

# Quelques essais avec le tachéomètre électronique Distomat DI3

Autor(en): **Dupraz, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **72-M (1974)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-227089>

## **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.

# Quelques essais avec le tachéomètre électronique Distomat DI 3

H. Dupraz

## Résumé

L'article présente quelques résultats de mesures et de tests effectués avec le Distomat DI3 et des exemples d'application de cet appareil associé au théodolite T1A.

## Zusammenfassung

Mit dem Distomat DI3 wurden vom Institut für Geodäsie und Vermessung der ETH Lausanne verschiedene Distanzmessungen und Tests und, kombiniert mit dem Theodolit T1A, auch Anwendungsbeispiele ausgeführt. Reine Distanzmessungen erfolgten auf zwei Basen (Vidy und Ecublens), in einem Polygonzugnetz mit 79 hin und zurück gemessenen Distanzen sowie im Absteckungsnetz der neuen ETHL. In diesem Netz liegen 60 gemessene Distanzen vor. Nach der Ausgleichung des Distanznetzes erhält man Verbesserungen zwischen  $-0,4$  cm und  $+0,5$  cm an den gemessenen Distanzen und mittlere Fehler der ausgeglichenen Distanzen von  $\pm 0,1$  cm bis  $\pm 0,3$  cm. Kombinierte Richtungs-Distanzmessungen erfolgten in einem Polygonzugnetz und in einem kombinierten Netz mit 11 Stationspunkten. Im letzteren konnten 44 Richtungen und 22 Distanzen (hin und zurück) beobachtet werden. Die Ausgleichung des freien Netzes ergab Verbesserungen zwischen  $-0,6$  cm und  $+0,4$  cm an den gemessenen Distanzen sowie mittlere Fehler der ausgeglichenen Koordinaten und Höhen von weniger als  $\pm 0,6$  cm. Die Differenzen gegenseitig gemessener Höhenunterschiede werden in zwei Histogrammen dargestellt, wobei einmal die direkt mit dem DI3 berechneten Höhenunterschiede, das andere Mal die streng berechneten Höhenunterschiede eingeführt werden. Die Resultate verschiedener anderer Tests folgen am Schluß des Artikels. Insbesondere sind die Richtfehldiagramme (auf 102 m und 156 m) zu nennen, die Auskunft über die Distanzfehler bei ungenauer Zielung geben.

## 1. Introduction

Au mois de septembre dernier, l'Institut de Géodésie et Mensuration de l'EPFL faisait l'acquisition d'un tachéomètre électronique Wild, le Distomat DI3. A titre d'essai, nous avons réalisé de nombreuses mesures dont nous voulons dégager les résultats les plus significatifs.

Nous ne dirons rien sur la présentation générale de cet équipement, qui a fait l'objet de plusieurs articles dans les revues professionnelles, et de diverses démonstrations en Suisse, notamment aux journées «Portes ouvertes» organisées par Wild Heerbrugg en novembre 1972.

## 2. Mesure des distances

### 2.1

A Oulens, dans un réseau de polygones, nous avons mesuré 79 côtés en centrage forcé et dans les deux sens. Chaque côté a donc donné lieu à deux mesures, réduites automatiquement à l'horizontale par le calculateur incorporé du DI3, en fonction de l'angle vertical mesuré dans une seule position de la lunette et introduit par touches. Nous avons éliminé deux côtés, entachés de fautes dont nous n'avons pas retrouvé l'origine. La figure 1 donne la répartition des écarts entre les deux mesures de chaque côté.

