

Juin 1972

ORGANISATION EUROPÉENNE D'ÉTUDES
PHOTOGRAMMÉTRIQUES EXPÉRIMENTALES

EUROPEAN ORGANIZATION FOR EXPERIMENTAL
PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH



PUBLICATION OFFICIELLE
OFFICIAL PUBLICATION

N° 5

Juin 1972

ORGANISATION EUROPÉENNE D'ÉTUDES
PHOTOGRAMMÉTRIQUES EXPÉRIMENTALES

EUROPEAN ORGANIZATION FOR EXPERIMENTAL
PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH



PUBLICATION OFFICIELLE
OFFICIAL PUBLICATION

N° 5

La présente publication est la propriété exclusive de
l'Organisation Européenne d'Études Photogrammétriques Expérimentales

The present publication is the exclusive property of the
European Organization for Experimental Photogrammetric Research

Tous droits de traduction et de reproduction réservés à l'OEEPE.
Imprimé et publié par l'Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M.

All rights of translation and reproduction are reserved on behalf of the OEEPE.
Printed and published by the Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M.

**Organisation Européenne
d'Études Photogrammétriques Expérimentales**

COMITÉ DIRECTEUR

(composé de Représentants des Gouvernements des Pays-Membres)

- | | | |
|-------------------|--|-----------|
| <i>Président:</i> | Präsident Dipl.-Ing. F. EIDHERR,
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 WIEN. | Autriche |
| <i>Membres:</i> | Direktor Prof. Dr.-Ing. H. KNORR,
Institut für Angewandte Geodäsie,
Kennedyallee 151, 6 FRANKFURT a. M. 70. | Allemagne |
| | Prof. Dr.-Ing. F. ACKERMANN,
Institut für Photogrammetrie der Universität,
Keplerstr. 11, 7 STUTTGART 1. | |
| | Min.Dirig. Dr.-Ing. A. VON DER WEIDEN,
Rheinland-Pfalz, Ministerium des Innern,
Schillerplatz 3-5, 65 MAINZ. | |
| | Dr. techn. J. BERNHARD,
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
Krotenthallergasse 3, 1080 WIEN. | Autriche |
| | Directeur Général Colonel F. TONGLET,
Institut Géographique Militaire,
13, Abbaye de la Cambre, BRUXELLES 15. | Belgique |
| | Prof. Dr. L. SOLAINI,
Istituto di Geodesia — Politecnico,
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 MILANO. | Italie |
| | Prof. Dr. C. TROMBETTI,
Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria,
Via Filippo Buonarroti 1, 56100 PISA. | |
| | Direktor Prof. Ir. A. J. VAN DER WEELE,
International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC),
144 Boulevard 1945, P. O. Box 6, ENSCHEDE. | Pays-Bas |
| | Direktor Ir. M. J. TE NUYL,
Directie Kadaster en Openbare Registers,
Ministerie van Financien,
President Kennedylaan 15/17, DEN HAAG. | |

Prof. Dr. W. K. BACHMANN,
Institut de Photogrammétrie, EPFL,
Avenue de Cour 33, 1007 LAUSANNE.

Prof. Dr.-Ing. H. KASPER,
Eidgen. Technische Hochschule, Photogr. Institut,
Leonhardstr. 33, 8006 ZÜRICH.

BUREAU EXÉCUTIF

Ir. J. VISSER,
International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC),
144 Boulevard 1945, P. O. Box 6, ENSCHEDE (Pays-Bas).

Prof. Dr. H. G. JERIE,
International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC),
144 Boulevard 1945, P. O. Box 6, ENSCHEDE (Pays-Bas).

*Secrétaire
Général:*

Ir. R. VERLAINE,
36, Avenue E. Digneffe, LIÈGE (Belgique).

COMMISSIONS SCIENTIFIQUES

Commission A/B — *Aérotriangulation*

Président: Prof. Dr. P. WISER,
Laboratoire de Photogrammétrie de l'Université,
6, Quai Banning, 4000 LIÈGE (Belgique).

Commission C — *Restitution aux grandes échelles*

Président: Prof. Dr.-Ing. R. FÖRSTNER,
Institut für Angewandte Geodäsie, Abt. Photogrammetrie,
Weinbergstr. 9, 623 FRANKFURT a. M. 80 (Allemagne).

Commission D — *Problèmes cartographiques de la Photogrammétrie*

Président: Präsident Prof. Dr.-Ing. W. BECK,
Landesvermessungsamt Baden-Württemberg,
Büchsenstr. 54, 7 STUTTGART 1 (Allemagne).

Commission E — *Restitution aux petites échelles*

Président: Prof. Dr. K. NEUMAIER,
Institut für Photogrammetrie der Technischen Hochschule,
Karlsplatz 13, 1040 WIEN (Autriche).

Commission F — *Problèmes fondamentaux de la Photogrammétrie (avec groupe d'études numériques)*

Président: Direktor Prof. Ir. A. J. VAN DER WEELE,
International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC),
144 Boulevard 1945, P. O. Box 6, ENSCHEDE (Pays-Bas).

uisse

CARLO TROMBETTI:

Les recherches expérimentales exécutées sur de longues bandes par la
Commission A de l'OEEPE

(avec 1 figure, 2 tables et 36 annexes, 19 tableaux)

le

après page 41

Liste des publications de l'OEEPE

Table des Matières

	page
Summary	9
1. Caractéristiques principales du polygone et du matériel expérimental	10
1.1. Polygone	10
1.2. Prises de vues aériennes	10
1.3. Préparation sur le terrain	11
1.4. Matériel diapositif et préparations préliminaires	12
2. Recherches expérimentales effectuées par les Centres de travail	13
2.1. Centre Institut für Angewandte Geodäsie de Francfort-sur-le-Main . . .	14
2.1.1. Mesures sur grilles	14
2.1.2. Sélection des points de transfert	14
2.1.3. Numérotation des points	15
2.1.4. Recherches sur les déviations des repères de cadre	15
2.1.5. Le processus d'observation	16
2.1.6. Durée des opérations	16
2.1.7. Autres mesures d'erreurs	17
2.1.8. La transformation linéaire	17
2.2. Centre Technische Hochschule de Munich	18
2.2.1. Mesures de contrôle	19
2.2.2. Sélection des points de transfert	19
2.2.3. Numérotation des points	19
2.2.4. Considérations du retrait du film	19
2.2.5. Le procédé d'observation et les enchaînements	19
2.2.6. Durée des opérations	20
2.2.7. Transformation linéaire	20
2.3. Centre International Training Center de Delft	21
2.3.1. Procédé d'observation	21
2.3.2. Enchaînements	22
2.3.3. Calcul électronique	22
2.3.4. Déviation des marques de cadre	23
2.3.5. Données statoscopiques	23

	page
2.4. Centre Rijkswaterstaat de Delft	24
2.4.1. Procédé d'observation	24
2.4.2. Enchaînements	24
2.4.3. Calcul et transformation linéaire des enchaînements	27
2.5. Centre EIRA de Florence	27
2.6. Centre Polytechnique de Milan	28
2.6.1. Etude sur la stabilité du Stéréocomparateur TA 3 — NISTRI	28
2.6.2. Observations et calculs	28
2.6.3. Calculs électroniques	28
2.6.4. Transformation linéaire et quadratique	28
3. Transformations linéaires	29
4. Calculs de préparation pour les compensations quadratiques	30
4.1. Calculs préliminaires pour le choix des points d'appui	30
4.2. Calculs de l'orientation absolue des modèles	31
5. Propagation des erreurs de l'orientation absolue	32
6. Compensation quadratique	33
7. Détermination des paramètres de déformation systématique	34
7.1. Variation d'échelle	34
7.2. Courbure verticale	36
7.3. Courbure horizontale	36
7.4. Conclusions	37
8. Examen des enchaînements exécutés sur grilles de précision	38
8.1. Variation de l'orientation absolue des modèles	38
8.2. Coefficients de régression et de corrélation. Distribution et signification	39
8.3. Valeurs moyennes des différences premières et é. q. m.	40
Bibliographie	41
Annexes 1 à 36; tableaux 1 à 19	

Les recherches expérimentales exécutées sur de longues bandes par la Commission A de l'OEEPE

Par Carlo Trombetti, Firenze/Italie

SUMMARY: For the research on very long strips, the President of Commission A has realised a testfield of 200 kilometres length and 7 to 14 km width. The axis of this testfield coincides with the straight line with coordinate $E = 670\,000$ m of zone 32 of the UTM projection. Ground heights along the profile vary from slightly above 1200 metres to as low as 15 metres. In total 321 control- and check-points have been determined, situated in 11 zones with an average separation of 20 km along the strip.

This testfield has been covered by several photographic strips. The experiments have been concentrated on strip 13, with a length of 200 km, taken with the Zeiss camera RMK 15/23 with a forward overlap of 80%. This camera had been connected to the Solar Periscope of Galileo-Santoni and to the Zeiss Statoscope.

From strip 13 with its 80% forward overlap, two strips were formed, each having a 60% forward overlap, namely strips 13' and 13". In general each of the 11 zones of ground control was covered by three stereo-models of the 60% forward overlap photography. Six participating organisations have executed together ten triangulations of which seven were carried out on analogue instruments and three on stereo-comparators. In some triangulations the periscope data have been used, in some the statoscope data and in the other triangulations no airborne auxiliary data have been used at all. In the case of the latter triangulations (the so-called "free" triangulations), the graphs of the residual ΔX , ΔY and ΔZ errors in the check-points, after a linear transformation of the strip, were clearly paraboles. In the case of the Periscope- and Statoscope-controlled triangulations, the graphs of respectively ΔY and ΔZ (Periscope) and of ΔZ (Statoscope), however, were sinusoidal and had very small absolute values. From the subsequent numerical absolute orientations of each of the controlled models, the gross errors in the check-points as well as the errors in scale ($\Delta\lambda$), azimuth ($\Delta\theta$), longitudinal tilt ($\Delta\phi$) and transversal tilt ($\Delta\omega$) of each model, could be determined.

Adjustment of the strip according to a second order polynomial — though in general not the most appropriate method of adjustment — results in a very strong reduction of the maximum values of the residual errors; after this adjustment the m. sq. errors varied between 4 and 20 metres. The systematic errors in the transfer, from one model to the next, of scale ($\delta\lambda$), azimuth ($\delta\theta$) and ϕ ($\delta\phi$) have been computed from the maximum residual errors ΔX , ΔY , ΔZ and from the closing errors in the elements of absolute orientation at the ends of the strip. These errors were very small: in the order of 10^{-5} for $\delta\lambda$ and 10^{-5} radians for $\delta\theta$ and $\delta\phi$, but their cumulative effect is very large. The value $\delta\lambda$ could be well determined from all triangulations, $\delta\phi$ from the "free" triangulations, $\delta\theta$ from the "free" triangulations and from the triangulations where the statoscope data had been used.

The computations confirm that the effect of systematic errors can be corrected to a large extent in very long strips, triangulated according to the "free" method.

Each European Centre had also triangulated a strip of 20 models formed by high precision grid plates, on the same instrument as the one used for the triangulation of the real photographs. The research carried out on the results of these triangulations aimed at the possibility to apply corrections to real strip triangulations. A statistical analysis indeed showed sensible systematic effects of the photogrammetric instruments used but the total number of samples available was too small to arrive at definite conclusions.

1. Caractéristiques principales du polygone et du matériel expérimental

L'expérience acquise [1], [2], [3] au cours des recherches expérimentales d'aérottriangulation analogique exécutées à partir de 1954 par la Commission A de l'OEEPE sur les polygones suisse et italien spécialement équipés en vue de recherches approfondies sur des bandes d'une longueur de 50 à 100 km, amena, en 1956, le Comité Directeur de l'OEEPE à étendre les recherches à des bandes beaucoup plus longues.

Après avoir passé diverses possibilités en revue, le Comité Directeur prit la décision d'étendre le polygone italien déjà existant et d'en porter la longueur à 200 km. Dans ces conditions, la préparation topographique terrestre fut réalisée par zones discontinues.

Après l'année 1959, l'activité de la Commission A eut pour objet l'étude des enchaînements des bandes très longues exécutées sur le nouveau polygone.

1.1. Polygone

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 [10]. Ce polygone (Annexe 1 et 2) s'étend dans la direction sud-nord sur une longueur d'environ 200 km. La largeur est comprise entre 7 et 14 km. Dans ses 100 premiers km, il est identique à l'ancien polygone expérimental de 1954 [1]. Le reste en est le prolongement.

Le polygone commence au parallèle de Montepescali (Grosseto), c'est-à-dire à la latitude $42^{\circ} 52' N$. Il se développe à travers la plaine de Grosseto, les collines métallifères, la vallée de l'Elsa. Il franchit la vallée de l'Arno et les Apennins Tosco-Emiliens, puis avance dans la plaine du Pô pour se terminer 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 (UTM). Le profil altimétrique passe de hauteurs maxima un peu supérieures à 1 200 m au-dessus du niveau de la mer à des altitudes minima d'environ 15 m.

1.2. Prises de vues aériennes

Les prises de vues aériennes furent effectuées par l'Aéronautique Militaire Italienne avec la participation active de la Maison Zeiss-Aerotopograph de Munich, de l'Optique Mécanique Italienne de Rome, des Ateliers Galileo de Florence, de la Firme EIRA de Florence et de l'Institut für Angewandte Geodäsie de Francfort-sur-le-Main.

Les prises de vues ont été réalisées avec un appareil bimoteur Beechcraft C 45 en utilisant (Annexe 3):

— la chambre Zeiss RMK 15/23;

- la chambre Foma-Nistri 54, munie de gyroscope;
- la chambre double aérophotogrammétrique Galileo-Santoni comprenant la chambre Galileo-Santoni VI et la chambre Galileo-Santoni IV;
- le Statoscope Zeiss;
- le Périscope solaire Galileo-Santoni.

Sur sept vols de prises de vues effectués sur le polygone, trois seulement se sont révélés utiles. Les rebuts sont dûs surtout aux conditions météorologiques défavorables. On a ainsi obtenu les 4 bandes suivantes:

- le ruban No. 13 a été effectué sud-nord avec la chambre Zeiss, le Périscope solaire et le Statoscope. Le recouvrement longitudinal est de 80%. Cette bande peut être subdivisée en deux bandes à 60% de recouvrement chacune.
- la première, numérotée 13', est formée des 87 photogrammes pairs;
- la deuxième, 13'', est constituée des 86 couples de clichés impairs;
- la bande No. 14, effectuée sud-nord avec la chambre Foma-Nistri et gyroscope, présente également un recouvrement longitudinal de 80%;
- les rubans No. 15 et No. 16, effectués avec la chambre double Galileo-Santoni et le Périscope solaire, avec recouvrement longitudinal de 60%, sont orientés le premier nord-sud et le second sud-nord. Une chambre était en position nadirale et l'autre oblique à 40°.

Les caractéristiques de chacune des bandes sont résumées dans l'Annexe 3. Le matériel sensible utilisé pour ces prises de vues a été:

- pour la chambre Zeiss: film Kodak super XX Aérographique 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 Périscope solaire: film Gevaert Aviphot Pan 30 de 200 mm.

1.3. Préparation sur le terrain

La préparation du polygone sur le terrain a été effectuée par zones espacées d'une vingtaine de km dans le sens longitudinal. Chaque zone porte sur deux ou quatre couples selon que le recouvrement des bandes est de 60% ou de 80%. Au total, 11 zones dénommées A, B, C, D, E, F, G, H, I, L, M (Annexe 4) ont été préparées pour l'ensemble du polygone.

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

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

$$m_x = \pm 0,09 \text{ m}; \quad m_y = \pm 0,10 \text{ m}; \quad m_z = \pm 0,08 \text{ m}.$$

Le numéro de chaque point est de trois chiffres; de plus, on a utilisé les index 1 ou 2 pour spécifier deux particularités d'un même bâtiment, ou bien la visée sur le sommet ou sur le sol au voisinage d'un bâtiment [10].

1.4. Matériel diapositif et préparations préliminaires

Après l'exécution des vols, la Présidence de la Commission A s'occupa de la reproduction des diapositives à distribuer aux Centres de travail. Cette reproduction a été effectuée en tenant compte de la nécessité de maintenir les plus constantes possible les conditions de laboratoire. Dans ce but, de chaque prise négative on a tiré une série de 10 copies diapositives sur verre très plat fourni par Gevaert.

Avec la collaboration du Centre IGM de Florence, elle a ensuite mis au point 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 réglementées, dans une circulaire de la Présidence, par des règles destinées à normaliser les tests obtenus par les différents Centres de recherche. Il n'y a pas lieu de reproduire ici cette circulaire très détaillée. Les normes les plus importantes peuvent être résumées comme suit:

- a) Les Centres devaient inscrire les résultats expérimentaux dans des carnets d'observation standardisés;
- b) tous les instruments employés pour les enchaînements analogiques devaient être soumis à des contrôles préliminaires permettant de déterminer cas par cas les caractéristiques saillantes du complexe «instrument-opérateur». Ces contrôles ont consisté essentiellement en rectification et vérification de la stabilité des instruments et en enchaînement des réticules de précision;
- c) pour que les résultats des tests analogiques soient comparables, les Centres devaient suivre des normes constituant un minimum commun pour toutes les méthodes de triangulation aérienne. Ainsi l'orientation relative était exécutée, pendant tout l'essai, d'une façon uniforme; chaque bande était triangulée deux fois d'une façon indépendante, quelle que soit la méthode employée, etc.;
- d) les Centres devaient en plus transmettre plusieurs documents tirés des observations, comme par exemple: une liste des coordonnées des points, réduits au système du premier couple; une liste des différences des coordonnées X, Y et Z des points nadir dans les deux enchaînements de la même bande; une liste des erreurs brutes de tous les points de contrôle après la répartition linéaire des erreurs de fermeture; un graphique des erreurs brutes des points près de la ligne des points nadir, etc.;
- e) les Centres qui exécutaient des triangulations analytiques devaient en outre communiquer tous les détails de la méthode et des enregistrements des coordonnées; la copie des enregistrements; la copie des résultats des calculs, etc.

La préparation des éléments solaires a été effectuée au Centre IGM de Florence. Ce Centre a exécuté l'enchaînement préliminaire, au Stéréocartographe Galileo-Santoni mod. IV, des bandes 13, 15 et 16 ainsi que le calcul, qui en dérive, des éléments solaires d'orientation extérieure des photogrammes. Une liste des valeurs solaires a été envoyée aux Centres; l'Annexe 5a et 5b constituent un exemple relatif à la bande 13'.

Selon les vœux du Comité Directeur, on a rédigé une instruction [5] pour l'application de la méthode d'aérotriangulation solaire analogique, comprenant le modèle de tous les enregistrements indispensables. Cette instruction a été ensuite distribuée aux différents Centres intéressés.

Le Centre IGM de Florence a calculé également les différences de hauteur statoscopiques des photogrammes de la bande 13. Malheureusement pour les prises 84, 85 et 86 le Statoscope n'a pas enregistré les données, peut être à cause des grandes différences de hauteur de l'avion entre les prises successives. La Présidence a préféré préparer sur le terrain les photogrammes 83 à 87 et les orienter sur un Stéréocartographe mod. IV par rapport aux points déterminés. Ainsi on a pu calculer les différences de hauteur par rapport à la hauteur de référence. Toutes ces valeurs ont été reportées dans l'Annexe 6a et 6b.

2. Recherches expérimentales effectuées par les Centres de travail

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

Les Centres de travail qui y ont effectué les enchaînements sont les suivants:

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

Au total, il a été effectué 10 enchaînements, dont sept analogiques et trois analytiques. Ces 10 enchaînements ont été indexés, pour simplifier, par un numéro de quatre chiffres qui indique par ordre: le Centre qui a effectué l'enchaînement, le type de triangulation, l'instrument utilisé et le numéro d'ordre du passage. Dans l'Annexe 7 est indiqué le code d'identification tant pour les enchaînements (1^{er} et 2^e passage) des clichés réels de la bande 13 que pour les enchaînements des grilles de précision (voir 1.4.b).

Les méthodes préférées par les différents Centres ont été: enchaînement libre; enchaînement avec données statoscopiques; enchaînement 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.

En plus de ces recherches, quelques Centres ont effectué 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 [4]. En particulier le Prof. *Wiser* remarque 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, même dans le cas d'aller et retour, n'améliore pas sensiblement les résultats.

Tous les Centres ont envoyé les observations instrumentales, et presque tous les Centres ont effectué la transformation linéaire des erreurs de fermeture et les graphiques relatifs.

Les principales caractéristiques des recherches accomplies par les dits Centres et la progression des travaux de dépouillement des observations instrumentales correspondantes sont résumées dans l'Annexe 8.

Les rapports envoyés par les Centres sont reproduits dans les paragraphes suivants.

2.1. *Centre Institut für Angewandte Geodäsie de Francfort-sur-le-Main*

C'est le seul Centre qui ait employé la bande 13", constituée par les 86 photogrammes de nombre impair dans la bande 13 originale (85 modèles au total). La restitution a été exécutée avec des plaques de compensation Pleogon/Topogon selon la méthode analogique (enchaînement des photogrammes successifs), mais à l'aide des données du Statoscope.

Les observations ont été interrompues au cours du deuxième passage parce que les données du Statoscope n'avaient pas été introduites correctement au Stéréoplanigraphe. C'est pourquoi le Centre a utilisé seulement le 3^e et 4^e passage pour l'analyse ultérieure des erreurs.

L'Institut für Angewandte Geodäsie a également préparé la bande 13'. Tous les documents et clichés ont été transmis au Centre Zeiss-Aerotopograph (Oberkochen). Plus tard ce Centre a transmis la restitution à l'Institut de Photogrammétrie de l'Ecole Polytechnique à Munich. Ces travaux sont rapportés dans le paragraphe 2.2.

2.1.1. Mesures sur grilles

Entre le 1^{er} et le 2^e passage (c'est-à-dire avant le 3^e et 4^e passage) une triangulation sur grille a été exécutée avec 20 enchaînements de modèles, en commençant avec «base extérieure». L'erreur maximale des grilles est 2μ . L'intervalle des lignes était 22,5 mm. Pour la triangulation b_x était toujours zéro. La base à l'échelle photographique était $b_x = 90$ mm, à l'échelle du modèle environ 160 mm. La méthode de l'orientation relative des grilles correspondait à celle de la triangulation aérienne. Les grilles restaient toujours dans le même porte-cliché. Dans chaque modèle neuf points étaient observés. Ces résultats de mesure ne sont pas encore utilisés.

2.1.2. Sélection des points de transfert

Dans chaque diapositive, près du point principal image et verticalement au-dessus et au-dessous de celui-ci, c'est-à-dire aux bords supérieur (est) et inférieur (ouest) a été marqué à l'aide de l'appareil marquer RS 1 de la Société Carl Zeiss un point artificiel.

Ces points artificiels ont été encerclés (diamètre 1 mm) pour faciliter leur identification. Dans neuf cas, on a sélectionné deux points près du bord pour assurer l'identification. Les points de transfert pour la bande 13' ont été également sélectionnés et marqués à l'Institut für Angewandte Geodäsie. Pour être en état de comparer les résultats de la bande 13' avec ceux de la bande 13" les points de transfert de 15 connexions des photographies successives ont été reportés de la bande 13' à la bande 13". Ainsi 306 points au total ont été marqués dans la bande 13". Environ 60 heures étaient nécessaires pour ce travail.

Le diamètre du cercle d'identification s'est trouvé trop petit, de sorte que le cercle a gêné beaucoup le pointé stéréoscopique des points dans la suite. Mais pour les points naturels le diamètre du cercle convient très bien et ne devrait pas être plus grand. Quant aux points artificiels, le diamètre devrait être de 3 mm à 5 mm environ. En outre, pour la sélection des points, il serait désirable que le système d'observation ait le même grossissement que l'appareil de restitution.

2.1.3. Numérotation des points

Les points de contrôle et de comparaison sont distribués en 11 groupes (A—M) sur la bande. Ces points ont reçu le même numéro dans les minutes d'observation et dans les descriptions des points. Mais on a changé les numéros donnés aux points pour les calculs successifs.

Les points de transfert de la bande 13" ont reçu comme numéro original le numéro de l'image dont le point central coïncide à peu près avec le point moyen de transfert. Dans chaque enchaînement les différents points ont reçu des notations complémentaires.

Les 45 points de transfert, destinés à la comparaison avec les résultats de la bande 13' (Ecole Polytechnique, Munich) ont été numérotés de la même manière que les points de transfert de la bande 13".

2.1.4. Recherches sur les déviations des repères de cadre

Le Centre a relevé que les diapositives montraient un retrait différent; pour cette raison on a déterminé les distances a_x et a_y des repères de plaque en direction x et y avec une échelle en verre.

A l'aide des différences correspondantes on a trouvé en moyenne une part constante (systématique) du retrait du film s'élevant à $\Delta_m = 50 \mu$. La part irrégulière contenant l'erreur de mesure également, était $m_A = \pm 8 \mu$, et l'erreur moyenne d'une distance individuelle s'élevait à $m_a = \pm 13 \mu$. Pour calculer la distance principale c on a pris chaque fois, comme d'usage, la moyenne arithmétique des distances dans les directions x et y . Par conséquent, l'erreur irrégulière de la distance principale s'élève à $m_c = \pm 6 \mu$. Cette précision devrait être suffisante en considération de la grande différence constante Δ_m .

Pour obtenir une mesure des différences de c , le Centre a calculé les différences Δa des deux valeurs successives pour a_x ainsi que pour a_y , et a trouvé la différence moyenne

$$m_{\Delta a} = 72 \mu.$$

Une discontinuité frappante: $\Delta a_x = 270 \mu$ et $\Delta a_y = 300 \mu$ a été trouvée entre les images 141 et 143. Sans cette discontinuité, $m_{\Delta a}$ vaut encore 65μ .

Il s'ensuit qu'il a fallu souvent changer la distance principale c dans l'appareil de restitution.

2.1.5. Le processus d'observation

Comme déjà mentionné, la bande a été triangulée quatre fois, c'est-à-dire:

- 1° passage (base intérieure) du 2 mai au 22 juin 1962;
- 2° passage (base extérieure) du 9 juillet au 23 juillet 1962 et du 13 août au 29 août 1962;
- 3° passage (base extérieure) du 31 octobre au 21 décembre 1962;
- 4° passage (base intérieure) du 19 février au 4 avril 1963.

L'échelle du modèle était le 1/15 000. Les observations du 2° passage ont été interrompues. Malheureusement, il a fallu quelquefois interrompre aussi les autres mesures. Entre le 1^{er} et le 2° passage, une triangulation sur grille a été mesurée avec 20 enchaînements de modèles (cf. par. 2.1.1).

La triangulation proprement dite a été exécutée selon les règles du Président de la Commission. Tous les stéréogrammes ont été orientés d'abord de manière optique-mécanique sur environ 1 à 2 diamètres de repère, ensuite par calcul, en mesurant les parallaxes y , jusqu'à ce que les parallaxes résiduelles en y sur les six points d'orientation ne dépassent pas 0,03 mm. En moyenne trois itérations ont été nécessaires pour un modèle. Dans l'orientation b_z était introduit selon les données statoscopiques et les inclinaisons longitudinales φ_1 et φ_2 étaient modifiées en conséquence. L'ajustement vertical était exécuté approximativement selon les points de contrôle donnés (erreur moyenne résiduelle, environ 1 m). La correction des altitudes en fonction de la courbure de la Terre n'a pas été exécutée.

Après l'orientation, les points étaient mesurés en deux séries dans les stéréogrammes individuels et les coordonnées étaient enregistrées.

En calculant seulement le 3° et 4° passage et en considérant que les points ont été mesurés en deux séries, nous avons environ 3 500 triplets de coordonnées. Il a fallu perforer les résultats des mesures pour le travail ultérieur.

Pour contrôler les observations, les différences des deux séries ont été calculées. Dans les coordonnées on n'a pas trouvé d'erreurs systématiques remarquables provenant des différentes directions de pointé. La précision intérieure (erreur moyenne quadratique de l'erreur des deux séries, mesurée dans l'échelle modèle) s'élève à:

$$m_x = \pm 9 \mu; \quad m_y = \pm 14 \mu; \quad m_z = \pm 20 \mu$$

c'est-à-dire 0,07‰ de l'altitude ou une erreur moyenne quadratique de la parallaxe horizontale

$$m_{px} = \pm 10 \mu.$$

2.1.6. Durée des opérations

Environ 470 heures ont été nécessaires pour toutes les observations des passages 3 et 4, y compris le réglage de l'appareil. Cela correspond à 2,8 heures par modèle, dont environ 2 heures d'orientation par modèle.

2.1.7. Autres mesures d'erreurs

Les résultats des deux passages 3 et 4 («base extérieure» et «base intérieure») n'ont pas été interprétés par le Centre avant la transformation linéaire. A cause des erreurs inévitables dans le réglage des enregistreurs mécaniques en x et y , il a fallu déplacer les stéréogrammes l'un par rapport à l'autre (cf. 2.1.8).

Conformément aux demandes du Président de la Commission A, quelques autres différences ont été calculées, c'est-à-dire:

- la différence $\Delta\varphi$ entre les deux valeurs de chaque image dans les modèles n et $n + 1$;
- les écarts $\Delta\Delta\varphi$ des valeurs $\Delta\varphi$ de la moyenne arithmétique en question des observations avec «base extérieure» et «base intérieure»;
- les différences des éléments d'orientation $\varphi, \omega, \kappa, b_x, b_y$ entre deux images successives.

2.1.8. La transformation linéaire

Avant de transformer linéairement les deux bandes (passage 3 et 4), le Centre a transformé les coordonnées-machine de tous les points par translation dans le système du 1^{er} modèle. Pour le calcul successif le Centre a distingué deux différentes espèces de coordonnées-machine, c'est-à-dire «avec basculement» et «sans basculement». La différence concerne seulement les altitudes z . Dans le premier cas, les différences en z dans les deux points de transfert extérieurs étaient éliminées, en moyenne et par voie de calcul par un changement du site, c'est-à-dire par un site de tout le modèle postérieur. Dans le deuxième cas il n'y avait pas de changement de site. Simultanément les altitudes étaient corrigées en tenant compte de l'influence de la courbure de la Terre, transversalement à la direction du vol.

Comme les altitudes étaient observées en z , et réduites une fois en considération du basculement et une autre fois sans basculement, au total, quatre différents systèmes des coordonnées existent. Mais il faut observer que les valeurs x et y de deux systèmes sont identiques.

Les coordonnées-machine définitives x, y, z_1 et z_2 enregistrées dans les répertoires des coordonnées ont été perforées et deux répertoires de ces coordonnées ont été établis avec des numéros de points croissants. En même temps les différences entre les coordonnées du 4^e passage et du 3^e passage ont été calculées.

Ensuite les stéréogrammes de départ et d'arrivée étaient transformés séparément et les points de contrôle vérifiés pour éliminer des erreurs grossières. Trois points ont été omis préliminairement. Ces trois points sont notés: «identification incertaine», mais au 3^e et 4^e passage, sur quelques points, il y a des erreurs de même direction et du même ordre de grandeur. Pour cette raison on ne peut pas supposer que ces points de contrôle ont été mal observés.

Il y a 9 ou 10 points de contrôle dans le stéréogramme de départ et 7 points de contrôle dans le stéréogramme d'arrivée. En moyenne, on a trouvé comme erreur quadratique d'ajustement de ces stéréogrammes isolés:

$$m_k = \pm 0,51 \text{ m (erreur planimétrique);}$$

$$m_z = \pm 0,62 \text{ m.}$$

Pour la transformation linéaire conforme des bandes on n'a pas utilisé les centres de gravité dans le stéréogramme de départ et dans le stéréogramme d'arrivée, mais tous les points de contrôle.

