

VISSE
Août 1964

ORGANISATION EUROPEENNE D'ETUDES PHOTOGRAMMETRIQUES EXPERIMENTALES



N° 1

PUBLICATION OFFICIELLE

Août 1964

ORGANISATION EUROPEENNE D'ETUDES PHOTOGRAMMETRIQUES EXPERIMENTALES



N° 1

PUBLICATION OFFICIELLE

La présente publication est la propriété exclusive de
l'Organisation Européenne d'Etudes de Photogrammétrie Expérimentale

Tous droits de traduction et de reproduction réservés à l'OEEPE

**Organisation Européenne
d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales**

[Etat: 1^{er} juin 1964]

COMITE DIRECTEUR

(composé de Représentants des Gouvernements des Pays-Membres)

- Président:** Prof. Dr. K. NEUMAIER Autriche
Technische Hochschule
Karlsplatz 13, WIEN IV
- Membres:** Direktor Prof. Dr.-Ing. E. GIGAS Allemagne
Institut für Angewandte Geodäsie
Kennedyallee 151, FRANKFURT a. M.
- Prof. Dr. K. SCHWIDEFSKY
Institut für Photogrammetrie und Topographie
Englerstraße 7, KARLSRUHE
- Général-Major MAZY Belgique
Directeur Général de l'Institut Géographique Militaire
2, Allée du Cloître, BRUXELLES 5
- Prof. Dr. R. ROELOFS Pays-Bas
Laboratorium voor Geodesie, Technische Hogeschool
4, Kanaalweg, DELFT
- Directeur Dr. Ir. S. M. MEELKER
Service de Cadastre Hollandais
Parkstraat 2, DEN HAAG
- Prof. Dr. Ir. L. SOLAINI Italie
Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria
32, Piazza Leonardo da Vinci, MILANO
- Prof. Dr. Ir. C. TROMBETTI
Istituto Geografico Militare
10, Via Cesare Battisti, FIRENZE

BUREAU EXECUTIF

- Prof. Dr. Ir. W. SCHERMERHORN
Dean of the International Training Centre for Aerial Survey
3, Kanaalweg, DELFT (Hollande)
- Prof. Ir. A. J. VAN DER WEELE
International Training Centre for Aerial Survey
3, Kanaalweg, DELFT (Hollande)

Secrétaire Général:

Ir. R. VERLAINE

36, Avenue E. Digneffe, LIEGE (Belgique)

COMMISSIONS SCIENTIFIQUES

Commission A — Aérotriangulation aux petites et moyennes échelles

Président: Prof. Dr. Ir. C. TROMBETTI
Istituto Geografico Militare
10, Via Cesare Battisti, FIRENZE (Italie)

Commission B — Aérotriangulation aux grandes échelles

Président: Prof. M. CUNIETTI
Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria
32, Piazza Leonardo da Vinci, MILANO (Italie)

Commission C — Restitution aux grandes échelles

Président: Prof. Dr.-Ing. R. FÖRSTNER
Institut für Angewandte Geodäsie, Photogrammetrische Abteilung
Weinbergstraße 9, FRANKFURT a. M. (Allemagne)

Commission E — Restitution aux petites échelles

Président: Prof. Dr. K. NEUMAIER
Technische Hochschule
Karlsplatz 13, WIEN IV (Autriche)

Commission F — Problèmes fondamentaux de la Photogrammétrie

Président: N. N.

Groupe d'études numériques — Applications numériques

Président: Prof. Ir. A. J. VAN DER WEELE
International Training Centre for Aerial Survey
3, Kanaalweg, DELFT (Hollande)

Une nouvelle commission D est sur le point d'être établie ayant pour but de s'occuper des problèmes cartographiques dans le sein de la photogrammétrie.

Table des matières

	Page
<i>C. Trombetti:</i> Activité de la Commission A de l'OEEPE de 1960 à 1964	7
<i>M. Cunietti:</i> Activité de la Commission B de l'OEEPE pendant la période septembre 1960—janvier 1964	17
<i>R. Förstner:</i> Rapport sur les travaux et les résultats de la Commission C de l'OEEPE (1960—1964)	29
<i>K. Neumaier:</i> Rapport de la Commission E pour Lisbonne	41
<i>A. J. van der Weele:</i> Rapport de la Commission F	47

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<i>C. Trombetti:</i> Tätigkeit der Kommission A der OEEPE von 1960—1964	7
<i>M. Cunietti:</i> Tätigkeit der Kommission B der OEEPE während der Zeit von September 1960—Januar 1964	17
<i>R. Förstner:</i> Bericht über die Tätigkeit und die Ergebnisse der Kommission C der OEEPE (1960—1964)	29
<i>K. Neumaier:</i> Bericht der Kommission E für Lissabon	41
<i>A. J. van der Weele:</i> Bericht der Kommission F	47

Indice

	Pagina
<i>C. Trombetti:</i> Attività della commissione A dell'OEEPE dal 1960 al 1964	7
<i>M. Cunietti:</i> Attività della commissione B dell'OEEPE durante il periodo dal settembre 1960 al gennaio 1964	17
<i>R. Förstner:</i> Relazione sui lavori e sui risultati della commissione C dell'OEEPE (1960—1964)	29
<i>K. Neumaier:</i> Relazione per Lisbona della commissione E	41
<i>A. J. van der Weele:</i> Relazione della commissione F	47

Contents

	Page
<i>C. Trombetti:</i> Activities of Commission A of OEEPE from 1960 to 1964	7
<i>M. Cunietti:</i> Activities of Commission B of OEEPE for the Period of September 1960 to January 1964	17
<i>R. Förstner:</i> Report on the Activities and Results of Commission C of OEEPE (1960—1964)	29
<i>K. Neumaier:</i> Report of Commission E for Lisbon	41
<i>A. J. van der Weele:</i> Report of Commission F	47

Activité de la Commission A de l'OEEPE de 1960 à 1964

par C. Trombetti, Firenze

RÉSUMÉ: Ayant d'abord déclaré quels sont les buts des recherches programmées en 1956 par le Comité Directeur de l'OEEPE pour la Commission A, l'auteur décrit les caractéristiques du nouveau polygone d'essai réalisé en 1958 par la Commission même et rappelle les appareillages employés pour la prise des vues photogrammétrique. Les recherches expérimentales effectuées sur ce polygone par 6 différents Groupes de Travail, ont porté à l'exécution de 10 cheminements, desquels 7 du type analogique et 3 du type analytique. L'élaboration des observations exécutées a porté, comme pour les recherches effectuées précédemment, à l'établissement de graphiques des erreurs résiduels après la répartition linéaire des erreurs de fermeture. Les calculs de compensation par formules quadratiques sont en cours d'exécution pour tous les 10 cheminements en différentes conditions de contrôle.

ZUSAMMENFASSUNG: Der Verfasser berichtet über den Zweck der Forschungsarbeiten, die 1956 vom Direktionskomitee der OEEPE für die Kommission A geplant worden sind, und beschreibt dann die Merkmale sowohl des neuen Versuchsfeldes, das 1958 in Italien eingerichtet worden ist, als auch die der Aufnahmegeräte, die bei den Bildflügen verwendet worden sind. Sechs verschiedene Auswertestellen haben für die experimentellen Untersuchungen insgesamt 10 Aerotriangulationen ausgeführt, davon sieben mit Analoggeräten und drei nach analytischen Methoden. Wie bei früheren Arbeiten wurden zunächst einfach die Abschlußfehler der Streifentriangulation linear verteilt und die Restfehler in Diagrammen dargestellt. Die strengen Ausgleichungen der 10 Aerotriangulationen nach Ausgleichsformeln zweiten Grades und unter Verwendung verschiedener Paßpunktanordnungen sind noch in Arbeit.

SOMMARIO: Premessi gli scopi delle ricerche programmate nel 1956 dal Comité Directeur de l'OEEPE per la Commissione A, l'Autore descrive le caratteristiche del nuovo poligono sperimentale realizzato nel 1958 dalla Commissione medesima e ricorda le apparecchiature impiegate per le prese aerofotogrammetriche. Le ricerche sperimentali effettuate su questo poligono da 6 diversi Centri di lavoro, hanno comportato l'esecuzione di 10 concatenamenti, 7 dei quali di tipo analogico e 3 di tipo analitico. L'elaborazione delle osservazioni compiute ha condotto, come per le ricerche eseguite in precedenza, alla compilazione di grafici degli errori residui dopo ripartizione lineare degli errori di chiusura. Sono in corso i calcoli di compensazione con formule quadratiche per tutti i 10 concatenamenti in condizioni differenti di appoggio.

SUMMARY: According to the purposes of the researches planned in 1956 by the Comité Directeur de l'OEEPE for Commission A, the Author describes the characteristics of the new experimental polygon accomplished in 1958 by the same Commission, and mentions the equipment employed in the aerophotogrammetric flights. The experimental researches carried out in this polygon by 6 different working Centres requested the accomplishment of 10 bridgings, 7 of which of analogical type and 3 of analytical type. Like for the researches previously carried out, the processing of the observations performed brought about the compilation of diagrams of the residual errors, after the linear distribution of the closure errors. The adjustment computations with square formulas of all 10 bridgings in different conditions of control are under work.

1.

L'expérience recueillie au cours des recherches expérimentales d'aérot triangulation analogique menées en 1954 par la Commission A de l'OEEPE sur les deux polygones, suisse et italien, prédisposés respectivement pour les recherches sur des bandes simples d'une longueur de 50 à 100 km, suggéra en 1956 au Comité Directeur de l'OEEPE d'étendre ces recherches à des bandes bien plus longues.

Ayant pesé les diverses possibilités, pour une recherche plus approfondie, le Comité Directeur convint d'amplifier le polygone italien déjà existant, jusqu'à une longueur de 200 km, veillant cependant à assurer une préparation topographique terrestre par zones discontinues.

Le nouveau polygone a été réalisé pendant l'été de 1958 par la Présidence de la Commission A, avec la collaboration de l'Institut Géographique Militaire de Florence et de la Direction Générale du Cadastre Italien. Les vols de prise de vue aérienne photogrammétrique furent effectués par l'Aéronautique Militaire Italienne avec la participation active de la Zeiss-Aerotograph de Munich, de l'Optique Mécanique Italienne de Rome, des Ateliers Galileo de Florence, de la EIRA de Florence, et de l'Institut für Angewandte Geodäsie de Francfort-sur-le-Main.

L'activité de la Commission A pendant le quadriennat 1960—1964 a eu pour objet d'étude ce nouveau polygone. Quelques Centres, cependant ont mené, toujours dans le cadre des compétences de la Commission, des recherches de type particulier sur les bandes du polygone de 1954.

Le présent rapport veut fournir un tableau synthétique de ces recherches, qui ne sont pas cependant encore arrivées à leur conclusion. Les résultats définitifs feront l'objet d'un rapport plus complet et plus détaillé qui sera publié par les soins de l'OEEPE.

2.

Le polygone expérimental italien réalisé en 1958 par la Commission A, s'étend dans la direction sud-nord sur une longueur d'environ 200 km et a une largeur comprise entre 7 et 14 km. Il reproduit dans ses 100 premiers km l'ancien polygone expérimental de 1954 [1] et en constitue donc un allongement.

Le polygone commence au parallèle de Montepescali (Grosseto), c'est-à-dire à la latitude de $42^{\circ} 52' N$; il se développe dans la plaine de Grosseto, les collines métallifères, la vallée de l'Elsa, il traverse la vallée de l'Arno et les Appennins Tosco-Emiliens, il avance dans la plaine du Pô et se termine dans les environs de Crevalcuore Camposanto (Bologne) au parallèle de latitude $44^{\circ} 48' N$. Il est compris entre les méridiens de longitude $10^{\circ} 52' E$ Greenwich et $11^{\circ} 23' E$ Greenwich.

L'axe du polygone suit la ligne droite du paramètre $E = 670\,000$ m du fuseau 32 dans la projection Universelle Transversale de Mercator (U.T.M.); le profil altimétrique du polygone touche des hauteurs maxima peu supérieures à 1200 mètres au dessus du niveau de la mer, et des hauteurs minima d'environ 15 mètres.

2.1.

Les prises de vue aériennes ont été effectuées avec un appareil bimoteur Beechcraft C 45 et réalisées en utilisant:

- la caméra Zeiss RMK 15/23, n° 2139, nadirale à film, focal 152,64 mm, format 24×24 cm², objectif Pleogon n°9858, f/5,6;
- la caméra Foma-Nistri 54, n°18232, nadirale à film, focal 151,56 mm, format 24×24 cm², objectif Rigel n° 18228, f/6,3; munie de gyroscope;
- la caméra double aérophotogrammétrique Galileo-Santoni comprenant la caméra Galileo-Santoni VI n°00101, nadirale à film, focal 152,07 mm, format 24×24 cm², objectif Planigon n°1002, f/6,3; et la caméra Galileo-Santoni IV n°0022, inclinée de 40°, à film, focal 163,90 mm, format 18×20 cm², objectif Aergon n°0022, f/6,3;
- le statoscope Zeiss S 2 n°38057;
- le périscop solaire Galileo-Santoni n°043, F/00102.

Sur le polygone ont été effectués sept vols de prises de vues aérophotogrammétriques, dont trois seulement se sont révélées utiles, et ceci surtout à cause des conditions météorologiques défavorables. On a obtenu 4 bandes:

- la n. 13 effectuée avec la caméra Zeiss, le périscop solaire et le statoscope, du sud au nord avec recouvrement de 80%;
- la n. 14 effectuée avec la caméra Foma-Nistri et le gyroscope, toujours du sud au nord avec recouvrement de 80%;
- la n. 15 et la n. 16 effectuées avec caméra double Galileo-Santoni et le périscop solaire, avec recouvrement de 60%, la première suivant le sens nord-sud, la seconde sud-nord.

Leurs caractéristiques sont résumées dans l'annexe 1.

Le matériel sensible négatif utilisé pour ces prises de vues a été:

- pour la caméra Zeiss: film Kodak super XX Aérophotographique de 240 mm;
- pour la Foma-Nistri: film Gevaert Aviphot Pan 33 de 240 mm;
- pour la Galileo-Santoni VI: film Gevaert Aviphot Pan 33 de 240 mm;
- pour la Galileo-Santoni IV et le périscop solaire: film Gevaert Aviphot Pan 30 de 200 mm.

2.2.

La préparation du polygone sur le terrain a été effectuée, en zones espacées d'une vingtaine de km dans le sens longitudinal, intéressant deux ou quatre photogrammes (suivant que le recouvrement des bandes était de 60% ou de 80%). Etant donnée la longueur du polygone, il y a eu 11 zones.

La réalisation des points photographiques a consisté en partie en rétablissement des points déjà déterminés sur l'ancien polygone de 1954 et en partie en signalisation et détermination de beaucoup d'autres nouveaux points dans les zones d'institution plus récente. Afin de garantir une meilleure précision et homogénéité, entre les points d'ancienne et de nouvelle détermination, on a pourvu à la préparation d'un réseau de triangulation secondaire.

Au total, sur le nouveau polygone ont été ainsi déterminés 321 points photographiques, par intersections directes ou inverses multiples, avec les écarts quadratiques suivants:

$$m_x = \pm 0,09 \text{ m}$$

$$m_y = \pm 0,10 \text{ m}$$

$$m_z = \pm 0,08 \text{ m}.$$

3.

Quand elle eut effectué les vols, la Présidence de la Commission A se préoccupa de pourvoir à la reproduction des différents diapositifs à distribuer aux Centres de travail. Cette reproduction a été effectuée, compte tenu de la nécessité de maintenir le plus constantes possible les conditions de laboratoire.

Avec la collaboration du Centre I. G. M. de Florence, elle a ensuite pourvu à perfectionner toutes les données préliminaires indispensables aux recherches.

Selon la pratique déjà adoptée pour le polygone 1954, les recherches effectuées dans le nouveau polygone ont été règlementées par des règles opportunes afin de normaliser les tests obtenus par les différents Centres de recherche.

Tous les instruments employés pour les enchaînements analogiques ont été ainsi soumis à des épreuves préliminaires qui ont permis de déterminer cas par cas les caractéristiques saillantes du complexe «instrument-opérateur». Ces épreuves ont consisté essentiellement en rectification et vérification de la stabilité des instruments et en enchaînement des réticules de précision.

La préparation des éléments solaires a été effectuée près le Centre I. G. M. de Florence. Ce Centre a pourvu à l'enchaînement préliminaire, au Stéréocartographe Galileo-Santoni Mod. IV, des bandes 13, 15 et 16 et au calcul qui en dérive des éléments solaires d'orientation extérieure des photogrammes. Selon les vœux du Comité Directeur, il a veillé ensuite à la rédaction d'une instruction [4] pour l'application de la méthode d'aérotriangulation solaire analogique, qui comprenne tous les modèles pour les enregistrements indispensables. Ce rapport a été ensuite distribué aux différents Centres intéressés.

4.

Les recherches expérimentales effectuées sur ce nouveau polygone, dans la période considérée, ont été concentrées sur la bande réalisée avec la caméra Zeiss RMK 15/23 reliée au Périscope Solaire Galileo-Santoni, et sous-divisée en deux bandes 13' (photogrammes pairs) et 13" (photogrammes impairs), ayant chacun 60% de recouvrement.

Les Centres de travail qui y ont collaboré ont été:

- l'Institut für Angewandte Geodäsie, Francfort-sur-le-Main;
- l'Institut für Photogrammetrie, Topographie und Allgemeine Kartographie, Technische Hochschule, Munich;
- Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft;
- International Training Centre, Delft;
- Institut de Géodésie, Topographie et Photogrammétrie du Polytechnique de Milan;
- Ente Italiano Rilevamenti Aerofotogrammetrici, Florence.

Au total, il a été effectué 10 enchaînements, dont sept analogiques et trois analytiques. Les méthodes préférées par les différents Centres ont été: enchaînement libre; enchaînement avec données statoscopiques; enchaînements avec données fournies par le Périscope solaire.

Ces méthodes avaient été déjà expérimentées lors des recherches précédentes dans le polygone italien de 1954, par la même Commission A.

Outre à toutes ces recherches, comme nous l'avons déjà noté, quelques Centres ont veillé à des études particulières d'intérêt général, comme celles qui ont été accomplies par le Centre de Mons qui n'était pas engagé sur le nouveau polygone italien de 1958.

Ce Centre a poursuivi en fait les expériences sur l'ancien polygone suisse de 1954 de la Commission A et a effectué dans ce but de nombreuses observations de grand intérêt qui ont été publiées par la suite [2]. Ces observations en particulier ont permis de remarquer que:

- a) les erreurs résiduelles d'une triangulation exécutée avec le maximum de soin sont reproductibles, même à deux dates très espacées;
- b) la répétition d'une triangulation soigneusement exécutée, et même d'aller et retour, n'améliore pas sensiblement les résultats.

5.

Les éléments recueillis jusque là par la Présidence de la Commission A sur les essais susdits sont encore partiels et fragmentaires. Tous les Centres n'ont pas pu encore envoyer les élaborations des observations instrumentales requises par les règles auxquelles il avait été souscrit auparavant.

