

Juin 1979

ORGANISATION EUROPÉENNE D'ÉTUDES
PHOTOGRAMMÉTRIQUES EXPÉRIMENTALES

EUROPEAN ORGANIZATION FOR EXPERIMENTAL
PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH



PUBLICATION OFFICIELLE
OFFICIAL PUBLICATION

N° 11

ISSN 0302 7988

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>	Director E. O. DAHLE, Norges Geografiske Oppmåling, P. O. Box 8153, Oslo Dep., OSLO 1.	Norvège
<i>Membres:</i>	w. Hofrat Dr. techn. J. BERNHARD, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Krotenthallergasse 3, 1080 WIEN.	Autriche
	Directeur Général R. VERBERCKT, Institut Géographique National, 13, Abbaye de la Cambre, 1050 BRUXELLES.	Belgique
	O. BRANDE-LAVRIDSEN, Lab. for fotogrammetri og landmåling Ålborg Universitets Center DK 9100 Ålborg	Danemark
	J. C. KRÜGER, Matrikeldirektoratet Titangade 13, DK 2200 København N.	
	Prof. Dr. E. KILPELÄ, Institute of Photogrammetry Helsinki University of Technology, Otakaari 1, 02150 ESPOO 15.	Finlande
	Oberdirektor S. HÄRMÄLÄ, National Board of Survey Kirkkokatu 3, 00170 HELSINKI 17	
	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.	

Ing. P. VOLD,
Norges Geografiske Oppmåling,
P. O. Box 8153, Oslo Dep., OSLO 1

Direktor Prof. Ir. J. VAN DER WEELE,
International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC),
350 Boulevard 1945, P. O. Box 6, ENSCHEDE.

Direktor Ir. Drs. H. A. L. DEKKER,
Centrale directie van het Kadaster en de Openbare Registers,
Waltersingel 1, APELDOORN.

Direktor Dr.-Ing. W. SATZINGER,
Institut für Angewandte Geodäsie,
Richard-Strauss-Allee 11, 6000 FRANKFURT A. M. 70.

Prof. Dr.-Ing. F. ACKERMANN,
Institut für Photogrammetrie der Techn. Universität Stuttgart
Keplerstr. 11, 7000 STUTTGART 1.

Präsident Dr.-Ing. G. HAMPEL,
Landesvermessungsamt Baden-Württemberg,
Büchsenstr. 54, 7000 STUTTGART 1.

Prof. L. ASPLUND
National Land Survey,
80112 GÄVLE.

L. OTTOSON,
National Land Survey,
80112 GÄVLE.

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

Direktor R. SCHOLL,
Schweizerische Schule für Photogrammetrie-Operateure,
Rosenbergstrasse 16, 9000 ST. GALEN.

Norvège

Pays-Bas

République fédérale
d'Allemagne

Suède

Suisse

BUREAU EXÉCUTIF

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

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

Ir. R. VERLAINE, *Secrétaire Général Honoraire*,
36 Avenue E. Digneffe, LIÈGE (Belgique).

COMMISSIONS SCIENTIFIQUES

Commission A/B — *Aérotriangulation*

Président: Prof. J. TALTS,
College of Forestry, Fack,
10405 STOCKHOLM (Suède).

COMMISSION C — *Restitution aux grandes échelles*

Président: Prof. Dr.-Ing. R. FÖRSTNER,
Freiherr-vom-Stein-Str. 13, 6232 BAD SODEN
(République fédérale d'Allemagne).

COMMISSION D — *Photogrammétrie et Cartographie*

Président: Prof. E. SPIESS,
Institut für Kartographie, ETH Hönggerberg,
8093 ZÜRICH (Suisse).

Commission E — *Interprétation*

Président: w. Hofrat Dr. techn. J. BERNHARD,
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
Krotenthallergasse 3, 1080 WIEN (Autriche).

Commission F — *Problèmes fondamentaux de la Photogrammétrie*

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

25 années de l'OEEPE

Conférences

données à l'occasion du 25^e anniversaire de la fondation de l'OEEPE
Vienne, le 12 octobre 1978

25 Years of OEEPE

Lectures

celebrating the 25th anniversary of the foundation of the OEEPE
Vienna, the 12th of October 1978

Table des matières — Contents

	page
Preface (<i>E. O. Dahle</i>)	13
Programme de la Séance solennelle	14
Programme of the Festive Plenary Meeting	15
The President's Address	16
 <i>R. Verlaine</i> : 25 années d'activité de l'OEEPE	19
1. Champ d'action de la recherche	20
2. Activités de l'OEEPE	25
2.1. Commissions A et B	25
2.1.1. Expérimentations 1953—1958	29
Commission A, Essai no. 1	30
Commission A, Essai no. 2	32
Commission B, Essai no. 1	33
2.1.2. Expérimentations 1958—1968	33
Commission B, Essai no. 2	33
Commission A/B, Essai Gramastetten	35
2.1.3. Expérimentations 1968—1978	37
Commission A, Essai Oberschwaben	37
Programme 1 (Ackermann)	37
Programme 2 (Wiser)	42
2.2 Commission C	44
2.2.1. Investigation Oberriet	45
2.2.2. Investigation Reichenbach	46
2.2.3. Investigation Dordrecht	47
2.2.4. Investigation Vienne	48
2.3 Commission D	50
2.3.1. Investigation Stuttgart	51
2.3.2. Investigation Fribourg	51
3. Bureau des Publications	52
4. Conclusions	53

Annexes	page
Commission F	57
Essai no. 1, Précision de la mesure des parallaxes	57
Essai no. 2, Précision de transfert et de piquage des points	57
Essai no. 3, Représentation des signaux	58
Essai no. 4, Etude du réseau	58
Essai no. 5, Etablissement des modèles de précision	58
Essai no. 6, Méthodes de triangulation analytique	58
Essai no. 7, Etablissement des modèles de coût	59
Commission E	59
Essai no. 1, Bedford et Waterbury	59
Essai no. 2, Bloc Suisse	59
Essai no. 3, Ternitz-Schneeberg	60
Essai no. 4, Influence de reproduction sur images	60
Essai no. 5, Rendement d'information sémantique	61
<i>R. Verlaïne: 25 Years of OEEPE (Summary)</i>	63
Introduction	63
1. Scope and organization of the research	63
2. Research activities of the OEEPE	64
2.1. Commissions A and B	64
2.1.1. Experiments 1953–1958	64
Commission A, Test 1	64
Commission A, Test 2	65
Commission B, Test 1	65
2.1.2. Experiments 1958–1968	66
Commission B, Test 2	66
Commission A/B, Test Gramastetten	66
2.1.3. Experiments 1968–1978	66
Commission A, Test Oberschwaben	66
Programme 1 (Ackermann)	67
Programme 2 (Wiser)	67

	page
2.2 Commission C	67
2.2.1. Test Oberriet	67
2.2.2. Test Reichenbach	67
2.2.3. Test Dordrecht	68
2.2.4. Test Vienna	68
2.3. Commission D	68
2.3.1. Test Stuttgart	68
2.3.2. Test Fribourg	68
3. Office of Publications	69
4. Conclusions	69
Annexes	
Commission F	69
Test 1, Accuracy of parallax measurements	69
Test 2, Accuracy of transfer and pricking of points	70
Test 3, Representation of points by signals	70
Test 4, Study of réseau photography	70
Test 5, Establishment of Accuracy Models	70
Test 6, Methods of Analytical Aerial Triangulation	70
Test 7, Establishment of Cost Models	70
Commission E	70
Test 1, Bedford and Waterbury	70
Test 2, Swiss Block	71
Test 3, Ternitz-Schneeberg	71
Test 4, Influence of reproduction on images	71
Test 5, Semantic information of aerial photos	71
<i>W. Baarda: Mathematical Models</i>	73
Liste des Présidents, des Secrétaires Généraux et des Présidents des Commissions Scientifiques de l'OEEPE	103
Après la page 104	
Liste des publications de l'OEEPE	

Preface

By the measures of recorded history, photogrammetry is a young technology. But even if we use the comparatively short life span of photogrammetry as a yardstick, a 25 years anniversary appears to be a rather unremarkable event. However, in terms of formalized intergovernmental cooperation for the advancement of air survey and allied techniques, a quarter of a century's continuous and expanding activity becomes noteworthy and even unique.

The occasion of the 25 years' anniversary of the OEEPE was observed on 12 October 1978 in Vienna in an unpretentious but dignified fashion. A festive Plenary Meeting, followed by a reception, took place in the Government Building where appropriate facilities had been made available through the courtesy of the Government of Austria.

Apart from dignitaries of the Austrian Government, the participation was limited to past and present associates of the OEEPE and numbered about 100 persons.

Upon a greeting to the OEEPE from His Excellency, the Austrian Minister for Construction and Technology Mr. *J. Moser*, the President of the OEEPE opened the meeting and delivered his address for the event. This was followed by a lecture given by the Honorary Secretary General, Mr. *Robert Verlaine*, who in terms of continued active service in the Executive Bureau stands as the true "grand old man" of the OEEPE. In his lecture, Mr. *Verlaine* presented a review of the work and achievements of OEEPE during 25 years.

In a second session of the meeting, Professor *W. Baarda* of the Technical University, Delft as an invited guest speaker delivered an inspired lecture on the theme Mathematical Models.

The issue of this special OEEPE publication appears in pursuance of a decision taken by the Steering Committee in its 54th meeting on 13 October 1978, at which time there was a unanimous opinion that the two lectures would be of lasting interest to readers both within and outside the OEEPE community.

On behalf of the Steering Committee I express sincere thanks to all those who in one way or another contributed to making the celebration of the OEEPE 25th Anniversary a memorable event, most particularly the lecturers and the Austrian delegation to the OEEPE which took care of all local arrangements in such an excellent way.

Oslo, 6 December 1978

Erik O. Dahle
President

Programme de la Séance solennelle

Après l'ouverture par le Délégué autrichien au Comité Directeur,
Monsieur J. Bernhard, les orateurs suivants s'adresseront à l'assemblée

Monsieur le Ministre Fédéral d'Autriche des Constructions et de la Technologie

J. Moser

Monsieur le Président de l'OEEPE

E. O. Dahle

Monsieur le Secrétaire Général honoraire de l'OEEPE

R. Verlaine

Conférence: 25 ans d'OEEPE

Monsieur le Professeur

W. Baarda

Conférence: Modèles mathématiques

(en langue anglaise)

Programme of the Festive Plenary Meeting

After the opening by the Austrian Delegate in the Steering Committee,
Mr. J. Bernhard, the following speakers will address the meeting

The Austrian Minister for Construction and Technology

Mr. J. Moser

The President of the OEEPE

Mr. E. O. Dahle

The Honorary Secretary General of the OEEPE

Mr. R. Verlaine

Lecture: 25 Years of OEEPE

(in French)

Professor

W. Baarda

Lecture: Mathematical Models

The President's Address

Your Excellency,
Ladies and Gentlemen:

On behalf of the Steering Committee of the European Organization for Experimental Photogrammetric Research I have the honour to extend to you a hearty welcome to this Plenary Meeting which has been organized for the purpose of observing the 25th Anniversary of the OEEPE. I also have the honour to express to the Government of Austria, as here represented by the Ministry for Construction and Technology, our thanks for the generous cooperation, and for the excellent facilities which have been made available for the meeting, thus making it possible to celebrate this occasion within an appropriately dignified environment and pleasant atmosphere. We are glad that this meeting could be held in Vienna, this ancient centre of European science and culture.

It is today 25 years since a handful of unique and forward looking European capacities of the surveying and mapping profession put a joint stamp of approval on a document containing an agreement for the creation of a European intergovernmental organization devoted to the development and advancement of air survey methods. The event took place in the quarters of the European Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) in Paris on 12 October 1953, and was a most efficient follow up of a recommendation passed by the Council of OECD a year earlier.

The five founding fathers of the OEEPE who forged such a viable framework for the organization to which we are devoted were:

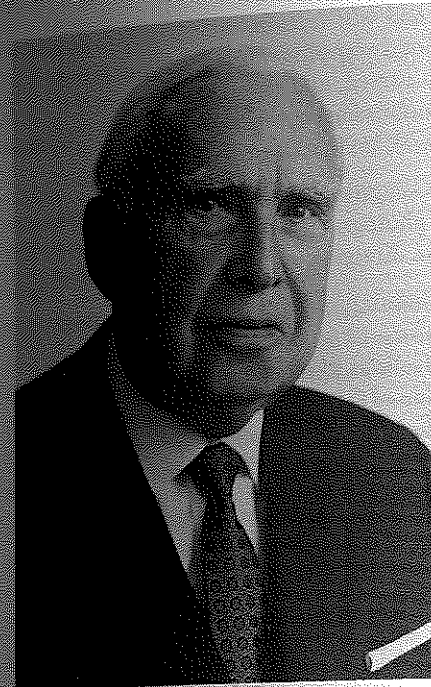
Karl Neumaier of Austria
Urbain Panier of Belgium
Erwin Gigas of Germany
Alfredo Paroli of Italy and
Willem Schermerhorn of the Netherlands.

One member of this group, Professor *Karl Neumaier* is with us here today. We wish him a very special welcome to this meeting, and ask him to accept our heartiest compliments.

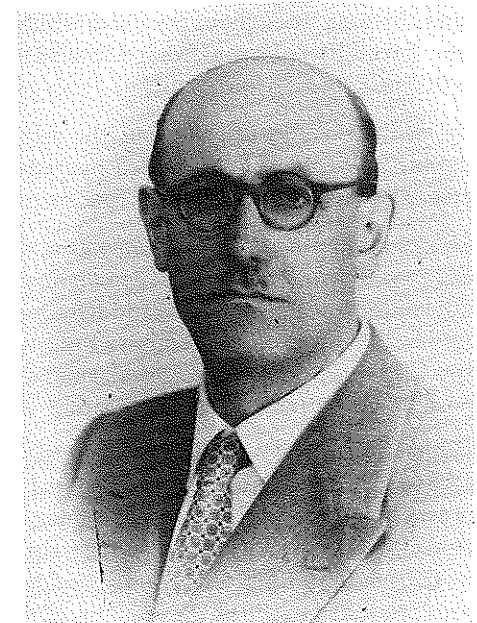
In this connexion I also wish to extend a special welcome to those former members of the Steering Committee and former Presidents of the Scientific Commissions who have found an opportunity to be with us today, and also to the several ladies who have accompanied their husbands to Vienna for this meeting.

I then wish to address myself specifically to the majority of this assembly – namely the members and collaborators of our Scientific Commissions, and I say: Welcome out of the dark! You are the real mainstays, the chief supporters, without whom the OEEPE could achieve very little, if anything at all.

The Founders of the OEEPE



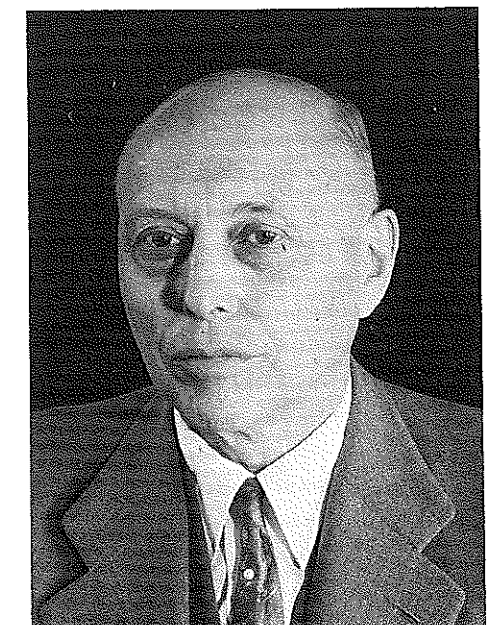
Karl Neumaier, Austria



Alfredo Paroli, Italy



Erwin Gigas, Germany



Willem Schermerhorn, the Netherlands

and

Urbain Panier, Belgium

It is the result of your efforts which has been, and will remain, the decisive factor as to whether OEEPE has the right of existence or not. I compliment you on your efforts and contributions throughout the years which have passed, and regret that you for 25 years may have suffered a somewhat obscured existence as far as your relation to the OEEPE is concerned.

By calling this Plenary Meeting, the Steering Committee not only intended to commemorate 25 years of European co-operation in photogrammetry and allied sciences, but also wished to take at least a first step in the direction of correcting that situation.

I hope that this meeting may assist us in the shortening of possible distances between the Steering Committee and the Commission Members, as well as between the Members of the various Commissions, thus stimulating the feelings of identity and unity. It may very well be that the Steering Committee as a follow up of this meeting ought to consider whether Plenary Sessions from now on should be scheduled with regular intervals for the purpose of furthering the communication within the total OEEPE Community.

During the last year, the Steering Committee has been engaged in the execution of a critical analysis of the present organizational pattern and *modus operandi* of OEEPE in order to find possible ways of improving the efficiency of the organization. It is the wish of the Steering Committee to obtain the widest possible range of participation in this work from the OEEPE Community, and for that purpose the Commission Presidents have been requested to solicit the opinions of the Commission Members. I take this opportunity to encourage your constructive participation in this work, bearing in mind that the key to success for such an exercise to a great extent depends upon the degree in which we are able to sacrifice strong personal opinions for the benefit of a common cause.

In conclusion, I address to you all an appeal for continued active participation and support of the OEEPE activity, and express the hope that in addition to the possible scientific achievements, we shall also succeed in transforming such achievements to practical use. Only then shall we have reached our ultimate goal.

And with these words, I declare the Plenary Meeting of OEEPE for opened.

DE 041.25.091.5 "1953/1978" (4) : 528.7

25 années d'activité de l'OEEPE

Par R. Verlaine, Secrétaire Général de l'OEEPE 1953-1975,
Secrétaire Général Honoraire de l'OEEPE

Monsieur le Président,
Mesdames, Messieurs,

Prendre la parole à l'occasion de la célébration du 25^e anniversaire de la fondation de l'OEEPE est certes un redoutable honneur eu égard à la qualité de votre assemblée. Mais encore, parce que cette cérémonie a lieu à Vienne, patrie de nombreux et éminents photogrammètres, qui, par leurs travaux, ont apporté une remarquable contribution à tous les aspects du développement de cette discipline qui est la nôtre et à la mise en œuvre d'une coopération internationale bénéfique.

Est-il nécessaire de se référer, entre autres, à Messieurs: le Professeur *Dolezal*, professeur à l'Ecole Polytechnique de Vienne, qui forma à la photogrammétrie toute une génération de géodésiens et de topographes. Il constitua, en 1907, la Société Autrichienne de Photogrammétrie, fonda, en 1910, la Société Internationale de Photogrammétrie dont il fut le premier Président et dont il anima le premier congrès international, à Vienne, en 1913.

Scheimpflug, un de ses élèves, constructeur de la première chambre panoramique et auteur d'une contribution essentielle sur le redressement. *Von Orel*, qui dès 1907, développe le premier appareil analogique. Et, plus proche de nous, à un autre élève du premier cité, que j'ai le plaisir de saluer, le Professeur *K. Neumaier*, professeur émérite à l'Ecole Polytechnique de Vienne, président honoraire du Bundesamt, qui fut, en qualité de représentant du gouvernement autrichien, un des 5 cosignataires de l'Acte Constitutif de l'OEEPE, à Paris, en 1953. Par la suite, soit en qualité de représentant du gouvernement autrichien au Comité Directeur, soit comme Président de la Commission E ou comme membre d'autres Commissions, le professeur *Neumaier* n'a cessé d'assurer une contribution appréciée aux activités de l'Organisation.

Il est hors de propos, à l'occasion de cette célébration, de se livrer à la lecture d'une longue et fastidieuse rétrospective, s'alourdissant de détails aisément accessibles dans une littérature déjà abondante et recensée, en grande partie, in fine des Publications Officielles. De plus, cet exposé ne saurait être exhaustif. Le sujet est beaucoup trop vaste (la seule Commission C compte 22 publications officielles et spéciales), pour se prêter, en cette circonstance, à une analyse détaillée de tous les aspects intéressants d'une expérience de 25 ans de recherche métrologique, technologique et économique.

Après avoir rappelé les raisons de la création de l'OEEPE et situé son domaine d'activité, cet exposé s'efforcera de montrer, à travers les investigations entreprises par 3 Commissions caractéristiques, la manière dont l'OEEPE s'est acquittée de sa mission et les résultats acquis.

Enfin, les mesures prises soit pour améliorer le fonctionnement des Commissions, soit pour sauvegarder la primauté des objectifs communs, tout en conservant aux Centres le bénéfice de leur action (publications) seront brièvement évoquées.

1. Champ d'action de la recherche

Bien que ses aspects économiques soient considérables, la photogrammétrie est fondamentalement une technique de mesure. La précision dépend pour une bonne part de la qualité des moyens employés et des conditions favorables d'exécution.

C'est un fait bien connu que la précision des résultats s'est améliorée par suite de meilleures prises de vues, d'un développement photographique plus régulier et mieux contrôlé, du fait de l'accroissement de la qualité et de la simplification des instruments et des systèmes correcteurs, d'un accès plus direct à certaines erreurs (réseau...), de meilleurs étalonnages et réglages en laboratoire, etc.

En réalité, ces améliorations qualitatives ne font que mieux percevoir l'acuité du problème des erreurs.

Le processus photogrammétrique est global. En évoquer la complexité permet de conclure qu'il est illusoire d'espérer déceler toutes les erreurs, les isoler, en exprimer analytiquement et complètement les influences en toutes circonstances. Il n'existe pas de théorie complète des erreurs.

Du fait de leur sensibilité aux circonstances de la mesure, les erreurs d'origine et de nature très diverses sont beaucoup trop complexes pour rentrer dans les cadres habituels.

Il s'agit notamment d'erreurs systématiques, variant plus ou moins rapidement de façon aléatoire et provoquant des déformations variables des faisceaux successifs, ce qu'aucune théorie ne semble pouvoir prendre en considération de manière complète.

Au niveau de l'unité de travail la plus élémentaire, le faisceau ou le couple, la situation est déjà trop complexe pour se prêter à une méthode de réduction qui élimine de la mesure toute partie systématique.

De ce fait, en aérotriangulation, la situation est plus complexe encore.

Aucun apriorisme mathématique ne se révèle satisfaisant et la vérification expérimentale confirme qu'il existe des déviations sensibles entre la prévision théorique et les résultats expérimentaux. L'amélioration de la connaissance des erreurs et de leurs propriétés reste une condition essentielle de l'accroissement de la précision des résultats. Elle n'a pas évolué au rythme du développement technologique, ni à celui de l'expansion des applications, ni même, ce qui peut paraître paradoxal, à celui de l'amélioration des résultats. Il en découle que le développement pratique des procédés devance en quelque sorte la théorie mais au détriment de la rigueur du traitement c'est-à-dire de sa généralité et de sa sûreté.

Cette indigence théorique a provoqué la prolifération de nombreuses méthodes constituant toutes des approximations d'une solution générale et sûre.

Les procédés s'orientent dans différentes directions d'après les théories auxquelles ils se réfèrent. Selon les opinions que leurs auteurs se font du systématisme, de ses origines et de sa constance ou bien encore selon qu'ils confèrent un caractère purement accidentel aux erreurs, l'abord du problème diffère.

L'efficacité des méthodes dépend de la réalité des hypothèses simplificatrices sur lesquelles elles se fondent et de la rigueur des traitements adoptés. Elles sont toutes plus ou moins arbitraires et, à des titres divers, imparfaites et critiquables dans une certaine mesure.

Cette situation a effectivement donné lieu à des controverses nombreuses tant en ce qui concerne la justification des méthodes que dans la critique des résultats. Elle a causé une certaine dispersion dans la recherche. Elle se complique, au plan de la production, du fait que l'accroissement de la précision a été recherché dans un alourdissement des procédés (augmentation des recouvrements longitudinaux et latéraux) sans qu'il y ait confirmation formelle d'un progrès sensible des résultats (cf. OBERSCHWABEN).

La situation est telle qu'on ne peut apprécier l'efficacité des méthodes à partir des justifications théoriques avancées ou avoir la certitude que les améliorations qu'elles prétendent apporter sont significatives et entourées de garanties réelles.

Pour pallier l'insuffisance de la théorie dans l'amélioration des procédés, dans la vérification de leur valeur et la comparaison de leur efficacité, il est obligatoire de recourir à des vérifications expérimentales suffisantes, objectives, comparables, dont tous les détails d'exécution sont analysables.

Il convient de noter immédiatement qu'il ne s'agit pas d'essais empiriques décousus mais d'une véritable recherche expérimentale fondée sur une synthèse de propositions théoriques et de faits précis résultant d'expérimentations et sous-jacents à celles-ci. L'analyse des résultats et des anomalies décelées dans les investigations sont de nature à susciter de nouveaux développements théoriques et des progrès au stade fondamental en particulier dans les centres de recherche universitaires.

L'expérience confirme que, pour aboutir, une telle recherche implique la réalisation et le respect d'un certain nombre de conditions sur lesquelles on reviendra plus loin.

La recherche expérimentale ne se ramène par exclusivement au problème des erreurs de l'aérotriangulation, si important soit-il.

Au delà des modèles de précision, elle englobe, dans un même esprit, un domaine technologique de plus en plus considérable sous ses aspects économiques.

Elle comprend en particulier l'investigation des relations qui lient la précision ou l'économie à une série de paramètres technologiques exerçant sur celles-ci une action positive, difficile à établir correctement et sur laquelle on ne dispose pas d'estimations théoriques valables et complètes, soit que ces relations ne se prêtent pas aisément à une mise en forme mathématique acceptable ou que cette expression ne rende qu'imparfaitement compte de toutes les influences en cause.

Les études d'OBERSCHWABEN en ont illustré quelques cas.

La Commission C s'est en quelque sorte spécialisée dans ce genre d'expérimentation. L'introduction de plus en plus considérable du calcul dans les processus et à tous les niveaux étend davantage ce domaine important de recherche au plan des procédés numériques et à celui de l'amélioration des procédures de calcul.

Ces expérimentations technologiques, apparemment moins ambitieuses et moins ardues que les précédentes, ont cependant une utilité incontestable et sont appréciées par un grand nombre de praticiens.

Il en est de même de la sémantique qui, concurremment aux conditions géométriques de prises, participe à la définition des conditions opératoires optimales et à l'économie des procédures.

Les programmes de la Commission E en tiennent compte.

Enfin l'évolution technologique élargit considérablement les termes et les composants du système de restitution et la compatibilité, à différents niveaux, des produits de la restitution avec les exigences des chaînes d'utilisation de ceux-ci.

Cet aspect ouvre un champ d'action considérable en vue de l'optimisation des procédures photogrammétriques et globales.

La Commission D constitue un bon exemple dans ce type de recherches.

Pour réussir, cette recherche expérimentale doit répondre à un certain nombre de conditions liées à la nature de la recherche et aux exigences statistiques garantissant la reproductibilité de l'information produite: envergure suffisante de l'expérimentation; références suffisantes en nombre, en qualité, en situation pour permettre les analyses; conditions de mise en œuvre adéquates et identité des références dans les comparaisons; isolement et répartition des paramètres étudiés; informations accessibles dans tous les détails et à tous les stades; objectivité. Il est clair que, dans un système décentralisé, le respect de ces conditions essentielles implique un certain degré de contrainte, l'acceptation et le respect de règles et de calendriers communs: par ex. l'unicité des conditions opératoires, la répartition des paramètres, les ordres et fréquences opératoires, la codification et autres impératifs de traitement, ordre de réception des données, etc. D'autre part, la poursuite systématique de ces recherches dans des conditions favorables nécessite, compte tenu de la variété des tendances et des écoles, des concours spécialisés nombreux et diversifiés et des moyens matériels et instrumentaux variés de plus en plus considérables par suite de l'évolution technologique.

C'est parce que, malgré des appels répétés et plusieurs initiatives infructueuses, ces conditions n'ont pu être réunies et les moyens assurés dans le cadre des organisations existantes, en particulier par suite du caractère trop dispersé ou trop personnel et limité des investigations, que l'OEEPE a été créée en octobre 1953, à la suite d'une recommandation des Ministres de l'OECE ¹⁾.

¹⁾ L'OEEPE a pour origine une proposition belge au Comité des Questions Scientifiques et Techniques de l'Organisation Européenne de Coopération Economique (1951). Celui-ci institua un groupe de travail chargé de l'étude de cette proposition. Sur la base des travaux de ce groupe, le Conseil des Ministres de l'OECE diffusa, en juillet 1952, une recommandation relative à la création de l'OEEPE. Les statuts de cette dernière furent rédigés à Bruxelles, au cours d'une réunion groupant les représentants de 9 pays, en Mai 1953.

Cette création répondait à un besoin à la fois scientifique, technologique et économique, ressenti et affirmé par différents auteurs et en diverses circonstances, notamment au Congrès de Washington en 1952.

Le commentaire ci-dessus illustre clairement les objectifs assignés à l'OEEPE, situe le domaine expérimental qui lui est propre et les caractéristiques de son action.

Celle-ci s'insère dans les activités des organisations nationales et internationales existantes et les valorise ou les stimule par les conclusions de ses travaux.

L'OEEPE n'a aucun intérêt à tendre à se substituer à ces dernières ou à les concurrencer, en particulier au plan de la recherche théorique, qu'elle contribuera plutôt à alimenter par les conclusions de ses expérimentations (ex: symposium de Bruxelles).

Les statuts ont été diffusés dans plusieurs publications et sont connus.

La formule adoptée a été étudiée en vue de réunir au mieux les conditions imposées pour réussir, tout en tenant compte des difficultés et déficiences auxquelles les tentatives précédentes s'étaient heurtées.

Il s'agit d'un système de recherche en coopération, de caractère intergouvernemental et décentralisé.

Il est fondé sur la volonté de coopération à tous les niveaux. Vu la taille modeste de l'Organisation et la spécificité de ses activités, les fondateurs ont tenu compte de la nécessité d'un certain pragmatisme, caractéristique de cette recherche. Ils ont opté pour un cadre structurel et fonctionnel suffisant, assez souple et général d'accueil, plutôt que pour des échelons trop nombreux et dispersés et des règles de fonctionnement trop strictes imposant des révisions ou des adaptations de détails trop fréquentes.

Son fonctionnement est essentiellement fondé sur une contribution en services associant étroitement les Instituts de production et les Centres de recherches.

Les Ministres de la Science de pays de l'OCDE, réunis à Paris en 1963, ont estimé opportun de faire figurer l'OEEPE dans une sélection de 25 organisations scientifiques internationales les plus représentatives.

La structure a été complétée par la mise sur pied d'un Bureau des Publications dont les attributions sont définies dans un règlement ad hoc.

Ce dernier garantit la diffusion des résultats conformément aux statuts et selon des critères visant à assurer, en priorité, l'aboutissement des activités menées en commun tout en sauvegardant les intérêts des chercheurs et des Centres impliqués dans les recherches.

C'est grâce à ses Commissions scientifiques que l'OEEPE établit ses objectifs, exécute les programmes adoptés, assure la continuité de la recherche, analyse et interprète les résultats. Les membres en sont nommés par le Comité. Ils sont, en principe, des spécialistes avertis du domaine traité et participent effectivement aux recherches.

Ces Commissions étaient initialement au nombre de 6. Elles sont bien connues.

Quant à la répartition des leurs attributions, on sait qu'aucun système de découpage de la matière ne se révèle entièrement satisfaisant pour différentes raisons.

Au départ, dans un souci d'efficacité, on a tenté de concilier au mieux les thèmes proposés à la recherche avec le contexte, la spécialisation et les priorités de la pratique courante.

C'est ainsi que les différents champs d'investigations ont été répartis dans le cadre des applications où ils offraient une sensibilité particulière et où se trouvaient les concours et les conditions de réalisation favorables.

