

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 22 (1924)

Heft: 12

Artikel: La triangulation du globe par la TSF

Autor: Roesgen, Marcel

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-188552>

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: 29.12.2025

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

Die gesuchten Fehler Δx_a und Δy_a sind gleich den Koordinatenunterschieden des Punktes P und eines Punktes P_a ; dieser Punkt P_a ist der Schnittpunkt der Tangente in P an den Umkreis des Dreiecks P A B mit der um $v_a = \frac{\Delta(A P)}{\rho} \overline{A P}$ parallel verschobenen Geraden A P. Für Δx_a und Δy_a liest man aus der Figur ab

$$\Delta x_a = \overline{P P_a} \cos (P P_a) \text{ und } \Delta y_a = \overline{P P_a} \sin (P P_a).$$

Beachtet man, daß $\overline{P P_a} = \frac{v_a}{\sin \beta} = \frac{\Delta(A P)}{\rho} \frac{\overline{A P}}{\sin \beta}$ und $(P P_a) = (P A) + \beta$, so erhält man ⁹

⁹ Die Formeln gelten nur für die in der Figur 12 gewählte Lage der beiden Festpunkte A und B zum Neupunkt P.

$$\Delta x_a = \frac{\Delta(A P)}{\rho} \frac{\overline{A P}}{\sin \beta} \cos \{(P A) + \beta\} \text{ und}$$

$$\Delta y_a = \frac{\Delta(A P)}{\rho} \frac{\overline{A P}}{\sin \beta} \sin \{(P A) + \beta\}.$$

In den im vorstehenden für einige Aufgaben der Punktbestimmung hergeleiteten Fehlerformeln kommen außer unmittelbar gegebenen Größen auch nicht gegebene Größen vor; da man die Werte dieser Größen für die Berechnung der gesuchten Fehler nicht sehr genau braucht, so genügt es, wenn man sie in einer maßstäblich gezeichneten Figur abmißt. Die zahlenmäßige Berechnung der mittleren Fehler auf Grund einer der gefundenen Fehlerformeln kann man genügend genau mit dem Rechenschieber ausführen.

La triangulation du globe par la TSF.

La détermination d'un point à la surface du globe comporte trois opérations: détermination astronomique de la latitude; détermination astronomique de l'heure locale; comparaison de celle-ci avec l'heure locale d'un point connu ou choisi pour origine. Cette méthode est en quelque sorte absolue, puisqu'elle ne nécessite d'autre définition que celle d'une origine. Elle sera donc la base sur laquelle sera établi le canevas qui déterminera de proche en proche tous les points caractéristiques.

Nous ne nous occuperons ici que de la troisième opération, la comparaison de l'heure locale avec celle du point d'origine, comparaison qui nécessite donc la possession de cette heure. Jusqu'à ces derniers temps, on se basait uniquement sur les indications de chronomètres spéciaux, précis et de marche connue, qui conservaient l'heure d'origine pendant le temps nécessaire aux observations. Cette méthode a longtemps été et est encore suffisamment précise pour les besoins courants de la navigation et des voyages d'exploration, mais n'est plus assez exacte lorsqu'il s'agit de relevés scientifiques, de détermination de frontière et surtout établissement de bases pour une triangulation. Il convient à ce moment de réaliser la même précision dans chacune des deux opérations qui déterminent la longitude: observation du temps local, connaissance de l'heure d'origine.

A l'heure actuelle, les observatoires bien outillés peuvent nous fournir l'heure avec la précision de $1/100$ de seconde environ. C'est aussi la précision des meilleurs instruments de mesure du temps, lorsque leur emploi est limité à quelques jours. Au-delà, l'incertitude de leur marche rend illusoire cette approximation. C'est donc bien dans le sens d'une amélioration dans la conservation de l'heure fournie par l'observation du ciel que doivent tendre les efforts de la technique: et c'est là aussi que la TSF a permis de réaliser un des plus grands progrès.

L'onde électromagnétique qu'emploie la TSF se propage dans l'espace à une vitesse d'environ $300,000$ km/sec., la plus grande à laquelle nous puissions aujourd'hui lancer des signaux. Elle se prête donc merveilleusement bien à la transmission de signaux horaires qui, franchissant tous les obstacles, pourront atteindre tous les points du globe. Le plus grand trajet que puisse théoriquement parcourir une onde sur la terre est égal au demi-méridien, soit $20,000$ km, franchis en $1/15$ de sec. environ. Mais la position d'un point étant toujours connue approximativement, il sera toujours possible de tenir compte du temps de propagation, si bien que l'erreur qui pourrait en résulter peut être regardée comme négligable. Remarquons d'ailleurs dès à présent qu'il existe aujourd'hui des stations radiotélégraphiques suffisamment puissantes pour que leurs signaux soient perceptibles, dans des circonstances favorables aux antipodes, donc sur toute la terre.

