Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 81 (1983)

Heft: 4

Artikel: Réseaux géogésique et mesure des distances : un exemple récent

Autor: Dupraz, H. / Bonjour, J.-D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-231627

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: 15.07.2025

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

Réseaux géodésiques et mesure des distances: un exemple récent

H. Dupraz, J.-D. Bonjour

Lors des travaux géodésiques effectués pour la mise en place du champ d'essai photogrammétrique d'Echallens, on a mesuré les distances du réseau de base en parallèle, avec plusieurs appareils électro-optiques récents.
Grâce à ces nouveaux équipements, nous avons pu atteindre une précision inhabituelle pour ce type de réseau. Ces travaux ont aussi permis de nombreuses constatations sur la précision relative des appareils, sur l'influence des conditions météorologiques et sur la corrélation a priori des mesures.
Ces résultats, issus d'une première détermination, ont été largement confirmés par une nouvelle campagne de mesure.
Pour terminer, l'article propose quelques recommandations à l'usage des praticiens.

Im Zuge der Einrichtung eines photogrammetrischen Testfeldes im Raum Echallens wurden in dem übergeordneten geodätischen Netz die Strecken mit mehreren modernen elektronischen Entfernungsmessgeräten ermittelt.
Dank dieser neuen Geräte konnte in dem Netz eine Genauigkeit erzielt werden, die weit über das Übliche hinausgeht. Diese Arbeiten erlauben auch verschiedene Aussagen über die relative Genauigkeit der Geräte, über den Einfluss der Meteorologie und über die A-priori-Korrelation der Messungen.
Diese Ergebnisse, die sich aus einer ersten Messkampagne ergaben, konnten durch eine zweite Messkampagne weitestgehend bestätigt werden. Der Aufsatz enthält auch zahlreiche Empfehlungen zuhanden des Praktikers.

1. Introduction

Afin d'étudier les nombreux paramètres agissant sur la précision des méthodes photogrammétriques, l'Institut de photogrammétrie de l'EPFL a établi un champ d'essai dans la région d'Echallens (Vaud). Ce champ d'essai, qui recouvre un périmètre de 3 x 4 km et englobe plus de 350 points, tous déterminés géodésiquement, a déjà été présenté dans un article de cette revue [Kölbl]. Pour assurer l'homogénéité et la précision de ce réseau de détail, un réseau de base homogène, couvrant l'ensemble du champ d'essai, a été mis en place (fig. 1).
Il comporte 10 points, déterminant 30 côtés compris entre 1,2 et 4,9 km, et fait l'objet d'une solide matérialisation (chevilles ou bornes scellées dans des blocs de béton ou dans des constructions stables). Quatre points appartenaient déjà à la nouvelle triangulation officielle de 3e ordre. Le Cadastre du Canton de Vaud a intégré l'ensemble comme nouveau réseau de 4e ordre dans cette région.
Les résultats obtenus sont excellents, comparés à d'autres réseaux similaires par leur taille. Pour garantir une telle précision, il a fallu vouer un soin particulier aux mesures, et choisir des conditions météorologiques favorables. Mais l'élément déterminant est incontestablement l'utilisation des nouveaux appareils MED, qui réunissent simultanément une meilleure précision interne et une plus longue portée. Il s'agit du Distomat DI 20, mis à notre disposition par la maison Wild dès sa phase expérimentale; du Distomat DI 4 L et du Géodimètre AGA 14.
L'utilisation simultanée de plusieurs appareils permet des comparaisons intéressantes de leur précision et de leur comportement. Le relevé précis des données météorologiques, et l'exécution de deux campagnes de mesure, l'une en hiver, l'autre en été, fournissent des renseignements originaux sur l'influence de la météorologie et la corrélation a priori des mesures.
La comparaison d'une détermination du réseau par triangulation pure avec la détermination par trilatération montre la supériorité indiscutable de cette dernière méthode, avec les nouveaux équipements et pour un réseau de cette dimension. L'ensemble de ces expériences permet de proposer des recommandations à l'intention des praticiens.

2. La mesure des directions horizontales

Les directions horizontales du réseau de base d'Echallens ont été mesurées avec un théodolite Wild T3 fixé sur trépied à jambes rigides, posées sur sol dur ou sur piquets. Les balises (hauteur 150 cm, ∅ 6 cm) étaient peintes en couleurs orange et blanche bien contrastées, et verticalisées par un système de contre-fiches réglables. Pour limiter l'erreur de phase (pointé excentrique dû à l'éclairage latéral de la balise), les mesures ont généralement été effectuées par temps clair mais couvert. Expérience faite, on pense que l'emploi de jalons plus minces aurait été préférable. Toutes les directions ont été observées, en trois séries par station, avec la précision moyenne suivante:
- Erreur moyenne d'une direction mesurée dans les deux positions de la lunette: 2.0^{cc}
- Erreur moyenne d'une direction compensée: 1.1^{cc}

La compensation des directions du réseau donne une erreur moyenne a posteriori de 1.6^{cc}; les ellipses d'erreur ont un demi-grand axe de 5 mm environ. Ces résultats seront précisés et comparés à la compensation des distances au chapitre 4.