La Présidence de la Commission, d'après les éléments reçus jusqu'à ce jour, a toutefois pourvu à une élaboration de ces éléments indépendante de celle des Centres, afin d'en accélérer le rythme et d'effectuer les contrôles indispensables. Et précisément elle a assuré le calcul des erreurs brutes S_x , S_y et S_z après la transformation linéaire des coordonnées instrumentales et la construction, zone par zone et coordonnée par coordonnée, des courbes d'erreurs égale. De ces représentations elle a ensuite déduit les graphiques des erreurs résiduelles le long de l'axe nadiral de chaque bande et quelquefois le long des points de passage latéraux a et b .

On a jusqu'ici réalisé les graphiques relatifs aux expériences effectuées par les Centres de Delft, de Milan et de Francfort-sur-le-Main.

Les principales caractéristiques des recherches accomplies par les dits Centres et progression des travaux de dépouillement des observations instrumentales correspondantes sont exposées dans les paragraphes successifs et résumées dans l'annexe 2.

6. Triangulations pour la bande 13'

6.1. Centre Technische Hochschule de Munich

Il a effectué l'enchaînement analogique de la 13' au Stéréoplanigraphe Zeiss C 8 une seule fois.

L'enchaînement a été effectué avec la méthode statoscopique, commençant avec la base de l'instrument en position extérieure.

L'orientation relative des photogrammes a été réalisée suivant la méthode numérique. Pendant l'enchaînement on a eu soin en outre de corriger l'effet de la courbure terrestre.

6.2. Centre de Rijkswaterstaat de Delft

Ce Centre a enchaîné la bande 13' deux fois, appliquant la méthode solaire.

Le premier enchaînement s'est déroulé dans le sens sud-nord (premier couple formé par les photogrammes 16—18) et a débuté avec base intérieure.

Le second enchaînement s'est au contraire déroulé dans le sens nord-sud (premier couple formé par les photogrammes 188—186) et a débuté avec base extérieure après rotation des plaques en position opposée (200°) à celle d'arrivée du premier enchaînement.

Le Centre a appliqué le procédé d'opération appelé à «*x* obligé» [4]. Pendant les travaux, il a relevé à l'aller et au retour des erreurs de transcription sur quelques valeurs de l'orientation solaire angulaire extérieure, qui avaient été communiqués auparavant par la Présidence de la Commission A, et qui d'ailleurs n'ont pas eu d'influence sur les temps de travail et sur les résultats.

Les essais eux-mêmes ont été exécutés par deux opérateurs différents déjà experts dans ce genre de recherches (avec 8 et 4 ans d'expérience respective).

L'instrument employé a été l'Autographe Wild A 7, qui a fonctionné en milieu ambiant conditionné (température moyenne 18° C et humidité relative 59%).

Les coordonnées mesurées pendant l'enchaînement ont été réduites à un système unique de référence instrumentale et transformées ensuite en système topographique terrestre. Avec cette transformation, on a pourvu à effectuer la transformation linéaire des erreurs Δx , Δy et Δz relevées sur les stéréogrammes de clôture des deux enchaînements analogiques.

Les résultats obtenus ont été représentés sur le graphique annexe 3. On y voit que le premier enchaînement à base intérieure (avec départ du stéréogramme 16—18) présente des différences mineures par rapport aux valeurs topographiques terrestres. En particulier la coordonnée Z, contrôlée par la méthode solaire, a des différences maxima d'environ — 22 m; la Y de — 45 m et la X de + 310 m.

Les différences remarquées sur le second enchaînement à base extérieure (avec départ du couple 188—186) sont sensiblement plus importantes, mais tandis que les différences maxima en Z et en Y sont encore assez contenues, celles en X ont presque doublé (+ 542 m) par rapport à l'enchaînement précédent.

Il faut attribuer ce comportement au fait évoqué précédemment, c'est-à-dire d'avoir tourné le modèle de 200°.

6.3. Centre ITC de Delft

Ce Centre a effectué l'enchaînement analytique de la 13' deux fois: les deux passages ont été commencés avec le modèle 16—18 une fois avec base intérieure, l'autre fois avec base extérieure. Les observations ont été effectuées au Stéréocomparateur Wild STK 1, relié à l'enregistreur Wild EK-4.

Ont pris part à ces mesures deux opérateurs différents déjà experts (l'un ayant plus de 20 ans d'expérience et l'autre 4 ans d'expérience).

Les conditions du milieu ambiant de travail ont enregistré une température moyenne de 20° C avec une oscillation d'environ $\pm 1^\circ$ C. Le calcul de l'aérottriangulation a été exécuté selon la méthode mise au point par l'ITC pour la machine à calculer électronique »Zebra«.

Les résultats obtenus par l'élaboration des coordonnées instrumentales, réduite à un système unique et dépurées linéairement des erreurs de clôture, sont représentés par le graphique annexe 4.

L'allure des deux enchaînements est à peu près identique. La similitude des courbes d'erreur dépose nettement en faveur du soin avec lequel ont été effectuées les observations au Stéréocomparateur qui ont contenu le maximum la vérification des erreurs accidentelles.

6.4. Centre de Polytechnique de Milan

Ce Centre a effectué un seul enchaînement analytique de la 13'. La lecture des instruments a été effectuée au Stéréocomparateur TA 3 de la OMI-NISTRI en milieu ambiant conditionné.

L'exécution de l'aérottriangulation analytique a été menée suivant la méthode étudiée par M. le Professeur G. Inghilleri de Milan [5].

Les erreurs maxima de clôture relevées sur le dernier modèle ont été:

$$\Delta X = - 638 \text{ m}$$

$$\Delta Y = + 588 \text{ m}$$

$$\Delta Z = 1\,052 \text{ m.}$$

Une fois effectuée leur répartition linéaire, les erreurs maxima résiduelles ont été d'environ:

$$\delta x = + 535 \text{ m}$$

$$\delta y = - 145 \text{ m}$$

$$\delta z = - 297 \text{ m,}$$

comme il est représenté dans le graphique annexe 5.

6.5. Centre EIRA de Florence

Ce Centre a effectué l'enchaînement analogique libre de la bande 13' deux fois: à base intérieure et à base extérieure.

Les essais ont été effectués au Stéréocartographe Galileo-Santoni modèle IV avec sens sud-nord. L'orientation relative des photogrammes, pendant l'enchaînement, a été effectuée avec la méthode du centre de rotation instantanée [6].

7. Triangulation pour la bande 13''

Centre de Francfort-sur-le-Main. C'est l'unique Centre qui ait examiné la Bande 13'' (constituée par les photogrammes de nombre impair dans la bande 13 originale).

L'enchaînement de cette bande a été effectué deux fois (base int. et base ext.) par la méthode statoscopique au Stéréoplanigraphe Zeiss C 8 avec sens nord-sud. Pour chaque enchaînement ont été effectués deux transformations: avec basculement et sans basculement.

Dans le graphique annexe 6 sont représentées les erreurs résiduelles après la répartition linéaire des erreurs de clôture relevées sur le dernier modèle, pour les calculs sans basculage.

Le Centre de Francfort-sur-le-Main n'a pas encore envoyé le rapport sur les essais exécutés et donc on ne connaît pas les détails sur les modalités suivies dans ces essais.

La similitude qui ressort des courbes dépose ici aussi en faveur du soin de l'expérimentateur, qui étaient familiers avec ce genre de recherches.

8.

L'ampleur des résultats et l'état d'avancement des travaux ne permet pas encore de tirer des conclusions statistiques sur les recherches; mais dès à présent il laisse entrevoir que les conclusions [3] tirées des essais relatifs au polygone italien précédent de 1954 seront largement confirmées.

En particulier l'examen des courbes permet de conclure, encore une fois que les erreurs résiduelles sont réduites par l'introduction des données auxiliaires relativement aux coordonnées qu'ils contrôlent. La méthode solaire contrôle en effet bien les coordonnées Z et Y , tandis que la méthode statoscopique se montre efficace pour la Z . Aucune des deux méthodes ne semble fournir des indications concernant la troisième coordonnées X .

Les enchaînements effectués ont mis en évidence, dans l'ensemble, une plus grande expérience et plus grand soin de la part de tous les opérateurs affectés à ces recherches. Les erreurs d'interprétation et de lecture, relevées si fréquemment lors des recherches sur les précédents polygones, ont presque disparu; on ne peut en dire autant cependant des erreurs accidentelles de l'enchaînement.

La similitude des différentes courbes d'erreur est un élément de réconfort dans la poursuite des recherches pour la définition des lois qui permettent d'effectuer la compensation; mais la connaissance des données d'orientation d'un stéréogramme dans des zones intermédiaires de la bande ne favorisera le résultat final de la compensation que si les éléments connus arrivent dans les cassures.

Les blocs de bandes, avec l'imposition de nouvelles conditions au contour, devraient améliorer la précision totale, même si les calculs s'en trouvent sensiblement compliqués; surtout, une cartographie régulière intéresse plus qu'une bande.

Les expérimentations effectuées jusqu'ici ne permettent pas encore des comparaisons entre la méthode analytique et la méthode analogique.

Bibliographie

- [1] *L. Solaini et C. Trombetti:* Relation sur les travaux préliminaires de la Commission A de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales. 1ère Partie: Programme et organisation du travail. — Photogrammetria, XII, 1955—1956, 3. Spec. publ. OEEPE, Nr. 1.

- L. Solaini et C. Trombetti:* Relation sur les travaux préliminaires de la Commission A de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales. 2ème Partie: Prises de vues et points de contrôle. — Photogrammetria, XV, 1958—1959, 3. Publ. spéc. de l'OEEPE, Nr. 2.

- [2] *P. Wiser:* Sur la reproduction des erreurs du cheminement aérien. — Bull. de la Soc. Belge de Photogrammétrie, Nr. 60, Juin 1960.

- [3] *L. Solaini et C. Trombetti:* Rapport sur les résultats des travaux d'enchaînement et de compensation exécutés pour la Commission A de l'OEEPE jusqu' au mois de Janvier 1960. — Tome 1 (tableaux et texte) et 2 (atlas). Editeur N. V. Uitgeverij »Argus«, Amsterdam 1961.

- [4] *C. Trombetti et M. Fondelli:* Aérotriangulation analogique solaire. — Ist. geogr. Militare, Firenze 1961.

- [5] *G. Inghilleri:* Une méthode de triangulation aérienne analytique. — Boll. di Geodesia e Sci. Affini, XIX, Nr. 3 et Nr. 5, 1960.

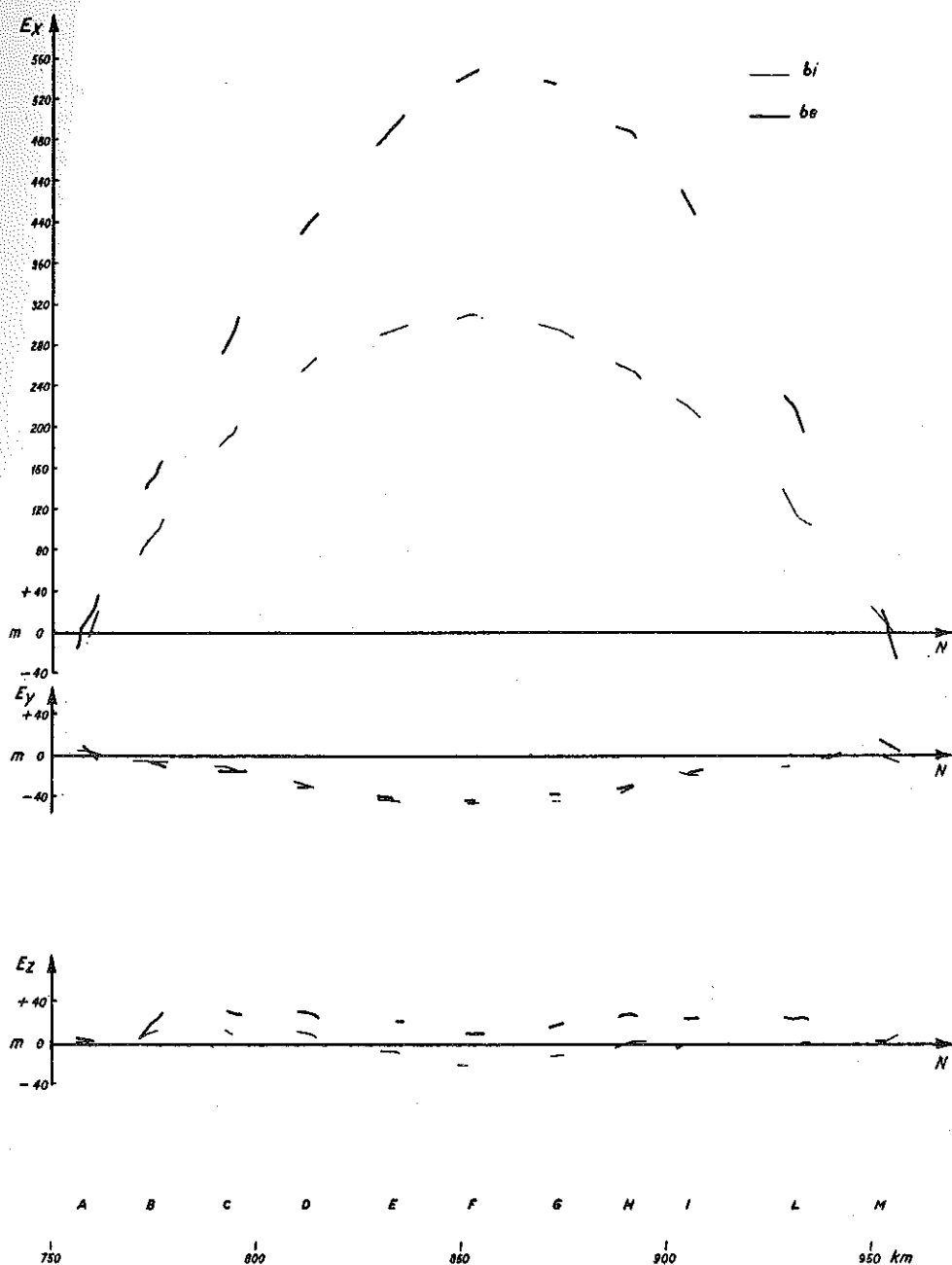
- [6] *M. Fondelli:* Relative orientation of Photograms by means of the Instantaneous Rotation Centres Method. — ITALMAP-EIRA Chronicle, I, 1961.

Données caractéristiques des prises de vue 1958 sur le polygone italien

Chambre N°	Zeiss RMK 15/25 2139	Foma-Nistri 54 18232	Galileo-Santoni VI 00101	Galileo-Santoni IV 0022	Galileo-Santoni VI 00101	Galileo-Santoni IV 0022
Objectif n°	Pleogon no. 9853	Rigel no. 18228	Planigon no. 1002	Aergon no. 00022	Planigon no. 1002	Aergon no. 00022
Focale	152,64 mm	151,56 mm	152,07 mm	165,90 mm	152,07 mm	165,90 mm
Direction de l'axe optique	nadirale	nadirale	nadirale	oblique 40°	nadirale	oblique 40°
Matériel photographique	film	film	film	film	film	film
Format des clichés	24 × 24 cm ²	24 × 24 cm ²	24 × 24 cm ²	18 × 20 cm ²	24 × 24 cm ²	18 × 20 cm ²
Instruments auxiliaires	périscope, statoscope	gyroscope	périscope	périscope	périscope	périscope
Date de la prise	14 — 7 — 58	15 — 7 — 58	29 — 7 — 58	29 — 7 — 58	29 — 7 — 58	29 — 7 — 58
Sens du vol	S — N	S — N	15 n (nadiral)	15 o (oblique)	16 n (nadiral)	16 o (oblique)
Azimet de prise	de 1°25' à 1°30'	de 1°25' à 1°30'	de 181°55' à 181°52'	de 181°55' à 181°52'	de 1°26' à 1°28'	de 1°26' à 1°28'
Recouvrement %	80	80	60	60	60	60
Longueur en km	206	206	89	89	114	114
Premier et dernier photogramme	016 — 188	8479 — 8647	002 — 054	001 — 035	055 — 097	054 — 096
N° total des prises	173	14'	53	33	43	43
Bandes dérivées	15'	14'	46		0	
Premier et dernier photogramme	016 — 188	8479 — 8647	78		42	
N° total des photogrammes	87	85	33		43	
Première registration périscope n°	15'	14'				
(attention: après le 99 suit le 0)	017 — 187	8479 — 8647				
Dernière registration périscope n°	87	85				
N° total des registration périscope	173	84				
Photogrammes avec point de contrôle déterminés sur le terrain	16 + 20; 28 + 32 46 + 50; 62 + 66 78 + 82; 94 + 99 112 + 116; 130 + 134 144 + 148; 166 + 170 184 + 188;	8479 + 85; 8491 + 95 8509 + 13; 8525 + 29 8541 + 45; 8555 + 60 8573 + 77; 8591 + 95 8605 + 09; 8625 + 29 8643 + 47;	002 + 004 10 — 11 20 — 21 27 — 28 33 — 34		095 + 057 65 — 64 71 — 72 77 — 78 87 — 88 95 — 97	
Photogrammes des couples témoins	16 + 20	8479 + 8485	002 + 004		095 + 057	
Zone de départ; photogramme	M. Lattaia 016	M. Lattaia 8480	Decima 002		Signa 056	
Hauteur relative; hauteur absolue	4410; 4460	4470; 4520	4560; 4580		4540; 4580	
Echelle locale	28800	29500	30000		29900	
Zone moyenne; photogramme	Signa 097	Signa 8558				
Hauteur relative; hauteur absolue	4500; 4550	4480; 4500				
Echelle locale	29500	29500				
Zone d'arrivée; photogramme	Crevalcore 186	Crevalcore 8645	Vernio 032		Nonantola 095	
Hauteur relative; hauteur absolue	4540; 4560	4540; 4560	3980; 4560		4530; 4550	
Echelle locale	29600	29900	26200		29700	
Hauteur absolue moyenne de la bande	4490	4530	4570		4570	
Echelle moyenne de la bande	29350	29890	30050		30050	
Rapport B/H	0,5	0,3	0,6		0,6	

