

Zeitschrift: Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres
Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres
Band: 14 (1916)
Heft: 3

Artikel: Les tolérances de l'instruction fédérale à la lumière de la pratique
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-184079>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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

distanzen bekannt, deren praktische Verwertung bei Flächenberechnungen eine erhöhte Genauigkeit derselben verspricht.

Der Präsident schloss die Sitzung um 4^{1/2} Uhr und verdankte das Erscheinen der anwesenden Mitglieder bestens.

Der Aktuar: *H. Schmassmann.*

Les tolérances de l'instruction fédérale à la lumière de la pratique.

En 1914 (page 74 de notre journal), nous avons publié quelques extraits d'un rapport de vérification relatif aux résultats de la nouvelle mensuration des communes de Oberaach et Biessenhofen (zône II), exécutée par Monsieur P. Muller, géomètre du registre foncier à Amriswil. Grâce à l'amabilité de Monsieur le géomètre cantonal M. Leemann qui a bien voulu mettre à notre disposition le rapport de vérification concernant la mensuration de la commune de Riesbach-Zurich, nous sommes en mesure de fournir aujourd'hui des résultats relatifs à la zone I; nous examinons donc ce rapport, en n'en extrayant que ce qui peut nous intéresser.

Généralités. L'abornement et la mensuration de la commune de Riesbach ont été décrétés le 2 avril 1905, exécutés sous la direction de Monsieur le géomètre de la ville D. Fehr, et soumis tout d'abord aux prescriptions cantonales en vigueur à l'époque et ensuite aux prescriptions fédérales.

Abornement. La détermination des limites a été exécutée *en présence des propriétaires* et en utilisant les anciens documents de mensuration. *Immédiatement après* la reconnaissance provisoire, l'abornement définitif a été effectué, et de nouveau, en présence des propriétaires; on a employé naturellement le matériel convenable: bornes en granit de $70 \times 15 \times 15$; croix taillées et peintes au minium ou chevilles métalliques pour les murs, les socles de maisons, etc. Le rapport de vérification qualifie l'abornement de *très bon*.

Triangulation. La triangulation a constitué une partie de la triangulation des I^{er} au III^e ordres de la ville de Zurich, exécutée selon les prescriptions fédérales par le bureau du cadastre de la ville en 1887 et 1888, et au sujet de laquelle Monsieur le

professeur Rebstein a publié ses communications sur la nouvelle mensuration de la ville de Zurich en 1890.

Le réseau de IV^e ordre a été exécuté dans la vieille ville, en même temps que la triangulation principale, et dans les autres quartiers pendant les années 1893 à 1896.

Le repérage des points trigonométriques a été effectué avec beaucoup de soins; les points situés dans les chaussées ont été repérés par des contre-bornes placées dans des endroits protégés au moyen de mensurations angulaires et linéaires. Le bureau de la ville a, en outre, prévenu les autres administrations d'avoir à conserver les points sur rue.

Le repérage dans les rues consiste en des tuyaux de fonte, scellés dans un bloc de béton placé à une profondeur suffisante, par rapport au niveau de la rue, et protégé par un regard en fonte. Le repérage des points sur toit a été effectué selon les circonstances, généralement au moyen de tuyaux à gaz, dans lesquels on pouvait placer les jalons.

La mensuration des angles des triangles a été effectuée au moyen d'un théodolite à répétition de Kern & Cie., d'un diamètre de 21 cm et dont le vernier donnait les 20" (nouv. div.); chaque angle a été répété cinq fois dans chaque position de la lunette. Les résultats de ces mensurations ont montré que la moyenne des erreurs de fermeture des triangles était de $\pm 10",54$, correspondant à une erreur moyenne d'angle de $\pm 6,08$ n. d. et à une erreur maximale de 20".

Calcul. Afin de rendre le réseau indépendant de toute déformation, le bureau du cadastre de la ville a choisi son propre centre de coordonnées, à savoir le centre de la lunette méridienne de l'observatoire de Zurich: l'axe des abscisses a été déterminé par le méridien passant par la lunette méridienne. Cette méthode présente toutefois l'inconvénient appréciable de comprendre le réseau dans les quatre quadrants.

Le calcul des coordonnées des points du réseau a été effectué selon la méthode des moindres carrés. L'erreur angulaire moyenne ressort à $\pm 12" 5$. L'erreur des coordonnées est:

pour les ordonnées, en moyenne $\pm 4,57$ mm; maximum ± 18 mm;

pour les abscisses, en moyenne $\pm 4,41$ mm; maximum ± 20 mm.