3. La mesure des distances: campagne de décembre 1981

La mesure des distances a duré deux jours et demi. Les 30 côtés du réseau ont été mesurés dans les deux sens, avec les quatre appareils suivants, montés sur un théodolite Wild T2:
- un Géodimètre AGA 14
- un Distomat Wild DI 4 L
- deux Distomat Wild DI 20 (appelés plus loin DI 20 A et DI 20 B).

Des trépieds avec embases, restés en place pendant toute la campagne, ont garanti la mesure en centrage forcé de toutes les distances. A chaque station, une équipe mesurait toutes les distances possibles successivement avec chaque appareil. Deux autres per-

Appareil	Fréquences mesurées min. [Hz]	max. [Hz]	Fréquence théorique [Hz]	Erreur d'échelle 4,5 Hz ~ 1 mm/km
DI 20 A	4 495 618	4 495 621	4 495 620	0
DI 20 B	619	622	620	0
DI 4 L	4 870 274	280	4 870 255	22 Hz ~ 5 mm/km

Tableau 1 Contrôle des fréquences de mesure, effectué avec un fréquencemètre Philips prêté par la maison Wild (campagne de décembre 1981).

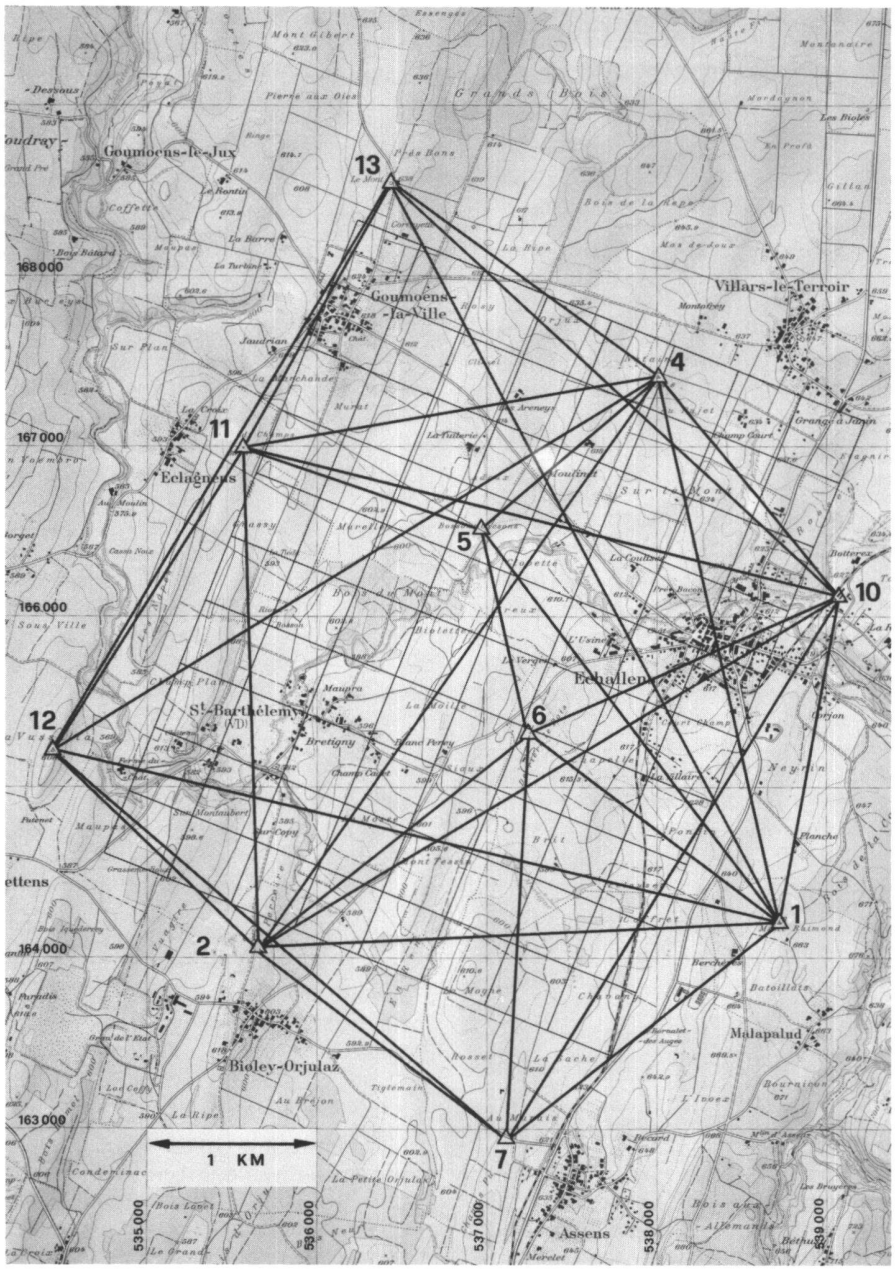


Fig. 1 Schéma du réseau géodésique de base du champ d'essai d'Echallens. Le quadrillage, avec une maille de 400 m, indique la position idéale des prises de vue photogrammétriques. (Extrait de la carte nationale 1 : 25 000, reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de Topographie du 17.2.83.)

