

Zeitschrift:	Schweizerische Geometer-Zeitung = Revue suisse des géomètres
Herausgeber:	Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres
Band:	11 (1913)
Heft:	10
 Artikel:	De l'emploi de la mesure optique des distances
Autor:	[s.n.]
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-182636

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: 07.01.2026

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

Als die Bildungsfrage der Geometerschaft akut wurde, da trat auch ich in der Presse für die Matura ein, trotzdem ich mir bewusst war, dass manchem jungen, intelligenten Manne dadurch der Weg zu unserem Berufe erschwert werde. Ich tat es aber in der Erkenntnis, dass eine erhöhte allgemeine Bildung notwendig sei, wenn der Stand seine durch die schweizerische Grundbuchvermessung an ihn herantretende Aufgabe zum Besten der Gesamtheit lösen wolle. Es ist nun ein schönes Stück vorwärts gegangen und wenn das Reglement auch hier und da noch ein Loch hat, wollen wir uns damit trösten, dass Rom ebenfalls nicht an einem Tage erbaut wurde. Aber nicht nur das; wir wollen der Allgemeinheit den Beweis leisten, dass es uns ernst war mit dem Rufe nach besserer Bildung, was wir am besten können, wenn wir unentwegt auch etwa solche Arbeiten auf uns nehmen, die vielleicht ein Akademiker in einem andern Fache minder Geschulten überliesse. Der Beruf als Geometer hat das Schwere, dass er vom Ausübenden ein gediegenes Wissen, grösste Gewissenhaftigkeit und festen Gerechtigkeitssinn verlangt, und ich zweifle nicht, dass der grösste Teil meiner Herren Kollegen mit diesem Dreigestirn ausgerüstet sei. Halten wir es fest, indem wir verlangen, dass alles, was Geometer heisst, über die gleich gediegene Bildung verfüge.

A. Fricker.

De l'emploi de la mesure optique des distances.

L'article 51 de l'Ordonnance fédérale sur les mensurations cadastrales autorise, pour la mensuration des côtés de polygones dans la zone III, l'emploi de la méthode de la mesure optique; cette autorisation a trait spécialement à l'emploi de la stadia de Reichenbach. L'utilisation d'autres stadias doit être approuvée par l'Inspectorat fédéral du Cadastre.

Dans le but d'obtenir des résultats satisfaisants, l'instruction fixe en même temps quelques conditions à remplir, à savoir:

- a)* distances inférieures à 100 mètres;
- b)* réticule à fils fixes, grossissement minimum de la lunette 35 fois;
- c)* graduation de précision de la latte, permettant de lire avec une approximation d'un demi-millimètre; instal-

- lation pour obtenir la latte verticale, comprenant des contrefiches à vis et un niveau sphérique à bulle;
- d) mensuration à double — en avant et en arrière —, éventuellement contrôle de la distance en lisant sur deux sections extrêmes de la latte, ou, ce qui revient au même, en déterminant la longueur réduite au moyen de deux angles verticaux différents, mais de même signe.

Dans la zone III, dans laquelle jusqu'à présent la mesure optique des distances est autorisée, il sera beaucoup plus rare que dans les deux autres zones, à cause de la nature même du terrain, que les visées passent près du niveau du sol. Si tel était le cas cependant, il serait tout indiqué de procéder à la mesure directe des côtés des polygones. Mais en fait, la présence simultanée de pareilles conditions topographiques et météorologiques a pour effet d'abaisser considérablement l'exac-
titude de la mesure optique ou de la rendre complètement illu-
soire.

En 1911, la „Zeitschrift für Vermessungswesen“ a publié sous le titre: „Influence de la réfraction sur la mensuration stadiométrique“ une série d'essais exécutés par M. le Professeur Dr. Eggert, qui montrent qu'il faut procéder avec prudence. L'auteur développe à ce sujet une théorie, suivant laquelle il serait possible de corriger les observations; mais il s'empresse d'ajouter que cette théorie ne présente qu'un intérêt purement théorique et qu'on ne peut pas songer dans la pratique à tenir compte des corrections afférentes à la réfraction; car il faut combiner ces corrections avec celle résultant de la tempé-
ture, ce qui complique le travail, sans donner des résultats exempts d'erreurs.

