

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

**Band:** 42 (1944)

**Heft:** 11

**Artikel:** Compensation d'un réseau de nivellement

**Autor:** Hunziker, A.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-201841>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

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

SCHWEIZERISCHE  
**Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik**

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik / Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

**Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières**

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Organe officiel de l'Association Suisse du Génie rural / Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

Redaktion: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständ. Mitarbeiter für Kulturtechnik: E. RAMSER, Prof. für Kulturtechnik an der ETH.,  
Freie Straße 72, Zürich

Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR AG., WINTERTHUR

<p><b>No. 11 • XLII. Jahrgang</b> der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“ Erscheinend am zweiten Dienstag jeden Monats <b>14. November 1944</b> Inserate: 25 Cts. per einspalt. Millimeter-Zeile. Bei Wiederholungen Rabatt gemäß spez. Tarif</p>	<p><b>Abonnemente:</b> Schweiz Fr. 14. —, Ausland Fr. 18. — jährlich Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaften für Kulturtechnik u. Photogrammetrie Fr. 9. — jährl. Unentgeltlich für Mitglieder des Schweiz. Geometervereins</p>
--	--

## Compensation d'un réseau de nivellement

Par *Ad. Hunziker*.

Dans le numéro du 14 décembre 1943, pages 325 et suivantes, de ce journal, nous avons traité de la compensation d'un réseau de nivellement composé de cinq polygones fermés. Le problème à résoudre consistait à réduire à zéro l'écart  $W$  de fermeture de ces polygones. Soit  $W = 0$ .

Dans le présent article, nous examinerons le cas très fréquent d'un réseau partant de points fixes donnés et aboutissant à des points inconnus dont on se propose de calculer l'altitude compensée.

Les points fixes donnés sont les points  $A, B, \dots H$ . Les points nouveaux étant désignés par I, II, III et IV. Les différences d'altitudes nivellées sont numérotées de 1 à 16. Le problème à résoudre consiste à calculer l'altitude compensée des points I à IV en utilisant la totalité des 16 différences nivellées et de telle manière que la somme des carrés des erreurs soit un minimum.  $[vv] = \min$ .

Les sections ont été mesurées à double, comme cela se doit, le principe étant «une mesure n'est pas une mesure» cependant, dans notre exemple, nous admettrons que les sections 6 et 9 soit de  $C$  à II et de  $H$  à II sont simples, c'est-à-dire mesurées dans un seul sens.

Le réseau qui nous occupe a la disposition suivante:

Les éléments donnés sont:

Points fixes	
Repère	Altitude
A	870,593 m.
B	507,802 m.
C	551,312 m.
D	523,745 m.
E	878,989 m.
F	840,269 m.
G	735,020 m.
H	507,989 m.

Différences de niveau mesurées				
N°	$\Delta h$	Dist.	$\frac{R = 2}{S = 1}$	$P = \frac{1}{D}$
1	90,316 m.	0,8	2	1,25
2	272,500 m.	1,5	2	0,67
3	10,487 m.	1,5	2	0,67
4	272,307 m.	1,9	2	0,53
5	282,994 m.	1,6	2	0,62
6	239,482 m.	1,4	1	0,36
7	65,446 m.	1,7	2	0,59
8	96,214 m.	1,4	2	0,72
9	282,758 m.	1,5	1	0,33
10	174,021 m.	1,5	2	0,67
11	201,570 m.	1,6	2	0,62
12	153,668 m.	1,0	2	1,00
13	161,640 m.	0,7	2	1,43
14	46,688 m.	0,8	2	1,25
15	151,912 m.	1,3	2	0,77
16	378,944 m.	2,2	2	0,46

Au moyen des éléments donnés ci-dessus, il nous est possible de calculer l'altitude provisoire de nos points I à IV.

Cette altitude est:

- pour I de 780,300 m.
- » II » 790,770 m.
- » III » 725,320 m.
- » IV » 886,950 m.

Dans l'ordre 1 à 16 tel que nous l'avons adopté, nous formons maintenant les différences de niveau calculées en retranchant les altitudes provisoires de nos points nouveaux des altitudes fixes de nos points donnés.

Ex. Point A alt. = 870,593 m. — alt. I 780,300 m. =  $\Delta h$  calculé soit 90,293 m.