### 2.2

A Ecublens, un réseau de points fixes a été mis en place pour l'implantation des nouveaux bâtiments de l'EPFL. Constitué de points repérés très solidement (tuyaux bétonnés et protégés par une dalle indépendante) il a été mesuré

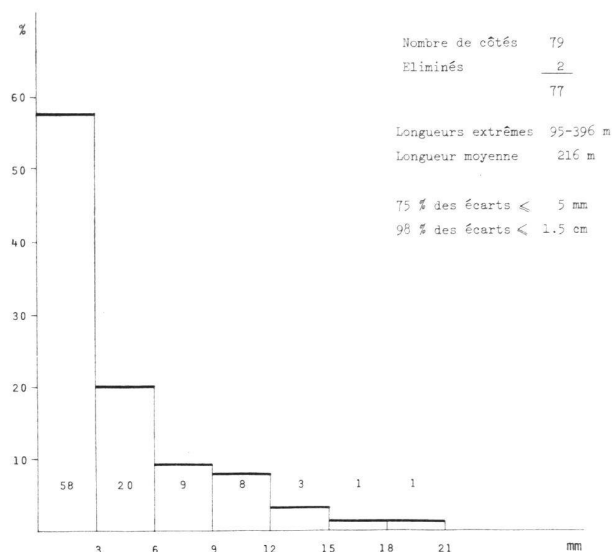


Fig. 1

avec un théodolite à secondes (quatre séries complètes sur chaque station) et complété par quelques mesures avec le Distomat Wild DI10.

Avec le DI3, nous avons mesuré dans ce réseau 60 distances. La compensation globale de ces mesures (sans mesures angulaires) a fourni des résultats très cohérents:

- Les écarts entre distances mesurées et distances compensées sont tous compris entre  $-0,4$  et  $+0,5$  cm, avec des erreurs moyennes à craindre sur les distances compensées allant de  $\pm 0,1$  à  $\pm 0,3$  cm.
- Les positions des points issus de cette compensation s'écartent au maximum de 0,5 cm de celles obtenues lors du calcul du réseau avec mesures angulaires et distances DI10.
- La variation du facteur d'échelle entre ces deux calculs est de 7 mm/km.

### 2.3

Des mesures de distances ont été effectuées sur deux bases d'étalonnage à Vidy et à Ecublens. Elles feront l'objet d'un article ultérieur, dans lequel les résultats seront comparés à ceux obtenus avec d'autres équipements: chevillière avec dynamomètre, tachéomètres électroniques Kern DM1000, Wild DI10 et AGA Géodimètre 6.

## 3. Mesures mixtes DI3-T1A

Le Distomat DI3 peut être monté sur les théodolites Wild T16, T1A et T2. Notre équipement est monté sur un théodolite T1A, à collimation verticale automatique. Pour tester l'homogénéité des résultats provenant de mesures mixtes, directions et distances, nous avons effectué trois groupes de mesures avec cet équipement. Nous avons choisi le périmètre d'Oulens, où il existe un réseau de points fixes bien repérés, dont les coordonnées sont connues avec bonne précision. Il s'agit des mesures dont parle B. Ansermot dans un article précédent de ce journal. Le registre de coordonnées qu'il a obtenu, appelé «Registre Oulens», servira de comparaison pour certains de nos résultats.

