

**Zeitschrift:** Zeitschrift des Vereins Schweizerischer Konkordatsgeometer [ev. = Journal de la Société suisse des géomètres concordataires]  
**Herausgeber:** Verein Schweizerischer Konkordatsgeometer = Association suisse des géomètres concordataires  
**Band:** 8 (1910)  
**Heft:** 8  
  
**Artikel:** Notive sur le nivellement général du canton de Vaud [fin]  
**Autor:** Buffat, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-181189>

### **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:** 01.04.2025

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

Vermessungsbureau und 1906 wurde er vom Regierungsrat als Nachfolger von Herrn Matzinger sel. außerdem zum Chef des Grundbuchgeometerbureau gewählt.

Mit freudiger Begeisterung trug er den Rock des Vaterlandes. Er brachte es bis zum Geniehauptmann. Mit seinen Waffenkameraden blieb er immer in freundschaftlicher Verbindung. Als eifriger Förderer des Turnwesens gründete er mit einem Freunde den Turnverein Pratteln.

Unsern Berufsvereinen widmete er seine ganze Aufmerksamkeit. In der Eigenschaft als Kassier und Vizepräsident des Zentralvereins (1907—10) wie als Präsident der Sektionen Aargau, Basel und Solothurn (1905—08) war er bemüht, die Interessen der Geometerschaft zu wahren. Als überzeugter Kämpfer trat er unentwegt für das Postulat der Maturität ein. Allen beruflichen Neuerungen war er, sofern er sie als nützlich und ökonomisch erkannte, zugänglich.

Als Beamter erwies er sich als ein Mann von vorbildlicher Arbeitsfreudigkeit. Als Freund und Kollege war er jedem, der ihn verstand, anhänglich und erkenntlich.

Um den lieben Entschlafenen trauern vor allem seine Gattin und 10 Kinder, für die er alles daran gesetzt, um ihnen eine gute Bildung zu ermöglichen. Ein treubesorgter, guter Vater ist von seiner Familie geschieden. Er ruhe im Frieden. *E. K.*

---

## **Notice sur le Nivellement Général du Canton de Vaud.**

par E. Buffat, ingénieur topographe à Lausanne.

(Fin.)

Rappelons ici un fait qui mit en émoi le monde scientifique il y a 40 ans, au sujet de l'erreur de clôture dans le passage des Alpes. (Nivellement de précision de la Suisse).

C'était en 1870; on avait fermé par un double passage des Alpes le grand polygone comprenant toute la moitié occidentale de la Suisse qui passe par:

Lausanne-Fribourg-Berne-Aarburg-Lucerne-Schwytz-Altorf-Col du Gothard-Bellinzona-Locarno-Domo d'Ossola-Simplon-Brigue-Martigny-Villeneuve et Lausanne, d'une longueur totale de 729,703 k et dont le calcul de réduction fait à double, et indépendamment

aux observatoires de Genève et de Neuchâtel, montra une erreur de clôture considérable atteignant 1,186 m.

L'un des ingénieurs avait-il fait trois fois la même erreur de 1 mètre de lecture ou d'écriture pour les 3 fils, en attribuant la fraction de 0,186 m aux erreurs d'observation pour un polygone d'une pareille longueur et avec des différences de niveau atteignant 2000 mètres?

Cela paraissait improbable, car la mire est numérotée en centimètres de 0 à 300 et, le règlement imposé aux ingénieurs, prescrivait absolument de ne pas enlever l'instrument avant d'avoir vérifié une seconde fois le nombre entier de centimètres indiqués sur la mire par le fil niveleur.

Ces raisons, et le fait que pareille erreur se rencontrait pour la première fois dans une opération pour laquelle on traversait deux passages élevés des Alpes (Saint-Gothard 2115 mètres, et Simplon 2021 mètres) firent naître le soupçon que cette incertitude de 1,2 m pouvait peut-être provenir des perturbations produites par la déviation de la verticale sur le nivellement dans les montagnes.

Mr. le Dr. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, étudia alors l'influence de la déviation de la verticale sur les nivellements géométriques et arriva à la formule:

$$E = D \operatorname{tang} \alpha \cos \delta,$$

dans laquelle  $E =$  l'effet total que la déviation de la verticale produit sur la différence de niveau entre le sommet et la base de la montagne;

$\alpha =$  la déviation moyenne de la verticale qui règne sur une pente de montagne;

$\delta =$  l'angle moyen que la direction générale du nivellement fait avec le plan de la déviation;

$D =$  la longueur de la ligne de nivellement.

A l'étranger, ce fait fit également la plus grande sensation et fut l'objet de nombreux mémoires.