Dans le programme, la compensation pour la planimétrie et l'altitude est exécutée en une seule opération, mais selon des formules séparées (c'est-à-dire, il ne s'agit pas d'une transformation spatiale). On a trouvé en moyenne, comme erreur moyenne quadratique d'ajustage des bandes:

$$m_h = \pm 25,6 \text{ m (erreur planimétrique);}$$

$$m_z = \pm 4,1 \text{ m.}$$

Ces erreurs résiduelles de l'ajustement sont relativement grandes, mais elles sont presque sans valeur pour juger la précision. Les différences entre les erreurs résiduelles m_z des coordonnées «avec basculement» et «sans basculement» sont inférieures.

Tous les autres points ont été transformés à l'aide des éléments de transformation obtenus de cette manière. La composante x de la courbure de la Terre n'a pas été prise en considération. Les quatre répertoires des coordonnées étaient établis selon des numéros de points croissants.

On n'a pas calculé les différences entre les coordonnées transformées linéairement du passage 3 et du passage 4. Pour cette raison il manque encore un contrôle simple concernant des erreurs grossières de mesure. Mais le Centre a calculé les différences entre les coordonnées déterminées par voie terrestre et celles déterminées par voie photogrammétrique pour toutes les transformations. Les différences, en direction x s'élèvent à 750 m ou à 650 m, en direction y , environ à 110 m ou à 180 m. Ces erreurs ont clairement un caractère systématique. Les variations des altitudes, dans les quatre cas, sont au maximum de 20 m seulement. C'est évidemment parce que le Centre a utilisé des données statoscopiques pour la triangulation. A la fin d'une bande restituée sans Statoscope on a normalement une dénivellation considérable qui, dans le cas d'un ajustage linéaire conforme, cause une dénivellation au Centre. Au lieu de cette dénivellation à la fin, on a, dans le cas présent, des différences, agrandies dans l'inclinaison longitudinale φ , qui ont des effets sur le transfert d'échelle et ainsi sur les valeurs x . A l'aide des écarts résultant d'une comparaison avec les coordonnées terrestres, on a construit et représenté graphiquement (après distribution linéaire des erreurs de fermeture) des lignes d'égale erreur des coordonnées en x , y et z .

2.2. Centre Technische Hochschule de Munich

Dans le rapport du Centre de Francfort il a été indiqué que la bande 13' y a été préparée pour la restitution par le Centre de Zeiss-Aerotopograph (Oberkochen). Ce dernier Centre, à cause de sa surcharge par d'autres travaux, n'étant pas en état d'exécuter ce travail, Monsieur le Professeur Dr. *Richard Finsterwalder*, à cette époque Directeur de l'Institut de Photogrammetrie de l'Université Polytechnique de Munich, se déclara prêt à faire restituer cette bande à Munich, à condition que les autres travaux de l'Institut le permettent. Mais en exécutant la triangulation on devait malheureusement constater, que la mensuration à deux reprises, prévue par les spécifications du Président de la Commission, était au-dessus de la capacité de l'Institut. Pour cette raison il n'a été possible que d'exécuter une seule mensuration de la bande. Par conséquent, cette mensuration est seulement conçue comme un supplément des mesures exécutées par le Centre de Francfort. Pour cette raison cet exposé s'appuie sur le rapport de Francfort et doit être regardé comme supplément du rapport rédigé par le Centre de Francfort.

Pour restituer la bande 13' on a utilisé le Stéréoplanigraphe C8 de l'Institut (No. 6076, cédé à titre de prêt par la «Deutsche Forschungsgemeinschaft») à plaques de compensation pour objectifs Pleogon. On a appliqué le procédé de l'enchaînement de photographies successives avec orientation précise selon Hallert, à l'aide de données statoscopiques.

2.2.1. Mesures de contrôle

Avant de commencer la triangulation, l'appareil de restitution a été contrôlé et les constantes des porte-clichés ont été déterminées à nouveau. Ensuite on a mesuré 23 points d'un modèle sur grille avec «base intérieure» et «base extérieure». Compte tenu de la distorsion des chaumbres de restitution, il en résulta une erreur altimétrique moyenne quadratique de $\pm 0,03$ mm pour un rapport de base de $b/h = 0,59$. Cela correspond à une erreur altimétrique moyenne quadratique relative de $1 \cdot 10^{-4}$ pour une altitude de 300 mm à l'échelle de restitution.

2.2.2. Sélection des points de transfert

Les points de transfert pour la bande 13' ont été marqués dans les clichés par le Centre de Francfort. Pour les détails du procédé appliqué, voir le rapport de Francfort. Les constatations expérimentales fournies par la restitution ont été, en substance, les mêmes. En particulier, on a trouvé que le diamètre du cercle d'identification était trop petit, parce qu'il rendait difficile le pointé stéréoscopique des points.

2.2.3. Numérotation des points

Les points ont été numérotés de différentes manières pour l'observation dans le Stéréoplanigraphe et pour le procédé utilisant le calculateur électronique, parce qu'il était nécessaire d'appliquer des méthodes différentes pour l'enregistreur-imprimeur utilisé et pour le calculateur électronique.

2.2.4. Considérations du retrait du film

Les distances entre les repères a_x dans le sens x , et entre les repères a_y dans le sens y ont été mesurées à l'aide d'une échelle de verre avec une précision de $0,03 \dots 0,05$ mm sur chaque diapositive. La distance principale à introduire dans le porte-cliché a été déterminée par chaque moyenne $a = (a_x + a_y)/2$ en la comparant avec la valeur théorique de 226,00 mm. Une étude plus détaillée des différences $d = a_x - a_y$ a montré une différence systématique du retrait du film dans les sens x et y qui s'élève à $dm = 0,031$ mm. Cela correspond à un facteur d'affinité de $dm/a = -1,4 \cdot 10^{-4}$. Le calcul des erreurs moyennes quadratiques, telles qu'elles ont été traitées dans le rapport de Francfort, a donné des écarts inférieurs à 10% par rapport aux valeurs du Centre de Francfort. Dans la bande 13' il y a aussi un saut notable entre les valeurs du retrait du film pour les images 142 et 144.

2.2.5. Le procédé d'observation et les enchaînements

La bande a été triangulée dans le sens sud-nord à l'échelle modèle de 1/15 000, commençant avec «base extérieure» (premier couple formé par les photogrammes 16—18), dans un passage du 20 février au 31 mars 1962. Pour mettre en coïncidence la direction de la bande avec l'axe x de l'instrument aussi bien que possible, on a tenu compte, pour mettre en place le premier modèle 016/018, d'un azimut original pris des données du Périscope solaire. Après avoir déterminé l'échelle modèle on a soigneusement ajusté le modèle — en tenant compte de la courbure terrestre — sur 8 points de contrôle. Il en est résulté pour les erreurs résiduelles altimétriques

$$dh = \pm 0,41 \text{ m}$$

en moyenne. Cela correspond à une erreur altimétrique relative de

$$\frac{dh}{h} = \pm 0,9 \cdot 10^{-4}$$

pour une altitude de vol moyenne de 4 500 m.

L'orientation des autres modèles s'est effectuée selon la méthode du nivellement aérien, c'est-à-dire après avoir introduit d'avance la valeur b_z prise des données statoscopiques, avec les éléments d'orientation $\varphi', \varphi'', \omega'', \kappa'', b_y''$. Pour tous les modèles, les parallaxes y ont été ramenées empiriquement sur les 6 points d'orientation conventionnels à 0,1 mm environ en appliquant tour à tour des orientations et des ajustements d'échelle. Alors seulement on a exécuté l'orientation précise par calcul, qui a été répété jusqu'à ce que les 6 valeurs p_y n'excèdent plus 0,03 mm. Comme il fallait mesurer les parallaxes y après chaque phase d'orientation, il y a une liste des parallaxes résiduelles. On a déduit de l'ensemble des 86 modèles une erreur moyenne quadratique des parallaxes résiduelles qui s'élève à $\pm 0,009$ mm. En moyenne chaque modèle a nécessité 3 phases d'itération.

Le transfert de l'échelle exécuté par Munich différait de celui du Centre de Francfort seulement par le fait que les coordonnées X, Y n'ont pas été transformées de modèle à modèle. Au contraire chaque modèle a conservé son système propre. Les différents systèmes-modèle ont été transformés plus tard par leurs points de transfert dans un système machine commun.

Les coordonnées modèle et les numéros des points ont été enregistrés à l'aide du comp-
teur-imprimeur mécanique appartenant au Stéréoplanigraphe.

Dans le cas où l'on a trouvé des incertitudes dans le pointé d'un point, des désaccords entre l'interprétation de l'image et la description du point, où d'autres particularités, on a ajouté au point en question une remarque relative à l'anomalie constatée. De cette manière, on a dressé pour toute la bande une liste d'identification qui a été transmise au Président conjointement avec les minutes d'observation.

2.2.6. Durée des opérations

On a rédigé un procès-verbal indiquant le commencement et la fin de chaque observation, ainsi que toutes les durées d'arrêts et d'interruptions. Il en résulte une durée nette des mesures dans le Stéréoplanigraphe de 1 h 45 min. par modèle. Cette durée comprend: les travaux préparatoires (pointé de la distance principale, échanges des diapositives), orientation relative, transfert d'échelle, mesure des points. La durée de l'observation d'un point en deux passages s'élevait à 3 min.

2.2.7. Transformation linéaire

La bande 13' triangulée a été ajustée par transformation conforme linéaire sur les points de contrôle du premier et du dernier modèle. Avant cette opération les différents systèmes-modèle devaient être transformés, à l'aide du point nadiral commun, dans le système machine qui coïncide avec le premier modèle. Cet enchaînement des modèles s'est effectué «sans» basculement. Dans ce procédé on a pris la moyenne des coordonnées-machine des points mesurés à deux reprises, et ces dernières ont été vérifiées pour découvrir les erreurs brutes. Des points de transfert a et c (au bord supérieur et au bord inférieur de l'image) il a résulté des erreurs d'enchaînement s'élevant à

$$m_x = \pm 1,3 \text{ m}; \quad m_y = \pm 1,6 \text{ m}; \quad m_z = \pm 2,0 \text{ m}.$$

Les constantes de la transformation conforme linéaire ont été déterminées à l'aide d'une comparaison entre les coordonnées nationales et les coordonnées-machine correspondantes pour un total de 38 points (25 en A, 13 en M): tous ces points étant des points de contrôle spatiaux. Les déviations résiduelles pour altitude et planimétrie ont donné les valeurs suivantes (erreurs moyennes de mise en place):

$$m_H = \pm 2,4 \text{ m}; \quad m_L = \pm 6,9 \text{ m}.$$

A l'aide des constantes de transformation alors disponibles toutes les coordonnées des points de contrôle, existant en système-machine, ont été transformées au système national et comparées avec les coordonnées déterminées par voie terrestre. Enfin les différences en x , y et z ont été représentées graphiquement par rapport à x . On a constaté que des écarts systématiques considérables se présentent en x et y

$$(x_{\max} = 222 \text{ m}; \quad y_{\max} = 60 \text{ m}),$$

tandis que les erreurs altimétriques semblent être de nature accidentelle

$$(z_{\max} = 17 \text{ m}).$$

Cela repose sur le fait qu'on a pris en considération les données statoscopiques. Mais il faut également constater une légère déformation (3° degré) systématique en z .

Certaines différences entre les coordonnées des points de contrôle déterminées par voie terrestre et celles déterminées par voie photogrammétrique semblent signaler des fautes.

2.3. Centre International Training Center de Delft

Ce Centre a effectué l'enchaînement analytique des 86 couples de la bande 13'. Les observations ont été effectuées au Stéréocomparateur Wild STK-1, relié à l'enregistreur Wild EK-4 (Agrandissement 11 fois. Marque de repère: point noir avec diamètre 0,02 mm, entouré d'un cercle avec diamètre 0,15 mm). Deux opérateurs ont participé aux observations, l'un avec plus de 20 ans d'expérience photogrammétrique, l'autre avec 4 ans d'expérience.

La température moyenne dans la salle de travail était 20° C, et l'oscillation journalière moyenne était $\pm 1^\circ$ C.

2.3.1. Procédé d'observation

Points d'orientation relative: 6 points, de caractère naturel, distribués régulièrement. En outre, pour des raisons de contrôle, 15 points, distribués selon Hallert, ont été mesurés (aussi de caractère naturel).

Pour le transfert d'échelle, trois points avaient été piqués près de chaque point principal.

Situés dans la ligne transversale passant par le point principal, et à 1—2 cm du bord des photographies, deux points ont été piqués, l'un au-dessus et l'autre au-dessous du point principal (points «a» et «b»).

Tous les points (d'orientation relative, points piqués, points de contrôle) ont été mesurés une seule fois, en se servant des prismes de Dove pour convertir les parallaxes verticales en parallaxes horizontales.

Les mesures se sont déroulées de la façon suivante:

- a) pour le premier couple: éliminer les parallaxes verticales dans les deux points principaux avec les vis kappa des deux chariots;
- b) pour les couples suivants: changer la base (la photo commune reste fixe), éliminer les parallaxes verticales dans les deux points principaux avec les vis kappa et py de la nouvelle photo;
- c) mesurer les marques de repère des deux photos. L'enregistrement automatique n'a lieu qu'après avoir pointé monoculairement dans la photographie gauche et aussi dans la photographie droite (avec base zéro);
- d) mesurer les six points d'orientation relative, distribués régulièrement dans le couple (points naturels);
- e) mesurer les deux groupes de trois points piqués près de chaque point principal pour le transfert d'échelle;
- f) mesurer tous les points de contrôle et les points *a* et *b* (piqués);
- g) mesurer pour contrôle 15 points, distribués selon Hallert (points naturels).

2.3.2. Enchaînements

La bande a été triangulée deux fois. Période d'exécution: 6—29 septembre 1961.

Le premier passage (aller = ba bi), effectué en 120 heures de travail, avait le premier couple (16—18) avec base intérieure (16 à gauche, 18 à droite), et le deuxième passage (retour = ba bu), 124 heures de travail, avait le premier couple (16—18) avec base extérieure (18 à gauche, 16 à droite).

Immédiatement après la triangulation de retour, une triangulation de 20 couples de grilles a été exécutée, en 19 heures de travail. Le procédé était identique à celui de la triangulation «aller».

2.3.3. Calcul électronique

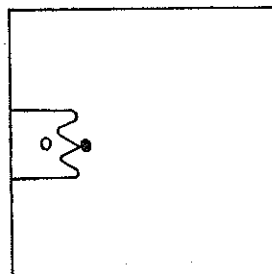
Le Centre a effectué le calcul électronique (Calculateur ZEBRA) des coordonnées-bande (sans tenir compte des coordonnées-terrestres des points d'appui), selon la méthode de van den Hout [9] et sans effectuer la compensation pour la distorsion de l'objectif.

Pour la transformation linéaire de la bande (sur ZEBRA) le Centre a utilisé les points d'appui 607 et 48 pour la planimétrie: 607, 48 et 304 pour l'altimétrie. Suivant les règles, l'ITC a établi:

- a) une liste de différences des coordonnées *X*, *Y* et *Z* des points nadir (piqués) entre les deux enchaînements de la bande;
- b) une liste de différences des valeurs d'éléments d'orientation (φ , ω , k et Δb_x , Δb_y , Δb_z) entre les deux enchaînements;
- c) deux listes d'erreurs brutes dans tous les points de contrôle, l'une pour la triangulation aller et l'autre pour la triangulation retour;
- d) des graphiques des erreurs brutes.

2.3.4. Déviation des marques de cadre

Pendant les observations sur le Stéréocomparateur Wild, on n'a pas mesuré les petits «cercles» (qui sont assez irréguliers et quelquefois invisibles), mais exclusivement les extrémités des marques. Voir figure: la marque-repère fut centrée sur la ligne de symétrie de l'extrémité. De cette façon, le point principal est suffisamment défini, mais les distances entre les repères (qui n'ont pas été utilisées dans le programme de calcul) ne le sont pas.



En mars 1966, les diapositives de la bande 13' ont été placées sur le Stéréocomparateur Zeiss et toutes les marques de cadre ont été mesurées pour une recherche des déviations qui avaient été constatées par le Centre de Francfort dans la bande 13".

En général, on a trouvé les mêmes irrégularités que Francfort:

- distance moyenne entre les deux marques en X: $[a_x]_{\text{moy}} = 225,830 \text{ mm}$;
- distance moyenne entre les deux marques en Y: $[a_y]_{\text{moy}} = 225,868 \text{ mm}$;
- $[a_x - a_y]_{\text{moy}} = -38 \text{ microns}$. Les variations des valeurs individuelles $[a_x - a_y]_i$ par rapport à la moyenne $[a_x - a_y]_{\text{moy}}$ sont $\pm 16,5 \text{ microns}$ (max: $+40 \mu$; min: -38μ). Le Centre a mesuré 33 diapositives deux fois indépendamment, pour pouvoir déterminer la précision avec laquelle les valeurs $[a_x - a_y]$ sont obtenues. Cette précision (erreur moyenne quadratique) paraît être: $\pm 12 \text{ microns}$.

Conséquemment on peut conclure qu'il y a un rétrécissement différentiel accidentel des diapositives de l'ordre de

$$\{(16,5)^2 - (12)^2\}^{1/2} = 11 \text{ microns (sur une distance de 225 mm);}$$

- les variations des valeurs individuelles $[a_x]_i$ et $[a_y]_i$ par rapport à leur moyenne $[a_x]_{\text{moy}}$ et $[a_y]_{\text{moy}}$ sont très grandes:

$$\pm 110 \text{ microns (max: } +230 \mu; \text{ min: } -340 \mu).$$

Conséquemment, on peut conclure qu'il y a des erreurs accidentelles de rétrécissement uniforme des diapositives de l'ordre de

$$\pm 110 \mu \text{ sur une distance de 225 mm (0,49\%).}$$

L'effet de ces erreurs pourrait être compensé en corrigeant les distances principales c des photographies conformément aux erreurs constatées.

Le programme de 1961 pour la triangulation analytique ne pouvant facilement inclure cette correction, la correction des valeurs c a été omise.

2.3.5. Données statoscopiques

On a comparé les coordonnées Z_i des stations aériennes, obtenues de la triangulation analytique, avec les données statoscopiques (S_i) comme publiées dans le Tableau 109/a de la publication [10].

En utilisant la formule, établie par le Dr. H. G. Jerie (ITC, Delft):

$$\sigma_{\text{stat}}^2 = 1/6 \{ \sigma_{\Pi}^2 - b^2 \cdot \sigma_{d\Phi}^2 \},$$

où σ_{Π} est la valeur moyenne quadratique des différences secondes de la série successive des valeurs ($S_i - Z_i$); b = la base aérienne; $\sigma_{d\Phi}$ = l'erreur moyenne quadratique dans le transfert de Φ d'un couple au suivant ($b \cdot \sigma_{d\Phi} \approx 0,6$ m, à l'échelle du terrain); $\sigma_{\text{stat}} =$ = la valeur moyenne quadratique des déviations irrégulières des données statoscopiques, on a trouvé:

$$\sigma_{\text{stat}} = 4,7 \text{ mètres},$$

valeur assez élevée si on la compare avec les résultats d'autres expériences. La triangulation aller et la triangulation retour montrent des erreurs statoscopiques pratiquement identiques (à 0,5 mètres près).

Il est évident que le rétrécissement uniforme accidentel provoque des erreurs en b_z de l'ordre de 0,49‰ de Z , c'est-à-dire 2,25 mètres.

Conséquemment, l'erreur moyenne quadratique dans les données statoscopiques, constatée ci-dessus, pourrait être réduite à

$$\{(4,7)^2 - (2,25)^2\}^{1/2} = 4,1 \text{ mètres}.$$

2.4. Centre Rijkswaterstaat de Delft

Ce Centre a enchaîné la bande 13' (86 couples) en appliquant la méthode solaire.

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

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%).

2.4.1. Procédé d'observation

Méthode d'orientation relative: numérique en utilisant les parallaxes observées dans les six points usuels.

Pour le transfert d'échelle: trois points piqués près du point principal.

Pour le transfert de κ le procédé a été celui appelé « κ obligé» [5].

2.4.2. Enchaînements

La bande a été triangulée deux fois.

Le premier enchaînement (aller) s'est déroulé dans le sens sud-nord. Période d'exécution: 25 nov. à 14 déc.

Le premier couple, formé par les photogrammes 16 à gauche et 18 à droite, a débuté avec base intérieure.

Les données solaires du premier couple furent introduites dans l'A7 comme suit:

$$\kappa \text{ instr.} = 500^{\circ} - \kappa \text{ tableau};$$

$$\omega \text{ instr.} = 300^{\circ} - \omega \text{ tableau};$$

$$\varphi \text{ instr.} = \varphi \text{ tableau}.$$

Pour l'orientation relative on a utilisé κ , φ et ω de la chambre antérieure (à gauche, photo 16) et b_y et b_z de la chambre postérieure. Après une orientation relative empirique approximative, les corrections $\Delta\kappa'$, $\Delta\varphi'$, $\Delta\omega'$, $\Delta b_z''$ furent calculées en utilisant les parallaxes verticales observées dans les six points usuels par les formules:

$$\Delta\kappa' = \frac{\varrho}{3b} (-p_1 + p_2 - p_3 + p_4 - p_5 + p_6);$$

$$\Delta\omega' = \frac{\varrho Z}{4d^2} (-2p_1 - 2p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6);$$

$$\Delta\varphi' = \frac{\varrho Z}{2bd} (-p_3 + p_4 + p_5 - p_6);$$

$$\Delta b_z'' = \frac{Z}{2d} (p_5 - p_3).$$

Après avoir introduit les corrections $\Delta\kappa'$, $\Delta\varphi'$, $\Delta\omega'$ et $\Delta\kappa''$, chacune des six parallaxes fut éliminée avec b_y (deux cycles de lecture). La moyenne des six valeurs b_y enregistrées est introduite.

L'orientation absolue a été effectuée par une méthode graphique utilisant une feuille sur laquelle les points d'appui planimétriques du premier couple étaient reportés à l'échelle de 1/15 000. L'échelle du modèle était aussi le 1/15 000. En utilisant les points de hauteur connue, le couple fut nivelé. De cette façon on a trouvé les suivantes erreurs d'index (corrections de calage, chambre de prise de vues — Périscope solaire — appareil de restitution):

chambre gauche $\Delta\omega = -0^s,120$; $\Delta\varphi = +0^s,055$;

chambre droite $\Delta\omega = -0^s,083$; $\Delta\varphi = +0^s,062$.

Pendant la triangulation aller ces corrections d'index ont été apportées aux valeurs périscopiques et ces valeurs corrigées et la valeur κ du tableau ont été introduites dans l'instrument pour la nouvelle plaque; la plaque précédente reste en place.

Avec le b_y et b_z de la nouvelle plaque et le κ , ω , φ de la plaque précédente, l'orientation relative est exécutée par la méthode numérique déjà décrite (avec $\Delta\kappa'$, $\Delta\varphi'$, $\Delta\omega'$, $\Delta b_z''$ et $\Delta b_y''$).

La mise à échelle du modèle est effectuée par variation de b_x , en utilisant 3 points piqués près des points nadiraux.

Enfin, ont été enregistrées les coordonnées des points de contrôle, des points principaux et des points piqués latéraux N_a et N_b .

Pendant la triangulation aller on a rencontré les différences suivantes relatives aux données périscopiques:

phot. No.	ω		φ	
	donné	appliqué	donné	appliqué
28			102,770	100,770
44			101,464	100,122
72	201,706	200,261	101,963	100,683
88	198,463	198,968		
110			100,746	100,117
116			98,616	100,687
122	201,650	199,616	100,189	100,947
126			99,456	100,006
128			98,245	100,245
134			98,456	100,273
142	200,834	201,834	101,030	100,576
150			99,934	100,934
182			101,072	100,549

Après les enchaînements sur clichés réels le Centre a effectué une triangulation de 20 couples de grilles avec $b_z = 0$. Période d'exécution 14 et 15 décembre.

On a introduit la valeur zéro pour κ'' et ω'' (de chaque chambre «nouvelle») et l'on a effectué l'orientation numérique avec φ' , φ'' , κ' , ω' et b_y . Ont été fixés $c = 152,64$ mm, $z = 300,00$ mm, $d = 200$ mm.

Le deuxième enchaînement (retour) s'est, au contraire, déroulé dans le sens nord-sud. Période d'exécution 18 déc. à 9 janvier.

Le premier couple, formé par les photogrammes 188 à gauche et 186 à droite, a débuté avec base intérieure. Ce couple était le dernier de la triangulation aller (186—188): la base de ce dernier couple fut changée de base extérieure en base intérieure: les photos restaient dans les mêmes chambres mais furent tournées (κ) de 200° .

Les données périscopiques introduites sur la chambre à droite (photo 186) furent:

$$\kappa \text{ instr.} = 500^\circ - \kappa \text{ tableau;}$$

$$\omega \text{ instr.} = -100^\circ + \omega \text{ tableau;}$$

$$\varphi \text{ instr.} = 200^\circ - \varphi \text{ tableau.}$$

Le couple fut orienté absolument en utilisant les points d'appui connus. Les corrections de calage ont été les suivantes:

$$\text{chambre gauche } \omega = +0^\circ,118; \quad \varphi = -0^\circ,156;$$

$$\text{chambre droite } \omega = +0^\circ,170; \quad \varphi = -0^\circ,110.$$

Ces corrections ont été apportées aux valeurs périscopiques données dans le tableau pendant la triangulation retour.

Pendant la triangulation retour on a rencontré les différences suivantes relatives aux données périscopiques:

phot. No.	ω		φ	
	donné	appliqué	donné	appliqué
150			99,934	100,934
142	200,834	201,834	101,030	100,722
134			98,456	100,456
128			98,245	100,227
126			99,456	100,060
122	201,650	199,650	100,189	101,189
116			98,616	100,564
110			100,746	100,157
88	198,463	199,082		
72	201,706	200,359	101,963	100,597
44			101,464	99,999
28			102,770	100,343

2.4.3. Calcul et transformation linéaire des enchaînements

Les coordonnées mesurées pendant l'enchaînement ont été réduites à un système unique de référence instrumentale et transformées ensuite dans le système topographique terrestre.

Après cette transformation, on a effectué la transformation linéaire des deux enchaînements analogiques en utilisant les points d'appui 729, 322, 702 et 205.

Les calculs et les transformations linéaires des bandes ont été effectués avec le calculateur électronique ZEBRA.

Suivant les règles, on a établi:

- une liste de différences des coordonnées X, Y et Z des points nadir (points centraux piqués) entre les deux enchaînements;
- une liste de différences des valeurs d'éléments d'orientation (φ , ω , κ , b_x , b_y , b_z) entre les deux enchaînements;
- deux listes d'erreurs brutes en tous les points de contrôle, l'une pour la triangulation aller et l'autre pour la triangulation retour;
- deux graphiques des erreurs brutes.

2.5. Centre EIRA de Florence

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

Les essais ont été effectués au Stéréocartographe Galileo-Santoni modèle IV dans le sens sud-nord. L'orientation relative des clichés a été effectuée selon la méthode du centre de rotation instantanée [8].

Le Centre a limité son activité à l'envoi des enregistrements des observations.

Tous les calculs ont été effectués par la Présidence, comme on verra plus loin.

2.6. Centre Polytechnique de Milan

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

2.6.1. Etude sur la stabilité du Stéréocomparateur TA 3 — NISTRI

La stabilité de l'instrument a été étudiée d'abord, en ce qui concerne les dimensions mesurées aux 3 chariots, les jeux instrumentaux et les zéros des chariots [6]. Pour ces recherches on a employé une grille Wild de précision. En 13 sommets du réseau, on a exécuté des pointés indépendants dans les deux directions et l'on a enregistré les coordonnées instrumentales. La série des pointés et des enregistrements était exécutée deux fois, en inversant le sens de parcours.

2.6.2. Observations et calculs

La bande a été triangulée une seule fois. Les observations ont été effectuées de 19 à 25 juillet.

Dans chaque cliché, on a mesuré les coordonnées des 9 points pour l'orientation relative et seulement 4 points de contrôle (deux points par modèle) dans les 11 zones préparées du terrain: cette limitation a influé dans la suite sur les calculs de l'orientation absolue des modèles.

2.6.3. Calculs électroniques

Le calcul de l'aérottriangulation analytique a été exécuté suivant la méthode proposée par M. le Professeur *G. Inghilleri* de Milan [7].

Les coordonnées ont été traitées sur IBM 650, une première fois avec le programme de sélection des données et ensuite ont été introduites une deuxième fois pour l'exécution de l'enchaînement. La durée du calcul a été de 40^m et de 6^h 30^m respectivement.

Le programme utilisé prévoit le départ avec le premier modèle orienté absolument. Les erreurs de fermeture sur le dernier modèle ont été les suivantes:

$$\Delta X = -638 \text{ m}; \quad \Delta Y = +588 \text{ m}; \quad \Delta Z = +1\,052 \text{ m}.$$

2.6.4. Transformation linéaire et quadratique

Les résultats de la triangulation ont été transformés linéairement: les points utilisés ont été le 002 au départ et le 323 à l'arrivée.

Tous les points de contrôle n'ayant pas été restitués, on n'a pu tracer les courbes isotransitives et le Centre s'est limité à faire les graphiques de la courbe pour l'axe de la bande.

Le centre a exécuté aussi la compensation avec formules interpolatrices de 2^e degré en utilisant les dix points suivants: 002, 205, 607, 029, 032, 111, 116, 727, 321, 729.

3. Transformations linéaires

La Présidence de la Commission, d'après les observations instrumentales reçues des Centres, a pourvu à une élaboration préliminaire des ces éléments indépendante de celle des Centres. Plus précisément, elle a effectué les calculs de report à l'origine des coordonnées instrumentales (pour les seuls enchaînements analogiques) et de transformation linéaire. Ensuite, elle a calculé toutes les erreurs résiduelles Δx , Δy et Δz des coordonnées. Les erreurs de clôture et les erreurs maxima résiduelles après la transformation linéaire sont données dans l'Annexe 9.

La Présidence a construit, zone par zone et coordonnée par coordonnée, les graphiques des courbes d'erreur égale. De ces représentations elle a ensuite déduit les graphiques des erreurs résiduelles le long de l'axe longitudinal de chaque passage et, quelquefois, le long des points de passage latéraux a et b .

Les graphiques relatifs à l'axe longitudinal des enchaînements analytiques 1241 et 1242 du Centre ITC de Delft et 5251 du Centre de Milan ont été respectivement représentés dans les Tableaux 1 et 5. On y voit que l'allure des courbes Δx et Δy est la même pour les deux Centres, tandis que celle des courbes Δz est à peu près symétrique par rapport à l'axe des x .

Les points adoptés pour les transformations linéaires des enchaînements solaires 2111 et 2112 du Centre Rijkswaterstaat de Delft ont été les numéros 702 et 205 dans la zone A et 729 et 322 dans la zone M. Le Tableau 2 montre que la courbe Δx du premier enchaînement à base intérieure (avec départ du stéréogramme 16—18) présente des valeurs plus petites que celles du second enchaînement à base intérieure (avec départ du couple 188—186): valeurs maxima + 311 m, + 541 m respectivement. Il faut remarquer que le RWS est le seul Centre qui ait triangulé la bande dans deux directions opposées: peut-être c'est la raison des grandes différences en x . L'allure des courbes Δy et Δz est presque la même et les erreurs maxima assez limitées: comme on l'a déjà vu dans les précédents tests [3], c'est une caractéristique des enchaînements solaires.