Dans ces essais, on a utilisé un niveau de précision de Bamberg, dont l'écartement des fils donne une constante de 99,08; sur un terrain à peu près horizontal, on a piqueté une longueur de 134,96 m qui a été mesurée deux fois au moyen de lattes. La constante de l'instrument a été déterminée directement sur la lunette même, et trouvée égale à 0,67 m; donc la longueur à déterminer par la méthode optique était de $134,96 - 0,67 = 134,29$ m.

Les essais entrepris avaient pour but de donner une réponse aux questions suivantes:

1^o Selon quelle valeur la réfraction influe-t-elle sur les visées faites à proximité du sol?

2^o Ces valeurs dépendent-elles de l'heure de l'opération?

Les lectures ont été faites sur une latte, divisée en centimètres, fixée au moyen d'un trépied et placée parfaitement verticalement; elles ont été répétées à l'extrémité inférieure de la latte (avec position du fil inférieur tout près du sol et position approximative du fil du milieu à la division 0,7 m de la latte), ensuite au centre de la latte (position du fil du milieu vers 1,5 m) et enfin à l'extrémité supérieure de la latte (position du fil du milieu vers 2,3 m).

Les mensurations ont été entreprises le 8 juin 1910, donc en un jour d'été; malheureusement nous n'avons aucune indication sur l'état atmosphérique.

Les résultats indiqués sont obtenus, pour l'extrémité inférieure de la latte, par la moyenne de 10 observations et pour l'extrémité supérieure, par la moyenne de 5 observations.

	Époque	Extrémité inférieure	Milieu	Extrémité supérieure
Avant-midi	h 8 ⁴⁰	133,35	134,25	134,11
	„ 9 ⁴⁰	133,09	134,07	133,93**
	„ 10 ⁵⁰	133,08	134,13	134,29
	„ 11 ⁴⁰	132,98*	133,93*	134,19
Après-midi	„ 12 ⁴⁰	133,01	133,95	134,13
	„ 2 ¹⁰	133,09	134,15	134,21
	„ 3 ²⁰	133,10	134,09	134,09
	„ 4 ¹⁰	133,25	134,07	134,21
	„ 5 ²⁰	133,31	134,05	134,07
	„ 6 ²⁰	133,41	134,07	134,29
	Moyenne	133,17	134,08	134,15

Ces chiffres montrent d'une manière irréfutable l'influence considérable de la réfraction dans les lectures faites à l'extrémité inférieure de la latte; ils indiquent également l'influence de l'heure de la lecture, ou plutôt l'influence de la chaleur du sol, correspondant à une augmentation de la réfraction. En ce qui concerne les deux premières colonnes, on peut admettre que le maximum de l'influence de la réfraction correspond

*) Voir „Z. f. V.“, vol. 40, page 497.

**) Au minimum.

avec le milieu de la journée; toutefois, l'influence de l'heure et la loi de cette influence apparaissent d'une manière beaucoup plus frappante dans la première colonne que dans la seconde.

Les observations lues à l'extrémité supérieure de la latte ne paraissent pas être modifiées de façon quelconque par la réfraction; toutefois il y a lieu de remarquer que l'on n'a pas obtenu des résultats plus concordants avec une lunette d'aussi fort grossissement; ceci dit pour les deux lectures extrêmes 133,93 et 134,29, qui se suivent immédiatement. Cette grosse différence entre deux observations si rapprochées est d'autant plus inexplicable que les chiffres indiqués sont la moyenne de 5 lectures.