Ces dispositions avaient l'avantage d'associer, au mieux, les praticiens et les chercheurs en particulier au stade de la définition des objectifs et de l'analyse des résultats.

Dès que les conditions expérimentales sont proches de celles de la pratique courante, les essais donnent lieu à des informations qui, même fragmentaires, sont exploitables au plan pratique en permettant de situer des procédures, de justifier des choix ou de les améliorer, ... Ces éléments expliquent, dans une certaine mesure, la sélection et la succession de divers programmes et la forte participation de plusieurs Centres aux activités des Commissions.

Il est clair que les dénominations adoptées et les attributions respectives n'ont rien de restrictif ni de préjudiciable à la recherche comme on va s'en rendre compte.

La question a parfois été posée de l'opportunité d'avoir orienté les deux Commissions A et B sur le même thème.

Il y a lieu de remarquer qu'il y a 25 ans, dans l'état de l'aérottriangulation, l'application aux grandes échelles se présentait comme un problème pratique spécifique: surfaces et distances réduites, contrôles plus abondants et plus aisés à établir dans des positions privilégiées, conditions plus favorables d'identification ou de matérialisation des points, précisions absolue et relative requises, possibilité d'emploi de méthodes de triangulation dites «libres» sans entraîner de modification considérable de l'état du restitué et de sa stabilité, inutilité des appareils auxiliaires (précision inférieure à celle de l'orientation relative), soit une ensemble de caractéristiques limitant davantage les éléments à prospector.

Par suite du traitement en bloc, de l'accroissement de la précision et de la polarisation du développement sur le calcul, ces raisons se sont estompées, et les problèmes ont été confiés à la seule Commission A.

Il y a lieu de noter qu'actuellement, il y aurait peut-être intérêt à remettre cette Commission B en activité en lui confiant le thème général de la photogrammétrie numérique où des problèmes importants pour le praticien peuvent être immédiatement abordés sur la base des synthèses et des bases théoriques existantes (ex. modèles numériques, ...).

De même, la Commission E s'est intéressée, au départ, aux problèmes particuliers à la cartographie aux petites échelles. La restitution directe à ces échelles posait quelques problèmes technologiques et économiques controversés, notamment: l'échelle de prise, le type d'instruments simplifiés (3° ordre), l'échelle et le support de restitution l'interprétation, la généralisation et la représentation cartographique (reproduction exclue) etc.

La diversité et la qualité des chambres de prise de vues, dont les optiques fournissent une information de base d'une géométrie et d'une définition considérablement améliorées, ont donné une importance plus grande à une meilleure appréciation de la quantité d'information identifiable à coup sûr, surtout dans un domaine d'application où l'échelle de prise faisait en quelque sorte apparaître un excédent de potentiel géométrique libérable au niveau de l'instrument alors qu'elle constituait une limite quant à l'information topographique identifiable.

Cette question se révélait particulièrement intéressante dans la mise à jour à ces mêmes échelles, afin de réaliser le compromis alliant une exploitation métrique rationnelle au maintien de la qualité et de la fidélité du document.

A cette occasion, la Commission s'est tournée vers des problèmes plus spécifiques d'interprétation (1/50.000 en tentant pour l'essentiel, de rendre les résultats valables pour le 1/25.000 — voir P.O. no. 6, mai 1972) pour s'orienter finalement et de façon plus générale vers la modélisation de l'information sémantique, ce qui constitue son programme actuel.

Enfin, il y a lieu de noter qu'occasionnellement et pour des tâches précises et limitées, le Comité a recouru à la formule du groupe de travail au sein d'une Commission (ex: groupe numérique de la Commission F).

2. Activités de l'OEEPE

Pour se rendre compte de la manière dont l'OEEPE s'est acquittée du rôle qu'elle s'était assigné, on se référera à quelques aspects de son action et à la continuité de celle-ci au plan de 3 types de problèmes spécifiques de la recherche expérimentale. C'est pourquoi on abordera plus spécialement les activités des Commissions A, B, C et D.

2.1. Commissions A et B

Le thème de recherche proposé à ces Commissions porte sur l'amélioration de la précision de la triangulation aérienne.

Ce problème comporte plusieurs aspects:

- a) La sécurité des méthodes, c'est-à-dire le contrôle des opérations en vue de l'élimination des erreurs grossières, dont la détection et la correction posent des problèmes non négligeables.

Ceux-ci ne mettent pas les principes en cause.

Cette question n'a, jusqu'ici, fait l'objet d'aucune expérimentation.

- b) L'influence sur la précision de divers facteurs technologiques

L'étude des effets de plusieurs d'entre eux a été abordée à différentes reprises. Elle a fait l'objet de deux expérimentations particulières dont l'une a été confiée à un groupe de travail de la Commission F (méthodes numériques). Dans d'autres cas, cette étude a été incorporée dans les investigations relatives au traitement des erreurs.

c) Le traitement des erreurs

L'amélioration de la qualité des moyens et de la précision a conféré plus d'acuité à ce problème complexe et ardu. Il a constitué la préoccupation essentielle de la Commission. Ce traitement est d'autant plus général et plus sûr qu'il atteint les erreurs dans leur totalité. En toute rigueur, son élaboration est étroitement liée à l'origine, à la nature et aux caractéristiques des erreurs. Une meilleure connaissance des propriétés de celles-ci est fondamentale pour le parfaire.

La principale difficulté provient, comme on le sait, du fait que des causes de nature très différente peuvent provoquer des phénomènes d'allures similaires et qu'il est ainsi très malaisé de séparer les effets des erreurs systématiques de ceux des erreurs accidentelles, tant dans les rubans (fermeture) que dans les blocs (résidus). De plus, la sensibilité de la mesure aux circonstances de son exécution provoque des variations aléatoires de systématisme que la théorie semble ne pouvoir saisir (erreurs pseudo-accidentelles).

Dès lors la recherche expérimentale de l'élimination de la résultante des erreurs, particulièrement de leur composante systématique, s'est déroulée selon deux voies d'après l'attitude adoptée dans l'approche du problème.

Selon la première orientation, la présence d'erreurs systématiques relativement importantes, expérimentalement confirmée, implique un traitement particulier pour les déterminer et les réduire afin de corriger les observations de leur partie non purement accidentelle et d'en normaliser la distribution avant de les soumettre aux moindres carrés.

Dans cette optique, le traitement des erreurs est donc scindé. Dans ce cadre, l'étude des erreurs, de leur origines, de leur propriétés et des possibilités de les atteindre est de nature plus physique que statistique (ce qui n'exclut pas l'application de vérifications statistiques aux résultats).

Elle est réalisée à travers de expérimentations multipliant les observations, dans des conditions variables ou constantes, et considérant les erreurs et leur détermination de manière séparée, plus individualisée et méthodique, afin d'en exprimer la réalité et les propriétés effectives.

Ces expérimentations aboutissent normalement, par des perfectionnements constructifs ou opératoires, à l'emploi de procédés de correction plus ou moins directs des coordonnées clichés ou des modèles; utilisation d'étalonnages en laboratoire ou sur le terrain, du réseau, de données auxiliaires, ou encore d'informations complémentaires issues de l'observation des clichés eux-mêmes grâce à un recouvrement longitudinal accru destiné à permettre le calcul des déformations locales. Si leurs effets cumulatifs sont considérables, les erreurs sont en général relativement faibles et leur étude demande des moyens précis. Ces expérimentations sont longues et délicates.

L'autre courant fait en quelque sorte passer l'aspect physique au second plan pour n'en voir que les effets.

Au départ, il traite l'information sans en considérer toutes les caractéristiques (commodités de calcul).

Après avoir amendé les mesures d'après les données classiques d'étalonnage, il livre globalement les observations à un traitement selon les moindres carrés.

L'investigation porte sur une masse d'observations unique, c'est-à-dire obtenue par une seule exploitation instrumentale. La présence de résidus, de nature systématique probable, indique que le procédé (le modèle) basé sur le caractère strictement accidentel des erreurs n'est pas conforme à la réalité et qu'il doit être amélioré.

L'analyse de ce résidu après compensation conduit à étudier ses causes éventuelles et leur importance relative, ses caractéristiques globales et sa constance, les conditions favorables de détermination, etc.

S'appuyant sur ces interprétations, l'expérimentation traite l'ensemble des observations selon diverses méthodes de compensation dans lesquelles le modèle de base est perfectionné.

L'analyse statistique des corrélations constatées entre les améliorations introduites dans le modèle et la précision des résultats conduisent à l'optimisation du procédé.

Les améliorations successives s'efforcent d'atteindre, par différentes méthodes, le systématisme résiduel correspondant aux déformations des faisceaux (ou des modèles) manifestant les effets cumulatifs détectés.

Dans cette voie, le progrès résulte de l'amélioration de la formulation algébrique de base et de l'efficacité des procédures de calcul rendues aussi performantes que possible.

Les termes correctifs n'ont pas nécessairement de signification physique au niveau des faisceaux ou des modèles.

Ces corrections s'adressent essentiellement à la partie constante du systématisme résiduel qui peut être considérable (voir Bauer-Wiser) dans certains cas. Les procédés ne prennent en considération les variations aléatoires que pour tenter de s'en affranchir ou d'en limiter les effets sur la détermination de la fonction de correction clichés. Cette orientation conduit à une amélioration substantielle de la précision relativement rapidement.

Cette dualité de conception a dominé le déroulement de la recherche expérimentale du traitement des erreurs qu'il s'agisse de rubans ou de blocs.

Ces orientations ne sont heureusement par exclusives. La Commission a tenu compte de leur complémentarité dans l'établissement de ses activités successives, soit en les associant au sein d'un même programme, soit en définissant deux programmes différents à partir d'un même polygone.

L'exploitation simultanée d'un même matériel expérimental est en effet de nature à élargir les résultats de la recherche, à compléter ses conclusions ou encore à confirmer certaines particularités.

Le bien-fondé de ces mesures a été mis en lumière notamment dans l'investigation «OBERSCHWABEN».

Quant aux recherches réalisées, on relève:

- 1) des expérimentations complètes (globales ou intégrales);
- 2) des investigations statistiques;
- 3) des expérimentations physiques.

Bien qu'elle n'ait pas été utilisée à l'OEEPE jusqu'à présent, on citera la simulation parce qu'elle a été évoquée dans le nouveau programme de la Commission A, mais aussi parce que l'OEEPE a décidé, il y a un certain temps, d'apporter une contribution active et importante à la mise sur pied d'un programme de simulation entrepris par l'I.T.C. et qui, bien que poursuivant un objectif plus général, est susceptible d'apporter, concurremment aux autres méthodes d'expérimentation, une contribution à l'étude du problème de la précision en aérotriangulation.

La réalisation des nombreuses observations spécifiques nécessaires à la mise au point des modèles stochastiques des erreurs a été confiée à la Commission F.

Les avantages et inconvénients de ces diverses approches ont fait l'objet de critiques «a posteriori» notamment quant à la plus ou moins grande généralité de leurs conclusions, de leur portée, de leur intérêt théorique, en relation avec leur coût, l'importance considérable des travaux d'équipement et d'observation nécessaires.

C'est un fait que la recherche expérimentale systématique relative à un sujet aussi complexe et aride que le traitement des erreurs réclame des moyens et des délais considérables, quelque soit le système de recherche adopté.

Ceci explique partiellement la lenteur de ses progrès et la nécessité d'une coopération active pour la faire aboutir.

C'est une préoccupation permanente que de tenter de réduire le nombre de champs d'essais, la quantité d'observations, de parfaire l'exploitation de celles-ci et d'augmenter la généralité et la portée de l'investigation, notamment par une assistance accrue de l'ordinateur.

Jusqu'à présent, aucune méthode ne s'est révélée parfaite. La complexité du problème fait qu'elles connaissent toutes une certaine subjectivité au départ, des approximations et des exigences propres, des délais de mise au point, etc.

Elles impliquent toutes des investissements considérables sous l'une ou l'autre forme.

Il faut aussi se rappeler que les approches utilisables pour progresser dépendent fondamentalement du développement théorique mais aussi des moyens disponibles à leur époque.

C'est pourquoi, dans l'appréciation des activités, il y a lieu de tenir compte de ces éléments et du fait que, même imparfaites dans le nombre et la généralité de leurs conclusions, les investigations réalisées ont, en temps utile, apporté des vérifications importantes et génératrices de progrès et des ordres de grandeur appréciés des praticiens.

Ces considérations incitent à resituer les différents programmes dans le contexte des circonstances contemporaines à leur réalisation afin d'en illustrer le bien-fondé et l'intérêt. On remarquera également que lorsque les besoins l'indiquaient, les investigations ont été accompagnées ou entrecoupées par des expérimentations se rapportant davantage à des procédures opératoires ou à des facteurs instrumentaux (paramètres technologiques). L'expérience Gramastetten (P.O. no. 7) appartient à cette catégorie.

2.1.1. Expérimentations 1953-1958

A cette époque (1953) l'unité de travail est le ruban. Les méthodes proposées sont nombreuses et comportent des améliorations s'adressant soit à la phase opératoire, soit au stade de la compensation.

Il est important, surtout pour la pratique, de disposer d'indications judicieusement contrôlées sur la qualité et la régularité des résultats effectivement atteints et reproductibles surtout si les méthodes sont plus élaborées (compensation selon les moindres carrés, par exemple). Par l'analyse des résultats, on espère obtenir les informations sur la valeur de leurs fondements et sur le comportement des erreurs. Pour aborder correctement l'examen des expérimentations et en apprécier la portée, il convient de garder quelques éléments en mémoire.

A ce moment, les observations sont réalisées sur des appareils universels, généralement avec inversion de la base. Le niveau de précision optique et mécanique des instruments et des dispositifs correcteurs n'a pas la qualité actuelle.

Les prises de vues et le traitement en laboratoire sont moins réguliers et les clichés n'ont pas la stabilité présentes. Les tentatives d'amélioration des procédés s'inscrivent dans les deux tendances évoquées plus haut.

La constatation d'anomalies et d'irrégularités (cassures, sauts d'échelle, ...) des erreurs résiduelles a remis en question l'efficacité des méthodes simples d'élimination des erreurs systématiques. Diverses propositions visent soit à éliminer certaines causes d'erreurs systématiques, soit à rendre celles-ci aussi constantes que possible notamment en décelant et en réduisant diverses erreurs accidentelles qui en faussent la constance ou la détermination: meilleure similitude des faisceaux (plaques planes, stabilité et meilleure qualité photographique, centrage et apairage soignés des objectifs de prise et de restitution), procédés élaborés d'orientation relative (détection et correction des anomalies accidentelles ou des influences personnelles), constance du réglage et du fonctionnement des instruments (méthodes à 1, 2 ou 3 composantes de base constantes pour maintenir constant l'effet des erreurs instrumentales et apporter, aux mesures, des corrections dérivées du calcul plutôt que de les porter à l'instrument), utilisation de données auxiliaires, recours des données complémentaires déterminées par les observations elles-mêmes, mesures destinées à diminuer les erreurs de pointé et de lecture à différents niveaux, ...

D'un autre côté, l'attribution des erreurs résiduelles à un effet cumulatif d'erreurs accidentelles amène le développement de méthodes de compensation plus élaborées fondées sur les moindres carrés et de procédés plus simples dont les résultats sont similaires à ceux des méthodes rigoureuses.

A cette époque, l'efficacité réelle des procédés ou leur supériorité ne pouvaient être appréciées que sur le critère de l'exactitude et de la fidélité des résultats de levés expérimentaux complets, traités de façons variables en fonction des thèses prises en considération. Ils devaient être exécutés dans des conditions et avec des règles garantissant les comparaisons et la reproductibilité des résultats, notamment par un contrôle sur des références identiques constituées par des points bien identifiables, nombreux et judicieusement répartis. Les indications qui en résultent sont d'autant plus appréciées des praticiens que les conditions expérimentales adoptées sont proches de celles de la pratique courante.

En outre, pour favoriser l'étude des erreurs, certaines expérimentations de la série ont été complétées par des enregistrements de parallaxes résiduelles et des opérations complémentaires comme des triangulations selon une méthode de référence, des triangulations sur grilles, l'utilisation de bandes latérales (l'essai comportant trois rubans jointifs latéralement) et des couples-témoins pris dans le levé.

Ces derniers visaient à obtenir, pour les 2 signes de base, un ensemble d'observations permettant de mesurer et d'exprimer la déformation systématique d'un couple du levé et de caractériser la combinaison «chambre de prise — chambre de restitution — instrument de restitution.» (Il s'agissait d'une tentative d'étalonnage du systématisme).

L'extension des observations à 2 couples successifs était prévue pour déterminer le systématisme de la liaison de couples. Enfin par la répétition des observations, on espérait étudier et chiffrer le comportement des erreurs accidentelles de cette opération.

L'exploitation de ces données a été confiée à la Commission F mais n'a pu être menée à bien. Il en a été de même d'une étude sur le calcul des erreurs accidentelles intrinsèques de la triangulation à partir des erreurs sur les quantités observées (parallaxes et coordonnées).

Les conditions expérimentales, les règles opératoires, les méthodes d'observation et de compensation sont définies soigneusement pour garder les qualités nécessaires aux ensembles d'observations et de résultats réunis en vue d'assurer l'analyse conformément aux objectifs poursuivis.

A cette classe d'investigations appartiennent les expérimentations ci-après:

Commission A Présidence Prof. *Solaini* et *Trombetti*

Essai no. 1: Polygones italien (Sud de Florence) et suisse (plateau central) site moyen.

Il s'agit de 2 polygones composés chacun de 3 bandes de ± 100 km se recoupant latéralement ($\pm 30\%$).

Utilisation de chambres grand-angulaires, emploi de plaques et de films. En Italie, dans un même avion, installation de 2 chambres de prise, l'une à film et l'autre à plaques — échelle de prise $\pm 1/30.000$. Recouvrement longitudinal — 60 %, 90 % dans les rubans centraux. Emploi d'instruments auxiliaires: statoscope et périscope solaire. Copie des films sur dias après le piquage de points par un même centre. Le contrôle très dense, par points signalisés, est établi, en principe à raison de 3 points par nadir nouveau, distribués au centre et sur les bords afin de suivre la marche des erreurs.

12 centres participants. Utilisation d'appareils de premier ordre différents: Wild A5, Zeiss C8, Poivilliers et d'état d'usure variable mais bien réglés (adoption d'une méthode standard de référence pour isoler ces influences, tests sur grilles).

4 méthodes d'observation ont été utilisées: 1) $bz = 0$, 2) 3 composantes de base constantes (modèles indépendants sur plaques), 3) méthode statoscopique, 4) méthode périscopique.

Les méthodes de compensation utilisées sont celles de *Van der Weele* et *Verdin*.

Tous les détails relatifs à cette expérience figurent dans les rapports des présidents et les publications spéciales de l'OEEPE éditées par Photogrammétrie.

L'exploitation des observations a donné lieu à des difficultés et à un travail considérables. Ils ont entraîné, dans la suite, l'adoption des mesures aptes à améliorer le fonctionnement des Commissions et la qualité du matériel.

Il s'agissait d'une première investigation à grande échelle.

L'essai était ambitieux et couvrait un trop grand nombre de problèmes. Si les travaux avaient été sérieusement discutés au plan de la préparation et de l'exécution des observations, par contre, les phases de calcul et surtout d'analyse avaient été moins bien préparées en commun. Le rôle des centres était trop réduit au plan des calculs et de l'analyse dont l'ampleur était sous-estimée.

De plus, les possibilités matérielles de traitement laissaient à désirer: calcul électronique à ses débuts et peu puissant, insuffisance des mesures de codification a priori, de filtrage des données, etc.

Enfin, l'imprécision globale et, dans une certaine mesure, la qualité de ce premier matériel expérimental (par ex: diamètre de piquage trop grand) limitaient la quantité et la qualité des conclusions, notamment au plan des méthodes, en masquant l'influence relative des mesures d'amélioration adoptées.

Il peut cependant paraître regrettable que ce matériel n'ait pas donné lieu à d'autres exploitations secondaires.

C'est d'ailleurs là une remarque très générale, qu'à de rares exceptions près, les recherches additionnelles prévues ou encore les résultats des analyses n'incitent pas à des travaux supplémentaires ou à de nouvelles recherches.

Quoiqu'il en soit, du fait que les conditions expérimentales étaient comparables et proches de celles de la pratique, cette investigation a apporté des informations contrôlées, représentant des ordres de grandeur valables pour le praticien et des indications technologiques importantes pour l'exploitation.

L'amélioration prévue par l'emploi des indications auxiliaires, exploitées davantage au niveau du calcul qu'à celui de l'observation, s'est vérifiée.

Le problème film — plaque n'a pas donné à lieu des conclusions bien établies.

Les essais n'ont pas confirmé le bénéfice à attendre de diverses méthodes opératoires visant à rendre constant le fonctionnement du restituteur.

Ces constatations indiquaient déjà que le problème important ne se situait pas à ce niveau mais plutôt dans la reconstitution des faisceaux perspectifs à partir de clichés photographiques.

Enfin une certaine équivalence des résultats s'est manifestée dans l'emploi soit de méthodes de compensation plus ou moins élaborées soit de celle de 2^e degré. Des conclusions analogues se reproduisent dans la suite. Une étude plus approfondie aura lieu dans l'essai OBERSCHWABEN.

Toutefois cette comparaison portant sur l'application des méthodes indiquées et de celle selon Zarzycki a été trop limitée pour en tirer des affirmations.

En fait la garantie de meilleurs résultats ne pouvait être assurée que par une plus grande fréquence d'appuis bien identifiables. En réalité, ces essais ont mis en évidence la faiblesse du ruban isolé qui ne peut se libérer de la loi peu favorable de la double sommation dans la propagation des erreurs sauf par des données complémentaires provenant, dans le cas présent, des appareils auxiliaires.

Commission A Présidence Prof. Solaini et Trombetti

Essai no. 2

En 1956, le Comité décide de vérifier les conclusions acquises pour un terrain accidenté (dénivelées 1200 m) avec un ruban de longueur double de 200 km (Italie) en introduisant les méthodes analytiques en même temps que les analogiques (OBERSCHWABEN a confirmé que les compensations polynomiales dépendent de la distance entre appuis mais aussi de la longueur des rubans).

La méthode de compensation adoptée est quadratique.

Utilisation d'indications périscopiques et statoscopiques.

Participation: 6 centres.

Dans ces levés on trouve moins d'erreurs grossières.

Les résultats sont du même ordre que les précédents et l'intérêt des indications auxiliaires se confirme quel que soit le site. Malgré son avantage opératoire, la méthode analytique ne réalise pas le gain de précision qu'on aurait pu espérer par rapport aux procédés analogiques.

La thèse se confirme que l'accroissement de précision doit être recherché ailleurs que dans le cadre instrumental (reproduction de faisceaux perspectifs, conditions ou données complémentaires,...). Les détails relatifs à ce test figurent dans la P. O. no. 6.

L'étude de quelques procédés analytiques est alors confiée à la Commission F qui procède sur terrain artificiel (voir Commission F).

Commission B Présidence Prof. Solaini et Belfiore

Essai no. 1: Vorarlberg (Aalstätten — Autriche)

Simultanément aux deux investigations ci-dessus, une expérimentation a pour but de vérifier les conditions d'application de la triangulation aérienne aux grandes échelles (1/1000 et 1/2000) et de contrôler expérimentalement la précision accessible dans un ruban de ± 19 km (expression de la perte de précision en fonction du nombre de couples entre appuis) par application des méthodes de compensation réputées les plus favorables.

Il s'agit également de vérifier la précision en fonction du site, de l'angle de la chambre de prise de vues, du matériau utilisé (film-plaque), etc.

Prise de vues: 3 groupes de 2 rubans de 18 à 46 couples aux échelles de 1/6.000, 1/10.000, 1/17.000.

Chambres à plaques: $f = 100$ mm — 14×14 cm et $f = 170$ mm — 14×14 cm.

Instruments analogiques.

Triangulation libre avec soin particulier pour l'orientation relative.

Compensation selon *Van der Weele* (3^e degré) et *Von Gruber* (2^e degré).

Participation de 4 centres.

De nombreuses difficultés ont été rencontrées dans les détectations des erreurs grossières, erreurs d'identification, de lecture, préparation des cartes perforées, etc...

Les 2 méthodes de compensation ont donné des résultats satisfaisants. Les conclusions n'ont pas eu la généralité souhaitée par suite du nombre réduit d'observations comparables, du manque d'uniformité du matériel utilisé, des différences considérables dans les procédés adoptés qui ont rendu malaisée l'analyse de toutes les divergences constatées dans la précision.

Le résultat a cependant montré l'intérêt de la triangulation pour les grandes échelles et situé les erreurs maximales obtenues, en fonction du nombre de couples entre appuis, pour les conditions utilisées. Une documentation complète sur ces tests a été rassemblée dans la publication spéciale OEEPE Photogrammétrie XII et XVI.

2.1.2. Expérimentations 1958 — 1968

Commission B

Essai no. 2: Reichenbach

Considéré comme un problème d'homogénéisation des résultats d'un ensemble de bandes calculées isolément en réduisant aux mieux les discordances d'un même point dans des rubans voisins, sans trop déformer les bandes (et les modèles) pour rester en conformité avec les lois de propagation des erreurs, le bloc s'affirme rapidement comme une méthode (de calcul) efficace pour remédier à la faiblesse de la bande en prenant en considération les liaisons latérales pour renforcer la stabilité géométrique interne de l'ensemble.

A ses débuts, le problème de la compensation simultanée d'un ensemble de bandes est résolu soit par méthodes polynomiales avec un nombre limité de liaisons entre bandes et de petits caculateurs, soit par des transformations simples, par modèles ou par sections, exécutées par voies numérique, analogique ou mixte.

Avec les calculateurs de plus grande capacité, ces méthodes évoluent rapidement vers des compensations plus rigoureuses prenant en considération toutes les liaisons rationnelles au niveau du modèle ou de faisceau et améliorant les procédures de calcul.

En 1959, le Comité décide de vérifier l'efficacité de quelques unes des procédures simples et rapides ne recourant pas aux grandes capacités de calcul, sur le champ d'essai de Reichenbach, exploité au profit de B et de C.

Dimension du champ d'essai: $\pm 40 \text{ km}^2$.

Densité considérable de points signalisés — site accidenté (20 à 30 % dans le couple).

Le vol 2 — 6 est adopté (chambre à plaques $10 - 14 \times 14$).

Echelle 1 / 12.000 — 5 bandes de 8 à 10 modèles.

7 séries d'observations (2 séries de mesures indépendantes sont exécutées à raison de 3 sur stéréocomparateur et 4 sur appareils analogiques).

En outre, quelques essais complémentaires auront lieu sur les blocs 2.4 (1 / 12.000 — $15 - 23 \times 23$) et 2.3 (1 / 8000).

Emploi de 3 procédés de compensation: Milan A et B (numérique: transformation = polynomiale 2^e degré), et Jerie (analogique). Les recherches visaient à obtenir:

- 1° un contrôle de la précision accessible aux grandes échelles;
- 2° une comparaison de la précision de mesures par les 2 procédés;
- 3° des informations sur l'origine de certaines erreurs systématiques, sur les possibilités de les isoler et d'évaluer l'influence des erreurs accidentelles;
- 4° des indications sur l'amélioration globale des résultats (homogénéité et précision) par des méthodes simples et rapides pour des blocs de grandeur moyenne;
- 5° une étude de l'influence du nombre et de la distribution des appuis et, par application de tests classiques, la vérification de la nature des erreurs résiduelles (coefficients de corrélation).

En conclusion: ce test a donné une idée d'ensemble sur la précision accessible. Il a mis en évidence les difficultés d'obtention de résultats significatifs.

On peut en tirer des comparaisons entre observations sur appareils analogiques et stéréocomparateurs ou entre observations exécutées sur matériel original et sur réductions photographiques; mais certains facteurs d'exécution ont limité les conclusions, par ex: les rapports d'échelles-modèles-images (de 2,4 à 4) dans les instruments analogiques qui ont affecté particulièrement la précision des mesures.

Cette expérimentation a montré la présence d'erreurs systématiques considérables dans le bloc.

Les procédés analytiques ne donnent pas de gain appréciable de précision par rapport aux analogiques.

On notera cette conclusion conforme aux indications obtenues en A et C. Elle confirme le rôle limité des influences instrumentales et le fait que c'est la reconstruction du faisceau perspectif qui limite la précision (étalonnage, qualité photographique, déformation des films etc.).

Ce résultat s'expliquerait du fait que ces causes d'erreurs sont communes aux 2 procédés. Si la reconstitution analogique introduit de nouvelles sources d'erreurs qui lui sont propres, celles-ci se révéleraient faibles par rapport aux précédentes dans tous les cas traités jusque là. De plus, on peut aussi estimer que la méthode analogique réalisant globalement l'orientation relative, éliminerait plus aisément certaines anomalies.

En fait, l'avantage du stéréocomparateur réside dans sa rapidité. Mais, on remarquera que les expérimentations suivantes Gramastetten (Wiser) et Oberschwaben (Camps) remettent en cause ces conclusions et explications. Elles indiquent une supériorité des méthodes analytiques. On constatera également que cette remise en cause coïncide avec l'utilisation de clichés reconnus de meilleure qualité (interrelations différentes des influences du cliché et de l'instrument analogique, ces dernières se révélant relativement plus considérables (réglage, comportement de l'appareil).

Enfin, quant aux procédés de compensation, la compensation s'avère peu probante du fait du nombre intégral de points d'appuis utilisés. La différence des erreurs moyennes est telle que les indications obtenues réclament une confirmation ultérieure.

Les détails figurent dans la P.O. no. 3 et dans les résumés présentés par le Professeur *Cunietti* aux Congrès de Lisbonne et Lausanne. Le test de Reichenbach a été la dernière expérience menée par la Commission B.

A partir de 1962 celle-ci a fusionné avec A comme il l'a été indiqué.

Commission A — B Présidence Prof. *Wiser*

Essai Gramastetten

Il s'agit d'une investigation de caractère technologique. Elle porte sur une étude comparative des possibilités de différentes versions de la méthode de triangulation semi-analytique (modèles indépendants), dont l'application s'étend d'une part, par suite de la tendance à la simplification des instruments analogiques et d'autre part de l'extension des procédés numériques, notamment à la suite de l'accroissement de la rigueur des procédures de calcul.

Le matériel consiste en un ruban de 19 couples au 1 / 10.000 — RC 8 ($15 - 23 \times 23 \text{ cm}$), de bonne qualité géométrique et photographique.

Site moyennement accidenté et couvert.

58 points signalisés distribués au centre et sur les bords du ruban.

L'exploitation a utilisé 13 instruments de restitution appartenant à 9 types différents: 2 stéréocomparateurs, 4 appareils universels (A7 et C8), 7 instruments non universels.

Au plan opératoire: 3 procédés d'observation:

- a) semi-analytique, l'un avec détermination unique des centres de projection;
- b) semi-analytique avec détermination des centres de projection dans chaque modèle (par une méthode propre à chaque centre);
- c) à titre de comparaison, méthode analytique et analogique.

Bien que l'essai ne porte pas sur cette question, on applique 3 procédés de compensations à savoir: polynomiale quadratique (5 appuis), Ackermann (6 appuis), polynomiale selon Schut (6 appuis).

En raison de la taille limitée des échantillons analysés, l'essai se clôture par les indications ci-après, données avec réserves:

- 1— pour les instruments universels, les méthodes analogiques et semi-analytiques sont pratiquement équivalentes;
- 2— dans le cas présent, les triangulations analytiques de référence sont plus précises que les procédés analogiques et semi-analytiques (voir programme 2 OBERSCHWABEN — camps);
- 3— les appareils universels et certains non universels peuvent donner des résultats statistiquement équivalents.
- 4— Quant aux variantes relatives à la détermination des centres de projection, certains centres ont cru déceler dans les résultats l'influence d'une variation de la position des centres de projection dans les modèles successifs.

