

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 62 (1964)

Heft: 1

Artikel: Le rôle de l'électrotélémetrie en géodésie

Autor: Ansermet, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-219190>

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: 20.02.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungs-
wesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturingenieurverein;
Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeur: Société suisse des Mensurations et Amélio-
rations foncières; Société suisse des Ingénieurs du
Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 1 • LXII. Jahrgang

Erscheint monatlich

15. Januar 1964

Le rôle de l'électrotélémétrie en géodésie

Par A. Ansermet

Un problème assez controversé à l'heure actuelle est celui qui concerne la détermination de réseaux géodésiques; jusqu'à quel point, disent de nombreux praticiens, peut-on substituer une trilatération à une triangulation? Cette question est complexe, car l'électrotélémétrie subit de constants développements; la précision $\pm D \cdot 10^{-5,5}$ paraissait donner satisfaction (D = distance mesurée), et maintenant on envisage la valeur $\pm D \cdot 10^{-6}$. Les praticiens ne sont du reste pas unanimes et, récemment, un géodésien éminent émettait cette opinion: «Ich sehe nicht ein, warum man bei der elektronischen Streckenmessung die Genauigkeit der Basis-messung von $\pm D \cdot 10^{-6}$ anstrebe» ([4], p. 293).

Il faut remarquer, d'autre part, que les instruments de mesure angulaire permettent de réaliser aujourd'hui une haute précision.

Les réseaux triangulés nécessitent la détermination de réseaux dits amplificateurs de bases; ce problème a été traité magistralement par M. le Prof. Dr Kobold (voir [1]). Le but poursuivi était surtout de créer des possibilités d'étalonnage; c'est une des raisons d'être de cet article de revenir sur cette question d'étalonnage.

Avant de poursuivre, une remarque essentielle s'impose: ce n'est pas d'un réseau triangulé ou trilatéral suisse qu'il s'agit; les considérations développées concernent des territoires étendus et faiblement accidentés, ce qui peut donner lieu à certaines complications.

Quant aux électrotélémetres, ils furent déjà décrits dans la présente Revue; il y a ceux à ondes lumineuses, utilisables aussi de jour pour les distances pas trop longues. Dans un pays de l'Est fut conçu le SWW-1 qui présente la particularité d'être doté non pas d'une mais de deux cellules Kerr. Comme télémetres électroniques on peut citer le Distomat Wild-Heerbrugg-Albiswerk Zürich, ainsi que le telluromètre; cette dernière appellation n'est peut-être pas très heureuse.

A titre documentaire voici des résultats réalisés avec le Distomat: Côté Heerbrugg-Pizol ($n = 14$), les v varient entre $+ 12$ cm et $- 10$ cm;

$[vv] = 498$; $\sqrt{\frac{498}{13}} = \pm 6,2 \text{ cm}$; $\frac{6,2}{\sqrt{14}} = \pm 1,6 \text{ cm}$. Longueur = $= 47650 \text{ m}$, $28 \pm 1,6 \text{ cm}$. Pizol-Heerbrugg: 47650 m , $32 \pm 1,9 \text{ cm}$. Ces résultats sont remarquables. Pour éliminer ou neutraliser les erreurs d'échelle, qui sont dangereuses, le Distomat est doté d'un indicateur pour contrôler la fréquence; à cet effet on branche l'indicateur à la prise « Quartz Fréquence ».

On sait que l'écueil, en radiotélémetrie, réside dans le fait que certains tronçons des trajectoires peuvent être à une proximité dangereuse du sol; si le terrain est faiblement accidenté, il faudrait édifier des piliers, solution coûteuse. Les télémètres électrooptiques doivent être très stables.

Les lignes qui précèdent constituent un rappel de notions assez connues.

