'on appelle „les altitudes provisoires“.

Le réseau de l'ancien nivellement de précision, qui a été compensé selon les méthodes rigoureuses, sert de squelette et de base aux cotes d'altitude provisoires, en ce sens que les résultats du nivellement double pour les points nouveaux et pour les points anciens restés intacts sont compensés par rap-port aux anciens repères fixes, dont la cote d'altitude déterminée par la nouvelle mensuration n'accuse pas une différence plus forte que celle qui résulterait de la tolérance admise précédem-ment. Cette obligation de raccordement a pour effet de diminuer l'exactitude de la nouvelle mensuration; toutefois, les cotes d'altitude ainsi déterminées peuvent suffire aux besoins de la pratique.

On n'a pas envisagé l'éventualité de publier ces résultats qui peuvent être considérés comme un complément et une ex-tension des livraisons sur: „Les points fixes du nivellement



suisse de précision"; cependant les résultats ainsi acquis du nouveau nivellement suisse sont classés, rassemblés par polygones, et communiqués, sur demande, aux intéressés auxquels le Service topographique fédéral adresse volontiers des copies.

Les résultats de ces mensurations sont provisoires pour autant que les valeurs absolues des cotes d'altitude ne subiront pas de correction, résultant de la compensation ultérieure du réseau en son entier et de la prise en considération de la modification de la pesanteur, résultant du nouvel horizon adopté, par rapport auquel l'altitude du repère fondamental ancien R. P. N. à Genève est 373,6 mètres au-dessus de la mer.

Lorsque nous parlons d'altitude au-dessus de la mer et que nous faisons entrer en ligne de compte l'influence de la pesanteur, nous touchons deux points qu'intentionnellement on n'avait pas considérés dans l'ancien nivellement de précision, mais dont on tient compte dans le nouveau nivellement. La plaque de bronze de la „Pierre du Niton“, dans le port de Genève, était le point de départ, le „zéro“, pour toutes les altitudes de l'ancien nivellement de précision; aussi pour obtenir les altitudes directes par rapport au niveau de la mer, il suffisait d'ajouter l'altitude, au-dessus de la mer, de R. P. N. aux altitudes ainsi déterminées. L'altitude de R. P. N. au-dessus de la mer a été calculée par des voies différentes, à diverses époques, et ces calculs ont abouti à des résultats différents; à ce sujet, je m'en rapporte à l'intéressante communication de Mr. l'ingénieur E. Buffat, parue dans notre journal en 1912 (page 21). Les cotes d'altitude suisses étaient, d'une part, la cote 376,64, adoptée par Dufour pour la carte au 1 : 100,000 et la cote 376,86, utilisée pour les cartes Siegfried; ce dernier chiffre est également celui auquel nous faisons allusion lorsqu'aujourd'hui nous parlons d'„ancien horizon“ en opposition à „nouvel horizon“.

La première liaison, par nivellement, de R. P. N. avec le niveau de la mer, établie en 1862 par le nivellement français entre Genève et Marseille, démontra déjà que le chiffre adopté par Dufour était trop élevé — ce chiffre était tiré de la triangulation française de Corabœuf. Le nivellement français de 1862, exécuté par Bourdalouë, donna comme altitude de R. P. N., la cote 374,052. Ce chiffre et d'autres encore — différents de

l'horizon des cartes suisses — ont été utilisés comme altitudes absolues dans l'établissement de divers plans et projets d'aménagement de villes et de corrections de rivières, etc., ou pour des travaux comprenant une surface considérable, tels que travaux hydrauliques et de chemins de fer; ces différents horizons pouvaient se rencontrer facilement, et le technicien devait vouer une attention spéciale à la valeur du point de départ des cotes d'altitude, s'il voulait s'éviter des surprises désagréables. D'un autre côté, il fallait indiquer, sur chaque plan, par une annotation spéciale, l'altitude de l'horizon considéré. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, les altitudes du nouveau nivellement doivent se rapporter au niveau de la mer. C'est dans ce but que Mr. le Dr. J. Hilfiker a publié son travail excellent et fondamental: „Recherches sur les relations des altitudes en Suisse“, dans lequel il étudie les relations des réseaux de nivellement des Etats qui nous entourent. Au moyen de ces réseaux qui sont en relation directe avec le niveau de la mer et en tenant compte de leur exactitude respective, Mr. le Dr. J. Hilfiker a calculé la valeur absolue de l'altitude de R. P. N., et, en arrondissant au décimètre, il a trouvé 373,6 mètres.