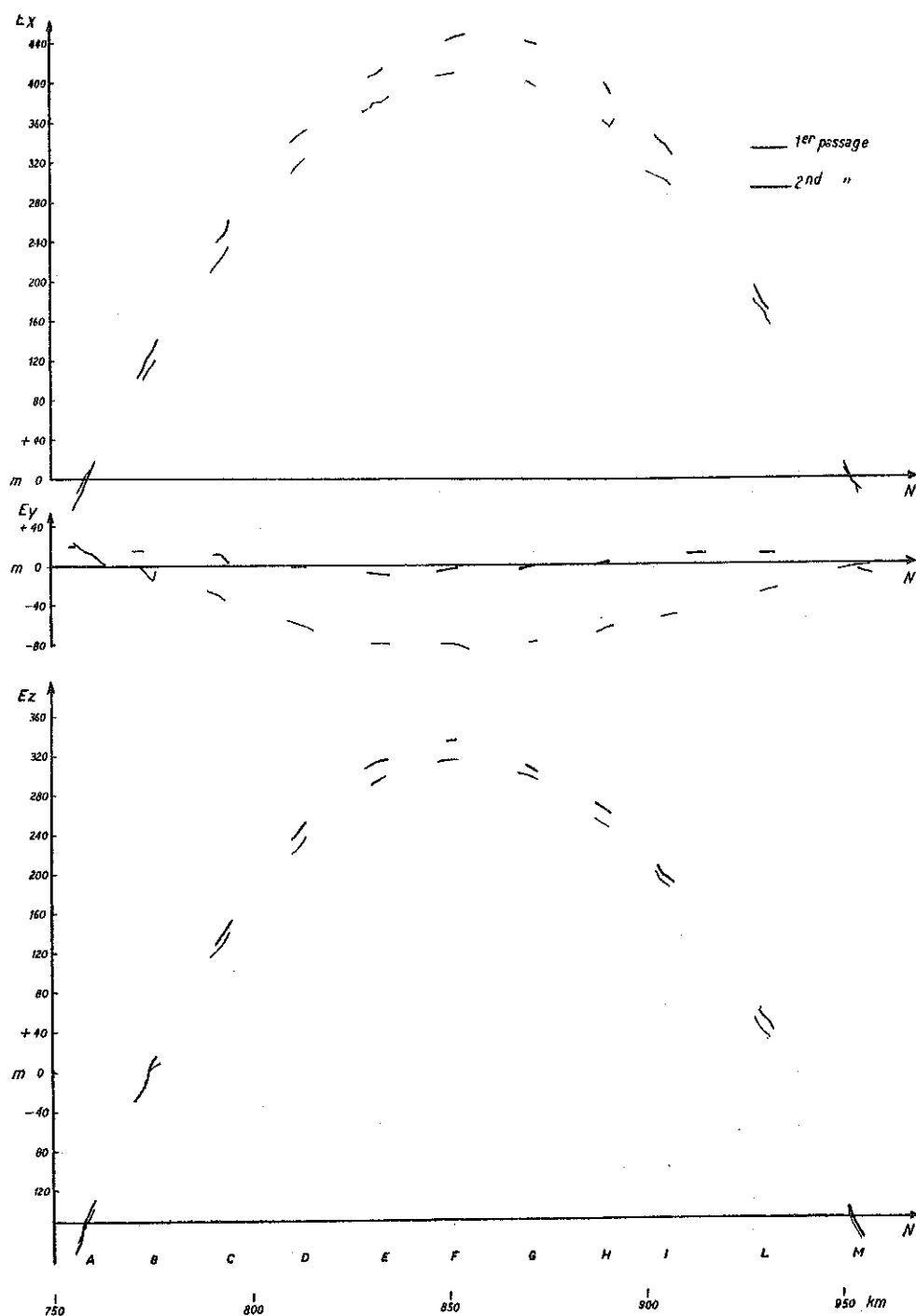
Travaux exécutés par les Centres pour les bandes 13' et 13" ZEISS

1. Centre	EIRA Firenze	Rws Delft	TH München	IIAG Frankfurt a. M.	Politecnico Milano	I. T. C. Delft
2. Bande	13'	13'	13'	13"	13'	13'
3. Enchaînement	analogique	analogique	analogique	analogique	analogique	analogique
4. Méthode	libre	solaire	statoscopique	statoscopique	---	---
5. Instrument	SIV	A 7	C 8	C 8	TA 3	STK 1
6. Vérifications instrumentales	exécuté	exécuté	exécuté	exécuté	exécuté	---
7. Enchaînement sur grilles	exécuté	exécuté	exécuté	exécuté	---	exécuté
8. Enchaînement sur clichés réels	bi be	bi be	bi	bi be	une fois	deux fois
9. Rapport préliminaire	---	exécuté	exécuté	exécuté	---	exécuté
10. Calcul de la triangulation analytique	---	---	---	---	exécuté	exécuté 1r et 2e
11. Transf. coordonnées au 1er couple	exécuté bi be	exécuté bi be	---	exécuté bi be	---	---
12. Répartition linéaire des erreurs de fermeture	exécuté bi	exécuté bi be	---	exécuté bi be	exécuté	exécuté 1r et 2e
13. Calcul des erreurs brutes	exécuté bi	exécuté bi be	---	exécuté bi be	exécuté	exécuté 1r et 2e
14. Rapport final	---	---	---	---	exécuté	---
15. Graphique	exécuté bi	exécuté bi be	---	exécuté	exécuté	exécuté 1r et 2e
16. Notes	---	---	---	---	---	---

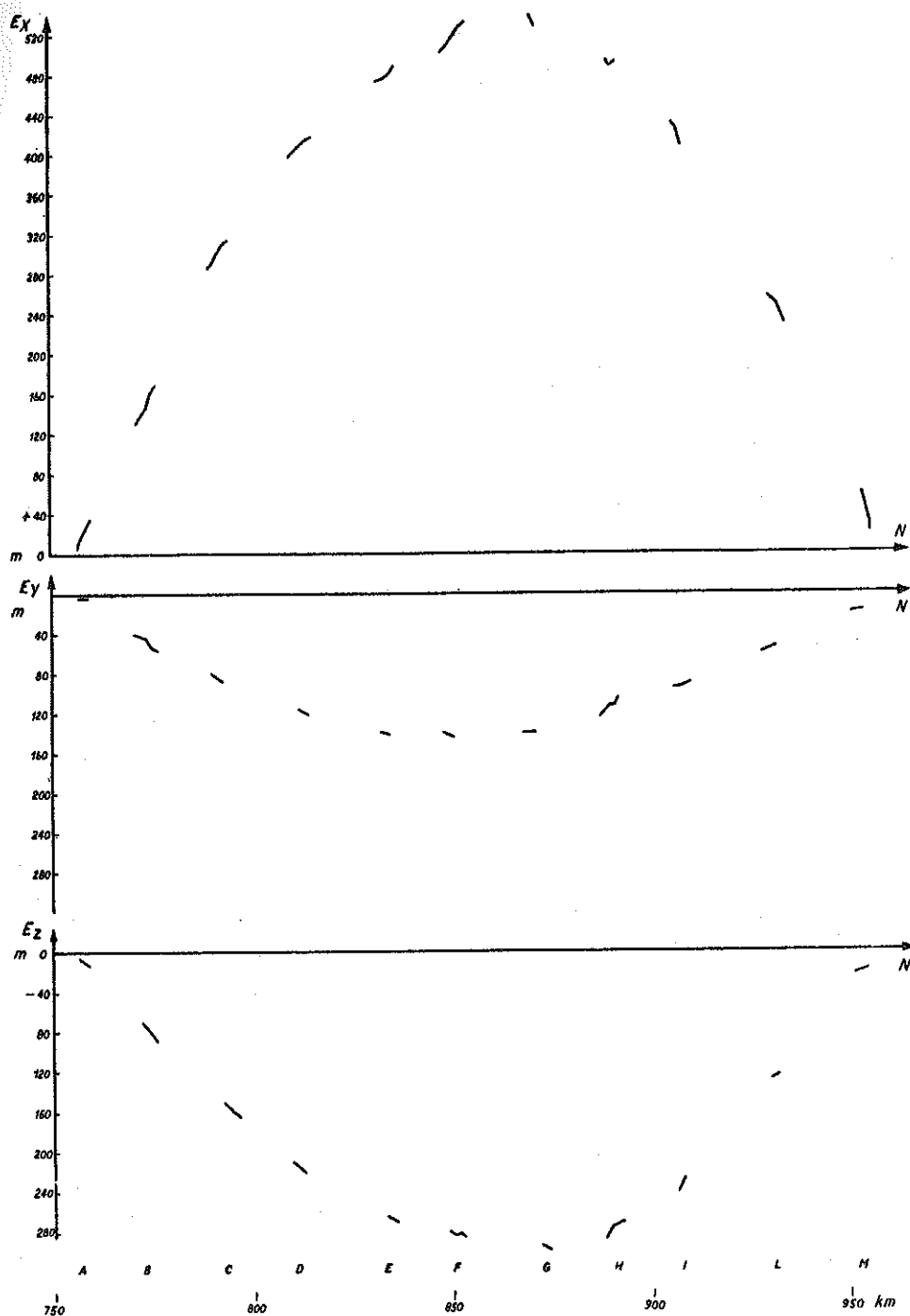


Centre Rws — Delft. BANDE 13' — Triangulation analogique solaire.

Courbes des corrections résiduelles après transformation linéaire

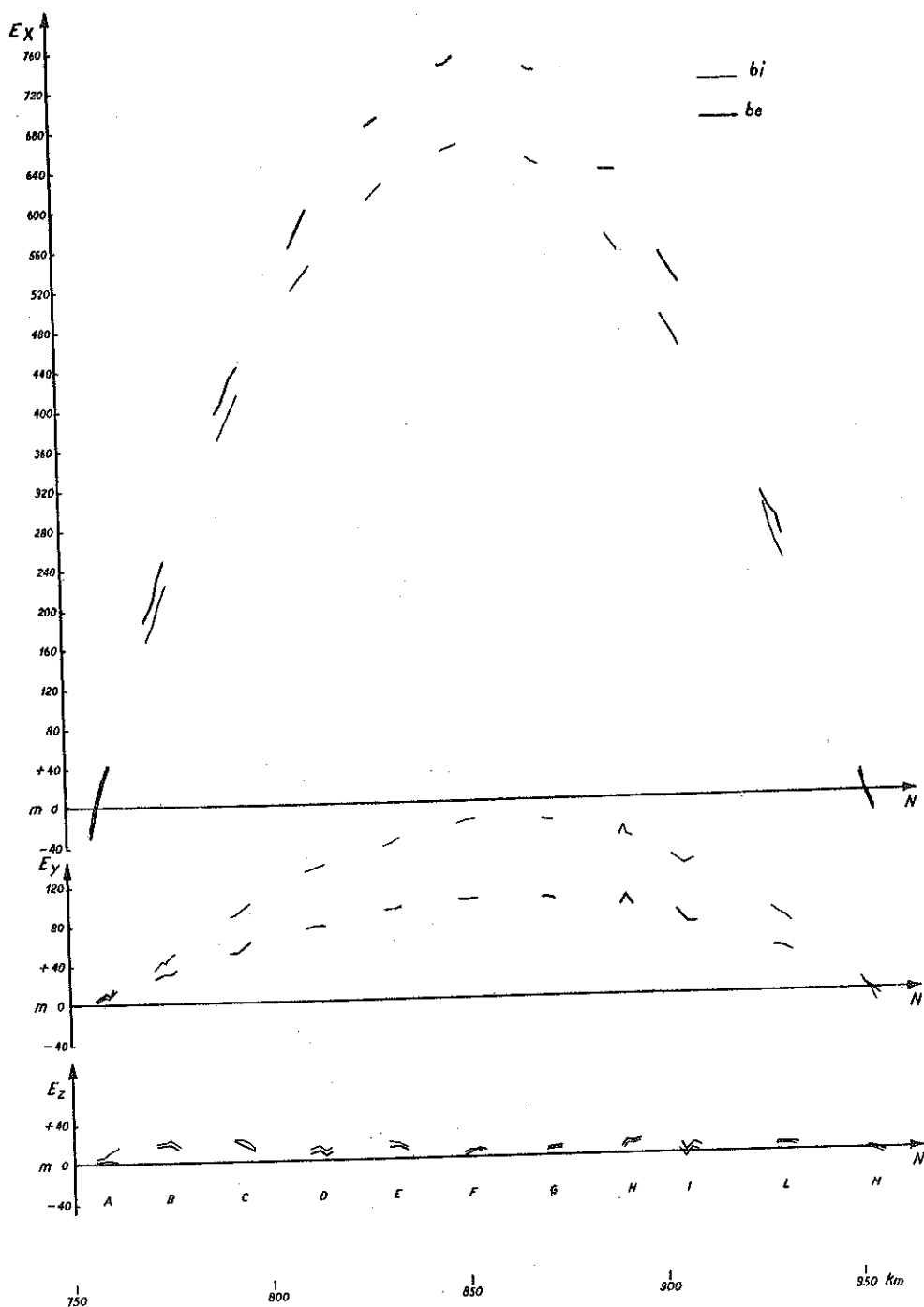


Centre ITC — Delft. BANDE 13' — Triangulation analytique.
 Courbes des corrections résiduelles après transformation linéaire



Centre Polyt. — Milano B A N D E 13' — Triangulation analytique.
 Courbes des corrections résiduelles après transformation linéaire

Annexe 6



Centre IfAG — Frankfurt a. M. BANDE 13'' — Triangulation analogique statoscopique.

Courbes des corrections résiduelles après transformation linéaire

Activité de la Commission B de l'OEEPE pendant la période Septembre 1960—Janvier 1964

par M. Cunietti, Milano

RÉSUMÉ: La Commission B de l'OEEPE organisa, pendant la période 1960—1964, une recherche expérimentale sur le problème des blocs pour la cartographie à grande échelle. Dans ce rapport provisoire on donne un compte rendu des travaux exécutés par 7 centres et dans les tables on montre les résultats numériques les plus significatifs. Le matériel expérimental obtenu est représenté par 7 différents tests, dont chacun se compose de deux indépendantes mesures du bloc exécutées sur le même matériel photographique. Tous les blocs ont été compensés avec des différentes méthodes. Trois des sept tests ont été obtenus au moyen de la triangulation analytique.

ZUSAMMENFASSUNG: Die Kommission B der OEEPE hat in der Zeit von 1960 bis 1964 Versuchsarbeiten zu dem Problem der Blöcke für die großmaßstäbige Kartographie organisiert. Dieser vorläufige Bericht gibt eine Übersicht über die von 7 Arbeitsstellen ausgeführten Arbeiten; in den Tabellen sind die wesentlichsten Ergebnisse zahlenmäßig zusammengestellt. Das gesamte Versuchsmaterial setzt sich aus 7 verschiedenen Versuchen zusammen, von denen jeder zwei unabhängige Blockmessungen umfaßt, die mit dem gleichen Bildmaterial durchgeführt worden sind. Alle Blöcke sind nach verschiedenen Methoden ausgeglichen worden. Drei der sieben Versuche wurden mit Hilfe der analytischen Triangulation durchgeführt.

SOMMARIO: Nel periodo dal 1960 al 1964, la Commissione B della OEEPE ha organizzato una ricerca sperimentale sul problema dei blocchi per le applicazioni cartografiche a grande scala. In questo rapporto provvisorio vengono elencati e descritti i lavori eseguiti da 7 centri e si nominano, nelle tabelle finali, alcuni dei risultati numerici più significativi. Il materiale sperimentale raccolto consiste in 7 differenti tests, comprendenti ciascuno due misure indipendenti del blocco, eseguite sul medesimo materiale fotografico. Tutti i blocchi sono poi stati compensati con metodi diversi. Tre dei sette tests sono stati ottenuti mediante triangolazione analitica.

SUMMARY: Since 1960, the OEEPE Commission B has organized an experimental research on the problem of the blocks for large scale cartography. The work carried out by 7 centres is described in this provisional report and some of the most significant numerical results are shown in the tables. The experimental material that has been collected consists of 7 different tests: each one of them includes two independent measurements of the block, executed on the same photographic material. All the blocks have been adjusted according to different methods. Three of the seven tests have been obtained by means of analytical triangulation.

1.

Le programme de recherches sur lequel la Commission B de l'OEEPE, au Congrès de Londres en 1960, avait promis de concentrer ses efforts, était très étendu. En effet le matériel photographique du polygone de Reichenbach dont on pouvait disposer et dont on a donné la liste, avec les renseignements les plus importants, dans le rapport que la Commission B a présenté à ce Congrès, pouvait offrir beaucoup de possibilités.

Pendant les mois qui suivirent le Congrès de Londres, surtout en 1961, on eut la certitude que le programme primitif était trop ambitieux. On disposait de moyens insuffisants pour donner aux résultats une validité statistique et, en outre, l'accroissement de l'activité productive normale des organisations intéressées limitait grandement leur possibilité de collaboration à ces recherches.

Par conséquent on crut nécessaire de réduire le nombre des sujets d'étude que la Commission s'était proposée ou, du moins, de les classer selon une succession de priorité, d'après leur importance. De cette façon toutes les forces disponibles pouvaient être concentrées sur une seule recherche, jusqu'à atteindre des conclusions d'une validité statistique.

Pour les mêmes raisons on dut limiter aussi le matériel photographique à employer.

Le titre de cette recherche »Emploi des blocs de bandes pour la cartographie à grande échelle« a été choisi en tenant compte des tendances qui s'étaient manifestées au Congrès de Londres et en d'autres réunions et, surtout, des préférences que les Centres de recherche avaient fait connaître.

Ce sujet, déjà compris parmi ceux que l'on avait choisis au début, entraîne aussi une autre importante question: la question relative aux différences entre la triangulation analogique ou instrumentale et la triangulation analytique.

Puisque certains Centres, ayant l'intention d'expérimenter la triangulation analytique, avaient demandé de travailler sur du matériel photographique obtenu par des chambres à plaques, on décida d'orienter le choix de la Commission sur le matériel des vols 2.3 et 2.6, obtenu par chambre Wild RC 7 à plaques, focale 100 mm, $15 \times 15 \text{ cm}^2$. Ce matériel photographique n'était pas le meilleur pour assurer le succès de l'expérience; toutefois ses défauts n'étaient pas graves au point de compromettre définitivement les recherches. Les centres engagés ne menèrent à bonne fin que la recherche sur le vol 2.6: le vol 2.3 fut pratiquement abandonné dans cette première phase de travail.

Les caractéristiques les plus importantes du vol 2.6 sont les suivantes.

Il est composé de 5 bandes parallèles (261, 262, 263, 264, 265) avec un recouvrement latéral de 15/20% et longitudinal de 60%.

Malheureusement, il y a des bandes qui présentent des discontinuités d'une certaine importance dans le recouvrement longitudinal. En particulier, la bande 262 est cassée en deux parties par une interruption du recouvrement qui ne permet pas d'effectuer l'enchaînement. Pour remédier à cet inconvénient on a exécuté des mesures sur le terrain qui permettent de relier les deux modèles successifs.

Les prises de vues ont une échelle moyenne de 1/12 000. Les 5 bandes sont composées respectivement de 10, 10, 11, 10, 10 plaques chacune: au total 51 plaques. La surface couverte est de 40 km² environ et présente des aspérités d'une certaine importance, qui vont d'une hauteur absolue de 412 m jusqu'à 785 m, c'est-à-dire 30% de la hauteur relative de vol et qui vont dans chaque couple jusqu'à 20% de cette hauteur de vol. Il n'y a pas de bandes transversales. Sur la surface du bloc il y a 300 points de contrôle environ, malheureusement avec une distribution non homogène. La raison de cette non-homogénéité est due au fait que les pentes du terrain montagneux étaient presque complètement boisées; c'est pourquoi il était possible seulement de

déterminer des points de contrôle isolés. La plupart de ces points est constituée de signaux bien visibles, posés sur le terrain. Leurs coordonnées ont été déterminées par l'Institut für Angewandte Geodäsie de Francfort, par des procédés topographiques de précision et présentent, selon une évaluation du même Institut, une erreur moyenne sûrement inférieure à ± 10 cm, soit en planimétrie, soit en hauteur.

2.

Le programme de la recherche est subdivisé en deux phases successives: la première phase relative à l'exécution des mesurages et à l'acquisition des données brutes, c'est-à-dire non compensées, mais seulement transformées linéairement sur deux points aux extrémités des bandes; la deuxième phase relative à la compensation, par des méthodes différentes, de tous les blocs triangulés par les différents Centres et à l'analyse des résultats obtenus.