Choix du mode de mensuration

Le praticien chargé de la détermination d'un réseau géodésique peut éprouver de l'embarras; le choix éventuel d'un théodolite ne présente pas de grandes difficultés en général. Pour l'électrotélémètre c'est plus complexe; des considérations d'ordre technique et économique jouent un rôle. Et trois solutions peuvent être envisagées:

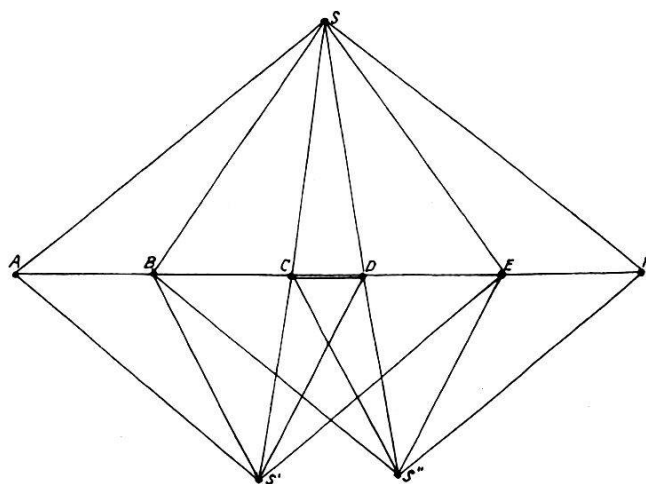
- 1° Réseau triangulé
- 2° Réseau trilatéré
- 3° Combinaison de ces deux systèmes

A priori on peut dire que cette troisième solution est susceptible de fournir la plus grande précision; son intérêt est cependant plus théorique que pratique. En ce moment, dans certains milieux, la trilatération paraît susciter un grand optimisme; on peut cependant formuler quelques réserves. Les réseaux trilatérés sont parfois insuffisamment surdéterminés; ce désavantage, si on ne doit pas le dramatiser, ne devrait pas être non plus bagatellisé. Il y a heureusement plus d'une manière de remédier à cet état de choses. On mesurera par exemple certains angles judicieusement choisis; un seul angle dans un triangle donne lieu à une équation de condition de la forme:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$$

De préférence on multipliera le nombre des côtés mesurés; considérons deux mailles $ABCD$ et $CDEF$ accolées avec en tout 4 diagonales. En triangulation on mesure en tout 16 angles; il y a 6 sommets ou stations, donc 12 variations de coordonnées, quatre de celles-ci étant arbitraires. Les inconnues sont au nombre de 8 pour 16 équations aux erreurs; en trilatération, 3 variations de coordonnées seulement sont arbitraires (nulles). Les 11 équations aux erreurs contiennent 9 inconnues; le degré de surdétermination est ici tout différent. Il sera opportun de mesurer encore une longue diagonale AF ou BE chevauchant sur les deux mailles accolées; en trilatération on renonce en général au calcul par les varia-

tions de coordonnées à cause du nombre relativement petit d'éléments surabondants. Pour la longue diagonale on obtient une équation de condition pouvant donner lieu à des calculs laborieux surtout en ce qui concerne le terme absolu; en outre le calcul par les coordonnées se prête mieux à la détermination des ellipses d'erreur. La trilatération, on le voit, n'a pas que des avantages; il faut de plus se rappeler que dans l'expression connue: $m^2 \cong [pvv] : (n - u)$ le dénominateur $(n - u)$ sera de préférence assez grand ($n - u =$ nombre d'éléments surabondants). Voilà un argument de plus en faveur de la triangulation. Il n'en reste pas moins que la trilatération est susceptible de prendre encore un grand développement surtout dans certaines régions; ce n'est cependant pas faire tort à l'électrotéléométrie que de suggérer l'exécution de certains contrôles quand un réseau étendu a été déterminé exclusivement par cette méthode. Les constructeurs d'appareils ont même intérêt à ce que ces contrôles soient effectués.