Dans 4 groupes de valeurs provenant de 3 restitutions, il paraît indifférent d'observer la position des centres de projection dans tous les modèles ou dans un seul.

- 5— Quant aux méthodes de compensation, la signification des comparaisons est limitée vu la taille de l'échantillon.

Cependant, les résultats confirment la prévision théorique selon laquelle différentes méthodes de compensation donnent des résultats sensiblement équivalents quand la densité des points d'ajustement est faible. On constate aussi que dans le ruban, la sécurité résulte de l'accroissement du nombre et de la répartition d'appuis bien identifiées.

A noter que le test est limité et vise surtout à obtenir un bon échantillon des résultats de la méthode dans des conditions normales d'application. Il ne s'agissait pas d'une recherche exhaustive reportant toutes les variantes du procédé sur tous les types d'instruments.

Pour de plus amples détails, se référer à la P.O. no. 7.

2.1.3. Expérimentations 1968 — 1978

A partir des années 1960, se développe une importante contribution théorique à l'étude de la précision de l'aérottriangulation de bandes et de blocs et de ses relations avec les principaux paramètres pratiques. Elle est fondée sur l'application des moindres carrés et l'emploi d'un modèle mathématique dont la simplification (erreurs accidentelles seulement) est nécessaire pour permettre le calcul. Valable et réaliste ou non, cette approche donne lieu à des informations chiffrées qui constituent des références appréciées par les praticiens.

La réalité du modèle et la légitimité du traitement étant contestées, il s'avérait nécessaire de vérifier la valeur des informations auxquelles ces hypothèses donnaient lieu.

D'autre part, les procédures de calcul deviennent plus rigoureuses et plus efficaces mais on possède peu de résultats probants sur la valeur réelle et la comparaison de 3 méthodes de compensation devenues classiques ainsi que sur leur aptitude relative à corriger la totalité des erreurs, notamment les composantes systématiques de celles-ci.

Il importait notamment de vérifier dans quelle mesure, les méthodes basées sur les moindres carrés et réputées les plus rigoureuses théoriquement avaient, réellement et dans toutes les circonstances, une efficacité plus grande que les méthodes polynomiales ayant l'avantage de la simplicité.

Dans cette optique, l'aérottriangulation est essentiellement considérée comme une méthode de calcul, et, pour vérifier les performances en précision, les critères d'appréciation se modifient. Il ne s'agissait plus de multiplier les observations mais bien de comparer différentes méthodes de traitement appliquées à une masse unique d'observations.

L'analyse statistique des corrélations entre la précision atteinte et les modifications introduites dans le modèle de base devrait permettre d'améliorer la compensation et d'éliminer au mieux toutes les erreurs.

D'autre part, il était opportun d'obtenir des informations expérimentales relatives à l'influence sur la précision de divers facteurs tels que l'angle de prise, la signalisation et le report des points, l'utilisation de points non signalisés, les réseaux.

En 1968, sur proposition du professeur *Ackermann*, le Comité décide de soumettre ces questions à une vérification expérimentale approfondie.

Commission A Présidence Prof. *Wiser*

Essai "OBERSCHWABEN"

Programme 1 — Chef de projet: Prof. *Ackermann*

Il a été beaucoup question de cette recherche au Symposium de Bruxelles, consacré à la discussion de ses premiers résultats. Une littérature abondante existe sur cette recherche et les discussions auxquelles elle a donné lieu dans la P.O. no. 8 relative à ce symposium (12 — 14 juin 1973).

Pour mémoire, le champ d'essai comportait 548 points connus et balisés (dont les points de liaison à raison de 6 par modèle).

Les prises de vue au 1 / 28.000 sont réalisées en grand-angulaire et en super-grand-angulaire (qualité photographique déficiente).

Utilisation du statoscope — recouvrement latéral 60 % (15 bandes de 25 couples soit 375 modèles), donc, en réalité, 4 blocs de 8 ou 7 bandes à 20 % de recouvrement latéral.

En outre, pour la partie EST on dispose de 5 rubans (GA) à 90 % de recouvrement longitudinal et réseau.

Ces prises sont spécialement destinées au programme 2.

Les mesures sur stéréocomparateur sont effectuées à Francfort (8 rubans GA) — Vienna (7 rubans GA) — Delft (7 rubans SGA) — La Haye (8 bandes SGA).

Les compensations ont été exécutées à Stuttgart, Centre pilote pour ce programme.

Elles ont porté sur des rubans par 4 procédés sur le bloc moyennant 3 méthodes classiques de compensation avec et sans correction de systématisme.

En attendant la P.O., un résumé des opérations exécutées et des résultats a été publié à Helsinki. Tous les détails y figurent.

1. On y note entre autres les indications ci-après:

1.1. Les résultats expérimentaux concordent plus moins bien avec les hypothèses théoriques sur un nombre limité de points. Parmi ceux-ci, l'indépendance de la précision de la grandeur du bloc mais en liaison directe avec la répartition périphérique des appuis pour la planimétrie tandis qu'en altimétrie elle est fonction de la distance des appuis. Il s'agit d'une confirmation d'un intérêt considérable pour le praticien.

On remarque aussi que le statoscope s'avère intéressant pour certains levés

1.2. Ils sont moins favorables et s'écartent de la prévision théorique pour d'autres; par ex.: l'intérêt des recouvrements latéraux à 60 %, comparaison GA — SGA,...

Il en est de même dans la classification théorique des méthodes, surtout pour celle par faisceaux, réputée la plus rigoureuse en principe.

En qui concerne les bandes, la précision dépend, pour les méthodes par modèles indépendants ou par faisceaux, de la distance entre appuis.

Pour les polynomiales, elle dépend en outre de la longueur de la bande.

On y retrouve une confirmation de résultats expérimentaux antérieurs.

On remarque la bonne tenue des méthodes polynomiales par rapport aux procédés réputés plus rigoureux notamment en cas de contrôle moins dense. Ce sont les méthodes de compensation réputées les plus rigoureuses en théorie qui paraissent les plus vulnérables au systématisme résiduel, les plus simples éliminant mieux l'erreur globale surtout en présence d'appuis peu nombreux et de bandes longues.

2. Les discordances constatées entre les résultats expérimentaux et la prévision théorique mettent en cause la réalité et l'efficacité du modèle simplifié.

Le programme 2 et l'amélioration réalisée par les termes additionnels confirment que le seul traitement basé sur la distribution normale des erreurs est inadéquat et que la partie systématique des erreurs doit faire l'objet d'une correction spéciale ou être prise en considération dans le modèle.

En effet, les résidus aux points de liaison et de contrôle montrent la probabilité de la subsistance d'effets systématiques considérables non réduits par les corrections «a priori» généralement appliquées aux observations (sur la base d'étalonnages en laboratoire pour la plupart).

3. Dans ces conditions, le programme initial a été complété par

1° une analyse portant sur les caractéristiques et les origines possibles de ces résidus et sur les effets relatifs de différentes causes d'erreurs dans le cas considéré.

2° l'examen de différentes méthodes de détermination et de correction du systématisme résiduel et de leur efficacité respective.

3.1. L'analyse conclut que, dans le cas d'OBERSCHWABEN, c'est le système «chambre de prise — film» qui a un effet prédominant.

Elle montre l'insuffisance de l'amélioration fournie par la plupart des corrections a priori à partir des données d'étalonnage en salle (dans le cas présent, importance relativement grande des déformations affines en angle et échelle). Elle établit la nécessité d'améliorer les systèmes d'étalonnage et les procédés de détermination et d'application des corrections à apporter aux faisceaux pour réduire les résidus.

3.2. La constance du systématisme mis en évidence sur les points de liaison paraît remarquable et justifierait l'utilisation d'une même fonction de correction pour l'ensemble du bloc (même valeur bien définie et fixe des paramètres pour tout le bloc).

On aurait cependant constaté des variations de ces systématismes entre différentes parties du bloc (cf. Bauer et réseau). Quant à la détection des déformations des faisceaux, à la sensibilité et à l'efficacité de l'auto-étalonnage, elles dépendraient généralement de la répartition du contrôle et du recouvrement latéral, la sensibilité évoluant plus ou moins selon la méthode utilisée.

4. Améliorations de la réduction du systématisme résiduel

4.1. a priori: correction des coordonnées images par utilisation des données d'étalonnage du champs d'essai de Rheydt. Bien que ce polygone ne fasse pas partie du bloc et qu'il n'ait pas été volé directement avant, après ou au cours des prises de vues, les corrections qui en résultent ont provoqué une amélioration sensible, surtout lorsque le nombre des appuis du bloc était réduit.

Le fait que ces données d'étalonnage (uniques pour le bloc) ont été acquises dans des circonstances différentes de celles des prises réelles indique l'importance et la constance relatives de certaines causes d'erreurs inhérentes à la prise de vue, etc. Les résultats donnent un ordre de grandeur de l'amélioration dans l'approximation de la détermination du systématisme résultant de ce type d'étalonnage.

- 4.2. Correction au niveau de la compensation par auto-étalonnage, (c'est-à-dire détermination ou élimination du systématisme à partir des observations elles-mêmes).

Diverses méthodes ont été utilisées:

- 4.2.1. Elimination simultanée des erreurs accidentelles et de la partie constante du systématisme au cours de la compensation.

Il s'agit dans ce cas, de compléter le modèle mathématique par des paramètres additionnels destinés à prendre en charge, au mieux, les systématismes résiduels (Bauer).

On remarquera que les polynômes correctifs, dont les coefficients constituent les inconnues supplémentaires introduites dans les équations d'observations, sont choisis et adaptés en vue de représenter au mieux les déformations des clichés qui, par leurs effets, provoquent les résidus constatés. La signification et les caractéristiques de ces formules résultent d'interprétations ou d'hypothèses relatives à ces déformations ou à leurs effets. Elles comportent des limites pratiques. Ces corrections n'expriment pas nécessairement les vraies déformations des faisceaux (des modèles) et ne les localisent pas.

L'efficacité et la généralité de cette solution laisse, comme on le sait, un certain nombre de problèmes en suspens (abordés par la S.I.P.)

L'application d'un procédé de ce genre a donné des améliorations importantes dans le cas du bloc OBERSCHWABEN où les systématismes se sont révélés d'une importance et d'une constance remarquables.

- 4.2.2. Variantes de la méthode d'Autume visant à détecter, après une première compensation, la partie systématique des résidus à corriger d'après les discordances internes et externes et à appliquer les corrections aux coordonnées images avant la réitération de la compensation.

A noter que ces méthodes n'impliquent aucune hypothèse sur la forme des systématismes résiduels. On remarquera l'élégance des différentes solutions préconisées par d'Autume, en particulier dans la représentation de la fonction de correction par ses valeurs aux nœuds d'une grille régulière.

Une de ces variantes a été appliquée à OBERSCHWABEN. La correction des coordonnées images y a été réalisée par un polynôme simple.

5. Les améliorations constatées, lorsqu'on tient compte du systématisme, restituent la supériorité théorique des méthodes réputées les plus rigoureuses (faisceaux-modèles) qui ne se manifestait pas sans correction de ces résidus.

Cependant, même après application des corrections du systématisme, les valeurs théoriques fondées sur le caractère strictement accidentel des erreurs ne sont pas entièrement reproduites par l'expérimentation.

Il reste un désaccord attribuable au fait que, malgré les progrès réalisés, les procédures utilisées n'atteignent pas la totalité des résidus malgré la grande constance apparente de ceux-ci.

6. En conclusion du programme 1, dans le cas traité, on constate:

- 1 — Malgré l'impuissance théorique, un haut niveau d'efficacité est atteint par les procédés d'aérottriangulation pratiqués dans les conditions expérimentales adoptées (points signalisés, utilisation des stéréocomparateurs), pour autant qu'il soit tenu compte du systématisme résiduel qui échappe généralement aux corrections classiquement apportées aux coordonnées images.

- 2 — Il se confirme que les progrès des procédés et leur généralité restent fonction du degré d'amélioration des coordonnées images ou modèles.

Même si les corrections «a priori» classiques ne se révèlent que partiellement efficaces, il est intéressant de chercher à en améliorer la valeur, d'utiliser un matériel de bonne symétrie de distorsion, de disposer de bons et fréquents étalonnages en laboratoire ou sur le terrain, de maintenir au mieux la constance des opérations de prises de vues et de laboratoire, d'obtenir des informations sur le comportement du film (réseau) etc. ...

Les résultats montrent, qu'une attention particulière doit être réservée aux aspects constructifs (réseau, fonds de chambre) et opératoires susceptibles d'améliorer l'individualisation des corrections des coordonnées images où modèles (programme 2).

- 3 — Cette recherche montre que les solutions fondées sur l'application des moindres carrés peuvent, moyennant les améliorations indiquées, corriger de façon efficace les résidus de systématisme au niveau de la compensation. Plusieurs procédés de détermination et d'application de ces corrections existent. Leur efficacité est encore sujette à des vérifications complémentaires.

Dans cette orientation, un gain supplémentaire de précision semble tributaire de l'amélioration de l'efficacité des procédures de calcul et de l'élégance des solutions proposées.

- 4 — Quelque favorables que soient les résultats, il n'y a cependant pas accord complet entre la théorie et l'expérimentation. Les procédés restent une approximation de la solution générale. Ces théories ne paraissent pas susceptibles de prendre en considération les variations aléatoires de l'erreur systématique qui pourraient être considérables par rapport à la partie réputée constante. Le progrès resterait tributaire d'une reconstitution davantage individualisée du faisceau, c'est-à-dire d'une correction plus localisée et individualisée des coordonnées images.

Quant aux possibilités d'exécution courante et à la signification pratique effective de telles améliorations, on remarquera que c'est précisément à l'étude de quelques aspects de ces questions que s'attache le programme 2 (Investigations physiques).

- 5 — Enfin, plusieurs problèmes pratiques restent encore en suspens: GA et SGA, recouvrements de 60 %, réseau, points piqués ou naturels, méthode de transfert, variété des schémas d'appuis, etc. ou méritent d'être approfondis: statoscope, centres de projection,...

Peut-être conviendrait-il d'aborder ces problèmes dans une investigation intermédiaire?

Programme 2 Chef de projet Prof. Wiser

En organisant le polygone OBERSCHWABEN pour le programme 1, le Comité Directeur a complémenarisé la recherche par l'adoption d'une expérimentation relevant de l'autre tendance, dénommée programme II et proposée par le professeur Wiser. Il s'agit de tests physiques. Ces tests devenaient plus intéressants dans la mesure où:

- 1°) la précision accrue des instruments et l'amélioration de la qualité des clichés produisent des résultats expérimentaux de plus en plus sûrs;
- 2°) le rapport entre les parties systématique et accidentelle de l'erreur est élevé dans OBERSCHWABEN (voir Bauer, Wiser)
- 3°) Il se confirme que la théorie semble impuissante à tenir compte des variations aléatoires du systématisme (erreurs pseudo-accidentelles).

On a vu, ci-dessus, que la généralité de l'élimination paraît de plus en plus liée à une localisation accrue de la correction, c'est à dire à l'acquisition d'une meilleure connaissance des erreurs, de leurs propriétés et de procédés de correction des déformations effectives des faisceaux ou modèles.

Tel est but du programme 2.

Le centre pilote de ce programme est le laboratoire de Photogrammétrie de l'Université Liège.

L'investigation y est menée par des procédés physiques et non exclusivement statistiques.

Contrairement au programme 1, cette approche opère sur de nombreux ensembles d'observations obtenues dans des conditions expérimentales constantes ou variables et sur l'analyse méthodique des erreurs résiduelles. L'unité de travail est le ruban.

Selon ces vues, l'amélioration du traitement des erreurs est recherché par un perfectionnement des méthodes d'observation et le développement de procédés de calcul de la déformation individualisée des faisceaux ou modèles.

Ces méthodes procèdent par des déterminations indirectes ou auxiliaires à partir d'observations complémentaires extraites des clichés eux-mêmes grâce à un recouvrement longitudinal accru ou encore visent à normaliser les erreurs par répétition des mesures dans des conditions favorables.

Les prises de vues nécessaires à ce programme ont été réalisées en même temps que celles du programme 1.

Les observations se font par voie analytique de préférence, celle-ci étant considérée comme plus favorables pour la précision des mesures.

Ce programme 2 comporte:

- 1 — La vérification des hypothèses et constatations concernant la reproductibilité et la prépondérance des erreurs locales (pseudo-accidentelles). En particulier l'influence que peut avoir sur la précision des résultats la localisation dans le cliché des points à mesurer (Phase A).
- 2 — L'élimination empirique de la partie non accidentelle des écarts. L'expérience montre que la moyenne des coordonnées obtenues dans la restitution de deux ou plusieurs rubans «indépendants» est exempte du systématisme présent dans chacune des restitutions particulières (B1).

Cette méthode peut donner lieu à des extensions par combinaison avec un recouvrement latéral de 60 % — (2 ou 4 couvertures).

- 3 — L'élimination logique des écarts loaux (programme B2) par des procédures de restitution comportant des mesures auxiliaires devant permettre de calculer, c'est-à-dire de corriger, les erreurs de l'orientation quelles que soient leur nature ou leur origine (utilisation de relations fonctionnelles et non aléatoires c'est-à-dire réduction des mesures et non compensation au sens propre du terme).

a) par la mesure des déformations entre couples adjacents. La méthode des déformations pourrait fournir une image fidèle des erreurs résiduelles du ruban après compensation parabolique, celle-ci éliminant une partie des déformations systématiques et des erreurs accidentelles, pour autant que celles-ci réalisent une allure pseudo-systématique, d'où son intérêt (surtout altimétrique).

b) par mesures de parallaxes transversales surabondantes et détermination de parallaxes latentes.

L'expérimentation doit vérifier le bien-fondé et l'efficacité de ces vues (voir P.O. no. 8 — Wiser-Camps).

- 4 — Comparaisons avec les indications du réseau.

- 5 — Ce programme, non limitatif, a été complété par deux propositions du Professeur Cuniatti.

a) une recherche analytique concernant l'étude statistique expérimentale des erreurs d'enchaînement des photogrammes (P.O. no. 8 — programme 2)

b) une détermination des erreurs systématiques du faisceaux perspectif. Se basant sur les enseignements du programme 1 en matière d'erreurs systématiques et sur l'importance de celles-ci, cette proposition montre l'intérêt qu'auraient des procédés tenant compte a priori des paramètres correcteurs des erreurs systématiques dans le matériel photographique.

Les résultats ont fourni une bonne information sur les erreurs planimétriques et altimétriques de la restitution.

En planimétrie: léger avantage à la plaque (résultats plus homogènes) mais pas entièrement établi — précision égale pour le grand angulaire et l'angle normal.

En altimétrie: avantage très net au grand-angulaire.

Quant aux instruments: les différences sont faibles et non significatives, l'influence de l'instrument disparaissant parmi les autres dans l'essai considéré.

L'essai conclut à l'intérêt d'améliorer les procédés d'orientation et de calcul.

Ces résultats ont été analysés par les professeurs *Gotthardt* et *Förstner*. En outre, les comparaisons ont montré que, pour tirer parti de toute la précision accessible en photogrammétrie, il fallait utiliser des points signalisés par suite des erreurs d'interprétation se manifestant dans l'identification des détails.

De même, dans les minutes graphiques, les différences sont pour la plupart liées à des erreurs d'interprétation des points non-signalisés ou des détails.

Dans l'interprétation des lignes naturelles, les levés photogrammétriques marquent un certain avantage sur les levés terrestres. La P.O. no. 10 renseigne sur les conclusions de la comparaison des distances et sur les facteurs dont leur précision dépend, sur les erreurs de mesures sur points non signalisés, sur la restitution graphique des points et lignes non signalisés, sur les transformations de coordonnées complémentaires.

Plusieurs centres ont exécuté des études supplémentaires sur le matériel expérimental réuni.

Les valeurs établies dans cet essai sont intervenues dans des comparaisons ultérieures au sein ou à l'extérieur de l'OEEPE. Comme tous les essais initiaux, celui-ci a été ambitieux et a donné lieu à une analyse qui a rencontré des difficultés par suite d'un certain manque d'homogénéité dans le choix et l'observation de tous les points.

2.2.2. Essai no.2 Présidence Prof. *Förstner* «REICHENBACH»

Cette expérimentation portait sur la précision des coordonnées en terrain montagneux.

Le champ d'essai est situé à Reichenbach — 3 × 3 km — site accidenté à montagneux.

600 points signalisés (carrés de 25 cm de côté).

Survol: 4 chambres de prise différentes.

L'essai «OBERRIET» en ayant montré l'intérêt, pour chaque chambre de prise 2 échelles différentes sont adoptées: le 1/8.000 et le 1/12.000.

16 centres participants; ± 290 modèles mesurés (à raison de 80 points par modèle).

5 types d'instruments répartis en 2 analogiques et 3 stéréocomparateurs.

Les essais s'efforcent d'établir notamment:

1 — La précision de détermination X, Y, Z , des points à partir de prises à différentes échelles, réalisées par diverses chambres de prise, sur film ou plaques (mêmes échelles de prise pour ces supports);

2 — la précision résultante sur les distances.

Les analyses, comportant de nombreux calculs, portent sur la précision des observations. Elles indiquent: les erreurs quadratiques moyennes, erreurs d'adaptation, absolues, relatives, des distances, erreurs systématiques (très grandes par rapport aux erreurs relatives et déterminantes pour l'erreur absolue).

Ces résultats ont confirmé que la précision atteinte est considérable et que ces essais exigent des points de contrôle très précis.

On note également que:

1 — Les erreurs moyennes planimétriques mk et les erreurs moyennes altimétriques mz exprimées en μ dans le cliché sont indépendantes de l'échelle image.

Les erreurs absolues mz sont malaisées à réduire.

2 — En résumant les résultats obtenus avec les 3 chambres à film, il s'avère que le rapport des erreurs moyennes planimétriques mk (exprimées en μ dans le cliché) des prises sur film à celles des prises sur plaques est de $\frac{1,00}{0,65}$, pour l'altimétrie: $\frac{1,00}{0,60}$

3 — Pour un agrandissement $m = 3$ pour le film et 4 pour les plaques, les erreurs moyennes en μ dans le cliché sont de même importance pour les instruments analogiques et les comparateurs.

En conclusion, la précision des mesures est pratiquement du même ordre de grandeur pour OBERRIET et REICHENBACH.

Elles ont été comparées à celles d'autres essais.

Ce test met en évidence un certain nombre de problèmes non résolus qui ont été soumis à l'attention des centres, mais ils ne semblent pas avoir été l'objet d'une grande curiosité de leur part si on en juge par les travaux spéciaux réalisés.

Pour tous les détails relatifs à ces questions en suspens, se référer à la P.O. no. 4, pages 71 à 73.

2.2.3. Essai no. 3 Présidence Prof. *Förstner* «DORDRECHT»

Il s'agit d'une investigation sur la précision de la mesure de détails topographiques bien définis tels que constructions, murs etc... pris dans un modèle photogrammétrique.

Cette expérimentation visait à répondre à 2 questions particulières, à savoir:

1 — avec quelle précision les bâtiments ou certains éléments de ceux-ci peuvent-ils être mesurés dans un couple?

- 2 — avec quelle précision les mesures terrestres complémentaires nécessaires (par ex: débordement des toits) doivent-elles être exécutées (comparaison entre mesures terrestres et photogrammétriques)?
- 3 — de plus, les appareils de restitution ayant déjà fait l'objet de recherches, l'attention s'est plutôt portée sur l'influence de certaines composantes de l'erreur systématique constatée, tels que l'éclairement lors de l'exposition (effet de la hauteur de soleil sur les observations des crêtes des toits...), les différences de hauteur des objets, l'influence de la chambre de prise, de l'observateur,...

On en attend, en outre, la confirmation des résultats précédents quant à la précision et son rapport avec l'échelle de prise. La zone expérimentale a été subdivisée en petites surfaces dénommées «stations» dans lesquelles les coins de bâtiments, chenaux, etc.,... ont été déterminés, en coordonnées, par rapport aux points signalisés (par des disques de 25 cm de diamètre), par les 2 méthodes photogrammétrique et terrestre (Analyse de l'influence de la position de la station dans le couple).

Au total:

71 stations ont été observées

10 centres participants

Echelle de photos: 1/3.500 et 1/6.000

Chambre de prise 21 — 18 × 18 — prises de vues le matin et l'après-midi (influence du soleil).

Observations: entièrement par méthode numérique; chaque modèle a été observé 5 fois; dans plusieurs couples, les mesures ont été refaites par un deuxième opérateur (influence de celui-ci).

L'analyse a été faite au centre pilote (cadastre hollandais) selon un programme de calcul fixé en commun.

Des difficultés sérieuses ont été reconstruites du fait de la mise en évidence d'erreurs grossières et de leur élimination.

Un résumé des résultats a été diffusé à Helsinki par *J. Timmerman* du centre pilote.

Une P.O. paraîtra prochainement et en donnera tous les détails.

2.2.4. Essai no. 4 Présidence Prof. Förstner

«VIENNE»

Cette investigation peut, dans une certaine mesure, être considérée comme une extension de l'essai de Dordrecht.

- 1 — Elle prolonge la portée des conclusions des essais précédents quant à l'influence de l'échelle sur la précision, en traitant spécialement le cas intéressant de très grandes échelles de prise (1/1.500, 1/2.500, 1/4.000). Applications urbaines.

A cette occasion, une comparaison est envisagée entre une nouvelle optique à angle plus petit et à format plus grand et l'ancienne (normale), en vue de la restitution urbaine.

La précision de restitution de points signalisés sera comparée à celle de leur détermination terrestre.

- 2 — Elle comporte une évaluation de la précision d'une série de détails urbains caractéristiques, bien définis mais non signalisés, tels que angles de maisons, hauteurs de trottoirs, conduits, canalisations, chemins ou ensembles de points, de lignes droites ou en arcs, poteaux.

Dans cet essai, ce sont les erreurs moyennes caractérisant la photogrammétrie aux grandes échelles dans la restitution de divers détails qui sont en cause et leur comparaison avec les résultats des mesures au sol correspondantes (3 séries de mesures indépendantes dont l'une de haute précision).

Enfin, cet essai doit mettre en lumière les erreurs systématiques dues à divers facteurs, tels que l'éclairement, dans l'interprétation et la mesure des détails.

Des prises de vues ont été réalisées au 1/1.000 et au 1/2.000 avec chambre 30 — 23 × 23 et au 1/2.000 avec chambre de 21 — 18 × 18 cm.

2 séries de prises: l'une avec l'éclairement optimal, l'autre avec éclairement plus diffus.

Restitutions par instruments analogiques et comparateurs.

17 centres participants — 156 modèles observés.

Centre pilote: Ecole Polytechnique de Vienne.

Un programme de calcul considérable a été mis sur pied. Il porte sur l'étude des précisions absolue et relative et sur l'analyse des erreurs systématiques, par ex: des effets de l'éclairement, des hauteurs de vol, des types de chambres, des instruments de mesure.

Les observations sont terminées et les calculs sont en cours.

En terminant cet aperçu des travaux réalisés par cette Commission, il paraît opportun d'évoquer la question de son programme futur.

Malgré les efforts déployés par le président, la définition de ce programme paraît reconstruire quelques lenteurs.

Cependant dans le domaine de la précision dans lequel elle s'est spécialisée et où ses travaux ont montré un intérêt indéniable, la liste des problèmes non résolus ne paraît pas épuisée si l'on en juge par les conclusions des essais précédents, par les circulaires du président de la Commission,...

Il serait conforme aux intérêts de l'Organisation et à celui des Centres de stimuler ces activités.

2.3. Commission D

La Commission D n'a été constituée qu'en 1964.

Ses activités concernent particulièrement une autre forme de la recherche technologique.

L'intérêt de cette Commission s'accroît par suite de l'essor technologique tant en photogrammétrie que dans les techniques d'utilisation des produits de la restitution (cartographie, par exemple). Il s'agit d'établir et d'analyser l'influence des composants et termes du système de restitution sur la qualité, la quantité, la forme de l'information restituée et sur l'économie du processus, compte tenu des exigences des procédures d'utilisation du produit de la restitution et des contraintes imposées par ces dernières.

La chaîne d'utilisation considérée par priorité est la cartographie aux moyennes échelles.

Le but vise à optimiser la performance globale du système de production et tout spécialement celle de sa phase photogrammétrique.

Par exemple: abstraction faite du progrès des moyens de prise de vues et de leur qualité, le développement de l'orthophoto et de son automatisation et la disposition d'un ensemble considérable d'instruments classiques et analytiques de précision ou simplifiés (assistés ou non), compatible avec une gamme considérable de périphériques tant numériques que graphiques (à commande automatique ou non) ont accru considérablement la diversité des méthodes de traitement et le degré d'élaboration des formes de sortie de l'information restituée et élargi la simultanéité d'obtention de plusieurs de celles-ci.

Celles-ci peuvent être rendues compatibles quant au fond, au contenu, à la forme ou au support et au niveau de sortie avec les exigences ou les caractéristiques de la chaîne d'utilisation (automatisation etc). L'ordinateur de toute capacité s'intègre de plus en plus, à tous les niveaux de la restitution.

La photogrammétrie numérique modifie les procédures instrumentales. Elle assouplit les moyens et étend les procédés d'exécution de correction et de traitement des observations. Elle élargit les modalités et caractéristiques de sortie du produit restitué auquel elle confère un niveau plus ou moins élevé et adapté d'élaboration.

Le système tend à se décomposer en éléments modulaires opérant en direct ou en différé et transfère l'exécution manuelle des opérations classiques à des logiciels de plus en plus complexes et diversifiés. L'incidence des procédures de calcul et des logiciels devient considérable. Il est indispensable d'améliorer leur performances.

Il est clair que l'influence de ces alternatives sur l'efficacité et l'économie ne peuvent que difficilement et incomplètement être évalués par voie théorique.

Ce sont des considérations de cet ordre qui ont amené le Comité à mettre la Commission D en activité.

Vu l'importance considérable de nombreux programmes cartographiques et des opportunités qui résultent de la mise à jour, par priorité, elle a abordé les interférences du système photogrammétrique et de la cartographie aux moyennes échelles (l'essentiel portant sur les aspects photogrammétriques).

Au départ, la Commission a retenu 3 sujets d'expérimentation:

- 1 — Etablissement de la carte topographique au 1/10.000 (intérêt direct pour certains pays).
- 2 — Mise à jour de la carte au 1/25.000 (intérêt immédiat pour le nombreux pays).
- 3 — Etablissement d'une orthophoto-carte (ce dernier point était sujet à révision en fonction des résultats d'une recherche intermédiaire de la Commission E ou des initiatives de l'ACI ou de la SIP).

Quant à la suite du programme, il semble prématuré de l'aborder ici. Il pourrait porter sur les techniques cartographiques digitales (à ne pas confondre avec la photogrammétrie numérique dont le M. N. T. et M. A. T. sont des applications importantes et urgentes mais qui ne rentreraient pas dans la compétence de cette Commission).

2.3.1. Investigation no. 1 Présidence Prof. Beck

«STUTTGART»

Elle porte sur l'établissement de la carte topographique au 1/10.000. Cet essai a été réalisé sur le polygone de Stuttgart (15 km²), à partir de 4 échelles de prise de vues: 1/18.000, 1/25.000, 1/30.000, 1/37.000.

Chambre de prise : 15 — 23 × 23 cm.

6 centres participants.

Centre pilote: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart.

Tous les détails sur les travaux et les résultats figurent dans la P.O. no. 9 rédigée par le professeur Beck.