Voyons maintenant en quoi consistent les signaux horaires de TSF. Tout le monde connaît les signaux de la Tour Eiffel, que l'Administration des Téléphones à Berne retransmet sur son réseau à quelques abonnés. Ces signaux forment en réalité deux groupes: le signal international, composé de traits, transmis vers 10 h 28, et les signaux provisoires, constitués par des points, transmis à 11 h 44 et 23 h 44. Malgré une opinion très répandue, la précision des signaux internationaux ne dépasse pas $1/5$ à $1/10$ de seconde, l'erreur provenant du jeu des différents relais de l'émetteur. Quant aux signaux provisoires de la Tour Eiffel, il est souvent possible d'y trouver un écart de 1 à 2 secondes avec l'heure exacte. Des signaux horaires internationaux sont aussi transmis par un grand nombre d'autres stations, telles que Nauen, Moscou, etc. Ils sont destinés au public et aux navigateurs, et leur précision est bien suffisante dans la pratique; leur grand avantage réside dans leur code très simple, qui les rend immédiatement utilisables à tout le monde.

La précision de ces signaux internationaux s'étant montrée insuffisante dans les cas de déterminations scientifiques, on a créé une nouvelle méthode de transmission de l'heure qui élimine automatiquement l'erreur due au retard mécanique et électrique de l'émetteur, et ne laisse subsister que l'erreur négligeable, nous l'avons vu, due à la vitesse finie de l'onde. C'est la méthode dite des battements, qui consiste à créer au moyen des battements de l'horloge à régler et de battements auxiliaires plus rapides, *un vernier dans le temps*. Or on sait qu'un vernier est susceptible d'indiquer exactement des divisions beaucoup plus petites que les divisions réellement tracées sur les échelles. Le vernier dans le temps donnera des coïncidences des battements des séries, et bien que l'intervalle des battements soit de une seconde, la précision atteindra facilement le $1/100$ de cet intervalle. Le problème revient donc à faire émettre par un poste de TSF une série de points aussi brefs et aussi régulièrement espacés que possible, se succédant à une fréquence de 61 par minute environ. Cette série sera écoutée par un observatoire qui situera dans le temps fourni par ses instruments le premier et le dernier point. Ces heures, que l'on appelle en TSF *corrections des battements*, seront ensuite transmises par la station de TSF, sous forme de groupes de 6 ou 8 chiffres, donnant les centièmes de seconde.

Il y a quelques années, ces battements n'étaient transmis que par le poste de la Tour Eiffel qui utilisait alors son « émetteur à étincelles rares »; cet émetteur donnait des signaux excessivement brefs, produits par l'éclatement d'une seule étincelle; les signaux ainsi obtenus permettaient d'arriver sans peine à la précision du $1/100$ de seconde dans les comparaisons; mais leur portée était trop faible. Depuis, la Tour emploie un émetteur à « étincelles musicales » qui ne peut donner des points durant moins de $1/10$ sec. environ. Bien que l'on ait convenu de ne considérer que le début de ces points, la précision en a souffert, et ne dépasse que difficilement le $1/50$ de sec. Enfin, pour accroître encore la portée des signaux, on utilise aussi les émetteurs à « ondes entretenues » dont les points sont encore plus mal définis. C'est-à-dire que si l'on a progressé au point de vue des portées réalisées, cela a été au détriment de la qualité des émissions.

A l'heure actuelle, les stations européennes de la Tour Eiffel, de Lyon-la Doua, Bordeaux-Croix d'Hins, et de Nauen, envoient chaque jour de telles séries de battements, formées de 300 points chacune, dont les 60e, 120e, 180e et 240e points sont supprimés ou remplacés par un trait, afin de fournir des repères de comptage.

Pour contrôler une pendule ou un chronomètre, on dispose un récepteur ordinaire de TSF de façon à entendre dans les mêmes écouteurs et les battements du poste émetteur, et le battement de l'instrument à contrôler. Ces deux battements de fréquence légèrement différentes produisent des coïncidences que l'on repère d'une part, d'après l'instrument, d'autre part, d'après leur place dans la série de 300 points. Lorsque l'on connaît ensuite l'heure exacte des premier et dernier battements, il est facile de calculer les heures des différentes coïncidences; la moyenne de ces valeurs donne l'état exact de la pendule ou du chronomètre.