Entre $h\ 9^{40}$ et $h\ 10^{50}$, on constate une modification de la valeur de la distance de:

1 cm pour la partie inférieure de la latte;

6 " " " médiane " " "

36 " " " supérieure " " "

En examinant, dans leur ensemble, tous les chiffres du tableau, nous arrivons aux conclusions suivantes:

- a) La valeur de la distance mesurée, soit 134,29, n'étant obtenue que deux fois, il y a lieu de supposer que la constante de l'instrument a été évaluée à un chiffre trop bas;
- b) ensuite de la réfraction très forte, les distances obtenues en visant l'extrémité inférieure de la latte sont trop courtes d'environ 1 mètre; elles sont donc inutilisables pour les mensurations;
- c) les distances obtenues en visant le milieu et l'extrémité supérieure de la latte subissent moins l'influence de la réfraction; toutefois elles doivent être considérées comme à peine suffisantes pour les mensurations de la zone III;
- d) la valeur extrême de la lecture obtenue sur la partie supérieure de la latte, soit 133,93, doit être certainement considérée comme résultant d'une erreur d'observation; si l'on fait abstraction de cette valeur, on obtient 134,18 comme moyenne des lectures faites sur la partie supérieure de la latte et on peut alors considérer comme équivalentes les observations faites sur la partie médiane et sur la partie supérieure de la latte.

M. le Professeur Dr. Eggert a fait encore quatre séries d'observations, dans la seconde moitié de juin et au commencement de juillet 1910, et il a noté en même temps la valeur de la température à la hauteur des lignes de visée.

Les trois premières séries ont été effectuées par un temps ensoleillé, la dernière par un ciel couvert, à la suite d'une période prolongée de pluie.

Dans les trois premières séries, le résultat des observations à la partie supérieure de la latte ont été à peu près constants; nous nous abstenons donc de les indiquer ici. Par contre, nous publions la quatrième série:

Hauteur de la visée moyenne	Distance	Température	
0,7	133,93	14,2	
1,1	134,05	14,2	
1,5	134,11	14,3	
2,3	134,07	14,4	

En faisant abstraction de la valeur de la constante qui, comme on a vu, est trop faible, on peut constater que ces observations effectuées dans des conditions atmosphériques favorables ont donné de très beaux résultats; on peut encore reconnaître aisément l'influence d'une réfraction anormale pour la visée la plus approchée du sol, mais dès que la hauteur de la visée correspond approximativement à la hauteur de l'instrument, ce qui arrive le plus fréquemment, on peut considérer que les erreurs résultant de la réfraction n'existent plus. Ces erreurs sont très probablement dépendantes non seulement de l'état atmosphérique (soleil ou temps couvert), mais encore de la nature de la surface du sol. Il serait hautement à désirer que les essais aient lieu à ce sujet ou que l'on compare les résultats des mensurations tachymétriques de précision, surtout ceux qui servent à la détermination des points de croisement ou des nœuds; cette dernière oblige en effet à des lectures sous différents angles de hauteur.

Le matériel réuni à Kandergrund à l'occasion des essais connus de mensurations pourrait rendre à cette occasion des services signalés.

On adopte en général le chiffre 0,13 comme valeur du coefficient de la réfraction normale, ce qui donne la formule:

$$R = 0,13 \frac{d^2}{2r}$$

En admettant $d = 134$ m et r (rayon terrestre) = 6,370,000 m,

$$\text{on a } R = 0,13 \frac{134^2}{12,740,000} = 0,17 \text{ mm.}$$

Soit pour $d = 100$ m, $R = 0,1$ mm.

Or, comme une distance de 134 m, obtenue au moyen d'une constante de l'instrument égale à environ 100, donne une longueur trop courte de 1 mètre, en employant la partie inférieure de la latte, l'influence de la réfraction anormale est donc de diminuer la longueur du segment de la latte de 10 mm, donc d'environ $1/60$.