De la première phase des opérations on espérait obtenir des informations suffisantes pour conduire une étude documentée de la précision des opérations de mesure soit analogiques soit analytiques, pour isoler d'éventuelles causes systématiques d'erreur, pour évaluer l'influence des erreurs accidentelles et, enfin, pour avoir une vision claire de la situation initiale avant la compensation du bloc.

La dernière phase, par contre, se proposait de répondre aux questions suivantes: quelle est l'amélioration apportée aux coordonnées des points par les compensations, quelle est la précision globale que l'on peut atteindre dans un bloc de bandes de dimensions moyennes en employant des procédés de compensation simples et rapides et, enfin, quelle est l'importance du nombre et de la position des points utilisés pour la compensation.

Pour atteindre ces buts, qui sont tous d'un remarquable intérêt, on dut établir des règles particulières, surtout pour permettre l'acquisition, sous des formes déterminées, de toutes les données intermédiaires nécessaires aux études prévues.

Les groupes fondamentaux de règles pour la première phase d'opérations comprennent:

- a) les règles pour les vérifications initiales, finales et périodiques des instruments de mesure, employés pour la triangulation analogique, ou analytique;
- b) les règles pour l'exécution des mesurages, pour les points de contrôle à restituer, les points de liaison entre modèles successifs et bandes adjacentes. Les mesures de chaque bande du bloc doivent être deux, absolument indépendantes l'une de l'autre (deux passages);
- c) les règles pour le calcul et la présentation des résultats partiels intermédiaires de la recherche et des éléments indicatifs sur la précision intrinsèque de l'enchaînement;
- d) les règles pour la transformation linéaire des coordonnées sur deux points situés aux deux extrémités de chaque bande;
- e) les règles pour la comparaison entre les deux enchaînements indépendants, entre les coordonnées des points communs à bandes adjacentes et, enfin, entre les coordonnées transformées linéairement et les coordonnées-terrain.

Les règles pour les opérations à exécuter dans la deuxième phase du travail ont été établies en partie pendant la réunion de la Commission tenue à Lausanne le 19 octobre 1962, en partie par les Centres mêmes, chargés d'exécuter les compensations.

Les dispositions les plus importantes contenues dans ces règles établissent que:

- f) la compensation des blocs doit être exécutée au moyen de procédés simples analytiques et mécaniques: la méthode ITC-Jerie et les méthodes analytiques employées par le Centre C. A. S. F. de Milan;
- g) tous les blocs exécutés par les centres doivent être compensés par les méthodes choisies, c'est-à-dire en considérant séparément les deux séries de mesures indépendantes exécutées (deux passages);
- h) les centres doivent transmettre les données à compenser écrites sur des formulaires spéciaux et les points doivent être numérotés selon un principe uniforme établi d'avance. Ces dispositions sont devenues nécessaires à cause de l'emploi de calculateurs électroniques;
- i) les points d'appui pour la compensation des blocs doivent être les mêmes pour tous les blocs des différents centres et pour tous les types de compensation. Au contraire on a laissé plus de liberté, aux centres qui exécuteront les compensations, pour le choix des points de liaison entre les bandes adjacentes.

3.

Les efforts d'un groupe de centres de travail européens, à partir de la fin de 1961, se concentrèrent sur ce nouveau programme, beaucoup moins étendu que le premier, mais d'actualité et d'un grand intérêt. Les engagements pris par ces centres furent nombreux.

A la fin de 1962 ce programme réduit était terminé, du moins en ce qui concerne les mesures. On peut avoir une vue d'ensemble des travaux exécutés ou en voie d'achèvement par la description ci-dessous. Le numérotage des tests fut fait lorsque le programme prévoyait encore l'utilisation du vol 2.3. Ce numérotage a été maintenu pour éviter des confusions après la réduction du programme.

Test n° 1

Centre I. T. C., Delft, Hollande.
Triangulation analytique.

Les mesures ont été exécutées sur un stéréo-comparateur Wild. Les points de liaison entre bandes adjacentes ont été piqués sur les plaques. Les mesures ont été répétées deux fois indépendamment: I et II passage.

Pour le calcul des bandes on a employé la méthode *Van den Hout* pour laquelle M. le Dr. *Eckhart* a préparé le programme qui exécute l'orientation sur six points quelconques du modèle, tandis que la liaison entre modèles successifs est faite au moyen de trois points. Le calcul de l'enchaînement de la bande fut exécuté sur un calculateur électronique »Zebra«.

Test n° 5

Centre C. A. S. F., Milan, Italie.
Triangulation analytique.

Les mesures ont été exécutées sur un stéréo-comparateur TA 3 OMI-NISTRI. Les points de liaison entre modèles successifs ont été choisis et mesurés en faisant usage des trois chariots de l'instrument. Les points de liaison entre bandes adjacentes ont été identifiés par des croquis photographiques.

Sur chaque plaque on a mesuré les coordonnées de tous les points de contrôle, ainsi que les coordonnées de 27 points pour l'orientation et celles de 4 autres points pour la liaison avec les bandes adjacentes.

Les mesures de chaque bande ont été répétées deux fois.

On a calculé les bandes une première fois par l'emploi d'un programme qui exécute l'enchaînement des prises de vues en imposant la condition d'annulation des parallaxes sur 18 points (6×3 dans les positions normales) du modèle et en imposant également que les coordonnées Z des 6 points de liaison dans le nouveau modèle aient la même valeur que dans le modèle précédent (programme 18—6). Par ce programme on a calculé les deux séries indépendantes de mesures et l'on a obtenu le I et le II passage.

En employant les mêmes mesures sur les plaques, on a exécuté aussi un deuxième calcul de l'enchaînement des modèles: cette fois l'enchaînement est obtenu en imposant la condition d'annulation des parallaxes sur 6 des 18 points employés précédemment et, en même temps, que les coordonnées Z de 3 points de liaison dans le nouveau modèle soient égales à celles du modèle précédent (programme 6—3). On a obtenu ainsi les deux passages III et IV.

Ces deux programmes ont été étudiés et préparés par M. le prof. *Inghilleri* du C. A. S. F.

Les calculs ont été exécutés sur un calculateur IBM-650.

Test n° 6

Centre C. A. S. F., Milan, Italie.

Triangulation analogique.

Les mesures ont été exécutées sur un stéréo-cartographe *Santoni IV*. Les points de liaison entre modèles successifs et les points de liaison entre bandes adjacentes ont été identifiés par des croquis photographiques faits, sur le stéréo-comparateur *TA 3 Nistri*. L'enchaînement a été exécuté avec orientation numérique sur 6 points. Pour le transport d'échelle on a employé les hauteurs de 3 points en zone nadirale. Chaque modèle a, en moyenne, un point de liaison avec les bandes adjacentes.

Pour chaque bande on a exécuté deux enchaînements indépendants: le I passage (départ avec la base de l'instrument à l'intérieur) et le II passage (départ avec la base de l'instrument à l'extérieur).

Les modèles ont été exécutés à l'échelle 1/5 000.

Test n° 9

Centre B. E. V., Vienne, Autriche.

Triangulation analogique.

Les mesures ont été exécutées sur un autographe *Wild A 7*. Les points de liaison entre modèles successifs et ceux de liaison entre bandes adjacentes ont été piqués sur les plaques.

Pour l'enchaînement on a employé 6 points en position standard. Le transport d'échelle a eu lieu sur un seul point nadiral.

Pour chaque bande on a exécuté deux enchaînements indépendants: le I passage (départ avec la base de l'instrument à l'intérieur) et le II passage (départ avec la base de l'instrument à l'extérieur).

Les modèles ont été exécutés à l'échelle 1/3 000 pour le I passage et 1/3 750 pour le II passage.

Test n° 10

Centre I. f. A. G., Francfort, Allemagne.
Triangulation analogique.

Les mesures ont été exécutées sur un stéréo-planigraphe C8 Zeiss. On dut agrandir les plaques de la focale 100 mm à la focale 115 mm. L'enchaînement a été exécuté avec orientation sur 6 points.

Pour le transport d'échelle on a employé 3 points sur la ligne nadirale. Sur ces trois points on a imposé la coordonnée obtenue du modèle précédent et on a mesuré deux fois la Δb_z nécessaire pour éliminer la parallaxe longitudinale. Ensuite, on a imposé comme variation de la base la moyenne pondérée des 6 valeurs obtenues (poids 2 aux valeurs de Δb_z obtenues sur le point nadiral et poids 1 aux autres).

Pour chaque bande on a exécuté deux enchaînements indépendants: le I passage (départ avec la base de l'instrument à l'extérieur) et le II passage (départ avec la base de l'instrument à l'intérieur).

Les modèles ont été exécutés à l'échelle 1/5 000.

Test n° 12

Centre I. G. M., Bruxelles, Belgique.
Triangulation analogique.

Les mesures ont été exécutées sur un autographe Wild A7. L'enchaînement a été exécuté sur 6 points avec bZ constant. Ensuite tous les calculs ont été exécutés afin de relier les modèles entre eux.

Pour chaque bande on a exécuté deux enchaînements indépendants: le I passage (départ avec la base de l'instrument à l'intérieur) et le II passage (départ avec la base de l'instrument à l'extérieur).

Test n° 13

Centre T. H. Karlsruhe, Allemagne.
Triangulation analogique.

Les mesures ont été exécutées sur un stéréo-planigraphe C8 Zeiss. Malheureusement, à cause d'une faute contenue dans les données d'orientation intérieure communiquées au Centre de Karlsruhe, la triangulation des bandes a été exécutée avec une valeur erronée de la distance focale. Cependant, les résultats ne sont maintenant pas utilisables. M. le prof. *Schwidefsky* a exécuté une transformation affine des coordonnées pour éliminer cet inconvénient, toutefois il n'a pas été possible d'insérer les résultats compensés dans ce rapport provisoire.

Test n° 15

Centre T. H. Stuttgart, Allemagne.
Triangulation analytique.

Les mesures ont été exécutées sur un stéréo-comparateur Zeiss-Jena 18×18. Trois seulement des 5 bandes ont été prises en considération, c'est-à-dire les bandes 263, 264, 265 dans lesquelles il n'y a pas de cassures du recouvrement longitudinal.

Le calcul des bandes a été exécuté selon le programme de M. le prof. *Gotthardt* sur le calculateur Zuse 22. Ce programme exécute simultanément le calcul et la compensation des bandes.

On a exécuté deux séries de mesures indépendantes (I et II passage).

On n'a pas choisi de points de liaison particuliers entre bandes adjacentes.

4.

Les résultats expérimentaux dont la Commission B peut se servir pour ses recherches comprennent 7 tests, dont 6 complets, sur le bloc 2.6 de Reichenbach, pour un total de 14 mesures indépendantes.

Trois des tests ont été exécutés selon la triangulation analytique, sur trois différents types d'instruments.

L'ensemble de ces données initiales peut être considéré satisfaisant puisqu'il permet de vastes et profondes recherches sur le problème proposé.

Pendant les premiers mois de 1963, les Centres travaillèrent pour l'exécution de la première élaboration des données, afin de permettre la comparaison entre les résultats bruts, c'est-à-dire la transformation linéaire des coordonnées-bande.

En outre on demandait, là où cela n'avait pas été encore fait, de corriger les hauteurs des points pour tenir compte de la courbure terrestre. Toute autre correction instrumentale systématique n'était pas permise.

Le Centre I. f. A. G. de Francfort exécuta la transformation linéaire des résultats des deux mesures indépendantes par deux procédés différents: selon le premier les hauteurs ont été corrigées de l'erreur due aux inclinaisons transversales générales de chaque bande; selon le deuxième procédé cette correction n'a pas été apportée. De chacune des deux mesures indépendantes on obtint deux séries de données. On indiqua par I et II passage les données obtenues avec correction transversale de la Z, par III et IV passage celles obtenues sans correction transversale de la Z.

Comme déjà dit, l'ensemble des résultats ainsi élaborés permet d'étudier, soit comparativement, soit statistiquement le comportement des erreurs brutes.

L'examen de tout ce matériel sera fait d'abord particulièrement par chaque Centre et, ensuite, globalement par le Président de la Commission qui devra parvenir, par la comparaison, à des conclusions en général plus valables. Mais ce travail est encore loin d'être terminé.

En 1963, à la suite des décisions prises à la réunion de Lausanne, on a travaillé, surtout aux Centres de Delft, Vienne et Milan, pour mener à bonne fin la deuxième phase de cette recherche: la compensation des tests. Les compensations selon la méthode Jerie furent exécutées en partie à Delft, en partie à Vienne; à Milan tous les tests furent compensés selon les programmes de calcul du C. A. S. F.

Conformément à ce que l'on avait établi, on choisit avant tout les points d'appui sur lesquels les compensations auraient été exécutées. Sur proposition du Centre de Delft, ensuite acceptée aussi par les deux autres Centres, on choisit 8 points, distribués sur le périmètre du bloc, pour la compensation planimétrique et 18 points distribués sur trois lignes au commencement, au centre et à la fin des bandes, pour la compensation altimétrique.

Par ces deux groupes de points on compensa tous les tests dans les différentes manières prévues. Par conséquent, à ce point de vue, les résultats sont tout à fait homogènes. Cela n'est pas vrai pour les points destinés à relier les bandes adjacentes dans les différentes compensations. Comme nous avons déjà dit dans le paragraphe n° 2, plusieurs nécessités d'opération nous ont contraint à donner une certaine liberté de choix de ces points aux trois centres qui exécutaient les compensations. Par conséquent, les groupes de points employés ne coïncident que partiellement.

A Delft, au Centre I.T.C., on a compensé, par le procédé Jerie, les tests suivants:

Test n° 1 : I et II passage,

Test n° 5 : I, II, III et IV passage,

Test n° 12 : I et II passage.

Pour la compensation planimétrique, les bandes ont été divisées en 23 sections, chacune formée de 2 modèles environ; les sections ont été reproduites à l'échelle 1/5 000. Comme points de liaison entre les sections on a employé au total 29 points (tests 1, 5 et 12). De ces points, 25 dans le test n° 1 et n° 5 et 28 dans le test n° 12 coïncident avec des points de contrôle signalisés sur le terrain; ou sont des fonctions linéaires de ces points (par exemple des moyennes); les autres sont points choisis par les différents centres sur des points particuliers naturels.

Pour la compensation planimétrique on a exécuté deux réitérations. La compensation mécanique des hauteurs a été exécutée à l'échelle 1/6 000 dans un seul passage. Les points de liaison entre bandes adjacentes sont:

pour le test n° 1 au total 56, dont 42 coïncident avec des points de contrôle signalisés;

pour le test n° 5 au total 61, dont 50 coïncident avec des points de contrôle signalisés;

pour le test n° 12 au total 64, qui coïncident tous avec des points de contrôle signalisés.

A Vienne, au Centre B.E.V., on a compensé, par le procédé Jerie, les tests suivants:

Test n° 6 : I et II passage,
 Test n° 9 : I et II passage,
 Test n° 10 : I, II, III et IV passage.

L'échelle employée pour les sections est 1/5 000, celle pour l'altimétrie est 1/6 000. Les réitérations exécutées se sont succédé dans l'ordre suivant: première compensation planimétrique, compensation altimétrique, deuxième compensation planimétrique.

Les tests n° 6 et n° 10 ont été subdivisés en 23 sections; le test n° 9 a été subdivisé en 25 sections. Les points de liaison entre bandes, employés pour la compensation planimétrique et altimétrique sont les suivants:

Test n° 6 — pour la compensation planimétrique 33 points, dont 29 coïncident avec des points de contrôle signalisés;
 pour la compensation altimétrique 60 points, dont 57 coïncident avec des points de contrôle signalisés.

Test n° 9 — pour la compensation planimétrique 65 points, dont 18 coïncident avec des points de contrôle signalisés;
 pour la compensation altimétrique 85 points, dont 28 coïncident avec des points de contrôle signalisés.

Test n° 10 — pour la compensation planimétrique 36 points, dont 31 coïncident avec des points de contrôle signalisés;
 pour la compensation altimétrique 62 points, dont 54 coïncident avec des points de contrôle signalisés.

Les compensations exécutées à Milan, au Centre C.A.S.F., ont été obtenues analytiquement. Le Centre de Milan possède deux différents types de programmes pour la compensation électronique des blocs, tous les deux étudiés et préparés par M. le prof. *Inghilleri*.

A) Le premier programme, que nous avons indiqué comme »Compensation avec formule interpolatrice de 2^{ème} degré indépendante«, peut être employé soit pour la compensation des coordonnées planimétriques, soit pour la compensation des hauteurs.

Chacune des trois coordonnées des points est compensée indépendamment des autres. Les équations pour le calcul des corrections à apporter à chaque coordonnée sont les suivantes:

$$\begin{aligned}\Delta_x &= a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 \\ \Delta_y &= b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 \\ \Delta_z &= c_0 + c_1x + c_2y + c_3xy + c_4x^2.\end{aligned}\tag{1}$$

Pour chaque bande du bloc il faut déterminer le groupe des 15 valeurs des coefficients des 3 équations susdites. Par exemple: les groupes des valeurs des coefficients des équations pour la correction de la coordonnée X des points, dans les différentes bandes du bloc, sont obtenus résolvant avec la méthode des »moindres carrés« un système de $m + n$ équations aux mesures avec 5 r inconnues (où n est le nombre des équations relatives aux points de coordonnées connues; m est le nombre des équations relatives aux points de liaison; r est le nombre des bandes).

Les équations relatives aux points de coordonnées connues et celles relatives aux points de liaison sont dérivées de la première des équations (1).

Comme les points d'appui employés pour la compensation de la X, de la Y et de la Z sont les mêmes les trois groupes de $m + n$ équations en 5 r inconnues ont mêmes coefficients. Le système normal obtenu pour le calcul des coefficients des équations pour la compensation de la X peut être employé aussi pour le calcul des coefficients pour la compensation de la Y et de la Z.

Le programme de calcul, qui prévoit l'introduction d'un nombre quelconque de points d'appui ou de liaison et peut compenser des blocs de 7 bandes au maximum, résout directement les trois systèmes normaux et fournit les coefficients des trois équations pour chacune des bandes.

Dans ce programme on prévoit la possibilité de changer le poids dans les différentes équations.

Le temps nécessaire pour le calcul d'un bloc de 5 bandes avec 60 équations environ est de 30 minutes sur le calculateur Remington USS 90.

B) Le deuxième programme dont on dispose à Milan peut être employé seulement pour la compensation planimétrique des blocs; il s'agit d'un programme pour la »Compensation avec formule interpolatrice de 2^{ème} degré conforme«. Les formules employées, déjà introduites par d'autres auteurs, sont les suivantes:

$$\begin{aligned}\Delta_x &= a_1 + b_1x - b_2y + c_1(x^2 - y^2) - c_2 2xy \\ \Delta_y &= a_2 + b_2x + b_1y + c_2(x^2 - y^2) + c_1 2xy.\end{aligned}\tag{2}$$

Comme on peut voir, les deux équations ont quelques coefficients en commun. Il y a 6 coefficients indépendants pour chaque bande. Pour calculer les 6 r coefficients inconnus il faut résoudre, par la méthode des moindres carrés, le système de $2n + 2m$ équations aux mesures obtenues des équations (2) appliquées à tous les n points choisis de coordonnées connues et à tous les m points de liaison entre bandes adjacentes.