sonnes assuraient le contrôle des trépieds, la pose des prismes et le relevé systématique des données météorologiques aux extrémités de chaque distance mesurée. Les conditions furent très favorables: temps couvert, neige et vent, température toujours comprise entre 0° et 3°, variation de la pression inférieure à 9 millibar pour toute la durée de la campagne. Selon le type d'appareil et la dispersion constatée, chaque mesure était répétée entre 4 et 10 fois.

Pour les appareils Wild, on a procédé sur le terrain à de nombreux contrôles des fréquences de mesure qui ont donné les valeurs suivantes (tableau 1):

Vu la très faible dispersion des fréquences et de la température ambiante, une analyse plus approfondie de la corrélation entre ces deux paramètres, d'ailleurs bien connue, n'est pas utile.

On constate cependant deux faits intéressants:

- les fréquences de mesure des DI 20 sont pratiquement stables
- la fréquence de mesure du DI 4 L s'écarte d'environ 22 Hz par rapport à la fréquence théorique, ce qui correspond à une différence d'échelle de 5 mm/km, qu'on retrouvera dans la compensation du réseau des distances.

3.1 Comparaison directe des distances mesurées

Une fois les corrections météorologiques effectuées, on dispose des 60 distances du réseau (30 côtés aller-retour), mesurées chacune avec les quatre appareils. La comparaison des 30 distances aller-retour fournit pour chaque équipement une indication de la dispersion (tableau 2):

Appareil	Différences aller-retour Moyenne quadr. [± mm]	Ecart max. [mm]
AGA 14	11	26
DI 20 A	4	12
DI 20 B	4	10
DI 4 L	4	8

Tableau 2 Statistique des 30 différences aller-retour, calculées pour chaque appareil sur la base des mesures, avant compensation (campagne de décembre 1981).

Nous avons choisi arbitrairement l'appareil DI 20 B comme référence; en comparant pour chacun des trois autres appareils les 60 mesures avec celles correspondantes du DI 20 B, nous avons pu calculer les constantes d'addition et de multiplication par un modèle de régression linéaire (tableau 3):

La forte constante d'addition DI 20 B–AGA 14 s'explique par l'utilisation de prismes Wild avec un appareil AGA, pour lesquels il n'est pas calibré. Par contre, les deux autres constantes d'addition qui devraient être théoriquement nulles, diffèrent significativement de zéro.

Les deux appareils DI 20 ont la même échelle; les deux autres comparaisons montrent des écarts d'échelle significatifs, qui seront confirmés plus loin par le calcul de compensation des distances.

Comparaison des appareils:	Constante d'addition c [mm]		Constante de multiplication k [mm/km]		Ecarts résiduels après corrections c et k [mm] moyen	max.
DI 20 B – AGA 14	– 43,6	±2,5	+ 3,0	±0,8	7	17
DI 20 B – DI 4 L	– 3,3	±1,4	– 3,3	±0,5	4	11
DI 20 B – DI 20 A	+ 3,5	±0,8	0,0	±0,3	2	6

Tableau 3 Constantes d'addition et de multiplication relatives, calculées par régression sur la base des mesures, avant compensation (campagne de décembre 1981).

3.2 Calculs de compensation

Après avoir corrigé les distances des constantes d'addition issues du tableau no 3, nous avons procédé à plusieurs calculs de compensation, tous basés sur les deux mêmes points fixes, pour faciliter la comparaison des résultats. Nous avons utilisé le programme LANDTOP (développé par l'Office fédéral de topographie) qui permet de prévoir des inconnues d'échelle distinctes pour plusieurs appareils, ou groupes de distances, dans un même calcul. Pour la réduction à l'horizontale, nous avons utilisé les altitudes de tous les points du réseau déterminées par nivellement géométrique.

Les principales caractéristiques des calculs de compensation effectués sont présentées dans le tableau 4, y compris la compensation des directions mentionnée au chapitre 2. Ces différentes compensations ont toutes des structures assez homogènes et isotropes; cela signifie que pour un même calcul toutes les ellipses sont sensiblement circulaires et de même grandeur. On peut ainsi, pour gagner de la place, caractériser chaque calcul par une ellipse ‹moyenne›, que nous dessinons accompagnée d'un cercle de comparaison de rayon = 5 mm.