Pour les transformations linéaires des enchaînements libres 3131 et 3132 du Centre EIRA de Florence on a utilisé les points 4 dans la zone A et 114 dans la zone M. Les graphiques des erreurs, représentés dans le Tableau 3, montrent les mêmes allures pour les Δx des deux passages, tandis que pour les Δy et les Δz les différences dans les courbes sont beaucoup plus grandes. Les erreurs de clôture de — 11 124 mètres en Δy pour le premier enchaînement (voir Annexe 8) sont dues au déversement initial de 38,64, comme on peut le voir aussi dans l'Annexe 18 (sur laquelle on reviendra après).

Dans le Tableau 4 sont représentées les erreurs résiduelles après la répartition linéaire des erreurs de clôture relevées sur le dernier modèle (pour les calculs sans basculement) des enchaînements statoscopiques 4121, 4122 du Centre Institut für Angewandte Geodäsie de Francfort. La similitude qui ressort des courbes témoigne du soin des expérimentateurs qui étaient familiers avec ce genre de recherches. On note que le Statoscope a contrôlé très bien les altitudes.

Pour les transformations de l'enchaînement statoscopique 6121 du Centre TH de Munich on a utilisé le point 4 dans la zone A et le point 48 dans la zone M. Les résultats obtenus pour ce passage, représentés dans le Tableau 6, montrent la courbe des Δz très voisine de l'axe des abscisses parce que les altitudes sont contrôlées par le Statoscope.

4. Calculs de préparation pour les compensations quadratiques

Ayant terminé le travail des transformations linéaires, la Présidence a commencé la compensation des observations instrumentales en appliquant la formule quadratique:

$$\begin{aligned}\Delta x &= a_0 + a_1 x + a_2 y + a_3 xy + a_4 x^2 \\ \Delta y &= b_0 + b_1 x + b_2 y + b_3 xy + b_4 x^2 \\ \Delta z &= c_0 + c_1 x + c_2 y + c_3 xy + c_4 x^2.\end{aligned}$$

On a perforé sur cartes les coordonnées instrumentales réduites au système du premier modèle de tous les points des enchaînements (y compris les points doubles ou triples et les points douteux) et les numéros d'ordre correspondants, soit environ 2 500 cartes perforées. Sur chaque carte, les coordonnées terrain correspondantes ont été perforées selon le code de l'Annexe 10.

Une série de cartes perforées a été envoyée au Centre ITC de Delft pour la compensation selon la méthode Anblock.

4.1. Calculs préliminaires pour le choix des points d'appui

La programmation des calculs a été préparée pour l'ordinateur IBM, 1620/I (avec 20 k, mais sans mémoire auxiliaire) disponible à Florence. Le programme prévoit l'utilisation de 16 points d'appui au maximum, disposés de façon quelconque et fournit en output les coefficients des formules quadratiques et les résidus sur les points d'appui, et, en outre, les coordonnées compensées et les erreurs sur tous les points de contrôle.

Au commencement la Présidence de la Commission a pensé qu'il serait souhaitable d'effectuer les calculs avec des points d'appui qui fussent communs à tous les enchaînements.

Pour permettre une investigation sur la qualité des points à choisir on a exécuté un calcul préliminaire (avec le programme indiqué ci-dessus) pour les 7 enchaînements analogiques avec appui dans la zone initiale et dans la zone finale (nommée 1^{ère} disposition; voir Annexe 11). Les 8 points d'appui choisis pour cet essai ont été les suivants:

Zone A.	Points	104,	208,	605,	610
Zone M.	Points	48,	1 248,	249,	521.

Les résidus obtenus par ces calculs ont permis d'effectuer pour chaque point des comparaisons entre les différents enchaînements et d'intéressantes confrontations avec les remarques faites par les opérateurs utilisant les instruments analogiques: par exemple ils ont révélé que quelques points dont l'identification avait paru douteuse étaient en réalité assez sûrs et que quelques résidus anormaux devaient être attribués aux erreurs grossières de transcription des coordonnées instrumentales ou bien aux erreurs de réduction à l'origine, etc.

Afin d'avoir une vue d'ensemble de la situation définie par ces résidus, on a construit des tableaux comparatifs, zone par zone, pour tous les points de tous les enchaînements. (Les nombreux tableaux ne sont pas annexés ici.) Cela a permis le choix suivant de 12 points d'appui dans les trois zones initiale, moyenne et finale (nommée 2^e disposition; voir Annexe 11), pour le calcul avec la formule quadratique:

Zone A.	Points	605,	607,	205,	204	Clichés	16— 18
Zone F.	Points	27,	28,	312,	713	Clichés	96— 98
Zone M.	Points	48,	322,	522,	728	Clichés	186—188

Les calculs de compensation ont été effectués pour les 7 enchaînements analogiques, avec le programme cité ci-dessus, en déterminant les résidus sur les points des zones d'appui ainsi que les erreurs sur tous les points de contrôle. De plus, pour l'enchaînement EIRA, 1^{er} passage, on a effectué un deuxième calcul en changeant tous les points d'appui.

L'examen des résultats obtenus a démontré que le choix des points d'appui communs à tous les enchaînements, exécutés par les calculs de la 1^{ère} disposition, n'était pas le plus favorable parce que les résidus de compensation déterminés par ce calcul étaient trop forts pour mettre en évidence des anomalies dans les zones d'appui.

4.2. *Calculs de l'orientation absolue des modèles*

La Présidence a alors étendu les recherches en imposant un nombre plus grand de conditions intermédiaires: mais ces tentatives aussi ne se révélèrent pas suffisantes pour le choix certain des points d'appui.

Il s'imposa donc un réexamen des situations relatives à chaque zone pour tous les enchaînements.

Cet examen ne pouvait être effectué qu'au moyen du calcul de l'orientation absolue de tous les modèles contenant tous les points sur le terrain des 11 zones et pour 9 enchaînements sur 10, celui de Milan ne disposant que de deux points de contrôle dans chaque zone.

Les calculs (et ceux de compensation, dont on donnera notice après) ont été effectués au moyen d'un nouveau programme étudié pour l'ordinateur IBM 1620/II (avec 40 K et mémoire auxiliaire constituée par deux dispacs, du Centre de calcul de la Facoltà d'Ingegneria de Bologne). Ce programme permet l'utilisation de 40 points d'appui au maximum (soit pour l'orientation absolue, soit pour la compensation) et fournit les résidus de l'orientation absolue et les résidus après compensation et enfin il calcule les erreurs sur les points de contrôle.

Les calculs des orientations absolues ont été effectués en considérant deux types de modèle stéréoscopique:

- a) un grand-modèle constitué par l'ensemble des couples stéréoscopiques compris dans chaque zone: donc 11 grand-modèles (de A jusqu'à M) pour chaque enchaînement.

Les couples stéréoscopiques compris dans chaque modèle ont été spécifiés dans la deuxième colonne des Annexes paires 14, 16, 18, 20 et 22 pour les 9 enchaînements.

157 orientations absolues ont été nécessaires, au lieu des 99 théoriques parce que le nombre des points observés aux instruments était quelquefois supérieur à 40 (limite fixée par le programme), et parce qu'il a été nécessaire de répéter certaines orientations, les erreurs résiduelles, après le premier calcul, étant affectées par l'influence de quelques points qui se sont révélés grossièrement erronés.

b) le modèle constitué par chaque couple stéréoscopique.

En général dans chacune des 11 zones sont compris plusieurs stéréogrammes. On a calculé 321 orientations absolues, mais seulement 268 couples stéréoscopiques ont été spécifiés dans les Annexes impaires 15, 17, 19, 21 et 23, parce que les points de contrôle observés dans quelques enchaînements n'étaient pas suffisants pour définir l'orientation absolue du couple stéréoscopique. Dans les Annexes susmentionnées on peut voir aussi que parfois on n'a pu définir toutes les erreurs dans l'orientation absolue d'un même couple.

Grâce à cette recherche soignée (au moyen de laquelle on a trouvé 213 erreurs grossières), il a été possible d'arriver à une sélection définitive des points erronés à cause d'une mauvaise observation instrumentale ou d'un faux piquage sur les photocopies positives, ou bien à cause de fautes de transcription dans les listes, etc.

Dans l'Annexe 12 on a indiqué tous les points erronés: 105 au total.

Parmi ceux-ci, seulement 10 sont erronés dans tous les enchaînements dans lesquels ils avaient été observés; et précisément dans l'Annexe 12 on peut noter que deux points (310 et 044) ont été observés dans les 9 enchaînements, un (le 036) dans 8 enchaînements, etc. On peut en déduire que, au moins en principe, une erreur de piquage ou de mesure des coordonnées terrestres s'est produite.

Les 95 points restants sont erronés dans certains enchaînements et non dans d'autres: il s'agit ici d'erreurs de pointé ou de transcription des coordonnées instrument.

Les calculs décrits ci-dessus ont aussi permis d'établir les rapports instrumentaux d'échelle (pour la planimétrie et l'altimétrie) à considérer dans la compensation, et la concordance, ou non, des directions des axes instrumentaux et de ceux du système terrain (voir Annexe 13).

5. Propagation des erreurs de l'orientation absolue

Les calculs précédents ont permis aussi d'obtenir, pour chacun des 99 grand-modèles (constitués de 2, 3 ou 4 stéréogrammes), et pour chacun des 268 modèles (constitués d'un seul couple stéréoscopique), les valeurs des erreurs d'échelle ($\Delta\lambda$), de déversement général ($\Delta\theta$), d'inclinaison longitudinale générale ($\Delta\phi$) et transversale générale ($\Delta\Omega$).

Les valeurs trouvées sont données dans les Annexes 14 à 23, consacrées respectivement:

Annexes 14 et 15	au Centre	Delft ITC,
Annexes 16 et 17	au Centre	Delft RWS,
Annexes 18 et 19	au Centre	Florence EIRA,
Annexes 20 et 21	au Centre	Francfort IfAG,
Annexes 22 et 23	au Centre	Munich TH.

En comparant les valeurs des Annexes paires à la moyenne des valeurs correspondantes des Annexes impaires on peut noter que l'on a des différences de l'ordre de 0,0001 pour l'échelle et de quelque centième de degré pour les autres éléments.

Les erreurs ont été enfin représentées en graphiques comparatifs selon le type d'erreurs, dans les quatre Tableaux de 7 à 10. Ces graphiques permettent de suivre, dans les 11 zones A, B, C... M, la propagation des erreurs dans le transfert de l'orientation absolue réalisée.

5.1.

Très intéressant est, à ce point de vue, le Tableau 7 relatif aux erreurs d'échelle. On note ici que la propagation des erreurs d'échelle dans tous les 9 enchaînements est presque linéaire et à peu près du même montant. Naturellement, il faut tenir compte que les courbes d'erreur des enchaînements analogiques avec départ dans la zone A (2111, 3131, 3132, 6121) quittent l'axe à l'origine, que celles avec départ dans la zone M (2112, 4121, 4122) le quittent à 200 km de l'origine (pour le passage 2112 l'échelle n'avait été imposée exactement au départ), et enfin que les courbes pour les enchaînements analytiques (1241 et 1242) coupent l'axe des x à la moitié du parcours par la disposition particulière des calculs.

On peut aussi conclure que l'échelle est un élément qui se transporte presque régulièrement pour les enchaînements analogiques et analytiques. La courbure de la Terre et les erreurs systématiques du film peuvent affecter éventuellement la linéarité et superposer anormalement des irrégularités.

5.2.

Le Tableau 8 est relatif à la propagation du déversement général, c'est-à-dire au deuxième élément qui contribue à la précision de la planimétrie. On y voit les courbes des 9 enchaînements.

En général, le déversement au départ a été bien réglé, sauf pour le passage 3131 et les deux passages analytiques 1241 et 1242.

La propagation des erreurs d'azimut est assez peu marquée. Les différences maximums s'élèvent à:

0 ^g ,27	pour le passage	4122 (Francfort I),
0 ^g ,38	pour le passage	3132 (EIRA II),
0 ^g ,45	pour le passage	4122 (Francfort II).

5.3.

Les tableaux 9 et 10 donnent les graphiques des erreurs de transmission d'inclinaison longitudinale et transversale. On note que pour les triangulations analytiques, il n'y a pas de petites erreurs accidentelles de transmission en Ω , tandis que les erreurs de transmission en Φ sont systématiques. (La pente de 1241 et 1242 est due aux valeurs adoptées dans le calcul préliminaire de Delft.)

Les raisons de l'excellente transmission de φ et de ω dans les enchaînements analytiques peuvent être attribuées à deux ordres de faits: que la mesure d'un point sert seulement à déterminer les coordonnées sur le cliché (tandis que dans les triangulations analogiques la visée sert aussi pour la détermination de l'altitude), et que, dans les calculs, l'élimination des parallaxes est toujours effectuée avec la même précision.

L'allure générale de la propagation des erreurs $\Delta\Phi$ et $\Delta\Omega$ semble être de caractère accidentel dans la majorité des enchaînements.

6. Compensation quadratique

Ayant clarifié la situation des points d'appui, la Présidence a pu effectuer la compensation avec les formules quadratiques indiquées précédemment.

Les nouveaux calculs de compensation ont utilisé 6 points d'appui, dans la disposition classique, en chaque zone initiale, intermédiaire et finale (Annexe 24). L'examen de la position des points erronés ayant montré l'impossibilité de prendre comme points d'appui les mêmes points pour tous les enchaînements, le choix des 6 points a été fait pour chaque enchaînement sur la base des résultats des orientations absolues décrites ci-dessus.

6.1.

Chaque enchaînement a été compensé avec appui sur trois zones selon la 3^e disposition. Dans l'Annexe 25 ont été indiqués les points d'appui choisis pour chaque enchaînement. Les calculs ont été étendus à tous les points de contrôle existants.

Les courbes des erreurs résiduelles obtenues le long de l'axe des bandes après compensation quadratique ont été dessinées à la même échelle dans les Tableaux annexés 11 à 16, le Tableau 12 se référant à la compensation Anblock de la planimétrie des enchaînements du Centre Delft ITC.

6.2.

Dans l'intention d'établir une comparaison plus immédiate entre les différents enchaînements, la Présidence a effectué le calcul des erreurs quadratiques moyennes relatives aux erreurs résiduelles après compensation pour tous les points de contrôle.

Les résultats obtenus ont été résumés dans l'Annexe 26. On peut constater que les deux passages d'un même Centre ont donné, pour les trois coordonnées, des erreurs du même ordre dans les deux enchaînements analytiques, mais souvent des erreurs peu homogènes dans les six enchaînements analogiques.

7. Détermination des paramètres de déformation systématique

Les erreurs systématiques ont des origines diverses (réfraction atmosphérique, résidus de distorsion de l'objectif, non-planéité de la plaque, déformation du film, résidus de réglage des instruments, etc.). Ces erreurs ne peuvent être déterminées par les étalonnages des appareils qui interviennent à partir de la prise de vue, parce que leur effet unitaire est trop petit; mais elles peuvent être révélées par les points connus au sol.

On a aussi cherché à déterminer les paramètres de déformation systématique pour la variation d'échelle, la courbure verticale, et la courbure horizontale à l'aide des erreurs résiduelles maxima en Δx , Δy , Δz obtenues par la transformation linéaire et des erreurs de l'orientation absolue des modèles aux extrémités des différents enchaînements.

7.1. Variation d'échelle

Cette déformation provoque une variation de la longueur de la base B: si $\delta\lambda$ est le paramètre constant de systématisme à déterminer, les espacements progressifs des sommets, primitivement équidistants de B, sont modifiés de $2B\delta\lambda$. La variation d'échelle est constante d'un cliché à l'autre, comme si la prise de vue était effectuée le long d'une droite inclinée sur l'horizon. Il y a aussi un effet secondaire d'inclinaison de l'axe z des prises de vues.

L'espacement du p° sommet par rapport au premier est

$$(p-1)B - (p-1)(p-2)B\delta\lambda.$$

Si on impose à la bande sa vraie longueur entre extrémités et si la bande a n sommets, l'erreur du p° sommet devient

$$\Delta X_p = (n-p)(p-1)B\delta\lambda.$$

Les valeurs de ΔX_p se disposent sur un arc de cercle; la valeur maximum de ΔX est au centre et devient

$$\Delta X_{\max} = \frac{B}{4}(n-1)^2\delta\lambda.$$

Le caractère cumulatif de la déformation d'échelle est révélé par le carré $(n-1)^2$.

Pour les dix enchaînements disponibles on peut maintenant calculer la valeur du paramètre $\delta\lambda$, par la formule

$$\delta\lambda = \frac{4}{B} \frac{\Delta X_{\max}}{(n-1)^2}$$

parce que nous connaissons les erreurs $\Delta X_{\max}$ (spécifiées dans l'Annexe 8). On peut donc calculer la modification d'espacement $2B\delta\lambda$.

Pour la bande 13' on a $B = 2\,300$ m, $n = 87$ (en fait, les enchaînements 4121 et 4122 concernent la bande 13'') et l'on obtient ainsi les valeurs indiquées dans l'Annexe 27 (à gauche).

On peut obtenir d'une autre manière les valeurs des $\delta\lambda$ en utilisant les valeurs de $\Delta\lambda$ obtenues par les calculs de l'orientation absolue (cf. 4.2), spécifiées dans la troisième colonne des Annexes 14, 16, 18, 20 et 22 (il n'y a pas d'Annexe relative au passage 5251 pour les raisons données au paragraphe 2.6.2).

La formule adoptée est évidemment

$$\delta\lambda = \frac{\Delta\Delta\lambda}{2(n-1)}$$

dans laquelle $\Delta\Delta\lambda$ est l'écart entre les valeurs de $\Delta\lambda$ dans la zone M et la zone A.

On obtient pour les neuf différents enchaînements les valeurs indiquées dans la même Annexe 27 (à droite).

La comparaison des résultats des deux calculs montre la sécurité des valeurs obtenues pour le paramètre $\delta\lambda$ de déformation d'échelle. La valeur de $\delta\lambda$ pour l'enchaînement 3131 est légèrement différente, mais cela influe très peu sur $2B\delta\lambda$.

On voit dans l'Annexe 27 que la variation de distance d'une photo à l'autre est de l'ordre de quelques décimètres; on peut dire qu'elle est presque impondérable. L'effet cumulatif du paramètre de variation d'échelle est au contraire très grand.

7.2. Courbure verticale

Dans cette déformation chaque faisceau subit une petite rotation $\delta\varphi$ par rapport au faisceau précédent, autour de l'axe Y. La bande s'incurve et chaque sommet a une translation verticale δZ donnée par

$$\delta Z = -\frac{B}{2} \delta\varphi.$$

L'erreur maximum est mesurée par la flèche verticale de l'arc de cercle selon lequel se dispose la bande. Pour une bande de n clichés, l'angle entre les extrémités de la bande et l'axe X est $\frac{n-1}{2} \delta\varphi$ et la flèche est donnée par

$$\Delta Z_{\max} = \frac{B}{8} (n-1)^2 \delta\varphi.$$

Il s'agit ici aussi d'une déformation cumulative, mais le coefficient du paramètre de déformation $\delta\varphi$ vaut la moitié de celui de la variation d'échelle.

On peut calculer pour les dix enchaînements la valeur du paramètre

$$\delta\varphi = \frac{8}{B} \frac{\Delta Z_{\max}}{(n-1)^2}$$

mais il faut retenir que les enchaînements ne sont pas tous libres, plus précisément les 2111 et 2112 sont solaires et les 4121, 4122 et 6121 sont statoscopiques.

Les résultats sont donnés dans l'Annexe 28 (à gauche).

En utilisant les valeurs $\Delta\Phi$ des Annexes 14, 16, 18, 20 et 22 on peut calculer de manière indépendante le paramètre

$$\delta\varphi = \frac{\Delta\Phi}{n-1}$$

(sauf pour l'enchaînement 5251). On obtient les valeurs de l'Annexe 28 (à droite).

On voit que les valeurs du paramètre de systématisme, calculées par les deux méthodes, concordent pour les enchaînements libres, tandis qu'elles sont un peu différentes dans les enchaînements solaires et dans les enchaînements statoscopiques; de plus, dans les méthodes contrôlées, ce paramètre est éliminé en grande partie. De même, la translation verticale systématique δZ de chaque sommet par rapport au précédent est petite: elle atteint au maximum 26 cm.

7.3. Courbure horizontale

La déformation de courbure horizontale a la même origine que la courbure verticale: ici, la rotation $\delta\theta$ de chaque faisceau par rapport au précédent s'exerce autour de l'axe vertical. Les sommets et les points au sol sont déplacés en Y de

$$\delta Y = \frac{B}{2} \delta\theta.$$

L'erreur maximum en Y est donnée par la flèche au centre

$$Y_{\max} = \frac{B}{8} (n-1)^2 \delta\theta$$

de même forme que la précédente déformation.

La valeur du paramètre de systématisme est

$$\delta\theta = \frac{8}{B} \frac{\Delta Y_{\max}}{(n-1)^2}.$$

On peut aussi calculer ce paramètre en utilisant la

$$\delta\theta = \frac{\Delta\Delta\theta}{n-1}.$$

Les valeurs que l'on obtient pour les enchaînements ont été reportées dans l'Annexe 29. On voit qu'en général il n'y a pas de différences sensibles entre les valeurs de $\delta\theta$ obtenues par les deux méthodes, sauf pour les deux enchaînements solaires (parce que le κ est contrôlé).

L'ordre de grandeur du paramètre $\delta\theta$ est de quelques unités de 10^{-5} rad, et le déplacement en Y de quelques centimètres.

7.4. Conclusions

Les calculs effectués confirment la sensibilité des paramètres du systématisme dans les enchaînements libres des bandes longues, et permettent d'obtenir la grandeur des déformations systématiques.

La valeur du paramètre $\delta\lambda$ varie entre $5 \cdot 10^{-5}$ et $17 \cdot 10^{-5}$ et sa détermination est très sûre également pour les enchaînements contrôlés.

L'application du paramètre $\delta\lambda$ permet d'éliminer la plus grande partie de la déformation d'échelle (erreurs de plusieurs centaines de mètres au centre) en utilisant seulement les orientations absolues dans la première et la dernière zone des points connus au sol.

L'ordre de grandeur du paramètre $\delta\varphi$ est également petit (10^{-5} rad). Les calculs précédents montrent que sa détermination est suffisamment précise pour les enchaînements libres.

Le paramètre $\delta\theta$ est du même ordre de grandeur que $\delta\lambda$ et $\delta\varphi$, et il peut être déterminé avec une précision suffisante pour les enchaînements libres et statoscopiques.

En conclusion les déformations systématiques peuvent être corrigées en grande partie, en déterminant les paramètres de déformation.

La concordance des résultats des deux méthodes de calcul de $\delta\lambda$, $\delta\varphi$ et $\delta\theta$ indique qu'une loi d'erreur quadratique est significative avec une certaine probabilité. Pour le calcul des paramètres, il ne serait pas nécessaire de prendre les erreurs maxima résultant de la transformation linéaire («maxima après» de l'Annexe 9) mais seulement les erreurs de clôture, telles qu'elles sont connues en pratique. Cela à condition que l'orientation absolue du premier modèle de la bande soit correcte.

8. Examen des enchaînements exécutés sur grilles de précision

Les recherches effectuées sur les enchaînements de grilles ont eu pour but essentiel l'étude des erreurs provoquées par les instruments restituteurs dans le passage d'un stéréogramme à l'autre. Cela dans l'intention de rechercher la possibilité d'appliquer des corrections à la propagation des erreurs relevées dans les enchaînements réels effectués par les mêmes instruments.

Les tests examinés ont été fournis par les Centres de travail suivants:

- Institut für Angewandte Geodäsie, Francfort-sur-le-Main;
- Institut für Photogrammetrie, Topographie und Allgemeine Kartographie, Technische Hochschule, Munich;
- Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft;
- International Training Centre, Delft;
- Ente Italiano Rilevamenti Aerofotogrammetrici, Florence.

Tous les tests ont été réalisés en enchaînant des grilles de précision sur les mêmes appareils photogrammétriques utilisés pour les recherches d'aérotriangulation dans la bande 13.

Suivant les règles établies par la Commission A, les triangulations sur grilles prévoyaient la réalisation de 20 enchaînements au moins dans un parcours unique. Les points de réglage sur les grilles ont été choisis le plus proches possible de ceux adoptés pour les enchaînements réels.

La méthode d'orientation relative adoptée a été, en général, celle choisie pour les enchaînements des clichés réels.

Selon les règles, les grilles de précision employées devaient présenter en chaque point une erreur maximum après compensation de $\pm 3 \mu\text{m}$, par rapport au point central.

L'étude des résultats fournis par les Centres de travail a été exécutée par le Prof. M. Fondelli à l'aide de l'analyse statistique. Cette étude a été divisée en plusieurs phases dans le but de séparer les différents effets concourant à la propagation des erreurs, c'est-à-dire: l'influence du nombre des connexions sur les erreurs mêmes, l'influence relative à l'inversion de la base instrumentale et enfin la détermination des erreurs constantes instrumentales.

8.1. Variation de l'orientation absolue des modèles

La recherche préliminaire a consisté à relever les variations des éléments d'orientation absolue (orientation spatiale et grandeur) qui se sont produites au cours des enchaînements (voir 4.2).

La variation des éléments d'orientation a été mise en évidence, test par test, en comparant les coordonnées des points de réglage de chaque modèle, mesurées dans l'enchaînement, avec les coordonnées théoriques prises pour chacun de ces points sur la base des conditions de travail choisies par chaque Centre.

Les calculs de ces éléments ont été exécutés en considérant séparément, comme cela se fait dans la pratique courante, la planimétrie et l'altimétrie. Les éléments recherchés ont été obtenus, naturellement, dans l'hypothèse que, dans tous les appareils, les axes X, Y, Z des systèmes instrumentaux étaient orthogonaux.

Par suite, à l'exécution complète des calculs, on a obtenu, pour chaque modèle réticulaire considéré, les éléments suivants: le rapport d'échelle λ , le déversement général Θ , l'inclinaison longitudinale générale Φ , l'inclinaison transversale générale Ω et les erreurs résiduelles δX , δY , δZ relatives aux coordonnées de chaque point de réglage observé.

Les valeurs relatives aux orientations ont été indiquées, test par test, dans les Annexes 30, 31, 32, 33 et 34; elles ont été, en outre, représentées dans les Tableaux 17, 18 et 19.

Les tests ont été indexés selon le code numérique, fixé dans le par. 2.

Dans les Annexes ont été indiquées, pour chaque paramètre, les valeurs moyennes, les é. q. m., les valeurs moyennes pour la base intérieure et la base extérieure, ainsi que la différence entre les deux dernières moyennes.

L'examen de tous ces résultats met en évidence, selon une appréciation globale, l'existence de sensibles effets systématiques dans les instruments photogrammétriques utilisés.

En effet, le passage des conditions instrumentales de travail à base intérieure aux conditions instrumentales de travail à base extérieure, ainsi que le retour aux conditions primitives, provoquent dans presque tous les instruments, des variations de l'orientation absolue des modèles croissantes avec la progression des enchaînements sur grilles.

En examinant en particulier la variation des échelles, il est facile, en outre, de reconnaître dans quelques cas la superposition des deux effets typiques consécutifs à la flexion et à l'inclinaison du pont de la base instrumentale.

8.2. Coefficients de régression et de corrélation. Distribution et signification

Un approfondissement de ces considérations a été obtenu, par la suite, par l'analyse statistique des valeurs λ , Θ , Φ et Ω .

Afin de représenter analytiquement le lien intrinsèque entre les éléments d'orientation absolue et la succession des modèles, on a admis une dépendance casuelle linéaire entre le rang n des modèles constituant chaque test et chacun des paramètres considérés.

Ayant formé ainsi les couples de variables (n, λ) , (n, Θ) , (n, Φ) et (n, Ω) on a calculé pour chaque test les coefficients a et b des droites de régression: $y = ax + b$, et l'écart-type S_a des coefficients a de régression.

Selon la pratique commune, cette détermination a été effectuée en appliquant la méthode des moindres carrés.

Les résultats des calculs, exécutés au moyen du calculateur électronique portable OLIVETTI-Programma 101, sont donnés dans l'Annexe 35. Dans celle-ci sont fournies, pour chaque test examiné, les constantes des fonctions de régression relatives à chaque élément d'orientation angulaire absolue des modèles considérés.

En complément de ces déterminations, on a ensuite recherché pour chaque cas le coefficient r de corrélation linéaire empirique, par la relation

$$r = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

dans laquelle N est le nombre des observations dans chaque test, x représente le rang n du modèle, tandis que y désigne successivement les paramètres λ , θ , ϕ et Ω . Les valeurs de r obtenues pour chaque test ont été rassemblées dans l'Annexe 35 avec les valeurs critiques de r dans l'hypothèse $\rho = 0$ pour le niveau de signification 5%.

En consultant l'Annexe 35, on constate que l'hypothèse d'une dépendance linéaire casuelle entre les couples de valeurs considérées ne paraît pas être tout-à-fait à rejeter dans plusieurs cas. Ce qui renforce considérablement l'appréciation globale fondée sur l'examen des graphiques des Tableaux 17, 18, 19. Malheureusement, l'ensemble des échantillons est assez limité et les conclusions qui peuvent en être tirées sont très aléatoires.

De toute façon, il reste à souligner que la dépendance n'est pas vérifiée dans la même mesure pour les différents paramètres d'un même test, comme on s'y attendrait théoriquement. On peut donc supposer la présence de dérèglages dans les organes mécaniques instrumentaux, dont les effets se répercuteraient sur les éléments d'orientation angulaire extérieure. Ces dérèglages pourraient, en dernier lieu, dépendre aussi des causes contingentes extérieures liées au milieu de travail (variations thermiques, vibrations, etc.).

8.3. Valeurs moyennes des différences premières et é. q. m.

Une autre recherche à caractère instrumental a été effectuée en étudiant les différences premières dans les séquences des valeurs λ , θ , ϕ et Ω de chaque test.

En effet ces valeurs peuvent fournir un indice utile sur les variations à caractère systématique dans le passage des conditions de travail à base intérieure aux conditions de travail à base extérieure, et vice versa.

Par conséquent, après avoir calculé les différences premières, on a déterminé la moyenne M de leur valeur absolue, et les écarts quadratiques moyens σ et σ_M , par les expressions

$$M = \frac{\sum x}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

$$\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

dans lesquelles x est la différence première pour chaque élément et N le nombre des différences considérées.

Les résultats obtenus, résumés dans l'Annexe 36, et les valeurs moyennes indiquées aux Annexes 30, 31, 32, 33 et 34, permettent de relever que l'effet systématique existe pour certains paramètres (par ex. le λ des enchaînements 2110, 6120) comme le faisait prévoir les allures représentées dans les Tableaux 17, 18, 19.

De tout ce qui précède, il est évident que les relations que l'on peut déduire des enchaînements des grilles pourraient contribuer à améliorer les résultats d'une triangulation réelle si elles étaient déduites d'un nombre d'observations statistiquement probant. Dans notre cas, étant donné le petit nombre d'échantillons étudiés, on doit prudemment conclure que l'étude accomplie ne peut apporter une contribution efficace à l'amélioration des enchaînements.