Le programme forme le système des équations normales et le résout, en imprimant ensuite les valeurs des 6 r coefficients.

Il est possible de donner un poids différent aux différentes équations.

Ce programme peut être appliqué à un bloc composé de 7 bandes au maximum.

Le temps nécessaire au calcul d'un bloc de 5 bandes et 80 équations environ est de 45 minutes sur le calculateur Remington USS 90.

Le programme décrit en A) a été employé pour la compensation des coordonnées X, Y et Z de tous les tests avec les 18 points d'appui choisis pour la compensation altimétrique des blocs.

Comme points de liaison entre les bandes on a choisi seulement des points de contrôle signalisés sur le terrain. Ce groupe de 30 points est le même dans presque tous les tests. Dans les tests 10 et 12 on a dû substituer deux ou trois points choisis.

On pourra remarquer que ce choix présente l'inconvénient de porter à un groupe de points de liaison mal réparti le long des bandes: toutefois on a préféré cet inconvénient à celui qui provient du mélange de points de liaison choisis sur points de contrôle signalisés, avec points de liaison choisis sur points non signalisés du terrain.

Pour ces compensations on a donné poids 1 aux équations sur les points d'appui et poids 0,5 aux équations sur les points de liaison. Le test n° 1 (I et II passage) a été compensé avec deux autres différentes distributions des poids: une première fois avec poids 1 aux équations sur les points de liaison et poids 1 à celles sur les points d'appui; une deuxième fois avec poids 0 aux équations sur les points d'appui. Le but de cette expérience était celui de vérifier d'une façon expérimentale l'influence de la variation des points des équations sur les points de liaison, dans les résultats de la compensation.

Le programme décrit en B) a été employé pour compenser de nouveau tous les tests, cette fois la planimétrie seulement.

Les points d'appui employés pour cette compensation sont les 8 points choisis pour la compensation planimétrique des tests selon le procédé I. T. C.-Jerie. En outre, comme points de liaison entre les bandes, on a employé les points de contrôle signalisés déjà employés pour le groupe de compensations précédent, avec les variantes signalisées.

Dans ce type de compensation les points de liaison entre les bandes ont une importance remarquable. Pour cette raison, aux équations sur les points de liaison on a donné poids 1 comme à celles sur les points d'appui.

Le test n° 5 a été compensé une deuxième fois avec le programme B); pour cette deuxième compensation on a employé, comme points de liaison entre les bandes, 35 points naturels (non signalisés).

Le Centre de Milan a donc exécuté au total 42 calculs de compensation.

6.

L'exécution des compensations, dont on a donné la description au paragraphe précédent, a occupé presque toute l'année 1963 et les premiers mois de 1964. Il est donc absolument impossible de présenter au Congrès de Lisbonne des résultats concluants et aussi partiellement représentatifs. Nous pourrions, toutefois, donner une liste des problèmes qui, grâce aux données obtenues par ces recherches, pourraient être résolus: cela ne serait, maintenant, qu'une vanité inutile. Les buts à atteindre sont ambitieux et chaque Centre pour chaque test ou groupe de tests, ainsi que le Président pour l'ensemble des résultats, comptent approfondir au maximum, au cours des prochains mois, l'analyse de cette considérable quantité de données expérimentales. On travaille déjà, dans tous les Centres, pour préparer un premier groupe de données qui représentent synthétiquement les résultats et permettent de commencer une première comparaison qualitative. Ces élaborations concerneront soit les résultats bruts, c'est-à-dire ceux qui sont obtenus de la simple transformation linéaire des bandes, soit les résultats finals obtenus des différentes compensations des tests. L'élaboration synthétique de ces données consiste dans le calcul des valeurs suivantes:

- a) Moyenne et valeur quadratique moyenne des erreurs des coordonnées des points de contrôle après transformation linéaire. Ces valeurs sont calculées séparément pour chacune des 5 bandes du bloc.

- b) Moyenne et valeur quadratique moyenne des différences entre les coordonnées des points de contrôle obtenues après transformation linéaire des résultats de la deuxième série de mesures et de ceux de la première série. Ces deux valeurs aussi sont calculées séparément pour chaque bande.
- c) Moyenne et valeur quadratique moyenne des différences entre les coordonnées transformées linéairement des points de contrôle communs à chaque couple de bandes adjacentes.
- d) Moyenne et valeur quadratique moyenne des erreurs des coordonnées compensées des points de contrôle du bloc tout entier.
- e) Moyenne et valeur quadratique moyenne des différences entre les coordonnées compensées de tous les points de contrôle, obtenues des deux séries indépendantes de mesures de chaque test.
- f) Moyenne et valeur quadratique moyenne des différences entre les coordonnées compensées des points de contrôle communs à chaque couple de bandes adjacentes.

A la valeur quadratique moyenne on a toujours associé la valeur de la moyenne correspondante. De cette façon il est plus facile de remarquer d'éventuels comportements systématiques des erreurs.

Il n'a pas été possible de compléter l'acquisition de toutes ces données avant d'envoyer ce rapport à la publication. Toutefois, dans les tableaux suivants, on a réuni les groupes les plus complets de données acquises, dont l'ensemble, je crois, suffit à donner une idée des résultats atteints et de leur importance pratique.

Tout commentaire est laissé à l'évidence éloquente des chiffres.

Coordonnées X (valeurs provisoires en centimètres)

Test	Erreurs résiduelles après transformation linéaire des coordonnées																Erreurs résiduelles après compensation du bloc										
	2.6.1.				2.6.2.				2.6.3.				2.6.4.				2.6.5.				N	Jerie		Milan A		Milan B	
	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	M	v. q. m.		M	v. q. m.	M	v. q. m.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
1	I	38	— 15	± 22	39	+ 21	± 35	66	— 36	± 61	58	+ 25	± 36	47	+ 8	± 26	196	— 10	± 21	+ 5	± 20	+ 19	± 25				
	II	38	— 37	± 48	41	+ 31	± 44	66	— 49	± 70	58	— 9	± 19	47	— 14	± 29	198	— 11	± 19	+ 4	± 16	+ 20	± 27				
	I	40	+ 11	± 27	47	— 23	± 45	76	— 16	± 41	59	— 47	± 64	55	+ 45	± 55	214		± 27	+ 9	± 25	— 3	± 24				
	II	39	— 8	± 34	47	— 17	± 34	75	— 22	± 38	59	— 52	± 50	55	+ 82	± 96	214	± 28	± 28	+ 4	± 27	0	± 32				
5	III	40	+ 76	± 96	47	— 2	± 55	76	— 51	± 74	59	— 9	± 36	55	+ 65	± 81	215	± 28	± 28	+ 9	± 32	— 4	± 32				
	IV	39	— 19	± 29	47	+ 7	± 29	75	— 6	± 27	59	— 14	± 35	55	+ 59	± 75	215	± 22	± 22	— 3	± 25	+ 12	± 37				
	I	39	— 21	± 36	45	— 4	± 31	69	— 2	± 31	59	— 26	± 39	52	+ 32	± 45	206	+ 8	± 28	+ 4	± 25	+ 20	± 37				
	II	39	— 33	± 63	45	+ 15	± 30	69	— 66	± 81	59	— 13	± 27	52	+ 59	± 71	206	— 11	± 34	0	± 22	+ 25	± 44				
9	I	40	— 22	± 32	44	+ 2	± 22	69	— 36	± 55	59	+ 12	± 24	55	+ 5	± 21	212	— 3	± 15	+ 3	± 16	+ 14	± 22				
	II	40	+ 5	± 19	44	+ 20	± 37	69	— 24	± 34	59	— 9	± 22	55	+ 30	± 58	215	+ 12	± 22	— 1	± 18	0	± 18				
	I	40	+ 52	± 77	47	+ 37	± 62	72	+ 206	± 261	59	+ 40	± 52	58	+ 19	± 35	216	+ 17	± 34	+ 7	± 28	+ 23	± 40				
	II	40	+ 27	± 44	47	+ 52	± 77	72	+ 75	± 96	60	+ 101	± 131	58	+ 40	± 56	217	— 4	± 29	— 3	± 42	— 3	± 49				
10	III																216	+ 15	± 35								
	IV																217	— 4	± 35								
	I	40	+ 10	± 30	48	+ 59	± 59	76	+ 25	± 34	61	+ 11	± 30	58	+ 10	± 22	222		± 24	+ 5	± 19	+ 1	± 21				
	II	40	— 1	± 28	48	+ 50	± 45	76	+ 52	± 65	61	+ 17	± 37	58	+ 46	± 61	222	± 19	± 17	— 2	± 17	+ 2	± 21				
12	I																										
	II																										
	I																										
	II																										
15	I																										
	II																										
	I																										
	II																										

Les colonnes 1, 4, 7, 10, 13 contiennent l'indication du nombre des points de contrôle contenus dans chaque bande, employés pour le calcul des moyennes et des valeurs quadratiques moyennes.

La colonne 6 contient le nombre de points de contrôle contenus dans le bloc entier et employés pour le calcul des moyennes et des valeurs quadratiques moyennes.

Dans les colonnes 2, 5, 8, 11, 14 on a reporté les moyennes (M) des différences résiduelles entre les coordonnées transformées linéairement et les coordonnées-terrain des points de contrôle contenus dans chaque bande (erreurs résiduelles après transformation linéaire des coordonnées); dans les colonnes 3, 6, 9, 12, 15 on a reporté les valeurs quadratiques moyennes (v. q. m.) des mêmes différences résiduelles.

Les colonnes 17, 19, 21 contiennent les moyennes (M) des différences résiduelles entre les coordonnées compensées avec les différentes méthodes et les coordonnées-terrain des points de contrôle contenus dans le bloc entier (erreurs résiduelles après compensation). Enfin, les colonnes 18, 20, 22 contiennent les valeurs quadratiques moyennes des mêmes différences.

Coordonnées Y (valeurs provisoires en centimètres)

Test		Passage		Erreurs résiduelles après transformation linéaire des coordonnées																Erreurs résiduelles après compensation du bloc										
				2.6.1.				2.6.2.				2.6.3.				2.6.4.				2.6.5.				N	Jerie		Milan A		Milan B	
				n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	M	v. q. m.		M	v. q. m.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22									
1	I	58	+ 24	± 34	39	+ 26	± 40	66	+ 60	± 80	58	+ 37	± 50	47	+ 57	± 72	196	+ 3	± 17	— 2	± 16	+ 16	± 25							
	II	38	+ 19	± 29	41	+ 9	± 27	66	+ 62	± 83	58	+ 24	± 35	47	+ 24	± 35	198	0	± 16	— 4	± 19	+ 32	± 39							
5	I	40	0	± 18	47	+ 1	± 24	76	+ 50	± 66	59	+ 46	± 53	55	+ 79	± 108	215		± 31	— 2	± 19	+ 23	± 58							
	II	59	+ 11	± 25	47	+ 12	± 26	75	+ 53	± 68	59	+ 56	± 75	55	+ 76	± 108	215		± 25	— 5	± 24	+ 36	± 49							
	III	40	+ 34	± 36	47	— 5	± 31	76	+ 58	± 81	59	+ 44	± 59	55	+ 87	± 122	215		± 34	0	± 28	— 6	± 45							
	IV	59	+ 30	± 47	47	+ 16	± 37	75	+ 31	± 44	59	+ 58	± 72	55	+ 35	± 58	215		± 27	— 4	± 26	+ 25	± 39							
6	I	59	+ 19	± 32	45	+ 34	± 58	69	+ 47	± 63	59	+ 27	± 45	52	+ 17	± 42	206	+ 4	± 26	0	± 27	+ 17	± 32							
	II	59	+ 26	± 40	45	+ 27	± 41	69	+ 44	± 69	59	+ 36	± 46	52	+ 62	± 85	206	— 20	± 35	— 3	± 21	+ 45	± 52							
9	I	40	+ 21	± 36	44	+ 19	± 29	69	+ 49	± 62	59	+ 34	± 45	55	+ 35	± 55	212	+ 6	± 19	— 4	± 19	+ 26	± 35							
	II	40	+ 34	± 46	44	+ 34	± 49	69	+ 18	± 30	59	+ 25	± 35	55	— 19	± 36	215	+ 2	± 16	+ 6	± 17	— 4	± 24							
10	I	40	— 46	± 72	47	+ 24	± 37	72	— 50	± 78	59	— 7	± 34	58	+ 49	± 69	216	— 16	± 38	— 1	± 19	— 17	± 35							
	II	40	— 8	± 51	47	+ 28	± 46	72	— 42	± 67	60	— 7	± 48	58	— 17	± 39	217	— 9	± 27	+ 7	± 35	+ 28	± 50							
	III																216	— 15	± 40											
	IV																217	+ 1	± 25											
12	I	40	— 52	± 34	48	+ 40	± 59	76	+ 8	± 19	61	+ 50	± 69	58	+ 45	± 61	222		± 25	— 6	± 17	— 10	± 35							
	II	40	— 54	± 47	48	+ 23	± 41	76	+ 19	± 32	61	+ 55	± 73	58	+ 49	± 69	222		± 25	0	± 16	— 11	± 36							
15	I							47	+ 25	± 36	42	+ 19	± 37	45	+ 25	± 45	112			0	± 17	— 10	± 29							
	II							47	— 2	± 26	42	+ 12	± 34	45	— 13	± 50	112			+ 4	± 19	— 32	± 44							

Les colonnes 1, 4, 7, 10, 13 contiennent l'indication du nombre des points de contrôle con tenus dans chaque bande, employés pour le calcul des moyennes et des valeurs quadratiques moyennes.

La colonne 6 contient le nombre de points de contrôle contenus dans le bloc entier et employés pour le calcul des moyennes et des valeurs quadratiques moyennes.

Dans les colonnes 2, 5, 8, 11, 14 on a reporté les moyennes (M) des différences résiduelles entre les coordonnées transformées linéairement et les coordonnées-terrain des points de contrôle contenus dans chaque bande (erreurs résiduelles après transformation linéaire des coordonnées); dans les colonnes 3, 6, 9, 12, 15 on a reporté les valeurs quadratiques moyennes (v. q. m.) des mêmes différences résiduelles.

Les colonnes 17, 19, 21 contiennent les moyennes (M) des différences résiduelles entre les coordonnées compensées avec les différentes méthodes et les coordonnées-terrain des points de contrôle contenus dans le bloc entier (erreurs résiduelles après compensation). Enfin, les colonnes 18, 20, 22 contiennent les valeurs quadratiques moyennes des mêmes différences.

Coordonnées Z (valeurs provisoires en centimètres)

Erreurs résiduelles après transformation linéaire des coordonnées										Erreurs résiduelles après compensation du bloc												
Test	Passage		2.6.1.			2.6.2.			2.6.3.			2.6.4.			2.6.5.			N	Jerie		Milan A	
	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	n	M	v. q. m.	M	v. q. m.		M	v. q. m.		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	I	38	+ 34	± 41		± 32	66	— 251	± 312	58	— 146	± 183	47	— 155	± 187	196	+ 11	± 24	+ 12	± 27		
	II	38	+ 1	± 22	41	± 35	66	— 245	± 305	58	— 165	± 202	47	— 131	± 160	198	+ 8	± 27	+ 13	± 28		
5	I	40	— 56	± 84		± 54	76	— 287	± 355	59	— 202	± 256	55	— 51	± 82	214		± 40	— 6	± 36		
	II	39	— 67	± 87		± 49	76	— 282	± 343	59	— 241	± 281	55	— 77	± 103	214		± 50	+ 6	± 29		
	III	40	— 43	± 67		± 46	76	— 260	± 321	59	— 116	± 144	55	— 50	± 83	215		± 35	0	± 40		
	IV	39	— 40	± 60		± 48	76	— 242	± 294	59	— 143	± 167	55	+ 8	± 44	215		± 50	+ 3	± 37		
6	I	39	+ 102	± 125		± 67	69	— 250	± 300	59	— 110	± 141	52	— 25	± 55	197	— 14	± 40	+ 11	± 59		
	II	39	+ 145	± 174		± 47	69	— 168	± 218	59	— 25	± 56	52	— 8	± 39	201	— 12	± 38	+ 9	± 39		
9	I	41	— 26	± 35		± 41	71	— 185	± 228	62	— 52	± 80	54	— 64	± 100	218	— 1	± 27	+ 7	± 28		
	II	41	+ 17	± 51		± 25	71	— 180	± 229	62	— 89	± 116	54	+ 3	± 53	221	— 11	± 29	+ 9	± 31		
10	I	40	+ 6	± 40		± 46	72	— 145	± 184	59	— 120	± 141	58	— 8	± 41	222	+ 5	± 45	— 15	± 48		
	II	40	+ 5	± 59		± 55	72	— 153	± 191	60	— 66	± 98	58	— 67	± 90	223	+ 21	± 47	+ 1	± 47		
	III	40	— 6	± 51		± 56	72	— 143	± 170	59	— 114	± 140	58	— 19	± 55	222	+ 2	± 45	— 19	± 50		
	IV	40	— 7	± 55		± 51	72	— 161	± 199	60	— 62	± 79	58	— 99	± 116	223	+ 20	± 44	— 1	± 46		
12	I	40	+ 59	± 79		± 75	76	— 57	± 85	61	— 47	± 81	58	— 5	± 38	227		± 35	+ 6	± 29		
	II	40	+ 20	± 42		± 97	76	— 77	± 105	61	— 21	± 67	58	— 7	± 52	227		± 30	+ 17	± 31		
15	I						47	— 176	± 219	42	— 34	± 48	45	— 73	± 86	112			— 2	± 22		
	II						47	— 190	± 237	42	— 61	± 76	45	— 68	± 79	112			+ 2	± 20		

Les colonnes 1, 4, 7, 10, 15 contiennent l'indication du nombre des points de contrôle contenus dans chaque bande, employés pour le calcul des moyennes et des valeurs quadratiques moyennes.

La colonne 6 contient le nombre de points de contrôle contenus dans le bloc entier et employés pour le calcul des moyennes et des valeurs quadratiques moyennes.

Dans les colonnes 2, 5, 8, 11, 14 on a reporté les moyennes (M) des différences résiduelles entre les coordonnées transformées linéairement et les coordonnées-terrain des points de contrôle contenus dans chaque bande (erreurs résiduelles après transformation linéaire des coordonnées); dans les colonnes 3, 6, 9, 12, 15 on a reporté les valeurs quadratiques moyennes (v. q. m.) des mêmes différences résiduelles.

Les colonnes 17, 19, contiennent les moyennes (M) des différences résiduelles entre les coordonnées compensées avec les différentes méthodes et les coordonnées-terrain des points de contrôle contenus dans le bloc entier (erreurs résiduelles après compensation). Enfin, les colonnes 18, 20 contiennent les valeurs quadratiques moyennes des mêmes différences.

Rapport sur les travaux et les résultats de la Commission C de l'OEEPE (1960 — 1964)

par R. Förstner, Frankfurt a. M.

RÉSUMÉ: Après avoir fait des observations sur la suite des travaux relatifs au champ d'essai d'Oberriet, l'auteur fait, dans la deuxième partie, un rapport sur l'essai de Reichenbach: l'installation du champ d'essai, les mesures exécutées, et les opérations de calcul. Enfin l'auteur fait connaître les résultats préliminaires qui ont été obtenus quant aux précisions absolue et relative.