Le choix des erreurs moyennes a priori de la colonne 5 peut sembler optimiste. Pour les directions, il s'appuie sur le calcul des séries, et tient même compte d'une incertitude sur le centrage du théodolite et des balises. Pour les distances, on doit choisir les 2 paramètres du modèle utilisé par le programme LANDTOP, qui est ici de la forme:

‹Erreur moyenne a priori (Dist.) = A [mm] + Dist x B [mm/km]›

Le paramètre A est généralement donné pour chaque appareil par le constructeur. Il peut aussi contenir une incertitude sur la constante d'addition.

Le paramètre B caractérise à la fois l'incertitude sur le facteur d'échelle de l'appareil, également indiquée par le constructeur, et celle sur la correction météorologique.

L'exceptionnelle stabilité de la météorologie pendant toute la durée de la campagne, mais aussi l'analyse préalable des mesures exposée au chapitre 3.1, et le contrôle des fréquences, qui ont permis une estimation sûre des constantes d'addition et d'échelle, légitiment notre choix, d'ailleurs en parfait accord avec les erreurs moyennes a posteriori de la colonne 6. La colonne 7 confirme les différences d'échelle entre les appareils, déjà mises en évidence par le prétraitement et indiquées dans le tableau no 3.

	No du calcul	Désignation	Nb. d'obs.	Nb. d'inc.	Erreurs moyennes [cc, ou mm pour 1km] a priori	a poster.	Différences d'échelle par rapport au calcul 5 [ppm]	Ellipse " moyenne " Cercle de référence r = 5 mm
	1	2	3	4	5	6	7	8
Triangulation	1	Directions (WILD T3)	74	26	2.0^{cc}	1.6^{cc}		
Trilatération	2	Dist. AGA 14	60	17	6.0 mm	6.1 mm	+4.4 ±1.0	
	3	Dist. DI 4L	58	17	2.5 mm	2.9 mm	-3.5 ±0.6	
	4	Dist. DI 20A	60	17	2.0 mm	2.0 mm	-0.7 ±0.6	
	5	Dist. DI 20B	60	17	2.0 mm	2.1 mm	Référence	
	6	Dist. DI 4L Dist. DI 20 A Dist. DI 20 B	178	19	2.5 mm 2.0 2.0	2.8 mm 1.9 2.0	-3.6 ±0.5 -0.4 ±0.5 -0.2 ±0.5	
Combiné	7	Directions T3 Distances DI 4L Distances DI 20 A Distances DI 20 B	252	29	1.6^{cc} 3.0 mm 2.0 mm 2.0 mm	1.7^{cc} 2.9 mm 2.0 2.0	-3.7 ±0.5 -0.5 ±0.5 -0.3 ±0.5	

Tableau 4 Comparaison des principales caractéristiques des sept calculs de compensation (campagne de décembre 1981).

4. Analyse des calculs de compensation

Les ellipses d'erreur moyenne a posteriori fournissent une indication intéressante sur la précision interne des différents calculs. Les figures 2a, b, c montrent les ellipses d'erreur correspondant aux calculs 1,5 et 7 du tableau 4. La comparaison des figures 2a et 2b montre que pour les réseaux de cette dimension la trilatération permet aujourd'hui un gain de précision par rapport aux mesures de triangulation, même excellentes. La précision atteinte par trilatération, représentée par les figures 2b et 2c, nous paraît en effet remarquable. Mais nous devons tempérer ces affirmations; cette précision élevée pourrait être en partie fictive, si les mesures de distance sont entachées d'erreurs systématiques, provenant par exemple des défauts du modèle de réduction météorologique. Pour mieux cerner la précision effective des coordonnées, nous avons donc comparé les coordonnées issues de divers calculs, en prenant la compensation 7 (fig. 2c) comme référence, par des ajustages de Helmert sur la base de tous les points.

Les figures 3a, b représentent les vecteurs résultant de ces comparaisons. La figure 3a montre que les coordonnées obtenues par triangulation pure s'écartent en moyenne de 3 à 4 mm de celles du calcul de référence.

Il est possible que certaines erreurs systématiques de la trilatération puissent expliquer ces écarts. Mais ceux-ci peuvent très bien s'expliquer aussi par des mécanismes purement aléatoires, largement compatibles avec les domaines de confiance constitués sur la base des ellipses d'erreur de la figure 2.

La figure 3b montre que la compensation des distances issues d'un seul appareil (DI 20 B) conduit déjà, à 1 mm