### 3.1 Polygonales

FIG. 2

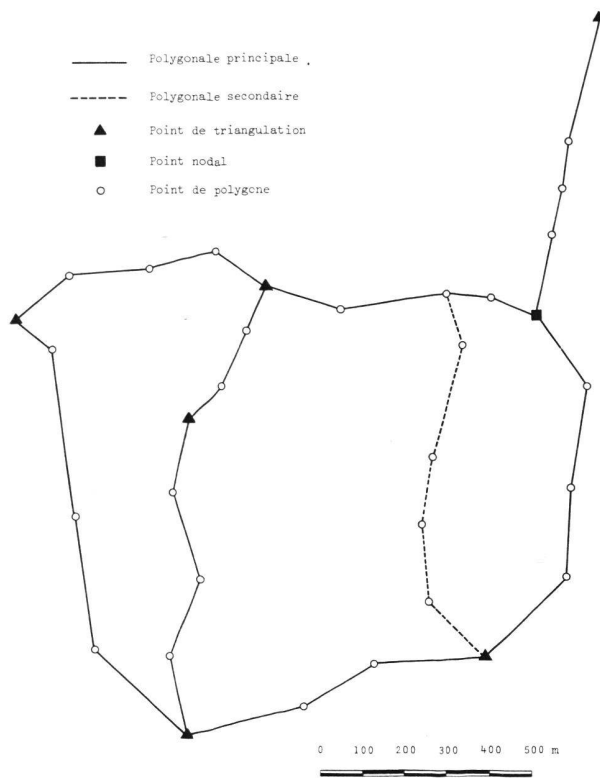


Fig. 2

Le réseau représenté à la figure 2 comporte cinq polygonales principales, une polygonale secondaire et un nœud de polygone à trois branches. Ces polygonales, longues de 370 à 1160 m, sont calculées une première fois sur la base des coordonnées officielles de la triangulation, puis une seconde fois sur la base des coordonnées extraites du registre «Oulens». Comme on pouvait s'y attendre, le deuxième calcul fournit des résultats légèrement meilleurs, mais les différences ne sont pas très significatives, du moins en ce qui concerne les écarts de fermeture, qui sont, dans notre cas, de deux à trente fois plus petits que les tolérances officielles les plus sévères (tolérances sur  $fs$  pour polygonales principales en zone I).

	1 <sup>er</sup> calcul	2 <sup>e</sup> calcul
	Coordonnées de base de la triangulation officielle	Coordonnées de base extraites du registre Oulens
$fs$ moyen	6 cm	2,8 cm
$fs$ maximum	13,5 cm	8,4 cm
$fx$ maximum	1,2°	0,4°
$fh$ maximum	6 cm	2 cm

Sur la base des points de polygone, on a levé par double détermination polaire un certain nombre de points de détail. Si on compare les deux registres ainsi obtenus (contenant points de polygones et points de détail) avec le registre Oulens, on trouve pour le premier calcul un écart plani-

métrique maximum égal à 10 cm. Cet écart maximum tombe à 3 cm pour le deuxième calcul. Les écarts de fermeture du premier calcul, suffisamment petits à première vue, conduisent donc malgré tout à des résultats de mauvaise qualité, montrant qu'un contrôle des points de triangulation par polygonation est illusoire, même avec un tel équipement.

### 3.2 Réseaux mixtes

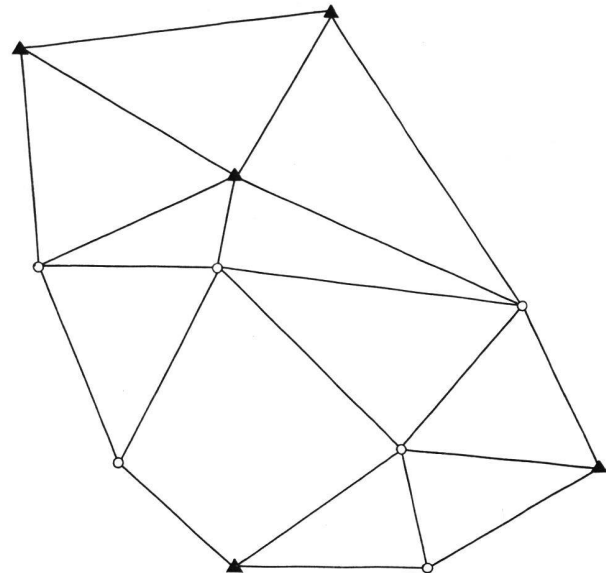


Fig. 3

Le réseau représenté à la figure 3 comporte 11 stations, 44 directions et 22 distances, comprises entre 197 et 675 m. Nous avons mesuré en chaque station deux séries de directions horizontales et une série d'angles verticaux. Les distances, mesurées dans les deux sens, ont été réduites à l'horizontale au bureau. Ce réseau, calculé globalement et sans contraintes, comporte 30 inconnues et 36 observations surabondantes. Il a fourni les résultats suivants:

- Les écarts entre distances mesurées et compensées sont tous compris entre  $-0,6$  et  $+0,4$  cm.
- Les écarts latéraux (c'est-à-dire le produit de l'écart angulaire par la longueur de la visée) sont tous inférieurs à 1,1 cm.
- Les erreurs moyennes à craindre sur les coordonnées et altitudes compensées sont toutes inférieures à  $\pm 0,6$  cm.