Citons entr'autres: Beiträge zur Theorie des Schlußfehlers geometrischer Nivellements-polygone, de Mr. G. Zachariæ de Copenhague publié dans le No. 1916 der „Astronomische Nachrichten“. L'auteur arrive par l'analyse à la conclusion: « qu'on ne peut pas

nier a priori la possibilité d'une erreur de clôture de un mètre, produite par la déviation de la verticale dans le polygone des Alpes ».

Puis Mr. le Professeur Bauernfeind, dans son mémoire „Géodætische Bestimmung der Erdkrümmung und Lothablenkung“, lu le 2 mars 1872 à l'Académie de Munich, va encore plus loin, car il expose tout au long une méthode par laquelle en faisant se croiser les lignes de niveau de deux instruments et en lisant leurs indications sur 3 mires disposées convenablement on peut trouver l'angle entre ces deux lignes de niveau, et par conséquent l'angle entre les 2 verticales passant par les deux instruments. En combinant cet angle avec la distance des instruments, on obtiendra ainsi la courbure des surfaces de niveau de station en station.

La Commission qui dirigeait le nivellement de précision de la Suisse se borna à la plus simple des mesures ; elle fit niveler à nouveau la ligne du Gothard et celle du Simplon ; aussi le 3 juin 1873 l'ingénieur trouva entre les repères 36 (Canobio) et 37 (Santa-Maria-Maggiore) une différence dépassant de plus d'un mètre celle trouvée en 1870.

Cette section fut de nouveau nivelée deux fois ; et l'on acquit la certitude que l'erreur de clôture du polygone des Alpes était bien due à une simple erreur de lecture de mire, toutefois difficile à s'expliquer, de la part de l'opérateur, car cette erreur de lecture a dû être répétée trois fois (une fois par profil) ; il aurait donc dû, avant de déplacer son instrument, vérifier par un dernier coup d'œil dans la lunette, le chiffre des décimètres.

Mr. Lallemand ingénieur, directeur du nivellement général de la France, dans une étude très étendue, traite de cette correction qu'il nomme correction orthométrique et qui a pour but, dit-il, de modifier les résultats d'un nivellement, ensorte que les altitudes obtenues représentent effectivement les distances verticales de chaque point nivelé à la surface des mers.

Par des calculs successifs trop longs à exposer ici, Mr. Lallemand a établi la formule de l'erreur orthométrique due à la variation de la gravité et qui a été appliquée au réseau du nivellement de haute précision de la France. Cette erreur est des plus minime ; elle peut se corriger par la formule :  $0,033 \text{ mm } \sqrt{D}$ ,  $D =$  la différence de niveau. Elle n'est cependant pas négligeable

pour un pays accidenté comme le nôtre; aussi le Service topographique fédéral se propose-t-il de faire procéder à la régularisation définitive d'une réduction orthométrique pour les cotes du réseau fondamental du nivellement de précision de la Suisse, et d'en tenir compte dans les calculs des futures opérations.

Les premiers nivellements de précision sur une grande étendue, ont été exécutés en France de 1857 à 1864 sous la direction de l'ingénieur Bourdalouë. L'erreur accidentelle probable, constatée pour ce réseau de 16000 kilomètres de développement qui embrasse tout le territoire français ne dépasse pas 2 à 3 mm par kilomètre.

La méthode de Bourdalouë se distinguait par sa simplicité. Les chances d'erreur se trouvaient éliminées par l'organisation même des opérations et l'on n'avait à effectuer aucun calcul de correction.

La Commission du nivellement général de la France exige que si la discordance de niveau trouvée à l'aller et au retour entre deux repères consécutifs est supérieure à 3 mm, le nivellement soit recommencé.

Dans les ordonnances de la Direction centrale du Cadastre des Etats prussiens, du 12 janvier 1895, nous trouvons qu'un nivellement est considéré comme bon, lorsque l'erreur moyenne ne dépasse pas 3 mm par kilomètre, et comme utilisable lorsque cette erreur n'atteint pas 5 mm.

Avec la méthode d'opération adoptée pour le nivellement général du canton, la réduction à l'horizon vrai, pour tenir compte de la dépression sphérique et de la réfraction, a été négligée; car on sait que si  $D$  = la distance à la mire,

$r$  = le rayon de la terre et

$k$  = la constante de réfraction,

on a pour la réduction à l'horizon vrai:

$$y = (1 - 2k) \frac{D^2}{2r}$$

mettant  $r = 6,366,000$  mètres

et  $k = 0,0653$  (d'après Gauss)

on obtient  $y = 0,000068284 D^2$

ainsi la correction pour la réduction à l'horizon vrai, même pour une distance à la mire de 100 mètres, ne serait que de 0,00068 m; on voit par là que cette réduction n'a pas d'importance.