Ces travaux basés sur l'utilisation simultanée des procédures orthophoto et stéréo-restitution, dans diverses conditions de prise et d'exécution, ont donné lieu à de multiples analyses d'ou résultent des indications intéressantes sous les aspects de la précision, de la quantité d'information et du rendement (exprimé en temps opératoire).

Les conclusions finales énoncent une série de points dont il doit être tenu compte dans le planning de l'élaboration d'une carte au 1/10.000.

2.3.2. Expérimentation no. 2 Présidence Prof. Spiess

«FRIBOURG»

Il s'agit d'un investigation sur les procédés et conditions de mise à jour de la carte topographique au 1/25.000.

Cette investigation a été réalisée sur le champ d'essai de Fribourg.

Du fait de l'exiguïté de ce polygone (8 km²), on doit s'attendre à obtenir des indications de tendance générale dont certains aspects spécifiques pourraient être confirmés par des essais complémentaires.

Les prises de vues sont au 1/30.000 et au 1/18.000.

Des points d'appui signalisés sont utilisables selon les exigences de la méthode employée. Il en est de même d'une reconnaissance préalable des détails sur le terrain.

Utilisation de méthodes stéréo-restitution et ortophoto.

L'objectif essentiel consiste à réunir et à diffuser une information contrôlée relative aux systèmes de revision et à leurs sous-procédés en mettant en évidence leurs avantages et leurs inconvénients.

Les comparaisons portent sur une série d'éléments constitutifs partiels, évalués individuellement en termes de coût (temps), précision et fidélité des résultats, avec l'intention de permettre de nouvelles combinaisons de ces modules en vue d'optimiser le procédé dans chaque cas particulier.

Dans ce but, une série de questionnaires se référant aux différents aspects de l'expérience, établis a priori en prévision de l'analyse, ont été distribués aux centres.

8 centres participants.

Centre pilote: E. T. H. Zürich.

Cette investigation est proche de son terme.

Les résultats et les détails relatifs aux travaux seront diffusés dans une P.O. de l'OEEPE.

3. Bureau des Publications

Lors de sa fondation, l'OEEPE a diffusé ses rapports dans des Publications Spéciales de «Photogrammétrie».

En matière scientifique et technique, la communication de l'information acquise présente un intérêt appréciable pour la Communauté. Le caractère officiel de l'Organisation, très favorable à de nombreux égards, implique cependant certaines réserves quant au caractère ou à la nature des éléments dont la diffusion n'est pas libre sans restriction dans certains pays membres.

D'un autre côté, l'objectivité recommande d'éviter que diverses indications acquises dans les recherches menées en commun ne soient exploitées dans des buts strictement particuliers ou commerciaux ou ne donnent lieu à des commentaires plus ou moins orientés.

A un autre niveau, du fait du caractère coopératif fondamental des activités, il y a lieu d'affirmer l'aspect communautaire de certains résultats issus des travaux collectifs et de leur accorder la priorité qu'ils méritent.

Telles sont les principales raisons pour lesquelles les statuts confèrent la responsabilité des Publications au Comité Directeur. Mais l'équité demande que, si un caractère préférentiel est attribué aux activités qui, en raison de leur ampleur, doivent leur réalisation à la convergence de l'effort collectif, par contre, l'importance et la valeur de la contribution apportée par chaque centre ou chercheur soient également reconnues et qu'une certaine satisfaction du travail accompli leur soit acquise surtout s'il s'agit de Centres Universitaires.

En outre, il y a lieu d'encourager les chercheurs à tirer parti du matériel expérimental considérable rassemblé et à effectuer les expérimentations additionnelles prévues afin de parfaire les résultats obtenus ou encore à aborder de nouvelles recherches à partir des contradictions ou des anomalies mises en évidence par les analyses.

De plus, il est souhaitable que les publications soient de bonne tenue et normalisées dans leur forme et leur présentation.

Dans toute la mesure du possible, vu le caractère et le principe de l'Organisation, il paraît judicieux d'y éviter la publicité.

Ce problème a fait l'objet de nombreuses interventions et, en 1962, le Comité a concrétisé ces principes en codifiant, dans un Règlement sur les Publications, les dispositions pratiques dont le respect est souhaitable en cette matière.

Conformément aux statuts, ces règles reconnaissent la responsabilité du Comité et le rôle national officiel des délégués.

Elles assurent la priorité des travaux collectifs tout en sauvegardant les mérites des Centres et chercheurs.

Elles confirment l'autorité des présidents des Commissions en matière scientifique et technique.

Elles contribuent à assurer une forme homogène à toutes les publications de l'OEEPE et à tenir à jour une bibliographie complète.

La mise en pratique de ces dispositions a entraîné la création du Bureau des Publications.

Ses attributions sont résumées dans le règlement.

Qu'il me soit permis de rendre hommage à la générosité et au sens aigu de la coopération de la République Fédérale d'Allemagne qui a permis la création et le fonctionnement exemplaire de cet office.

Il contribue efficacement au renom de l'OEEPE par la haute qualité des publications réalisées.

Il convient également de féliciter l'Institut für Angewandte Geodäsie pour l'efficacité avec laquelle il s'acquitte de cette tâche ingrate.

4. Conclusions

Cette expérience de 25 ans a mis en lumière le rôle capital de la recherche expérimentale systématique menée par l'OEEPE qui, même imparfaite dans la généralité des ses conclusions, a contribué à améliorer les méthodes et à porter les procédés au haut degré d'efficacité pratique constaté malgré les obstacles résultant de l'indigence des connaissances théoriques. L'évocation des travaux accomplis et du potentiel qui a été affecté à ces investigations montre combien les problèmes fondamentaux sur lesquels les conclusions de nombreuses expérimentations concentrent de plus en plus l'attention sont ardues et, dans quelle mesure, même dans le cadre d'une recherche continue, procédant selon des appro-

ches diversifiées, menée avec des moyens importants et des règles parfois contraignantes, des conclusions probantes sont délicates et difficiles à obtenir.

Par ses résultats et le matériel expérimental qu'elle produit et met à la disposition des Centres Universitaires ou autres des pays membres, l'OEEPE est génératrice de recherches théoriques dans ces Centres et en dehors du programme commun.

Le potentiel considérable et diversifié mis en œuvre dans le cadre de l'activité de l'OEEPE est mis en lumière par:

- a) le nombre (± 12) et les caractéristiques des champs d'essais mis sur pied dans différents pays (Allemagne, Autriche, Italie, Suisse), photographiés et équipés de contrôles nombreux et précis.

A titre indicatif, les coûts de Reichenbach et d'Oberschwaben se montent respectivement à ± 39.000 et 210.000 DM.

- b) par le nombre et la qualité des centres participants, leur apport en spécialistes et en matériel divers, leurs prestations en périodes d'observations, de calcul, d'analyse, de rédaction ...

- c) par l'élaboration des nombreuses Publications Officielles et Spéciales.

L'assiduité de la participation active des Centres aux travaux de diverses Commissions, le nombre et la qualité des Publications Officielles et Spéciales, les références multiples aux résultats obtenus, le Symposium de Bruxelles et les commentaires élogieux de la littérature spécialisée constituent autant de témoignages de l'intérêt porté aux travaux réalisés et à leurs résultats.

Ces indices attestent du bien-fondé de l'action réalisée.

Le succès de la recherche est lié à la libération suffisante du potentiel de recherche réuni dans l'OEEPE. Mais, à son tour, celle-ci dépend, l'expérience est formelle, d'une sélection judicieuse des programmes et des objectifs. Ceux-ci doivent, en tout état de cause, éviter des vues trop étroites ou trop particulières et tenir compte des priorités de la pratique courante. A cet égard, l'expérience indique que le nombre de Centres participant effectivement aux travaux est d'autant plus grand que les programmes s'adressent à des problèmes précis et présentent des aspects d'intérêts général ou immédiat. Un certain pragmatisme doit rester à la base de leur choix. Certaines Commissions connaissent des participations élevées, pratiquement constantes, tandis que d'autres sont parfois moins bien suivies.

Quant aux résultats, ils sont nombreux et importants. Quelques uns d'entre eux ont été évoqués au cours de l'examen des activités des trois commissions représentatives considérées ci-dessus.

Il n'est pas possible, de rappeler tous les enseignements de ces recherches dans le cadre de cet exposé. Ils sont cependant accessibles pour toutes les études car ils sont diffusés dans les publications OEEPE et dans les congrès de la S.I.P.

Ces résultats ont stimulé de nouveaux développements et ont été exploités dans des buts divers comme en témoignent plusieurs publications.

Quant aux méthodes d'investigation, on a pu se rendre compte qu'elles ont été diversifiées, adaptées au contexte théorique et à son évolution et aux moyens disponibles (ordinateurs, ...).

De plus, divers auteurs l'ont souligné, l'OEEPE a contribué à introduire dans la recherche photogrammétrique un esprit de coopération plus ouvert et des contacts plus fructueux entre spécialistes qu'ils soient chercheurs universitaires ou praticiens.

Enfin, l'OEEPE a remis ses méthodes de travail en question lorsque l'expérience confirmait des critiques concrètes.

Des améliorations progressives ont été apportées à toutes les phases de la recherche. Parmi ces adaptations, on retiendra notamment:

- 1) association active des Commissions aux discussions du Comité:

elle est réalisée par la participation des présidents aux réunions de Comité.

- 2) au niveau de la préparation des travaux:

intervention des Centres pilotes dans la préparation détaillée des travaux, dans l'organisation des opérations, l'examen des matériaux ...

- 3) au stade des réalisations:

participation financière dans les prises de vues pour leur assurer une qualité suffisante, ...

- 4) dans la phase de traitement des observations:

participation accrue des Centres tant dans la discussion approfondie des programmes et méthodes de traitement que dans l'exécution des calculs, etc.

- 5) au niveau de l'analyse des résultats:

intervention considérable des Centres pilotes dans l'assistance aux présidents en vue de l'exécution des analyses, de traitements complémentaires, ...

Le problème des délais a été évoqué à diverses reprises. Il y a lieu de noter qu'il s'agit d'une organisation décentralisée, ce qui entraîne des délais incompressibles de transmission, indisponibilité passagère de Centres, ... D'autre part, certaines opérations sont saisonnières et tributaires de conditions favorables. Il est clair cependant que la réduction des délais dépend aussi du respect des calendriers adoptés, de la limitation des temps morts entre phases et de l'assistance apportée aux présidents.

En conclusion, on peut considérer que, quoique susceptible d'améliorations, le bilan de l'OEEPE s'avère positif.

Avant de clore cet exposé, qu'il me soit permis de rendre hommage: aux membres du Comité Directeur et, spécialement, à ceux qui ont contribué à la création de l'OEEPE et lui ont fait confiance. Au prix de difficultés parfois considérables, ils lui ont assuré les moyens de son développement et de son succès.

Aux membres des Commissions Scientifiques, sans qui l'OEEPE resterait inerte et surtout à tous leurs présidents qui ont assumé de lourdes responsabilités et des tâches ingrates, notamment dans les analyses et dans la rédaction d'importants rapports.

Enfin, à mes collègues, ancien (Prof. *van der Weele*) ou plus récents du Bureau qui, en toutes circonstances, ont fait preuve d'un excellent et amical esprit de coopération.

A l'occasion de cette célébration, je souhaite rendre un hommage particulier à l'un d'entre eux, aujourd'hui disparu, le Prof. *Schermerhorn* qui, dès l'origine comme après la création de l'OEEPE n'a cessé de lui assurer de nombreux et éminents services.

Annexes

Commission F

Son objectif est l'étude des problèmes fondamentaux.

Sa mise en activité a été décidée à l'issue des premiers travaux des Commissions A et B par suite des difficultés rencontrées dans l'analyse des résultats et imputables, en grande partie, à l'absence de données fondamentales, notamment sur la précision des quantités observées (parallaxes, coordonnées), susceptibles d'expliquer les résultats obtenus.

C'est ainsi que divers problèmes lui ont été confiés, par exemple l'étude des couples-témoins, le calcul des erreurs accidentelles intrinsèques de la triangulation aérienne,...

De fait de la nature particulière de ses objectifs, elle est amenée à opérer selon des procédés différents de ceux des autres Commissions, en particulier par une répartition plus large, plus ponctuelle des travaux, ces derniers ayant eux-mêmes un caractère plus spécifique.

Essai no. 1 Présidence Prof. *Bachmann*

Étude de la précision de la mesure des parallaxes

Cet essai a mis en œuvre divers instruments de 1^{er} ordre. La précision a été étudiée ainsi que l'influence sur celle-ci, du contraste, de la configuration topographique, de l'échelle des clichés.

(voir la publication: Photogrammétrie - Special number Congress XVI)

Essai no. 2 Présidence Prof. *van der Weele*

Précision de transfert et de piquage des points

Ce problème intéresse directement la précision de connexion des bandes. Utilisation de différents moyens de piquage et de transfert: I.T.C., Wild, Zeiss.

L'essai a indiqué les valeurs chiffrées de l'erreur totale. La précision atteinte ne diffère guère entre ces différents dispositifs. La valeur de l'erreur varie considérablement avec les circonstances.

Dans les cas étudiés, dans les conditions les moins favorables, l'erreur de piquage était négligeable vis à vis de l'erreur d'observation (voir P.O. no. 1).

Une étude sur les effets de la réfraction et de la courbure terrestre n'a pu être terminée par suite du décès de l'lr. *Le Divelec*.

Essai no. 3 Présidence Prof. *van der Weele*

Étude de la représentation des signaux dans les prises de vues
(en liaison avec la déformation des contrastes et leur reproduction).

Cet essai a été mené par le centre de Milan dans une première phase.

Il a été prolongé par l'IfAG à l'occasion d'OBERSCHWABEN. (P.O. no. 8). Ce sujet a donné lieu à une publication spéciale du centre de Vienne (Stickler).

Essai no. 4

Étude du réseau

Les prises de vue projetées en Hollande n'ayant pas été réalisées, l'expérimentation a été réalisée sur le matériel OBERSCHWABEN en liaison avec la Commission A - B (programme 2).

Pour les détails, consulter la P.O. no. 8.

Il était également prévu d'étudier les déformations du faisceau perspectif sur champ d'essai.

Cette étude a été partiellement exécutée sur le champ d'OBERSCHWABEN dans le cadre de la Commission A - B (voir P.O. no. 8).

Essai no. 5 Présidence Prof. *van der Weele* (jusqu'au '78)

Contribution à l'établissement des modèles de précision requis pour la simulation (1973)

Il s'agit d'obtenir une masse statistique de données suffisante pour établir des modèles stochastiques relatifs aux différentes sources d'erreurs individuelles. (cfr.: Planning of photogrammetric projects par *H. G. Jerie* - I.T.C.). Ce travail d'observation est en cours pour divers modules.

Essai no. 6 Présidence Prof. *van der Weele*

Aux travaux de la Commission s'ajoutent les activités d'un groupe de travail (1956 - 1965) créé au sein de la Commission pour l'étude des méthodes numériques de triangulation.

Cette étude portait sur la comparaison de quelques procédés de triangulation analytique.

La comparaison des procédures de calcul a été réalisée sur un cas théorique (levé artificiel).

3 méthodes ont été étudiées: Van den Hout, Rinner, Inghilleri.

Pour les résultats, voir la P.O. no. 1 et la P.S. no. 1 (Vienne 1962).

Essai no. 7

Un groupe de travail, chargé de la mise sur pied de modèles de coût, a été créé (1976) et placé sous la présidence du Prof. *Jerie*.

Les travaux sont en préparation.

Commission E

On a déjà signalé qu'à ses débuts la Commission E avait été chargée de l'étude des divers problèmes posés en relation avec la cartographie aux petites échelles (1/50.000, 1/250.000) établie directement par photogrammétrie. Cette application constituait un problème pratiquement important. Par après, elle a logiquement évolué vers l'établissement de modèles de performances sémantiques.

Essai no. 1 Présidence Prof. *Neumaier*

BEDFORD et WATERBURY

Il s'agit d'étudier les problèmes de l'interprétation en relation avec la généralisation et la représentation cartographique aux petites échelles (1/100.000 au 1/250.000) et en liaison les échelles de prise (1/60.000 au 1/80.000).

Expérience réalisée sur des prises réalisées au 1/110.000 en comparaison avec des prises au 1/60.000.

Il en est résulté des propositions:

- a) sur l'échelle de prises favorable 1/60.000 à 1/80.000,
- b) sur les procédures de travail fixant l'interprétation et la généralisation soit avant, pendant ou après les restitutions.

Pour les détails voir P.O. no. 2.

Essai no. 2 Présidence Prof. *Neumaier*

BLOC SUISSE

Ils s'agit d'expérimenter les méthodes permettant de produire une carte topographique au 1/100.000 avec des appareils simplifiés et peu de personnel spécialisé, c'est-à-dire répondre à 3 questions spécifiques:

- 1) échelle optimale en fonction des éléments métriques et sémantiques;
- 2) instruments et méthodes de restitution (compromis accordant au mieux la restitution, l'interprétation, la généralisation (voir la représentation cartographique quoique cette dernière soit exclue des tests));

3) organisation du dessin (en liaison avec la reproduction mais à l'exclusion de celle-ci).
prises de vue: 1/75.000 (SGA) – 6 bandes de 18 clichés – site accidenté – recouvrement longitudinal: 80% – latéral: 25%
restitution de 4 modèles – équidistance 50 m.

Centre pilote: Bundesamt – Vienne.

L'analyse a porté sur les conditions de prise, l'utilisation des instruments, les méthodes et condition de restitution, les précisions atteintes. Il n'a pas été conclu à une méthode unique, le procédé devant s'adapter aux conditions locales.

Se référer à la P.O. no. 2.

Essai no. 3 Présidence Prof. *Neumaier*

TERNITZ – SCHNEEBERG

Etude systématique de l'interprétation.

En mai 1966, la Commission se propose d'entreprendre une série de recherches sur l'interprétation en vue de déterminer les dispositions de prise les plus favorables à celle-ci, surtout dans le cas de la tenue à jour du 1/50.000. Il s'agit d'une recherche spécifique destinée à réduire les reconnaissances sur le terrain (elle est organisée en tenant compte également des besoins du 1/25.000).

Sélection de 3 zones de 8 km² chacune, caractéristiques du paysage européen: plat et peuplé, moyennement accidenté et boisé, haute montagne).

Prises de vues aux échelles: 1/12.500, 1/17.500, 1/25.000, 1/35.000 par 3 types de caméras (angle normal, G.A. et S.G.A.) soit 21 combinaisons, contrôle par une reconnaissance sur le terrain.

10 centres participants – 118 interprétations réalisées.

Centre pilote: Bundesamt – Vienne.

La conclusion montre que pour la zone la plus générale en Europe, la qualité de l'interprétation dépend considérablement de l'échelle et de la qualité du cliché et de l'angle de prise.

Une recherche complémentaire sur des prises couleur a été réalisée.

Pour les détails, se référer à la P.O. no. 6.

Essai no. 4 Présidence Dr. *Bernhard*

Influence des procédés de reproduction sur la qualité des images photographiques et sur l'interprétation des orthophotos.

Il s'agit d'une investigation intermédiaire

Elle porte sur un problème important rencontré dans l'exploitation des orthophotos.

Il s'agit de tester le dernier maillon de la chaîne de transfert photographique (orthophoto).

Les prises de vues utilisées sont celles de l'essai précédent (partie plate).

Clichés: 15 – 23 × 23 – au 1/12.500 pour le 1/5.000
au 1/25.000 pour le 1/10.000 et le 1/25.000.

12 centres participants – environ 25 procédés de reproduction à partir des orthonégatifs livrés par le centre pilote de Vienne (ils sont pourvus d'une mire de résolution comme le sont les dias originales).

Centre pilote: Bundesamt – Vienne.

Un questionnaire servira de guide pour le classement des copies

- 1) appréciation de l'impression générale pour l'ensemble et pour les zones choisies;
- 2) appréciation du résultat pour ± 30 détails bien précis, caractéristiques pour chacune des échelles et répartis dans tout le champ (contrastes);
- 3) 3 centres apprécieront les essais.

Les avis d'usagers spécifiques sont demandés en ce qui concerne le noircissement optimal.

Les travaux d'appréciation sont en cours. Certaines copies ont été refusées par tous les usagers; pour d'autres, les avis diffèrent.

Essai no. 5 Présidence Dr. *Bernhard*

Etude sur le rendement d'information sémantique du processus photogrammétrique.

Un groupe de travail a été constitué sous la direction du Dr. *Schmidt-Falkenberg*.

Il a consulté de physiciens en vue d'identifier les paramètres physiques influençant la perceptibilité des détails dans les clichés aériens et d'établir des méthodes valables pour quantifier ces paramètres.

Pour caractériser les qualités d'un négatif, il y a lieu de tenir compte non seulement de paramètres mesurables physiquement mais de prendre en considération des critères professionnels et physiologiques.

Au plan physique, le groupe a décrit la chaîne de transfert optico-photographique.

Pour la détermination de la fonction de transfert globale du contraste (M.T.F.) des valeurs limites et moyennes ont été extraites de la pratique photogrammétrique (valeur théoriques).

On a constaté que la fonction de transfert des images des bords constitue le paramètre d'image le plus représentatif.

Des mesures densitométriques seront effectuées pour déterminer la valeur «pratique» de la fonction de transfert de modulation globale.

Un rapport est en cours.

Il servira de base pour ces mesures densitométriques.

25 Years of OEEPE (Summary)

*By R. Verlaine, Secretary General of the OEEPE from 1953 to 1975,
Honorary Secretary General of the OEEPE*

Introduction

After first recalling the reasons for the creation of the OEEPE and outlining its fields of activities, the author endeavours to show how the OEEPE has accomplished its mission, by discussing the experiments undertaken by some characteristic Commissions of the OEEPE.

1. Scope and organization of the research

Improvements of our knowledge of the errors involved in Photogrammetry, of their characteristics and of their propagation, is an essential condition for improvement of the results. Improvement of the accuracy will directly result into improvement of the economy.

Our knowledge of the errors, error sources and error behaviour, is still imperfect. There are different theories and, consequently, different procedures are being advocated.

In order to verify the values of different procedures and to compare their efficiency, one should necessarily take recourse to experimental verifications of sufficient quantity, objectivity and comparability, and of which all details of execution can be analysed.

Apart from experiments on the accuracy, practical experiments are also required to assess the efficiencies of the evergrowing arsenal of technologies in the photogrammetric field.

This also applies to different methods of digital processing of photogrammetric data.

It is clear that, when the experiments are carried out at different places in the world, certain conditions have to be fulfilled: certain rules for the execution of the research work, and a certain time schedule, shall be strictly followed; there shall be an appropriate distribution of the different parameters of the research over the participating centres; etc. There have been repeated calls and initiatives for fulfillment of such conditions in experiments being carried out by existing organizations as these experiments had too personal, too wide or too narrow character. These calls, however, were unfruitful and that was the reason why the OEEPE was created, in October 1953.

This creation fulfilled scientific, technological as well as economical needs as expressed and confirmed by several authors on different occasions, and in particular at the Congress of the International Society of Photogrammetry in Washington (1952).

Through the scientific Commissions, and due to them, the OEEPE establishes its objectives, carries out the programmes agreed upon, assures the continuity of the research, and

analyses and interpretes the results. As for the distribution of the tasks over the different Commissions, it is a known fact that no system of separation between the respective fields of the various commissions is fully satisfying.

In the beginning, for reasons of efficiency, the subjects for the OEEPE research were chosen in accordance with the needs and priorities of the current practice, in order to encourage participation of production organizations. This resulted in a very good cooperation between practitioners and scientists, and also in the fact that the information derived from the experiments, even when only fragmentary, was directly of use for the production organizations. This explains the strong participation of many organizations in the activities of the Commissions.

From time to time, ad-hoc working groups for research on special subjects have been formed under the wings of certain Commissions.

2. Research activities of the OEEPE

In order to show how OEEPE has accomplished its mission, the experiments undertaken by three characteristic Commissions (Viz. A/B, C and D) will be described.

1. 2.1 Commissions A and B *Aero-triangulation*

The object of the research in these Commissions is the improvement of the accuracy of aerial triangulation, of medium- or small-scale photography (Commission A) and of large-scale photography (Commission B).

1.1 *started in/* 2.1.1. Experiments *and* 1953 *and* 1958 *respectively*

In that period, the working unit was the strip. There were, at that time, different methods in use, or proposed, for the observational phase as well as for the adjustment phase. Carefully controlled experiments were required to obtain reliable indications of the accuracy obtainable, the regularity of the results and their reproducibility.

Commission A, Test 1 *(1953 - 1960)*

The Italian "Polygon" (South of Florence) and the Swiss "Polygon" (central plateau), both situated in terrain of average type. Each polygon consisted of three strips, with 30 % lateral overlaps, photo-scale 1 : 30,000, wide-angle photography, and using both a film and a plate camera. In Italy, the two cameras were mounted in one aircraft, and used simultaneously. Forward overlaps were 60 % and in the central strips, 90 %.

Use of auxiliary instruments: statoscope and solar periscope.

Ground control, in the form of signalised points, was very dense: in principle 3 points per photo, one in the centre and two at the sides, so as to be able to carefully follow the propagation of the errors along the strips. There were 12 participating centres.

For the observations, different universal instruments were used (Wild A5, Zeiss C8 Poi-villiers BP). In order to isolate the instrumental errors, additional standard methods of

aerial triangulation had to be carried out by each participant. Four different observational procedures have been used: 1) keeping $b_z = 0$, 2) keeping all three base components constant, 3) using the statoscope data, 4) using the periscopic data.

For the adjustment, the methods of van der Weele and of Verdin have been used. All details on this test can be found in the reports of the Presidents and the special publications of the OEEPE in "Photogrammetria". *(1955/56 no 3, 1958/59 no 3, 1959/60 no 4, 1960/61 no 4)*

The use of these observations has given many difficulties and has caused much extra work. This has lead, in the following experiments, to the adoption of special measures for the improvement of the functioning of the Commissions and the quality of the material. It was the first big experiment, anyway. In spite of these difficulties, and particularly because the experimental conditions were close to those met in practice, the experiment has provided very useful information for the practitioners.

Commission A, Test 2 *(1958 - 1964)*

In 1956, the Steering Committee decided to carry out experiments in hilly/mountainous terrain, on very long strips (200 kms), using universal analogue instruments as well as stereo-comparators, which — at that time — were novel devices.

The best photography was taken in 1958.
The results of this experiment can be found in the OEEPE publication *no. 6 no. 1 (1964) and no. 5 (1972)*
The study of some analytical procedures of aerial triangulation was entrusted to Commission F, which applied these procedures on artificial terrain data.

Commission B, Test 1 (Vorarlberg) *(1953 - 1960)*

Simultaneously with *Test 1 of Commission A* the above experiments, an experiment with large-scale photography (1 : 6,000, 1 : 10,000, and 1 : 17,000) and short, but experimentally variable, intervals between ground control, was carried out.

Rigorous methods of *strip* adjustment were used.

Both film plate cameras were used to obtain wide-angle and normal-angle photography.

Universal analogue instruments were used.

Many difficulties were met in this early experiment of the OEEPE: gross-errors in identification, reading, preparation of punched cards, etc. The results, nevertheless, have proven the importance of large-scale triangulation and have given useful information on the errors as functions of the number of models bridged between ground control.

Complete information on this test can be found in special OEEPE-issues of Photogrammetria, nrs. ~~XII and XVI~~ *1955/56 no. 3 and 1959/60 no. 4*

1.2

started in /
2.1.2. Experiments 1958/1968 respectively
Commission B, Test 2 (Reichenbach)

Block-adjustment procedures had just been developed: 1) the Jerie Analogue method of Block-adjustment and 2) the Schut Analytical method of Block-adjustment using polynomials (with variants as the Milano A- and B-methods), on small digital computers.

A block of 5 strips, photographed with the plate-camera 10-14 × 14 cm, at scale 1:12,000, of 8 to 10 models each, was used for the experiment. The block was triangulated 7 times, three complete observations on stereo-comparator, and four on analogue instruments. For the adjustment, the Jerie Analogue Block-adjustment and the Milano A- and B-Analytical Block-adjustment methods were used.

The details on this experiment have been published in the OEEPE publication no. 3 and in the papers presented by Prof. Cuniatti to the ISP Congress in Lisbon and Lausanne. This test was the last test of Commission B, which subsequently merged with Commission A.

Commission A/B, Test Gramastetten (1967-1972) (1964) (1968)

This was a test on a new technology of observation and subsequent computation of strips, viz. the so-called semi-analytical method (or: the method of triangulation with independent models). This method had become applicable because of the availability of digital computers (for the 3-dimensional transformation of model-coordinates), and had the advantage of being possible with non-universal analogue instruments.

The test material consisted of one strip with 19 models, at scale 1:10,000, taken with the RC8 camera (15-23 × 23 cm). Many centres participated in this test, using different instruments. For results, and further details, see OEEPE publication no. 7. (1972)

2.1.3. Experiments 1968 - 1978

New block-adjustment methods had been developed. Theoretical studies on the precision of the coordinates after block-adjustment, using simplified error-models, had been made, and required verification.

Commission A, Test Oberschwaben

In 1968, at the proposal of Prof. Ackermann, the Steering Committee decided to carry out the experiment Oberschwaben.

This is a block, covered by 15 strips with 60 % side-lap, taken with a wide-angle camera (15-23 × 23 cm) and super-wide-angle camera (8,8-23 × 23 cm). Thus there are 4 blocks altogether, of 7 or 8 strips, with 20 % side-lap.

Moreover, in the eastern part there are 5 strips where the forward-overlap is 90 %, instead of the usual 60 %, and which have been photographed with the Zeiss reseau-camera (15-23 × 23 cm).

1.4 Zi-blatt (A)

2 Zi-blatt (A). Titel cursief zetten!

There were 548 signalised check- (and control-) points. Statoscope data have been obtained and used throughout. The observations were carried out by IfAG (8 strips WA), Vienna (7 strips WA), ITC (7 strips SWA) and the Hague (8 strips SWA), on Stereocomparators. The adjustment were executed in Stuttgart.

There exists abundant literature about this research, as the first important results have been presented to a special OEEPE Symposium (Brussels, June 1973). OEEPE publication no. 8 has been devoted to this Symposium.

Apart from the main experiment (Programme 1, Ackermann), a second research programme has been set up at the proposal of Prof. Wiser, also using the Oberschwaben material. This programme (Programme 2, Wiser) concerns physical tests. Contrary to Programme 1, this approach works with large groups of observations obtained under constant, or variable, experimental conditions, and with a methodical analysis of the residual errors. The unit of the research is not a block, but a strip. For further details: see OEEPE publication no. 8.

3 2.2. Commission C Large-scale Restitution (Commission C)

This Commission deals with all aspects of the accuracy of restitution. The Commission has particularly carried out experiments on the influence of different camera types, of different photo- and model-scales, of films or plates, of different instruments, of different restitution procedures, of the nature of points or lines to be restituted, etc.

Practicians have made much use of the results of the experiments and have contributed in large quantities to them.

3.1 2.2.1. Test Oberriet (1953-1960)

This concerns a flat, open, area, with 600 signalised points. Three types of cameras have been used: 1) RC5 Aviotar, scales 1:5,000, 1:4,500 and 1:12,400, 2) RC7 Aviotar, scales 1:6,000, 1:10,000 and 1:15,000, 3) RC7 Aviogon, scales 1:9,600, 1:14,000 and 1:21,500. Altogether 141 stereo-models have been observed (numerical stereo-restitution). For mean square errors in absolute coordinates and in distances between (signalised) points, and for other results: See OEEPE publication no. 1, Special publication no. 1 and 2 and OEEPE publication no. 10.

the special publications of the OEEPE in Photogrammetria: 1955/56 no. 3, 1958/59 no. 3, 1959/60 no. 4, as well as the official OEEPE publications no. 1 (1964) and no. 10 (1975).