Telle est la valeur définitive adoptée pour l'altitude de R. P. N. au-dessus du niveau de la mer, que l'on a prise pour base du nouveau nivellement et des mensurations cadastrales (art. 21 de l'instruction fédérale, du 15 décembre 1910). Les nouveaux rattachements avec les pays voisins doivent également se rapporter à cette valeur de base. Pour éviter des confusions, nous pouvons ajouter que la valeur de cette altitude, absolue et invariable seulement pour Genève, ne sera reportée dans les autres parties de notre pays et ne pourra être donnée exactement que lorsque tous les éléments nécessaires, c'est-à-dire les résultats de la nouvelle mensuration, auront été compensés et réduits. C'est sur cette valeur également que s'appuie la détermination des cotes d'altitude provisoires. L'horizon est donc fixé définitivement, mais les résultats du nouveau nivellement ne pourront être considérés comme définitifs que lorsque la nouvelle mensuration sera terminée. Jusqu'à ce moment, nous devons nous contenter de rapporter au nouvel horizon les cotes de l'ancien nivellement, en les diminuant de 3,26 mètres. Nous devons encore nous attendre à ce que la compensation et la

prise en considération de la pesanteur apporteront à ces cotes des corrections qui, selon la région et l'altitude des repères, pourront atteindre quelques centimètres.

L'influence de la variation de la pesanteur se traduit par une valeur de réduction, dont nous devons tenir compte dans le nivellement, lorsque nous voulons considérer l'altitude de nos repères comme leur distance à l'horizon de la mer.

Dans un nivellement technique, nous admettons, pour déterminer nos cotes d'altitude, que les plans engendrés par le niveau sont parallèles les uns aux autres, tandis que la mécanique nous apprend qu'entre deux de ces plans il n'existe une équidistance dynamique et non pas géométrique; ce que l'on nomme correction orthométrique est l'expression de l'inclinaison des plans déterminés par le niveau. Supposons, par exemple, que nous fassions un nivellement partant de Genève, passant par Neuchâtel, Bienne, Delémont et Bâle et, de là, remontant le Rhin, nous pourrions aisément déterminer sur les bords du Rhin, entre Eglisau et Schaffhouse, un repère dont la différence d'altitude avec le point de départ de Genève sera nulle — abstraction faite de toutes les erreurs d'observation —; or, selon notre compréhension habituelle du nivellement, nous affecterons ce repère d'une cote d'altitude identique à celle du point de départ. Si nous avons la possibilité d'abaisser une perpendiculaire sur notre horizon de départ, c'est-à-dire sur l'horizon de la mer, nous pourrions constater qu'en donnant à cette perpendiculaire exactement la longueur de 373,6 mètres, elle plongerait dans l'eau d'environ 70 mm. Pour déterminer la valeur de la réduction à faire subir aux altitudes résultant du nivellement ordinaire, lorsque nous voulons que ces altitudes correspondent à leur définition indiquée plus haut, Mr. le Dr. J. Hilfiker, dans l'ouvrage auquel nous avons fait allusion, a calculé les valeurs compensées des corrections orthométriques, avec R. P. N. comme base, de tout le réseau enveloppant de l'ancien nivellement de précision. Ces valeurs oscillent entre + 24,3 mm (N. F. 90 Domo d'Ossola) et - 75,5 mm (N. F. 143 Constance); cette dernière valeur est encore légèrement dépassée pour les repères situés plus au Sud, mais à une altitude plus élevée. Je m'en rapporte également sur ce point, à l'étude intéressante de Mr. l'ingénieur A. Ansermet, publiée l'année dernière dans notre



journal, à l'occasion de la détermination de la correction orthométrique dans un polygone du réseau vaudois de nivellement.

La grandeur de la correction orthométrique dépend du profil du réseau nivelé et de son développement dans la direction méridionale; elle est calculée d'après une formule de Helmert relative à la variation de la pesanteur normale. Dans les contrées relativement planes, la formule correspond approximativement aux conditions normales de la pesanteur, mais dans nos régions montagneuses, on constate entre la valeur de la pesanteur normale et celle de la pesanteur réelle, des différences qui montrent qu'il n'est pas possible de calculer la correction orthométrique en se basant sur la variation de la pesanteur normale. C'est ainsi qu'on remarque que dans les polygones actuellement complets du nouveau nivellement, des différences qui vont jusqu'à 35 mm pour la valeur des erreurs orthométriques de fermeture, suivant que nous la déterminons au moyen de la pesanteur normale ou en nous basant sur la pesanteur réelle observée. La Commission géodésique suisse a, notamment dans ces dernières années, chargé son ingénieur, Mr. le Dr. Th. Niethammer, de déterminer, sur de nombreuses stations, la valeur de la pesanteur, au moyen de mensurations avec le pendule, et elle a tenu compte, d'une manière toute spéciale, dans la disposition des stations, du tracé de nos réseaux de nivellement.