Bibliographie

- [1] L. Solaini; C. Trombetti: Relation sur les travaux préliminaires de la Commission A de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales. 1^{ère} Partie: Programme et organisation du travail. — Photogrammetria, XII, 1955—1956; 3. Spec. publ. OEEPE, No. 1.
- [2] L. Solaini; C. Trombetti: Relation sur les travaux préliminaires de la Commission A de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales. 2^e Partie: Prises de vues et points de contrôle. — Photogrammetria, XV, 1958—1959; 3. Publ. spéc. de l'OEEPE, No. 2.
- [3] L. Solaini; 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 Tome 2 (atlas). — Editeur N. V. Uitgeverij «Argus», Amsterdam 1961. *Publ. spéc. de l'OEEPE, no 3*
- [4] P. Wiser: Sur la reproduction des erreurs du cheminement aérien. — Bull. de la Soc. Belge de Photogrammétrie, No. 60, Juin 1960.
- [5] C. Trombetti; M. Fondelli: Aérottriangulation analogique solaire. — Istituto Geogr. Militare, Firenze 1961.
- [6] M. Cunietti: Etude sur la stabilité du Stéréocomparateur TA3 — Nistri. — Publ. de l'Istituto di Geodesia, Topografia e Fotogrammetria del Politecnico di Milano, No. 109, Milano 1961.
- [7] G. Inghilleri: Une méthode de triangulation aérienne analytique. — Boll. di Geod. e Sc. Affini, No. 3 e No. 5, 1960.
- [8] M. Fondelli: Relative orientation of Photograms by means of the Instantaneous Rotation Centres Method. — ITALMAP-EIRA Chronicle, I, 1961.
- [9] C. M. A. van den Hout: Analytical orientation methods. — Boll. di Geod. e Sc. Affini, No. 3, 1961.
- [10] C. Trombetti: Travaux de prises de vues et préparation sur le terrain effectuées en 1958 sur le nouveau polygone italien pour la Commission A de l'OEEPE. — Publ. 1082/OEEPE/A, Florence 1959.

Liste des publications de l'OEEPE

— Etat: Décembre 1971 —

- [1] *L. Solaini; C. Trombetti*: Relation sur les travaux préliminaires de la Commission A (Triangulation aérienne aux petites et aux moyennes échelles) de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (O.E.E.P.E.). 1^{ère} Partie: Programme et organisation du travail. — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 79—92, 12 fig. (en langue anglaise: pp. 93—99).
- [2] *L. Solaini; P. Belfiore*: Travaux préliminaires de la Commission B de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (O.E.E.P.E.) (Triangulations aériennes aux grandes échelles). — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 100—110 (en langue anglaise: pp. 111—121).
- [3] *L. Solaini; C. Trombetti; P. Belfiore*: Rapport sur les travaux expérimentaux de triangulation aérienne exécutés par l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (Commission A et B). — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 122—127, 2 tabl. (en langue allemande: pp. 128—134; en langue anglaise: pp. 135—140).
- [4] *G. Lehmann*: Compte rendu des travaux de la Commission C de l'O.E.E.P.E. effectués jusqu'à présent. — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 141—148, 2 tabl. (en langue allemande: pp. 149—155; en langue anglaise: pp. 156—163).
- [5] *E. Gotthardt*: O.E.E.P.E. Commission C. Compte-rendu de la restitution à la Technischen Hochschule, Stuttgart, des vols d'essai du groupe I du terrain d'Oberriet. — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E. No. I), pp. 163—171 (en langue allemande: pp. 171—179).
- [6] *W. Brucklacher*: Compte-rendu du centre «Zeiss-Aerotopograph» sur les restitutions pour la Commission C de l'O.E.E.P.E. (Restitution de la bande de vol, groupe I, vol. No. 5). — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 180—181 (en langue allemande: pp. 181—182).
- [7] *R. Förstner*: O.E.E.P.E., Commission C. Rapport sur la restitution effectuée dans l'Institut für Angewandte Geodäsie, Francfort sur le Main. Terrain d'essai d'Oberriet les vols No. 1 et 3 (groupe I). — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 183—190, quelques tabl. (en langue allemande: pp. 190—197).
- [8] *I.T.C., Delft*: Commission C, O.E.E.P.E. Déroulement chronologique des observations. — *Photogrammetria* XII (1955—1956) 3 (Spec. Publ. O.E.E.P.E., No. I), pp. 198—199 (tabl.) (aussi en langue allemande).
- [9] *L. Solaini; C. Trombetti*: Relations sur les travaux préliminaires de la Commission A (Triangulation aérienne aux petites et aux moyennes échelles) de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (O.E.E.P.E.). 2^e partie. Prises de vues et points de contrôle. — *Photogrammetria* XV (1958—1959) 3 (Publ. Spéc. O.E.E.P.E., No. II), pp. 77—95, 12 fig., 3 tabl. (en langue allemande: pp. 96—104; en langue anglaise: pp. 105—113).

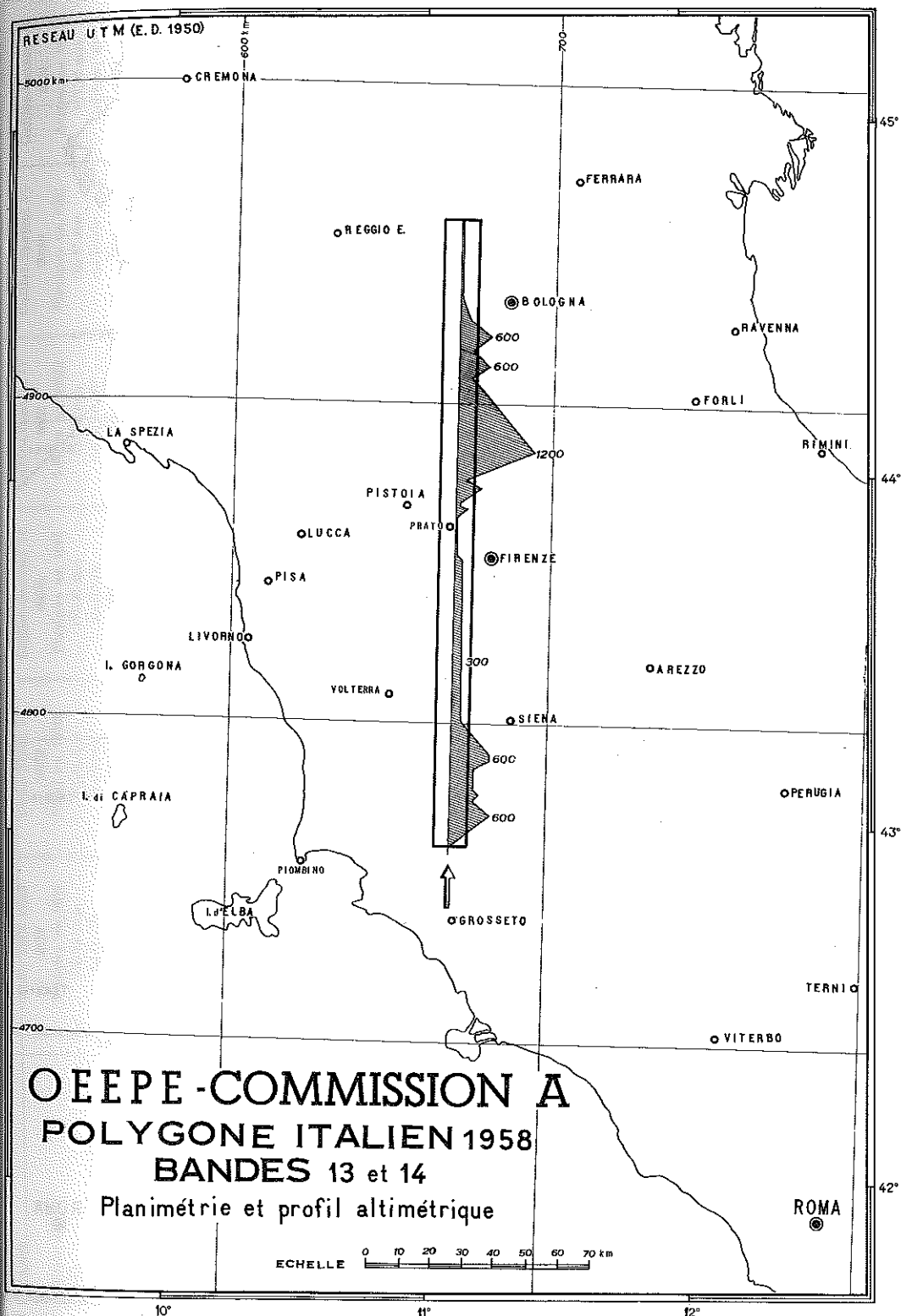
- [10] *E. Gotthardt*: Rapport sur les premiers résultats de l'essai d'«Oberriet» de la Commission C de l'O.E.E.P.E. — Photogrammetria XV (1958—1959) 3 (Publ. Spéc. O.E.E.P.E., No. II), pp. 114—132, 2 fig., quelques tabl. (en langue allemande: pp. 96—104; en langue anglaise: pp. 105—113).
- [11] *A. Stickler*: Interpretation of the Results of the O.E.E.P.E. Commission C. — Photogrammetria XVI (1959—1960) 1, pp. 8—12, 3 fig., 1 annexe (en langue allemande: pp. 12—16).
- [12] *L. Solaini; C. Trombetti*: Results of Bridging and Adjustment Works of the Commission A of the O.E.E.P.E. from 1956 to 1959. — Photogrammetria XVI (1959—1960) 4 (Spec. Congr.-No. C), pp. 340—345; 2 tabl.
- [13] *N. N.*: Report on the Work Carried out by Commission B of the O.E.E.P.E. During the Period of September 1956—August 1960. — Photogrammetria XVI (1959—1960) 4 (Spec. Congr.-No. C), pp. 346—351, 2 tabl.
- [14] *R. Förstner*: Bericht über die Tätigkeit und Ergebnisse der Kommission C der O.E.E.P.E. (1956—1960). — Photogrammetria XVI (1959—1960) 4 (Spec. Congr.-No. C), pp. 352—357, 1 tabl.
- [15] *W. K. Bachmann*: Essais sur la précision de la mesure des parallaxes verticales dans les appareils de restitution du 1^{er} ordre. — Photogrammetria XVI (1959—1960) 4 (Spec. Congr.-No. C), pp. 358—360.
- [16] *C. Trombetti*: Travaux de prises de vues et préparation sur le terrain effectuées dans le 1958 sur le nouveau polygone italien pour la Commission A de l'OEEPE — Florence 1959, 16 pages, 109 tabl.
- [17] *P. Wiser*: Sur la reproductibilité des erreurs du cheminement aérien. — Bull. Soc. Belge Photogramm., No. 60, Juin 1960, pp. 3—11, 2 fig., 2 tabl.
- [18] *C. Trombetti; M. Fondelli*: Aérottriangulation analogique solaire. — Firenze 1961, 111 pages, 14 fig., 43 tabl.
- [19] *L. Solaini; C. Trombetti*: Rapport sur les résultats des travaux d'enchaînement et de compensation exécutés pour la Commission A de l'O.E.E.P.E. jusqu'au mois de Janvier 1960. Tome 1: Tableaux et texte. Tome 2: Atlas. — Photogrammetria XVII (1960—1961) 4 (Publ. Spéc. O.E.E.P.E., No. III), pp. 119—188, 18 tabl., 69 fig. (en langue anglaise: pp. 190—257; en langue allemande: pp. 258—326).
- [20] *M. Cunietti*: L'erreur de mesure des parallaxes transversales dans les appareils de restitution. — Bull. Trimestr. Soc. Belge Photogramm., No. 66, Décembre 1961, pp. 3—50, 12 fig., 22 tabl.
- [21] *E. Gigas*: Beitrag zur Geschichte der Europäischen Organisation für photogrammetrische experimentelle Untersuchungen. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes. R. V, Nr. 2, OEEPE-Sonderveröff. (Publ. Spéc.) Nr. 1, Frankfurt a. M. 1962, pp. 7—13.
- [22] *W. Brucklacher; M. Cunietti; R. Förstner; H. Belzner; K. Schwidofsky; H.-K. Meier*: Kurzberichte über die Arbeiten in den Kommissionen A, B, C, E und F. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., R. V, Nr. 2, OEEPE-Sonderveröff. (Publ. Spéc.) Nr. 1, Frankfurt a. M. 1962, pp. 22—36.

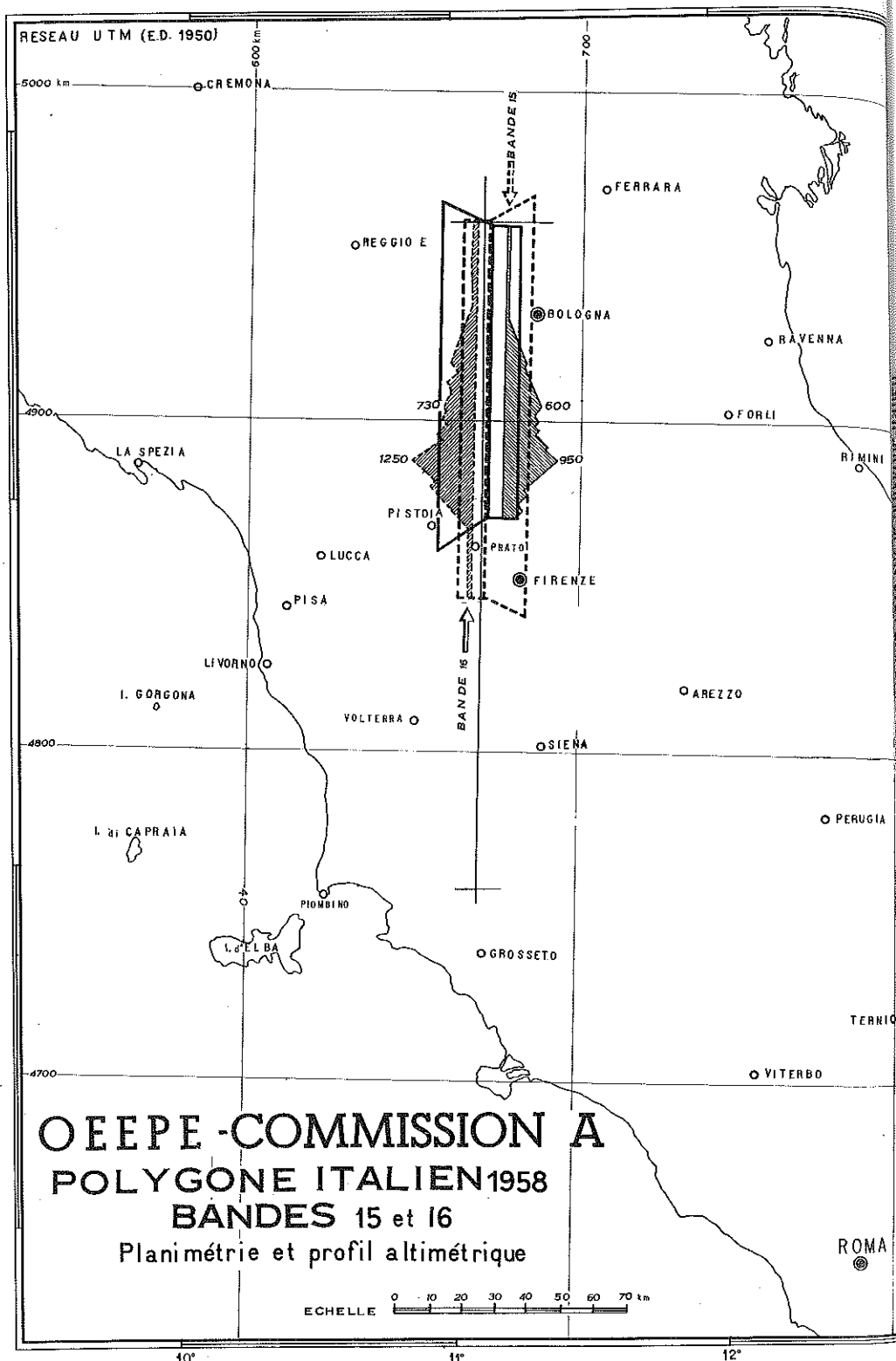
- [23] *H. Belzner*: Versuchsfelder für internationale Versuchs- und Forschungsarbeiten. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., R. V, N. 2, OEEPE-Veröff. (Publ. Spéc.) Nr. 1, Frankfurt a. M. 1962, pp. 37—41.
- [24] *K. Rinner*: Analytisch-photogrammetrische Triangulation eines Teststreifens der OEEPE. — Österr. Z. Vermess.-wes., OEEPE-Sonderveröff. (Publ. Spéc.) Nr. 1, Wien 1962, 31 pages, 7 fig., 7 tabl.
- [25] *C. Trombetti*: Activité de la Commission A de l'OEEPE de 1960 à 1964. — OEEPE-Publ. Off. No. 1, Frankfurt a. M. 1964, pp. 7—15, 6 annexes.
- [26] *M. Cunietti*: Activité de la Commission B de l'OEEPE pendant la période Septembre 1960—Janvier 1964. — OEEPE-Publ. Off. No. 1, Frankfurt a. M. 1964, pp. 17—28, 3 annexes.
- [27] *R. Förstner*: Rapport sur les travaux et les résultats de la Commission C de l'OEEPE (1960—1964). — OEEPE-Publ. Off. No. 1, Frankfurt a. M. 1964, pp. 29—40, 5 tabl.
- [28] *K. Neumaier*: Rapport de la Commission E pour Lisbonne. — OEEPE-Publ. Off. No. 1, Frankfurt a. M. 1964, pp. 41—45, 1 tabl.
- [29] *A. J. van der Weele*: Report of Commission F. — OEEPE-Publ. Off. No. 1, Frankfurt a. M. 1964, pp. 47—50.
- [30] *K. Neumaier; H. Kasper*: Untersuchungen zur Aerotriangulation von Überweitwinkel-aufnahmen. — Österr. Z. Vermess.-wes., OEEPE-Sonderveröff. Nr. 2, Wien 1965, 4 pages, 4 annexes.
- [31] *E. Gotthardt*: Erfahrungen mit analytischer Einpassung von Bildstreifen. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., R. V, Nr. 12, OEEPE-Sonderveröff. (Publ. Spéc.) Nr. 2, Frankfurt a. M. 1965, 14 pages, 2 fig., 7 tabl.
- [32] *K. Neumaier*: Essais d'interprétation de «Bedford» et de «Waterbury». Rapport commun établi par les Centres de la Commission E de l'OEEPE ayant participé aux tests. — OEEPE-Publ. Off. No. 2, Frankfurt a. M. 1966, pp. 9—15, 10 annexes (en langue anglaise: pp. 17—23; en langue allemande: Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., R. V, Nr. 13 (OEEPE-Sonderveröff. Nr. 3), Frankfurt a. M. 1966, pp. 5—13).
- [33] *K. Neumaier*: Essais de restitution «Bloc Suisse». Rapport commun établi par les Centres de la Commission E de l'OEEPE ayant participé aux tests. — OEEPE-Publ. Off. No. 2, Frankfurt a. M. 1966, pp. 25—42, 34 annexes (en langue anglaise: pp. 43—60; en langue allemande: Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., R. V, Nr. 13 (OEEPE-Sonderveröff. Nr. 3), Frankfurt a. M. 1966, pp. 13—30).
- [34] *A. Stickler; P. Waldhäusl*: Interpretation der vorläufigen Ergebnisse der Versuche der Kommission C der OEEPE aus der Sicht des Zentrums Wien. — Österr. Z. Vermess.-wes., OEEPE-Sonderveröff. (Publ. Spéc.) Nr. 3, Wien 1967, 4 pages, 2 fig., 9 tabl.
- [35] *M. Cunietti; G. Inghilleri; M. Puliti; G. Togliatti*: Participation aux recherches sur les blocs de bandes pour la cartographie à grande échelle organisées par la Commission B de l'OEEPE. Milano, Centre CASF du Politecnico. — Boll. Geod. e Sc. affini (XXVI) 1, Firenze 1967, 104 pages.

- [36] *E. Gotthardt*: Die Tätigkeit der Kommission B der OEEPE. — Bildmess. u. Luftbildwes. 36 (1968) 1, pp. 35—37.
- [37] *M. Cunietti*: Emploi des blocs de bandes pour la cartographie à grande échelle. Résultats des recherches expérimentales organisées par la Commission B de l'OEEPE au cours de la période 1959—1966. — OEEPE-Publ. Off. No. 3, Frankfurt a. M. 1968, pp. 7—86 (en langue anglaise: pp. 87—157).
- [38] *M. Cunietti*: Résultats des recherches expérimentales organisées par la Commission B de l'OEEPE au cours de la période 1959—1966. Résumé du Rapport final. — Présenté à l'XI^e Congrès International de Photogrammétrie, Lausanne 1968, Comm. III (en langues française et anglaise), 9 pages.
- [39] *R. Förstner*: Résumé du Rapport sur les résultats de l'essai de Reichenbach de la Commission C de l'OEEPE. — Présenté à l'XI^e Congrès International de Photogrammétrie, Lausanne 1968, Comm. IV (en langues française, anglaise et allemande), 28 pages, 2 fig., 2 tabl.
- [40] *K. Schürer*: Die Höhenmeßgenauigkeit einfacher photogrammetrischer Kartiergeräte. Bemerkungen zum Versuch „Schweizer Block“ der Kommission E der OEEPE. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. 4, Frankfurt a. M. 1968, 25 pages.
- [41] *R. Förstner*: Sur la précision de la mesure photogrammétrique de coordonnées en terrain montagneux. Rapport sur les résultats de l'essai de Reichenbach de la Commission C de l'OEEPE. — OEEPE-Publ. Off. No. 4, partie I: pp. 1—80, 9 fig. (en langue anglaise: pp. 81—145); partie II: 65 tabl., Frankfurt a. M. 1968 (en langue allemande: Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. 5, Teil I: 74 pages, 9 fig.; Teil II: 65 tabl., Frankfurt a. M. 1969).
- [42] *H. Knorr, etc.*: Die Europäische Organisation für experimentelle photogrammetrische Untersuchungen — OEEPE — in den Jahren 1962—1970. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. 6, Frankfurt a. M. 1971, 44 pages, 1 fig., 3 tabl.
- [43] *R. Förstner*: Das Versuchsfeld Reichenbach der OEEPE. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. 7, Frankfurt a. M. 1972, 191 pages, 49 fig., 38 tabl.
- [44] *C. Trombetti*: Les recherches expérimentales exécutées sur de longues bandes par la Commission A de l'OEEPE. — OEEPE-Publ. Off. No. 5, Frankfurt a. M. 1972, 46 pages, 36 annexes, 19 tableaux.
- [45] *K. Neumaier*: Essai d'interprétation. Rapports des Centres de la Commission E de l'OEEPE. — OEEPE-Publ. Off. No. 6, Frankfurt a. M. 1972, 42 pages, 12 tabl., 5 annexes.

Les numéros, édités à Frankfurt (Main), des publications Nos. [21]—[23], [25]—[29], [31]—[33], [37], [40]—[45] peuvent être achetés à

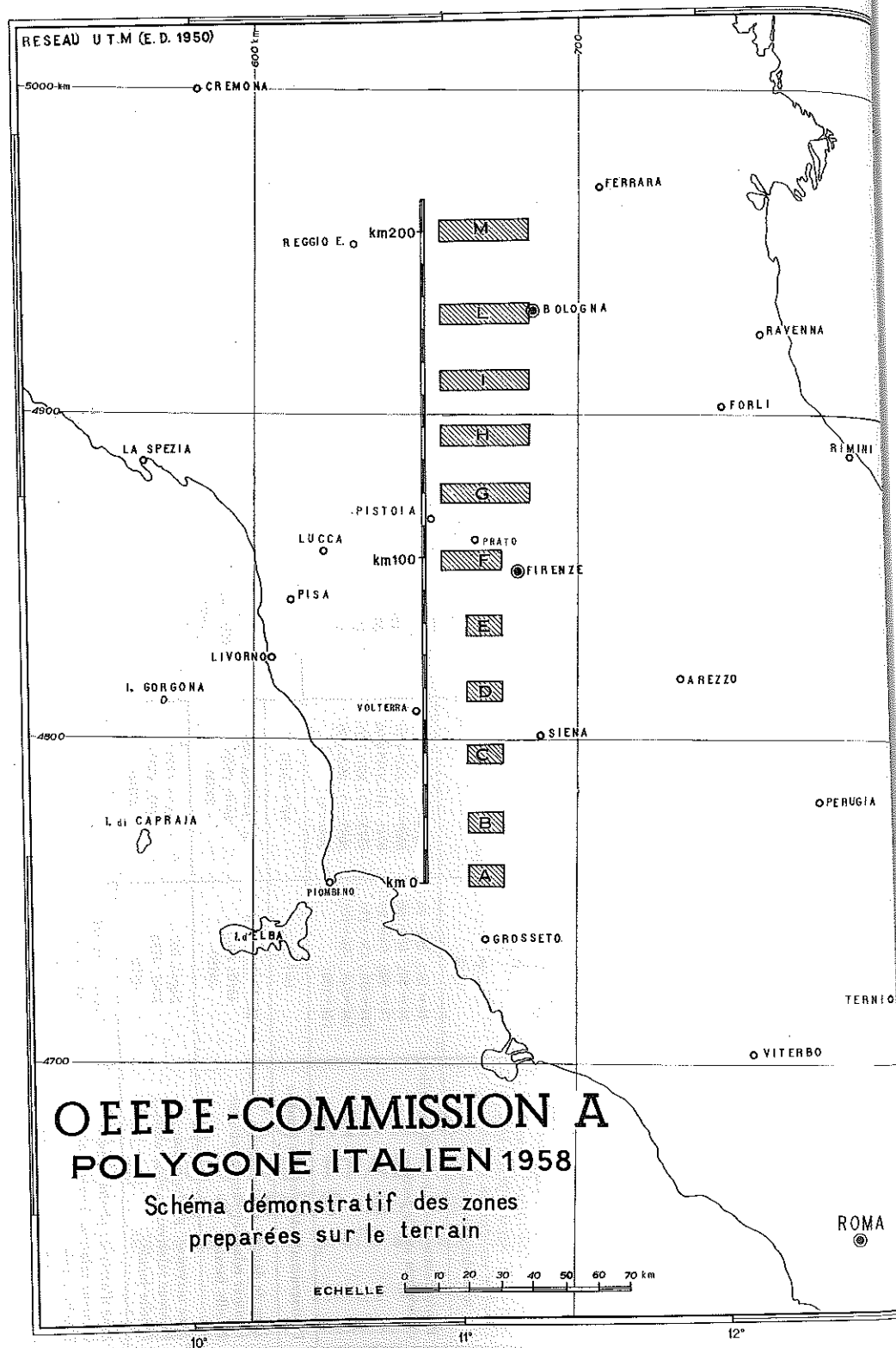
l'Institut für Angewandte Geodäsie, Bureau des Publications Officielles
6 Frankfurt (Main)-70, Kennedyallee 151





Données caractéristiques des prises de vue 1938 sur le polygone italien

Chambre N°	Zeiss RMK 15/25 2159	Foma-Nistri 54 18232	Galileo-Santoni VI 00101	Galileo-Santoni IV 0022	Galileo-Santoni VI 00101	Galileo-Santoni IV 0022
Objectif n°	Pleogon no. 9558	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 cm²	24 × 24 cm²	24 × 24 cm²	18 × 20 cm²	24 × 24 cm²	18 × 20 cm²
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
Bande n°	13	14	15 n (nadiral)	15 o (oblique)	16 n (nadiral)	16 o (oblique)
Sens du vol	S — N	S — N	N — S	N — S	S — N	S — N
Azmut de prise	de 1° 25' à 1° 30'	de 1° 25' à 1° 30'	de 181° 35' à 181° 32'	de 1° 26' à 1° 28'	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 — 034	001 — 035	055 — 097	054 — 096
N° total des prises	173	169	35	35	43	43
Bandes dérivées	13' — 15"	14' — 14"				
Premier et dernier photogramme	016 — 188	8479 — 8647				
N° total des photogrammes	87	85	46		0	
Première registration périsce. n°	15	84	78		42	
(attention: après le 99 suit le 0)			33		43	
Dernière registration périsce. n°	87					
N° total des registration périsce.	173					
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 — 15; 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		055 — 057 63 — 64 71 — 72 77 — 78 87 — 88 95 — 97	
Photogrammes des couples témoins	16 — 20	8479 — 8485	002 — 004		055 — 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	0,3	0,3	0,6		0,6	



Eléments pour l'enchaînement solaire de la bande 13'

$$\theta_n = 0^{\text{gr}}, 016$$

phot. terr. n.	α	ω	φ	$\frac{d\omega}{d\alpha}$	$\frac{d\varphi}{d\alpha}$	Z	θ	Z _p	β
16	103.659	201.280	99.545	0.33	0.52	34.164	137.409	34.991	131.952
18	101.481	200.994	100.112	0.33	0.51	34.085	137.653	34.962	135.379
20	98.697	200.500	100.253	0.34	0.50	33.989	137.952	34.545	139.119
22	102.062	200.348	100.395	0.34	0.49	33.895	138.248	34.405	136.381
24	102.023	200.742	100.544	0.34	0.47	33.787	138.552	34.761	136.498
26	101.829	200.017	99.931	0.33	0.48	33.705	138.843	33.679	138.883
28	100.362	200.645	102.770	0.35	0.49	33.616	139.119	34.517	138.994
30	101.160	201.857	99.414	0.32	0.49	33.565	139.313	34.916	135.933
32	100.860	200.598	99.954	0.34	0.48	33.517	139.497	33.929	137.969
34	101.600	199.349	100.325	0.34	0.46	33.469	139.682	33.135	139.190
36	101.829	199.297	100.105	0.34	0.46	33.418	139.876	32.909	138.859
38	100.824	199.632	100.427	0.35	0.46	33.371	140.056	33.371	140.236
40	100.465	200.543	99.336	0.39	0.48	33.307	140.284	33.362	138.324
42	102.235	200.723	100.723	0.36	0.48	33.245	140.505	34.310	138.585
44	102.012	200.299	101.464	0.34	0.47	33.181	140.734	33.460	138.488
46	101.773	200.608	99.842	0.34	0.47	33.113	140.977	33.499	138.354
48	102.639	199.942	99.963	0.34	0.45	33.049	141.204	32.981	138.558
50	101.513	200.384	99.383	0.34	0.46	32.988	141.433	32.926	138.638
52	99.670	200.729	100.476	0.36	0.47	32.923	141.674	33.831	141.820
54	101.971	199.696	99.858	0.34	0.44	32.859	141.916	32.539	140.054
56	102.570	199.718	100.111	0.35	0.44	32.791	142.165	32.638	140.046
58	100.755	200.807	100.207	0.42	0.55	32.726	142.408	33.490	141.054
60	104.136	200.246	99.920	0.35	0.45	32.648	142.633	32.792	138.110
62	101.148	200.643	100.427	0.36	0.45	32.568	142.860	33.336	141.576
64	101.308	201.278	100.207	0.36	0.46	32.487	143.092	33.613	140.605
66	103.274	200.354	100.474	0.36	0.44	32.406	143.324	32.981	140.301
68	100.569	199.638	99.734	0.35	0.42	32.326	143.552	31.827	143.010
70	99.494	200.282	101.638	0.47	0.53	32.279	143.832	33.554	146.189
72	103.957	201.706	101.963	0.39	0.46	32.232	144.113	34.812	140.707
74	104.107	200.627	100.386	0.36	0.44	32.185	144.387	32.914	140.073
76	101.532	200.511	100.037	0.36	0.43	32.140	144.657	32.531	142.501
78	102.721	201.173	99.757	0.36	0.44	32.094	144.930	32.847	140.513
80	105.553	199.773	99.714	0.35	0.41	32.035	145.181	31.627	139.484
82	104.844	199.160	99.479	0.35	0.40	31.975	145.435	30.968	140.916
84	101.648	200.893	99.224	0.35	0.43	31.916	145.690	32.098	141.308
86	97.172	200.462	100.569	0.37	0.42	31.857	145.942	32.589	148.921
88	102.336	198.463	100.025	0.37	0.38	31.796	146.201	30.515	144.839
90	101.971	199.464	101.270	0.38	0.40	31.736	146.468	32.205	146.841
92	101.449	198.540	100.385	0.36	0.38	31.677	146.734	30.778	147.474
94	101.629	199.133	100.325	0.36	0.40	31.612	147.000	31.716	145.996
96	99.948	201.192	100.668	0.38	0.42	31.559	147.259	32.891	146.736
98	101.204	201.206	100.032	0.37	0.42	31.500	147.522	32.416	144.871
100	100.769	200.085	100.144	0.37	0.40	31.444	147.787	31.605	147.088