Avec une réfraction normale les rayons lumineux se meuvent selon une courbe concave par rapport à la terre; or, en admettant que le coefficient de réfraction croisse pour les visées, à ras du sol, le segment de la latte observé dans les essais exécutés, ne devrait pas être trop petit; mais, au contraire, il devrait être *trop grand*. Donc pour des rayons lumineux se mouvant tout près du sol, le signe de la réfraction doit être interverti, c'est-à-dire que la chaleur relativement forte du sol doit avoir pour conséquence une réflexion des rayons lumineux. La courbe des rayons est donc relevée par rapport à la terre, et cette courbure est d'autant plus accentuée qu'elle est plus proche de la terre. Le tremblement des images prouve cependant que cette courbe ne présente aucune régularité.

Les circonstances décrites plus haut présentent un intérêt non seulement pour la mesure optique ordinaire des distances, mais surtout pour le niveling. Lorsqu'on nivelle, par exemple, une route à pente régulière, on peut être enclin, tout en prenant des distances égales pour coups d'avant et coups d'arrière, à choisir ces distances aussi grandes que possible et à utiliser, ainsi dans l'une ou l'autre position, la latte de telle sorte que des visées sont lancées vers la partie inférieure, ce qui peut être l'occasion d'erreurs dues à la réfraction, selon l'état atmosphérique.

Mais, comme nous avons supposé le niveling d'une ligne selon une pente unique, l'influence de ces erreurs de réfraction est unilatérale, elle échappe à la compensation et on

peut craindre que dans le cas de conditions atmosphériques défavorables, ces erreurs s'ajoutent défavorablement.

Donc dans la supposition que nous avons faite, on ne devrait procéder au niveling que par une température constante et un temps couvert, et ne jamais prendre des visées trop près du sol, lorsque les images commencent à trembler.

Ces précautions ont depuis longtemps fait l'objet de règles pour le niveling de précision; elles se recommandent également pour les niveling techniques, pour ceux que l'on exécute pendant les longs jours d'été, même si l'on fait abstraction des heures au cœur de la journée.

Il y a environ 60 ans, M. l'Ingénieur Lauterburg de Berne avait déjà attiré l'attention sur l'influence de ces erreurs dues à la réfraction, mais on ne leur avait pas attribué d'importance, ainsi qu'à d'autres sources d'erreurs.

En corrélation avec les erreurs dues à la réfraction, nous devons examiner également une autre source d'erreurs dans la mesure optique des distances, à savoir *l'influence de l'humidité de l'air sur la constante de l'instrument.*

Sur ce sujet a paru dans la „Zeitschrift für Vermessungswesen“, livraison 13 du 1^{er} mai 1913, un article très intéressant de M. le Docteur Samel, assistant de géodésie à l'Académie de Bonn-Poppelsdorf, à laquelle, comme on sait, est jointe une section de géodésie; cette article intéressera d'autant plus nos lecteurs qu'il leur prouvera l'inexactitude de points de vue depuis longtemps admis.

Anciennement on admettait comme causes initiales de la modification de la constante de l'instrument: les changements de température, de l'humidité de l'air et les influences mécaniques.

Pour obvier à ces dernières, on a notamment aménagé des appareils de correction. Ces erreurs ne résultent pas arbitrairement de la manière de corriger les réticules, mais elles proviennent également de modifications dans les appareils de réglage par suite d'ébranlements de tous genres, surtout au cours des transports, et par suite de chocs.

Aussi dans les mensurations tachymétriques de précision n'emploie-t-on que des fils fixes.

Sans l'énoncer expressément, les expériences de M. le Docteur Samel n'ont dû être faites qu'avec des instruments à fils fixes. Les erreurs résultant de la température sont en-dessous des limites de tolérance des mensurations tachymétriques de précision. Le coefficient de dilatation pour le laiton et pour 100° de 0,0019, soit environ $1/500$. En supposant que la constante de l'instrument a été déterminée à une température moyenne, qui ne diffère pas des températures extrêmes de plus de 20 degrés, la variation de longueur du réticule ne peut pas être supérieure à $1/2500$, ce qui, en l'état actuel de la tachymétrie, peut être considéré comme insignifiant, surtout lorsqu'on considère que le bois des lattes varie également dans le même sens, quoiqu'à un degré moindre.