Les résultats satisfont aux exigences plus strictes des instructions actuelles.

Polygonation. Le travail préparatoire a consisté à déterminer la position sur domaine public des conduites de diverses natures, de manière à rendre les points polygonaux et leur repérage complètement indépendants.

Le piquetage des polygonaux a été suivi immédiatement du repérage, comme pour le réseau trigonométrique. En plein champ, on a employé des bornes de granit de 1 m de longueur, portant une tête taillée de 20×20 cm; et dans laquelle un tuyau marque le centre et sert à placer le jalon.

Le nombre des points polygonaux et de recoupement ascende à 2032 sur 251 hectares, soit 8,1 points par hectare. L'instruction fédérale exige 4 à 8 points par hectare, selon la densité des constructions.

La mensuration des côtés a été exécutée deux fois par deux groupes distincts d'opérateurs, donc 4 fois, contrôlée de temps à autre au moyen d'un comparateur Kern, et effectuée au moyen de lattes à section ovoïde, renforcées en leur milieu et pourvues de niveau.

Les différences entre les valeurs moyennes des résultats réduits obtenus par les deux groupes n'ont ascendé en moyenne, dans les rues peu accidentées, qu'au 26,6 % de la valeur de la tolérance de l'instruction donnée par la formule

$$0,001 \sqrt{D} + \frac{1}{10000} D$$

avec un maximum de 90 %, et dans les rues fortement accidentées qu'au 15 % de la valeur donnée par la formule

$$0,003 \sqrt{D} + \frac{1}{10000} D$$

avec un maximum de 45 %.

Ces résultats correspondent à une erreur moyenne de la moyenne des quatre mensurations pour une longueur de côté de 50 mètres, égale à $\pm 2,0$ mm en terrain favorable et à $\pm 2,5$ mm, en terrain difficile. Les derniers chiffres montrent expressément que la relation entre la nature du terrain et l'exactitude des mensurations linéaires peut être facilement appréciée.

Si l'on considère pour elles-mêmes les différences des doubles

mensurations dans un groupe, on obtient des chiffres encore plus faibles.

Le résumé des 604 différences d'observation conduit à une erreur moyenne d'une mensuration par unité de longueur égale à $m = \pm 0,164$ mm.

Il s'en suit que l'erreur moyenne de la moyenne arithmétique de deux mensurations est, par unité de longueur, égale à

$$M = \pm \frac{0,164}{\sqrt{2}} = \pm 0,116 \text{ mm.}$$

Lors de la mensuration de la ville de Strasbourg, les valeurs correspondantes ont été pour l'intérieur de la ville

$$m = \pm 0,22 \text{ mm}$$

$$M = \pm 0,16 \text{ mm}$$

et pour la banlieue

$$m = \pm 1,00 \text{ mm}$$

$$M = \pm 0,7 \text{ mm.}$$

L'exactitude des mensurations des côtés à Riesbach dépasse donc celle des mêmes mensurations à Strasbourg, qui était pourtant considérée comme très grande.

La moyenne des longueurs des côtés a encore été soumise, avant son introduction dans les calculs, à une correction, dépendant soit de la réduction à l'horizon de la mer, soit de la présence d'une erreur constante de mensuration; cette dernière erreur avait été déduite de calculs antérieurs de polygones et fixée à -10 mm par 100 mètres (voir volume 1914, page 278).

Mensuration des angles. Le même théodolite, employé pour la triangulation, fut utilisé pour la mensuration des angles des polygones; le centrage exact de l'instrument fut assuré au moyen de l'appareil de centrage de Nagel. Les angles ont été répétés quatre fois, soit deux fois dans chaque position de la lunette. L'erreur moyenne d'un angle mesuré 4 fois, déduite de la fermeture à l'horizon, ascenda à $\pm 19''$, et son maximum fut de $56'' 5$.

Les mensurations effectuées lors de la vérification ont montré des divergences d'avec les mensurations primitives, égales en moyenne à $25''$, soit le 12 % de la tolérance admise $2'$; la plus grande divergence atteignit le 59 % de la valeur permise; on a constaté, dans les parties avoisinant le lac où le terrain a été rapporté, des déplacements et des affaissements du sol, de telle

sorte que dans ces parties, il n'a pu être question d'une appréciation de l'exactitude des angles par une nouvelle mensuration.