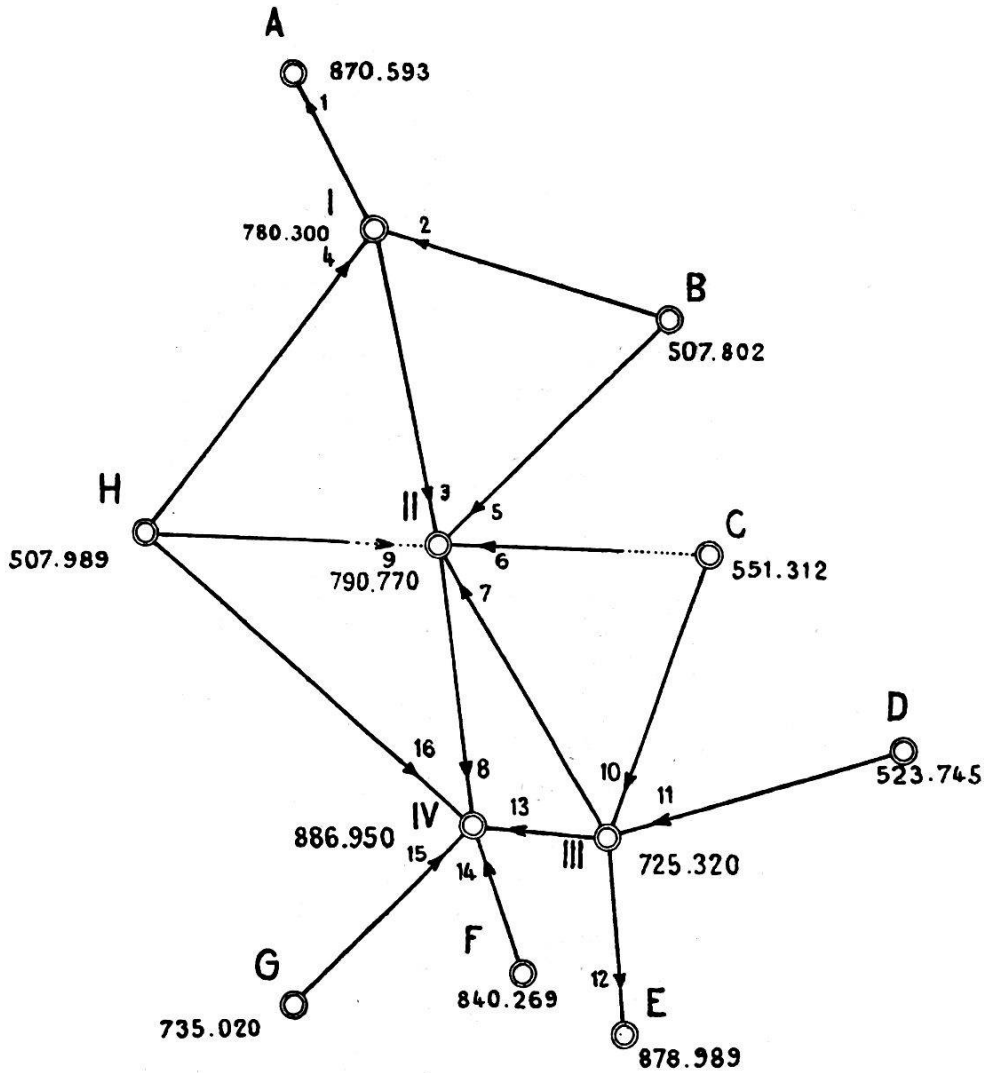


Fig. 1. Croquis schématique

Ceci fait, et toujours dans l'ordre 1 à 16, nous retrancherons les différences de niveau mesurées des différences de niveau que nous venons de calculer et nous obtiendrons les  $f$  et par conséquent tous les éléments nécessaires à la pose des équations normales.