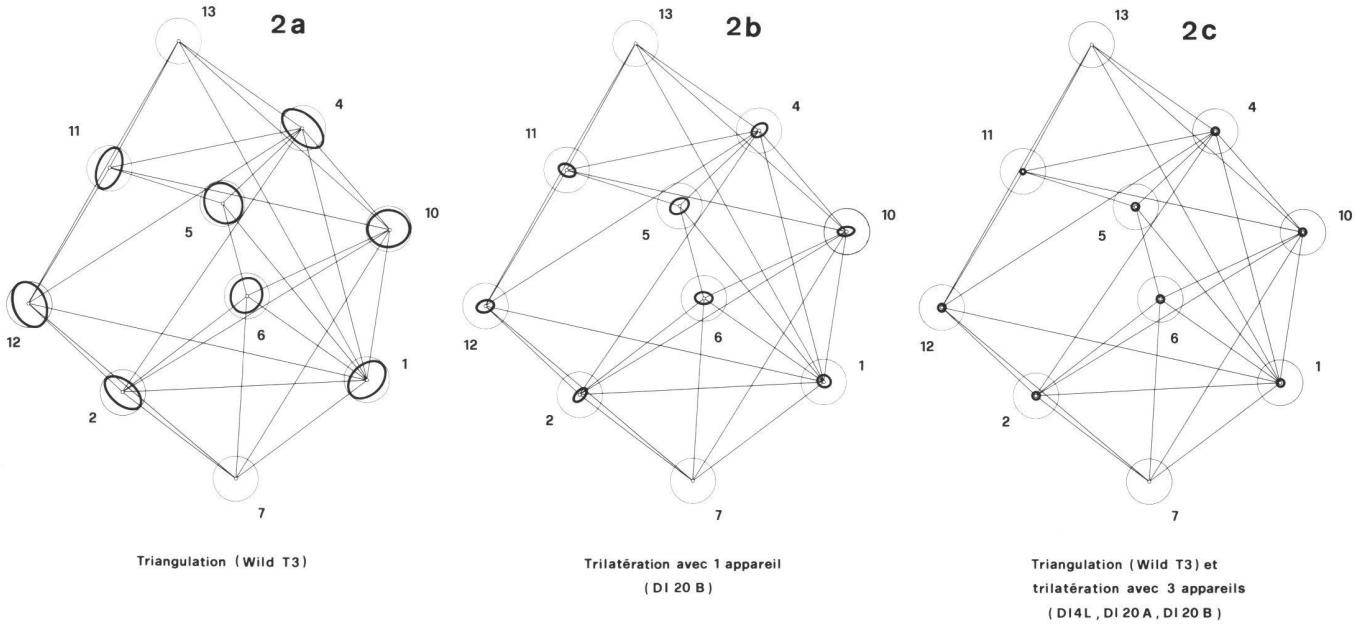


Fig. 2a,b,c **Ellipses d'erreur correspondant aux calculs n°s 1, 5, 7 du tableau 4**
(Campagne de décembre 1981)

Echelles : **Réseau** 0 1 2 3 km
Ellipses, cercle de comparaison : 5 mm

près, aux coordonnées du calcul de référence. On a aussi constaté que dans cet exemple la suppression des mesures angulaires ne modifiait pas les coordonnées. Toutes ces constatations convergent pour confirmer l'excellente précision atteinte dans ce type de réseau par des mesures de trilatération pure.

Nous n'avons cependant pas accepté comme allant de soi une précision aussi élevée. Il est probable que les conditions météorologiques extrêmement stables ont réduit l'incertitude habituelle sur les corrections météorologiques et sur la stabilité de la fréquence de mesure.

Pour vérifier cette hypothèse nous avons décidé d'effectuer une nouvelle campagne de mesure à un moment de l'année où l'amplitude de variation des températures est beaucoup plus grande. Cette campagne a eu lieu en août 1982. Nous en présentons les principaux résultats au chapitre suivant.

5. Nouvelles mesures de distances, août 1982

Comme en décembre 1981, les données météorologiques ont été relevées systématiquement à la station et aux points visés, plusieurs fois par jour.

Une station barométrique fixe a permis un contrôle supplémentaire des variations de pression. Les températures mesurées avec une précision de ±0,5° ont varié entre 11° et 18 °C. Les pressions, lues avec une précision de ±0,5 mb, ont passé en un même point de 946 à 951 mb, au cours des deux jours de travail. Ainsi, le but de cette campagne était partiellement atteint.

Nous n'avons procédé à aucune mesure angulaire. Les distances ont été mesurées avec 4 appareils, différents de ceux utilisés en décembre 1981:

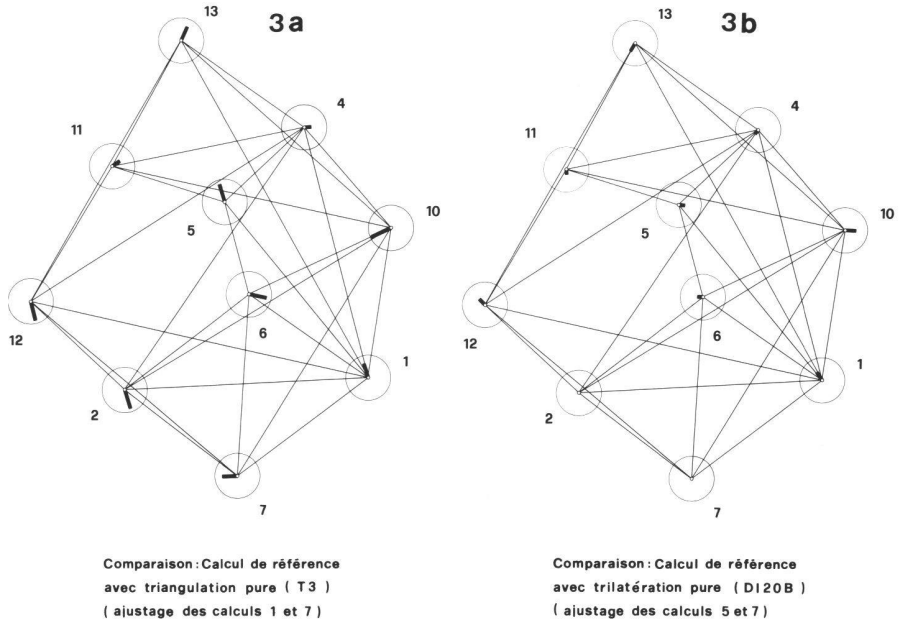


Fig. 3a,b **Comparaison des divers calculs par des ajustages de Helmert**
(Campagne de décembre 1981)

Echelles : **Réseau** 0 1 2 3 km
Ecarts, cercle de comparaison : 5 mm

- deux Distomat Wild DI 20, appelés ci-après DI 20 1 et DI 20 2
- deux Distomat Wild DI 4 L, appelés ci-après DI 4 L 1 et DI 4 L 2,

La manière de procéder était pratiquement identique à celle de la campagne de décembre 1982.

Les tableaux 5 et 6 fournissent des indications sur la précision de ces mesures:

Appareil	Différences aller-retour Moyenne quadr. [± mm]	Ecart max. [mm]
DI 20 1	6,7	19
DI 20 2	6,3	18
DI 4 L 1	6,5	13
DI 4 L 2	5,6	11

Tableau 5 Statistique des 30 différences aller-retour, calculées pour chaque appareil sur la base des mesures, avant compensation (campagne d'août 1982), à comparer avec le tableau 2.

La comparaison des tableaux 5 et 6 avec les tableaux 2 et 3 de la campagne précédente appelle le commentaire suivant:

- l'erreur moyenne quadratique des écarts aller-retour (tableau 5), plus élevée lors de la campagne d'été, met en évidence l'effet des plus grandes fluctuations de la météorologie.

Comparaison des appareils	Constante d'addition c [mm]	Constante de multiplication k [mm/km]	Ecarts résiduels après corrections c et k [mm] moyen	max.
DI 20 1 - DI 20 2	- 0,1 ±1,2	- 0,1 ±0,4	3,1	9
DI 20 1 - DI 4L 1	- 0,2 ±1,7	- 3,5 ±0,6	4,4	12
DI 20 1 - DI 4L 2	0,9 ±1,3	- 1,5 ±0,6	3,3	7

Tableau 6 Constantes d'addition et de multiplication relatives, calculées par régression sur la base des mesures, avant compensation (campagne d'août 1982), à comparer avec le tableau 3.

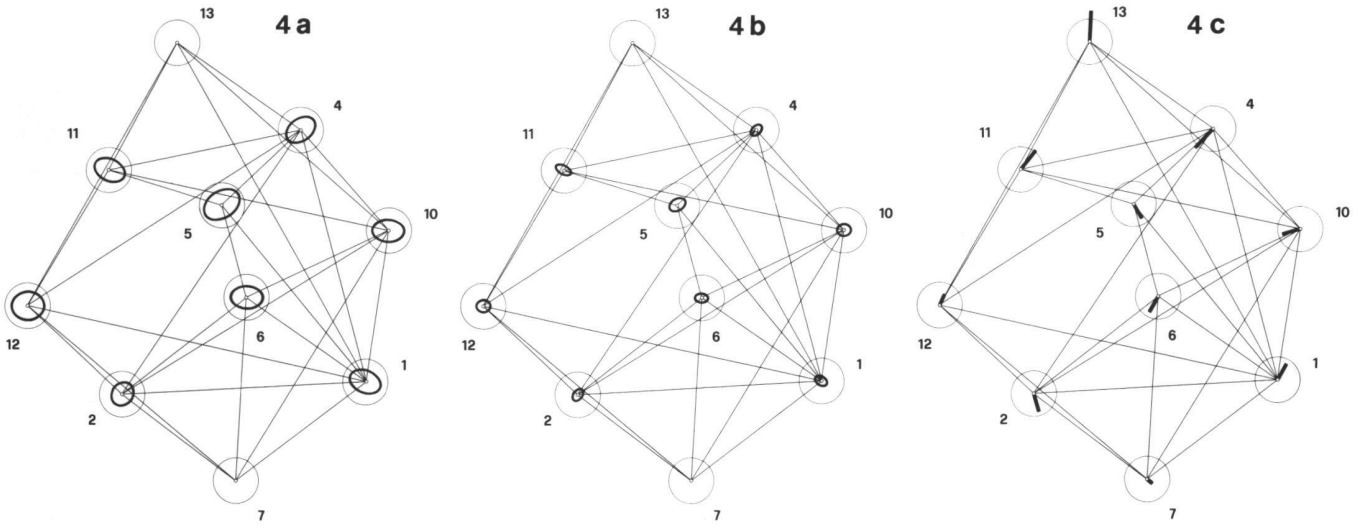
En ce qui concerne les comparaisons entre les appareils (tableau 6), les constantes d'addition peuvent toutes être considérées comme statistiquement non significatives. Comme en décembre, les constantes de multiplication des deux DI 20 coïncident parfaitement. Par contre, celles des DI 4 L s'en écartent. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par les calculs de compensation, qui ont donné lieu à divers essais, comme pour la campagne de décembre 1981.