Il en est de même en ce qui concerne l'influence que pourrait exercer une variation de réfraction suivant la direction dans laquelle la mire peut-être placée, soit en arrière soit en avant de l'instrument, car on a pour la correction due à la réfraction seule :

$$y' = \frac{k}{r} D^2$$

ce qui donne pour  $D = 50$  mètres,  $y' = 0,000025$ ,  
et pour  $D = 100$  »  $y' = 0,0001$ ,

donc un changement de la réfraction, même entre les limites extrêmes qu'il peut présenter, resterait sans influence sensible sur les opérations.

Il n'a pas non plus été tenu compte du tassement que peuvent subir l'instrument et la mire en station. Les jambes du trépied se terminant par des pointes aigües en fer, enfoncées avec force dans le sol, et la mire reposant sur une large plaque métallique du poids de 4 kilos environ, le tassement peut-être considéré comme à peu près nul.

Citons à ce sujet l'opinion de Mr. le Dr. Hirsch, qui dirigea le nivellement de précision de la Suisse :

Sans doute on doit admettre théoriquement qu'un tassement de l'instrument et de la mire peut se produire. Cette source d'erreur, le tassement de l'instrument, se confond nécessairement avec le tassement de la mire, car comme ce dernier donne des coups arrière trop forts, il a le même effet sur le résultat que le tassement de l'instrument qui donne des coups avant trop faibles.

Le tassement de l'instrument doit être sensiblement moins fort que celui de la mire, parce que le trépied résiste, sans céder sensiblement au poids qu'il supporte et que le temps pendant lequel l'instrument reste en station est moins long que celui pendant lequel la mire reste en place, puisqu'on transporte plus vite la mire en avant que l'instrument d'une station à la suivante.

L'effet du tassement, toutes circonstances (de terrain etc.) du reste égales, est proportionnel au nombre de coups de niveau, et par conséquent dépend plutôt de la longueur de la ligne nivelée, que de la différence de niveau, laquelle ne peut avoir qu'une influence indirecte, en rendant, si elle devient considérable, les distances à la mire plus courtes et par conséquent les stations plus nombreuses pour la même longueur.

Pour une ligne nivelée à double en sens inverse l'écart entre le premier et le second nivellement provenant du tassement s'exprime par la formule suivante: (Dr. Hirsch)

$$d = \pm x \sqrt{2k} \pm H y \sqrt{2} + 2 k z.$$

dans laquelle  $d$  = l'écart entre le premier et le second nivellement,

$H$  = la différence de niveau mesurée,

$k$  = la distance parcourue exprimée en kilomètres;

$x$  = l'erreur accidentelle d'observation par kilomètre parcouru,

$y$  = l'écart de la longueur de la mire,

$z$  = l'influence du tassement sur une longueur d'un kilomètre,

$z$  est une quantité essentiellement positive; elle varie selon la nature du terrain sur lequel reposent l'instrument à niveler et la mire.

Comme ces effets de tassements s'opèrent ainsi toujours dans le même sens, on peut s'attendre malgré la faible valeur des tassements individuels et en raison de leur accumulation à une erreur finale sensible sur un long parcours.

Il a été établi un registre des repères, dans lequel la position des points nivelés et leur repèrèment sont figurés par des plans de situation et de détail, accompagnés d'une courte description.

La cote d'altitude attribuée à chaque repère se rapporte à l'horizon adopté en 1904 par le Service topographique fédéral suivant une publication récente de Mr. le Dr. J. Hilfiker intitulée « Recherches sur les conditions des altitudes de la Suisse par rapport au niveau de la mer ». Ce travail très consciencieusement fait, présente une discussion sur les différences de niveau des mers qui baignent l'Europe, sur les méthodes de nivellement et leurs résultats, et signale avec de nombreux documents à l'appui les différences qui existent entre les cotes du repère de la Pierre du Niton, point de départ adopté pour le nivellement de précision de la Suisse, selon qu'on les rapporte aux divers nivellements des pays voisins.

De toutes ces recherches Mr. le Dr. Hilfiker conclut à ce que la cote absolue du repère fixé par la Commission géodésique suisse sur le sommet de la Pierre du Niton (R. P. N.) dans le port de Genève, point de départ du nivellement général du canton soit arrêtée définitivement au chiffre de:

*373,6 mètres.*

Cette altitude coïncide en effet à moins d'un décimètre près, aussi bien avec celle qui est donnée par le rapport du nivellement de précision de la Suisse avec le nivellement général de la France, rapportée au niveau moyen de la Méditerranée à Marseille, qu'avec celle qui résulte des comparaisons effectuées entre les nivellements des états confinant à la Suisse.

