

Note sur l'évolution des méthodes en topographie

Autor(en): **Ansermet, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **60 (1934)**

Heft 18

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-46407>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs

Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs

Etranger : 12 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^o, à Lausanne.

Rédaction : H. DEMIERRE et
J. PEITREQUIN, ingénieurs.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA
COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA
SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

ANNONCES :

Le millimètre sur 1 colonne,
largeur 47 mm. :
20 centimes.

Rabais pour annonces répétées

Tarif spécial
pour fractions de pages.

Régie des annonces :
Indicateur Vaudois
(Société Suisse d'Édition)
Terreaux 29, Lausanne.

SOMMAIRE : *Note sur l'évolution des méthodes en topographie*, par A. ANSERMET, ingénieur. — *Etude d'un cas concret de poteaux d'une construction à ossature métallique*. — *L'automobile doit remplacer le train et même l'autorail partout où ce sera possible*. — CHRONIQUE LAUSANNOISE. — CORRESPONDANCE : *A propos de l'« Ordre Nouveau »*. — *Association internationale des ponts et charpentes*. — *Société suisse des ingénieurs et des architectes*. — BIBLIOGRAPHIE. — CARNET DES CONCOURS.

Note sur l'évolution des méthodes en topographie

par A. ANSERMET, ingénieur.

Généralités.

L'évolution des méthodes topographiques, au cours de ces dernières années, a été influencée principalement par les progrès réalisés dans les mesures de longueurs qu'il s'agit de détermination directe au moyen des fils d'invar ou de détermination indirecte par voie optique. Les réseaux de points fixes constituant la base des levers auront donc un autre caractère puisqu'aux mesures angulaires s'ajouteront les données permettant de déduire les longueurs des côtés ou de certains d'entre eux. Cette conception nouvelle et intéressante de la topographie moderne entraîne cependant un surcroît notable dans le travail de calcul. Le nombre des équations de condition est augmenté dans chaque cas et la forme de ces équations est plus compliquée que s'il s'agit de simples équations aux angles ; enfin le calcul des poids et des erreurs moyennes est plus laborieux. La compensation d'un réseau important exige la formation et la résolution, si possible simultanée, de plusieurs centaines d'équations normales, ce qui est onéreux (300 000 couronnes, par exemple, pour le réseau primordial tchécoslovaque, 559 équations). On peut diviser le réseau en secteurs mais il faut procéder alors à l'adaptation subséquente des secteurs. De toutes manières, l'application de la méthode des moindres carrés est longue lorsque le nombre d'éléments surabondants est élevé et ce sera toujours le cas pour un réseau judicieusement établi. Deux tendances se font jour en vue de simplifier les opérations :

1. l'application du calcul mécanique ;
2. la compensation vectorielle.

En principe, le calcul mécanique consiste dans la matérialisation des lignes du réseau par des fils ou des lames élastiques ; des équations d'équilibre sont alors établies qui correspondent aux équations normales. Ce mode de compensation, très séduisant au premier abord, n'est pas appelé, semble-t-il, à se généraliser.

Il n'en est pas de même du calcul vectoriel dont le grand mérite est de donner lieu à des équations de condition très simples. On doit notamment au professeur *Schumann* une série de travaux sur ce sujet ; les plus récents ont été publiés dans les comptes rendus de l'Académie des sciences de Vienne (mathemat-naturw. Klasse, cahiers 1, 2, 9, 10 de 1930 et 9, 10 de 1932). Examinons succinctement la méthode vectorielle d'après le professeur *Schumann*.

La compensation vectorielle dans le plan.

Considérons un réseau topographique de n côtés et p sommets ; il suffit de mesurer un côté et $(2p - 4)$ angles pour que ce système soit déterminé ; toutes les autres mesures sont surabondantes. Assimilons les côtés à des vecteurs $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3 \dots \vec{V}_n$ et désignons par $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3 \dots \vec{v}_n$ les vecteurs unitaires respectifs ; pour un côté quelconque d'indice i on aura :

$$\vec{V}_i = m_i \vec{v}_i$$

$$d\vec{V}_i = m_i d\vec{v}_i + dm_i \cdot \vec{v}_i$$

les deux composantes de la différentielle $d\vec{V}_i$ sont dites de *glissement* ($dm_i \vec{v}_i$) et de *circulation* ($m_i d\vec{v}_i$), cette dernière étant portée par une droite directement perpendiculaire à \vec{V}_i .