Éléments pour l'enchaînement solaire de la bande 13'

$$\Theta_N = -0^{\text{gr}}, 016$$

phot. terr. n.	α	ω	φ	$\frac{d\omega}{d\alpha}$	$\frac{d\varphi}{d\alpha}$	Z	θ	Z_p	β
	gr	gr	gr	—	+	gr	gr	— gr	gr
102	100.015	200.398	99.456	0.31	0.40	31.388	148.052	31.311	146.774
104	101.421	199.777	100.795	0.38	0.35	31.330	148.322	31.323	148.129
106	102.782	200.466	99.840	0.37	0.40	31.715	148.585	35.505	144.923
108	102.765	200.164	100.284	0.38	0.39	31.222	148.831	31.889	146.873
110	102.296	199.944	100.746	0.37	0.38	31.191	149.095	31.226	146.975
112	100.834	201.317	101.125	0.39	0.41	31.160	149.358	32.918	148.186
114	102.855	200.252	100.444	0.38	0.38	31.127	149.627	31.619	147.014
116	104.288	200.825	99.616	0.39	0.39	31.096	149.886	32.127	145.324
118	100.164	199.768	100.341	0.38	0.37	31.066	150.138	31.147	150.720
120	102.208	198.112	100.001	0.37	0.34	30.997	150.398	29.639	150.829
122	100.844	201.650	100.189	0.43	0.40	30.926	150.666	31.386	151.649
124	97.619	200.191	100.320	0.38	0.37	30.855	150.930	31.255	153.520
126	99.416	199.419	101.456	0.37	0.35	30.788	151.183	30.407	152.534
128	101.160	201.288	98.245	0.39	0.39	30.724	151.423	32.150	148.266
130	103.416	200.058	100.026	0.38	0.36	30.683	151.634	30.756	148.141
132	102.877	198.538	100.762	0.39	0.34	30.641	151.851	30.353	151.792
134	100.085	201.824	98.456	0.39	0.39	30.597	152.074	32.209	149.753
136	101.809	200.468	100.192	0.39	0.36	30.554	152.293	31.454	150.831
138	100.315	200.340	100.312	0.39	0.36	30.511	152.514	30.504	151.638
140	102.400	200.358	100.252	0.39	0.36	30.469	152.752	30.945	149.236
142	101.436	200.834	101.030	0.38	0.36	30.427	152.992	32.128	149.807
144	104.309	200.023	99.950	0.38	0.35	30.383	153.244	30.366	148.812
146	103.644	199.450	100.289	0.39	0.34	30.339	153.495	30.194	151.007
148	103.626	199.763	100.520	0.39	0.34	30.292	153.760	30.528	151.090
150	101.566	199.321	99.934	0.40	0.33	30.248	154.034	30.556	153.567
152	102.644	201.256	100.454	0.40	0.36	30.205	154.293	31.380	150.416
154	103.311	199.388	101.764	0.41	0.33	30.162	154.552	31.138	154.301
156	104.316	199.627	101.106	0.40	0.33	30.120	154.809	30.763	155.263
158	104.362	199.330	100.540	0.40	0.32	30.077	155.072	30.066	154.779
160	102.091	200.440	100.741	0.40	0.34	30.036	155.334	31.030	152.723
162	103.034	200.649	100.078	0.39	0.34	29.994	155.604	30.474	151.686
164	104.413	200.288	100.030	0.39	0.33	29.951	155.883	30.159	151.059
166	103.753	199.818	100.652	0.40	0.32	29.906	156.172	30.154	153.232
168	102.924	200.083	100.309	0.40	0.32	29.860	156.464	30.153	153.729
170	100.390	200.100	100.468	0.40	0.32	29.812	156.766	30.245	156.781
172	101.457	201.826	100.354	0.40	0.35	29.774	157.061	31.245	153.247
174	101.456	201.432	100.938	0.41	0.34	29.731	157.359	31.212	154.636
176	103.450	200.428	100.465	0.40	0.32	29.690	157.645	30.320	154.080
178	102.819	200.107	100.408	0.40	0.31	29.648	157.933	30.037	155.417
180	102.921	200.358	100.812	0.41	0.31	29.607	158.225	30.478	155.208
182	105.916	201.280	101.022	0.41	0.33	29.566	158.521	30.782	151.213
184	103.812	199.532	100.481	0.41	0.30	29.525	158.814	29.670	156.211
186	102.313	198.850	101.160	0.41	0.24	29.483	159.115	28.642	163.547
188	102.393	200.367	100.828	0.41	0.30	29.442	159.419	30.327	157.394

Hauteurs statoscopiques des points de prise de vue de la bande 13

Photo n.	lectures		position de la prise par rapport à l'hauteur de référence		Photo n.	lectures		position de la prise par rapport à l'hauteur de référence	
	g	d	au dessous	au dessus		g	d	au dessous	au dessus
16	0,3		0,4		61		6,8		8,1
17		5,2		6,2	62		1,5		1,8
18		4,9		5,8	63	0,7		0,8	
19		3,2		3,8	64		3,1		3,7
20		3,9		4,6	65		1,5		1,8
21		6,8		8,1	66		0,6		0,7
22		2,8		3,3	67	0,8		1,0	
23		8,8		10,5	68		3,4		4,0
24		7,7		9,2	69		2,2		2,6
25		4,8		5,7	70	5,3		6,3	
26		6,8		8,1	71	13,7		16,3	
27		4,3		5,1	72		9,9		11,8
28		1,7		2,0	73		13,3		15,8
29	5,9		7,0		74		12,2		14,5
30	4,3		5,1		75		12,3		14,6
31	1,8		2,1		76		7,4		8,8
32	1,8		2,1		77		7,2		8,6
33	1,9		2,3		78		2,3		2,7
34		0,6		0,7	79		1,3		1,5
35		0,1		0,1	80		3,3		3,9
36	4,8		5,7		81		10,6		12,6
37	0,8		1,0		82		19,4		23,1
38	5,2		6,2		83		12,2		14,5
39	1,8		2,1		84				22,3
40		3,7		4,4	85				36,6
41		1,3		1,5	86				28,9
42		1,1		1,3	87		19,3		23,0
43	3,2		3,8		88		7,1		8,4
44		5,8		6,9	89		12,2		14,5
45		3,3		3,9	90		3,3		3,9
46		2,3		2,7	91		3,0		3,6
47		3,8		4,5	92		8,1		9,6
48		4,0		4,7	93		13,8		16,4
49		3,3		3,9	94	6,3		7,5	
50		6,9		8,2	95	4,9		5,8	
51		5,3		6,3	96	1,8		2,1	
52		2,2		2,6	97		8,2		9,7
53	1,8		2,1		98		4,8		5,7
54		3,3		3,9	99		0,1		0,1
55		0,7		0,8	100		4,2		5,0
56	0,4		0,5		101		4,9		5,8
57		1,8		2,1	102		15,8		18,8
58		0,3		0,4	103		6,3		7,5
59	3,0		3,6		104	0,3		0,4	
60		5,8		6,9	105	1,8		2,1	

Valeurs
Calc.

Hauteurs statoscopiques des points de prise de vue de la bande 13

Photo n.	lectures		position de la prise par rapport à l'hauteur de référence		Photo n.	lectures		position de la prise par rapport à l'hauteur de référence	
	g	d	au dessous	au dessus		g	d	au dessous	au dessus
106		4,2		5,0	151		1,2		1,4
107		7,2		8,6	152		3,8		4,5
108		1,5		1,8	153		5,2		6,2
109		5,9		7,0	154	1,8		2,1	
110		7,2		8,6	155	6,0		7,1	
111		5,0		5,9	156	3,5		4,2	
112		2,8		3,3	157	3,5		4,2	
113		0,1		0,1	158	2,8		3,3	
114		1,2		1,4	159	3,8		4,5	
115		2,1		2,5	160	5,6		6,7	
116		4,2		5,0	161	8,2		9,8	
117		0,3		0,4	162	3,9		4,6	
118	5,3		6,3		163		1,7		2,0
119	5,1		6,1		164		3,3		3,9
120		2,7		3,2	165		9,3		11,1
121		10,8		12,8	166		7,7		9,2
122		4,1		4,9	167		7,2		8,6
123		0,1		0,1	168		7,2		8,6
124		2,7		3,2	169		15,8		18,8
125	2,2		2,6		170		14,8		17,6
126	6,9		8,2		171		8,3		9,9
127	2,8		3,3		172		8,3		9,9
128		1,1		1,3	173		10,4		12,4
129	1,3		1,5		174		11,2		13,3
130	0,8		0,9		175		9,9		11,8
131		1,8		2,1	176		9,8		11,7
132	5,2		6,2		177		8,7		10,4
133		0,6		0,7	178		6,3		7,5
134		0,2		0,2	179		10,8		12,8
135	1,3		1,5		180		13,9		16,5
136	4,8		5,7						
137	2,8		3,3		181		13,9		16,5
138		4,3		5,1	182		8,2		9,8
139		3,1		3,7	183		7,1		8,4
140		1,2		1,4	184		5,0		5,9
141		3,9		4,6	185		8,2		9,8
142		2,7		3,2	186		1,1		1,3
143		2,8		3,3	187		6,3		7,5
144		1,3		1,5	188		6,7		8,0
145		9,8		11,7					
146		10,9		13,0					
147		12,7		15,1					
148		7,3		8,7					
149		5,9		7,0					
150		5,2		6,2					

Code des enchaînements

	Centres	Type de T.A.	Instruments	Passages
0				grilles
1	DELFT ITC	Analogique	Autograph Wild A7	1.er
2	DELFT RWS	Analytique	Stereoplanigr. C8	2.ème
3	FIRENZE EIRA		Stereocart. Gal. Sant. IV	
4	FRANKFURT IfAG		Stereocomp. Wild STK 1	
5	MILANO POLYT.		Stereocomp. OMI TA3	
6	MÜNCHEN TH			

On a aussi:	DELFT ITC	grilles	1240
	DELFT ITC	1.er passage	1241
	DELFT ITC	2.ème "	1242
	DELFT RWS	grilles	2110
	DELFT RWS	1.er passage	2111
	DELFT RWS	2.ème "	2112
	FIRENZE EIRA	grilles	3130
	FIRENZE EIRA	1.er passage	3131
	FIRENZE EIRA	2.ème "	3132
	FRANKFURT IfAG	grilles	4120
	FRANKFURT IfAG	1.er passage	4121
	FRANKFURT IfAG	2.ème "	4122
	MILANO POLYT.	1.er passage	5251
	MÜNCHEN TH	grilles	6120
	MÜNCHEN TH	1.er passage	6121

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

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

Erreurs de clôture et erreurs maxima après la transformation linéaire

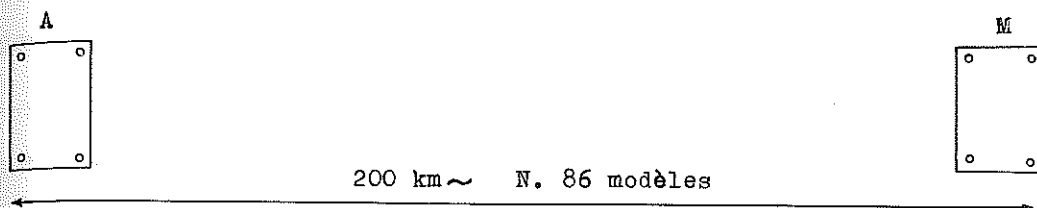
Enchaînements	Δ X in m		Δ Y in m		Δ Z in m	
	clôture	maxima après	clôture	maxima après	clôture	maxima après
DELFT ITC I (1241)	- 990 M	+ 409 F	+ 11901 M	- 83 F	- 3335 M	+ 470 F
DELFT ITC II (1242)	+ 12665 M	+ 446 F	+ 12197 M	+ 19 A	- 3349 M	+ 486 F
solaire DELFT RWS I (2111)	- 1268 M	+ 311 F	+ 204 M	- 45 F	+ 78 M	- 22 F
solaire DELFT RWS II (2112)	- 2834 A	+ 541 F	- 204 A	- 53 F	+ 215 A	+ 30 C
FIRENZE EIRA I (3131)	- 1974 M	+ 582 F	- 11124 M	- 61 F	- 176 M	+ 22 D
FIRENZE EIRA II (3132)	- 1798 M	+ 424 F	+ 575 M	- 142 E	+ 302 M	- 220 G
statoscope FRANKFURT IfAG I (4121)	+ 2448 A	+ 657 F	- 781 A	+ 180 D	- 99 A	+ 20 C
statoscope FRANKFURT IfAG II (4122)	+ 2733 A	+ 745 F	- 1022 A	+ 102 F	- 92 A	+ 20 C
MILANO POLYT. (5251)	- 638 M	+ 538 G	+ 588 M	- 147 F	+ 1052 M	- 296 G
statoscope MÜNCHEN TH (6121)	- 359 M	+ 210 G	+ 132 M	+ 54 I	+ 42 M	- 18 F

Code des données sur cartes perforées

NUMERO DU POINT	COORDONNÉES TERRAIN				COORDONNÉES INSTRUMENT			
	N	E	Q		X	Y	Z	
	INTERVALE	INTERVALE	INTERVALE	INTERVALE	INTERVALE	INTERVALE	INTERVALE	
de la colonne 1	911	2123	3335	4143	5153	6163	70	
à la colonne 810	2022	3234	4042	5052	6062	70		

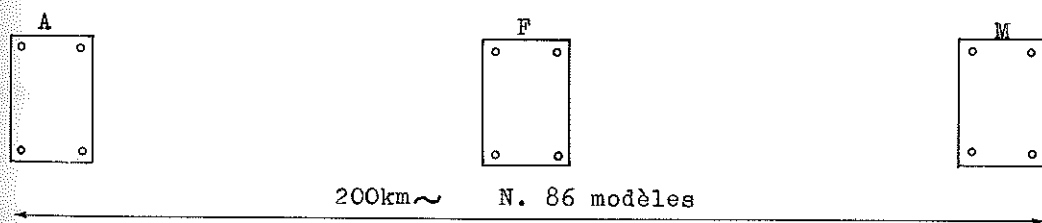
Schéma préliminaires des zones d'appui pour le choix des points communs dans la compensation quadratique

1.ère DISPOSITION



Calculs des erreurs sur tous les points de contrôle pour les 7 essais: DELFT RWS I e II, E I R A I e II, FRANKFURT I e II et MÜNCHEN.

2.ème DISPOSITION



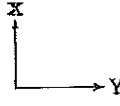
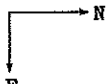
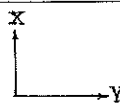
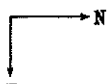
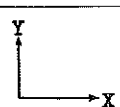
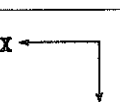
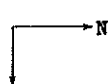
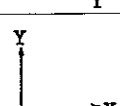
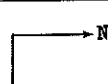
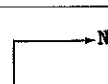
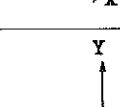
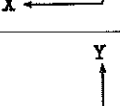
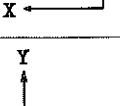
Calculs des erreurs sur tous les points de contrôle pour les 7 essais DELFT RWS I e II, E I R A I e II, FRANKFURT I e II et MÜNCHEN.

NB. Pour l'essai E I R A I a été effectué un deuxième calcul en variant les points d'appui.

Point erronés suivant les calculs d'orientation absolu

DANS TOUS LES ENCHAÎ- NEMENTS DANS LES- QUELS ONT ÉTÉ OBSER- VÉS		DANS CERTAINS ENCHAÎNEMENTS (LE SIGNE + INDIQUE QU'IL S'AGIT DE BÂTIMENT)							
Numéro point	Nom. ench	Numéro point	Nom. ench	Numéro point	Nom. ench	Numéro point	Nom. ench	Numéro point	Nom. ench
zone F 1233 + 310 +	6 9	zone A 006 202 206 207 302+ 2304+ 504+ 1606+ 2606+ 1701+	1 1 1 6 1 1 1 1 1 1 1	618 1619 + 2619 + 621 705 706+ 707+	1 1 1 1 1 3 1	2513+ 517+ 1711+ zone G 029 030 031 111+ 236 237 238 634 635 636 637 638 715 716	1 2 4 1 4 1 3 1 1 2 1 3 1 7 1 4	zone I 039 1041+ 244 246 1247+ 1643+ 721+ 1722+ 724 zone L 318+ 1319+ 2520+ 1646+ 725+ zone M 1115+ 2116+ 249+ 250+ 1321+ 2321+ 322+ 1728+ 2728+ 1730+	3 2 3 2 1 1 3 6 2 1 1 3 3 1 2 1 1 4 1 1 1 1 1 1
zone G 110	4			zone D 014 018 020+ 219 2510+ 629	1 1 1 1 1 1				
zone H 033 034 036	5 2 8	zone B 010 011 214 611 614	3 3 2 1 1	zone E 108+ 227 228 229 1709+	1 1 1 1 1	zone H 241 1243+ 313 518 642 719 1720+	2 1 1 2 1 1 1		
zone I 040 2643+	5 2	zone C 015 1016+ 2016+ 1106 215 1218+ 2218+ 308+ 1508+	2 1 3 1 1 1 1 3 1						
zone L 044+	9								
zone M 323+	6								

Caractéristiques des enchaînements

ENCHAÎNEMENTS	CODE	DEMARCHE	SYSTÈME		ÉCHELLE	
			Terrain	Instrument.	Planimétrique	Altimétrique
DELFT ITC 1.er	1241	A → M			1 : 1	1 : 1
DELFT ITC 2.ème	1242	A → M			1 : 1	1 : 1
DELFT RWS 1.er	2111	A → M			1 : 15 000	1 : 1
DELFT RWS 2.ème	2112	M → A			1 : 15 000	1 : 1
PIRENZE EIRA 1.r	3131	A → M			1 : 12 500	1 : 1
PIRENZE EIRA 2.e	3132	A → M			1 : 12 500	1 : 1
FRANKFURT IAG 1.r	4121	M → A			1 : 15 000	1 : 1
FRANKFURT IAG 2.e	4122	M → A			1 : 15 000	1 : 1
MÜNCHEN TH	6121	A → M			1 : 15 000	1 : 1

OEEPE — Commission A — bande 13'
enchaînements Delft ITC I et II — erreurs dans les orientations absolues

Zone du terrain	Modèles stéréoscopiques	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\ominus$		Inclinaison longitud. générale $\Delta\Phi$		Inclinaison transv. générale $\Delta\Omega$	
		1241	1242	1241	1242	1241	1242	1241	1242
A	16/18 ; 18/20 20/22	0,9958	0,9958	+3,633	+3,635	-0,553	-0,529	-1,387	-1,385
B	25/28 ; 28/30 30/32 ; 32/34	0,9967	0,9971	+3,605	+3,624	-0,645	-0,636	-1,385	-1,376
C	44/46 ; 46/48 48/50 ; 50/52	0,9979	0,9991	+3,630	+3,678	-0,834	-0,801	-1,385	-1,380
D	60/62 ; 62/64 64/66 ; 66/68	0,9995	1,0007	+3,607	+3,665	-0,904	-0,894	-1,375	-1,377
E	78/80 ; 80/82 82/84 ; 84/86	1,0005	1,0020	+3,551	+3,638	-1,019	-1,055	-1,325	-1,450
F	94/96 ; 96/98 98/100	1,0026	1,0036	+3,522	+3,613	-1,181	-1,206	-1,382	-1,380
G	110/112;112/114 114/116;116/118	1,0059	1,0074	+3,512	+3,596	-1,292	-1,303	-1,384	-1,399
H	128/130;130/132 132/134;134/136	1,0080	1,0096	+3,428	+3,579	-1,393	-1,398	-1,375	-1,401
I	142/144;144/146 146/148;148/150	1,0064	1,0098	+3,561	+3,586	-1,465	-1,474	-1,427	-1,484
L	164/166;166/168 168/170;170/172	1,0101	1,0123	+3,459	+3,650	-1,656	-1,680	-1,383	-1,385
M	182/184;184/186 186/188	1,0120	1,0137	+3,468	+3,668	-1,836	-1,921	-1,369	-1,346

OEEPE — Commission A — bande 13'
enchaînements Delft ITC I et II — erreurs dans les orientations absolus

Zone du terrain	Couples stéréoscopi.	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison générale $\Delta\phi$		Inclinaison longitudin. générale $\Delta\phi$		Inclinaison transversa. générale $\Delta\omega$	
		1241	1242	1241	1242	1241	1242	1241	1242	1241	1242
A	16/18	0,9956	0,9956	+3,642	+3,640	-0,492	-0,449	-1,417	-1,413	-1,417	-1,413
	18/20	0,9956	0,9957	+3,632	+3,639	-0,460	-0,457	-1,413	-1,416	-1,413	-1,416
	20/22	0,9957	0,9958	+3,630	+3,640	-0,482	-0,514	-1,419	-1,402	-1,419	-1,402
B	28/30	0,9963	0,9966	+3,601	+3,616	-0,554	-0,556	-1,421	-1,408	-1,421	-1,408
	30/32	0,9964	0,9968	+3,595	+3,615	-0,569	-0,581	-1,405	-1,401	-1,405	-1,401
	32/34	0,9964	0,9970	+3,584	+3,606	-0,595	-0,569	-1,439	-1,431	-1,439	-1,431
C	44/46	0,9972	0,9984	+3,591	+3,630	-1,047	-0,718	-1,361	-1,410	-1,361	-1,410
	46/48	0,9973	0,9986	+3,590	+3,636	-0,757	-0,733	-1,419	-1,414	-1,419	-1,414
	48/50	0,9975	0,9987	+3,589	+3,636	-0,750	-0,738	-1,448	-1,435	-1,448	-1,435
D	50/52	0,9976	0,9987	+3,604	+3,644	-0,821	-0,712	-1,440	-1,428	-1,440	-1,428
	60/62	0,9988	0,9999	+3,615	+3,663	—	—	-1,395	-1,354	-1,395	-1,354
	62/64	0,9994	1,0005	+3,588	+3,647	-0,814	-0,788	-1,405	-1,425	-1,405	-1,425
E	64/66	0,9994	1,0006	+3,595	+3,656	-0,826	-0,802	-1,445	-1,433	-1,445	-1,433
	66/68	0,9991	0,9999	+3,625	+3,660	-1,461	-1,348	-1,447	-1,396	-1,447	-1,396
	78/80	1,0004	1,0018	+3,542	+3,625	-1,318	-0,787	-1,367	-1,489	-1,367	-1,489
F	80/82	1,0003	1,0019	+3,544	+3,616	-0,949	-1,004	-1,438	-1,405	-1,438	-1,405
	82/84	1,0004	1,0015	+3,523	+3,611	-0,929	-0,960	-1,388	-1,544	-1,388	-1,544
	84/86	1,0004	1,0017	+3,535	+3,616	-0,911	-1,445	-1,394	-1,533	-1,394	-1,533
G	94/96	1,0029	1,0030	+3,514	+3,614	-1,124	-1,163	-1,417	-1,431	-1,417	-1,431
	96/98	1,0022	1,0033	+3,505	+3,606	-1,107	-1,135	-1,494	-1,478	-1,494	-1,478
	98/100	1,0026	1,0036	+3,506	+3,598	-1,133	-1,148	-1,441	-1,447	-1,441	-1,447
H	114/116	1,0053	1,0059	+3,505	+3,576	-1,219	-1,254	-1,451	-1,464	-1,451	-1,464
	130/132	1,0061	1,0077	+3,449	+3,572	-1,325	-1,337	-1,439	-1,390	-1,439	-1,390
	132/134	1,0061	1,0077	+3,441	+3,590	-1,309	-1,297	-1,442	-1,462	-1,442	-1,462
I	144/146	1,0073	1,0085	+3,455	+3,534	-1,304	-1,094	-1,488	-1,398	-1,488	-1,398
	146/148	1,0073	1,0094	+3,430	+3,574	-1,516	-1,575	-1,508	-1,500	-1,508	-1,500
	166/168	1,0096	1,0119	+3,448	+3,619	-1,615	-1,636	-1,459	-1,485	-1,459	-1,485
L	168/170	1,0098	1,0119	+3,457	+3,635	-1,574	-1,538	-1,477	-1,496	-1,477	-1,496
	170/172	1,0094	1,0117	+3,443	+3,627	—	—	-1,389	-1,340	-1,389	-1,340
M	184/186	1,0116	1,0135	+3,452	+3,651	-1,759	-1,812	-1,454	-1,471	-1,454	-1,471
	186/188	1,0118	1,0134	+3,463	+3,649	-1,763	-1,849	-1,479	-1,444	-1,479	-1,444

M	182/184, 184/186 186/188	1,0120	1,0137	+3,468	+3,668	-1,836	-1,921	-1,369	-1,346
---	-----------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

OEEPE — Commission A — bande 13'
enchainements Delft RWS I et II — erreurs dans les orientements absolus

Zone du terrain	Modèles stéréoscopiques	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison longitud. générale $\Delta\phi$		Inclinaison transvers. générale $\Delta\Omega$	
		2111	2112	2111	2112	2111	2112	2111	2112
A	16/18 ; 18/20 20/22	1,0009	0,9769	-0,028	-0,008	+0,015	-0,115	+0,002	+0,030
B	28/30 ; 30/32 32/34	1,0014	0,9773	-0,044	-0,035	+0,152	+0,206	+0,053	+0,147
C	44/46 ; 46/48 48/50 ; 50/52	1,0031	0,9794	-0,031	-0,034	+0,016	-0,078	-0,040	+0,009
D	62/64 ; 64/66 66/68	1,0049	0,9809	-0,007	-0,011	-0,043	-0,114	-0,011	+0,023
E	78/80 ; 80/82 82/84	1,0057	0,9815	-0,050	-0,054	+0,012	-0,015	+0,002	+0,069
F	94/96 ; 96/98 98/100	1,0068	0,9843	-0,074	-0,083	+0,037	-0,060	-0,025	+0,025
G	112/114 ; 114/116 116/118	1,0085	0,9870	-0,087	-0,091	+0,048	-0,020	-0,091	-0,016
H	128/130 ; 130/132 132/134 ; 134/136	1,0099	0,9892	-0,124	-0,118	+0,031	-0,018	-0,121	-0,026
I	142/144 ; 144/146 146/148 ; 148/150	1,0103	0,9915	-0,104	-0,105	+0,034	-0,070	-0,037	-0,007
L	166/168 ; 168/170 170/172	1,0123	0,9946	-0,089	-0,084	+0,002	-0,178	-0,066	+0,009
M	184/186 ; 186/188	1,0128	0,9959	0,000	-0,046	+0,060	-0,113	-0,025	+0,044

OEEPE — Commission A — bande 13°
enchainements Delft RWS I et II — erreurs dans les orientations absolus

Zone du terrain	Couples stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison générale		Inclinaison longitud. générale $\Delta\Omega$		Inclinaison transvers. générale $\Delta\Omega$	
		2111	2112	2111	2112	2111	2112	2111	2112	2111	2112
M	184/186; 186/188	1,0128	0,9959	0,000	-0,046	+0,060	-0,113	-0,025	+0,044		
A	16/18	1,0007	0,9759	-0,031	+0,017	-0,006	-0,168	-0,001	-0,008		
	18/20	1,0008	0,9761	-0,024	-0,036	+0,030	-0,070	+0,010	+0,085		
	20/22	1,0013	0,9761	-0,037	-0,016	+0,061	-0,069	-0,008	+0,020		
B	28/30	1,0012	0,9771	-0,047	-0,018	+0,287	+0,234	+0,084	+0,121		
	30/32	1,0012	0,9774	-0,041	-0,052	+0,035	+0,231	+0,038	+0,173		
	32/34	1,0015	0,9772	-0,071	-0,042	+0,034	-0,130	+0,002	+0,048		
C	44/46	1,0030	0,9790	-0,056	-0,023	-0,053	-0,127	-0,016	-0,004		
	46/48	1,0030	0,9793	-0,007	-0,050	+0,024	-0,047	-0,030	+0,072		
	48/50	1,0028	0,9794	-0,011	-0,002	-0,002	-0,130	-0,051	-0,017		
D	50/52	1,0033	0,9796	+0,005	-0,046	+0,133	+0,005	-0,031	+0,034		
	62/64	1,0048	0,9816	-0,002	-0,025	-0,038	-0,040	-0,018	+0,041		
	64/66	1,0050	0,9804	-0,018	+0,013	-0,064	-0,172	-0,016	-0,044		
E	66/68	1,0048	0,9805	-0,102	-0,019	+0,328	-0,306	+0,010	+0,102		
	78/80	1,0056	0,9816	-0,034	-0,071	+0,098	+0,178	+0,024	+0,081		
	80/82	1,0057	0,9821	-0,094	-0,045	-0,020	-0,103	-0,014	+0,013		
F	82/84	1,0059	-	-0,032	-	+0,037	-	-0,009	-		
	94/96	1,0065	0,9840	-0,050	-0,098	0,000	-0,076	+0,027	+0,054		
	96/98	1,0064	0,9849	-0,077	-0,083	-0,016	-0,016	-0,055	-0,032		
G	98/100	1,0069	0,9845	-0,065	-0,093	+0,061	-0,025	-0,026	+0,044		
	112/114	1,0083	0,9867	-0,104	-0,084	+0,019	-0,090	-0,090	-0,017		
	114/116	1,0085	0,9869	-0,068	-0,095	+0,055	+0,024	-0,089	+0,007		
H	116/118	-	0,9873	-	-0,080	-	+0,109	-	-0,109		
	128/130	1,0103	0,9879	-0,161	-0,119	+0,105	-0,015	-0,092	-0,028		
	130/132	1,0102	0,9890	-0,089	-0,130	+0,047	+0,038	-0,073	-0,015		
I	132/134	1,0099	0,9885	-0,167	-0,104	+0,040	-0,022	-0,231	-0,031		
	134/136	1,0095	0,9877	-0,112	-0,156	+0,063	-0,099	-0,050	-0,099		
	142/144	1,0104	0,9920	-0,080	-0,139	+0,022	-0,131	+0,007	+0,027		
L	144/146	1,0104	0,9913	-0,103	-0,076	+0,184	+0,013	-0,082	-0,059		
	146/148	1,0094	0,9918	-0,214	-0,118	-0,024	-0,173	-0,214	-0,026		
	148/150	1,0108	0,9917	-0,150	-0,092	+0,075	-0,074	-0,050	-0,062		
M	166/168	1,0122	0,9950	-0,033	-0,118	+0,032	-0,240	-0,040	+0,008		
	168/170	1,0121	0,9940	-0,156	-0,024	-0,020	-0,127	-0,089	-0,029		
	170/172	-	0,9946	-	-0,147	-	+0,633	-	+0,072		
M	182/184	-	0,9959	-	-0,071	-	-0,188	-	+0,013		
	184/186	1,0125	0,9952	-0,021	-0,023	-0,039	-0,099	-0,069	+0,067		
	186/188	1,0229	-	+0,017	-	+0,102	-	+0,003	-		