Si l'on supprime toutes les distances, les points se déplacent au maximum de 0,8 cm par rapport aux résultats du calcul basé sur l'ensemble des mesures.

Si l'on ne conserve que cinq distances bien réparties dans le réseau, ces déplacements sont tous inférieurs à 0,5 cm.

Si l'on ne conserve que les distances, sans aucune mesure de direction, les déplacements sont tous inférieurs à 0,5 cm.

Naturellement, il n'est pas possible de généraliser; l'étendue et la structure du réseau jouent un très grand rôle. Néanmoins cet exemple montre que l'équipement utilisé permet des mesures mixtes très homogènes. Il montre aussi que dans les réseaux bien structurés (c'est-à-dire ceux où la configuration géométrique permet une bonne transmission de l'échelle par de la triangulation pure) quelques distances suffisent à assurer un bon facteur d'échelle pour l'ensemble. Ces résultats sont confirmés en tous points par des calculs analogues effectués dans un autre réseau, de structure très différente, représenté à la figure 4.

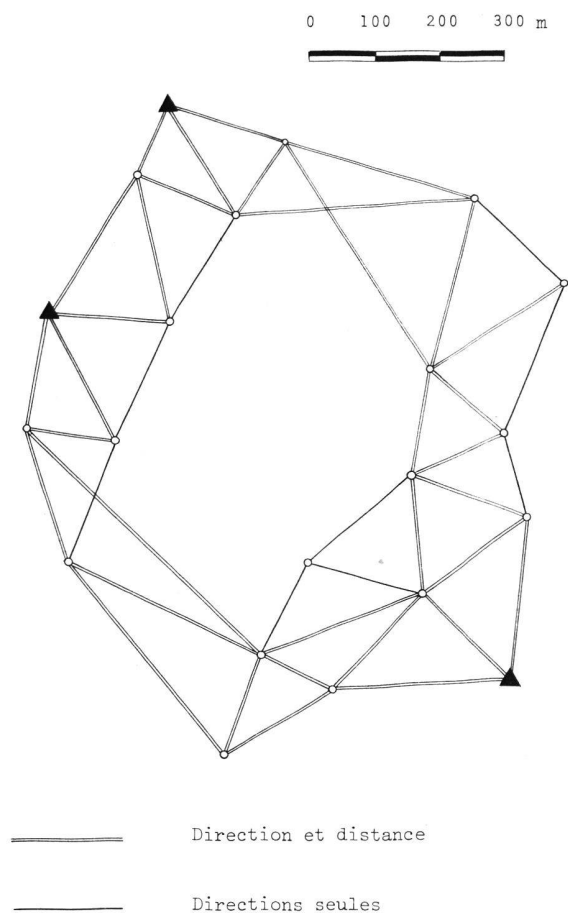


Fig. 4

#### 4. Différences de niveau

Dans le réseau de polygonaux dont il est question en 2.1, les différences de niveau ont été mesurées dans les deux sens sur 35 côtés, en même temps que les distances; le calculateur interne du DI3 utilise également l'angle vertical mesuré dans une seule position de la lunette. La figure 5 montre la répartition des écarts obtenus entre les deux mesures de chaque différence de niveau:

Si, par contre, on calcule la différence de niveau à l'aide de la distance oblique et de l'angle vertical mesuré dans les deux positions de la lunette, et qu'en outre on tient compte des corrections dues à la réfraction et à la sphéricité de la terre, on obtient pour les mêmes différences de niveau d'autres écarts, dont la figure 6 montre la répartition.