Si les opérations topographiques étaient exemptes d'erreurs, les mesures, tant angulaires que linéaires, conduiraient à la détermination d'un système de n vecteurs constituant des figures fermées (polygones) : Un

tel système serait obtenu, par exemple, en calculant le réseau au moyen des éléments strictement nécessaires, toutes les mesures surabondantes étant laissées provisoirement de côté. Chaque mesure surabondante donne lieu à une condition qui se traduit par une équation dans la méthode classique; l'emploi des vecteurs permet à la fois de diminuer le nombre des équations et d'en simplifier la forme. Avant la compensation on aura, pour un polygone fermé, la forme suivante :

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 + \dots + \vec{\omega} = 0$$

et, entre les vecteurs compensés :

$$(\vec{V}_1 + d\vec{V}_1) + (\vec{V}_2 + d\vec{V}_2) + (\vec{V}_3 + d\vec{V}_3) + \dots = 0$$

soit :

$$d\vec{V}_1 + d\vec{V}_2 + d\vec{V}_3 + \dots = \vec{\omega}$$

où $\vec{\omega}$ est un vecteur résiduel facile à calculer. Les inconnues du problème sont les améliorations $d\vec{V}_1, d\vec{V}_2, d\vec{V}_3 \dots d\vec{V}_n$ à apporter aux vecteurs, soit les vecteurs d'erreur. Le prof. Schumann applique la méthode des moindres carrés aux carrés scalaires $(d\vec{V}_1 \cdot d\vec{V}_1), (d\vec{V}_2 \cdot d\vec{V}_2) \dots (d\vec{V}_n \cdot d\vec{V}_n)$, ce qui conduit, en tenant compte des conditions vectorielles, au principe du minimum vectoriel généralisé :

$$(\vec{dV}_1, \vec{dV}_1) + (\vec{dV}_2, \vec{dV}_2) + \dots - 2(\vec{dV}_1 + \vec{dV}_2 + \dots - \vec{\omega}_1) \cdot \vec{K}_1 - 2(-\vec{dV}_2 + \vec{dV}_3 \dots - \vec{\omega}_2) \cdot \vec{K}_2 \dots = \text{Minimum}$$

où les vecteurs $\vec{K}_1, \vec{K}_2 \dots$ sont dits *corrélatifs* et jouent le rôle des coefficients indéterminés de Lagrange.

Pour les 4 premiers points du réseau et les 6 vecteurs $\vec{V}_1, \vec{V}_2 \dots \vec{V}_6$ les reliant deux à deux on aura les conditions vectorielles :

$$\begin{aligned} \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 + \vec{\omega}_1 = 0 &= (\vec{V}_1 + d\vec{V}_1) + (\vec{V}_2 + d\vec{V}_2) + (\vec{V}_3 + d\vec{V}_3) \\ -\vec{V}_2 + \vec{V}_4 + \vec{V}_5 + \vec{\omega}_2 = 0 &= -(\vec{V}_2 + d\vec{V}_2) + (\vec{V}_4 + d\vec{V}_4) + (\vec{V}_5 + d\vec{V}_5) \\ \vec{V}_1 + \vec{V}_4 + \vec{V}_6 + \vec{\omega}_3 = 0 &= (\vec{V}_1 + d\vec{V}_1) + (\vec{V}_4 + d\vec{V}_4) + (\vec{V}_6 + d\vec{V}_6) \end{aligned}$$

et, par suite :

$$\begin{aligned} (d\vec{V}_1 \cdot d\vec{V}_1) + (d\vec{V}_2 \cdot d\vec{V}_2) + \dots + (d\vec{V}_6 \cdot d\vec{V}_6) - \\ - 2(d\vec{V}_1 + d\vec{V}_2 + d\vec{V}_3 - \vec{\omega}_1) \cdot \vec{K}_1 \\ - 2(-d\vec{V}_2 + d\vec{V}_4 + d\vec{V}_5 - \vec{\omega}_2) \cdot \vec{K}_2 - \\ - 2(d\vec{V}_1 + d\vec{V}_4 + d\vec{V}_6 - \vec{\omega}_3) \cdot \vec{K}_3 = \text{Minimum} \end{aligned}$$

si l'on compense isolément les 4 points.