OEEPE — Commission A — bande 13'
enchaînements Florence EIRA I et II — erreurs dans les orientations absolus

Zone du terrain	Modèles stéréoscopiques	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison longitud. générale $\Delta\phi$		Inclinaison transver. générale $\Delta\omega$	
		3131	3132	3131	3132	3131	3132	3131	3132
A	16/18 ; 18/20	1,0003	0,9999	+3,640	+0,015	-0,008	+0,001	-0,002	+0,020
B	28/30 ; 30/32 32/34	1,0009	1,0016	+3,630	-0,041	-0,042	-0,023	-0,008	+0,081
C	44/46 ; 46/48 48/50	1,0023	1,0040	+3,672	-0,071	-0,050	-0,028	+0,005	+0,181
D	62/64 ; 64/66	1,0050	1,0064	+3,669	-0,107	-0,047	-0,051	-0,012	+0,240
E	78/80 ; 80/82	1,0068	1,0074	+3,667	-0,173	-0,062	-0,037	+0,077	+0,332
F	94/96 ; 96/98 98/100	1,0084	1,0080	+3,647	-0,220	-0,082	-0,063	+0,043	+0,327
G	112/114 ; 114/116	1,0102	1,0100	+3,610	-0,263	-0,106	+0,057	+0,031	+0,350
H	128/130 ; 130/132 132/134	1,0118	1,0124	+3,629	-0,274	-0,054	+0,154	+0,058	+0,349
I	144/146 ; 146/148	1,0133	1,0139	+3,613	-0,308	-0,125	+0,284	+0,063	+0,368
L	166/168 ; 168/170	1,0159	1,0161	+3,650	-0,357	-0,009	+0,364	+0,101	+0,361
M	184/186 ; 186/188	1,0172	1,0179	+3,735	-0,363	-0,104	+0,308	+0,103	+0,431

OEEPE — Commission A — bande 13'
enchainements Florence EIRA I et II — erreurs dans les orientations absolus

Zone du terrain	Couples stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison longitud. générale $\Delta\phi$		Inclinaison transvers. générale $\Delta\Omega$	
		3131	3132	3131	3132	3131	3132	3131	3132
A	16/18	1,0003	1,0000	+3,645	+0,020	-0,024	+0,004	+0,025	+0,004
	18/20	1,0002	0,9999	+3,637	+0,008	-0,010	+0,036	-0,021	+0,050
B	28/30	1,0007	1,0014	+3,635	-0,031	-0,035	-0,016	-0,007	+0,054
	30/32	1,0009	1,0017	+3,633	-0,034	-0,054	-0,066	-0,021	+0,105
C	32/34	1,0012	1,0017	+3,616	-0,064	-0,036	+0,008	-0,003	+0,089
	44/46	1,0021	1,0036	+3,670	-0,061	-0,090	-0,025	+0,003	+0,148
D	46/48	1,0020	1,0039	+3,673	-0,059	-0,089	+0,048	+0,018	+0,198
	48/50	1,0023	1,0040	+3,670	-0,063	-0,042	-0,039	-0,003	+0,186
E	62/64	1,0047	1,0050	+3,671	-0,099	-0,110	-0,030	-0,006	+0,234
	64/66	1,0053	1,0065	+3,674	-0,099	+0,049	-0,053	0,000	+0,244
F	78/80	1,0057	1,0071	+3,658	-0,178	-0,099	-0,105	+0,046	+0,332
	80/82	1,0069	1,0074	+3,665	-0,183	-0,060	-0,015	+0,089	+0,335
G	94/96	1,0080	1,0077	+3,660	-0,215	-0,183	-0,147	+0,083	+0,337
	96/98	1,0086	1,0080	+3,640	-0,223	-0,086	-0,051	+0,043	+0,326
H	98/100	1,0085	1,0081	+3,650	-0,221	-0,067	-0,059	+0,020	+0,328
	112/114	1,0103	1,0102	+3,627	-0,260	-0,100	+0,077	+0,038	+0,346
I	114/116	1,0101	1,0104	+3,603	-0,285	-0,109	+0,069	+0,019	+0,353
	128/130	1,0116	-	+3,634	-	-0,097	-	+0,047	-
J	130/132	1,0116	1,0126	+3,644	-0,245	-0,061	+0,131	+0,109	+0,374
	132/134	1,0114	1,0118	+3,651	-0,250	-0,062	+0,161	+0,051	+0,337
K	144/146	1,0135	1,0135	+3,619	-0,295	+0,031	+0,279	+0,071	+0,335
	146/148	1,0133	1,0142	+3,618	-0,324	-0,203	+0,262	+0,076	+0,386
L	166/168	1,0167	1,0167	+3,642	-0,366	-0,063	+0,387	+0,102	+0,343
	168/170	1,0160	1,0160	+3,658	-0,340	-0,044	+0,264	+0,093	+0,361
M	184/186	1,0168	1,0177	+3,680	-0,360	-0,070	+0,278	+0,114	+0,415
	186/188	1,0157	1,0195	+3,659	-0,565	-0,118	+0,308	+0,085	+0,366

OEEPE — Commission A — bande 13"
enchaînements Francfort IFAG I et II — erreurs dans les orientations absolues

Zone du terrain	Modèles stéréoscopiques	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison longitud. générale $\Delta\phi$		Inclinaison transvers. générale $\Delta\Omega$	
		4121	4122	4121	4122	4121	4122	4121	4122
M	187/185 ; 185/183	1,0000	1,0001	+0,012	+0,027	-0,015	+0,016	-0,012	-0,018
L	171/169 ; 169/167 167/165	0,9982	0,9979	-0,087	-0,023	+0,016	+0,034	+0,060	+0,081
I	149/147 ; 147/145 145/143	0,9942	0,9939	-0,153	-0,058	+0,044	+0,029	+0,094	+0,163
H	135/133 ; 133/131 131/129	0,9932	0,9921	-0,185	-0,101	-0,007	+0,010	+0,108	+0,128
G	117/115 ; 115/113	0,9895	0,9879	-0,249	-0,134	+0,024	-0,011	+0,124	+0,159
F	101/99 ; 99/97 97/95	0,9865	0,9845	-0,311	-0,147	+0,054	+0,029	+0,149	+0,142
E	83/81 ; 81/79	0,9842	0,9818	-0,348	-0,172	-0,006	+0,029	+0,170	+0,178
D	67/65 ; 65/63 63/61	0,9818	0,9788	-0,375	-0,189	+0,040	+0,034	+0,205	+0,189
C	51/49 ; 49/47 47/45	0,9789	0,9771	-0,414	-0,211	+0,007	+0,029	+0,219	+0,214
B	33/31 ; 31/29 29/27	0,9761	0,9735	-0,426	-0,247	+0,024	+0,016	+0,229	+0,276
A	21/19 ; 19/17	0,9741	0,9714	-0,439	-0,275	+0,054	+0,046	+0,217	+0,292

OEEPE — Commission A — bande 13"
enchaînements Francfort IfAG I et II — erreurs dans les orientations absolus

Zone du terrain	Couples stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$		Déversement générale $\Delta\theta$		Inclinaison longitud. générale $\Delta\phi$		Inclinaison transvers. générale $\Delta\Omega$	
		4121	4122	4121	4122	4121	4122	4121	4122
M	187/185	1,0000	1,0000	+0,017	+0,027	+0,006	0,000	-0,006	-0,019
	185/183	0,9998	1,0003	-0,002	+0,034	+0,074	+0,132	+0,018	+0,022
L	171/169	0,9981	0,9978	-0,069	-0,014	+0,098	-0,006	+0,097	+0,075
	169/167	0,9984	0,9980	-0,104	-0,031	+0,005	+0,112	+0,008	+0,084
	167/165	0,9977	0,9975	-0,101	-0,032	+0,321	+0,011	+0,150	+0,079
I	149/147	0,9943	0,9941	-0,137	-0,070	-0,236	-0,020	+0,068	+0,139
	147/145	0,9938	0,9938	-0,157	-0,071	+0,021	-0,141	+0,007	+0,029
	145/143	0,9941	0,9940	-0,156	-0,039	-0,073	+0,183	+0,096	+0,209
H	135/133	0,9932	0,9924	-0,159	-0,093	+0,032	+0,075	+0,129	+0,107
	133/131	0,9929	0,9921	-0,184	-0,100	-0,037	+0,012	+0,104	+0,146
	131/129	0,9931	0,9921	-0,208	-0,129	-0,018	-0,079	+0,135	+0,145
G	117/115	0,9894	0,9883	-0,281	-0,145	+0,115	+0,198	+0,094	+0,173
	115/113	0,9894	0,9877	-0,253	-0,137	-0,033	+0,011	+0,136	+0,147
F	101/99	0,9869	-	-0,317	-	-0,078	-	+0,122	-
	99/97	0,9865	0,9845	-0,315	-0,148	+0,104	-0,068	+0,144	+0,124
	97/95	0,9861	0,9845	-0,319	-0,144	+0,074	+0,059	+0,159	+0,159
E	83/81	0,9842	0,9818	-0,343	-0,170	+0,082	-0,070	+0,173	+0,192
	81/79	0,9843	0,9814	-0,357	-0,122	-0,008	+0,123	+0,155	+0,161
D	67/65	0,9819	0,9788	-0,376	-0,194	+0,075	+0,032	+0,204	+0,173
	65/63	0,9817	0,9787	-0,377	-0,190	+0,044	+0,024	+0,205	+0,199
C	51/49	0,9789	0,9771	-0,415	-0,204	+0,155	+0,052	+0,223	+0,223
	49/47	0,9784	0,9769	-0,409	-0,195	-0,054	+0,045	+0,237	+0,229
	47/45	0,9788	0,9768	-0,412	-0,213	+0,048	-0,020	+0,211	+0,190
B	33/31	0,9761	0,9739	-0,437	-0,263	-0,064	+0,032	+0,212	+0,273
	31/29	0,9761	0,9731	-0,424	-0,245	+0,092	-0,068	+0,251	+0,260
	29/27	0,9763	0,9734	-0,433	-0,263	+0,115	+0,092	+0,230	+0,295
A	21/19	0,9743	0,9719	-0,442	-0,267	+0,047	+0,115	+0,213	+0,306
	19/17	0,9739	0,9712	-0,437	-0,278	+0,072	+0,032	+0,220	+0,261

OEEPE — Commission A — bande 13'
 enchainement; Munich TH — erreurs dans les orientations absolus

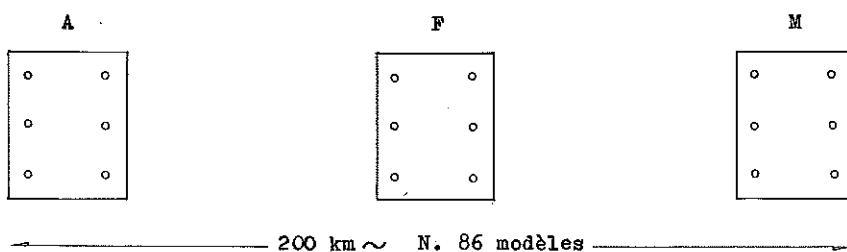
Zone du terrain	Modèles stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\theta$	Inclinaison longitud. générale $\Delta\Phi$	Inclinaison transver. générale $\Delta\Omega$
A	16/18 ; 18/20	1,0001	-0,005	+0,001	-0,001
B	26/28 ; 28/30 30/32 ; 32/34	0,9982	-0,039	+0,024	+0,009
C	44/46 ; 46/48 48/50 ; 50/52	0,9995	-0,067	-0,065	+0,045
D	62/64 ; 64/66 66/68	0,9997	-0,073	+0,003	+0,067
E	78/80 ; 80/82 82/84	1,0000	-0,083	-0,008	+0,096
F	94/96 ; 96/98 98/100	1,0000	-0,096	-0,011	+0,043
G	112/114 ; 114/116 116/118	1,0017	-0,089	+0,023	+0,056
H	128/130 ; 130/132 132/134 ; 134/136	1,0029	-0,066	+0,019	+0,090
I	146/148 ; 148/150	1,0037	-0,042	+0,025	+0,114
L	166/168 ; 168/170	1,0056	+0,028	-0,071	+0,115
M	184/186 ; 186/188	1,0068	+0,053	-0,011	+0,132

OEEPE — Commission A — bande 13'
 enchainement Munich TH — erreurs dans les orientations absolus

Zone du terrain	Couples stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\Theta$	Inclinaison longitud. générale $\Delta\Phi$	Inclinaison transvers. générale $\Delta\Omega$
A	16/18 18/20	1,0002	-0,005	-0,014	-0,010
		1,0006	+0,013	-0,021	+0,023
B	26/28	0,9979	-0,038	+0,142	+0,013
	28/30	0,9981	-0,035	+0,058	+0,008
	30/32	0,9983	-0,044	+0,022	+0,020
	32/34	0,9980	-0,051	-0,011	-0,012
C	44/46	0,9993	-0,058	+0,017	+0,038
	46/48	1,0003	+0,038	-0,117	-0,019
	48/50	0,9998	-0,062	-0,112	+0,082
	50/52	0,9997	-0,062	+0,114	+0,125
D	62/64	0,9999	-0,071	-0,060	+0,099
	64/66	0,9995	-0,067	+0,020	+0,041
	66/68	0,9985	-0,073	+0,010	+0,077
	78/80	1,0001	-0,085	-0,029	+0,097
E	80/82	0,9998	-0,085	+0,040	+0,094
	82/84	1,0000	-0,078	-0,080	+0,087
F	94/96	1,0013	-0,063	-0,139	-0,046
	96/98	0,9998	-0,095	-0,016	+0,025
	98/100	1,0002	-0,090	+0,080	+0,058
G	112/114	1,0027	-0,022	-0,011	+0,056
	114/116	1,0019	-0,089	+0,049	+0,074
	116/118	1,0016	-0,146	+0,090	+0,025
	128/130	1,0019	-0,096	+0,030	+0,053
H	130/132	1,0029	-0,064	+0,042	+0,096
	132/134	1,0030	-0,097	-0,053	+0,095
	134/136	1,0029	-0,042	-0,229	+0,032
I	144/146	1,0037	-0,028	+0,115	+0,038
	146/148	1,0038	+0,022	-0,213	-0,040
	148/150	1,0030	-0,033	+0,017	+0,149
	166/168	1,0061	+0,030	-0,052	+0,150
L	168/170	1,0050	+0,026	-0,119	+0,080
	184/186	1,0066	+0,061	-0,014	+0,124
	186/188	1,0068	+0,048	-0,027	+0,141

Schéma des zones et des points d'appui pour les calculs définitifs
de compensation quadratique

3^e disposition



Calculs des erreurs sur les points de contrôle de l'entière bande
pour les 9 essais:

DELFT ITC I et II, DELFT RWS I et II, FIRENZE EIRA I et II,
FRANKFURT IfAGI et II et MÜNCHEN TH.

Points d'appui choisis pour la compensation quadratique définitive
des enchaînements dans la 3^e disposition

DELFT ITC				DELFT RWS				FIRENZE EIRA				FRANKFURT IfAG				MÜNCHEN TH
1241		1242		2111		2112		3131		3132		4121		4122		6121
A		A		A		M		A		A		M		M		A
605	702	701	703	605	701	727	729	1701	1703	605	608	727	1728	1728	729	605 1701
2	4	2	4	2	4	48	49	2	4	2	5	48	49	2047	49	2 4
202	205	204	205	202	303	249	1320	302	2304	2303	2304	1320	322	2320	322	202 205
F		F		F		F		F		F		F		F		F
712	713	712	714	712	713	713	714	712	713	712	713	711	713	713	714	1711 713
27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	27	28	28	109	27 28
311	312	311	312	311	312	232	312	235	2311	2311	312	232	312	232	311	1311 312
M		M		M		A		M		M		A		A		M
727	729	727	729	2728	729	605	701	2728	1729	1727	2728	702	704	702	703	2728 729
48	49	47	48	48	49	202	204	1047	48	1047	48	4	5	4	6	2047 48
320	322	320	321	1320	322	2	4	2320	322	2320	322	204	207	205	206	2321 250

OEEPE — Commission A — bandes 13' et 13"
erreurs quadratiques moyennes après la compensation quadratique dans la 3^e disposition

CENTRE	DELFT		ITC		DELFT BWS		FIRENZE EIRA		FRANKFURT IFAG		MÜNCHEN TH
	Quadrat.	IGM	Anblock	ITC	2111	2112	3131	3132	4121	4122	
ENCH.	1241	1242	1241	1242							6121
N	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
	8,19	7,67	5,81	7,06	8,55	19,87	4,06	5,98	3,93	11,15	17,17
E	11,11	11,23	6,33	4,00	7,63	6,11	7,48	4,27	9,99	4,87	16,24
	4,52	5,93	-	-	14,17	18,43	10,43	35,55	7,24	6,83	3,91
Nombre des points	265	280	264	263	291	292	201	190	201	201	315

Valeurs des paramètres $\delta\lambda$ de déformation d'échelle déduites par les erreurs $\Delta X_{\max}$ et $\Delta\Delta\lambda$

Enchaînement	$\Delta X_{\max}$ m	$\delta\lambda \cdot 10^{-5}$	$2B\delta\lambda$ m	$\Delta\Delta\lambda$	$\delta\lambda \cdot 10^{-5}$
1241	+ 409	10	0,5	+ 0,0162	10
1242	+ 446	10	0,5	+ 0,0179	10
2111 solaire	+ 311	7	0,3	+ 0,0119	7
2112 solaire	+ 541	12	0,5	+ 0,0190	11
3131	+ 582	14	0,6	+ 0,0169	10
3132	+ 424	10	0,5	+ 0,0180	10
4121 statosc.	+ 657	15	0,7	+ 0,0259	15
4122 statosc.	+ 745	17	0,8	+ 0,0287	17
5251	+ 538	13	0,6	-	-
6121 statosc.	+ 210	5	0,2	+ 0,0067	4

Valeurs des paramètres $\delta\varphi$ de déformation de courbure verticale déduites
par les erreurs $\Delta Z_{\max}$ et $\Delta\Delta\Phi$

Enchaînement	$\Delta Z_{\max}$ m	$\delta\varphi$ 10^{-5} rad	δZ m	$\Delta\Delta\Phi$ 10^{-5} rad	$\delta\varphi$ 10^{-5} rad
1241	+ 470	22	- 0,25	- 2015	23
1242	+ 486	23	- 0,26	- 2186	25
2111 solaire	- 22	- 1,0	+ 0,01	71	- 0,8
2112 solaire	+ 30	1,4	- 0,02	3	0
3131	+ 22	1,1	- 0,01	- 151	1,7
3132	- 220	- 10	+ 0,11	482	- 6
4121 statosc.	+ 20	0,9	- 0,01	108	1,2
4122 statosc.	+ 20	0,9	- 0,01	47	0,5
5251	- 296	- 14	+ 0,16	-	-
6121 statosc.	- 18	- 0,8	+ 0,01	19	- 0,2

Valeurs des paramètres $\delta\theta$ de déformation horizontale déduites par les erreurs $\Delta Y_{\max}$ et $\Delta\Delta\theta$

Enchaînement	$\Delta Y_{\max}$ m	$\delta\theta$ 10^{-5} rad	δY m	$\Delta\Delta\theta$ 10^{-5} rad	$\delta\theta$ 10^{-5} rad
1241	- 83	- 3,9	- 0,04	- 259	- 3,1
1242	+ 19	0,8	0,01	52	0,6
2111 solaire	- 45	- 2,1	- 0,02	- 44	- 0,5
2112 solaire	- 53	- 2,5	- 0,03	+ 59	+ 0,7
3131	- 61	- 2,8	- 0,03	+ 149	+ 1,7
3132	- 142	- 6,7	- 0,08	- 595	- 6,9
4121 statosc.	180	8,4	0,10	710	8,2
4122 statosc.	102	4,8	0,05	475	5,5
5251	- 147	- 6,9	- 0,08	-	-
6121 statosc.	54	2,5	0,03	91	1,1

OEEPE — Commission A — triangulation sur grilles Delft ITC
erreurs dans les orientations absolues de l'enchaînement 1240

Modèles stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\Theta$	Inclin. longit. générale $\Delta\Phi$	Inclin. transv. générale $\Delta\Omega$
1	1,00000	-0 ^g ,003	+0 ^g ,002	0 ^g ,000
2	1,00000	-0 ,003	+0 ,001	0 ,000
3	0,99987	-0 ,003	+0 ,002	-0 ,001
4	0,99989	-0 ,003	+0 ,003	0 ,000
5	0,99994	-0 ,005	+0 ,005	-0 ,001
6	0,99984	-0 ,007	+0 ,005	0 ,000
7	0,99978	-0 ,009	+0 ,008	-0 ,002
8	0,99976	-0 ,006	+0 ,011	-0 ,002
9	0,99973	-0 ,008	+0 ,012	-0 ,002
10	0,99966	-0 ,008	+0 ,013	-0 ,003
11	0,99962	-0 ,010	+0 ,014	-0 ,005
12	0,99964	-0 ,007	+0 ,012	-0 ,005
13	0,99952	-0 ,009	+0 ,013	-0 ,003
14	0,99960	-0 ,009	+0 ,013	-0 ,004
15	0,99949	-0 ,011	+0 ,013	-0 ,003
16	0,99939	-0 ,011	+0 ,012	-0 ,005
17	0,99939	-0 ,011	+0 ,010	-0 ,007
18	0,99935	-0 ,013	+0 ,010	-0 ,008
19	0,99932	-0 ,015	+0 ,013	-0 ,010
20	0,99926	-0 ,016	+0 ,013	-0 ,011
moyenne	0,99965	-0 ,008	+0 ,009	-0 ,004
é.q.m.	0	0 ,001	0 ,001	0 ,001
moy. int.	0,99966	-0 ,008	+0 ,009	-0 ,003
moy. ext.	0,99964	-0 ,008	+0 ,009	-0 ,004
diff.moy.	0,00002	0	0	+0 ,001

OEEPE — Commission A — triangulation sur grilles Delft RWS
erreurs dans les orientations absolues de l'enchaînement 2110

Modèles stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\Theta$	Inclin. longit. générale $\Delta\Phi$	Inclin. transv. générale $\Delta\Omega$
1	1,01676	+0 ^g ,006	+0 ^g ,039	+0 ^g ,025
2	1,01644	+0 ,001	-0 ,091	+0 ,013
3	1,01653	+0 ,002	+0 ,065	+0 ,036
4	1,01679	+0 ,007	-0 ,068	-0 ,015
5	1,01649	0 ,000	+0 ,074	+0 ,016
6	1,01628	+0 ,002	-0 ,070	+0 ,012
7	1,01646	-0 ,001	+0 ,060	+0 ,008
8	1,01616	+0 ,002	-0 ,079	+0 ,026
9	1,01629	+0 ,004	+0 ,038	+0 ,041
10	1,01592	+0 ,001	-0 ,103	+0 ,030
11	1,01586	+0 ,001	+0 ,065	+0 ,014
12	1,01552	-0 ,001	-0 ,077	-0 ,003
13	1,01555	-0 ,003	+0 ,058	+0 ,008
14	1,01532	-0 ,001	-0 ,079	-0 ,005
15	1,01537	-0 ,002	+0 ,072	+0 ,014
16	1,01534	0 ,000	-0 ,060	+0 ,001
17	1,01543	-0 ,002	+0 ,060	+0 ,015
18	1,01517	+0 ,004	-0 ,063	+0 ,006
19	1,01522	0 ,000	+0 ,056	+0 ,025
20	1,01498	+0 ,002	-0 ,092	+0 ,027
moyenne	1,01589	+0 ,001	-0 ,010	+0 ,015
é.q.m.	0	0 ,001	0 ,015	0 ,003
moy. int.	1,01600	+0 ,001	+0 ,059	+0 ,020
moy. ext.	1,01579	+0 ,002	-0 ,078	+0 ,009
diff.moy.	0,00021	-0 ,001	+0 ,117	-0 ,011

OEEPE — Commission A — triangulation sur grilles Florence EIRA
erreurs dans les orientations absolues de l'enchaînement 3130

Modèles stéréoscop.	Echelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\Theta$	Inclin. longit. générale $\Delta\Phi$	Inclin. transv. générale $\Delta\Omega$
1	1,00003	-0 ^g ,004	+0 ^g ,001	-0 ^g ,002
2	0,99994	-0 ,015	-0 ,012	+0 ,010
3	0,99983	-0 ,022	0 ,000	+0 ,001
4	0,99965	-0 ,030	-0 ,010	+0 ,007
5	0,99963	-0 ,037	-0 ,004	+0 ,012
6	0,99943	-0 ,048	-0 ,013	+0 ,010
7	0,99942	-0 ,053	+0 ,002	+0 ,006
8	0,99933	-0 ,072	-0 ,015	+0 ,032
9	0,99928	-0 ,080	+0 ,009	+0 ,005
10	0,99929	-0 ,090	-0 ,012	+0 ,022
11	0,99930	-0 ,099	+0 ,015	-0 ,002
12	0,99939	-0 ,106	-0 ,001	+0 ,014
13	0,99945	-0 ,113	+0 ,010	0 ,000
14	0,99948	-0 ,123	-0 ,009	+0 ,002
15	0,99947	-0 ,126	0 ,000	0 ,000
16	0,99947	-0 ,137	-0 ,017	0 ,000
17	0,99950	-0 ,140	-0 ,002	+0 ,007
18	0,99942	-0 ,148	-0 ,012	-0 ,004
19	0,99956	-0 ,154	+0 ,004	+0 ,003
20	0,99953	-0 ,164	-0 ,018	+0 ,004
moyenne	0,99952	-0 ,088	-0 ,004	+0 ,006
é.q.m.	0	0 ,012	0 ,002	0 ,002
moy. int.	0,99955	-0 ,083	+0 ,004	+0 ,003
moy. ext.	0,99949	-0 ,093	-0 ,012	+0 ,009
diff.moy.	0,00006	+0 ,010	-0 ,008	-0 ,006

OEEPE — Commission A — triangulation sur grilles Francfort IfAG
erreurs dans les orientations absolues de l'enchaînement 4120

Modèles stéréoscop.	Echelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\Theta$	Inclin. longit. générale $\Delta\Phi$	Inclin. transv. générale $\Delta\Omega$
1	0,99994	0 ^g ,000	0 ^g ,000	0 ^g ,000
2	0,99983	-0 ,002	-0 ,004	-0 ,004
3	0,99966	-0 ,004	0 ,000	0 ,000
4	0,99970	-0 ,001	-0 ,002	-0 ,007
5	0,99974	-0 ,004	0 ,000	-0 ,003
6	0,99980	-0 ,002	-0 ,004	-0 ,006
7	0,99968	-0 ,005	+0 ,002	-0 ,003
8	0,99974	-0 ,002	-0 ,004	-0 ,007
9	0,99954	-0 ,003	0 ,000	-0 ,003
10	0,99961	-0 ,002	-0 ,003	-0 ,008
11	0,99944	-0 ,005	0 ,000	-0 ,002
12	0,99948	0 ,000	-0 ,003	-0 ,007
13	0,99938	0 ,000	+0 ,002	-0 ,001
14	0,99954	+0 ,003	-0 ,004	-0 ,008
15	0,99975	-0 ,002	+0 ,002	-0 ,001
16	0,99977	0 ,000	-0 ,002	-0 ,010
17	0,99979	-0 ,001	+0 ,002	-0 ,001
18	0,99983	+0 ,002	-0 ,005	-0 ,009
19	0,99983	-0 ,001	+0 ,003	-0 ,001
20	1,00000	+0 ,003	-0 ,005	-0 ,010
21	0,99993	-0 ,001	0 ,000	-0 ,004
moyenne	0,99971	-0 ,001	-0 ,001	-0 ,005
é.q.m.	0	0	0 ,001	0 ,001
moy. int.	0,99970	-0 ,002	+0 ,001	-0 ,002
moy. ext.	0,99973	0	-0 ,003	-0 ,008
diff.moy.	-0,00003	-0 ,002	+0 ,002	+0 ,006

OEEPE — Commission A — triangulation sur grilles Munich TH
erreurs dans les orientations absolues de l'enchaînement 6120

Modèles stéréoscop.	Échelle $\Delta\lambda$	Déversement générale $\Delta\Theta$	Inclin. longit. générale $\Delta\Phi$	Inclin. transv. générale $\Delta\Omega$
1	0,99513	-0 ^g ,020	+0 ^g ,003	+0 ^g ,007
2	0,99538	-0 ,024	+0 ,001	0 ,000
3	0,99500	-0 ,015	+0 ,002	+0 ,005
4	0,99550	-0 ,017	+0 ,001	0 ,000
5	0,99513	-0 ,012	+0 ,004	+0 ,006
6	0,99565	-0 ,014	+0 ,001	0 ,000
7	0,99494	-0 ,007	+0 ,002	+0 ,003
8	0,99556	-0 ,014	+0 ,001	-0 ,002
9	0,99514	-0 ,004	+0 ,004	+0 ,002
10	0,99539	-0 ,009	+0 ,002	-0 ,003
11	0,99501	0 ,000	+0 ,004	+0 ,002
12	0,99548	-0 ,006	+0 ,002	-0 ,003
13	0,99498	-0 ,002	+0 ,002	0 ,000
14	0,99553	-0 ,007	+0 ,003	-0 ,004
15	0,99522	+0 ,002	+0 ,002	0 ,000
16	0,99562	-0 ,006	+0 ,003	-0 ,005
17	0,99507	+0 ,006	+0 ,002	0 ,000
18	0,99552	0 ,000	+0 ,001	-0 ,005
19	0,99500	+0 ,008	+0 ,001	0 ,000
20	0,99552	+0 ,003	+0 ,003	-0 ,003
moyenne	0,99529	-0 ,007	+0 ,002	0
é.q.m.	0	0 ,002	0	0 ,001
moy. int.	0,99506	-0 ,004	+0 ,003	+0 ,003
moy. ext.	0,99552	-0 ,009	+0 ,002	-0 ,003
diff.moy.	-0,00046	+0 ,005	+0 ,001	+0 ,006