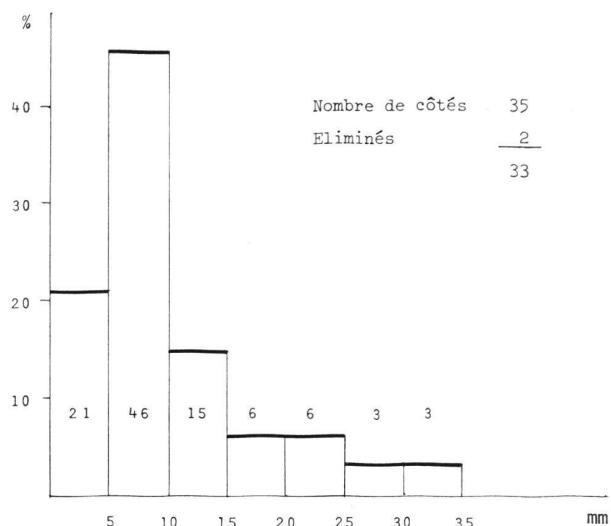


Fig. 5

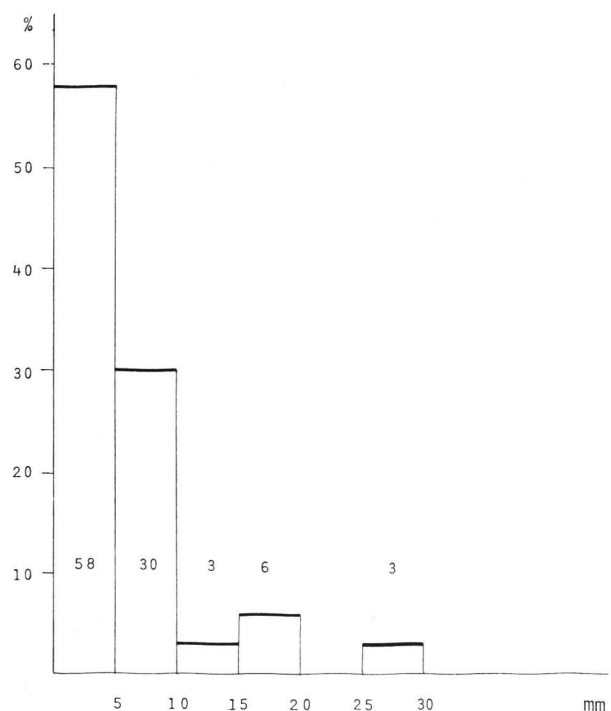


Fig. 6

– Il convient ici de faire quelques remarques: Comme on le sait, l'appareil, après avoir mesuré la distance oblique, permet de calculer la distance horizontale et la différence de niveau dès qu'on a introduit par touches l'angle vertical lu.

Il est donc clair que la collimation verticale, qu'elle soit automatique ou non, doit être souvent contrôlée, car dans les applications courantes, l'angle vertical n'est mesuré que dans une position de la lunette, et son exactitude dépend directement de la qualité de ce réglage.

– Pour obtenir la précision maximum, aussi bien pour la mesure des angles verticaux qu'horizontaux, on peut procéder ainsi: sans la tête de visée, on mesure en une (ou deux) série(s) tous les angles horizontaux et verticaux

dans les deux positions de la lunette; puis on met en place la tête de visée, et dans un nouveau tour d'horizon, on mesure les distances; à ce moment, il est possible d'introduire pour la réduction et la différence de niveau l'angle vertical compensé (donc corrigé de l'erreur de collimation verticale). Le second avantage de ce procédé est qu'il n'est plus nécessaire de mettre ou d'enlever la tête de visée entre la mesure des directions horizontales en première position et celle en deuxième position, opération qui perturbe parfois légèrement le calage et l'orientation du théodolite. Nous avons pu constater qu'on obtient ainsi des séries horizontales de meilleure qualité.

- L'influence de la sphéricité de la terre et de la réfraction est peu perceptible pour les courtes distances. Elle peut cependant jouer un rôle. Nous rappelons quelques valeurs:  
 Distance: 120 m 210 m 270 m 380 m 540 m 660 m  
 Correction: 1 mm 3 mm 5 mm 1 cm 2 cm 3 cm  
 Cette correction n'est naturellement pas prise en considération par le calculateur incorporé. Si l'on désire en tenir compte, il faut la calculer séparément, ou mesurer les différences de niveau dans les deux sens et moyenner leur valeur absolue. Dans ce dernier cas, on se rend indépendant de cette correction, qui est toujours positive; et de plus, la différence de niveau est contrôlée.