3.2 2.2.2. Test Reichenbach (1960-1968)

This concerns a mountainous area, 3 × 3 km, 600 signalised points. Photography with 4 different cameras, scales 1:8,000 and 1:12,000; there were 16 participating centres; 290 stereo-models (80 pts. per model) have been observed (num. stereo-restitution). Observations were on analogue instruments as well as stereo-comparators.

The results have confirmed that the obtainable accuracy is high and that the experiments require very accurate check-points. For further details, see OEEPE publication no. 4. no. 1 (1964) and 4 (1968)

3.3 2.2.3. Test Dordrecht (1970-1976)

This is an experiment on the accuracy of measurements of topographic details such as house-corners, in photogrammetric models. Also the influence of, for instance, the direction of sun-illumination was investigated by using photography taken in the morning and photography taken in the afternoon. Photo-scales were 1:3,500 and 1:6,000; camera 21-18 x 18 cm. There were 10 participating centres; "pilot centre" was the Cadastral Survey of the Netherlands. A summary of the results has been presented in Helsinki (by J. Timmerman of the Pilot centre). An OEEPE publication will be published shortly. *(1976, only in 1982. The official (no 13))*

3.4 2.2.4. Test Vienna (1973-1980)

This experiment is an extension of the previous ones, viz. for very large photo-scales (up to 1:1,500). The absolute and relative (distances) accuracy of non-signalised urban details as well as of signalised points is investigated. Two cameras have been used, viz. the (conventional) 21-18 x 18 cm-camera as well as the 30-23 x 23 cm-camera. There were 17 participating centres; 156 models have been observed (on analogue instruments and comparators). The pilot centre was the Technical University of Vienna. The observations are finished and the computations are underway. *A summary of the results has been presented in Hamburg (1980, by P. Walldhäusl of the Pilot centre; in German only)*

3.5 2.3. Commission-D Photogrammetry and Cartography (Commission D)

This Commission was formed in 1964. Its activities are devoted to investigations on both the quality and the economy of mapping procedures as a whole, including cartographic aspects. With a growing arsenal of technological modules (on-line or off-line, manual or automated alternatives), there is a growing need for practical experiments, in order to determine their efficiency and economy. The Commission has started its activities with experiments on topographic mapping to the scale 1:10,000 (of direct interest for certain countries) and on revision of topographic maps 1:25,000 (of immediate interest for many countries).

4.1 2.3.1. Test Stuttgart (1968-)

This experiment deals with the production of topographic maps 1:10,000. A test area of 15 square km has been photographed in 4 scales: 1:18,000, 1:25,000, 1:30,000 and 1:37,000, with a 15-23 x 23 cm-camera. There were 6 participating centres. Pilot centre was the Landesvermessungsamt Baden-Württemberg. All details can be found in the OEEPE publication no. 9. *(1976)*

4.2 2.3.2. Test Fribourg (1976-1980)

This is an experiment on procedures and conditions for revision of topographic maps 1:25,000. The test area covers 8 square kms. Photoscales used are 1:30,000 and 1:18,000. For the revision-mapping, stereo-restitution procedures as well as orthophoto production methods are being applied. Cost, speed, accuracy and reliability of different

sub-procedures will be investigated in order to permit optimisation of planning of complete procedures for individual cases. The pilot centre is the Technical University Zürich. The experiment is nearing its end. Results will be published in a forthcoming OEEPE publication. *A summary of the results has been published in the Photogrammetric Record of April 1983. The final report will be published soon (OEEPE publication no 12)*

3. Office of Publications

Under the responsibility of Steering Committee, OEEPE publications are taken care by the Institut für Angewandte Geodäsie (Institute for applied Geodesy, IfAG), Frankfurt.

4.3 Zie blank (A)

4. Conclusions

The above review gives an impression of the important role of the systematic experimental research carried out by the OEEPE, which, even when not perfect regarding the generality of its conclusions, has contributed to bring procedure to a high degree of efficiency.

Through its results, and the experimental material which it places at the disposal of Universities and other institutes in its member countries, the OEEPE has stimulated theoretical studies in these institutes, outwith the normal OEEPE programmes.

Moreover, as several authors have emphasized, the OEEPE has contributed to introduce, into photogrammetric research, a spirit of cooperation more open than before, and more fruitful contacts between specialists.

(hier eerst : 5)

ANNEXES

6 Commission-F Fundamental Problems of Photogrammetry (Commission F)

The objective of this Commission is the study of fundamental problems. The Commission was set up after the first works of Commissions A and B, when difficulties were met in the analysis of the results due to the absence of fundamental data on the accuracy of observed quantities such as parallaxes. In the course of time, several problems have similarly been trusted to this Commission.

6.1 Test 1, Accuracy of parallax-measurements (1958-1960)

Parallax-measurements were carried out at different precision instruments. Their accuracy was investigated, as well as the influence of contrast differences, of topographic configurations, etc. on that accuracy. See special Congress number of Photogrammetria, nr. XVI. *1959/60 no. 4*

6.2 Test 2, Accuracy of transfer and pricking of points
This problem is of direct interest for the connection of neighbouring strips. Different pricking- and transfer-devices have been used (ITC, Wild, Zeiss). See OEEPE publication no.1. (1964)

6.3 Test 3, Study on the representation of signals in aerial photographs
This study was carried out by the University of Milano, and later continued by the IfAG (with Oberschwaben, see OEEPE publication no. 8). A special study in this subject has been published by *Stickler* (Vienna). (1973)

6.4 Test 4, Study of reseau photography
This study was carried out with the Oberschwaben material, by the ITC. See OEEPE publication no. 8. (1973)

6.5 Test 5, Establishment of Accuracy Models
At the proposal of Prof. *Jerie*, accuracy models of several individual error sources ^{would} ~~are~~ being established, but the activities have been stopped in 1977.

6.6 Test 6, Methods of Analytical Aerial Triangulation
In a special working group, established in 1956, three methods of Analytical Triangulation computations (Van den Hout, Rinner, Inghilleri) have been investigated. See OEEPE publication no. 1 and special OEEPE publication no. 1, Vienna 1962.

6.7 Test 7, Establishment of Cost Models
At the proposal of Prof. *Jerie*, a working group for the establishment of Cost Models has recently been set up. The first preparations have started. in 1977

5 Commission-E Topographic Interpretation (Commission E)
In the beginning, this Commission was charged with the study of several problems related to photogrammetric mapping at small scales (1 : 50,000, 1 : 250,000). Later, it logically moved to studies of semantic performance of aerial images.

5.1 Test 1, Bedford and Waterbury
This experiment dealt with interpretation problems in connection with the generalisation and cartographic representation at small mapscales (1 : 100,000, 1 : 250,000) while using small photo-scales (1 : 60,000 - 1 : 80,000 - 1 : 110,000). For details, see OEEPE publication ~~no. 2~~. no. 1 (1964) and no. 2 (1966)

5.2 Test 2, Swiss Block (1961-1966)
This was an experiment on photogrammetric mapping 1 : 100,000. Pilot centre was the Bundesamt Vienna. The analysis of the results (stereo-restitution from 1 : 75,000 SWA photography) covered the conditions of the taking of aerial photographs, the use of different photogrammetric instruments, methods and conditions of restitution, accuracies obtained. For results: see OEEPE publication ~~no. 2~~. no. 1 (1964) and no. 2 (1966)

5.3 Test 3, Ternitz-Schneeberg
In 1966, the Commission started this experiment in order to determine the most favourable conditions for aerial photography (scale, type of camera) for revision mapping (1 : 50,000 or 1 : 25,000). Photography at scales 1 : 12,500, 1 : 17,500, 1 : 25,000 and 1 : 35,000, taken by three different cameras (N.A., W.A., S.W.A.) has been used. Pilot centre was the Bundesamt Vienna. There were 10 participating centres and 118 interpretations have been prepared from the various sets of aerial photography. A complementary research with colour photography has been realised. For details, see OEEPE publication no. 6. (1972)

5.4 Test 4, Influence of reproduction steps on the quality of photographic images or orthophoto (map)s. (1974-1983)

This is an experiment on the last link of the chain of photographic transfer. The photographic material at 1 : 12,500 and 1 : 25,000 of the previous test is now being used for this experiment. There are 12 participating centres, which reproduce the orthonegatives delivered by the pilot centre, using, in total, 25 different methods of reproduction.

Options of map users ^{have been} ~~are~~ requested. The checking of the results is underway. A draft of the final report will be discussed in spring 1983.

5.5 Test 5, Study of semantic information performance of photogrammetric/photographic processes
~~In 1974~~ A working group has been set up under the direction of Dr. *Schmidt-Falkenberg* (Frankfurt). A group of physicists has been consulted in order to identify the main physical parameters and to establish methods for the quantification of these parameters.

It has been found that the edge function is the most representative image parameter. Densitometric measurements will have to be carried out. A report, that will serve as a guide for the densitometric measurements, is in the making.

7 *titel curing 2e bladz*

Onder tekenen:

J. Vicker

Stads-ingenieur

ITC, 4 May 1983

Mathematical Models

(with 18 Figures)

By W. Baarda, Delft

SUMMARY: For 25 years, the express purpose of the OEEPE has been to improve the experimental foundation of the theory of photogrammetry, and the Organization has no doubt experienced the inevitable alternation of success and partial failure.

To a certain extent, a parallel may be drawn with this sketchy narrative of a 35-year search for the basic structure of a model theory for many apparently different areas of geodesy. It is shown that this basic structure consists of three out of the four possible division algebras. This offers the possibility of a realistic description of the mutual position of coordinated points by form elements; these form elements make possible the unambiguous junction of geodetic networks measured by different techniques. Some connections with photogrammetry are pointed out and two problems are submitted to the OEEPE.

RÉSUMÉ: Depuis 25 années, l'OEEPE a expressément poursuivi le but d'améliorer la base expérimentale de la théorie de la photogrammétrie. Au cours des recherches elle a sans doute fait l'expérience de la vicissitude inévitable des succès et des non-réussites partielles.

On peut mettre en parallèle la narration, faite ici, d'une recherche durant 35 années dans le but de trouver une structure de base pour une théorie de modèle couvrant plusieurs ressorts de la géodésie, différents en apparence. Il est montré que cette structure de base est constituée par trois d'entre les quatre algèbres de division possibles. Ceci rend possible une description réaliste des positions mutuelles de points par des éléments de forme; ces éléments de forme offrent la possibilité de joindre, sans ambiguïté, des réseaux géodésiques mesurés par des techniques différentes. L'auteur donne un aperçu de quelques connections avec la photogrammétrie, et pose deux problèmes dans le domaine de l'OEEPE.

ZUSAMMENFASSUNG: Die OEEPE hat seit 25 Jahren zielbewußt eine bessere experimentelle Grundlage der photogrammetrischen Theorie angestrebt, und sie hat dabei zweifellos den unvermeidlichen Wechsel von Erfolg und Mißerfolg erfahren.

In dieser Hinsicht gibt es eine gewisse Parallele mit dem hier gegebenen Bericht über ein 35-jähriges Suchen nach einer Grundstruktur der Modelltheorie für scheinbar verschiedene Gebiete der Geodäsie. Es wird gezeigt, daß diese Grundstruktur aus drei der vier möglichen Divisionsalgebren besteht. Sie verschafft die Möglichkeit einer realistischen Beschreibung der relativen Lage von koordinierten Punkten durch Formelemente. Geodätische Netze, die mit verschiedenen Verfahren gemessen sind, können mittels dieser Formelemente eindeutig zusammengeschlossen werden. Einige mit der Photogrammetrie zusammenhängende Gedankengänge werden skizziert und der OEEPE zwei Probleme vorgelegt.

I.

If I have interpreted the invitation correctly, I have been asked to tell you something about connections between different parts of geodesy. Ideas about such connections are always rather personal, and I should like to start by apologizing for the fact that the contents of this lecture has a subjective tinge.

The purpose of the lecture is to show you how a theory of connections, a model theory, can grow, and what can be the consequences. By a model theory I mean something else than a theory or method of independent models as you know them, because my purpose is the finding of interactions between partial models from the whole of geodesy, partial models also to be taken in the sense of models of thinking.

Of course I cannot speak to you without timidity, in view of the many original theoretical and numerical developments in your field of activity and the contributions you have given, personally or within the framework of OEEPE, to these developments. I feel the timidity of an outsider who is allowed to approach the knights of the Round Table of King Arthur of England.

Persons and events shrouded in a mystic haze have always attracted me. Therefore I should like to dwell on the figure of Arthur, who was compelled to rule a kingdom. Many of us are not unfamiliar with a similar compulsion to rule or manage, even if we are not dealing with a kingdom but with a professional field. It is wise to bear in mind that kingdoms in Arthur's time were small, and that expansion implied the danger of destruction.

No one has described Arthur's problems in a livelier way than T. H. White in his "The Once and Future King", from 1958, a collection of four stories published earlier. I will come back later to the fifth story, "The Book of Merlyn", which because of a series of accidents did not appear until 1977 and forms the real closing of White's Arthur saga. The idea of the Round Table can be seen as a model of human relations, with the purpose of directing power (of knights) into the paths of law. A model with a clear objective, but, alas an imperfect model. In his entertaining way White tells us that the model became an end in itself, so that an improved model with higher objectives had to be designed. Again an unexpected result, for only half of the knights of the Round Table returned from the Quest for the Holy Grail, among them the least noble. It can be a warning for us that in the end the Round Table was dispersed as a result of a number of human errors which were not foreseen in the model.

Another warning is that it is very rare for anyone to get new ideas without being influenced by others. In an admirable way, White shows us that Arthur's ideas quite naturally result from the education he has received from the magician Merlyn, assisted by a committee. Arthur realizes this, which is evident when he says to Lancelot: "Long ago, when I had my Merlyn to help, he tried to teach me to think. He knew he would have to leave in the end, so he forced me to think for myself. Don't ever let anybody teach you to think, Lance: it is the curse of the world".

Without exception, all of us will remember Merlyns of our early years. For me there were three: Schermerhorn, who raised enthusiasm for photogrammetry and who stressed the relation of surveying techniques to the needs of society; Vening Meinesz, who introduced us into the mysteries of physical geodesy and pointed out possible interactions with geophysics, and above all, Tienstra. Tienstra who gave mathematics a place in our world of practical thinking by means of Reichenbach's coordinative definitions, and showed us probability theory in the light of Von Mises's "Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit". It is understandable that his approach to adjustment theory was based on the frequency theory. He gave memorable applications to the adjustment of a single polygon or traverse with correlation between distance variates and with the assumption of a probability distribution for given coordinates. His original treatment of network computations and map projections in ellipsoidal geodesy is unforgettable.

As a student, I had the curious experience of seeing Vening Meinesz make a sudden change of front when from one week to another he replaced ellipsoidal (translative) network transformations by spatial (projective) transformations. The older ones among us will not easily forget the famous discussion between Vening Meinesz and Baeschlin that followed later in *Bulletin Gèodésique* (1951–1953). The curious thing is that right up to the present day there has been a split between ellipsoidal and spatial thinking by geodesists: a true reconciliation has never been reached. It is exactly this kind of questions that will occupy us now.

At Delft, Tienstra had many contacts with the mathematician and philosopher D. van Dantzig (1900–1959). They had both been influenced by lectures of the well-known Amsterdam mathematicians L. E. J. Brouwer and G. Mannoury and by the work of the Wiener Kreis and related thinkers. Although in their thinking they had much in common, it was Van Dantzig who acquired a deeper understanding of the different and often conflicting theories on the foundations of probability theory. On this basis he was able to establish a constructive train of thought concerning the link between observational material and mathematical formalism (which I call computing model or, briefly, model). In this connection he used the terms linking-up and unlinking of the mathematical formalism. A course given in 1947 and 1948 provided an opportunity to take cognizance of these ideas. Van Dantzig also referred to the still fundamental book on *Mathematical Methods of Statistics* (1946) by the Swedish statistician H. Cramér, who brought together theories from the empiricist Anglo-Saxon school and the axiomatic Russian school.

The thoughts of Van Dantzig, which at the time could only be followed with difficulty, later proved to have a great importance for evaluating the significance of the foundations of Tienstra's adjustment theory and for answering a great number of questions which arose during the war years. For me, Van Dantzig's views have a current interest in relation with the linking-up of the collocation model. The collaboration with Tienstra that was foreseen in the years after the war was hampered by circumstances, and finally cruelly broken off by his all too early death in 1951.

II.

The view of a person on his professional field is determined both by the influence of his teachers and by the actual area of work he has chosen. This means a limitation, and a choice determined by accidental factors. My first paper was on photogrammetry, but it was lost in the sea of papers on Schermerhorn's desk. The war years limited the activities to pen-and-paper research without a library. This work was partly induced by contradictions experienced in practical survey work, pre-eminently Tienstra's area of interest. The central place was occupied by the concept of coordinate and the probability distribution to be assigned to it. The solution found was more or less mystical and later proved to correspond to Meissl's "inner precision"; it formed the base of the theory of S-transformations and criterion covariance matrices. But so many fascinating problems presented themselves that Vening Meinesz's offer to take over his submarine adventures was eventually declined. Consequently, the start was in the field of Tienstra, but later it will become clear that old love lies deep. As a cautionary remark it should be said that I took Tienstra's maxim to heart: only investigate deeply what you feel to be the essence of methods, and do not permit serious interruptions by the absorption of other investigations and of mathematical auxiliaries. This implies that now I must watch with respect but from a certain distance the flooding of photogrammetry, terrestrial and spatial geodesy by mathematical techniques.

After Tienstra's death, beside the task to edit his textbook on adjustment theory (1956), I had to take over his part in writing a new version of the Technical Manual for the Cadastre. Existing computing methods in land surveying were analysed, it was tried to describe precision in a way that permitted a comparison with a still primitive criterion matrix, and a first try-out of the application of statistical tests was added.

But when the book was finished, around 1955, it appeared that the set of methods obtained did not form a consistent whole. There was an unruly mass of methods of land surveying, without a satisfactory coherence; the coherence of the description of the precision in coordinate systems of different orders was also insufficient (in the case of photogrammetric methods description was even impossible). The application of testing methods on traverses actually was a failure because the description of scale effects in distance measurement was too uncertain, in spite of the fact that many experimental measurements by practical services had been used in the investigations. But you will all know from your own experience that experiments are not much of a help if they are not clearly aimed at a limited number of uncertainties or sources of error.

In that period there were consultations with the mathematician R. Timman concerning the establishment of a computer centre for the Delft University of Technology. We both held the view that independent programming of existing methods was the easiest but also the least efficient way to introduce automation. It was better to consider existing methods as variants of a basic pattern which should be as simple as possible, and concentrate on the programming of this pattern. In addition, it was required to limit the volume of the output by the choice of suitable parameters. In other words: programming should be preceded by model research.

CLASSICAL SURVEYING METHODS

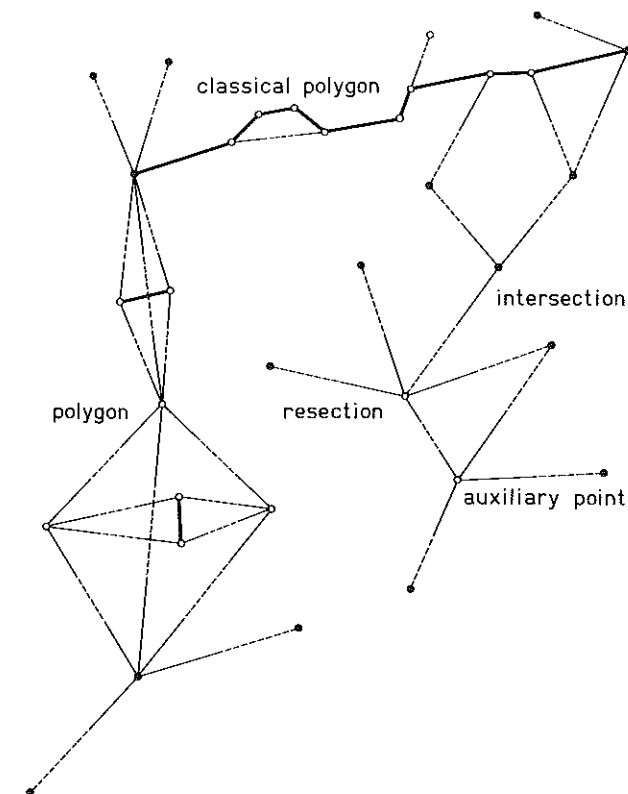
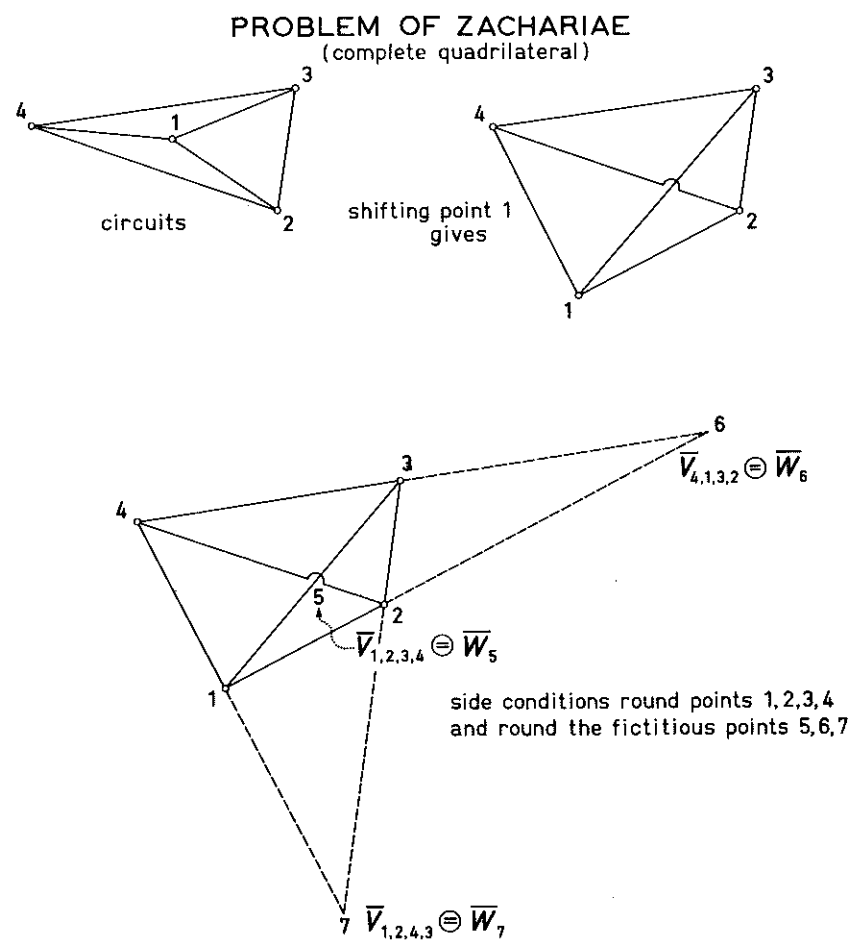


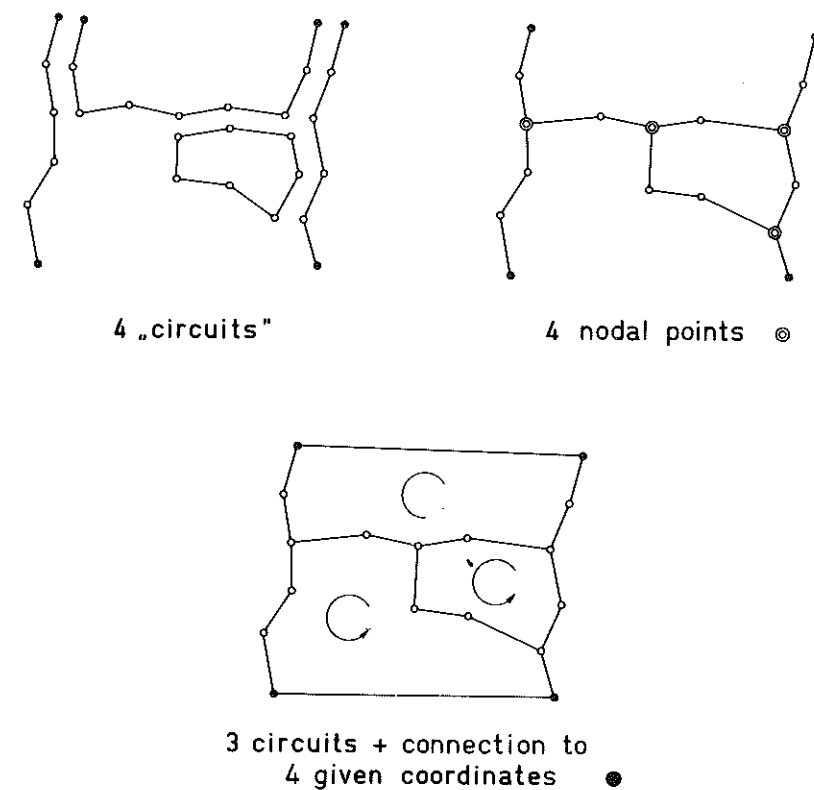
Figure 1

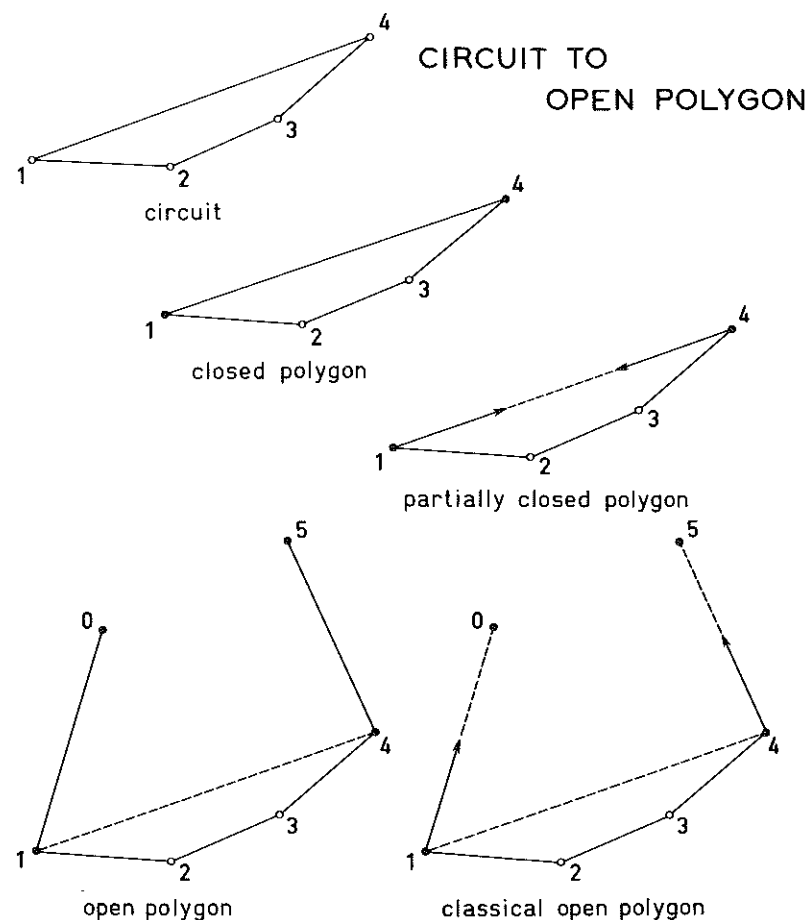
But the question was: what basic pattern. Apart from the unruly mass of survey methods just mentioned, other curious things could be noticed. The arrival of new distance measuring instruments caused a sudden preference for trilateration over triangulation (a parallel phenomenon can now be seen in satellite geodesy since we have laser-equipment). But why was the classical Zachariae problem of the braced quadrilateral in triangulation not found back in trilateration? It is elementary that for the computation of coordinates in triangulation the ratio of distances is derived by the law of sines, and that in trilateration angles are derived by the law of cosines. Why then should not we construct triangulation and trilateration, in principle, from the measurement of angles and distance ratios? Indeed, Zachariae's problem proves to exist for both triangulation and trilateration if one looks at them from this point of view. The joining of triangulation and trilateration results in closed polygons which can have more than three vertices. In fact, triangulation and trilateration are only variants of the closed polygon, just like the open polygon

which is closed via the given coordinates of the terminal points. When this computing model was systematically developed, the form elements exclusively occurring in the model relations proved to be complex numbers Π , each having for its real part the logarithm of a distance ratio and for its imaginary part the corresponding angle.

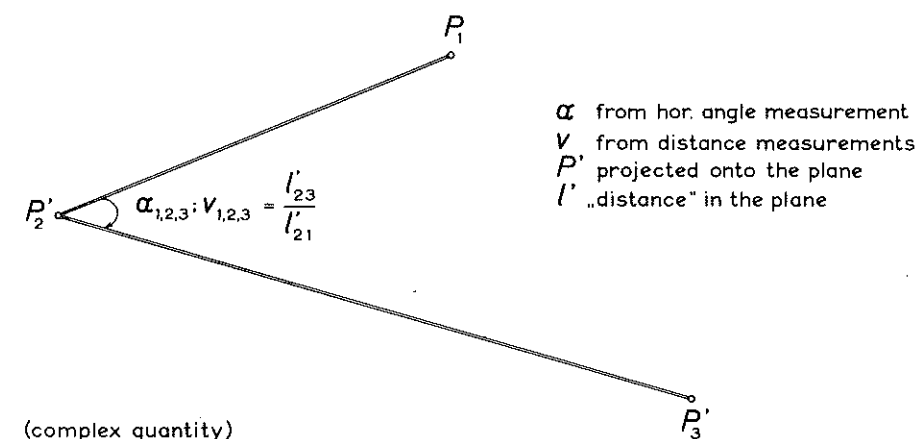


OPEN TO CLOSED POLYGONS





This junction of the logarithm of a distance ratio with the enclosed angle, to form a complex number, was already used by Tienstra: such a number is equal to the logarithm of the ratio of two complex numbers representing coordinate differences. Conversely, one can express all coordinates of a network as a function of observational quantities Π and one assumed set of coordinate differences. This coordinate definition corresponds with the simplest case of an S-transformation and is in fact an alternative notation for the form element. In points of the network where more than two network sides meet, one can replace the angles by a series of directions with the same (unknown) orientation, and the logarithms of distance ratios by a series of logarithms of distance numbers with the same (unknown) logarithm of the scale factor. As an alternative one may assume a constant orientation or a constant scale factor for a part or for the whole of a network, thus obtaining, respectively, the case of pseudo-bearings or the case of pseudo-distance measurement.



Π - QUANTITY $\Pi_{1,2,3} = \ln v_{1,2,3} + i \alpha_{1,2,3}$

Figure 5

Along these lines, a closed system for the establishment of horizontal control in the plane took shape around 1958; the algebra of complex numbers was applied, the observational variates being invariant with respect to similarity transformations. With some restrictions, the invariance mentioned is also valid for the coordinate variates in the S-system defined by the assumed set of coordinate differences; this is important with a view to the connection of networks of the same or different order.

The basic structure found led on the one hand to a better insight in the significance and usefulness of existing methods, and on the other hand to an increased efficiency in the construction of networks. The question arose what was the essence of the basic structure: the algebra of complex numbers with as possible components dimensionless distance ratios and angles, or the above-mentioned invariance with respect to a similarity transformation. Provisionally the latter was chosen, because on this principle of invariance a

clearly negative answer could be given to the question whether the connection of networks by affine or higher-degree conformal transformations was permissible.