ZUSAMMENFASSUNG: Nach einigen Bemerkungen über die weiteren Arbeiten des Versuchs Oberriet wird im zweiten Teil über den Versuch Reichenbach — die Einrichtung des Versuchsfeldes, die vorliegenden Ausmessungen und Rechenarbeiten — berichtet. Zum Schluß werden vorläufige Ergebnisse über die erreichte absolute und relative Genauigkeit bekanntgegeben.

SOMMARIO: Dopo una descrizione ed una analisi della successione dei lavori eseguiti sul poligono sperimentale di Oberriet l'Autore, nella seconda parte, riferisce sulle prove sperimentali condotte sul poligono di Reichenbach: operazioni di preparazione del poligono sperimentale, misure e calcoli eseguiti. Infine l'Autore rende noti i risultati preliminari sulla precisione assoluta e sulla precisione relativa ottenute.

SUMMARY: After some remarks on the continuation of the work connected with the Oberriet test, the author reports in the second part of this paper on the Reichenbach test: equipment of the test field, existing measurements, and computations. In conclusion the author gives preliminary results as to the absolute and relative accuracy obtained.

1. L'essai d'Oberriet

L'OEEPE a utilisé quelques stéréogrammes de la région d'Oberriet pour ses premières études. Le but principal du programme de restitution consistait à déterminer les précisions planimétrique et altimétrique de points signalisés. En outre, quelques lignes topographiques et un nombre limité de points non-signalisés et situés sur ces lignes ont été restitués.

1.1. La mesure des coordonnées

Les centres ont enregistré les coordonnées des points signalisés et non-signalisés. Un centre a en plus mesuré des points supplémentaires situés sur des détails topographiques. On dispose également de coordonnées prises dans des plans restitués (voir le paragraphe 1.2. ci-dessous). Pour les points signalisés la comparaison des coordonnées mesurées photogrammétriquement avec les coordonnées terrestres a été faite dans le travail de M. Gotthardt [1]. L'étude relative aux points non-signalisés a été commencée. Un rapport a été rédigé par M. Härry en septembre 1962 (»Mesures de points géodésiques non-signalisés dans le champ d'essai d'Oberriet«). Mais il existe encore d'autres observations qui n'ont pas été utilisées dans ce rapport et c'est pour cette raison qu'il n'a pas encore été publié. Mais nous pouvons déjà constater qu'on ne peut profiter de toute la précision de la photogrammétrie que sur les points signalisés, par suite de l'identification incertaine que peuvent entraîner les points non-signalisés.

1.2. Représentations graphiques

Une partie des points signalisés et non-signalisés ainsi que les détails topographiques a été restituée graphiquement. Les échelles de dessin dépendaient des différentes échelles des clichés. Ces restitutions ont fait l'objet d'une étude de MM. *Stickler* et *Waldhäusl*, intitulée »Graphische Auswertung nichtsignalisierter Punkte und Linien« (restitution graphique de points et de lignes non-signalisés). Ici aussi il apparaît clairement que les différences sont, pour la plupart, causées par des erreurs d'interprétation. Toutefois les mesures photogrammétriques se révèlent plus précises que les levés terrestres. Il est envisagé d'exécuter une étude supplémentaire aux Pays-Bas si les observations existantes le permettent.

1.3. Erreurs sur les distances (précision entre éléments voisins)

En partant des erreurs planimétriques absolues dont il est question au paragraphe 1.1., on devait déterminer les erreurs planimétriques relatives sous forme d'erreurs sur les distances. On dispose de distances déterminées à partir de coordonnées photogrammétriques, ainsi que des longueurs définies à partir du plan photogrammétrique. Un total de 300 distances a été jugé nécessaire. Ce nombre imposé a été complété par 90 autres distances laissées au choix des centres eux-mêmes. Les distances sont groupées selon leurs longueurs. Mais on s'est aperçu que la comparaison des distances ne peut pas fournir une valeur définitive de la précision parce que, à plusieurs reprises, les centres n'ont pas mesuré tous les points imposés de sorte que, ou bien le nombre des observations est trop petit ou bien le matériel d'observation n'est pas assez homogène. Malgré cela nous allons terminer une première comparaison des distances parce qu'il est encore important en pratique de connaître la précision obtenue sur des éléments voisins. Entre-temps l'»International Training Centre« (ITC) à Delft a transformé les coordonnées de tous les stéréogrammes (voir paragraphe 1.4. ci-dessous). Pour chaque vol, nous choisirons les points qui ont été mesurés par tous les centres, ensuite nous établirons de nouveaux répertoires des distances et exécuterons une deuxième comparaison des distances, indépendante de la première.

1.4. Etudes supplémentaires (nouvelles transformations)

Malheureusement les centres n'ont pas tous mesuré les mêmes points pour l'essai d'Oberriet et, de plus ils n'ont pas mesuré le même nombre de points. Certains ont aussi utilisé des points de contrôle différents. Pour cette raison l'ITC a fait subir aux modèles une nouvelle transformation linéaire conforme d'une part et affine sur tous les points d'autre part. Ces résultats ont été obtenus en décembre 1963. Mais il faut encore les regrouper, les analyser et les comparer avec les données mentionnées par M. *Gotthardt*.

Pendant le Congrès de Londres, j'ai déjà mentionné qu'il était plus facile d'obtenir un grand nombre de mesures que d'analyser les observations et les résultats. Il n'est donc pas étonnant que les études concernant la région d'Oberriet aient été retardées, et cela d'autant plus que les mesures relatives au polygone de Reichenbach sont venues s'y ajouter. À mon avis, il est cependant encore intéressant d'étudier actuellement tout le matériel d'Oberriet et de le publier dans la mesure du possible. Cette conclusion se justifie également par l'existence d'études spéciales importantes, présentées par différents centres qui ont participé aux recherches. En outre, il est possible que le programme ultérieur de la Commission tienne compte de ces travaux.

2. L'essai de Reichenbach

Lors du Congrès de Londres, on a déjà fait un rapport succinct sur le champ d'essai de Reichenbach (Allemagne) et sur les buts poursuivis par l'OEEPE (voir [2]). Les premiers résultats de ces tests sont connus. Bien que leur analyse ne soit pas encore terminée, nous allons en donner communication partielle. Nous renonçons à porter actuellement un jugement comparatif, celui-ci paraîtra dans le rapport officiel et définitif de l'OEEPE.

2.1. Installation du champ d'essai

2.1.1. Travaux géodésiques

Le champ d'essai s'étend sur 9 km² et comporte des dénivelées relatives s'élevant à 300 m. Le réseau trigonométrique existant fait partie du réseau général et date de 1906. En moyenne, la densité est de 3 points par 2 km². Le Service Topographique de Baden-Württemberg estime que l'erreur moyenne planimétrique est de l'ordre de $m_p = 0,05$ m. Cette précision ne suffisait pas pour nos besoins. Pour cette raison, nous avons utilisé le réseau existant uniquement pour déterminer approximativement l'échelle et l'orientation de notre nouveau réseau. Nous avons augmenté la densité du canevas trigonométrique national en déterminant 78 points supplémentaires. La compensation géométrique de ce «réseau complémentaire», comprenant un total de 111 points, donne une erreur moyenne d'une direction égale à 12^{se}. Cette valeur correspond à un déplacement planimétrique de 0,01 m pour une longueur moyenne de côté de 500 m. La transformation linéaire conforme du réseau complémentaire sur le réseau national conduit à une erreur moyenne d'adaptation de $m_p = 0,10$ m. Vu les erreurs résiduelles, nous supposons qu'il existe des déplacements systématiques de 5–6 cm aux bords du réseau. Ces erreurs n'ont pas d'effets dans les stéréogrammes choisis ultérieurement. Partant des «points complémentaires» nous avons mesuré environ 480 points de comparaison supplémentaires. Il n'a pas été possible de garantir le centrage forcé du théodolite. Parfois, on trouve des figures d'intersection défavorables. Dans ces conditions, nous nous attendons à une erreur moyenne des points de comparaison de 2 à 3 cm au maximum. Enfin nous avons transformé toutes les coordonnées dans le «Système de Reichenbach», dont un axe est approximativement parallèle à la direction du vol.

Nous avons également déterminé les altitudes des points par voie trigonométrique. En premier lieu, nous avons relié par nivellement, cinq groupes de points au réseau général de nivellement. Ce réseau général a été remesuré complètement. On peut donc supposer qu'il est absolument correct. On a également recompensé le réseau complémentaire, mais cette fois sous contrainte (du réseau général). L'erreur moyenne d'une distance zénithale est 28^{se}. Par conséquent l'erreur moyenne altimétrique d'un point de comparaison (moyenne de quatre déterminations trigonométriques) est également de 2 à 3 cm environ.

Nous présenterons une description détaillée des travaux géodésiques et une analyse des erreurs dans le rapport définitif sur le champ d'essai.

2.1.2. Le matériel des prises de vues

Le polygone a été survolé avec quatre chambres différentes, au printemps 1959. Le Tableau 1 montre les caractéristiques de ces vols (voir aussi [3]). Avant les vols, tous les points ont été matérialisés à l'aide de signaux carrés blancs (25 cm × 25 cm)

munis de moyens supplémentaires d'identification (bandes métalliques de 12 cm × 80 cm). C'est pourquoi les signaux ont des dimensions différentes dans les prises de vues aux diverses échelles adoptées. Pour l'observation, nous avons choisi deux couples de chaque vol (voir aussi par 2.2.). Selon les »Règles générales pour la participation à l'essai« chaque centre a reçu sur demande le matériel suivant:

- (1) 1 jeu de diapositives;
- (2) 1 jeu de tirages par contact;
- (3) 1 répertoire des points de contrôle à utiliser dans chaque stéréogramme et leurs coordonnées, ainsi qu'un répertoire des points à restituer dans un ordre fixé;
- (4) 1 schéma (réduction des plans cadastraux contenant les limites des parcelles) au 1 : 5 000, où figurent les points numérotés de contrôle et de comparaison;
- (5) 1 agrandissement des photos au 1 : 5 000, montrant les points de contrôle et de comparaison;
- (6) 1 répertoire de fiches signalétiques (croquis de situation des points et indications sur le mode de signalisation et d'identification supplémentaire, si nécessaire).
- (7) Les courbes de la distorsion et les données d'étalonnage des chambres de prise de vues.

Ces documents ont été préparés par l'Institut für Angewandte Geodäsie à Francfort pour être transmis aux différents centres sur demande dès mai 1960.

TABLEAU 1 — Vue d'ensemble des vols

Vol. No.	échelle	chambre de prise de vues	hauteur de vol (au dessus du sol)
1.1	1 : 8 000	Zeiss RMK 21/18	1 600
1.2	1 : 8 000	Zeiss RMK 15/23	1 200
1.3	1 : 8 000	Zeiss 2 × RMK 21/18, convergent	1 600
1.4	1 : 8 000	Wild RC 7a 10/14, plaques	800
1.5	1 : 12 000	Zeiss RMK 21/18	2 400
1.6	1 : 12 000	Zeiss RMK 15/23	1 800
1.7	1 : 12 000	Zeiss 2 × RMK 21/18, convergent	2 400
1.8	1 : 12 000	Wild RC 7a 10/14, plaques	1 200

2.1.3. Vérification des documents

Les données géodésiques ainsi que les documents pour la restitution ont été contrôlées à fond, et les points de comparaison ont été vérifiés en même temps quant à leur signalisation. En tant que »centre pilote«, l'ITC a restitué tous les points signalisés identifiables sur les prises de vues choisies, à l'aide d'un stéréocomparateur de précision.

Le même centre a ensuite calculé les coordonnées observées dans le »Système de Reichenbach«. En comparant les coordonnées photogrammétriques obtenues avec les coordonnées terrestres, on a pu déterminer les erreurs grossières qui s'étaient glissées soit dans les documents géodésiques soit dans la signalisation dans la mesure où de telles erreurs existaient. Par ce procédé nous avons été en état de transmettre aux centres une documentation qui, à première vue, était exempte d'erreurs grossières. En outre, on a recueilli des indications importantes quant aux mesures à exécuter par les autres centres. Dans les prises de vues, faites avec la chambre Zeiss RMK 15/23, on a trouvé des parallaxes considérables. Mais on s'est gardé d'éliminer ces prises de vues de l'essai car la cause de ces parallaxes n'était pas éclaircie. La vérification des documents a été terminée en avril 1961.

2.2. *Restitution*

Outre les »Directives générales relatives à la participation aux essais« les centres devaient encore observer des »Directives pour la restitution«, dont nous donnons un résumé ci-après (voir [2] et [3]). Chaque essai comprenait deux modèles d'une bande. Chaque modèle devait être orienté (orientation intérieure incluse) et observé trois fois de façon indépendante. On était libre de choisir les procédés d'orientation relative et absolue. Cinq points de contrôle étaient obligatoires pour l'orientation absolue de chaque stéréogramme. Toutes les coordonnées devaient être observées en deux passages séparés dans le temps. Un maximum de 80 points prescrits devait être mesuré dans chaque stéréogramme. De plus, après l'observation des points signalisés, il fallait mesurer les parallaxes de 15 points (25 points dans le cas des prises de vues convergentes). Les centres devaient présenter un rapport final donnant toute la suite des travaux en plus de certaines données techniques.

Au total 16 centres ont participé à la restitution avec les appareils suivants:

Autographe A 7 de Wild

Stéreoplanigraphe C 8 de Zeiss

Stéreocompareur 1818 de Jena

Stéreocompareur de précision PSK de Zeiss

Stéreocompareur de précision STK 1 de Wild.

Deux centres ont restitué une partie des clichés deux fois indépendamment, l'un par deux opérateurs différents et l'autre centre à l'aide de deux appareils différents. Un centre a utilisé des appareils différents pour les clichés de vols différents. Dans les tableaux des erreurs ces restitutions figurent sous un numéro spécial de telle manière qu'elles apparaissent comme s'il s'agissait de centres différents (voir Tableau 2). Dans les cas où les clichés des vols 1.4 et 1.8 ont été restitués à l'aide d'un Stéreoplanigraphe C 8, on a utilisé des clichés transformés (à l'aide du Réducteur Zeiss) à une distance focale de 115 mm.

Nous disposons des mesures résultant de 61 essais. La plupart des stéréogrammes mesurés dans les stéréocompareurs l'ayant été seulement une fois, le matériel d'observation comprend les résultats des mesures de 302 stéréogrammes. Ces mesures ont été terminées en octobre 1962.

TABLEAU 2 — Participation aux restitutions

Centre	Appareil de restitution
Restitution avec des appareils analogiques	
1 Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M.	C 8
2 Zeiss, Oberkochen	C 8
3 Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bad Godesberg	C 8
4 Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten, Rheinland-Pfalz, Mainz	C 8
5 Geodätisches Institut der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen	C 8
7 Institut für Photogrammetrie und Topographie der Technischen Hochschule Karlsruhe	C 8
8 Lehrstuhl für Vermessungswesen und Photogrammetrie der Technischen Hochschule Stuttgart	C 8
9 Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien	A 7
10 Photogrammetrisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich	A 7
11 Bosshard u. Näf, Vermessungsbureau, Photogrammetrie, St. Gallen	C 8
13 International Training Centre for Aerial Survey, Delft	A 7
14 KLM Aerocarto, Delft	A 7
15 MD Rijkswaterstaat, Delft	A 7
16 Katasterverwaltung, Den Haag	C 8
17 Institut Géographique Militaire, Direction de la Phototopographie, Bruxelles	A 7
18 Institut für Photogrammetrie und Topographie der Technischen Hochschule Karlsruhe	C 8
Restitution avec stéréocomparateurs	
6 Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen der Technischen Hochschule Hannover	PSK
19 Lehrstuhl für Vermessungswesen und Photogrammetrie der Technischen Hochschule Stuttgart	STK 1818
12 International Training Centre for Aerial Survey, Delft	STK 1

2.3. Travaux de calcul

2.3.1. Le premier programme de calcul

En octobre 1961, le Président de la Commission C présentait un premier projet d'un programme de calcul, dont on discutait un an plus tard. Le résultat était «La forme définitive d'un premier programme de calcul», que nous présentons succinctement ci-après:

(1) Précision des observations.

Les erreurs moyennes m_x , m_y , m_z ont été calculées à l'aide des différences dx , dy , dz entre les passages 1 et 2.

(2) Précision d'adaptation.

Les coordonnées-machine de chaque stéréogramme ont été transformées dans le «Système de Reichenbach» en utilisant les coordonnées données de cinq points de contrôle, soit séparément pour la planimétrie et l'altimétrie, soit spatialement, c'est-à-dire simultanément pour la planimétrie et l'altimétrie. Les erreurs moyennes des points de contrôle après compensation devaient être indiquées séparément pour x , y et z .

(3) Précision absolue.

En utilisant les formules de transformation obtenues (voir 2 ci-dessus) on a transformé les coordonnées photogrammétriques des points de comparaison. Les erreurs moyennes ont été calculées à l'aide des écarts entre les coordonnées photogrammétriques transformées et les coordonnées terrestres, et cela séparément pour les coordonnées x , y et pour les z , les points étant groupés comme suit:

- (I) = Points à l'intérieur du cadre des points de contrôle
- (A) = Points à l'extérieur du cadre des points de contrôle
- (R) = Points de bordure.

(4) Précision relative.

Pour décharger les erreurs absolues des parts systématiques, on a calculé les erreurs relatives et les erreurs systématiques. Chaque stéréogramme a été mesuré trois fois indépendamment, chaque observation étant transformée à l'aide des cinq points de contrôle donnés. C'est la raison pour laquelle il y a trois séries de coordonnées pour chaque point. On a formé une moyenne chaque fois. Ensuite les erreurs moyennes résiduelles photogrammétriques ont été calculées séparément pour les coordonnées x , y et z à l'aide des écarts entre les mesures individuelles et les moyennes.

(5) Précision des distances.

La comparaison des distances a été exécutée uniquement pour la première série de mesures de chaque stéréogramme. Cent distances environ ont été choisies par vol (deux stéréogrammes) et classées en cinq groupes différents de 20 distances chacun. Ces distances diffèrent en ce qui concerne leur longueur, leur pente et par le fait que leurs extrémités se trouvent ou bien dans le même stéréogramme, ou bien appartiennent à des stéréogrammes différents.

(8) Erreurs systématiques.

On a calculé les différences entre les moyennes des coordonnées, établies selon le (4) ci-dessus, et les coordonnées terrestres correspondantes. De ces différences on a calculé, séparément pour les groupes de points indiqués sous (3) ci-dessus, la moyenne quadratique des erreurs systématiques. Pour obtenir un aperçu général et clair des erreurs, et pour être en état de mieux comparer les mesures exécutées par les centres différents, ces différences de chaque point ont été représentées graphiquement sur feuilles transparentes séparément pour la planimétrie et pour l'altimétrie.

Les paragraphes (6), (7), (9), et (10) du »Projet d'un programme de calcul« concernent d'autres opérations pour calculer la précision de l'adaptation, la précision absolue et relative, ainsi que l'adaptation altimétrique et les mesures de parallaxes. Ces études, ajournées provisoirement, ont été prévues pour un deuxième cycle de calcul.