## 5. Tests divers

### 5.1 Portée maximum

La distance maximum mesurable avec un prisme donné dépend de nombreux facteurs: conditions atmosphériques (température, pression, humidité, nébulosité), état de charge de la batterie, qualité du pointé, propreté des parties optiques.

Les indications les plus récentes du constructeur sont:

Réflecteur DI3 à 1 prisme	400 m
Réflecteur DI10 à 3 prismes	600 m
Réflecteur DI10 à 9 prismes	900 m

par visibilité normale. Quelques tests, réalisés dans des conditions moyennes à bonnes, nous ont fourni les valeurs indicatives suivantes:

Réflecteur DI3 à 1 prisme	12 octobre 1973	470 m
	30 octobre 1973	501 m
	22 novembre 1973	396 m
Réflecteur DI10 à 3 prismes	30 octobre 1973	695 m
Réflecteur DI10 à 9 prismes	30 octobre 1973	897 m

### 5.2 Influence du pointé

Il est intéressant de connaître l'influence de la qualité du pointé sur la distance mesurée. A cet effet, nous avons procédé au test suivant:

On mesure plusieurs fois la distance et l'intensité du signal reçu, en faisant varier l'angle horizontal d'une valeur  $\Delta\alpha$ ,  $2\Delta\alpha$ ,  $3\Delta\alpha$  ... à gauche et à droite par rapport à la direction sur le centre du prisme. Le même test est ensuite effectué dans le plan vertical. Les mesures sont interrompues dès que l'erreur de pointé est telle que la mesure ne se fait plus. Le résultat obtenu est reporté sur un graphique donnant la distance et le signal mesurés en fonction de l'écart

angulaire. Ce résultat dépend naturellement du réglage du parallélisme lunette-tête de visée, et des particularités des éléments électroniques, qui varient légèrement d'un appareil à l'autre. C'est pourquoi les courbes obtenues ne sont valables que pour l'appareil en question. Nous donnons, à titre indicatif, les graphiques obtenus avec notre équipement, aux distances de 102 et 156 m. Ce sont les figures 7 et 8.