Coefficients de régression linéaire et de corrélation empirique

Centre Test n.modèles	Par.	Coeff. de la régression linéaire		Écart-type du coeff. a S_a	Coeff. de corr.lin. empiri- que r	Valeur critique de r (hyp $\rho=0$, sign. 5%)
		a	b			
DELFT ITC 1240 20	λ	-0 , 000 039	1 , 000 05	0	0, 65	0, 44
	θ	-0, 000 712	0, 000	0	0, 77	
	ϕ	0, 000 616	0, 003	0	0, 81	
	Ω	-0, 000 508	0, 002	0	0, 91	
DELFT RWS 2110 20	λ	-0 , 000 095	1 , 016 90	0	0, 97	0, 44
	θ	-0, 000 192	0, 003	0	0, 43	
	ϕ	-0, 000 682	-0, 003	0, 002 864	0, 06	
	Ω	-0, 000 221	0, 017	0, 000 548	0, 09	
FIRENZE EIRA 3130 20	λ	-0 , 000 018	0 , 999 71	0	0, 54	0, 44
	θ	-0, 008 502	0, 001	0	0, 99	
	ϕ	-0, 000 109	0, 003	0	0, 07	
	Ω	-0, 000 366	0, 010	0, 000 775	0, 25	
FRANKFURT IfAG 4120 21	λ	0 , 000 004	0 , 999 67	0	0, 16	0, 43
	θ	0, 000 185	-0, 003	0	0, 51	
	ϕ	0, 000 026	-0, 002	0	0, 06	
	Ω	-0, 000 148	-0, 003	0	0, 27	
MÜNCHEN TH 6120 20	λ	0 , 000 005	0 , 995 24	0	0, 12	0, 44
	θ	0, 001 337	-0, 021	0	0, 90	
	ϕ	0, 000 003	0, 002	0	0, 02	
	Ω	-0, 000 383	0, 004	0	0, 66	

Valeurs moyennes des différences premières et écarts quadratiques moyennes

Centre Test n. modèles	Param.	Valeurs moyennes des différences premières M	Écart quadratique moyen	
			σ	σ_H
DELFT ITC 1240 20	λ	0 , 000 057	0 , 000 040	0 , 000 009
	θ	0 ^g , 001 3	0 ^g , 001 1	0 ^g , 000 3
	ϕ	0 , 001 2	0 , 001 0	0 , 000 2
	Ω	0 , 001 1	0 , 000 7	0 , 000 2
DELFT RWS 2110 20	λ	0 , 000 191	0 , 000 120	0 , 000 028
	θ	0 ^g , 002 8	0 ^g , 001 8	0 ^g , 000 4
	ϕ	0 , 137 3	0 , 013 1	0 , 003 0
	Ω	0 , 015 9	0 , 011 0	0 , 002 5
FIRENZE EIRA 3130 20	λ	0 , 000 064	0 , 000 059	0 , 000 014
	θ	0 ^g , 007 9	0 ^g , 002 4	0 ^g , 000 6
	ϕ	0 , 015 2	0 , 005 6	0 , 001 3
	Ω	0 , 010 4	0 , 008 3	0 , 001 9
FRANKFURT IfAG 4120 21	λ	0 , 000 094	0 , 000 066	0 , 000 015
	θ	0 ^g , 002 7	0 ^g , 001 3	0 ^g , 000 3
	ϕ	0 , 004 7	0 , 001 8	0 , 000 4
	Ω	0 , 005 9	0 , 002 0	0 , 000 5
MÜNCHEN TH 6120 20	λ	0 , 000 456	0 , 000 119	0 , 000 027
	θ	0 ^g , 006 5	0 ^g , 002 7	0 ^g , 000 6
	ϕ	0 , 001 5	0 , 000 9	0 , 000 2
	Ω	0 , 004 7	0 , 001 0	0 , 000 2

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

DELFT - ITC - STKI - TRIANGULATION ANALYTIQUE

Courbes des erreurs résiduelles après transformation linéaire

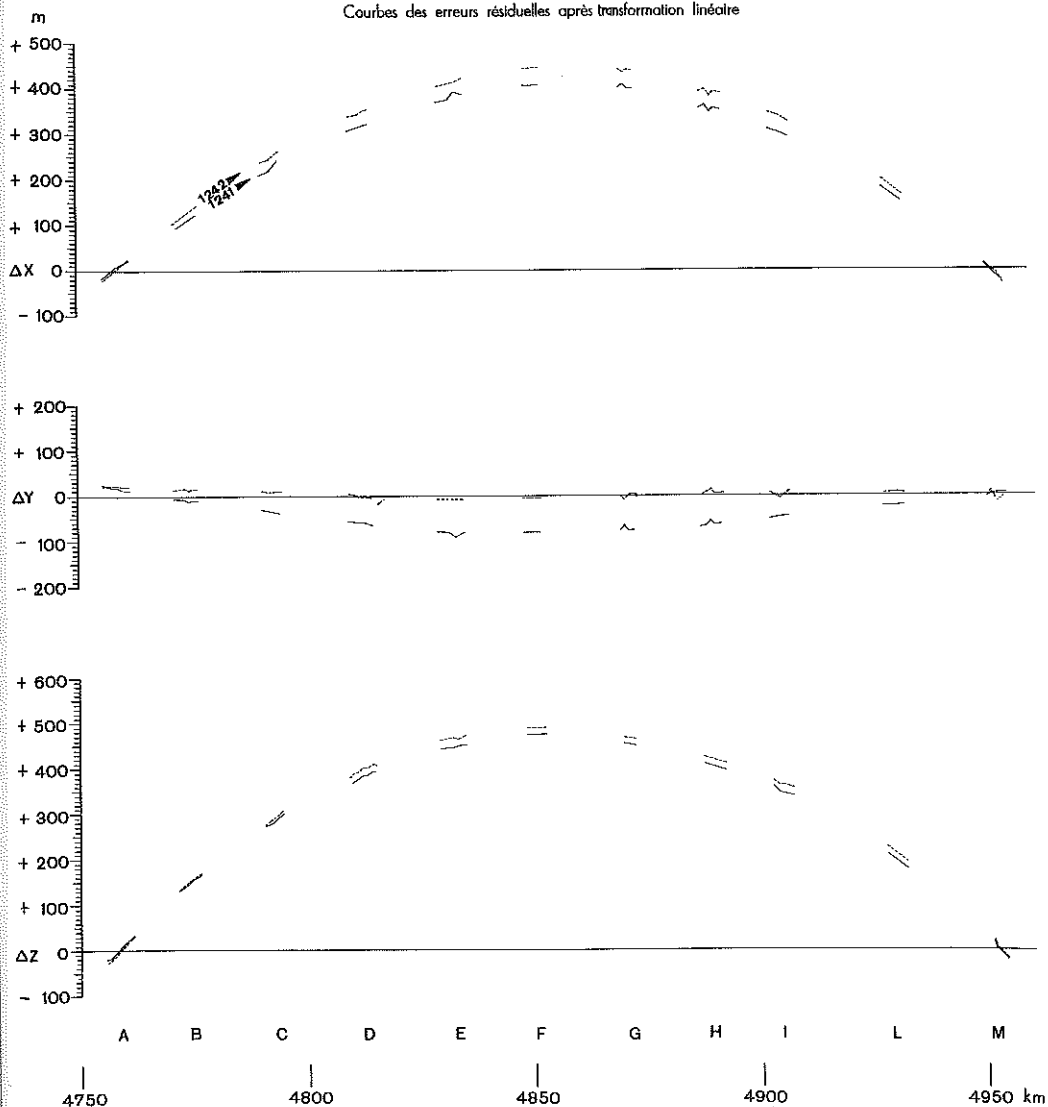
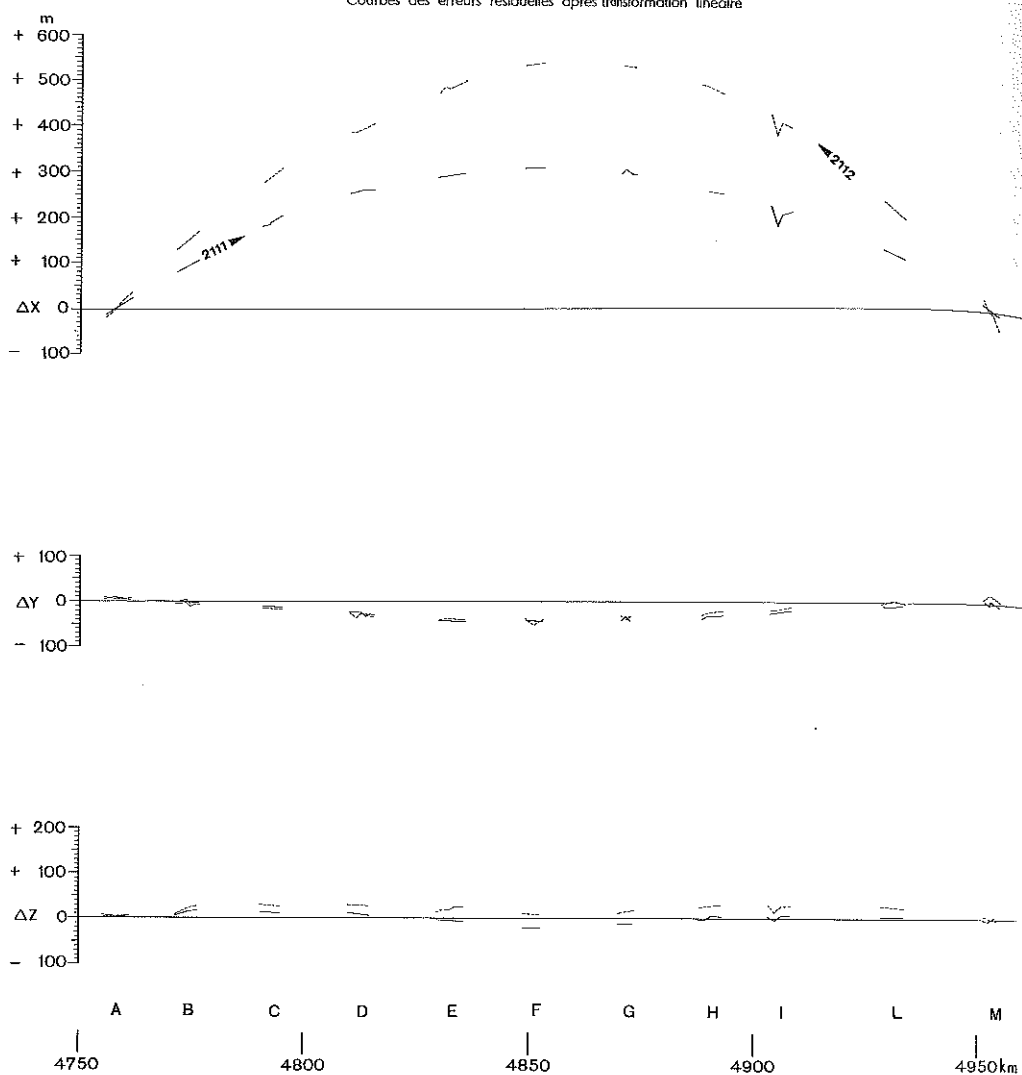


Tableau 2

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

DELFT - RWS - A7 - TRIANGULATION ANALOGIQUE SOLAIRE

Courbes des erreurs résiduelles après transformation linéaire



OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

FIRENZE - EIRA - S IV - TRIANGULATION ANALOGIQUE LIBRE

Courbes des erreurs résiduelles après transformation linéaire

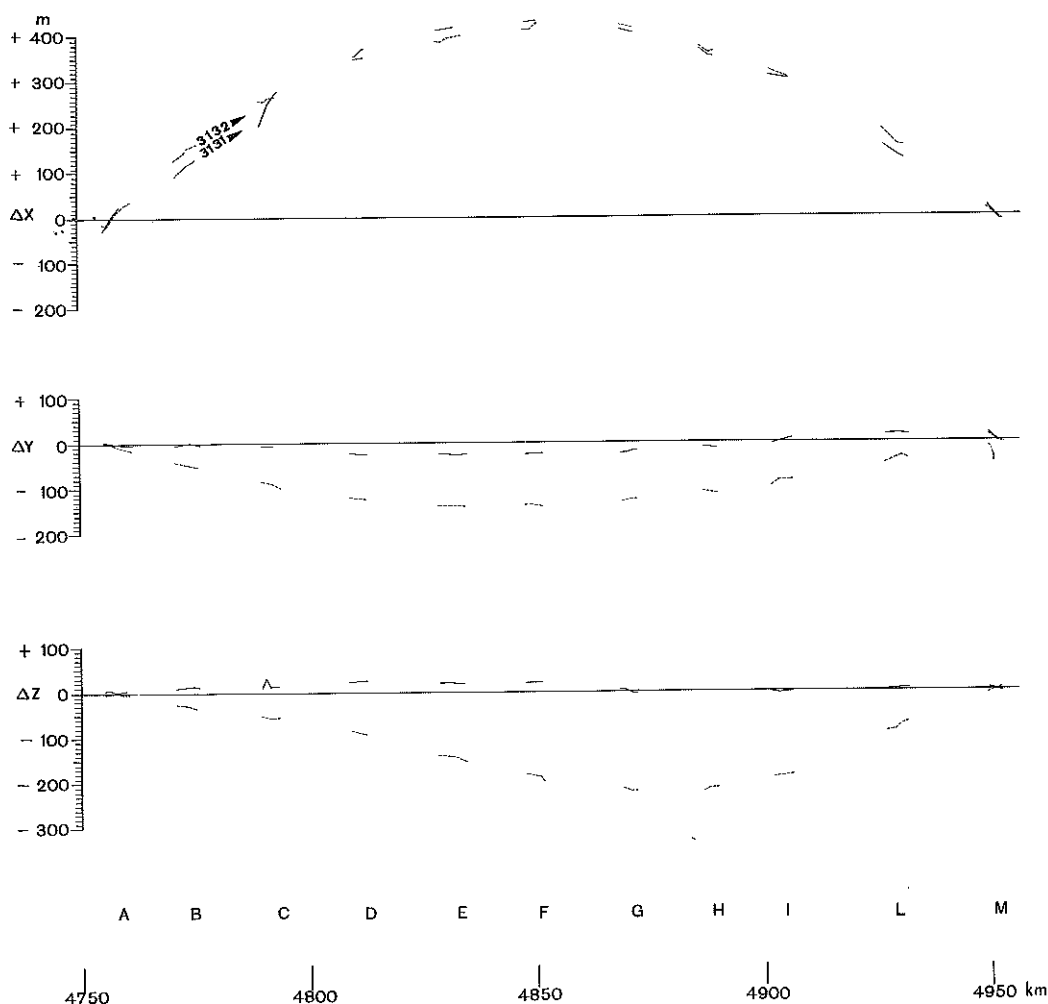
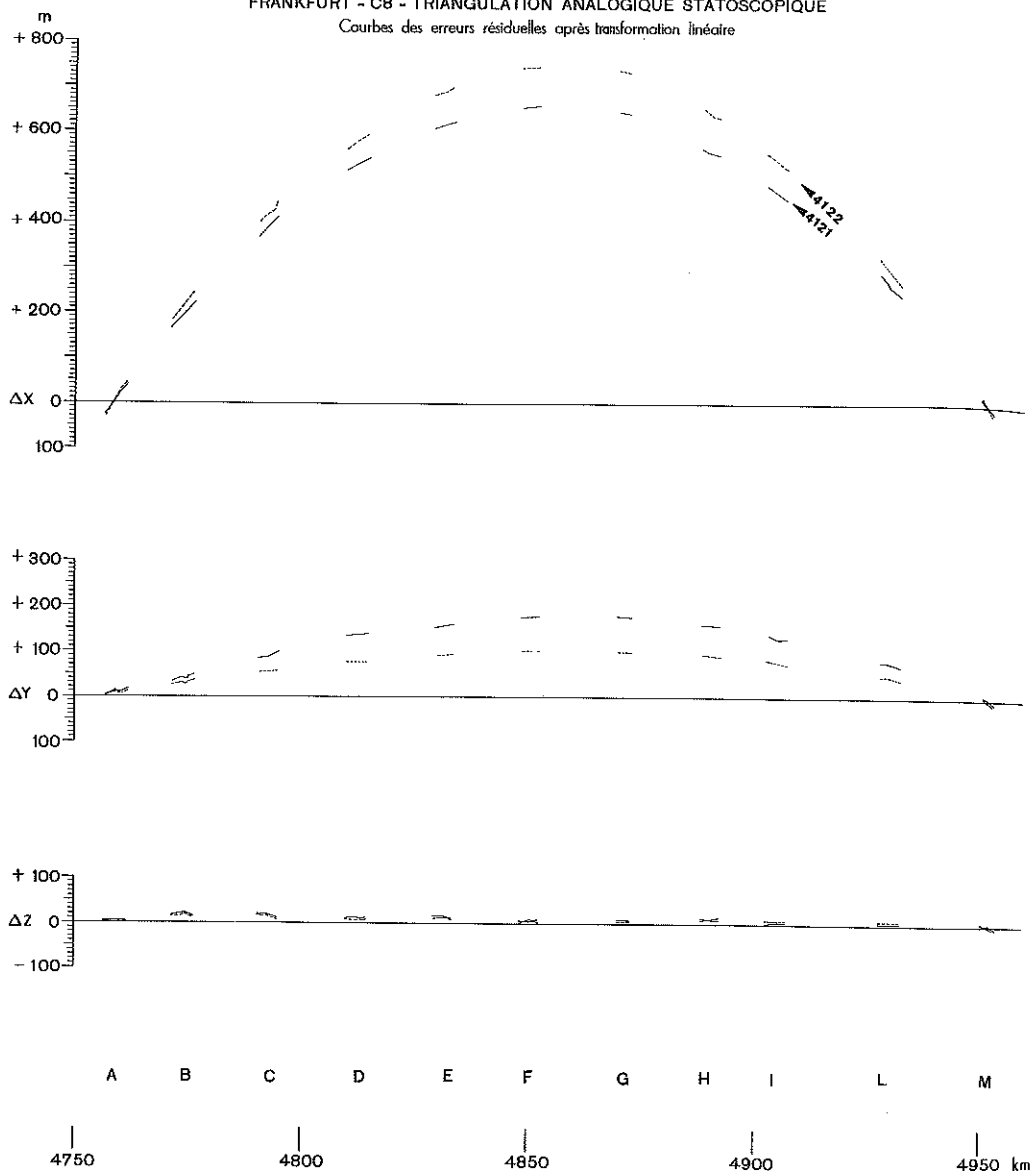


Tableau 4

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13"

FRANKFURT - C8 - TRIANGULATION ANALOGIQUE STATOSCOPIQUE

Courbes des erreurs résiduelles après transformation linéaire



OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

MILANO - POLITECNICO - TA3 - TRIANGULATION ANALYTIQUE

Courbes des erreurs résiduelles après transformation linéaire

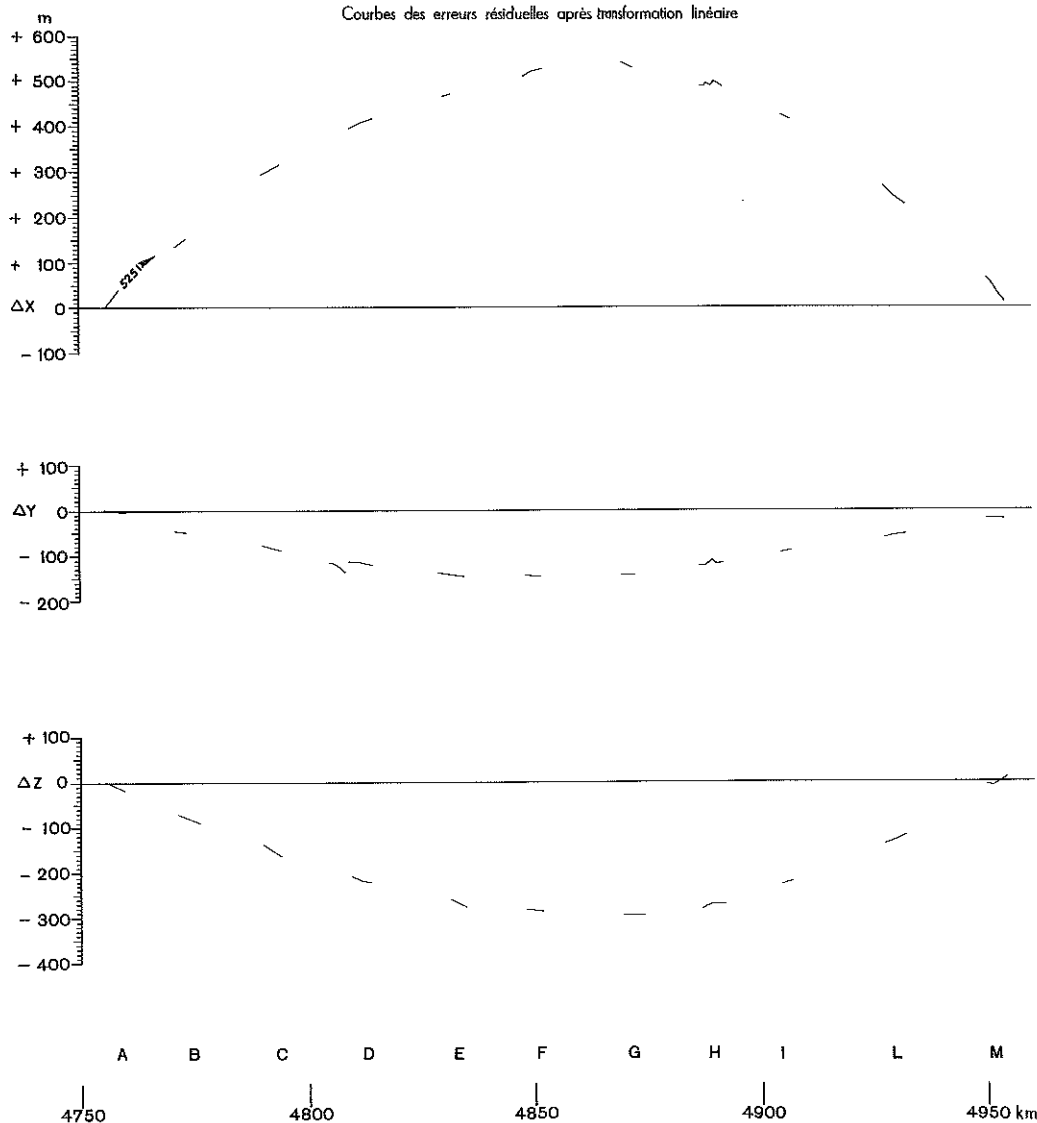
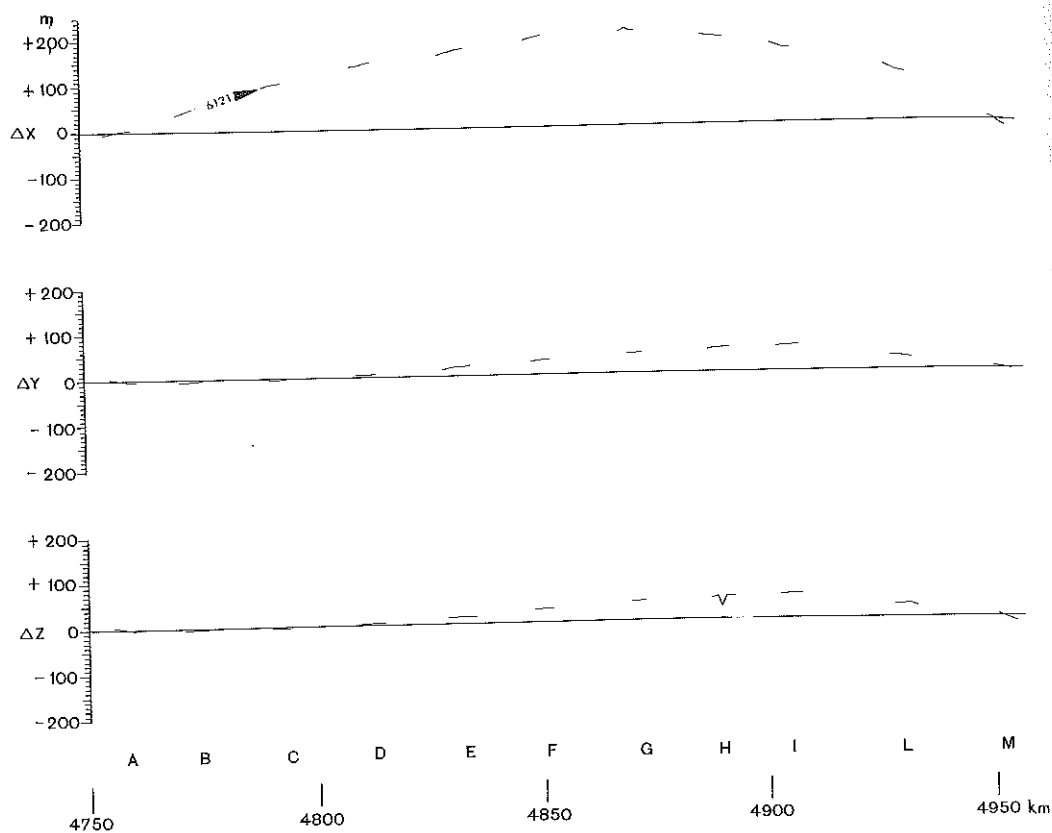


Tableau 6

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'
MÜNCHEN - C8 TRIANGULATION ANALOGIQUE STATOSCOPIQUE
Courbes des erreurs résiduelles après transformation linéaire



OEEPE - COMMISSION A - BANDES 13' et 13''

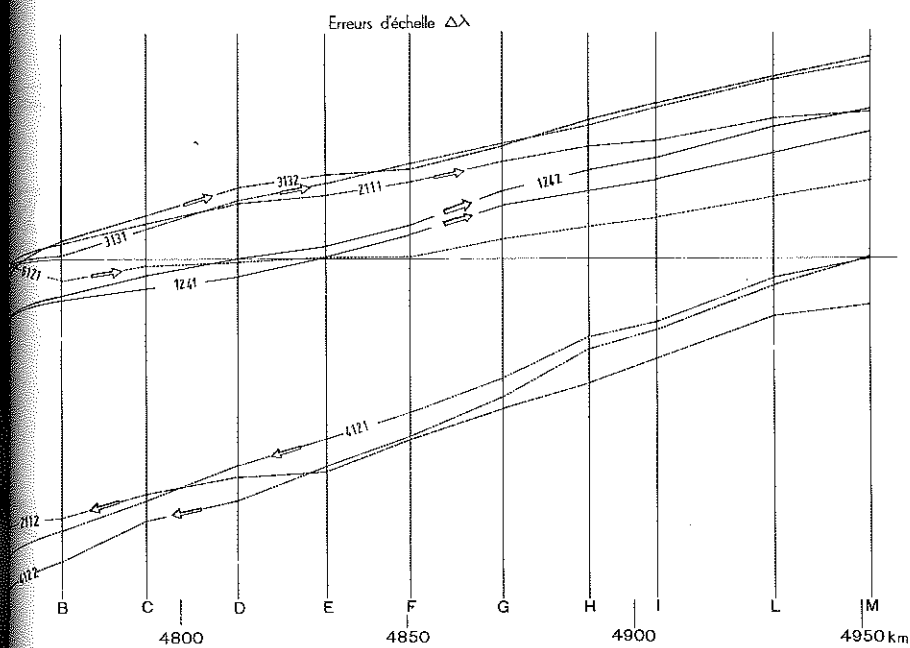
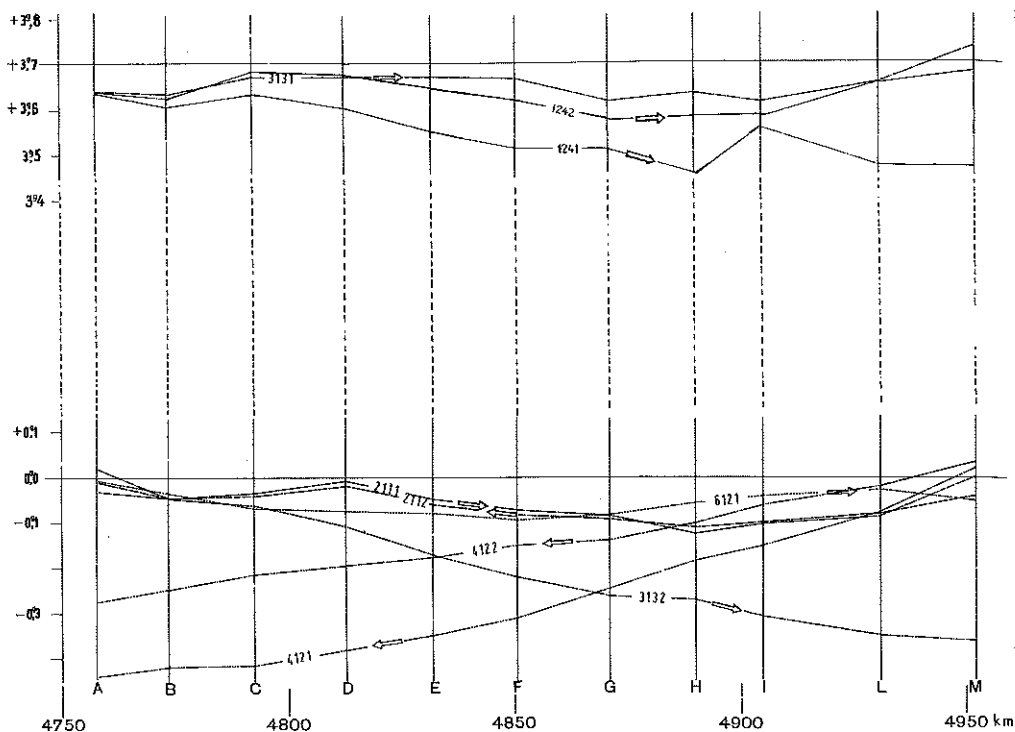


Tableau 8

OEEPE - COMMISSION A - BANDES 13' et 13"

Erreurs de déversement générale $\Delta\Theta$



OEPE - COMMISSION A - BANDES 13' et 13"