Lorsqu'il s'agit d'opérations de haute précision, on emploie l'enregistrement automatique des deux séries de signaux sur une même bande de papier: l'émission finie, on a tout le temps de situer exactement l'un par rapport à l'autre les deux diagrammes obtenus.

La détermination de l'heure locale se faisant d'habitude au moyen de l'observation d'étoiles, la valeur trouvée est exprimée en temps sidéral: on sait que ce temps est tel qu'une étoile fixe passe toujours à la même heure sidérale au méridien d'un lieu donné: le jour sidéral est donc un peu plus court que le jour solaire ordinaire (de 4 min. environ). Pour simplifier les calculs, les « corrections des battements » primitivement données en temps légal, le sont maintenant en temps sidéral.

Jusqu'à présent, les différences de longitude entre différents points de la terre, avaient été déterminées avec les instruments les plus divers, au moyen de lignes ou de câbles télégraphiques, et dans des conditions de précision très inégales. Aucun plan d'ensemble n'avait été prévu et des erreurs subsistent certainement.

L'application des procédés décrits plus haut a permis de reprendre la question suivant un nouveau plan bien arrêté: la détermination aussi exacte que possible des positions relatives de quelques points du globe qui formeraient le canevas fondamental auquel toutes les déterminations ultérieures seront rapportées.

Le Bureau des Longitudes à Paris a établi un avant-projet de cette opération et l'a soumis à l'Union astronomique et à l'Union de Géodésie et Géophysique. Ces unions internationales ont créé une commission mixte pour l'examen de ce projet.

Le polygone fermé formé autour de la Terre aura probablement trois sommets, situés dans l'hémisphère nord à peu près à la même latitude: ils seront distants de 8 h environ les uns des autres, afin qu'il soit possible de faire des observations simultanées en deux quelconques des trois sommets, en opérant en automne et en hiver.

On déterminera d'une part, les latitudes des trois points et d'autre part, les différences de longitude entre les sommets pris deux à deux, en utilisant les signaux émis par de puissants postes de TSF. La somme des différences devant donner 360° , on aura ainsi un moyen de contrôle de la précision des opérations. Les points proposés du polygone sont Alger, Shanghai et San Francisco; les postes de TSF utilisés seraient: Bordeaux, Honolulu et Annapolis ou Marion (près de Washington).

Enfin les observatoires de Greenwich et celui de Paris, seront reliés avec le plus grand soin au triangle principal.

Tel est, dans ses grandes lignes, ce projet grandiose de triangulation du globe, auquel la TSF apporte toutes les ressources de sa technique.

Troinex, septembre 1924.

Marcel Ræsgen, ing. électr.

Geistiges Neuland für Kulturingenieure.

Der unfruchtbarste Streit ist bekanntlich derjenige um des Kaisers Bart oder um ein mageres Huhn. Im Gegensatz zu der ergiebigen Kuh, welche den Geometern vor 15 Jahren mit der Einführung des Schweizerischen Zivilgesetzbuches vorgemalt worden war, hat man es jetzt mit einem magern Huhn zu tun, welches nur dem einen oder andern glücklichen Käufer einen mitunter sogar etwas harten Bissen gewährt. Auch der sehr wohlgemeinte Bundesbeschluß betreffend Förderung der Güterzusammenlegungen hat das Huhn nicht gemästet, wohl aber mehr Liebhaber auf den Markt gelockt. Obwohl schon seit mehr als 40 Jahren Geometer mit weniger theoretischen Kenntnissen, als die heutigen aufweisen müssen, etliche Güterzusammenlegungen zu allgemeiner Zufriedenheit ausgeführt haben, wollen heute gewisse Leute den Geometern die Fähigkeit und die Berechtigung zu solchen Arbeiten absprechen nach der Formel: « *Va t'en que je m'y mette!* »

Schon vor etwa 30 Jahren habe ich — allerdings in einer kleinern, lokalen Versammlung — den Gedanken ausgedrückt, es sollten spezielle Techniker eine theoretisch und praktisch richtige Schätzungsmethode für den Boden, besonders für Güterzusammenlegungen schaffen und durchführen. Das ist bis heute noch nicht geschehen, abgesehen vom Schätzungsamt des schweizerischen Bauernsekretariats, das aber für den genannten Zweck nicht abkömmlich ist. Das wäre ein Arbeitsfeld für Kulturingenieure, auf dem sie niemandem und ihnen niemand ins Gehege käme und wofür sie die wissenschaftliche Grundlage besitzen dürften oder dann leicht ergänzen könnten.

Jeder, der schon die heutige Praxis der Boden- und Baumschätzung beobachten konnte, muß gewiß gestehen, daß diese sehr wichtige Arbeit sehr ungleich und oft ohne jegliche wissen-