De manière à pouvoir poser facilement nos équations normales établissons maintenant un tableau récapitulatif de tous les éléments de notre problème.



$$\text{Longueur moyenne des sections} = \frac{22,4}{16} = 1,4 \text{ km.}$$

De tête, et sans aucune difficulté, le tableau ci-dessus nous permet de poser les équations normales qui sont les suivantes:

$$\begin{aligned} + 3,12 xI - 0,67 xII & \quad 0 xIII & \quad 0 xIV + 4,09 = 0 \\ + 3,29 xII - 0,59 xIII - 0,72 xIV - 0,16 & = 0 \\ + 4,31 xIII - 1,43 xIV + 0,53 & = 0 \\ + 4,63 xIV - 2,58 & = 0 \end{aligned}$$

Les équations ainsi posées, leur résolution donne:

$xI =$	$+ 3,12xI$ $+ 1$ $- 1,330$	$- 0,67xII$ $- 0,215$ $- 0,020$	$0xIII$ $0$ $0$	$0xIV$ $0$ $0$	$+ 4,09$ $+ 1,310$ $- 1,310$	$+ 1$ $+ 0,320$			
		$+ 3,29xII$ $- 0,14$	$- 0,59xIII$ $0,00$	$- 0,72xIV$ $0,00$	$- 0,16$ $+ 0,88$	$+ 1$ $+ 0,215$			
	$xII =$	$+ 3,15$ $+ 1$ $- 0,091$	$- 0,59$ $- 0,187$ $+ 0,010$	$- 0,72$ $- 0,229$ $+ 0,128$	$+ 0,72$ $+ 0,229$ $- 0,229$	$+ 0,215$ $+ 0,068$ $+ 0,318$	$+ 1$		
			$+ 4,31xIII$ $0,00$ $- 0,11$	$- 1,43xIV$ $0,00$ $- 0,13$	$+ 0,53$ $0,00$ $+ 0,13$	$0,000$ $+ 0,040$ $+ 0,187$	$+ 1$		
			$+ 4,20$ $+ 1$ $+ 0,051$	$- 1,56$ $- 0,372$ $+ 0,208$	$+ 0,66$ $+ 0,157$ $- 0,157$	$+ 0,040$ $+ 0,010$ $+ 0,187$ $+ 0,044$ $+ 0,238$	$+ 1$		
				$+ 4,63xIV$ $0,00$ $- 0,16$ $- 0,58$	$- 2,58$ $0,00$ $+ 0,16$ $+ 0,24$	$0,000$ $+ 0,049$ $+ 0,229$ $+ 0,015$ $+ 0,070$ $+ 0,372$			$+ 1$
			$xIV =$	$+ 3,89$ $+ 1$ $+ 0,56$	$- 2,18$ $- 0,56$ $+ 0,56$	$+ 0,064$ $+ 0,016$	$+ 0,299$ $+ 0,077$ $+ 0,372$ $+ 0,095$ $+ 0,257$	$+ 1$	
	$\Sigma_1$	$\Sigma_2$							
	$- 5,37$	$- 5,43$				$+ 0,320$			
	$- 0,16$	$+ 0,01$				$+ 0,001$	$+ 0,318$		
	$- 0,10$	$+ 0,03$				$0$	$+ 0,021$	$+ 0,238$	
	$- 1,22$	$- 1,45$				$+ 0,014$	$+ 0,008$	$+ 0,035$	$+ 0,257$
	$- 6,85$	$- 6,84$		$m^2$	$= 1,27$	$+ 0,335$	$+ 0,347$	$+ 0,273$	$+ 0,257$

Les corrections  $xI$ ,  $xII$ ,  $xIII$ ,  $xIV$  étant maintenant connues, il suffira de les ajouter respectivement à l'altitude provisoire correspondante de chacun de nos quatre points pour obtenir l'altitude compensée cherchée.

Nous avons ainsi:

Point	I	alt. prov. =	780,300 m.	—	0,013 m.	=	alt. déf. soit:	780,287 m.	±	0,006 m.				
»	II	»	»	=	790,770 m.	—	0,001 m.	=	»	»	»	790,769 m.	±	0,007 m.
»	III	»	»	=	725,320 m.	+	0,001 m.	=	»	»	»	725,321 m.	±	0,006 m.
»	IV	»	»	=	886,950 m.	+	0,006 m.	=	»	»	»	886,956 m.	±	0,006 m.

Les corrections  $xI$ ,  $xII$ , ...  $xIV$ , à apporter à nos altitudes provisoires étant maintenant connues, notre problème peut être considéré comme résolu.