2.3.2. Résultats préliminaires

Après avoir transmis leurs résultats de mesure, la plupart des centres se sont chargés d'exécuter eux-mêmes les calculs d'après le premier programme. Les calculs ont été terminés en décembre 1963. Le Président doit grouper ces résultats et les analyser. Ce travail n'est pas encore terminé. Il est particulièrement intéressant de mentionner la précision absolue obtenue à partir des prises de vues faites aux différentes échelles. On pourrait se borner à indiquer uniquement les erreurs moyennes absolues. Mais les résultats préliminaires révèlent clairement que chaque stéréogramme est affecté d'erreurs individuelles de telle façon qu'une répétition de la mesure d'un stéréogramme fournit des résultats qui s'accordent mieux entre eux qu'avec les coordonnées terrestres. Pour cette raison nous ne donnons pas seulement les erreurs absolues selon le (3), paragraphe 2.3.1., mais également les erreurs relatives y correspondant selon le (4). Le Tableau 3 indique les erreurs moyennes absolues m_x , m_y , m_z transformées en » μ dans le cliché« pour les restitutions faites à l'aide des appareils analogiques (Autographe A7 et Stéréoplanigraphe C8). Elles sont classées séparément par vols ainsi que par groupes de points. Le rapport de l'échelle-modèle à l'échelle-image varie en effet entre 1,6 : 1 et 4,0 : 1; n est le nombre des mesures dont les erreurs moyennes ont été calculées; il est approximativement égal au triple nombre des points de comparaison. Nous indiquons seulement la moyenne pour chaque essai, c'est-à-dire que nous résumons les résultats des six (2 fois 3) mesures des deux stéréogrammes de chaque vol. Dans les dernières colonnes du Tableau 3 figurent les erreurs moyennes relatives y afférant. Ici n correspond au nombre des points de comparaison mesurés. Malheureusement, il a fallu préalablement éliminer les mesures de deux essais à 12 stéréogrammes, parce que les calculs n'étaient pas exécutés selon les règles du programme de calcul. Le Tableau 4 montre les erreurs correspondantes résultant des observations aux stéréocomparateurs. Il y manque partiellement les erreurs relatives moyennes parce que les clichés n'ont été mesurés qu'une fois.

Pour le lecteur pressé, nous avons établi un plus ample résumé des résultats des Tableaux 3 et 4. Le Tableau 5 contient les valeurs moyennes de toutes les mesures d'un vol. Au lieu des erreurs moyennes m_x et m_y , nous avons indiqué l'erreur moyenne des coordonnées m_k et, en outre, le rapport $m_y : m_x$. Nous avons encore transformé l'erreur altimétrique moyenne m_z en »‰ de l'altitude de vol« et aussi, à l'aide du rapport de base ϑ , en une erreur moyenne m_{px} de la parallaxe horizontale. Nous avons formé également la moyenne des résultats des mesures aux stéréocomparateurs

pour les vols 1.4 et 1.8, quoiqu'il s'agisse de différents types de comparateurs (voir Centre 8). Nous avons formé de même la moyenne des résultats du vol 1.6, quoique les erreurs moyennes soient très différentes et partiellement plus amples que celles se présentant pour les instruments analogiques.

En conclusion: je tiens à mentionner que les erreurs absolues m_k atteignent un minimum de 6μ environ dans le cliché, ce qui équivaut à 5 cm environ sur le terrain au 1 : 8 000. Il en résulte que la précision des coordonnées terrestres de comparaison, ainsi que la précision de l'observation photogrammétrique sont considérables. Mais il en découle également qu'il est nécessaire de déterminer le mieux possible la précision des coordonnées terrestres de comparaison pour être en état de séparer la part d'erreur provenant de la mesure terrestre de celle provenant de la mesure photogrammétrique. En moyenne les erreurs absolues se montent à 12μ dans le cliché. Elles correspondent non seulement aux erreurs de l'adaptation, mais encore aux erreurs sur les distances dont les extrémités se trouvent en deux stéréogrammes différents. Les erreurs relatives m_k varient en général entre 4μ et 8μ . Ces erreurs sont un peu plus grandes que les erreurs de mesure, mais elles correspondent aux erreurs sur les distances courtes, dont les extrémités se trouvent au même stéréogramme. En moyenne les erreurs des mesures aux stéréocomparateurs sont de 25% inférieures à celles obtenues aux instruments analogiques (voir [4] et [5]). Cependant, dans cette étude nous ne voulons pas faire une analyse détaillée des erreurs, celle-ci fera partie du rapport officiel de l'OEEPE.

Références

- [1] *Gotthardt, E.*: Rapport sur les premiers résultats de l'essai d'Oberriet de la Commission C de l'O.E.E.P.E. — Publ. spéc. de l'O.E.E.P.E., Nr. 2. Photogrammetria, XV, 1958—1959, Vol. 5, pages 114—132 (français, allemand et anglais).
- [2] *Förstner, R.*: Bericht über die Tätigkeit und Ergebnisse der Kommission C der OEEPE (1956—1960) [Rapport sur l'activité et les résultats de la Commission C de l'OEEPE 1956—1960]. — Photogrammetria, XVI, 1959—1960, Vol. 4, pages 352—357. Special Congress-number C.
- [3] *Förstner, R.*: Kurzbericht über die Arbeiten in der Kommission C der OEEPE [Résumé sur les travaux dans la Commission C de l'OEEPE]. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Frankfurt a. M. 1962, R. V, H. 2. Publ. spéc. Nr. 1, pages 31 et 32.
- [4] *Schermerhorn, W.*: The present position of analytical photogrammetry. — Third United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East, 1961, Vol. 2, "Proceedings of the Conference and Technical Papers". E/Conf. 36/3 L. 28.
- [5] *v. d. Weele, A. J.*: Numerical and analytical photogrammetry at large scales. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Frankfurt a. M. 1964, R. V, H. 7 [SIP-Congress Lisbon 1964, Comm. IV, Invited Paper Nr. 3].

TABLEAU 3 — Précision absolue et relative (appareils analogiques)

Mesure en μ dans le cliché

Centre	Précision absolue																Précision relative			
	I: points dans l'intérieur				A: points dans l'extérieur				R: points de bordure				Σ : total des points I, A, R				Σ : total des points I, A, R			
	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
Vol No. 1.1																				
3	279	8	11	23	117	11	15	27	63	10	18	29	459	9	13	24	154	6	6	13
4	279	9	8	28	120	12	11	33	63	10	14	34	462	10	10	30	155	7	6	23
7	279	9	10	23	120	14	18	35	61	12	15	35	460	11	13	28	153	6	8	14
8	279	8	9	29	117	13	13	26	63	10	16	26	459	10	11	28	154	6	6	12
10	279	5	9	20	117	10	12	15	66	10	15	22	462	7	11	19	157	3	4	8
17	277	9	13	23	120	15	20	26	62	15	17	31	459	11	15	25	155	8	9	9
18	279	10	15	28	120	11	16	32	63	12	14	45	462	11	15	31	155	6	9	24
Vol No. 1.2																				
2	312	9	11	31	141	12	12	27	48	6	13	26	501	10	12	29	169	4	6	9
4	288	10	12	38	141	13	17	32	45	10	21	41	474	11	14	36	159	6	8	13
5	315	10	13	23	141	13	15	26	48	12	18	26	504	11	14	24	170	6	7	9
9	285	8	11	38	141	12	14	31	48	12	19	44	474	10	13	37	159	5	5	6
Vol No. 1.3																				
2	294	17	11	14	168	17	18	22	36	15	17	28	498	17	14	18	170	5	5	9
3	258	13	11	24	171	16	19	33	36	18	15	40	465	15	15	28	160	7	7	17
7	264	19	13	25	171	24	20	32	36	25	17	46	471	21	16	29	160	8	6	20
8	261	16	13	23	171	17	23	24	36	18	25	28	468	17	18	24	159	6	5	13
11	237	14	14	23	144	17	17	35	33	20	14	52	414	15	15	30	141	8	9	19
14	264	13	13	25	171	19	26	46	36	28	12	53	471	16	18	54	160	7	7	17
16	262	14	14	23	169	18	26	31	36	20	20	29	467	16	19	26	156	12	13	21
18	264	22	17	25	171	27	22	32	36	25	18	33	471	24	19	28	160	7	7	17
Vol No. 1.4																				
1	213	7	8	20	150	9	11	30	66	13	13	28	429	9	10	25	144	5	6	9
9	180	6	6	13	150	6	7	19	63	7	8	16	393	6	7	16	132	4	4	6
10	185	5	9	12	147	8	10	17	63	9	12	18	393	7	10	15	133	3	3	7
13	177	6	9	16	150	6	12	22	60	10	16	24	387	7	11	19	127	4	6	9
17	183	5	6	10	149	6	8	13	66	7	9	13	398	6	7	12	134	4	5	5
Vol No. 1.5																				
1	330	11	13	26	138	17	16	34	27	15	15	36	495	13	14	29	169	6	8	17
4	303	11	16	28	138	17	18	35	24	15	13	35	465	13	17	31	158	10	15	31
8	301	8	9	21	139	11	10	28	24	11	11	23	463	10	9	24	157	4	4	11
10	303	8	9	18	138	12	12	21	26	14	7	17	467	10	10	19	159	3	4	10
15	303	8	11	20	135	13	12	32	27	8	11	37	463	9	11	24	158	5	5	8
Vol No. 1.6																				
2	312	10	9	24	171	12	15	27	9	16	14	30	492	11	11	25	169	5	6	8
4	282	12	16	36	162	15	18	35	12	11	33	64	456	13	17	36	153	8	15	25
5	315	12	14	35	174	16	17	32	15	12	13	23	504	13	15	27	169	7	7	12
Vol No. 1.7																				
1	249	10	10	27	228	12	14	32	27	18	18	46	504	11	12	30	169	7	9	20
2	246	9	8	15	228	14	12	19	27	16	23	34	501	12	11	18	169	5	4	9
8	217	9	11	16	228	13	16	24	26	14	26	29	471	12	15	21	157	5	5	12
11	162	9	11	19	162	12	11	26	15	16	13	36	339	11	11	23	115	6	7	14
16	212	11	13	22	224	13	17	30	26	13	16	39	462	12	15	26	152	8	9	18
Vol No. 1.8																				
1	312	8	10	19	163	10	12	18	18	7	18	26	495	9	11	19	170	4	6	10
10	282	5	7	11	162	8	10	11	18	8	14	15	462	6	8	11	159	3	4	7
15	278	6	12	9	165	9	13	14	17	8	13	13	460	7	13	11	157	3	4	5
17	278	5	6	12	162	6	8	15	18	6	10	17	458	5	7	13	158	3	4	4

TABLEAU 4 — Précision absolue et relative (stéréocomparateurs)

Mesure en μ dans le cliché

Centre	Précision absolue																Précision relative			
	I: points dans l'intérieur				A: points dans l'extérieur				R: points de bordure				Σ : total des points I, A, R				Σ : total des points I, A, R			
	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
Vol No. 1.1																				
6	93	5	5	15	40	8	7	19	21	6	7	15	154	6	6	16				
12	93	5	5	24	59	8	8	21	21	7	8	25	153	6	7	23				
Vol No. 1.2																				
6	92	6	10	32	46	10	11	30	13	9	15	48	151	7	11	35				
12	94	7	13	32	45	11	17	36	16	11	23	46	155	9	15	34				
Vol No. 1.3																				
6	88	9	6	14	57	12	14	23	12	14	11	27	157	11	9	18				
12	87	7	6	14	56	11	14	20	10	15	6	25	153	9	9	17				
Vol No. 1.4																				
19	181	6	6	11	147	8	7	16	65	10	8	15	393	7	7	14	128	5	6	6
6	60	4	6	9	50	4	4	15	22	5	6	14	132	4	5	12				
12	58	6	7	13	50	6	8	18	21	9	10	14	129	7	8	15				
Vol No. 1.5																				
6	99	5	6	17	40	6	7	30	8	7	9	35	147	5	7	22				
12	101	6	7	24	43	8	11	26	9	10	15	25	153	7	9	25				
Vol No. 1.6																				
6	88	7	11	30	49	9	11	19	3	13	6	9	140	8	11	26				
12	94	21	22	44	54	19	22	43	4	16	23	68	152	20	22	44				
Vol No. 1.7																				
6	72	4	4	13	75	8	9	21	9	8	8	31	156	6	7	18				
12	71	7	7	20	71	9	11	22	9	9	12	28	151	8	9	22				
Vol No. 1.8																				
19	277	5	8	10	163	6	7	10	18	5	10	12	458	5	7	10	151	4	5	6
6	92	5	5	11	54	6	8	12	6	6	14	16	152	4	6	12				
12	93	5	6	12	53	6	8	15	6	4	5	10	152	5	7	13				

TABLEAU 5 — Résumé des tableaux 3 et 4

*) Mesure en μ dans le cliché

Vol. No.	Précision absolue																				Précision relative				
	I: points dans l'intérieur					A: points dans l'extérieur					R: points de bordure					Σ : total des points I, A, R					Σ : total des points I, A, R				
	m_k μ^*	m_H μ^*	m_Z μ^*	m_{px} μ^*	m_{py} μ^*	m_k μ^*	m_H μ^*	m_Z μ^*	m_{px} μ^*	m_{py} μ^*	m_k μ^*	m_H μ^*	m_Z μ^*	m_{px} μ^*	m_{py} μ^*	m_k μ^*	m_H μ^*	m_Z μ^*	m_{px} μ^*	m_{py} μ^*	m_k μ^*	m_H μ^*	m_Z μ^*	m_{px} μ^*	m_{py} μ^*
Appareils analogiques																									
1.1	10	1,3	23	0,12	10	14	1,3	28	0,13	11	14	1,4	32	0,15	12	11	1,3	26	0,12	10	6	1,1	14	0,07	5
1.2	11	1,2	33	0,23	23	15	1,1	29	0,19	20	14	1,3	35	0,23	24	12	1,2	31	0,20	22	6	1,2	10	0,07	7
1.3	15	0,8	23	0,11	12	20	1,1	32	0,15	16	19	0,8	39	0,19	20	17	1,0	27	0,13	14	8	1,0	17	0,08	9
1.4	7	1,4	14	0,14	8	8	1,3	29	0,20	11	11	1,2	20	0,20	11	8	1,3	17	0,17	10	4	1,3	8	0,08	5
1.5	11	1,3	23	0,11	8	14	1,0	30	0,14	11	12	0,9	30	0,14	11	12	1,1	25	0,12	9	6	1,3	15	0,07	5
1.6	12	1,2	28	0,18	17	16	1,2	31	0,20	19	16	1,6	39	0,26	23	13	1,2	30	0,20	18	8	1,3	15	0,10	9
1.7	10	1,1	20	0,10	10	14	1,1	26	0,12	12	18	1,3	37	0,18	18	12	1,1	24	0,12	12	7	1,1	15	0,07	7
1.8	7	1,4	13	0,13	8	10	1,3	14	0,14	8	11	1,9	18	0,18	11	8	1,4	14	0,14	8	4	1,4	7	0,07	4
Stéréocomparateurs																									
1.1	5	1,1	20	0,10	8	8	0,9	20	0,10	8	7	1,2	20	0,10	8	6	1,0	20	0,10	8					
1.2	9	1,8	32	0,21	22	12	1,3	33	0,22	23	15	1,9	46	0,30	32	10	1,6	34	0,22	24					
1.3	7	0,8	14	0,07	7	13	1,2	21	0,10	11	12	0,6	26	0,12	13	10	0,9	18	0,09	9					
1.4	6	1,1	11	0,11	6	7	1,0	16	0,16	9	9	0,9	15	0,15	9	7	1,0	14	0,14	8	5	1,2	6	0,06	3
1.5	6	1,2	21	0,10	8	9	1,2	28	0,13	10	10	1,3	30	0,14	11	7	1,3	23	0,11	8					
1.6	16	1,2	38	0,25	23	16	1,2	31	0,20	19	15	1,1	44	0,29	26	16	1,2	36	0,24	22					
1.7	6	1,1	16	0,08	8	9	1,2	22	0,10	11	9	1,1	30	0,14	14	8	1,1	20	0,10	10					
1.8	6	1,5	11	0,11	7	7	1,2	11	0,11	7	8	2,0	13	0,13	8	6	1,4	11	0,11	7	5	1,3	6	0,06	4

Rapport de la Commission E pour Lisbonne

par K. Neumaier, Wien

RÉSUMÉ: La Commission E présente un rapport sur sa mission, sur les études communes entreprises jusqu'à présent, pour dresser des cartes au 1/100 000 à l'aide de photographies aériennes exclusivement. On rapporte sur les recherches pour trouver les conditions optimum de la prise de vues aériennes, sur des essais d'interprétation, sur l'examen de la précision obtenue, et sur le planning du procédé suivi en coordonnant de bon sens le mode opératoire, et de la succession des travaux d'interprétation, de la restitution photogrammétrique, de la généralisation, de la représentation cartographique et de la reproduction.

ZUSAMMENFASSUNG: Die Kommission E berichtet über ihre Aufgabenstellung, über bisher unternommene gemeinsame Untersuchungen zur Herstellung von Karten 1 : 100 000 nur mit Hilfe von Luftbildern. Es wird berichtet über die Untersuchungen zur Ermittlung der optimalen Aufnahmebedingungen, über Interpretationsversuche, über Genauigkeitsuntersuchungen und über die Planung des Herstellungsvorganges durch sinnvolle Abstimmung der Arbeitstechnik und der Reihenfolge von Interpretation, photogrammetrischer Auswertung, Generalisierung, kartographischer Darstellung und Reproduktion.

SOMMARIO: La commissione E riferre su i suoi problemi da risolvere e sulle ricerche comuni fatte finora sulla produzione di carte al 100 000^{imo} basando esclusivamente sulle fotografie aeree. Si riferre sulle ricerche per determinare le ottime condizioni di presa, sulle ricerche concernando l'interpretazione e la precisione ottenibile e sulla progettazione del processo di produzione mediante una coordinazione della tecnica del lavoro e della successione dei processi d'interpretazione, restituzione fotogrammetrica, generalizzazione, rappresentazione cartografica e riproduzione.

SUMMARY: Commission E presents a report on its tasks, on its concerted studies so far performed in the preparation of 1 : 100,000 scale maps by the exclusive use of air photographs. The report deals with the experiments made to find out the optimum conditions of air surveying, with interpretation tests, with accuracy checking, and with the planning of map preparation by ingenious coordination of working techniques and of the sequence of interpretation, photogrammetric plotting, generalization, cartographic representation, and reproduction.

La commission E s'est chargée de la tâche d'étudier les questions de l'établissement direct des cartes à petites échelles au moyen de prises de vues aériennes et de trouver une méthode qui permettra, en particulier aux pays sous-développés, de produire telles cartes le plus vite possible, avec des équipements simples, peu de moyens et sans personnel spécialisé. Lors de ces études seront traités en même temps les problèmes de la photogrammétrie, de l'interprétation et de la cartographie. Comme, dans les échelles usuelles, l'échelle de 1/100 000 a de l'importance particulière, on a décidé à effectuer d'abord les recherches pour une carte à l'échelle de 1/100 000.

A ce sujet, il fallait, comme première question importante, hors de l'établissement d'une légende utile, éclaircir la détermination des conditions les plus favorables des prises de vues. Il doivent être garanties aussi bien l'interprétation sans faute des détails que l'observation de certaines tolérances concernant la situation, les courbes de niveau et les formes caractéristiques pour une telle carte.