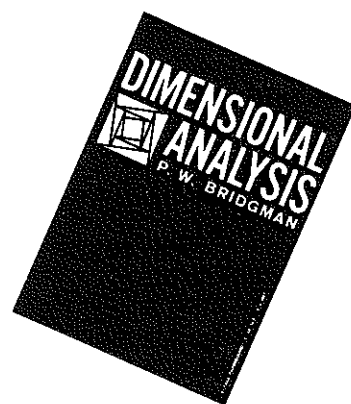
Now that the significance of dimensionless quantities for the computing model had been found, one was forced to a reconsideration of the link between observations and the computing model, and therefore to a new reflection on Van Dantzig's ideas. This reflection is still going on and will possibly never be concluded. But let me sketch what I have in mind.

As you all know, the reconnaissance or the computation of a network requires that one assumes, among other things, a probability distribution for the variates. This can be derived from an experiment, but how?

The circumstances under which a network is measured are supposed to be known. Now suppose that the experiment consists of a great number of repeated measurements of one direction under "equivalent" circumstances. The "constancy" of the frequency diagram should be checked by a reasonable number of repetitions of the experiment. If the "constancy" is sufficient, the frequency distribution, or (after some manipulation) the probability distribution, of the direction variate is obtained.

But it has been known for ages that there is no theodolite that can keep a constant orientation for such a long time. Therefore such an experiment can only be applied to a series of at least two directions, and only differences of directions or angles can lead to a probability distribution.

One may question if, in analogy, a distance measuring instrument can keep its scale factor constant for such a long time, not only in a similar experimental process, but also later during measurement of the network. This doubt is even more justified when different instruments are supposed to have the same scale factor. International experience of the last few years clearly reinforces this doubt, be it that the effect is smaller than the corresponding effect in direction measurement. This means that only an experiment with (logarithms of) distance ratios has a sufficient value for prediction.



Page 13 :

"Why is it that an equation which 'correctly describes a relation between various measurable physical quantities must in its form be independent of the size of the fundamental units?'"

Page 19 :

"This means that the ratio of the 'lengths of any two particular objects has an absolute significance independent of the size of the units.'"

Figure 6

It is possible to set up experiments involving more than one variate, but the practical implementation imposes restrictions. The search for variates which are sufficiently invariant with respect to time, place and instruments is therefore all the more important.

Once the probability distributions have been obtained, what is their connection with the computing model sketched previously? From the theory of sampling it is known that mean values most quickly show a tendency to become more or less constant. Beside the previously mentioned "constancy" of frequency- or probability distributions we can consequently speak of the "constancy" of means of variates. In the experimental process one can now investigate the relations existing between the means of variates, and try to recognize or construct the basic relations of some computing model. In this way one can find out if, or how far, the above-mentioned model of complex numbers may be linked with variates like angles and distance ratios and, consequently with observations, the relations of the computing model pertaining to means of variates. In view of this, one has only a limited freedom in choosing a computing model. This course of thought, which we call "experimental limit process" has several important consequences:

1. The model relations between means of variates have the character of condition equations. This means that theoretically the adjustment problem with condition equations (the "first standard problem") is primary; the adjustment problem with parameters or observation equations (the "second standard problem") is derived from it. Problems of singularity cannot occur in the primary form, so that the method with generalized inverses - sometimes obscuring insight - need not be used as a basic approach.
2. The international custom of using a computing model in the form of the second standard problem has led to a mathematical formulation of so-called "estimable quantities" in order to overcome indetermination in the definition of variates or parameters. In fact, this is the "identification problem" of econometrics which dates from the pre-war years, and I have tried to avoid it by a different construction of the theory. Therefore it is no wonder that Grafarend has shown that the variates I found belong to his class of estimable quantities. But they form a sub-class, because they originate from an analysis of the observational procedure, leading to consequences for the computing model; the course of thought goes the other way round.
3. The obtained insight into the linking of the computing model to observations makes it possible to formulate more sharply what one wants to test and how it should be done. A mistake can be made in an observation or in the choice of the computing model, and the description of such a mistake in the form of an alternative hypothesis proves to be essential for the theory of testing.
4. The definition of variates and the structure of the computing model determine the framework of an artificial criterion covariance matrix. Within this framework there appears to be a freedom to choose a covariance function, which provides a connection with the original work in the field of geometric networks by Borre, Grafarend, Krarup and Meissl.

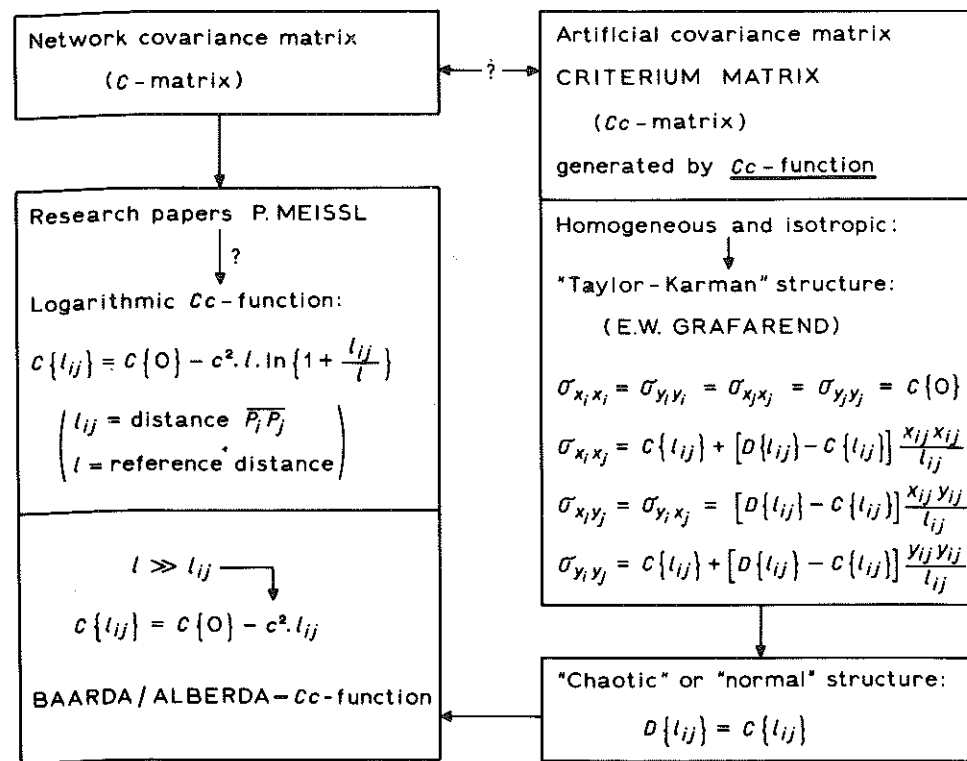


Figure 7

In the years between the publication of Tienstra's book and 1970 an algorithm for the adjustment method of least squares was developed that was aimed to be as transparent as possible. The starting point was the fact that the product of the coefficient- or design-matrices of the linearized condition equations of the first and second standard problems must be a zero matrix. This gave a good insight into the consequences of the modification of covariance matrices which of necessity has to take place in practice, and which results in a so-called pseudo-least squares adjustment. Other standard problems were eliminated by the application of two techniques: the adjustment by steps (phased adjustment) according to Tienstra, and the computation of corrections to variates which are correlated with variates occurring in the correction equations. Tienstra's index notation was used to demonstrate the completeness of this algorithm. By this algorithm a sound base for programming was provided.

The theory of complex numbers for plane networks showed that linearization is not a serious problem in a well-structured computing model. Of course one is always confronted with the problem of obtaining good approximate values, a problem which is well-known in photogrammetry. The above-mentioned least squares algorithm actually implies a number of transformations, and if one requires, besides, that misclosures of linearized condition equations can be computed from non-linearized equations, then the only real solution is to choose a system of approximate values satisfying the computing model, in the same way as the means of variates satisfy this model. This has also contributed much to the systematization of the least squares algorithm. Difference variates (variates minus their approximate values) are extremely important in geometric geodesy and (in the form of "anomalies") they are even decisive in gravimetric geodesy. As an example, difference coordinates in an S-system are invariant with respect to a differential similarity transformation, and it can be conjectured that in spatial models of different structures there is, after linearization, sometimes a complete or practically sufficient isomorphism between relations in difference variates.

In my opinion, the statistical testing for possible errors and for checking the precision in networks should be a part of the least squares algorithm. The problem was not the discovery of test methods, for mathematical statistics provides a sufficient choice of tests. It was, however, a problem to find a system of tests which would give practically the same outcome as to acceptance or rejection of the computing model or of observations, independent of the way in which the adjustment was split up into steps. For a problematic aspect of testing is that the detection of errors proves in practice to be less successful as the number of degrees of freedom increases (viz. in very large networks); this is in itself a reason to recommend adjustment by steps.

A second reason for adjustment by steps with regard to testing is that we may have poor information about the probability distribution of certain variates (e. g. given coordinates). After many trials, the so-called Beta-method of testing was found, a variant of the S-method of the American statistician Scheffé. The difference with the S-method is that the power β of a certain test is held constant, independent of the number of degrees of freedom; contrary to the S-method, the level of significance is therefore dependent on the number of degrees of freedom. Knowing the more or less philosophical objections that can be raised against this system of testing, I was surprised to find that in practice the method worked excellently. The faith in this method is now so firm that an extension to the concept of "reliability of a network" could be made. Experiments based on the theory of complex numbers, adjustment theory and the Beta-method of testing have been made in collaboration with practical survey services; now they gave excellent results, and it may be said that all the earlier problems have vanished.

Except for one: the definition and testing of the "precision of a network", a problem that had also been posed in the sixties. Together with Alberda the problem of an artificial covariance matrix, fitting the framework of the complex number theory, was solved around 1969. In 1972, the testing of a covariance matrix with respect to this artificial matrix succeeded, after which in later years it was possible to find a connection with the work of the geodesists mentioned before; however it cannot be denied that there are some

marked differences in the procedures to be followed. Again, the results may be called surprising, although some objections still stand. Also in this case, there is a possible extension, to the concept of "precision of a network". A difficulty that remains lies in the connection of networks; of course this is essentially the splitting up of the computing process into different steps.

RELIABILITY

H_0 NULL HYPOTHESIS : adjustment model
 (x_k) : observation variates
 $E\{x_k | H_0\} = \bar{x}_k$

H_{a_k} CONVENTIONAL ALTERNATIVE HYPOTHESIS
 $E\{x_k | H_{a_k}\} = \bar{x}_k + \widetilde{v}x_k$

error/blunder

TESTS : significance level α , power {function} β

B-METHOD OF TESTING :

Parameters : α_0 {e.g. 0.001}
 β_0 {e.g. 0.80}

Boundary value α
 $\widetilde{v}_0 x_k$ per H_{a_k} =
 bound for not detected error

MEASURES FOR INTERNAL RELIABILITY : $(\widetilde{v}_0 x_k)$

Figure 8

RELIABILITY

B-METHOD OF TESTING

Linearized relations coordinates $(x_R) \longleftrightarrow$ observations:

$$(\Delta x_R) = (\Lambda_{Rk})(\Delta x_k)$$

Boundary values $(\widetilde{v}_{k,0} x_R)$ per H_{a_k}

$$(\widetilde{v}_{k,0} x_R) = (\Lambda_{Rk})(\widetilde{v}_0 x_k)$$

MEASURES FOR EXTERNAL RELIABILITY,

invariant with regard to coordinate-definition
 {provided same rank deficiency}:

$$\bar{\lambda}_{k,0} = (\widetilde{v}_{k,0} x_s)^* (\sigma_{x_R x_s})^{-1} (\widetilde{v}_{k,0} x_R)$$

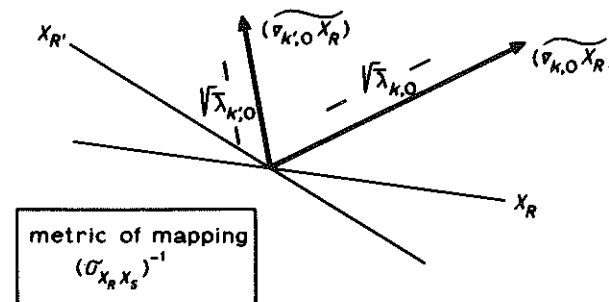


Figure 9

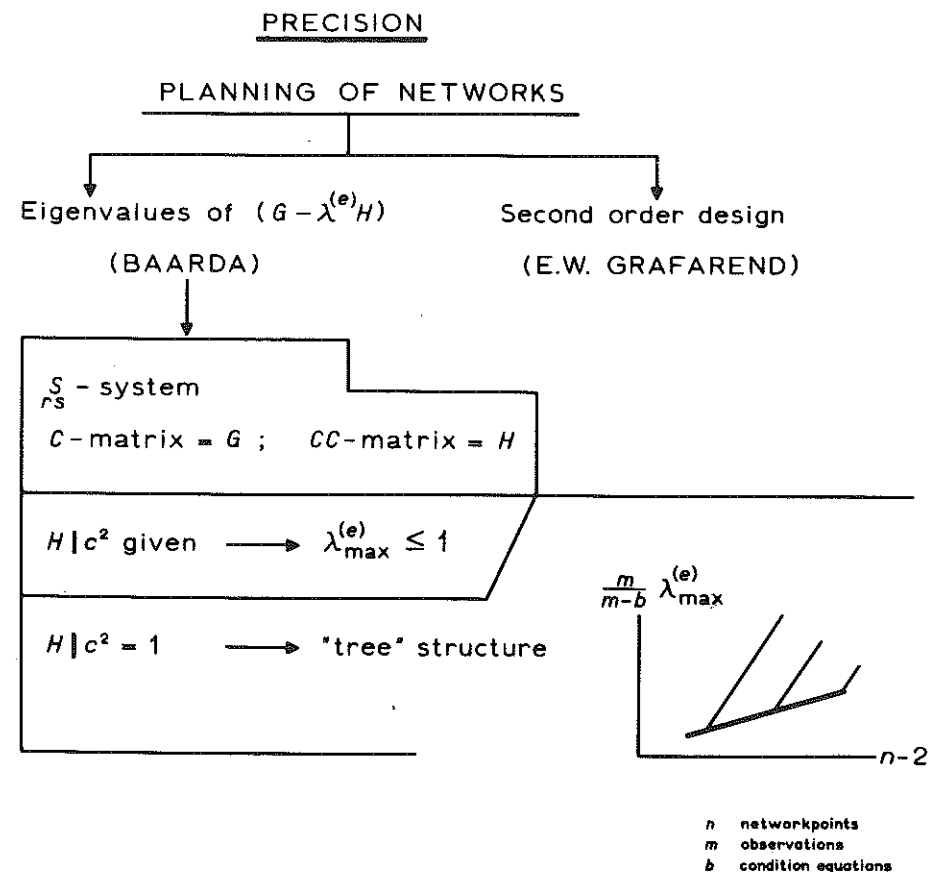


Figure 10

Here we are confronted with a fundamental question. First let us remark that a number of classical rules for improving the precision of networks are confirmed by the new testing method. Then the question arises whether the traditional classification of higher and lower order networks should be maintained, with the implication that coordinates once fixed are not altered when the net is supplemented. In recent years, this fixation of coordinates has been criticized by geodesists who point out the possibilities of modern computers and advocate a continual updating of coordinates. Geodesists in practice always feel hesitation towards such alterations, because the coupling of information from different years can easily cause confusion. But there are theoretical objections as well: the ellipsoidal computation of networks proves to be an inconsistent model; therefore it is strictly speaking only applicable as a method for interpolation between spatial points, e. g. determined by satellite methods. Between the points determined by ellipsoidal methods a densification is made by plane networks of various construction depending on their order, whereas an equivalent or lower order densification is made by photogrammetry, which in

its essence is again a truly spatial method. Consequently it is also from a theoretical point of view evident that one can hardly do anything else than consider each step in the densification as an interpolation; the classical approach therefore seems justified. Of course it is always permissible to correct or "clean up" coordinates, provided all the information involved is replaced as well.

I like to compare the result of densification with a patchwork quilt; now the problem is to describe the precision of such a system in a practically useful way. So far, a completely satisfactory description has not been found, not even for plane networks. Perhaps the solution lies in a variation on the classical method of connecting adjustment, which is now being tried out. But it is still a fascinating problem how to deal with the transition from spatial methods to ellipsoidal and plane methods, and vice versa. However, it already seems to be clear in what way we can characterize the coupling of the concepts of "reliability" and "precision", resulting in the "accuracy" of a network.

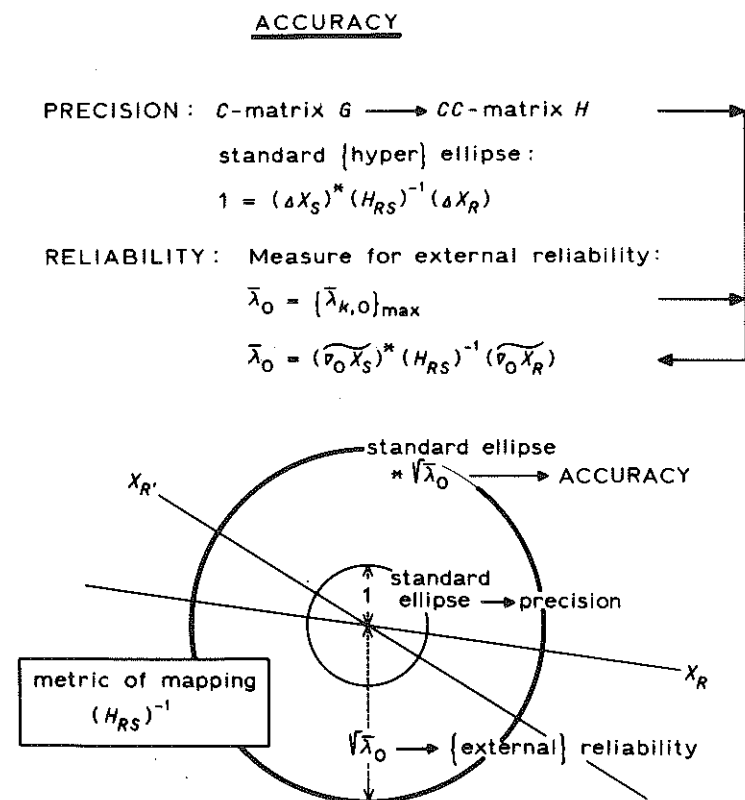
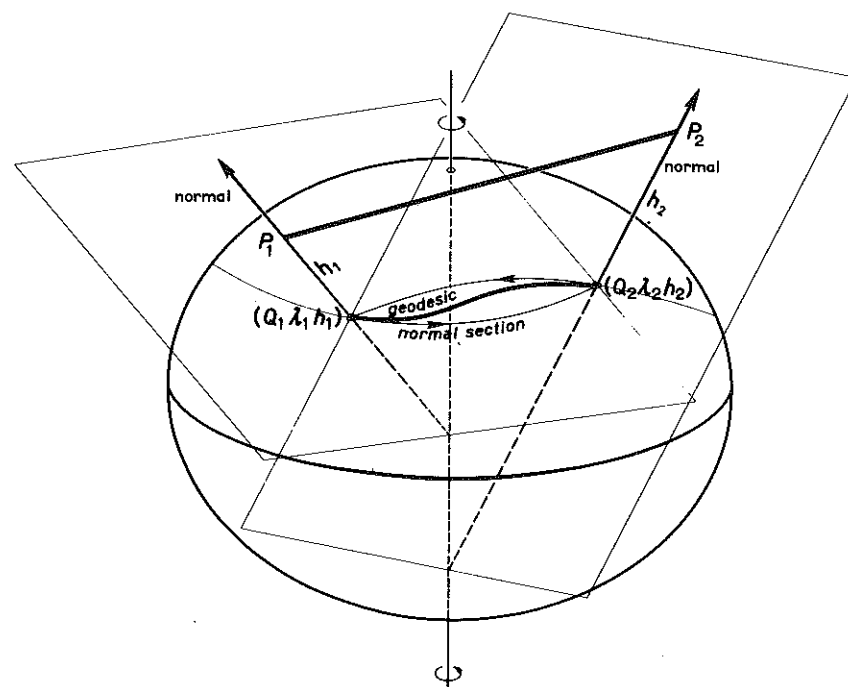


Figure 11

III.

So far, we have actually been discussing plane networks, and you may wonder why so much attention has been paid to model building and development of methods in a field that seems to be completely superseded by the new methods of spatial geodesy. To answer this question I shall again try to sketch a historical development of thoughts.



ELLIPSOIDAL GEODESY

Figure 12

In the beginning of my lecture I mentioned Vening Meinesz's sudden change from ellipsoidal to spatial thinking around 1939, published in Bulletin Géodésique 1950. The discussion that followed between Vening Meinesz and Baeschlin was primarily concerned with the condition equations between Laplace points. About 1954 this induced a study of ellipsoidal geodesy, resulting in a demonstration that the coupling of astronomical and ellipsoidal longitudes, latitudes and azimuths in these condition equations actually led to Laplace-variables that could not be defined sharply. Some years later it was found that the whole system of ellipsoidal network computation is not consistent, as was remarked earlier in this lecture. This means that polygons computed on the ellipsoid have a theoretical misclosure, and also that the computation is not independent of the starting point.

It was tried to find a remedy against this by extending the then freshly found theory of complex numbers to curved surfaces, such as the ellipsoid, making use of isometric coordinates. It was necessary to go to a high level of abstraction, but although some interesting relationships were found, no satisfactory solution was obtained. In 1972 it was directly shown by Grafarend that actually a solution along these lines is impossible. But in an indirect way I had already come to the same conclusion:

Around 1960, the emerging satellite methods compelled geodesy to adopt a truly spatial framework for the description of its activities; in the forties and fifties both Marussi and Hotine had already developed spatial geodetic computing models based on tensor analysis. This gave me the stimulus to an attempt at developing a spatial computing model myself, founded on a basic criterion I conjectured. This criterion eventually was formulated as the invariance with respect to a spatial similarity transformation, as a generalization of the situation in the plane. There were memories of statements by the German mathematician Klein and a search in his publications led to the finding of some remarks on the interesting properties of quaternions, the first in the sequence of hypercomplex numbers which form generalizations of complex numbers. Quaternions are the first generalization, but they later turned out also to be the only one which could be used for the purpose. In quaternion algebra, division of vectors is defined, and there is a close relationship with rotation matrices, a relationship which has been used by Schut and later by Sansò in analytical photogrammetry. There proved to be a complete correspondence with the properties of complex numbers, with the exception of the commutativity of multiplication. Also here, we find a relativation of the concept of length or distance, because of which the starting point should not be distance measurement but measurement of distance ratios. It is interesting that local theodolite- and distance measurements can be

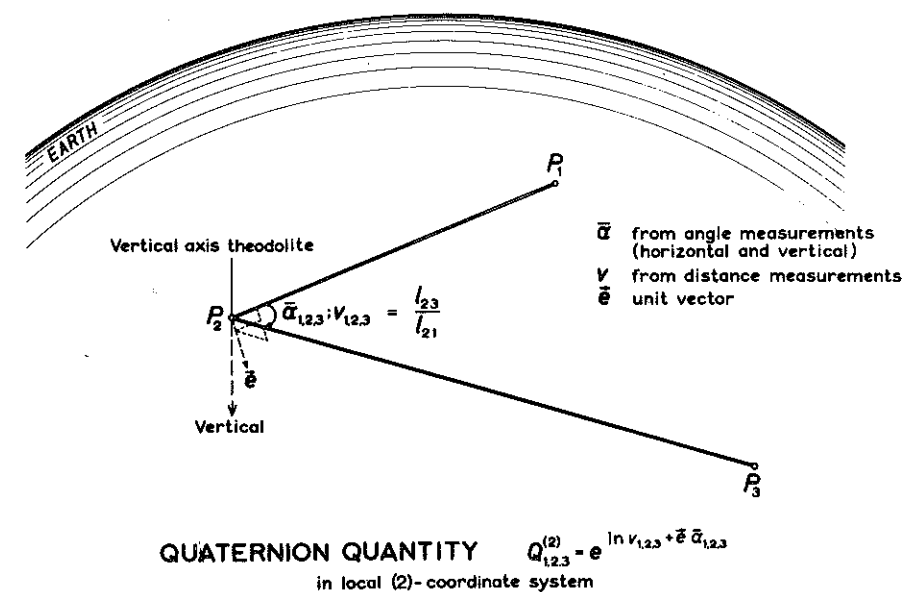


Figure 13

combined into one or more quaternions with a local Euclidean coordinate system; via astronomical measurements this system can be transformed into a global coordinate system. The development of the computing model was slow and troublesome, because supplementary algebraic properties had to be found, as well as rules for practical computation via an isomorphism with two matrix groups. Fortunately, some pupils are continuing this task.

Nevertheless the development was in 1966 at a stage where quaternion theory could be applied to analytical photogrammetry. Quaternions characterizing the relative positions of three terrain points, represented on different photographs or in terrestrial coordinates, were required to be equal. But in the condition equations there occurred non-eliminable unknowns, being rotation quaternions and for each photograph the ratio of distance factors one per ray. A numerical application was successful, but indicated that somewhere there was a disturbing singularity, whose cause was not found until 1975 by M. Molenaar. The interesting thing about this approach is that it becomes very clear what part of the elements of inner orientation and of deformations of the image has a disturbing influence. At that time, however, the bundle method was not fashionable yet, and Dutch photogrammetrists listened to me patiently but with little interest.

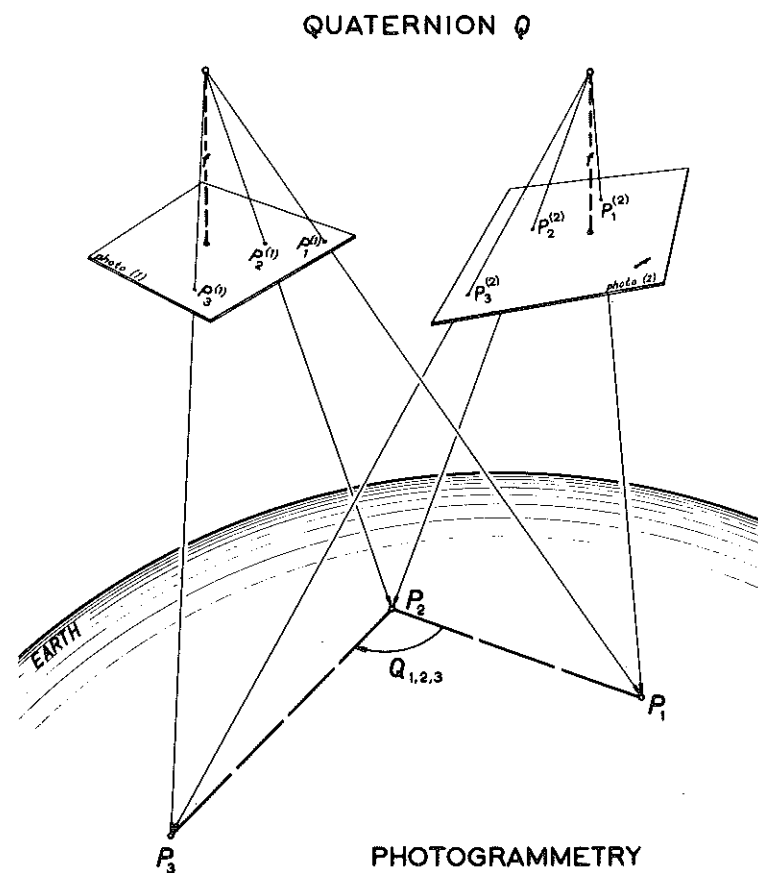


Figure 14

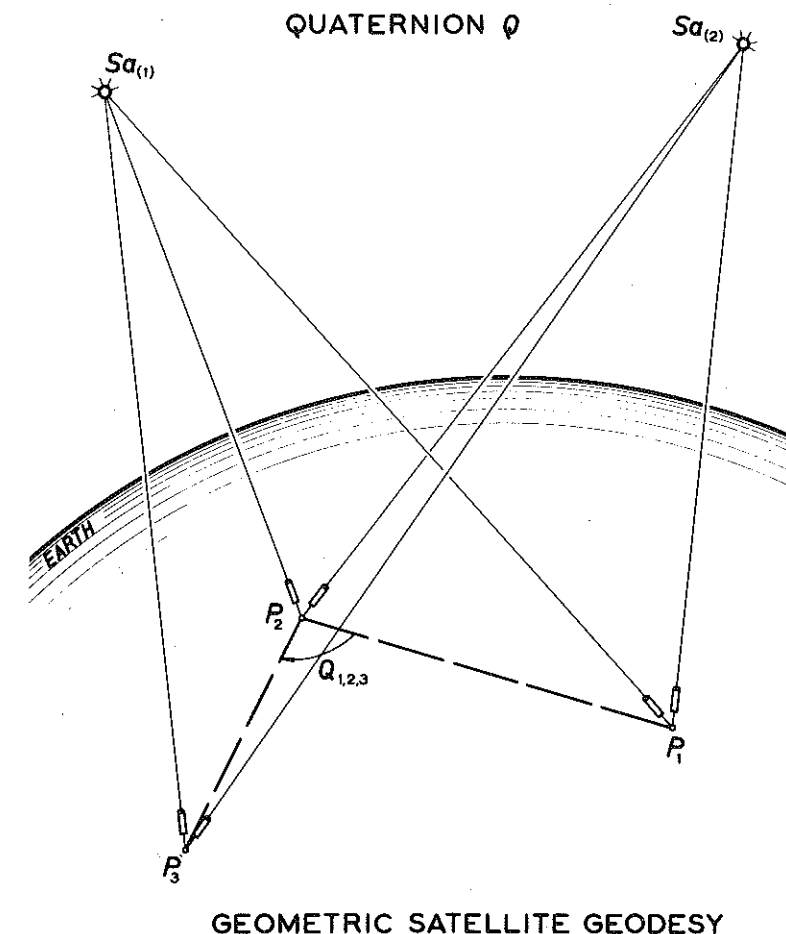


Figure 15

In 1967, the triangulation- and trilateration methods of geometric satellite geodesy were analyzed, and then a struggle started to find the spatial S-transformation. This meant the definition of three-dimensional difference coordinates, invariant with respect to a differential similarity transformation. This is a necessity for the possibility to define a form element also in three dimensions, because the quaternion itself has only a limited invariance, namely with respect to a similarity transformation in the plane of the two component vectors.

In 1970, a first formulation was found, which was improved in 1974, and then independently established by Molenaar.

It is really curious how long it takes before one is used to new concepts even if they have been introduced by oneself. Only in preparing this lecture the insight came to me that this coordinate definition makes possible a better foundation and structure of the quaternion approach, in any case as far as the application to analytical photogrammetry is concerned. The solution is now completely parallel with the method for the junction of partial networks or photogrammetric models in the plane which was sketched in the 1973 publication on S-transformations. The only remaining unknowns are the distance factors for the rays (except the ones for self-calibration). A remarkable aspect is that the singularity mentioned has vanished; it had, also intuitively, been felt as a shortcoming of the method.

When the development of methods reaches a point where precision and reliability are better than a decimeter, it becomes necessary to devote more attention to the coupling of different methods. An example is the coupling of photogrammetric and terrestrial methods. No doubt the ellipsoidal coordinates resulting from well-designed terrestrial networks are just as precise and reliable as photogrammetric coordinates, but the trouble comes from the transformation from terrestrial to spatial coordinates via some type of orthometric height. As long as photogrammetric heights were of moderate quality, it was sufficient to use only data from levelling, giving but a rough approximation of metric height differences. But with the present rigidity of photogrammetric triangulation, the transformation of terrestrial ellipsoidal coordinates to spatial coordinates will require more care.