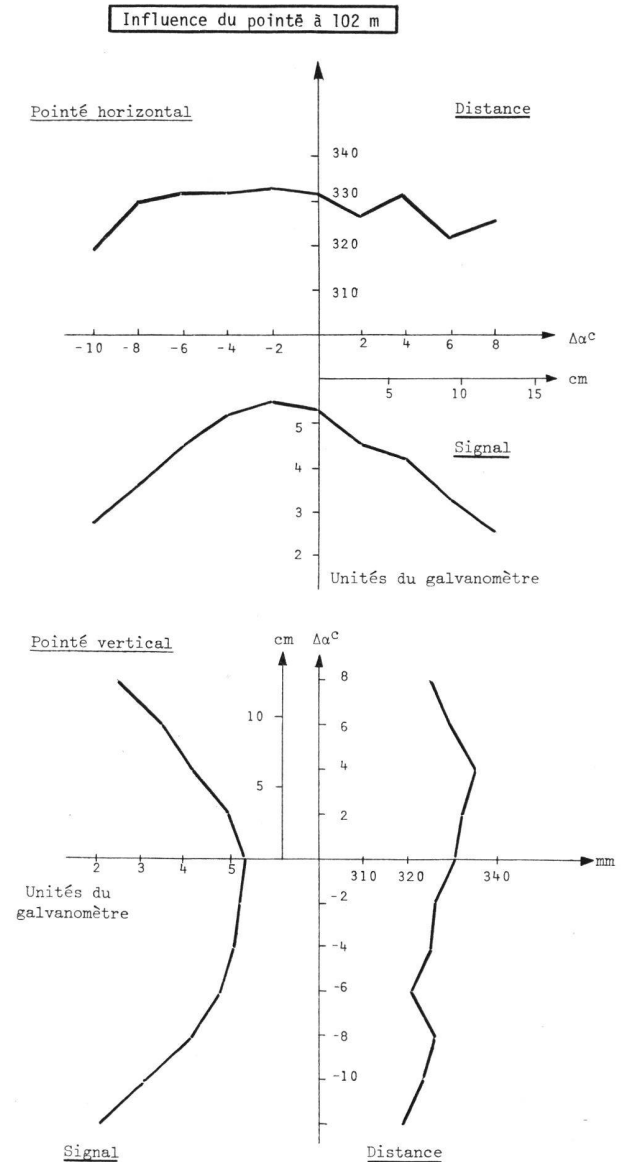


Fig. 7

La forme relativement plate du centre de la courbe signifie qu'une imprécision du pointé ne conduit qu'à une erreur assez faible sur la distance. Les écarts extrêmes par rapport à la mesure correcte ne dépassent jamais 3 cm et ils correspondent à un pointé si mauvais qu'ils sont facilement évitables. Ce comportement de l'appareil constitue un progrès par rapport à d'autres modèles où il fallait chercher soigneusement le signal maximum, et où les erreurs dues à un mauvais pointé pouvaient atteindre 8 cm.

Il peut arriver que la tête de visée soit mal fixée sur le théodolite. Dans ce cas, le défaut de parallélisme lunette-tête de visée est tel que la mesure est généralement impos-

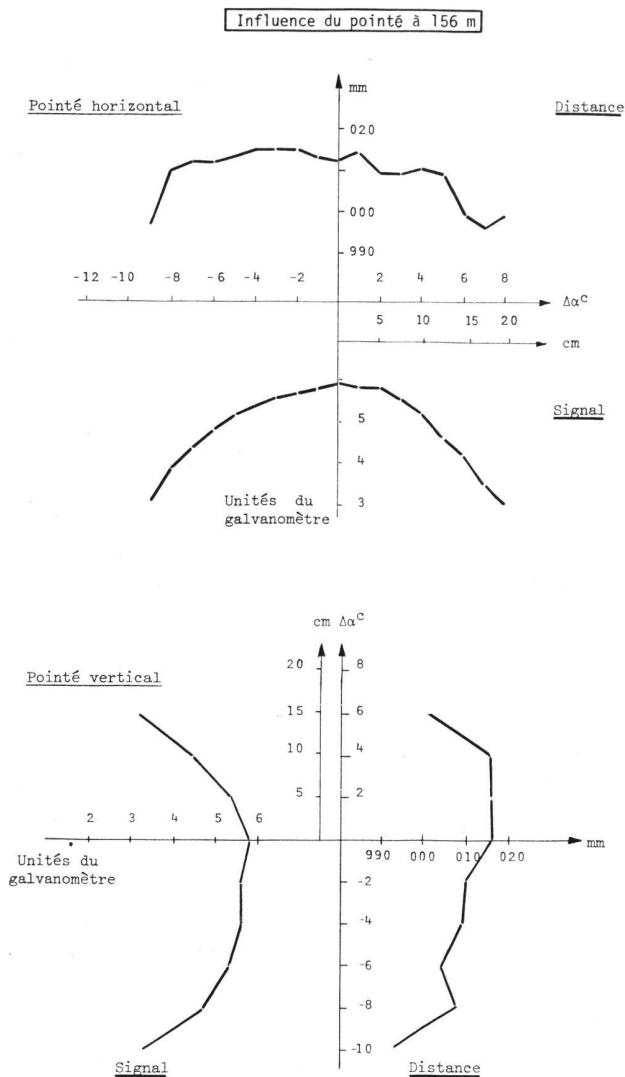


Fig. 8

sible, ou alors le signal reçu est anormalement faible et la mesure est suspecte. C'est à notre connaissance la seule possibilité d'erreur sur la mesure des distances.