Le montant de l'erreur résultant de l'influence de la température ne peut pas finalement être estimé à plus de $1/4000$.

Il reste encore à examiner l'influence de l'humidité. Il faut supposer, au préalable, que les fils sont parfaitement bien tendus et fixés, de telle sorte qu'on ne peut craindre une suspension libre de ceux-ci, comme c'était le cas dans les instruments anciens.

M. le Docteur Samel a examiné différents instruments en ce qui concerne l'influence de l'humidité. Les constantes des instruments ont été déterminées par un procédé absolument nouveau, et selon ses essais sur 6 observations, l'erreur moyenne de la constante n'a pas dépassé $\pm 0,8''$, soit $\pm 0,04\%$ de sa valeur, correspondant, par conséquent, à une erreur de la distance égale à $1/2500$.

On apportait les instruments dans la salle réservée aux instruments de géodésie, ce qui permettait de noter les conditions normales d'humidité au début de chaque observation, puis on déterminait les constantes des 11 instruments. Ensuite, on portait les instruments sous un couvert par un temps humide, on dévisait les objectifs pour exposer les fils à l'influence de l'air très saturé d'humidité et l'on déterminait de nouveau les constantes.

Les deux séries d'observations ont accusé pour les instruments, des différences, dont cinq ont été positives, cinq ont été négatives et une a été nulle. La moyenne des différences atteint une valeur de 0,03 %, la plus grande des différences

accuse $-0,11\%$. Mais comme l'erreur moyenne de la différence entre deux déterminations de constantes est de $\pm 0,06\%$, la différence de $-0,11\%$ peut être considérée comme étant une erreur d'observation et nous pouvons tirer la conclusion que *l'on peut négliger l'influence sur les fils, due aux conditions différentes d'humidité atmosphérique*.

Durant l'été 1911, qui fut particulièrement chaud et sec, les instruments ont été utilisés en vue d'exercices sur le terrain, puis en août, on a entrepris de nouvelles observations, avec cette différence toutefois qu'avant la première série on a asséché l'air entourant les fils au moyen de chlorure de calcium, tandis qu'avant la seconde série on a placé contre l'objectif du papier buvard imprégné d'eau, qui a rendu l'air tellement humide que des gouttes perlaient aux fils.

La détermination des constantes des instruments dans ces circonstances totalement différentes n'a donné que dans un seul cas une différence de $-0,14\%$; la moyenne des différences a été de $-0,4\%$, avec un signe positif dans 2 cas, et un signe négatif dans 9 cas. Malgré la prédominance considérable des différences négatives sur les différences positives, on ne peut pas conclure *avec certitude*, à une influence appréciable des variations d'humidité de l'air, puisque la moyenne des différences est comprise dans la valeur des erreurs d'observations.

Au cours des observations décrites plus haut, les fils étaient dans une position verticale, tandis que dans la pratique, ce qu'il faut surtout considérer, ils sont horizontaux. Il a été exécuté une troisième série d'observations avec 8 instruments dont les fils avaient la position normale, avec une humidité moyenne, un air sec et avec de l'air saturé, donc dans des conditions extrêmes et moyennes d'humidité et on a obtenu comme moyenne 0,016 et comme plus forte valeur de modification de la constante $0,05\%$. On peut cependant considérer la différence maximale de $1/2000$ de la constante comme étant tout à fait exceptionnelle.

M. le Docteur Samel conclut donc: Dans un tachymètre de Reichenbach on peut considérer comme sans aucune influence sur la valeur de la constante, la variation de tension des fils, résultant de l'humidité de l'air.

St.