Des rattachements aux azimuths des 156 polygones principaux, on déduit une erreur moyenne angulaire de $\pm 21''$, soit le 21 % de la tolérance (à Strasbourg, les chiffres étaient de $20''9$ pour l'intérieur de la ville et $\pm 46,3$ pour la banlieue).

Calculs. Les calculs des polygones ont été effectués avec la machine à calculer et les valeurs naturelles à six décimales des sinus et des cosinus, en arrondissant au millimètre les différences entre coordonnées; on a réparti la différence des azimuths proportionnellement au nombre des angles polygonaux, et les différences entre coordonnées proportionnellement à la longueur des côtés.

Lors du calcul des polygones se rattachant à des points trigonométriques placés près du lac, on a remarqué que la position de ces points avait été considérablement modifiée par suite de mouvement du terrain; on a dû remédier à cet inconvénient en calculant à nouveau des nœuds de polygone. L'erreur linéaire de fermeture $\sqrt{fy^2 + fx^2}$ des polygones comporte en moyenne, pour les polygones principaux ± 9 mm par 100 mètres, soit le 18 % de la formule fédérale $0,005 \sqrt{s}$, avec une valeur maximale de 22 mm par 100 mètres, soit le 44 % de la tolérance. Le supplément de 50 mm que comporte la formule pour tenir compte de l'incertitude des points de rattachement tombe donc complètement.

La vérification a conduit à la conclusion que la polygonation possède *un degré très élevé d'exactitude* et constitue une *base excellente pour le levé de détail*.

Levé de détail. Le levé de détail a été exécuté au moyen de l'équerre et de lattes dont la longueur avait été portée à 5001 mm, en vue d'éliminer certaines influences unilatérales. Tous les points de limites et les angles importants de bâtiments ont été levés au moins deux fois indépendamment. En outre, de nombreuses mesures de contrôle ont été prises. La mensuration ultérieure des ordonnées et abscisses de 506 points n'a montré en moyenne qu'une divergence égale de 12 % de la valeur de la formule: $0,007 \sqrt{s} + 0,040$; la divergence maximale a été constatée sur une ordonnée de 11,27 mètres; elle comporte

4 cm, soit le 65 % de la tolérance. Comme chacun sait, au bureau du cadastre de la ville de Zurich, on calcule les coordonnées de tous les points limites. Il était donc facile de comparer les longueurs de contrôle inscrites sur les croquis avec les mêmes longueurs déduites des coordonnées, on a fait le contrôle pour environ 4000 cas; le résultat a été très favorable, puisqu'on a constaté une différence moyenne de $\pm 1,5$ cm et maximale de 6 cm.

Le vérificateur a, en outre, comparé 100 mesures de contrôle avec celles qui figuraient sur les croquis. Les divergences constatées n'ont atteint que le 13,6 % de la valeur donnée par la formule fédérale $0,007 \sqrt{V} + 0,02$. Il y a lieu de considérer de plus qu'il s'est écoulé cinq années entre le levé et la vérification et qu'une partie des différences constatées provient des petites modifications que les points ont pu subir.

Conclusion du vérificateur: *L'exactitude atteinte dans le levé de détail peut être considérée comme excessivement grande.* Le vérificateur mentionne encore le travail de géant que comporte le calcul des coordonnées d'environ 12000 points de limites et points auxiliaires: ce travail remplit 8 volumes et 1600 pages.

Dessin. Pour la confection des *plans originaux*, on a employé des feuilles de papier posées sur des plaques d'aluminium. *Ce procédé a donné des résultats parfaitement concluants.* Le report a été effectué en majeure partie au moyen du coordinatographe de Coradi, le menu détail au moyen du compas et de l'échelle transversale. Le bureau du cadastre de la ville a procédé lui-même à la vérification du dessin, et cela de deux manières, d'abord en comparant les mesures de contrôle et ensuite en comparant les coordonnées des points-limites au moyen des équerres Muller.