Cependant nos calculs ne seront terminés qu'après avoir été vérifiés.  $\Sigma_3$  nous fournira la preuve que notre compensation est exacte. Il est à remarquer que  $\Sigma_3$  est toujours plus petit que  $\Sigma_1$  et  $\Sigma_2$ , ceci provient tout simplement du fait que nos facteurs  $xI$ ,  $xII$ , ...  $xIV$  ont été obtenus dans notre équation au  $1/100$  de mm. et que pour la suite de nos calculs nous avons arrondi ces facteurs au mm.

Notre compensation étant dûment contrôlée, nous vérifierons encore que le problème est dans son ensemble correctement posé, en faisant la preuve des  $\Delta h + v$ .

Dans le tableau ci-après, nous déterminons les  $v$  ( $v = f + x$ ).

Ceci fait, nous déterminerons encore les  $\Delta h + v$  en ajoutant tout simplement  $v$  à  $\Delta h$  mesuré comme nous l'indique notre formule.

En retranchant, dans l'ordre 1 à 16 comme nous l'avons fait pour les  $\Delta h$  calculés nos altitudes définitives cherchées des altitudes fixes de nos points donnés  $A, B, C, \dots H$ , nous obtiendrons également les  $\Delta h + v$ . Ces derniers devront coïncider jusqu'à la dernière décimale avec les  $\Delta h + v$  du tableau ci-après. Ceci étant nous pourrions considérer notre problème comme résolu et bien résolu et nous passerons au calcul des différentes erreurs moyennes.

Dans la pratique, le calcul prend beaucoup moins d'ampleur que le développement de cet article pourrait le laisser supposer. Une seule table, contenant toutes les données de ce problème pourra être établie. En ce faisant, on évitera les répétitions qui ne sont qu'une source d'erreurs et une perte de temps. Les calculs de contrôle qui font l'objet de notre dernière table pourront très facilement s'intercaler entre les lignes.

Le calcul des erreurs moyennes de nos sections de nivellement sera fait au moyen des formules en usage pour les nivellements de ligne.

N <sup>o</sup>	I —1,3	II —0,1	III +0,1	IV +0,6	<i>f</i>	<i>v=f+x</i>	<i>P</i>	<i>Pvv</i>	$\Delta h + v$
1	+1,3				—2,3	—1,0	1,25	1,25	90,306
2	—1,3				—0,2	—1,5	0,67	1,51	272,485
3	+1,3	—0,1			—1,7	—0,5	0,67	0,17	10,482
4	—1,3				+0,4	—0,9	0,53	0,43	272,298
5		—0,1			—2,6	—2,7	0,62	4,52	282,967
6		—0,1			—2,4	—2,5	0,36	2,25	239,457
7		—0,1	—0,1		+0,4	+0,2	0,59	0,02	65,448
8		+0,1		+0,6	—3,4	—2,7	0,72	5,25	96,187
9		—0,1			+2,3	+2,2	0,33	1,59	282,780
10			+0,1		—1,3	—1,2	0,67	0,96	174,009
11			+0,1		+0,5	+0,6	0,62	0,22	201,576
12			—0,1		+0,1	0,0	1,00	0,00	153,668
13			—0,1	+0,6	—1,0	—0,5	1,43	0,36	161,635
14				+0,6	—0,7	—0,1	1,25	0,01	46,687
15				+0,6	+1,8	+2,4	0,77	4,43	151,936
16				+0,6	+1,7	+2,3	0,46	2,43	378,967
								25,40	

$$= [Pvv] - [Pff] = 25,40 - 32,10 = -6,70$$

Total des différences d'altitude nivelées = 16  
 » » » » nécessaires = 4  
 » » » » superflues = 12

$$m^2 = \frac{25,40}{12} = 1,27$$

$$m = \pm 1,13 \text{ cm.}$$

$$MxI = \pm \sqrt{1,27 \cdot 0,335} = \pm 0,6 \text{ cm.}$$

$$MxII = \pm \sqrt{1,27 \cdot 0,347} = \pm 0,7 \text{ cm.}$$

$$MxIII = \pm \sqrt{1,27 \cdot 0,273} = \pm 0,6 \text{ cm.}$$

$$MxIV = \pm \sqrt{1,27 \cdot 0,257} = \pm 0,6 \text{ cm.}$$

L'exemple de calcul traité ci-dessus pourra servir de modèles pour tous les cas présentant la même forme, c'est-à-dire partant de points fixes et aboutissant à des points inconnus.

Berne, janvier 44.