Au début des recherches on a disposé de vues aériennes à l'échelle de 1/60 000 (RC 7, Aviogon, $f = 100$ mm). Les essais d'interprétation ont montré qu'il fallait étudier encore les échelles plus petites. Pour ces autres études, les prises de vues ont été faites avec une chambre Wild RC 9, Superaviogon, à l'échelle de 1/100 000 à 1/120 000 et mises à la disposition par la Firme Aero Service Corp., Philadelphia. Après la sélection du matériel de test correspondant, les essais d'interprétation de »Bedford« et de »Waterbury« ont été effectués avec ces données de base. On a fixé:

1. l'interprétation du contenu de l'image des prises de vues avec l'échelle d'image de 1/110 000;
2. la représentation des résultats de l'interprétation sur des agrandissements à l'échelle approximative de 1/30 000;
3. la généralisation pour une carte à l'échelle de 1/100 000 et la représentation cartographique selon la légende établie.

Au Congrès à Londres, en 1960, on a montré déjà, dans l'exposition, les résultats d'un essai préliminaire effectué à Vienne:

Essai Bedford 1

- La restitution à l'appareil Wild B 9 à l'échelle de 1/100 000 et le dessin avec des pastels ont été effectués.

Le résultat de la restitution fut transporté sur des plaques de verre au moyen de la reproduction et la séparation des couleurs fut faite au moyen de la gravure sur verre. La généralisation et l'interprétation furent effectuées pendant la restitution. Par-là, on a usé de temps précieux à l'appareil qui, par conséquent, ne fut pas pleinement utilisé. En outre, ce procédé demande des restituteurs qui sont experts de l'interprétation et de la généralisation à cette échelle et qui sont des dessinateurs spécialisés.

Comme la plupart des travaux sera fait à l'appareil, ceux-ci pourront être effectués aussi par la même personne.

Essai Bedford 2

- La restitution à l'appareil Wild A 9 à l'échelle de 1/50 000 et le dessin avec des pastels sur 2 feuilles séparées (première feuille: situation, seconde feuille: courbes de niveau et cours d'eaux) ont été effectués.

Après la restitution s'ensuivaient l'interprétation et la généralisation. Quant à cette méthode, le restituteur et l'interpréteur ne devront pas être la même personne. Comme le dessin sera fait à l'échelle double (1/50 000), il ne faudra pas de dessinateurs spécialisés. Meilleure utilisation de l'appareil!

Essai Waterbury

- La restitution à l'appareil Wild B 9 à l'échelle de 1/100 000 fut effectuée au moyen de pastels sur la base de l'interprétation précédente et de la généralisation précédente. Cette interprétation et cette généralisation furent effectuées sur des agrandissements des prises de vues à l'échelle de 1/30 000.

Aussi dans ce cas, le restituteur et l'interpréteur ne devront pas être la même personne. La représentation en brouillon (1/30 000) ne demande pas de dessinateurs spécialisés. Très bonne utilisation de l'appareil!

Ayant reçu les résultats des essais d'interprétation on a choisi deux parties caractéristiques du matériel de test. Ces parties furent extraites maintenant des travaux des différents participants et établies sur du matériel transparent à l'échelle approximative de 1/30 000. Le résultat de chaque participant fut imprimé dans une autre couleur. En même temps, on a réduit ces parties à l'échelle de 1/100 000. Ainsi, on a établi des éléments utiles pour comparer les résultats aussi bien de l'interprétation que de la généralisation.

Ces éléments furent transmis alors aux participants en les priant de soumettre un rapport à la Commission E après les avoir étudiés et comparés profondément.

Après avoir obtenu ces rapports, la Commission a fait un »Rapport commun établi par les Centres ayant participé aux tests sur les essais d'interprétation de Bedford et de Waterbury« dont la publication est en cours.

En résumé, on peut dire sur ce premier grand essai que, en prenant pour base les problèmes posés, même à une échelle de cliché aussi petite que le 1/110 000, la situation nécessaire pour une carte à l'échelle de 1/100 000 pourra, en général, être extraite de façon encore satisfaisante à partir de ces images, pour autant que la visibilité du terrain soit bonne. Cependant, comme le matériel photographique servant de base pour les essais fut obtenu dans des circonstances extrêmement favorables et, par conséquent, représentait un cas exceptionnel en ce qui concerne la qualité des images et les conditions des prises de vues (altitude de vol 12 000 m, meilleures conditions de temps, etc.), il semblait plus favorable de se servir de prises de vues aériennes à l'échelle de 1/60—80 000, celles-ci pouvant être faites avec les moyens couramment disponibles et dans les conditions normales de temps et de visibilité, même si on rencontrera certaines difficultés. Ces photos permettront aussi, même si elles seront de moindre qualité, d'interpréter avec certitude les détails nécessaires pour une carte à l'échelle de 1/100 000.

Au cours de la recherche il fallait maintenant éclaircir comme seconde question importante, jusqu'à quel point la précision planimétrique et altimétrique d'une restitution photogrammétrique, issue de ces prises de vues à l'échelle de 1/60—80 000, correspondra aux exigences d'une carte à l'échelle de 1/100 000, et, si possible, il fallait en même temps trouver la méthode la plus favorable pour l'établissement d'une telle carte, c'est-à-dire, accorder raisonnablement les phases des opérations et la technique de travail (interprétation, restitution photogrammétrique, généralisation et représentation cartographique).

Pour étudier cette question on a fixé en 1961 un vol photographique en Suisse avec une chambre Wild RC 9, Superaviogon, $f = 88$ mm, et l'échelle de l'image de 1/75 000. Sous l'indication »Bloc Suisse« on a commencé alors par un second grand essai. Après avoir fait les travaux préparatoires à Vienne et après avoir choisi les 4 modèles de test on a distribué à tous les participants aux tests une instruction précise concernant la restitution de ces modèles ainsi que le matériel de base demandé suivant le besoin. L'instruction a compris le suivant:

Les appareils de restitution, l'échelle de restitution et les méthodes de travail ont été à choix libre. 6 points de contrôle par modèle étaient donnés. L'essai terminé, il fallait fournir à la Commission E ce qui suit: l'enregistrement des erreurs résiduelles après l'orientation absolue, la représentation cartographique de la situation à l'aide de l'interprétation des prises de vues aériennes et de la généralisation selon la légende jointe, les principes généraux pour la généralisation (d'après les expériences faites au

cours du premier essai), l'équidistance des courbes de niveau de 50 m, la prescription précise de ces points dont les altitudes ont dû être déterminées, les indications de temps concernant les différentes phases de travail et, comme résultat de cette recherche, les séparations des couleurs à l'échelle de 1/100 000 sur des feuilles transparentes.

Le tableau ci-joint donne des renseignements sur le matériel de base obtenu jusqu'au 31 Mars 1964 ainsi que sur les méthodes de travail employées par les différents Centres.

Pour avoir de vraies possibilités de comparaison, les séparations des couleurs originales à l'échelle de 1/100 000 du terrain de test furent déjà mises à la disposition — sur la demande du Président de la Commission E — par le Service Topographique Suisse. Par ce moyen on a pu faire des comparaisons très instructives, surtout en ce qui concerne le cours des courbes de niveau. La comparaison des séparations des couleurs (situation, courbes de niveau, cours d'eaux et areas de forêts) avec l'original est très intéressante; de même la comparaison des cotes mesurées dans les modèles de test avec celles des Cartes Suisses aux échelles de 1/100 000 et de 1/25 000. Cette comparaison fut effectuée à Vienne pour les restitutions à l'appareil Wild A 9, pour 140 points cotés, et il y avait les différences suivantes:

73% au-dessous de ± 2 m,

$m \approx 0,3\% \text{ Z}$ (A₉)

différences maximum jusqu'à ± 6 m.

Pour donner une première impression de la carte demandée, les participants de Vienne et de Delft ont, jusqu'à présent, copié ensemble les différentes séparations des couleurs à l'échelle de 1/100 000 à une copie 'multicolor'. Ces copies 'multicolor' sont une très bonne base de discussion concernant les questions de l'arrangement et de la technique de travail pour l'établissement de telles cartes.

On a l'intention maintenant d'effectuer toutes les études de comparaisons susmentionnées. Les résultats donneront des renseignements sur les questions posées suivantes:

- meilleures conditions des prises de vues en employant les différents types d'appareils;
- la méthode la plus favorable et la plus économique pour l'établissement d'une carte à l'échelle de 1/100 000.

Finalement, la Commission E a l'intention d'établir une feuille modèle 'multicolor' d'une telle carte à l'échelle de 1/100 000.

Des exemples d'études seront démontrés dans l'Exposition Nationale d'Autriche.

No.	Centre	appar.	matériel de restitution	échelle de restitution	matériel de dessin p.l. restitution	matériel fourni	méthode de travail	heures de travail (p. env. 400 km ² de surface)					remarques
								travaux préparatoires	restitution	interprétation généralisation	représentation cartographique	Total	
1	Vienne	Wild A 9	dias réduits sur verre	1/50 000	papier à dessin (avec stylo à bille)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 5 séparations des couleurs 1 multicolor	2 feuilles séparées (situation-courbes de niveau) interprét., général. et représent. cartogr. au moyen de pastels sur l'original, séparations d. couleurs par la photographie et par le dessin	20	100	160	200	500*)	*) y compris toutes les heures supplémentaires pour les premiers examens préliminaires (>Centre pilote<)
2	Vienne	Wild B 9	dias réduits sur verre	1/50 000	papier à dessin (avec stylo à bille)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 1 séparation des couleurs (courbes de niveau)	comme no. 1	—	150	—	—	—	sans représent. cartographique
3	Delft	Stéréomètre Santoni	dias sur verre	1/50 000	Astrafoil blanc (avec crayon)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 5 séparations des couleurs 1 multicolor	2 feuilles séparées (situation-courbes de niveau) brouillon avec pastels gravure d'émulsion 1/50 000	5	175	155	—	335	multicolor: courbes de niveau manquent.
4	Zurich	Wild A 9	dias réduits sur verre	1/100 000	feuille avec émulsion (k + E)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 4 feuilles avec émulsion (gravée)	gravure d'émulsion directement à l'appareil au 1/100 000	15	110	—	—*)	—	4 dias faits à Vienne feuille-fôret manque! *) représentation cartographique non effectuée.
5	Munich	Wild B 8	dias sur verre 1/75 000	1/25 000	papier à dessin (avec pastels)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 7 séparations des couleurs	généralisation 'multicolor' sur réduction 1/33 333, séparations des couleurs par dessin sur Astralon réduction fotogr. du dessin définitif sur le 1/100 000	35	180	68	173	456	
6	Karlsruhe	Stéréotop Zeiss	dias compensés sur verre (1/75 000)	1/50 000	papier à dessin (avec feuille de métal) (avec crayon)	4 protocoles des erreurs résiduelles 4 dias avec points cotés 1 original généralisé (1/50 000) 1 réd. phot. (1/100 000)	généralisation avec de l'encre de Chine de couleur sur la photocopie bleue au 1/50 000	3	222	152	—*)	—	*) représent. cartogr. et procédé de sép. d. couleurs non faits à défaut de temps
7	Frankfort	Wild B 8 Stéréotop Zeiss	dias compensés sur verre (1/75 000)	1/50 000	situation: sur papier avec feuille de métal courbes de niveau: sur Astralon (avec crayon)	4 protocoles des erreurs résiduelles 2 dias avec points cotés 5 séparations des couleurs 1 multicolor	2 feuilles séparées (situation-courbes de niveau); procédé d. séparations d. couleurs par gravure d'émulsion sur plaques d. verre au 1/100 000	—	271	—	171	442	

Report of Commission F

by A. J. van der Weele, Delft

RÉSUMÉ: Des résultats provisoires sont rapportés sur deux sujets. La comparaison de trois procédés itératifs pour le calcul analytique de bandes montre qu'aux erreurs d'arrondissement près les résultats sont identiques. Toutefois, l'une des méthodes est plus sensitive aux déviations du cas idéal (photographie verticale et terrain plat) que les autres. Trois méthodes de transfert stéréoscopique de points ont été comparées (aiguille simple, Wild P. V. G., et Zeiss-snap-marker). La précision obtenue ne montre pas de différences importantes et est de l'ordre de grandeur de 5μ (erreur quadratique moyenne).

ZUSAMMENFASSUNG: Es wird über die vorläufigen Ergebnisse von 2 Untersuchungen berichtet. Ein Vergleich von 3 Iterationsverfahren der analytischen Streifenbildung ergab innerhalb der Rechenschärfe identische Resultate. Eines der Verfahren ist jedoch empfindlicher gegen Abweichungen vom Idealfall (Vertikalaufnahmen, flaches Gelände) als die beiden anderen Verfahren. Drei Methoden der stereoskopischen Punktübertragung sind miteinander verglichen worden (einfache Nadel, Wild P. V. G., Zeiss-Schlaggerät). Die Genauigkeiten der Punktübertragung, die mit den 3 Methoden erreicht wird, zeigen keine wesentlichen Unterschiede und liegen in der Größenordnung von 5μ (mittl. Fehler).

SOMMARIO: Su due differenti soggetti sono riportati alcuni risultati provvisori. La comparazione di tre procedimenti iterativi per il calcolo analitico delle bande mostra che, a parità degli errori di approssimazione, i risultati sono identici. Tuttavia uno dei tre metodi è più sensibile alle deviazioni dal caso ideale (fotografia verticale e terreno piano) che gli altri. Sono stati messi a raffronto tre metodi di trasferimento stereoscopico di punti (semplice ago, Wild P. V. G. e Zeiss-snap-marker). La precisione ottenuta non mostra importanti differenze ed è dell'ordine di grandezza di 5μ (errore quadratico medio).

SUMMARY: Provisional results are reported on two subjects. The comparison of three iterative procedures for analytical strip formation shows that, within the range due to rounding-off errors, the results are identical. However, one method is more sensitive to deviations from the ideal case (vertical photography and flat terrain) than the others. Three methods of stereoscopic point transfer have been compared (simple needle, Wild P. V. G. and Zeiss-snap-marker). The precision obtained shows no significant difference and is of the order of magnitude of 5μ (standard error).

The working group has, so far, studied several subjects of which two have lead to conclusions.

A summary of the work that has been executed and of the results obtained are given below:

1. Comparison of different methods for analytical strip formation

1.1.

At the commencement of the groups activities no material was available for practical tests, so the comparison of the calculation-procedures has been based on a theoretical case. For this purpose the mathematical division of the I. T. C. computed plate-coordinates of 26 photographs which together represent a strip of 25 models.

The computation of terrain-coordinates had to be done from those plate-coordinates, from the knowledge that photograph no 1 had a vertical axis and that in the first model $bx = 180$ mm. The plate-coordinates, although originally computed with 9 decimal places have been rounded off to microns, this being the unit in which most stereo-comparators give their registrations.

For the computation three different methods have been applied, viz:

1. A method developed by Prof. *Inghilleri* at the "Centro di Addestramento el Studi Fotogrammetrici del Politecnico di Milano" (ref. Technical paper no. 2 of the Milano Institute, May 1959).
2. A method developed by Prof. Dr. *K. Rinner* and applied by the "Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen" at Vienna in cooperation with the Mathematical Laboratory of the Technical University (ref. Deutsche Geodätische Kommission, München 1957 — Reihe A, Heft 25).

The result of these computations have been published already in "Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Special no. 1, Vienne 1962.

3. A method developed by Ir. *C. M. A. van den Hout* and applied by the International Training Centre for Aerial Survey at Delft (ref. Bolletino di Geodesia etc., Firenze 1962. p. 418—427).

Rinner's formulae-system differs in two points from the other two:

1. The condition for the intersection of two homologues rays is expressed in terms of the shortest spacial distance between the two rays, whereas *van den Hout* and *Inghilleri* use the y -parallax.
2. The scale transfer from one model to the next is computed using all 3 common points between adjacent models whereas the others use only the nadir point.

1.2. Results

A comparison of the computed strip coordinates with the known values shows small differences which can be explained by the fact that the plate-coordinates have been rounded off to microns. Due to the above-mentioned difference between *Rinner's* method and the other two, the influence of these rounding-off errors is also slightly different, mainly in the X coordinates. All three methods are essentially iterative procedures and their efficiency can be evaluated partly by comparing the number of iterations per model. This comparison shows no appreciable difference for the first 21 models of the strip. With the Italian method, however, considerably more iterations were required for the 22nd and 23rd models, and the 24th and 25th models did not converge at all.

The conclusion from this comparison is that there is no appreciable difference between the three methods as long as the flights are regular but that *Inghilleri's* method is more sensitive to deviations from the normal case.

Ten models of this artificial strip have been used to calculate the influence of errors in the plate-coordinates on the orientation-elements and on the model-coordinates. The result also gives some indication of the variation of the cofactors of these quantities in relation to camera-inclinations and terrain-forms.

The influence of possible errors in the reconstruction of the interior orientation of the camera could also be evaluated. It was shown that this influence can be minimized by the relative and absolute orientation, and that as a consequence, the requirements for the observation of the fiducial marks in the stereo-comparator are less stringent than for the model points. If, as in this case, the relative orientation is computed from six points only, the residual *Y*-parallaxes in the model are no practical criterion for a check on the reconstruction of the interior orientation.

2. The connection of adjacent strips

2.1.

In analytical triangulation as in triangulation in analogue instruments, the precision of connections between adjacent strips depends mainly on the identification of common points.

Where analytical triangulation is executed with monocular comparators, strip formation depends on the identification of corresponding points on subsequent photographs in the strip. For these reasons it is essential to know the properties of the various procedures used for this identification. The procedure that has been tested is the stereoscopic point-transfer using different systems of marking of points.

These systems of point-transfer consist essentially of two parts, viz.:

1. Setting a mark of some form on two homologous points in the stereoscopic image.
2. Marking the position, so determined, permanently in the emulsion of the photographs.

The first item is common to all stereoscopic observations, the second is an additional requirement in those cases where we have to mark points.

To obtain an impression about the precision of stereoscopic transfer a test has been carried out with three different systems:

1. Setting with a measuring mark consisting of small holes in transparent material and subsequently pricking points through these holes with a simple needle.
2. The P. U. G. of Wild.
3. The so called snap-markers of Zeiss.

2.2.

The test has been arranged as follows: in one diapositive a number of points were pricked more or less arbitrarily, and subsequently transferred to eight copies of the overlapping diapositive. The coordinates of these transferred points were measured and by comparing the eight results a standard error in the transfer of a point was computed. The result is given in the following table:

Procedure	σ_x in μ	σ_y in μ	$\sigma_p = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$ in μ
1. needle	4.7	4.8	6.8
2. P. U. G.	4.7	3.6	6.1
3. snap-marker	4.4	4.3	6.3

These values have been computed from only 25 points, from which we can conclude that the difference between the three methods is not significant.

It should be noted that the values of the table give the combined influence of the errors in setting and pricking. Since settings in a stereoscopical model consisting of two subsequent photographs of a strip are the most favourable, it can be assumed that the standard error in pricking itself will be of the order of 5μ as a maximum.

In practical cases the standard error of the setting may vary considerably due to the prevailing circumstances such as : photographic quality — lateral overlap of strips — scale of photography — density of terrain details — etc.

From this it can be concluded that under less favourable conditions the error due to the pricking procedures, may be negligible in comparison to the observational errors.