To begin with, it can be confidently stated that the ellipsoidal system of terrestrial coordinates will not be abandoned in the near future. This confidence is based, on the one hand, on test computations by Hotine, which showed that regional spatial computing methods gave insignificant or hardly significant improvement as compared with ellipsoidal coordinates. On the other hand one has to accept the fact that so much money and work has been invested in the ellipsoidal system including map projections, that it is unthinkable to transform the enormous mass of ellipsoidal data into a truly spatial system. But in the ellipsoidal system one will have to use, beside direction measurement, the principle of the measurement of distance numbers, in order to avoid systematic errors (as pointed out by Meissl in 1972) in the reduction of distance measurements to the ellipsoid which is always somewhat indeterminate or freely floating in space.

Assuming, then, that regional ellipsoidal coordinates will continue to be used, one will have to focus attention on the height coordinate to be joined to them. Suppose that approximate values have been computed by one of the textbook methods. The problem then is to apply a correction resulting in usable height coordinates for photogrammetry, among others. It appears that this implies a coupling of geometric and gravimetric methods, even if – as in photogrammetry – regional problems are considered. But to see this we will again have to follow the development of a line of thought.

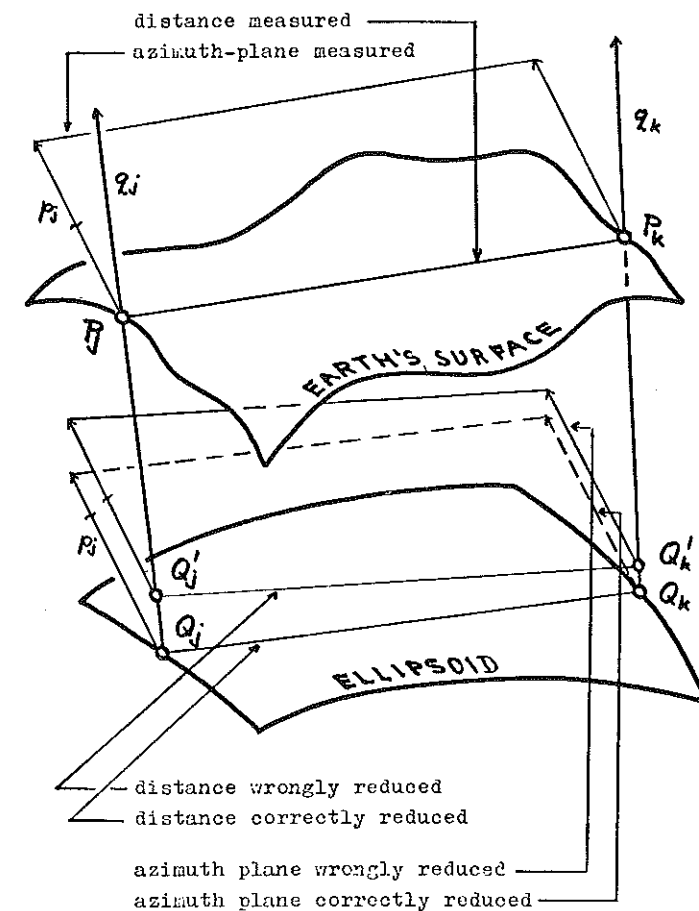


Figure 16

(From P. Meissl: Distortions of terrestrial networks caused by geoid errors. Proceedings Fifth Symposium on Mathematical Geodesy (1972) Firenze, 1973, p. 44.)

IV.

When in the early sixties it became clear that the quaternion theory covered all geometric-geodetic problems, the question arose how the coupling between geometric and gravimetric problems should be made. In view of the familiar Calculus or Function Theory going with the algebras of real and complex numbers, it was only logical to search for a function theory to go with the algebra of quaternions. In spite of support by Moritz, this could not be found. This was a puzzle, for why then was there no difficulty for Marussi and Hotine in extending their tensor algebra into tensor analysis? The search was termi-

nated when Dr. G. Kirschmer in 1970 drew my attention to a study by the German mathematician W. Eichhorn (1969), who showed that a function theory could only be based on the algebras of real and complex numbers. Now gravimetric geodesy is founded on the potential theory of Newtonian mechanics, and potential theory in two dimensions can be described with the function theory of complex numbers. For the description of three dimensional potential theory there remains only the algebra of real numbers, with the function theory or calculus based on them. This points towards an essentially one-dimensional potential theory in space, an odd conclusion. Just as odd as passing over the use of vector analysis and tensor analysis. What is the matter here?

The answer is connected with dimensionless quantities, with which I had become so familiar in the sixties that I began to believe in them as a principle. In gravimetric theory I did not at first find them, until Bjerhammar put me on the track with a paper from 1962, in which he based a "General World Geodetic Problem" on Green's third integral identity. Beside potential- and gravity measurements he needed distance measurements, and this pointed towards possible points of contact with the distance ratios of the quaternion theory. Why then should not one consider ratios of gravity, even if the corresponding treatment of potentials was not clear?

A first formulation of the integral equation which would prove to be the base of the theory was soon found. An inevitable linearization had to wait till a deeper insight into adjustment theory and techniques had been obtained; the solution could only be found when the customary spherical approximation in coefficients of difference variates was better understood. One discovery was the removal of discontinuity problems on passing the earth's surface by successive manipulation with the so-called Gauss and Poisson integrals. Can all this be justified mathematically? Probably, the derivation cannot be sustained but the idea is sound.

Now that, after more than fifteen years, the investigation will be terminated by the publication of a sketch (an account of the non-mathematical character), the coherence of the whole of the designed geodetic theory can be viewed.

From the gravimetric theory it is evident that the analysis of measuring processes does not only lead to dimensionless quantities but also to dimensionless functions. They are, among others, distance ratios, gravity ratios and functions of potential differences from levelling. It is seen that they are one-dimensional variates, which is in agreement with the one-dimensional character of potential theory that was mentioned before.

Very essential are ratios, essential in the designed theories of gravimetry (real numbers) networks in the plane (complex numbers) and networks in space (quaternions). Therefore they are also essential for the characterization of the admissible algebras: they are algebras in which division is defined, the so-called division algebras. It was only recently proved by mathematicians that only four of these algebras are possible: the algebras of real numbers, complex numbers, quaternions and, finally, octonions which for certain reasons are of no use to us. Neither vector algebra nor tensor algebra belongs to them. The designed geodetic theory cannot therefore be isomorphic with the theories of Marussi and Hotine, although, with some adaption in linearization, a partial isomorphism can be shown repeatedly.

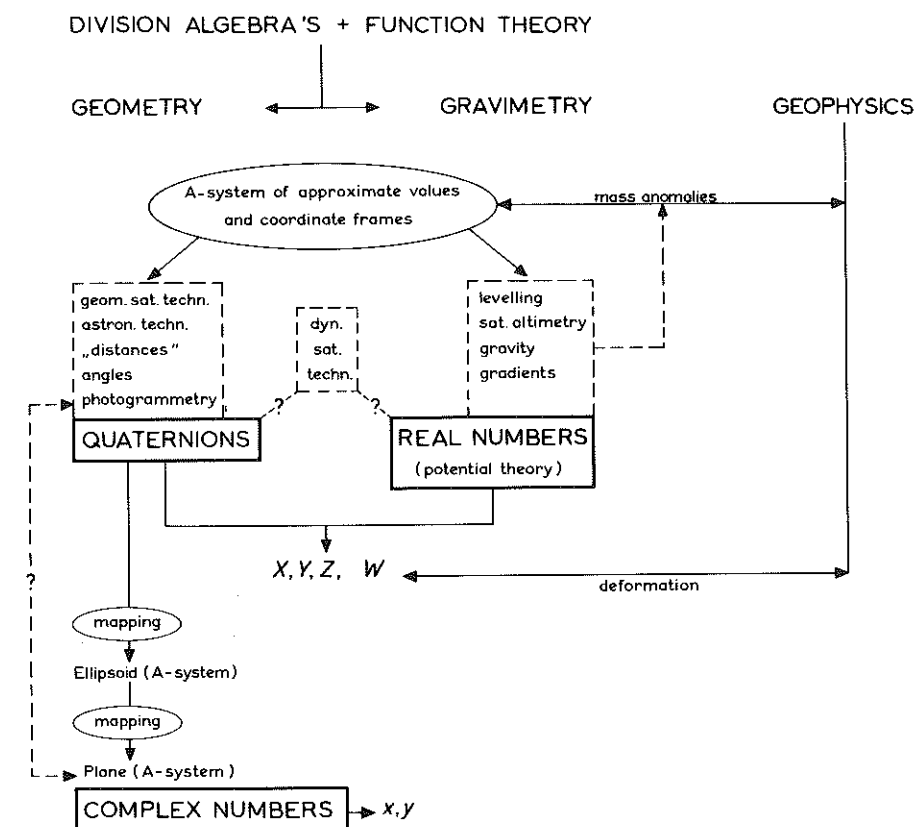


Figure 17

In discussing the theory of complex numbers we posed the question what should be considered as the basic structure of this computing model. The invariance with respect to a similarity transformation is valid for our complex variates, but only partially valid for quaternion variates, whereas, curiously, in gravimetric theory the similarity transformation degenerates into a translation. This implies that in gravimetry not all scale effects can be eliminated, although fortunately elimination is possible for the most important ones: the scale factors for length or distance and for mass. This is reflected in the formulas for the different S-transformations; it was not until this year that the reason became clear. Hence the invariance with respect to similarity transformations does not provide the basic structure. But from the algebraic considerations referred to, it follows that the basic structure should be sought in the necessity of founding the development on division algebras. It must again be emphasized that this choice of division algebras is a consequence of the analysis of measuring processes: the choice is not made on purely mathematical grounds.

This remark is relevant when one sets out to find a connection between seemingly quite different theories. By its simplicity and elegance, Krarup's "Integrated Geodesy" of around 1970 (which continued ideas of Dufour from 1968) is for me one of the most remarkable theories. He, too, uses Euclidean coordinate systems or frames, but last spring in Assisi he remarked that he preferred a development based on group theory to the division algebras I have come to prefer. Further consideration led me to the conviction that Krarup's preference belongs entirely to the domain of mathematics, and that therefore the preferences are not incompatible. If a change to equivalent variates is made, I even think that the two theories may be isomorphic, Krarup's approach being aimed at the second standard problem in adjustment theory, and mine at the first standard problem. This would provide an excellent check! It would check the consistency of the theory and hence the consistency of the computing model, because the construction of the model is founded on a consistent basic mathematical theory.

Finally, a last remark on the significance of the basic structure of a theory. The basic structure of division algebras for the gravimetric theory and the plane and spatial network theories implies that the partial theory of precision and reliability, developed for plane networks, only needs insignificant adaptations in order to be applicable for all the three areas.

On the results of the gravimetric theory I will be brief. With the present precision of photogrammetry you are confronted with the geoid, for I have understood that you adapt the transfer of heights to the surfaces of lakes or seas. Furthermore you will also have been amazed by the fact that approximate values have led to a more or less physically defined surface, the telluroid. In addition there is ample choice from different kinds of height, which you need to provide an ellipsoid with a third dimension – although it can be noted that you do not know where the ellipsoid is situated. And even if we are used to the inconveniences of the existing theory when used on the continents, at sea we only have satellite altimetry to tie the geoid to the observed surface of the sea in a mystical way. Time-dependent factors are further left out of consideration.

Now it has been tried to answer this kind of questions. In the projected theory, the ellipsoid can be avoided, or it can get a place in the system of approximate values. Approximations within the theory may lead to interpretations like geoid or telluroid; but they are not essential or unavoidable. The purpose of geodesy is described as the determination of Euclidean coordinates and the potential of points of the land and sea surface of the earth – not counting time-dependent factors – in one of the possible spatial S-systems. It can only be mentioned that the interaction between geodesy and geophysics also comes to the fore.

The past and present situation is that geometric methods furnish a better determination of coordinates in the direction along the surface of the earth than in the direction normal to it. This is now complemented by the gravimetric theory which determines the lengths of radii from the centre of gravity of the earth to points of its surface, coupled with a dimensionless potential function in these points. On land, gravity measurements and levelling then furnish, via a Stokes-like integral formula, the correction of the said radii as a metric concept of height, the potential function being provided by levelling. At sea,

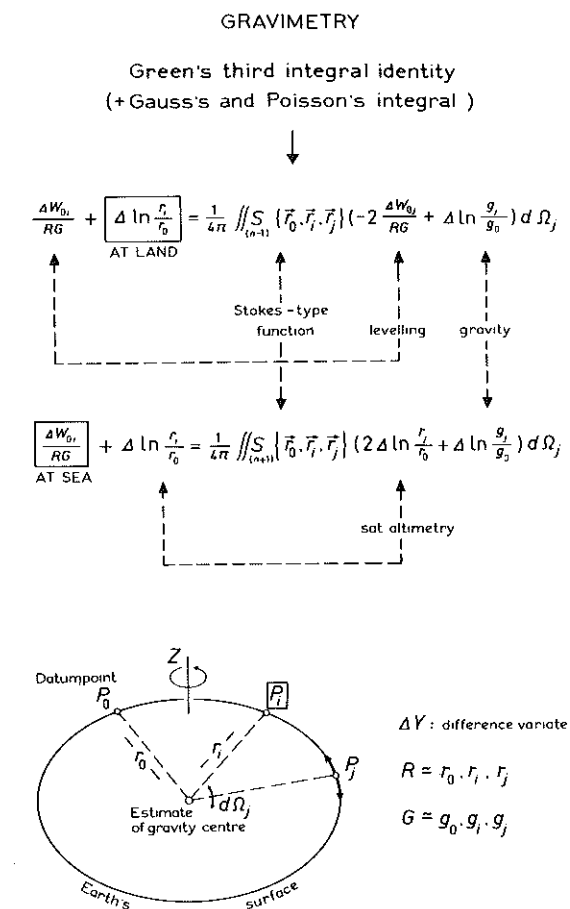


Figure 18

gravity measurements furnish the potential via a similar integral formula, the radii being determined via satellite altimetry. The attractive aspect of the solutions found is that the operation in an S-system permits such a choice of datum-point that the different integral formulae can be practically applied for regional areas. This in spite of the fact that theoretically the integration is over the whole earth. The application of collocation is also possible – although perhaps less needed on account of the possibility of regional application – because the difference variates, to which the covariance functions are assigned, are sharply defined.

For photogrammetry, the way has now been indicated towards the replacement of vaguely defined and determined heights by more sharply defined heights that can be determined better. But now a question arises concerning the coupling of terrestrial and photogrammetric point systems. Terrestrial spatial coordinates may be well-determined or ill-determined; this depends on the available measurements. The same will apply to photogrammetry. A check on their relative merits can actually only be obtained by connecting the two systems in a final step of the computation, after testing each system internally for specific types of sources of error. Only if this is done it seems possible to execute the check by comparison with a reasonable chance of avoiding the "identification problem" when formulating and "recovering" the errors to be analysed by the connecting adjustment. This implies a completely photogrammetric system, i. e. with the inclusion of additional parameters in the method of self-calibration, and without mixing up terrestrial and photogrammetric data.

Of course one must here make a difference between experiments and practical applications. In experiments one may always use a mix of different systems, provided that this results in a better description of one system or of each system. A beautiful example in this respect is the study of D. C. Brown, published in "The Changing World of Geodetic Science (1977)", where he could indicate the most important source of radial distortion and the possibility to eliminate this source of error.

Now the model construction I have been discussing is precisely aimed at the avoidance of calibration. Precision and reliability of calibration methods are almost always of the same order of magnitude as the precision and reliability of the measurements to be calibrated, because of which one gets – beside a lowering of precision – a correlation which is awkward from a computational point of view. Sometimes one even meets the difficulty that calibration parameters can be less sharply defined than the observation variates proper. Accordingly, our experience is that the prediction of precision and reliability has only become practically feasible after the elimination of calibration. Various inexplicable "systematic errors" then vanished, at least as long as the terrestrial systems studied were not required to surpass the always present physical limit of application of the measuring methods applied.

If then, perhaps, the method of self-calibration may only have a temporary existence in an experimental period, the method itself demonstrates how close the relations between photogrammetry and other geodetic methods have become. Similarly, the "weighting or not weighting" of parameters has, as you know, become a point of controversy in dynamic satellite geodesy and in gravimetry. This area provides, by the way, an example of a field of science where a conscientious but little structured construction of computing models can lead to significant differences in results, as was shown in a superb evaluation of the results of ten years U. S. A. National Geodetic Satellite Program (1977).

The discussion on the existence of generating stochastic processes behind such parameters can now be taken up in photogrammetry too. Or has the time come to forget the difference between photogrammetry and geodesy?

My standpoint in this question is clear, and I am very glad indeed that an organization like OEEPE has the practical and theoretical background to give an important contribution to the perfection of partial systems and to a balanced coupling of these systems.

May I just add one remark. The struggle by Von Mises to base probability theory on frequencies has led to the now generally accepted point of view that frequencies provide physical data about our working- or experimental space, data that to a certain degree of approximation can be described by an abstract mathematical probability theory. Similarly, the points, lines and surfaces which we want to determine with an even higher precision, are in fact mathematical fictions. Physically they can only be indicated and defined in the terrain with a certain coarseness. This definition even depends on the purpose of the survey, which, for example, is clear when one considers the concept of a cadastral boundary in an urban or in a rural area. Also here, I believe there is a task for OEEPE, following from the need to tune precision and reliability requirements to this coarseness of definition, according to principles and orders of magnitude yet to be formulated.

I think I may close my exposition now. I have left out many, too many, developments in geodesy. I did include some remarks on photogrammetry which perhaps made it clear how detrimental the division between geodesy and photogrammetry has been for me personally. But to avoid all misunderstanding, one aspect of the development must not be forgotten: photogrammetric methods can of course be modified into computing methods for the other parts of geodesy, as was shown by the work of Ackermann and others. A partial isomorphism with previously mentioned models can be seen, and the problems are identical or similar.

The model construction that was sketched may have far-reaching consequences, more far-reaching than many people like. Therefore it is perhaps good to come back to the description of the life of King Arthur of England by White. In "The Book of Merlyn" he describes the elderly Arthur, confronted with the failure of his model of the Round Table, and even with the aggressiveness of young men who want to do away with his ideas altogether. On the eve of the decisive battle, Merlyn comes back once more, but after all the years of struggling with problems the king is not receptive any more for new great adventures. In the early years the mentor moulds the character of his pupil, later, an adviser can only slightly correct his course.

White splendidly tells the story of how Arthur comes to offer half his kingdom to his rivals, in order to save a part of his ideas. But human confusion causes the battle to break out that will seal the fate of the leaders. For Lancelot there remains the sad task to sweep together the bits and pieces of the kingdom.

Acknowledgement

The author is much indebted to Ir. J. E. Alberda for his translation of the manuscript and for his suggestions to improve the text.

Liste des Présidents, des Secrétaires Généraux et des Présidents des Commissions Scientifiques de l'OEEPE

I. Les Présidents de l'OEEPE

1953 - 1956	Colonel	<i>Panier</i>	(Belgique)
1956 - 1959	Colonel	<i>Duckaert</i>	(Belgique)
1959 - 1961	Prof.	<i>Solaini</i>	(Italie)
1961 - 1963	Prof.	<i>Gigas</i>	(Rép. féd. d'Allemagne)
1963 - 1965	Prof.	<i>Neumaier</i>	(Autriche)
1965 - 1967	Prof.	<i>Trombetti</i>	(Italie)
1967 - 1969	Colonel	<i>Simonet</i>	(Belgique)
1969 - 1971	Prof.	<i>Knorr</i>	(Rép. féd. d'Allemagne)
1971 - 1973	Präsident	<i>Eidherr</i>	(Autriche)
1973 - 1975	Prof.	<i>Solaini</i>	(Italie)
1975 - 1977	Prof.	<i>Bachmann</i>	(Suisse)
dès 1977	Director	<i>Dahle</i>	(Norvège)

II. Les Secrétaires Généraux de l'OEEPE

1953 - 1975	Ing.	<i>Verlaine</i>	(Belgique)
dès 1975	Secrétaire Général Honoraire		
dès 1975	Ir.	<i>Visser</i>	(Pays-Bas)

III. Les Présidents des Commissions Scientifiques

Commission A: Aérotriangulation aux petites et moyennes échelles

1953 - 1959	Prof.	<i>Solaini</i>	(Italie)
1956 - 1966	Prof.	<i>Trombetti</i>	(Italie)

Commission B: Aérotriangulation aux grandes échelles

1953 - 1959	Prof.	<i>Solaini</i>	(Italie)
1956 - 1959	Prof.	<i>Belfiore</i>	(Italie)
1959 - 1966	Prof.	<i>Cunietti</i>	(Italie)

Commission A/B: Aérotriangulation

1966 - 1977	Prof.	<i>Wiser</i>	(Belgique)
dès 1977	Prof.	<i>Talts</i>	(Suède)

Commission C: Restitution aux grandes échelles

1953 - 1956	Prof.	<i>Lehmann</i>	(Rép. féd. d'Allemagne)
1956 - 1959	Prof.	<i>Gotthardt</i>	(Rép. féd. d'Allemagne)
dès 1959	Prof.	<i>Förstner</i>	(Rép. féd. d'Allemagne)

Commission D: Photogrammétrie et Cartographie

1963 - 1976	Prof.	<i>Beck</i>	(Rép. féd. d'Allemagne)
dès 1976	Prof.	<i>Spiess</i>	(Suisse)

Commission E: Interprétation

1957 - 1973	Prof.	<i>Neumaier</i>	(Autriche)
dès 1973	w. Hofrat	<i>Bernhard</i>	(Autriche)

Commission F: Problèmes fondamentaux de la Photogrammétrie

1957	Prof.	<i>Kobold</i>	(Suisse)
1957 - 1962	Prof.	<i>Bachmann</i>	(Suisse)
1963 - 1978	Prof.	<i>van der Weele</i>	(Pays-Bas)
dès 1978	Prof.	<i>Jerie</i>	(Pays-Bas)

Liste des publications de l'OEEPE

— Etat: Juin 1979 —

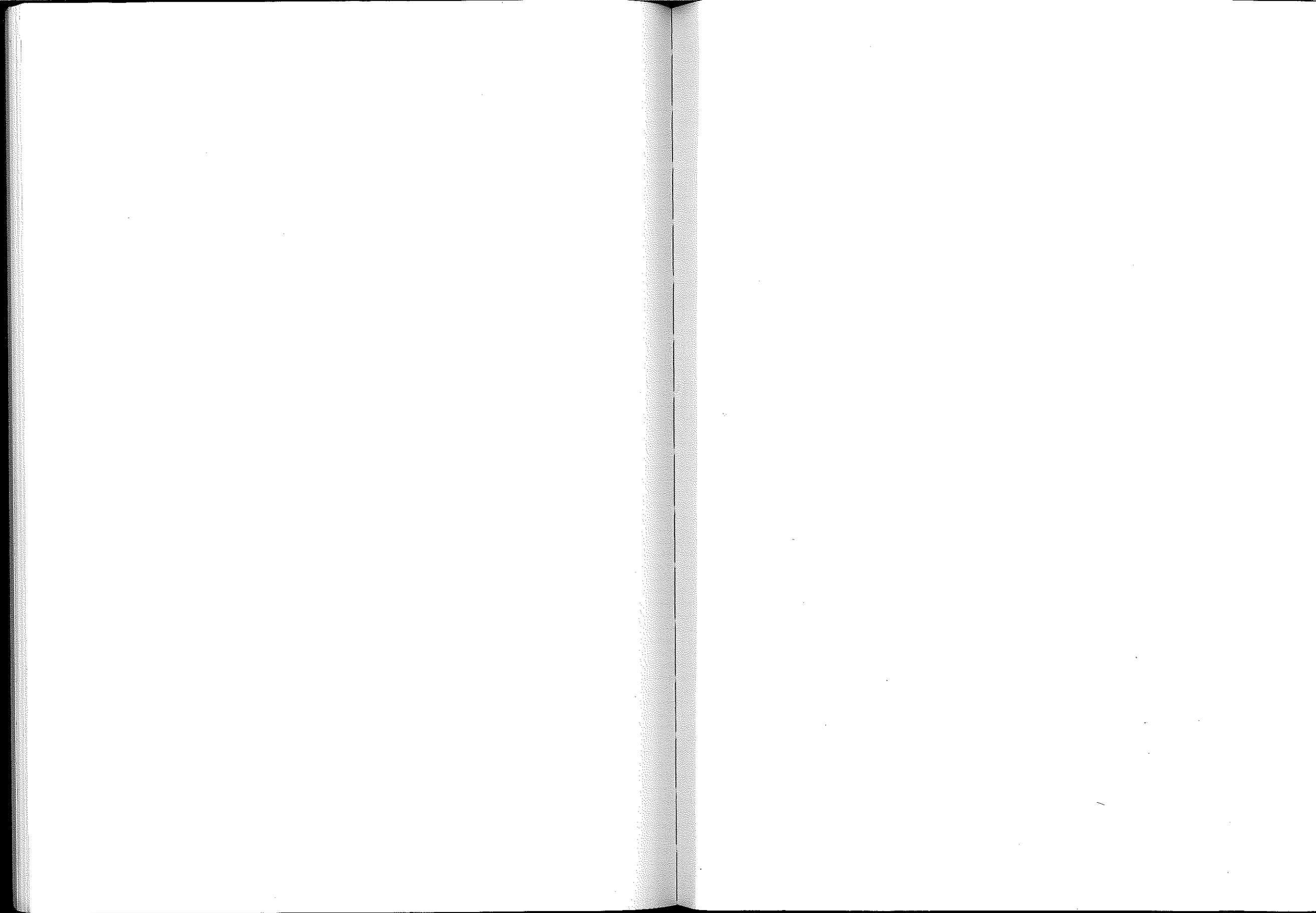
- [1] *L. Solaini; C. Trombetti*: Relation sur les travaux préliminaires de la Commission A (Triangulation aérienne aux petites et aux moyennes échelles) de l'Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales (O.E.E.P.E.), 1^{ère} Partie: Programme et organisation du travail. — Photogrammetria 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. 133—140; en langue anglaise: pp. 141—148).
- [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 I^{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*: Aérotriangulation 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. Cuniatti*: 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. Cuniatti; R. Förstner; H. Belzner; K. Schwidetzky; 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. Cuniatti*: 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. Cuniatti; 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. D 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, 41 pages, 1 fig., 2 tabl.; 36 annexes, 19 tabl.
- [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. (En langue allemande: Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. D 8, Frankfurt a. M. 1972). — (En langue anglaise: An Interpretation Experiment. Presented Paper for Comm. IV, XIIth Congress of ISP, Ottawa 1972).
- [46] P. Wiser: Étude expérimentale de l'aérottriangulation semi-analytique. Rapport sur l'essai «Gramastetten». — OEEPE-Publ. Off. No. 7, Frankfurt a. M. 1972, 34 pages, 6 fig., 8 tabl.
- [47] Proceedings of the OEEPE Symposium on Experimental Research on Accuracy of Aerial Triangulation (Results of Oberschwaben Tests). — OEEPE-Publ. Off. No. 8, Frankfurt a. M. 1973, 350 pages, 119 fig., 68 tabl., 1 carte.
- [48] J. Timmerman: Proef „OEEPE-Dordrecht“. — ngt 74, Vol. 4, No. 6, Juin 1974, pp. 143—154. (Résumé: Versuch „OEEPE-Dordrecht“. Genauigkeit photogrammetrischer Gebäudevermessung. Vorgelegt auf dem Symposium der Kommission IV der I.G.P., Paris, 24.—26. September 1974).
- [49] W. Beck: The Production of Topographical Maps 1 : 10,000 by Photogrammetry (with Statistical Evaluations, Reproductions, Style Sheet, and Specimen Sheets by Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart). — OEEPE-Publ. Off. No. 9 (sous presse) — (en langue allemande: Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. D-9 (sous presse)).
- [50] H. Härry; A. Stickler et P. Waldhäusl; R. Förstner; K. Schürer: Résultats complémentaires de l'essai d'«Oberriet» de la Commission C de l'OEEPE — Further Results of the Photogrammetric Tests of "Oberriet" of the Commission C of the OEEPE. — OEEPE-Publ. Off. No. 10, Frankfurt a. M. 1975, 158 pages, 22 fig., 26 tabl. (en langue allemande: Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. D - 10, Frankfurt a. M. 1975, 116 pages, 22 fig., 26 tabl.).
- [51] J. Timmerman: Report on the Commission C. "OEEPE — Dordrecht" Experiment. — Presented Paper for Comm. IV, XIIIth Congress of ISP, Helsinki 1976.
- [52] B.-S. Schulz: Vorschlag einer Methode zur analytischen Behandlung von Reseauaufnahmen. — Nachr. Kt.- u. Vermess.-wes., Sonderheft: OEEPE-Sonderveröff. Nr. D-11, Frankfurt a. M. 1976, 34 pages, 16 tabl.
- [53] E. Baj; M. Cunietti; A. Vanossi: Détermination Expérimentale des Erreurs Systématiques des Faisceaux Perspectives. — Société Belge de Photogrammétrie, Bulletin trimestriel. Bruxelles 1977, page 21—49.
- [54] P. Waldhäusl: The Vienna Experiment of the OEEPE/C. Proceedings — Standards and Specifications for Integrated Surveying and Mapping Systems. — Schriftenreihe HSBw, Heft 2, München 1978.

Les numéros, édités à Frankfurt (Main), des publications Nos. [21]—[23], [25]—[29], [31]—[33], [37], [40]—[47], [49], [50], [52] peuvent être achetés à

l'Institut für Angewandte Geodäsie, Bureau des Publications Officielles
6000 Frankfurt (Main)-70, Richard-Strauss-Allee 11



Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales

Publications officielles

Table des matières — Contents

	page
<i>R. Verlainé: 25 années d'activité de l'OEEPE</i>	19
<i>R. Verlainé: 25 Years of OEEPE (Summary)</i>	63
<i>W. Baarda: Mathematical Models</i>	73

Décembre 1968

ORGANISATION EUROPÉENNE D'ÉTUDES
PHOTOGRAMMÉTRIQUES EXPÉRIMENTALES

EUROPEAN ORGANIZATION FOR EXPERIMENTAL
PHOTOGRAMMETRIC RESEARCH



PUBLICATION OFFICIELLE
OFFICIAL PUBLICATION

N° 4, partie II

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.