Il y a donc 3 équations normales :

$$\begin{aligned} 3\vec{K}_1 - \vec{K}_2 + \vec{K}_3 - \vec{\omega}_1 &= 0 \\ -\vec{K}_1 + 3\vec{K}_2 + \vec{K}_3 - \vec{\omega}_2 &= 0 \\ \vec{K}_1 + \vec{K}_2 + 3\vec{K}_3 - \vec{\omega}_3 &= 0 \end{aligned}$$

on en déduit les inconnues :

$$\begin{aligned} d\vec{V}_1 = \vec{K}_1 + \vec{K}_3 &= \frac{1}{4}\vec{\omega}_1 + \frac{1}{4}\vec{\omega}_3 \\ d\vec{V}_2 = \vec{K}_1 - \vec{K}_2 &= \frac{1}{4}\vec{\omega}_1 - \frac{1}{4}\vec{\omega}_2 \\ d\vec{V}_3 = \vec{K}_1 &= \frac{1}{2}\vec{\omega}_1 + \frac{1}{4}\vec{\omega}_2 - \frac{1}{4}\vec{\omega}_3 \\ d\vec{V}_4 = \vec{K}_2 + \vec{K}_3 &= \frac{1}{4}\vec{\omega}_2 + \frac{1}{4}\vec{\omega}_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d\vec{V}_5 = \vec{K}_2 &= \frac{1}{4}\vec{\omega}_1 + \frac{1}{2}\vec{\omega}_2 - \frac{1}{4}\vec{\omega}_3 \\ d\vec{V}_6 = \vec{K}_3 &= -\frac{1}{4}\vec{\omega}_1 - \frac{1}{4}\vec{\omega}_2 + \frac{1}{2}\vec{\omega}_3 \end{aligned}$$

au lieu du contrôle usuel $\Sigma(\nu\nu) = -\Sigma(\omega K)$, on a ici un double contrôle en formant les produits scalaires et vectoriels :

$$\Sigma(d\vec{V} \cdot d\vec{V}) = \Sigma(\vec{K} \cdot \vec{\omega})$$

et

$$\Sigma(d\vec{V} \times d\vec{V}) = \Sigma(\vec{K} \times \vec{\omega}) = 0$$

les erreurs angulaires et linéaires sont implicitement contenues dans les vecteurs $d\vec{V}$; il y aurait lieu de faire intervenir les poids respectifs, mais, pour simplifier, nous avons fait abstraction des différences de poids entre les composantes de circulation et de glissement.

Les quatre points compensés ci-dessus forment un quadrilatère de 6 côtés comprenant 8 angles, ce qui fait, en tout, 14 éléments mesurables, dont 9 sont surabondants (5 côtés et 4 angles); trois des équations de condition seulement ont la forme linéaire. On voit combien la compensation vectorielle est plus simple; mais il faut répartir au préalable les écarts angulaires de fermeture dans les triangles. Les résultats de la méthode vectorielle ne sont pas absolument identiques à ceux obtenus par la compensation directe des quantités mesurées mais si l'on songe à la fragilité des hypothèses qui sont à la base de toute compensation on ne saurait méconnaître les avantages du calcul vectoriel dont les applications à la topographie sont susceptibles d'être encore largement développées. Nous faisons surtout allusion à la compensation vectorielle dans l'espace et au problème fondamental de l'aérophotogrammétrie. Le but de la présente note était d'esquisser très succinctement le principe de la méthode.

Etude d'un cas concret de poteaux d'une construction à ossature métallique.

Nous avons déjà signalé (Bulletin technique du 31 mars 1934 page 81) les très instructifs colloques institués par le « Centre d'études supérieures de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics ».

L'exposé qui suit est un nouveau témoignage de l'esprit de judicieuse critique et de la volonté d'écarter toute considération théorique oiseuse qui président à l'activité de ce Centre d'études. Il s'agit de la séance du 21 février dernier où, sous la « direction » d'un maître en matière de résistance des matériaux, M. Bertrand de Fontviolant, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures, fut examiné par la méthode « clinique » et discuté un cas concret de poteaux de l'ossature métallique d'un bâtiment très spécial, à la fois très mince et très haut.

Le compte rendu complet de cette séance et ceux des séances du 1er mars (Thème : Influence de l'emploi des matériaux sur l'évolution des formes architectoniques) et du 7 mars (Thème : Composition granulométrique des agrégats pour bétons) ont été réunis en une brochure illustrée, de 215 pages, du plus vif intérêt, en vente au siège de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, à Paris (6^e), 100, rue du Cherche-Midi.
Réd.

Le projet en question est celui d'un établissement médico-chirurgical important dont la construction est envisagée sur un plateau assez élevé dans la banlieue d'un grand centre.

Le plan et les coupes joints à la présente note (fig. 1 et 2)