La détermination précise de la valeur réellement observée de la pesanteur pour la recherche de l'altitude orthométrique des divers repères se heurte cependant à l'incertitude résultant de l'évaluation de la pesanteur moyenne au point considéré; par contre, on peut déterminer avec toute la précision désirable, l'erreur réelle de fermeture, c'est-à-dire la quantité au-delà de laquelle, en vertu de la variation de la pesanteur, un polygone ne peut plus être exact, abstraction faite de toutes les erreurs d'observation; l'erreur réelle de fermeture entre en ligne de compte dans le calcul de l'exactitude de la mensuration.

Nous avons encore un autre moyen d'exprimer les résultats de notre nivellement en corrélation avec la pesanteur: nous ne cherchons pas à déterminer pour chaque repère son altitude par rapport à l'horizon de la mer; mais nous considérons une valeur (la différence potentielle) proportionnelle au travail mécanique

qui doit être fourni pour élever une masse donnée de l'horizon de la mer à l'altitude du point considéré. Si nous divisons cette valeur par une constante pour tous les points, par exemple, par la valeur moyenne de la pesanteur pour la Suisse entière, nous obtenons une quantité que nous désignons par „altitude de travail“ ou „cote dynamique“.

Nous pouvons alors calculer avec ces valeurs, comme avec les altitudes ordinaires; la différence entre deux horizons de comparaison donne une constante pour tous les points, et tous les points ayant la même cote dynamique appartiennent à une seule et même surface plane.

Les „altitudes de travail“ peuvent être déterminées, en nous appuyant sur les mensurations de la pesanteur réelle et la solidité de cette base devrait nous engager à l'adopter pour notre nivellement, de préférence à l'altitude orthométrique, et d'autant plus que la plus grande partie des calculs nécessaires à sa détermination doit être exécutée, comme que ce soit, pour l'évaluation de l'erreur de fermeture véritable. D'un autre côté, les altitudes de travail n'ont pas une importance immédiate au point de vue de la représentation géométrique et les valeurs de réduction, pour les points d'altitude élevée, sont considérablement plus grandes que pour les altitudes orthométriques.

Que nous opérions d'une manière ou d'une autre pour la représentation des résultats définitifs du nivellement suisse, nous constaterons des différences entre ces derniers et ceux que l'on aurait obtenus en procédant au même nivellement sans tenir compte de la pesanteur, et ces différences sont sensibles pour un travail de grande envergure, même exécuté avec tout le soin désirable.

Cette circonstance pourrait nous fournir l'occasion de compenser rigoureusement notre réseau de nivellement en nous appuyant sur les résultats réduits de la double mensuration, et de les rapporter à la nouvelle altitude de R. P. N. Ainsi, abstraction faite de la modification de l'horizon et des déplacements de repères, nous ne constaterons, dans les repères communs de l'ancien nivellement et du nouveau, et dans les altitudes provisoires, par rapport aux résultats définitifs connus ou à déterminer, que les différences qui ne proviendront absolument que de l'inégalité de l'exactitude de deux mensurations

— et cela surtout dans les réseaux de montagne —, et nous pourrions considérer un réseau de nivellement semblable comme répondant, sans aucun doute, à toutes les exigences des besoins du pays.

Une seconde compensation dans les calculs de laquelle on tiendrait compte de l'influence de la pesanteur, et la publication des résultats définitifs ne serviraient de base qu'à des questions scientifiques, par exemple à des recherches de précision, ou à des questions ayant trait à la mensuration de la terre, dont notre nouveau nivellement suisse de précision ne constitue qu'un fragment.

Berne, Décembre 1914.

Rob. Gassmann, ing. dipl.

---

## Vermessungsinstruktion und Kataster.

---

Unter diesem Titel haben wir in Heft 11, Jahrgang 1914, unserer Zeitschrift einen Artikel veröffentlicht, welcher in grossen Zügen die Vereinfachungen der eidgenössischen Vermessungsinstruktion in ihrer Anwendung auf den Kataster behandelt. Wir sind dabei von zwei Gesichtspunkten ausgegangen, welchen der Katasterplan Genüge leisten soll: *Einfachheit* und *Klarheit*. Der Katasterplan hat nicht den Zweck, das Terrain in seiner Konfiguration darzustellen, er soll lediglich die Angaben enthalten, welche zur Feststellung, zur Erhaltung und zur Wiederherstellung der Eigentums Grenzen nötig sind.

Heute wollen wir unsere Gedanken etwas weiter ausführen, indem wir von den hauptsächlichsten Abänderungen sprechen, welche nach unserer Ansicht in den verschiedenen Abschnitten an unserer eidgenössischen Instruktion angebracht werden sollten.

### A. Allgemeine Bestimmungen.

Der Artikel 5 der Vermessungsinstruktion, welcher die Gliederung der Vermessungsobjekte in drei Zonen behandelt, sollte revidiert werden.

Wie wir bereits angedeutet haben, sollten Charakter und Ausdehnung der Zonen I und II genauer umschrieben werden, damit eine der Natur des Grundeigentums entsprechende Zuteilung möglich ist. In Zone I könnte man das eigentliche