Mesures de contrôle. On peut concevoir diverses solutions; celle préconisée ici porte sur une combinaison de mesures angulaires et linéaires, et seul le principe sera exposé. Les points A et F sont des sommets du réseau, et l'état des lieux permet la mesure d'une base très précise CD (voir [5], p. 332); des mesures angulaires sont effectuées en des points S ou S' ou S'' *quelconques* avec un théodolite de haute précision (méthode des combinaisons binaires ou de Schreiber). La corrélation entre les valeurs angulaires et linéaires s'exprime sous la forme de rapports anharmoniques. Exemple:

$$(ABCD) = \frac{CA}{CB} : \frac{DA}{DB} = (abcd) = \frac{\sin(ca)}{\sin(cb)} : \frac{\sin(da)}{\sin(db)}$$

(stations S', S'' ou S),

a, b, c, d désignant quatre rayons issus de S, S', S'' aboutissant en A, B, C, D. Avec ces points on peut former 24 rapports, mais 6 valeurs au plus sont différentes $\left(r, 1/r, 1 - r, 1/1 - r, \frac{r}{r - 1}, \frac{r - 1}{r}\right)$.

AF est un axe des abscisses, et des valeurs provisoires sont connues (origine C ou D); il n'y a que 4 inconnues: les corrections dx_A, dx_B, dx_E, dx_F à apporter aux abscisses. On détermine, par voie angulaire, les rapports: $(ABCD) = f_1(dx_A, dx_B)$, $(CDEF) = f_2(dx_E, dx_F)$, $(BCDE) = f_3(dx_B, dx_E)$, $(ACDE) = f_4(dx_A, dx_E)$, etc., $dx_A, dx_B \dots$ étant les seules variables. En faisant abstraction des produits $dx_A \cdot dx_B, dx_A \cdot dx_E \dots dx_E \cdot dx_F$, on obtient des équations linéaires par rapport à ces variables (inconnues).

Il faut donc au moins 4 équations (4 rapports judicieusement choisis); au-delà il y a surdétermination. L'auteur de ces lignes se réserve de revenir sur cet intéressant problème dont seul le principe est développé ici. La base CD est donc amplifiée; c'est une conception un peu nouvelle en géodésie. Le théodolite peut être déplacé à volonté sans modifier r .

En *conclusion*, on peut dire qu'en trilatération les opérations sur le terrain sont en général bien plus indépendantes des conditions atmosphériques qu'en triangulation; c'est un avantage qu'il ne faut pas sous-estimer. Un examen approfondi montre que d'autres éléments jouent aussi un rôle quand on veut comparer les méthodes de détermination de réseaux par voie angulaire ou linéaire.

Littérature

- [1] *F. Kobold*, Die Messung der Basis und des Basisvergrößerungsnetzes von Trilaterationsnetzen (Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, 1960, Nr. 1).
- [2] *A. W. Kondraschkow*, Elektrooptische Entfernungsmessung (VEB Verlag für Bauwesen, Berlin).
- [3] *H. Matthias*, Erste Geodimeterresultate in der Schweiz (Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, 1963, Nr. 6).
- [4] *F. Ackerl*, Über die Genauigkeit des elektronischen Distanzmeßgerätes Wild DI 50 (Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, 1963).
- [5] *J. P. Blaser*, Nouvelles méthodes de mesures de distances (Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, 1959, Nr. 10).

Bericht über ein neues ITC-Verfahren für die rechnerische Blockausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate

Von Prof. H. Kasper, Zürich

Zusammenfassung

Der Einsatz programmgesteuerter Rechenautomaten ermöglicht die strengerechnerische Ausgleichung von Aerotriangulationsblöcken auf verhältnismäßig einfache Weise. Ein neues, am ITC Delft entwickeltes Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß es ohne vorausgehende Näherungsberechnungen direkt zu einheitlichen Lagekoordinaten führt.

Am *International Training Centre for Aerial Survey (ITC)* in Delft wird seit kurzem eine neue rechnerische Blockausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate angewendet, über die hier berichtet werden soll.