Par décision du Conseil d'Etat, cette nouvelle cote devient définitive pour tous les travaux publics dans le Canton de Vaud. Les altitudes inscrites sur la carte cantonale vaudoise 1 : 50,000 étant basées sur la cote du repère de P N = 376,64 mètres, il y a donc lieu pour avoir l'altitude exacte d'un point, de retrancher du chiffre donné une constante de 3,04 mètres. L'altitude de 376,64 mètres avait été obtenue en prenant comme point de départ la cote du Chasseral déterminée par d'anciennes mensurations trigonométriques françaises de deux manières : en partant d'un point situé à Strasbourg et déterminé par le baromètre, et, par une chaîne de triangles traversant toute la France à partir du port de Brest. On prit la moyenne des deux résultats qui donna l'altitude de 1609,57 mètres. Du Chasseral on déduisit toujours trigonométriquement l'altitude de la Pierre du Niton = 376,64 mètres qui fut la cote admise en 1833 par le Général Dufour comme point de départ pour le calcul des altitudes de la Suisse, soit hauteurs absolues au-dessus du niveau de la mer.

Dans des circonstances que nous ne connaissons pas, le Colonel Siegfried, Chef du Bureau topographique fédéral, fixa en 1868 une nouvelle altitude du repère de P N = 376,86 mètres qui servit de point de départ pour les levés originaux 1 : 25,000 et 1 : 50,000 de l'atlas topographique de la Suisse. Quelle a été la cause de ce changement ? C'est ce qui nous a été impossible d'éclaircir complètement.

Le nivellement général de la France et les nivellements perfectionnés exécutés dans les différents pays, tendent à constater que le niveau moyen des mers est beaucoup plus uniforme qu'on le croyait il y a 20 ans.

Ainsi les dénivellations importantes qui avaient été constatées entre les divers océans, sinon même d'un point à l'autre du littoral de la même mer et qui donnaient pour la Méditerranée à Marseille 90 cm en contrebas de la Manche à Cherbourg et de plus d'un mètre en contrebas de l'océan à Brest ; que la dépres-

sion entre le niveau moyen d'Alicante et le niveau moyen à Santander était de 65 cm; que la Mer du Nord à Amsterdam s'élevait de 32 cm au-dessus de l'Adriatique à Trieste etc. . . . que ces divergences dans le niveau moyen des mers étaient simplement dues aux méthodes de nivellement adoptées à cette époque, et, qui dès lors se sont considérablement perfectionnées.

Janvier 1910.

*E. Buffat.*

### **Eingabe des schweizerischen Bauernverbandes an den hohen schweizerischen Bundesrat.**

Hochgeachteter Herr Bundespräsident!

Hochgeachtete Herren Bundesräte!

In den letzten Wochen ist in Bern eine Expertenkommission einberufen worden, welche sich über die Ausbildung der Geometer gutachtlich zu äußern hatte. Wie bei der Zusammensetzung dieser Kommission nicht anders zu erwarten war, hat sich diese für die Forderung der Maturitätsprüfung ausgesprochen. Da die Bauersame als größte Liegenschaftsbesitzerin an dieser Frage mitinteressiert ist, bitten wir Sie, uns ebenfalls eine Ansichtsäußerung gestatten zu wollen.

Wir erinnern in erster Linie daran, daß wir vor und während der Referendumsfrist, gestützt auf die in den Kommissionen und in der Bundesversammlung gegebenen Zusicherungen, den Landwirten in Aussicht gestellt haben, der Bund werde, abgesehen von einigen Kleinigkeiten, die Kosten der Vermessung bezahlen. Der betreffende Bundesbeschluß bleibt wesentlich hinter dem zurück, was wir damals annahmen, zudem schließt er die Vermarkung von der Bundessubvention aus. Es läßt sich auch heute nicht mehr bestreiten, daß die Kosten der Grundbucheinführung wesentlich unterschätzt worden sind. Sie dürften zirka 100 bis 120 Millionen Franken betragen. Dazu kommen die großen Kosten der Nachführung.

Diese Tatsachen mahnen zur Vorsicht. Maßnahmen, von denen eine Verteuerung der Vermessungen zu erwarten ist, müssen jedenfalls allseitig erwogen werden.

Nun ist allgemein bekannt, daß die Entschädigungsansprüche einer Berufsklasse wachsen mit den Anforderungen an ihre Aus-