### 5.3 Recherche d'une erreur cyclique

Le DI3 utilise pour la mesure fine de la distance une fréquence de modulation correspondant à une unité de longueur de 20 m. En schématisant un peu, on peut dire qu'une erreur cyclique est une erreur dépendant de la différence de phase entre l'onde émise et l'onde reçue. Par exemple, dans notre cas, une erreur de 3 cm sur une distance de 15 m se

retrouverait à 35 m, 55 m, etc. On peut rechercher une telle erreur en reportant graphiquement les erreurs résiduelles d'un grand nombre de distances bien réparties sur l'unité de longueur. L'erreur cyclique a généralement l'aspect d'une sinusoïde. Le report des erreurs résiduelles issues de nos mesures n'a pas permis de tracer cette courbe; mais on peut affirmer que pour notre appareil, l'erreur cyclique, si elle existe, ne dépasse en aucun cas  $\pm 5$  mm.

### 5.4 Test du calculateur incorporé

Nous avons vérifié dans de nombreux cas la précision du calculateur incorporé:

- calcul de la distance horizontale et de la différence de niveau à partir de la distance oblique et de l'angle vertical,
  - modification d'échelle avec onze facteurs à choix.
- Les résultats sont rigoureux et irréfutables.

## 6. Remarques

L'équipement Distomat Wild DI3 s'est révélé d'un emploi particulièrement simple et sûr. Sa mise en station est rapide et contrairement à nos craintes, les dimensions du boîtier et les câbles électriques ne gênent pas beaucoup le travail de l'opérateur.

Par contre son poids (16 kg dans la malette, sans théodolite ni trépied) rend le transport malaisé en terrain difficile. Pour remédier à cet inconvénient le constructeur livre depuis peu, sur commande, une hotte de transport.

Les réflecteurs DI3 permettent un pointé rapide et précis, valable aussi bien pour la mesure de la distance que celle des angles.

La réduction des distances, nouveauté importante, ne joue pas un rôle déterminant dans les travaux que nous avons effectués. Par contre, nous estimons qu'elle doit permettre un gain de temps substantiel dans les levés de détail et les implantations. Les essais, qui seront surtout des tests de rendement, restent à faire dans ces domaines.

## 7. Conclusion

Le nouveau tachéomètre électronique Distomat DI3 de Wild Heerbrugg est un équipement pratique et permettant des mesures rapides.

Combiné avec un théodolite Wild T1A, il fournit des mesures mixtes, directions et distances, très homogènes.

Comme tachéomètre pur, il atteint une précision excellente. Le constructeur indique un écart-type (erreur moyenne sur une distance mesurée) de  $\pm 5$  mm. Tous nos calculs montrent que cette valeur est largement respectée.

Nachtrag zu Artikel H. Aeschlimann:

### Kern DM 500, ein neues elektronisches Tachymeter

(siehe Heft 3-74)

#### Literatur-Verzeichnis

- Leitz H.: Zwei elektronische Tachymeter von Zeiss, in: Allgemeine Vermessungsnachrichten, Karlsruhe, 1969, Heft 2, S. 73.  
 Deumlich F.: Zur Entwicklung elektrooptischer Streckenmeßgeräte, in: Vermessungstechnik, Berlin, 1970, Heft 11, S. 403.  
 Bjerhammar A.: La deuxième génération des télémètres électro-optiques, in: Géomètre, Paris, 1972, Heft 2, S. 40.

Hallermann L.: Überblick über die auf dem Markt befindlichen Nahbereichsentfernungsmesser, in: Allgemeine Vermessungsnachrichten, Karlsruhe, 1972, Heft 2, S. 41.

Zetsche H.: Die Entwicklung der Nahbereichsentfernungsmesser seit 1968, in: Zeitschrift für Vermessungswesen, Stuttgart, 1972, Heft 6, S. 233.

Zeiske K.: Ein neuer Kurzdistanzmesser mit Reduktionsrechner, in: Allgemeine Vermessungsnachrichten, Karlsruhe, 1972, Heft 9, S. 382.

Münch K.H.: Der Infrarot-Entfernungsmesser Kern DM1000, in: Allgemeine Vermessungsnachrichten, Karlsruhe, 1973, Heft 6, S. 201.