Nous avons retenu trois calculs. La figure 4a montre les ellipses d'erreur de la compensation des mesures effectuées avec le DI 20 1. Elle est à comparer avec la figure 2b: malgré le même soin apporté aux mesures, les erreurs moyennes sont cette fois pratiquement deux fois plus grandes, ce qui met en évidence une fois encore le rôle plus défavorable joué par la météorologie lors de la campagne d'été.

La figure 4b, correspondant à la compensation simultanée des mesures effectuées avec les 4 appareils, est à comparer avec la figure 2c, et conduit à la même constatation.

Nous avons finalement procédé à une dernière comparaison, en effectuant un ajustage de Helmert des coordonnées de décembre 1981 sur celles d'août 1982. Cette comparaison, qui confronte deux déterminations indépendantes, constitue en quelque sorte un test ‹absolu›. Elle est représentée à la figure 4c.

En simplifiant, on peut représenter le domaine de confiance moyen pour les différences de coordonnées entre ces deux époques par des ellipses de demi-grand axe de 5 mm environ. L'examen de la figure 4c montre que malgré leur



Trilatération avec 1 appareil (DI 20 1)

Trilatération avec 4 appareils (DI 4L 1, DI 4L 2, DI 20 1, DI 20 2)

Comparaison Campagne Déc. 1981 et Campagne Août 1982

Fig. 4 a,b,c Ellipses d'erreur (Campagne d'août 1982) et comparaison des deux campagnes

Echelles: Réseau 0 1 2 3 km

Ellipses et écarts, cercle de comparaison : 5 mm

dimension réduite, ces vecteurs-différences sont difficilement explicables par le seul jeu des erreurs aléatoires. Il faut envisager l'influence d'erreurs systématiques. L'explication la plus probable serait l'omission des corrélations a priori lors des calculs de compensation. En effet, une corrélation empirique très nette (coeff. de corrélation >0,8) a pu être établie entre les mesures homologues d'appareils du même type (DI 20 A – DI 20 B, DI 20 1 – DI 20 2, DI 4 L1 – DI 4 L2), ce qui confirme une fois encore la part due à la météorologie dans l'erreur globale entachant une mesure. Ce résultat est conforme à d'autres travaux [Höpcke], [Schüller], et réactive le problème de l'introduction de corrélations a priori pour la compensation de mesures MED. Une étude de ce problème et une analyse plus poussée des mesures seront effectuées dans ce sens.

6. Quelques remarques

6.1 Ecarts exceptionnels

Des écarts de type systématique ont été constatés sur plusieurs distances issues d'une même station, et correspondant à une erreur de 3–4 mm/km, ou de 10–15 mm. Un mauvais centrage ayant pu être exclu, diverses autres hypothèses ont été émises: perturbations locales du modèle de réduction météorologique dues à un subit ensoleillement sur un terrain détrempé; visées à contre-jour pouvant provoquer une perturbation de la diode-avalanche [Stöckli], ou un cumul de telles circonstances défavorables. Seule une grande vigilance et un choix judicieux des conditions d'observation peuvent permettre de détecter ou d'éviter de tels écarts. Nous y reviendrons dans nos conclusions.

6.2 Mesures sur base

Les quatre appareils de la campagne d'août 1982 ont été contrôlés sur la base du CERN, constituée de 6 piliers distants de 100 mètres. Les distances entre piliers, déterminées par le CERN avec le DISTINVAR, sont connues avec une précision supérieure à 0,1 mm, et peuvent donc être considérées comme exemptes d'erreur. On a mesuré avec chaque appareil les 15 distances possibles, comprises entre 100 et 500 m. Tous les écarts ‹distance mesurée – distance vraie› sont inférieurs à 6 mm et les constantes d'addition obtenues par compensation sont toutes inférieures à 2 mm. Ces résultats sont donc conformes aux indications du constructeur. Par contre, les tentatives de déterminer une constante d'échelle ont donné des résultats inutilisables; les distances utilisées sont trop courtes pour cette tâche, et il faut choisir d'autres moyens: mesures sur de longues distances sûres, ou contrôle direct de la fréquence [Chaperon].