Erreurs d'inclinaison longitudinale générale $\Delta \Phi$

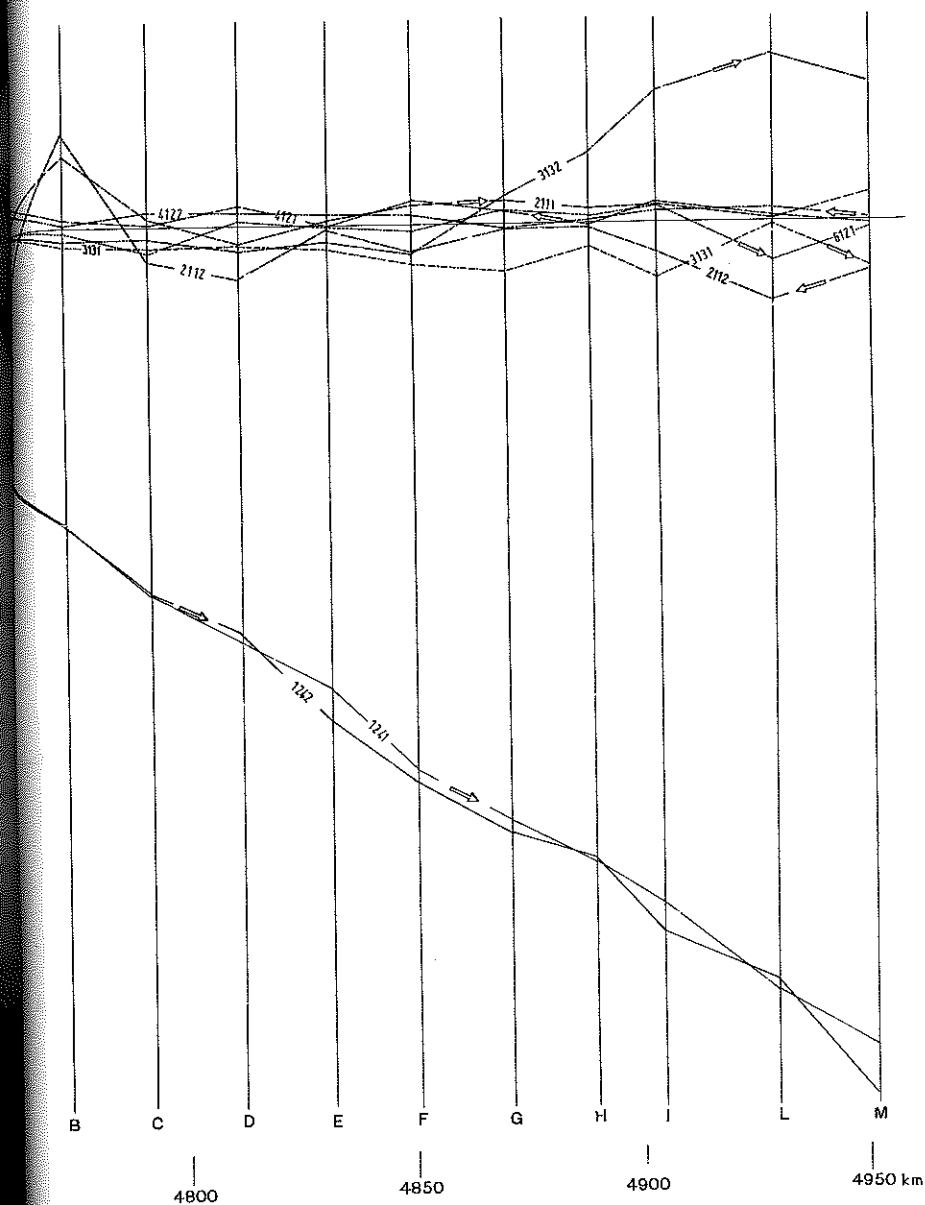
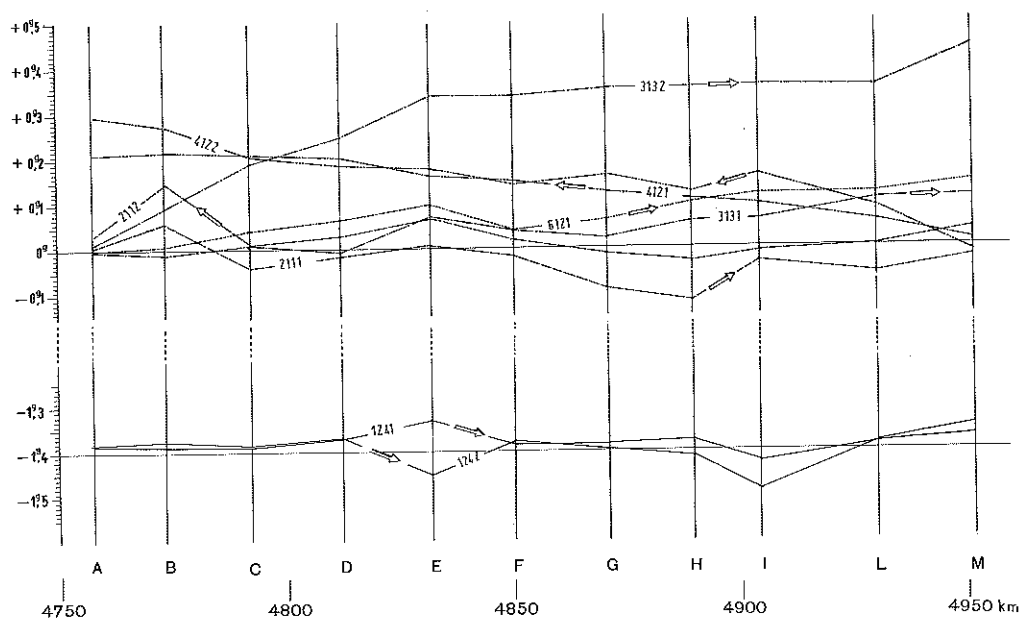


Tableau 10

OEEPE - COMMISSION A - BANDES 13' et 13"

Erreurs d'inclinaison transversale générale $\Delta \Omega$ 

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

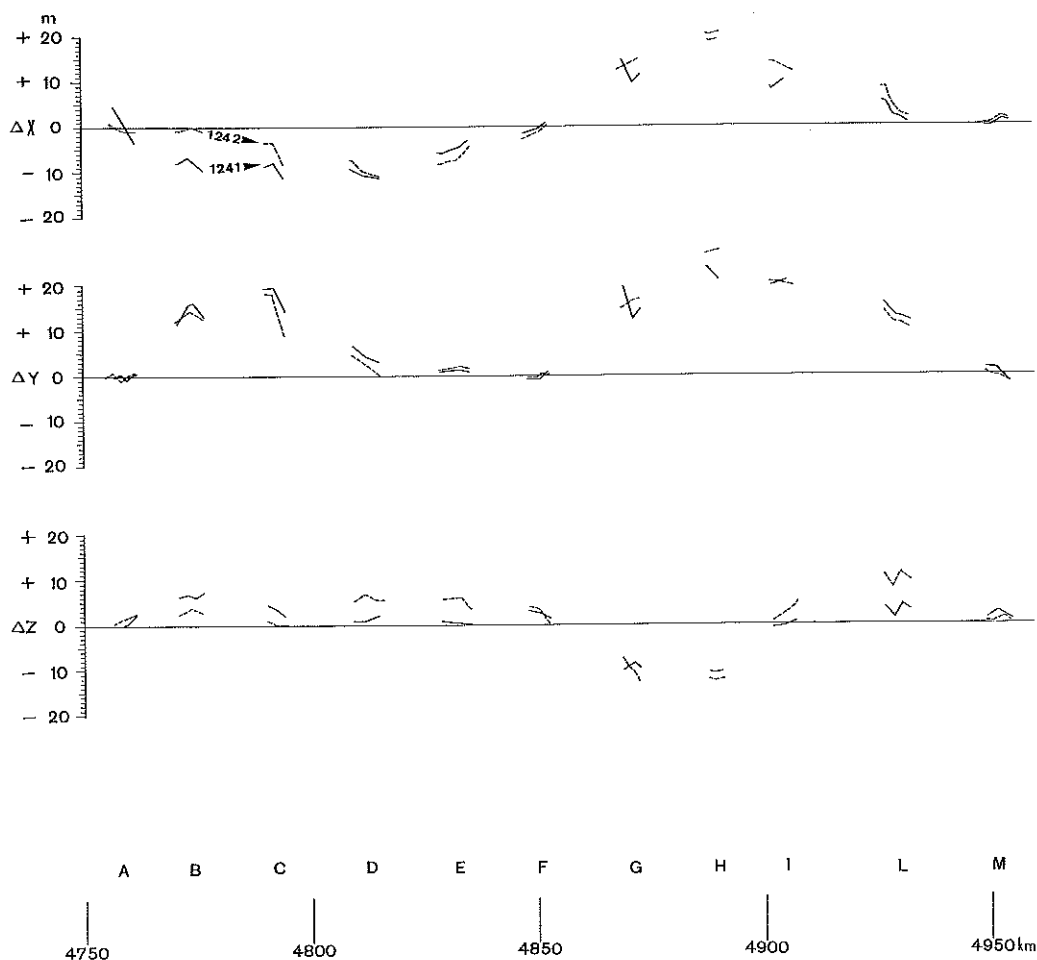
DELFT - ITC - STKI - TRIANGULATION ANALITYQUE
Courbes des erreurs résiduelles après compensation quadratique

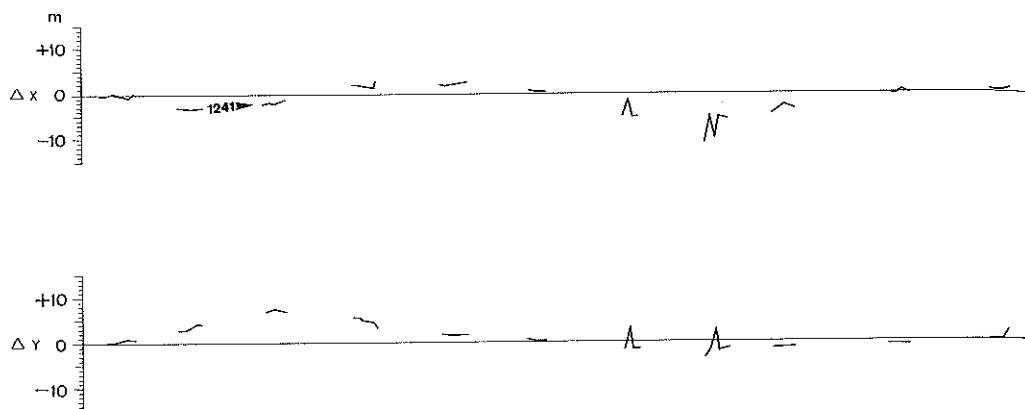
Tableau 12

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

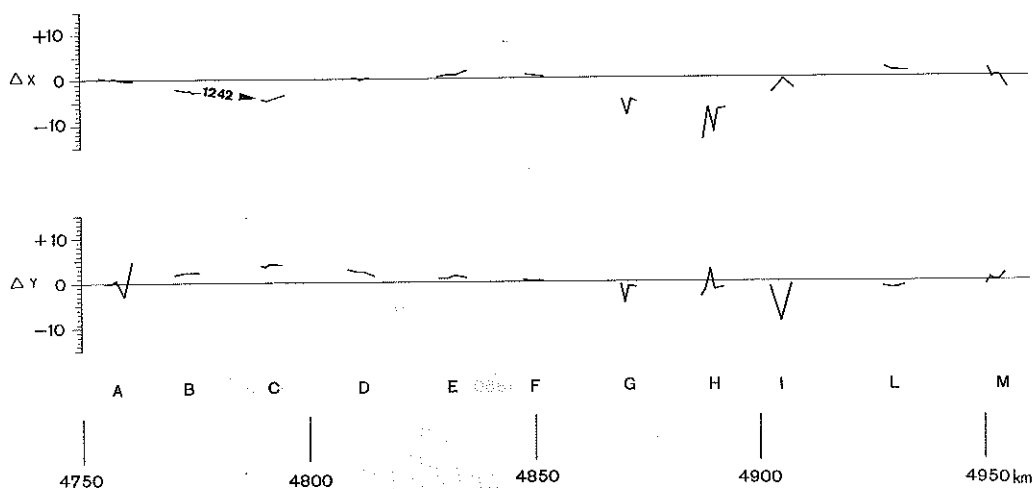
DELFT - ITC - STKI - TRIANGULATION ANALITYQUE

Courbes des erreurs résiduelles après compensation selon la méthode Anblock (Calculs de DELFT - ITC)

1er enchainement



2ème enchainement



OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

DELFT - RWS - A7 - TRIANGULATION ANALOGIQUE SOLAIRE

Courbes des erreurs résiduelles après compensation quadratique

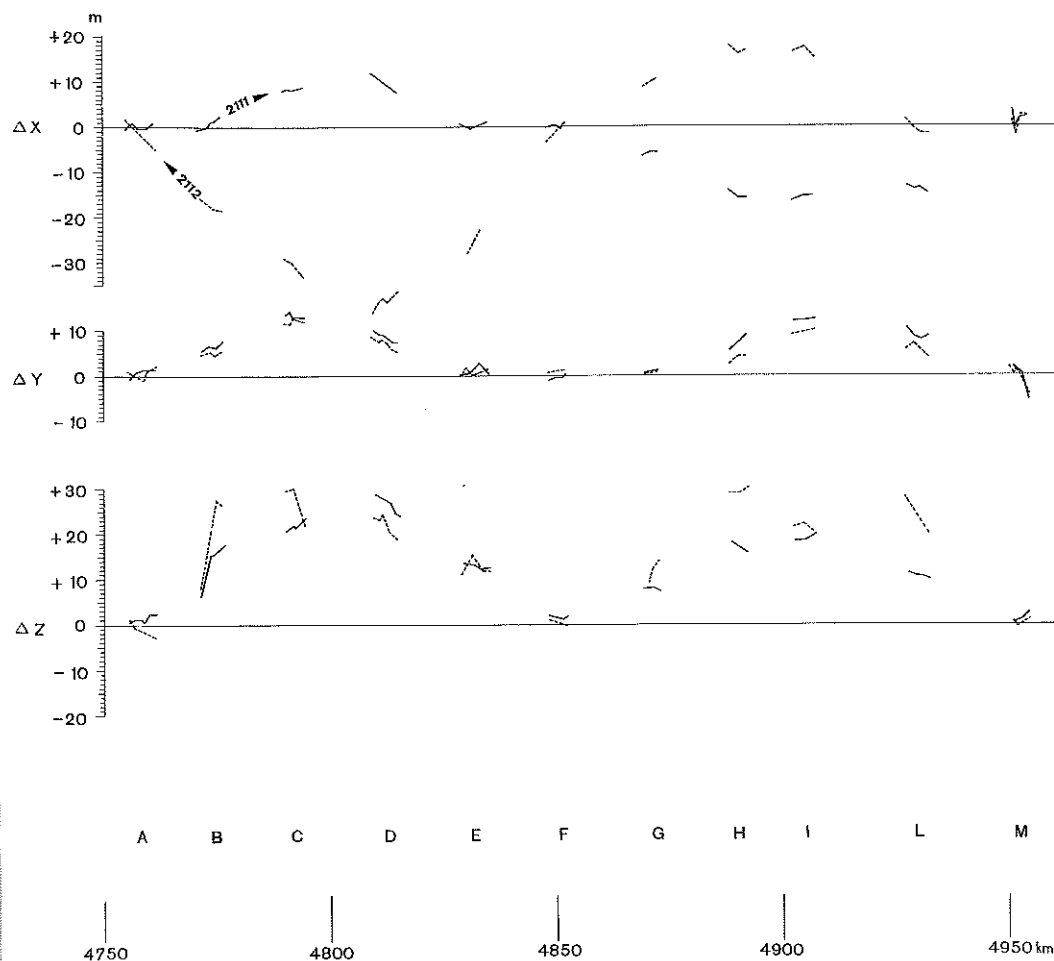
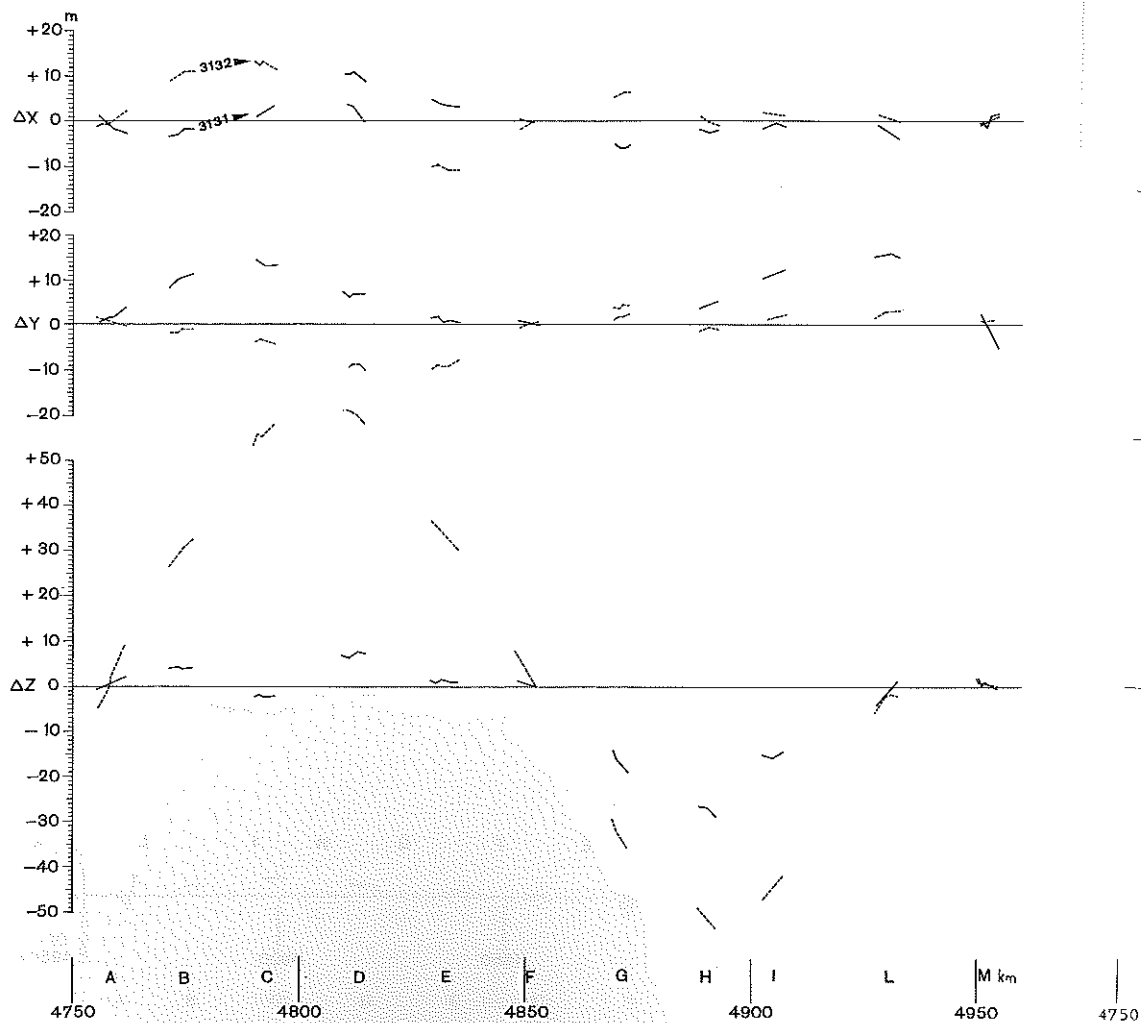


Tableau 14

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

FIRENZE - EIRA - S IV - TRIANGULATION ANALOGIQUE LIBRE
 Courbes des erreurs résiduelles après compensation quadratique



OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

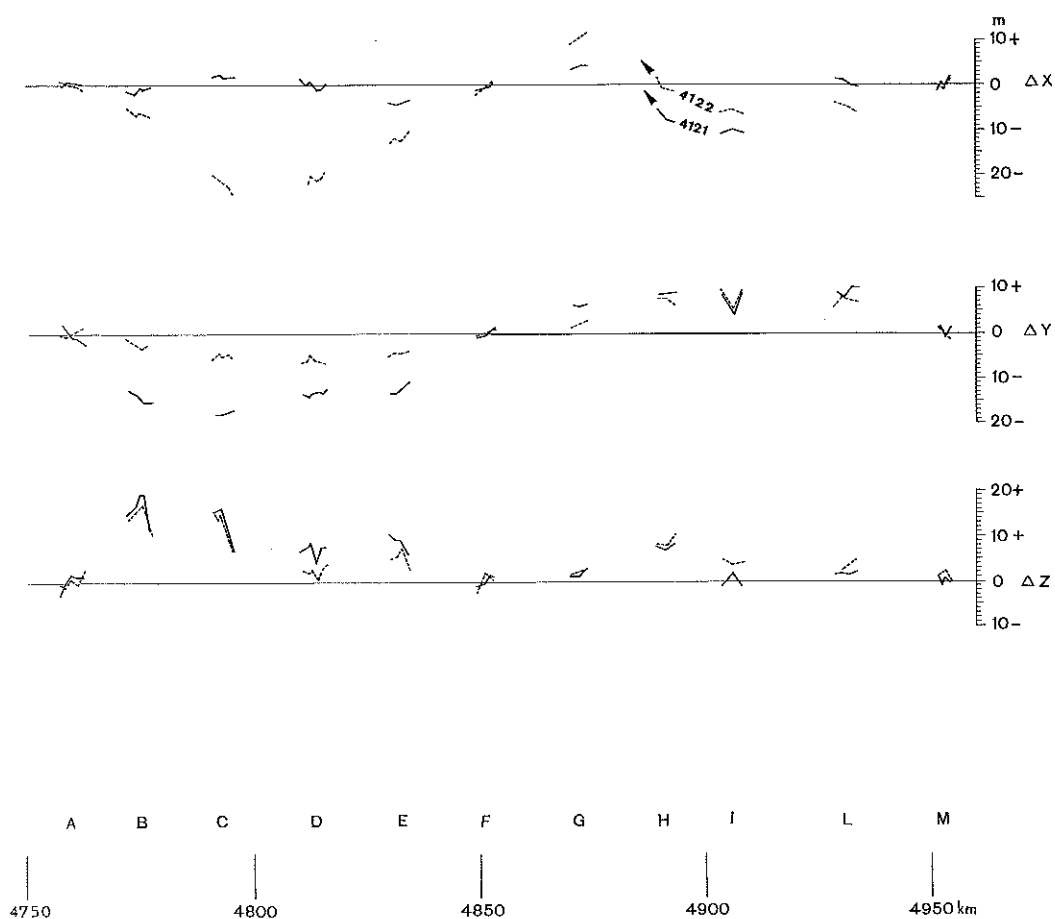
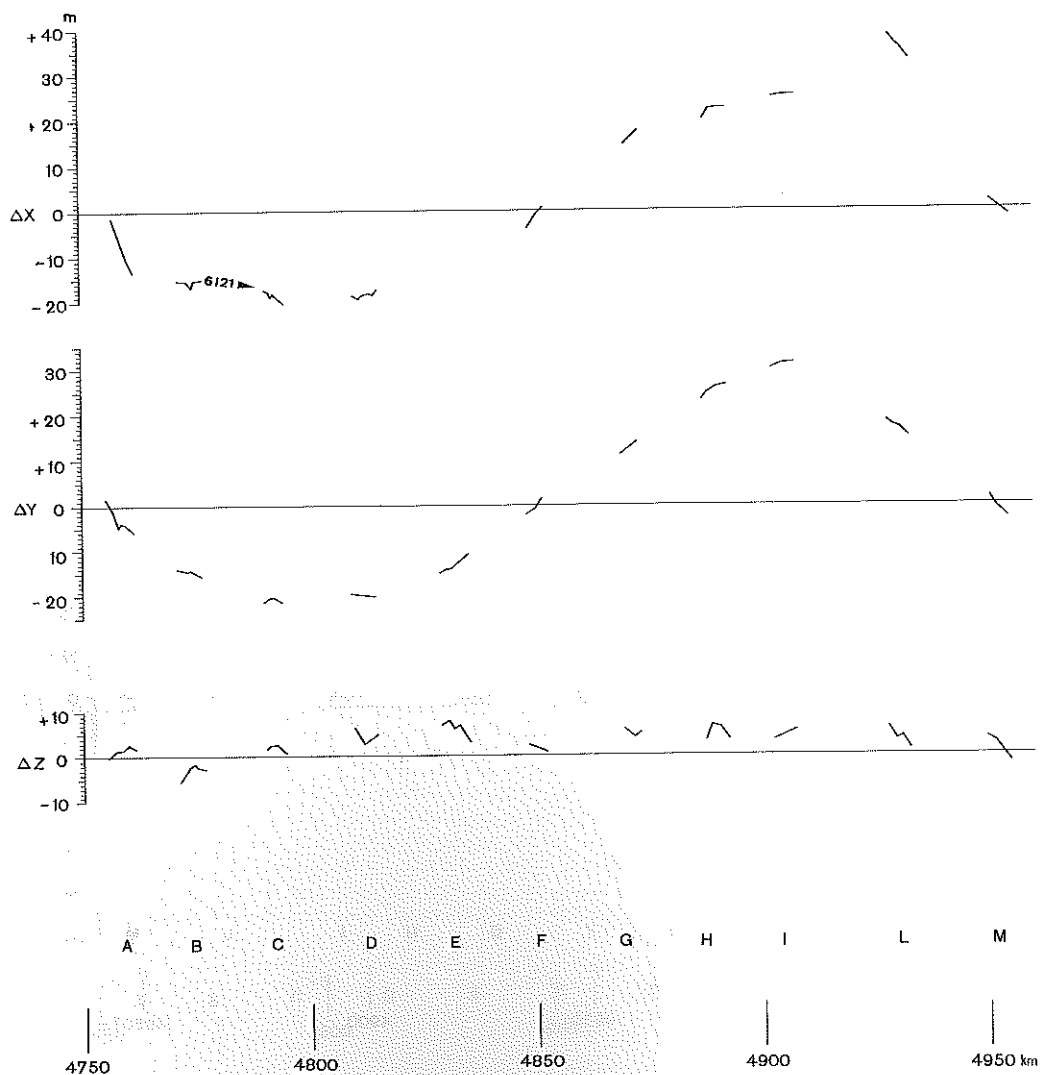
FRANKFURT - CB - TRIANGULATION ANALOGIQUE STATOSCOPIQUE
Courbes des erreurs résiduelles après compensation quadratique

Tableau 16

OEEPE - COMMISSION A - BANDE 13'

MUNCHEN - C8 TRIANGULATION ANALOGIQUE STATOSCOPIQUE

Courbes des erreurs résiduelles après compensation quadratique



COMMISSION A - Triangulation sur grilles
 Courbes des erreurs d'échelle λ

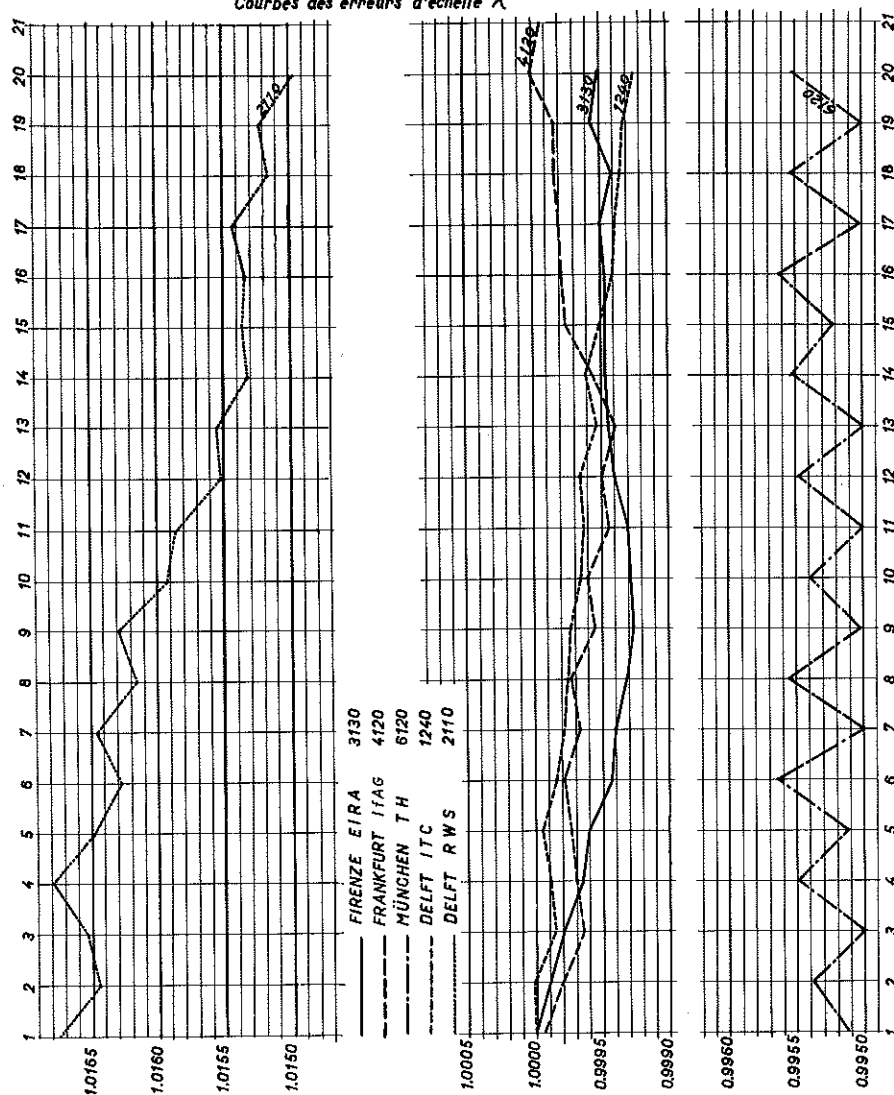
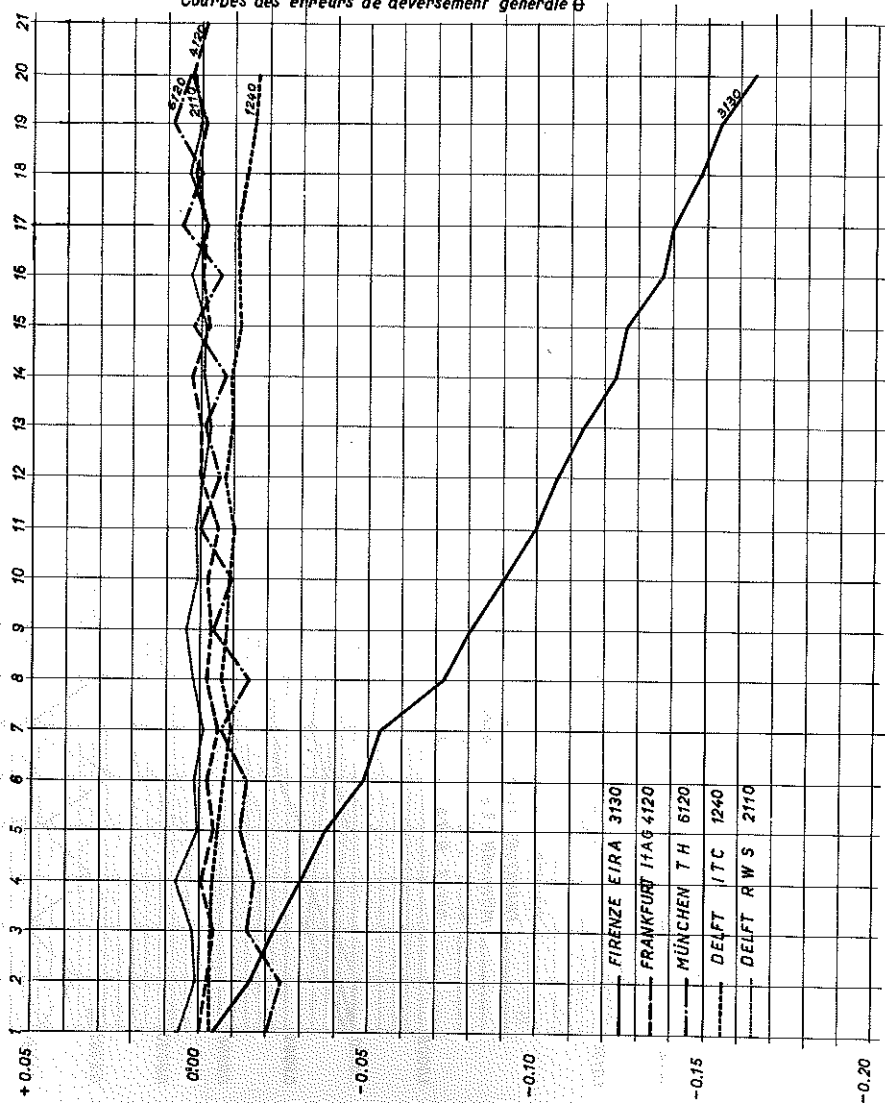


Tableau 18

OEEPE - COMMISSION A - Triangulation sur grilles
 Courbes des enneurs de déversement générale θ



OEEPE-COMMISSION A-Triangulation sur grilles

Courbes des erreurs d'inclinaisons:

longitudinale générale ξ transversale générale Ω 