L'examen dans 38 feuilles du réseau quadrillé a montré que ce dernier a été effectué avec une précision extraordinaire, puisque la différence dans les diagonales des quadrillés de 10 cm de côté ne comporte pas tout à fait $\frac{1}{50}$ mm. Il n'était pas possible d'apprécier un mouvement quelconque du papier. L'examen du dessin de détail au moyen du coordinatographe en usage pour ce travail et la comparaison des longueurs obtenues avec

les mesures inscrites sur les croquis ont, dans plus de 1000 cas, fait constater une différence moyenne de 13,4 ‰ et une différence maximale de 66 ‰ de la valeur de la formule

$$\frac{0,020 + 0,007 \sqrt{V s}}{\sqrt{2}} + 0,1 \text{ m.}$$

En mesurant la longueur de 23 façades, dont les points d'attaches ne présentent pas la précision des points-limites, on n'a constaté qu'une différence égale au 22 ‰ de la valeur de la tolérance. L'exécution *du nivellement de précision* de la ville de Zurich correspond en général à celle du nivellement suisse que nous connaissons; nous voulons simplement indiquer que les lattes de 3 mètres ne portaient de division que sur une longueur de 236,6 cm (échelle reportée à double, mais en sens inverse), dans le but d'éviter les erreurs grossières de lecture, et de renforcer l'estimation des millimètres. Le premier nivellement a été commencé en 1894; il s'est considérablement développé depuis, en raison de l'accroissement de la zone de construction.

Le degré d'exactitude pour les opérations primitives permet d'obtenir une erreur moyenne par km de $\pm 2,30$ mm dans le terrain peu accidenté, et de $\pm 3,64$ mm dans le terrain difficile. Dans les opérations plus récentes on a obtenu une erreur moyenne par km de $\pm 1,63$ mm. Nous devons admettre que l'augmentation de l'exactitude est en relation avec les expériences faites à l'occasion de l'exécution du nivellement suisse de précision, ce qui a conduit à des résultats inespérés au début. Le nivellement de la ville est exécuté de manière judicieuse et, avec une exactitude excellente, constate le rapport de vérification.

Les *courbes de niveau* ont été levées, dans les années 1914 et suivantes, selon la méthode décrite par notre collègue Fischli. On a procédé à la vérification, en levant directement par nivellement des profils placés perpendiculairement à la direction des courbes. Les différences observées ne comportaient en moyenne que le 27 ‰ de la tolérance et au maximum le 91 ‰. Il y a encore lieu de remarquer que 10 ans se sont écoulés entre le levé et la vérification et que les mouvements de terrain qui ont pu avoir lieu pendant ce laps de temps ont exercé une influence défavorable sur les résultats de la vérification. „L'exac-

titude des courbes que nous avons constatée mérite d'être considérée comme davantage que bonne."

La représentation de la configuration du terrain est admirable.

Calcul des surfaces. Le calcul des surfaces a été exécuté, en majeure partie, en se servant des coordonnées des points-limites au moyen de la machine à calculer „Millionär“; les premiers calculs ont tous été contrôlés au moyen du planimètre ordinaire, les derniers calculs au moyen du planimètre à disque de Coradi. La vérification a été effectuée en procédant au levé direct de 45 parcelles. Les différences entre les résultats obtenus par le vérificateur et par le bureau du cadastre n'ont ascendé en moyenne qu'au 9 %, au maximum au 25 % de la valeur de la formule fédérale $0,14 \sqrt{F}$. *C'est un résultat excellent qui résulte spécialement de l'exactitude du levé de détail.*

Les résultats du rapport de vérification montrent que, contrairement à ce que beaucoup de géomètres croient, les tolérances indiquées dans l'instruction pour la zone I ne sont ni trop sévères, ni exagérées. Pour les atteindre, il suffit de tenir compte d'un certain nombre de conditions qui toutes concourent à obtenir des résultats satisfaisants, et souvent excellents: une *organisation*, voyant de haut, pénétrant dans le détail, et surtout composée de gens du métier, la confiance des autorités dans le chef responsable spécialement qualifié; la préparation minutieuse du travail et la continuité de son avancement; le dévouement, la fidélité au devoir et le sens de la responsabilité de la part du personnel qui doit être pénétré de la grandeur et de l'importance de sa tâche; la précision extrême et la qualité des instruments et accessoires qu'on utilise pour les mensurations et qu'on emploie pour leur mise en valeur et leur représentation. *St.*

Die Grundbuchvermessung der Stadt Chur.

Von Otto Braschler, Kantonsgeometer.

(Fortsetzung.)

E. Die Triangulation.

Die Triangulation wurde in den Jahren 1904.--1908 durch den Herrn Unternehmer Schwarzenbach im Rahmen der ihm diesbezüglich gestellten Aufgabe, d. h. für die Vermessung des