6.3 Comparaison DI 4 L – DI 20

Le lecteur pourrait s'étonner que la précision du DI 20 – appareil le plus récent – n'apparaisse pas sensiblement supérieure à celle du DI 4 L. En fait, la précision intrinsèque, le pouvoir de résolution, est le même pour les deux appareils. Sans parler du confort d'utilisation, le DI 20 se distingue essentiellement du DI 4 L par la plus grande stabilité de sa fréquence de mesure, et par sa portée considérablement accrue. Ses performances nouvelles apparaissent donc surtout pour les distances supérieures à 4 km, ou lors de conditions météorologiques très changeantes, c'est-à-dire dans des situations différentes de celles des travaux présentés ici.

6.4 Accessoires

La portée accrue des nouveaux équipements dépasse souvent la ‹visibilité› optique, surtout dans les régions de plaine. Diverses possibilités, déjà bien connues, comme l'utilisation de walkie-talkie, de phares de signalisation ou l'existence d'un signal accoustique de recherche se sont révélées très précieuses. Il ne fait aucun doute qu'elles ont permis un gain de temps de 30% au moins.

7. Conclusions

Bien qu'il soit difficile de comparer plusieurs réseaux géodésiques, différents par les dimensions, la configuration et les instruments utilisés [Jaakkola], [Bruckmüller], [Conzett], [Schneider, Cebis], un parcours de la littérature montre que la précision atteinte à Echallens par trilatération pure est meilleure que celle d'autres réseaux mixtes mesurés dans un but identique.
Ce fait, confirmé par les résultats d'une deuxième campagne indépendante, a été rendu possible par l'emploi des nouveaux appareils pour la mesure électronique, plus précis et de plus longue portée.
Pour atteindre une telle précision, il faut réduire autant que possible les erreurs du modèle de réduction météorologique en choisissant de bonnes conditions pour effectuer les mesures: température constante, vent, temps couvert ou pluie légère. Il faut veiller aussi à ce que les données météorologiques mesurées soient les plus représentatives possible de celles du profil de la distance, en tenant compte par exemple des obstacles voisins et de la direction du vent. Une mesure trop proche du sol, d'un bâtiment ou d'un véhicule, ou à l'abri du vent, peut être faussée [Angus-Leppan], [Scherrer].
Au moment d'exécuter les mesures, nous n'avions pas connaissance des travaux de [Chaperon] sur le contrôle de la fréquence de mesure et sur l'influence de la durée de mise en tension de l'appareil. Nous sommes cependant convaincus que les précautions qu'il suggère permettent d'améliorer encore les mesures faites avec l'AGA 14 et le DI 4 L. Il serait intéressant d'évaluer leur influence dans le cas du DI 20, thermiquement mieux stabilisé. Toutes ces précautions, loin d'être des vœux de théoriciens, permettent réellement d'atteindre une précision nouvelle pour des réseaux de cette dimension.

8. Remerciements

Nous adressons des remerciements tout particuliers aux ingénieurs de la maison Wild Heerbrugg et de l'Office fédéral de la Topographie, pour leur participation active aux travaux de terrain, leurs conseils et le prêt d'équipements de mesure.

Bibliographie:

Angus-Leppan P.V., Brunner F.K.: Atmospheric Temperature Models for Short-Range EDM. The Canadian Surveyor, Vol. 34, No 2, June 1980

Bruckmüller R., Korschineck E.: Testnetz Neue Welt. Geowiss. Mitteilungen 15/1979 TU Wien

Chaperon F., I. Koç, Köchle J., Köchle R.: Ein Beitrag zur Prüfung der Frequenz an EDM-Geräten. Vermessung, Kulturtechnik, Photogrammetrie 12/82

Conzett R.: Testfeld Dübendorf. Bericht Nr. 13 Inst. für Geodäsie und Photogrammetrie ETHZ 1978

Höpcke W.: Eine Studie über die Korrelation elektromagnetisch gemessener Strecken, AVN 1972, S. 140–147

Jaakkola M.: A Survey with the Tellurometer MA 100. Survey Review, Vol. XXI No 159/1971

Kölbl O.: Augmentation de la performance de la photogrammétrie en mensuration cadastrale. Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural 1/83

Scherrer R.: Réduction des distances pour les distancemètres infrarouges. Public. Wild Heerbrugg S.A. 1982

Schneider A., Cebis V.: Bericht zur Triangulation III. und IV. Ordnung Grindelwald. Bericht Nr. 41 Inst. für Geodäsie und Photogrammetrie ETHZ 1980

Schüller K.: Korrelationsänderungen und scheinbare Punktverschiebungen im Trilaterationsnetz. Mitteilungen aus dem Institut für Theoretische Geodäsie der Universität Bonn, Nr. 19, 1973

Stöckli B., Ehbets H., Le Helloco G.: Le Distomat Wild DI 20. (Dans ce même numéro MPG/VPK)

Adresses des auteurs:

H. Dupraz
Institut de Géodésie et Mensuration EPFL

J.-D. Bonjour
Institut de Photogrammétrie EPFL
33, av. de Cour, CH-1007 Lausanne