RUDOLF FORSTNER:

**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

Tableaux

(Le texte est imprimé dans la partie I)

**The Accuracy of Photogrammetric Co-ordinate Measurements
in Mountainous Terrain**

Report on the Results of the Reichenbach Test
of Commission C of the OEEPE

Tables

(The text is printed in part I)

Table des Matières — Contents

	page
Liste des tableaux	6
Contents of Tables	10
Les notations les plus importantes	14
The Most Important Notations	16
List of Some Terms utilized in the Tables	18
Foot Notes to the Tables	20
Vue générale sur les tableaux comprenant les documents et l'analyse (tableaux 10 à 59)	24
Review of the Data Tables and Result Tables (Tables 10 to 59)	25
Tableaux 1 à 65	

Liste des tableaux

	Vue générale sur les tableaux comprenant les documents et l'analyse (tableaux 10 à 59)
1	Données des vols photographiques
2	Qualité de la visibilité des signaux en %
3	Centres de restitution et répartition des restitutions sur les différents vols
4	Longueurs moyennes des distances s en «m sur le terrain» (par groupes)
5	Longueurs moyennes des distances s (par échelles images)
6	Liste des points et des distances (appareils analogiques)
7	Liste des points et des distances (stéréocomparateurs)
8	Liste des points et des distances (résumé par vols)
9	Omissions de points et de distances en %
10 — M 01	Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures en « μ dans le cliché»
11 — M 02	Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures en « μ dans le cliché»
12 — M 03	Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (appareils analogiques). Résumé par vols
13 — E 01	Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreurs moyennes de mise en place en « μ dans le cliché»
14 — E 02	Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Erreurs moyennes de mise en place en « μ dans le cliché»
15 — E 03	Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul. Résumé par vols
16 — A 01	Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreurs moyennes absolues en « μ dans le cliché», pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
17 — A 02	Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Erreurs moyennes absolues en « μ dans le cliché», pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
18 — A 03	Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul. Résumé par vols
19 — A 11	Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreurs moyennes absolues en « μ dans le cliché», séparément par groupes de points
20 — A 12	Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Erreurs moyennes absolues en « μ dans le cliché», séparément par groupes de points

21 — A 13	Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul. Erreurs moyennes absolues en « μ dans le cliché». Résumé par vols, mais séparément par groupes de points
22 — R 01	Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreurs moyennes relatives en « μ dans le cliché»
23 — R 02	Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818). Erreurs moyennes relatives en « μ dans le cliché»
24 — R 03	Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul. Résumé par vols
25 — R 11	Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreurs moyennes relatives en « μ dans le cliché», séparément par groupes de points
26 — R 12	Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818). Erreurs moyennes relatives en « μ dans le cliché», séparément par groupes de points
27 — R 13	Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul. Erreurs moyennes relatives en « μ dans le cliché». Résumé par vols, mais séparément par groupes de points
28 — D 01	Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreurs moyennes des distances en « μ dans le cliché»
29 — D 02	Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Erreurs moyennes des distances en « μ dans le cliché»
30 — D 03	Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul. Résumé par vols
31 — S 01	Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (appareils analogiques). Moyenne quadratique des erreurs en « μ dans le cliché», pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
32 — S 02	Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818). Moyenne quadratique des erreurs en « μ dans le cliché», pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
33 — S 03	Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul. Résumé par vols
34 — S 11	Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (appareils analogiques). Moyenne quadratique des erreurs en « μ dans le cliché», séparément par groupes de points
35 — S 12	Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818). Moyenne quadratique des erreurs en « μ dans le cliché», séparément par groupes de points
36 — S 13	Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul. Moyenne quadratique des erreurs en « μ dans le cliché». Résumé par vols, mais séparément par groupes de points

- 37 — S+ 01 Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
- 38 — S+ 03 Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Résumé par vols
- 39 — S+ 13 Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
- 40 — R+ 01 Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
- 41 — R+ 03 Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Résumé par vols
- 42 — R+ 13 Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
- 43 — M 04 Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (appareils analogiques). Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures. Résumé des résultats
- 44 — M 05 Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures en μ dans le cliché. Résumé des résultats
- 45 — E 04 Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 46 — E 05 Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Résumé des résultats
- 47 — A 04 Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 48 — A 05 Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Résumé des résultats
- 49 — A 14 Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul. Erreurs moyennes absolues en μ dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord. Résumé des résultats
- 50 — R 04 Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 51 — R+ 04 Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 52 — R 14 Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul. Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord. Résumé des résultats

- 53 — R+ 14 Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord. Résumé des résultats
- 54 — D 04 Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 55 — D 05 Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (stéréocomparateurs). Résumé des résultats
- 56 — S 04 Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 57 — S+ 04 Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Résumé des résultats
- 58 — S 14 Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul. Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord. Résumé des résultats
- 59 — S+ 14 Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques). Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord. Résumé des résultats
- 60 Résumé de quelques erreurs moyennes
- 61 Résumé des rapports V_k et V_z de quelques erreurs moyennes
- 62 Valeurs de V de quelques erreurs moyennes en μ dans le cliché, séparément par appareils de restitution
- 63 Résumé des valeurs v_k et v_z de la perte de précision vers le bord
- 64 Valeurs de Q de la perte de précision vers le bord, séparément par appareils de restitution
- 65 Erreurs moyennes en μ dans le cliché résultant de quelques essais internationaux

Contents of Tables

	Review of the data tables and result tables (tables 10 to 59).
1	Data of survey flights
2	Quality of visibility of the signals in %
3	Co-operating restitution centres and distribution of the restitutions with respect to the individual flights
4	Average distances s in "metres in the terrain" (according to groups)
5	Average distances s (according to photo-scales)
6	List of points and distances (analogue instruments)
7	List of points and distances (stereocomparators)
8	List of points and distances (summarized by flights)
9	Rejected points and distances in %
10 — M 01	Measuring accuracy following item 1 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. errors of the mean of two measurements in " μm in the image"
11 — M 02	Measuring accuracy following item 1 of the computing program (stereocomparators); r. m. s. errors of the two measurements in " μm in the image"
12 — M 03	Measuring accuracy following item 1 of the computing program (analogue instruments); summarized by flights
13 — E 01	Fitting accuracy following item 2 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. fitting errors in " μm in the image"
14 — E 02	Fitting accuracy following item 2 of the computing program (stereocomparators); r. m. s. fitting errors in " μm in the image"
15 — E 03	Fitting accuracy following item 2 of the computing program; summarized by flights
16 — A 01	Absolute accuracy following item 3 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. absolute errors in " μm in the image", together for interior, exterior and marginal points
17 — A 02	Absolute accuracy following item 3 of the computing program (stereocomparators); r. m. s. absolute errors in " μm in the image", together for interior, exterior and marginal points
18 — A 03	Absolute accuracy following item 3 of the computing program; summarized by flights
19 — A 11	Absolute accuracy following item 3 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. absolute errors in " μm in the image", separate for point groups

20 — A 12	Absolute accuracy following item 3 of the computing program (stereocomparators); r. m. s. absolute errors in " μm in the image", separate for point groups
21 — A 13	Absolute accuracy following item 3 of the computing program; r. m. s. absolute errors in " μm in the image"; summarized by flights, but separate for point groups
22 — R 01	Relative errors following item 4 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. relative errors in " μm in the image"
23 — R 02	Relative errors following item 4 of the computing program (Stereocomparator 1818); r. m. s. relative errors in " μm in the image"
24 — R 03	Relative errors following item 4 of the computing program; summarized by flights
25 — R 11	Relative errors following item 4 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. relative errors in " μm in the image", separate for point groups
26 — R 12	Relative errors following item 4 of the computing program (Stereocomparator 1818); r. m. s. relative errors in " μm in the image", separate for point groups
27 — R 13	Relative errors following item 4 of the computing program; r. m. s. relative errors in " μm in the image"; summarized by flights, but separate for point groups
28 — D 01	Distance accuracy following item 5 of the computing program (analogue instruments); r. m. s. distance errors in " μm in the image"
29 — D 02	Distance accuracy following item 5 of the computing program (stereocomparators); r. m. s. distance errors in " μm in the image"
30 — D 03	Distance accuracy following item 5 of the computing program; summarized by flights
31 — S 01	Systematic errors following item 8 of the computing program (analogue instruments); quadratic average of the errors in " μm in the image", together for interior, exterior and marginal points
32 — S 02	Systematic errors following item 8 of the computing program (Stereocomparator 1818); quadratic average of the errors in " μm in the image", together for interior, exterior and marginal points
33 — S 03	Systematic errors following item 8 of the computing program; summarized by flights
34 — S 11	Systematic errors following item 8 of the computing program (analogue instruments); quadratic average of the errors in " μm in the image", separate for point groups
35 — S 12	Systematic errors following item 8 of the computing program (Stereocomparator 1818); quadratic average of the errors in " μm in the image", separate for point groups
36 — S 13	Systematic errors following item 8 of the computing program; quadratic average of the errors in " μm in the image"; summarized by flights, but separate for points groups

- 37 — S+ 01 Systematic errors from co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); quadratic average of the errors in "μm in the image", together for interior, exterior and marginal points
- 38 — S+ 03 Systematic errors from co-ordinate means of all restitutions (analogue instruments); summarized by flights
- 39 — S+ 13 Systematic errors from co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); quadratic average of the errors in "μm in the image", separate for point groups
- 40 — R+ 01 Relative errors from deviations with respect to the co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments). r.m.s. relative errors in "μm in the image", together for interior, exterior and marginal points
- 41 — R+ 03 Relative errors from deviations with respect to the co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); summarized by flights
- 42 — R+ 13 Relative errors from deviations with respect to the co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); r.m.s. errors in "μm in the image", separate for point groups
- 43 — M 04 Measuring accuracy following item 1 of the computing program (analogue instruments); r.m.s. errors of the mean of two measurements; summary of the results
- 44 — M 05 Measuring accuracy following item 1 of the computing program (stereocomparators); r.m.s. errors of the mean of two measurements in "μm in the image"; summary of the results
- 45 — E 04 Fitting accuracy following item 2 of the computing program (analogue instruments); summary of the results
- 46 — E 05 Fitting accuracy following item 2 of the computing program (stereocomparators); summary of the results
- 47 — A 04 Absolute accuracy following item 3 of the computing program (analogue instruments); summary of the results
- 48 — A 05 Absolute accuracy following item 3 of the computing program (stereocomparators); summary of the results
- 49 — A 14 Absolute accuracy following item 3 of the computing program; r.m.s. absolute errors in "μm in the image", separate for point groups, and accuracy decrease towards the edge; summary of the results
- 50 — R 04 Relative errors following item 4 of the computing program (analogue instruments); summary of the results
- 51 — R+ 04 Relative errors from deviations with respect to co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); summary of the results
- 52 — R 14 Relative errors following item 4 of the computing program; r.m.s. errors in "μm in the image", separate for point groups, and accuracy decrease towards the edge; summary of the results

- 53 — R+ 14 Relative errors from deviations with respect to the co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); r.m.s. relative errors in "μm in the image", separate for point groups, and accuracy decrease towards the edge; summary of the results
- 54 — D 04 Distance accuracy following item 5 of the computing program (analogue instruments); summary of the results
- 55 — D 05 Distance accuracy following item 5 of the computing program (stereocomparators); summary of the results
- 56 — S 04 Systematic errors following item 8 of the computing program (analogue instruments); summary of the results
- 57 — S+ 04 Systematic errors from the co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); summary of the results
- 58 — S 14 Systematic errors following item 8 of the computing program; quadratic average of the errors in "μm in the image", separate for point groups, and accuracy decrease towards the edge; summary of the results
- 59 — S+ 14 Systematic errors from the co-ordinate means of all restitutions of a flight (analogue instruments); quadratic average of the errors in "μm in the image", separate for point groups, and accuracy decrease towards the edge; summary of the results
- 60 Summary of some r.m.s. errors
- 61 Summary of the ratios V_k and V_z of some r.m.s. errors
- 62 V -values of some r.m.s. errors in "μm in the image", separate for restitution instruments
- 63 Summary of the values v_k and v_z pertaining to the accuracy decrease towards the edge
- 64 Q -values of the accuracy decrease towards the edge, separate for restitution instruments
- 65 The r.m.s. errors in "μm in the image" from some international tests

Les notations les plus importantes

h_g	hauteur de vol au-dessus du sol
ϑ	rapport de base
$1 : m_b$	échelle image
$1 : m_m$	échelle modèle
$v = m_b : m_m$	rapport d'agrandissement
v_m	valeur moyenne de v
Q_m	quotient de deux valeurs v_m
m	erreur moyenne (valeur estimée ou fonction estimée)
m_k	erreur moyenne de coordonnées
m_z	erreur moyenne altimétrique
m_s	erreur moyenne de distance
m_{px}, m_{py}	erreur moyenne de parallaxes
$m_1, m_2, \dots, m_8$	erreur moyenne selon le programme de calcul
$\overline{m}_4, \overline{m}_8$	erreur moyenne d'après les calculs supplémentaires
V_k, V_z	rapport de deux erreurs moyennes m_k et m_z respectivement
v_k, v_z	perte de la précision vers le bord (rapport de deux erreurs moyennes)
Q_k, Q_z	quotient de deux valeurs v_k et v_z respectivement
n	nombre d'observations
$n_a, n_b, \dots, n_l$	omission de points
n_s	nombre des distances
$n_1, n_2, \dots, n_8$	nombre des valeurs de comparaison pour les différents chiffres du programme de calcul
n_P	nombre des points de contrôle
n_V	nombre des points de comparaison
u	nombre des inconnues
N	nombre des restitutions
$q \triangleq x, y, z$	coordonnées
$dq, \Delta q$	différences des coordonnées
m_q	erreur moyenne de coordonnées (valeurs estimées et fonctions estimées respectivement)
v_q	corrections des coordonnées
M	précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul
E	précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul
A	précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul

R
D
S
R+
S+

erreur relative selon chiffre 4 du programme de calcul
précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul
erreur systématique selon chiffre 8 du programme de calcul
erreur relative d'après des calculs supplémentaires
erreur systématique d'après des calculs supplémentaires

The Most Important Notations

h_g	Flight height above ground
ϕ	Base-height ratio
$1 : m_b$	Photo-scale
$1 : m_m$	Model scale
$v = m_b : m_m$	Enlargement ratio
v_m	Mean value of v
Q_m	Quotient of two values v_m
m	r. m. s. error (estimated value)
m_k	r. m. s. error of planimetric co-ordinates
m_z	r. m. s. error of heights
m_s	r. m. s. error of distances
m_{px}, m_{py}	r. m. s. error of parallaxes
$m_1, m_2, \dots, m_8$	r. m. s. errors according to the computing program
$\overline{m_4}, \overline{m_8}$	r. m. s. errors according to the additional computations
V_k, V_z	Ratios between two r. m. s. errors m_k and m_z respectively
v_k, v_z	Accuracy decrease towards the edge of the image (ratio of two r. m. s. errors)
Q_k, Q_z	Quotient of two values v_k and v_z respectively
n	Number of observations
$n_a, n_b, \dots, n_l$	Point omissions
n_s	Number of distances
$n_1, n_2, \dots, n_8$	Number of check values in the different items of the computing program
n_P	Number of control points
n_V	Number of check points
u	Number of unknowns
N	Number of restitutions
$q \triangleq x, y, z$	Co-ordinates
$dq, \Delta q$	Co-ordinate differences
m_q	r. m. s. co-ordinate errors (estimated values)
v_q	Co-ordinate corrections
M	Measuring accuracy according to item 1 of the computing program
E	Fitting accuracy according to item 2 of the computing program
A	Absolute accuracy according to item 3 of the computing program

R	Relative errors according to item 4 of the computing program
D	Distance accuracy according to item 5 of the computing program
S	Systematic errors according to item 8 of the computing program
R+	Relative errors according to the additional computations
S+	Systematic errors according to the additional computations

List of Some Terms utilized in the Tables

A à l'extérieur	exterior
à l'intérieur	interior
appareil analogique	analogue instrument
appareil de restitution	restitution instrument
au bord	marginal
avec	with
B bien visible	well visible
C centre de restitution	restitution centre
chambre de prise de vues	survey camera
D dans le cliché	in the image
dans le modèle	in the model
du tableau	refer to table
E échelle image	photo-scale
en	in
erreur absolue	absolute error
erreur d'adaptation	fitting error
erreur de distances	distance error
erreur de mesure	measuring error
erreur relative	relative error
erreur systématique	systematic error
essai	test
H hauteur de vol	flight height
I invisible	not visible
L la même échelle	same photo-scale
M matériel négatif	negative material
moyenne	average
N nombre	number
numéro d'ordre	ref. no.
O omissions	rejections, omissions
ou	or

partie des restitutions
plaques
points de comparaison
pour
prises de vues à angle normal
prises de vues grand-angulaires

R rapport de la base
recouvrement longitudinal
résultant des erreurs moyennes

S sans
seulement
suite
surface photographiée
sur le terrain

T tous les points
toutes les restitutions

U unité de lecture
unité de mesure

V vol

part of the restitutions
plates
check points
for
normal-angle photographs
wide-angle photographs

base-height ratio
longitudinal overlap
of r. m. s. errors

without
only
continued
area surveyed
in the terrain

all points
all restitutions

reading unit
unit of measure

flight

Foot Notes to the Tables

Table 3

- 1) For these measurements, transformations were made with the reduction printer (Reductor)

Table 4

- groups 1 and 2 = approximately horizontal distances, end points in the same model,
groups 3 and 4 = approximately horizontal distances, end points in different models,
group 5 = inclined distances, end points in the same model.

Table 6

- 1) The omissions are not distributed equally over the 3 models.
2) Because of bad identification control point 314 was not measured. Later on it was substituted by point 308.
3) These points were measured, but after the transformation they were rejected and thus they were not used for the error computation following item 1 of the computing program.
4) For restitution 8 the r.m.s. measuring errors following item 1 of the computing program were computed from the first of the three measurements of each model only.
5) With restitution 8 the control points were in fact measured twice (see column n_a), but neither of the two measurements were used for the computations following item 3 of the computing program.
6) 3 of these points were measured twice only.
7) 1 point was measured twice only.
8) Accounted for n_4 only.

Table 7

- 1) The omissions are not distributed equally.
2) Accounted for n_4 only.
3) 4 points were measured twice only.
4) 2 points were measured twice only.
5) 3 points were measured twice only.

Table 8

- 1) 4 points accounted for n_4 only.
2) 2 points accounted for n_4 only.
3) 3 points measured twice only.
4) 1 point measured twice only.

- 5) 2 points measured twice only.
6) Accounted for n_4 only.
7) 6 points measured twice only.
8) 7 points measured twice only.

Table 9

- 1) Without restitution 11.

Table 10

- 1) Reading unit for heights z in μm , converted into the photo-scale.
2) The 1st and 2nd series were measured by 2 different observers.
3) The 1st and 2nd model were measured by 2 different observers.
4) Last figure = "centimetre".
5) Without restitution 11.
6) Last figure = "double centimetres".

Table 13

- 1) For fitting to the control points for height, the model was shifted in parallel only.
2) Transformations with the "Reductor".
3) Point 308 was used instead of control point 314.

Table 14

- 1) In model 1 point 469 was used instead of control point 536.

Table 16, 19, 22, 25

- 1) Transformations with the "Reductor".

Table 28

- 1) For groups see section 4.1, page 96 or table 4.
2) Transformations with the "Reductor".

Table 29, 30

- 1) For groups see section 4.1, page 96 or table 4.

Table 31, 34

- 1) Transformations with the "Reductor".

Table 43

- 1) Without restitution 11.

Table 44

- 1) Only survey camera RC 7a 10/14.
- 2) Only precision stereocomparators.

Table 46

- 1) Without model 1.62 of restitution 12 (see table 15).

Table 48

- 1) Without model 1.62 of restitution 12 (see table 18).

Table 49

- 1) Without model 1.62 of restitution 12 (see table 21).

Table 52

- 1) Only survey camera RC 7a 10/14.

Table 54

- 1) For groups see section 4.1, page 96 or table 4.

Table 55

- 1) For groups see section 4.1, page 96 or table 4.
- 2) Without model 1.62 of restitution 12 (see table 30).

Table 58

- 1) Only survey camera RC 7a 10/14.

Table 60

- 1) See table 1.
- 2) Precision stereocomparators.
- 3) Stereocomparator 1818.
- 4) Converted into a co-ordinate error.
- + following section 6.

Table 61

Explanations:

- a_1 = photo-scale 1 : 8,000
- a_2 = photo-scale 1 : 12,000
- b_1 = RMK 21/18
- b_2 = RMK 15/23
- b_3 = 2 × RMK 21/18
- b_4 = RC 7a 10/14
- c_1 = RMK 15/23 — photo-scale 1 : 8,000
- c_2 = RC 7a 10/14 — photo-scale 1 : 12,000
- d_1 = analogue instruments
- d_2 = stereocomparators
- 4+ following section 6.2
- 5' groups 1, 2, and 5 (end points in the same model)
- 5'' groups 3 and 4 (end points in different models)
- 8+ following section 6.1
- 1) Survey camera RC 7a 10/14 only.

Table 62

- 1) See table 61.

Table 63

- 1) See table 1.
- 2) Stereocomparator 1818 only.
- + following section 6.

Table 64

Explanations:

- e_1 = C8.
- e_2 = A7.
- 1) See table 61.

Table 65

- 1) 1 = measuring errors 2 = fitting errors 3 = absolute errors
- 4 = relative errors 8 = systematic errors 9 = constant errors.
- 2) From distances.

Vue générale sur les tableaux comprenant les documents et l'analyse (tableaux 10 à 59)

Chiffre du programme de calcul	mesure de précision	sym-bol	pour tous les points intérieurs, extérieurs et au bord					séparément par groupes de points			
			document		analyse			document		analyse	
			paragraphe 5 et 6		paragraphe 7			paragraphe 5 et 6		paragraphe 7	
			appareils analogiques	stéréo-comparateurs	résumé par vols	appareils analogiques	stéréo-comparateurs	appareils analogiques	stéréo-comparateurs	résumé par vols	perte de précision vers le bord
01			01	02	03	04	05	11	12	13	14
1	précision de mesure	M	10	11	12	43	44	—	—	—	—
2	précision d'adaptation	E	13	14	15	45	46	—	—	—	—
3	précision absolue	A	16	17	18	47	48	19	20	21	49
4	précision relative	R	22	23	24	50	(24)	25	26	27	52
5	précision des distances	D	28	29	30	54	55	—	—	—	—
8	erreurs systématiques	S	31	32	33	56	(33)	34	35	36	58
supplément	précision relative erreurs systématiques	R ⁺	40	—	41	51	—	—	—	42	53
		S ⁺	37	—	38	57	—	—	—	39	59

Tous les tableaux, comprenant les documents et l'analyse des erreurs moyennes (valeurs estimées) et de la perte de précision vers le bord (tableaux 10—59), sont additionnellement marqués par une lettre et deux chiffres. Il signifie:

— La lettre: un chiffre du programme de calcul ou un des deux suppléments (paragraphe 6).

— Les chiffres 01—05: des tableaux, où les points à l'extérieur, les points à l'intérieur et les points situés au bord sont résumés.

— Les chiffres 11—14: des tableaux, où les erreurs moyennes sont indiquées séparément par groupes de points (perte de précision vers le bord).

Review of the Data Tables and Result Tables (Tables 10 to 59)

Item of the computing program	measure of accuracy	sym-bol	together for interior, exterior and marginal points					separate for point groups			
			data			result		data			result
			sections 5 and 6			section 7		sections 5 and 6			section 7
			analogue instru-ments	stereo-compa-rators	summarized by flights	analogue instru-ments	stereo-compa-rators	analogue instru-ments	stereo-compa-rators	summarized by flights	accuracy decrease towards the edge
			01	02	03	04	05	11	12	13	14
1	measuring accuracy	M	10	11	12	43	44	—	—	—	—
2	fitting accuracy	E	13	14	15	45	46	—	—	—	—
3	absolute accuracy	A	16	17	18	47	48	19	20	21	49
4	relative accuracy	R	22	23	24	50	(24)	25	26	27	52
5	distance accuracy	D	28	29	30	54	55	—	—	—	—
8	systematic errors	S	31	32	33	56	(33)	34	35	36	58
addition	relative accuracy	R ⁺	40	—	41	51	—	—	—	42	53
addition	systematic errors	S ⁺	37	—	38	57	—	—	—	39	59

The tables for data and results concerning the r. m. s. errors (estimated values) and the accuracy decrease towards the edge (tables 10—59) are additionally marked with a letter and two digits.

— The letter refers to an item of the computing program or to one of the two additions (section 6).

— The numbers 01—05 refer to tables in which the interior, exterior and marginal points are taken together.

— The numbers 11—14 refer to tables in which the r. m. s. errors are given separate for point groups (decrease of accuracy towards the edge).

TABLEAU 1 — Données des vols photographiques
(par. 1.5, p. 14 et par. 2.1, p. 15)

vol No.	échelle image	chambre de prise de vues	matériel négatif	hauteur de vol en m	recouvre- ment longi- tudinal en %	rapport de base g modèle 1 modèle 2
1.1	1 : 8 000	Zeiss RMK 21/18	film	1 600	54	0,38
1.2	1 : 8 000	Zeiss RMK 15/25	film	1 200	55	0,72
1.3	1 : 8 000	Zeiss 2 X RMK 21/18 (convergent)	film	1 600	95	0,52
1.4	1 : 8 000	Wild RC7a 10/14	plaques	800	60	0,57
1.5	1 : 12 000	Zeiss RMK 21/18	film	2 400	58	0,36
1.6	1 : 12 000	Zeiss RMK 15/25	film	1 800	61	0,55
1.7	1 : 12 000	Zeiss 2 X RMK 21/18 (convergent)	film	2 400	96	0,48
1.8	1 : 12 000	Wild RC7a 10/14	plaques	1 200	58	0,64
						0,57

(English: sect. 1.5, p. 84 and sect. 2.1, p. 85)

TABLEAU 2 — Qualité de la visibilité des signaux en %
(par. 2.3, p. 16 et par. 2.4, p. 17)

groupe	visibilité	tous les points		points de comparaison	
		1 : 8 000	1 : 12 000	1 : 8 000	1 : 12 000
1	bien visible	94,5	80,5	95,5	83,2
2	visible	3,2	13,8	3,5	15,5
3	invisible	2,3	5,7	1,0	1,3

(English: sect. 2.3, p. 86 and sect. 2.4, p. 87)

TABLEAU 3 — Centres de restitution et répartition des restitutions sur les différents vols
(par. 3.1, p. 18 et par. 3.3, p. 22)

resti- tu- tion No.	centre de restitution	ap- pareil de resti- tution	vol No.							
			1.1 21/18	1.2 15/25	1.3 2 x 21/18 1 : 8 000	1.4 10/14	1.5 21/18	1.6 15/25	1.7 2 x 21/18 1 : 12 000	1.8 10/14
restitutions avec appareils analogiques										
1	Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M.	C8				x ¹⁾				x ¹⁾
2	Carl Zeiss, Oberkochen	C8	x	x			x	x		
3	Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bad Godesberg	C8	x	x			x	x		
4	Ministerium f. Landwirtschaft, Weinbau u. Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz	C8	x	x			x	x		
5	Geodätisches Institut der Rheinisch-Westfälischen TH Aachen	C8	x	x			x	x		
7	Institut für Photogrammetrie und Topographie der TH Karlsruhe	C8	x	x			x	x		
8	Lehrstuhl für Vermessungswesen und Photogrammetrie der TH Stuttgart	C8	x	x			x	x		
9	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien	A7				x				
10	Photogrammetrisches Institut der Eidgenössischen TH Zürich	A7	x			x	x			x
11	Bosshard u. Näf, Vermessungsbureau, Photogrammetrie, St. Gallen	C8					x			
13	International Training Centre for Aerial Survey, Delft	A7					x			
14	KLM Aerocarto, Delft	A7					x			
15	MD Rijkswaterstaat, Delft	A7					x			
16	Katasterverwaltung, Den Haag	C8					x			
17	Institut Géographique Militaire, Direction de la Phototopographie, Bruxelles	A7	x				x			x
18	Institut für Photogrammetrie und Topographie der TH Karlsruhe	C8	x				x			
nombre des restitutions			7	4	8	5	5	3	5	4
restitutions avec stéréocomparateurs										
6	Institut für Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen der TH Hannover	PSK	x	x	x		x	x	x	x
12	International Training Centre for Aerial Survey, Delft	STK 1	x	x	x		x	x	x	x
19	Lehrstuhl für Vermessungswesen und Photogrammetrie der TH Stuttgart	1818								
nombre des restitutions			2	2	2	3	2	2	2	3

1) Les transformations ont été préparées pour ces mesures à l'aide d'un «Réducteur».

(English: sect. 3.1, p. 87 and sect. 3.3, p. 91)

TABLEAU 4 — Longueurs moyennes des distances *s* en »m sur le terrain (par groupes)
(par. 4.1, p. 27)

vol	groupe									
	1		2		3		4		5	
	<i>n</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>s</i>
1.1	20	104	20	400	9	114	20	434	20	110
1.2	20	116	20	425	14	136	18	424	20	115
1.3	20	123	20	464	11	133	19	412	20	119
1.4	20	94	20	391	14	116	17	405	20	104
1.5	20	137	20	451	18	133	17	429	20	132
1.6	20	155	20	489	8	194	17	504	20	141
1.7	16	187	19	492	14	155	19	475	20	168
1.8	20	102	20	420	15	124	18	455	20	106

Groupes 1 et 2 = distances presque horizontales, extrémités dans le même modèle
Groupes 3 et 4 = distances presque horizontales, extrémités dans différents modèles
Groupe 5 = distances inclinées, extrémités dans le même modèle
(English: sect. 4.1, p. 96)

TABLEAU 5 — Longueurs moyennes des distances *s* (par échelles image)
(par. 4.1, p. 28)

vols	échelles image	m sur le terrain		cm dans le cliché	
		groupes		groupes	
		1 3 5	2 4	1 3 5	2 4
1.1—1.4	1 : 8 000	115	420	1,5	5,3
1.5—1.8	1 : 12 000	145	462	1,2	3,9
1.1—1.8		130	440	1,3	4,6

(English: sect. 4.1, p. 96)

TABLEAU 6 — Liste des points et des distances (appareils analogiques)
(par. 4.3, p. 31)

resti- tu- tion	modèle	n_0	n_a	n_b	n_c	n_d	n_1	n_e	n_f	n_g	n_h	n_3	n_i	n_8	n_k	n_4	n_s	n_l	n_5	v_3
vol 1.1 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 75$)																				
3	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	3	—	237	—	—	—	15	222	—	74	—	74	—	—	—	—	98,7
4	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	—	—	240	—	—	—	15	225	—	75	—	75	—	—	—	—	100,0
7	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	4	—	236	—	—	—	15	221	2	73	—	73	—	—	—	—	98,2
8	1	255	—	—	—	255 ¹⁾	—	—	—	15	240	—	80	—	80	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	3	—	237 ¹⁾	—	—	—	15	222	—	74	—	74	—	—	—	—	98,7
10	1	255	6	—	—	261	—	—	—	21	240	—	80	2	82	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	—	—	240	—	—	—	25	225	—	75	—	75	—	—	—	—	100,0
17	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	—	—	240	—	3 ¹⁾	—	15	222	—	75 ⁶⁾	—	75 ⁶⁾	—	—	—	—	98,7
18	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	89	—	89	—	100,0
	2	240	—	—	—	240	—	—	—	15	225	—	75	—	75	—	—	—	—	100,0
vol 1.2 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
2	1	255	15	3	—	15	252	—	3	—	—	249	—	85	1	84	92	1	91	97,6
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
4	1	255	—	—	—	255	—	3	—	15	237	—	79	—	79	92	—	92	—	98,8
	2	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	—	—	—	—	100,0
5	1	255	15	—	—	15	255	—	3	—	—	252	—	84	1	85	92	2	90	98,8
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
9	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	92	1	91	—	100,0
	2	255	—	3	—	252	—	—	—	15	237	—	79	—	79	—	—	—	—	98,8
vol 1.3 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
2	1	255	15	—	—	15	255	—	3	—	—	252	—	84	1	85	90	1	89	98,8
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
3	1	255	—	—	—	255	3	—	—	15	237	—	79	1	80	90	3	87	—	98,8
	2	255	—	—	—	255	3	—	—	15	237	—	79	1	80	—	—	—	—	98,8
7	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	90	—	90	—	100,0
	2	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	—	—	—	—	100,0
8	1	255	9	—	—	264 ⁴⁾	—	—	—	24	240	—	80	—	80	90	4	86	—	100,0
	2	255	6	—	—	261 ⁴⁾	—	3	—	21	237	—	79	—	79	—	—	—	—	98,8
11	1	255	—	15	10	—	230	—	—	17	15	198	—	66	—	66	90	20	70	82,5
	2	255	—	6	4	—	245	—	—	5	15	225	—	75	—	75	—	—	—	93,7
14	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	270	0	270	—	100,0
	2	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	—	—	—	—	100,0
16	1	255	—	—	1	—	254	—	—	15	239	2	79	—	79	270	6 ¹⁾	264	—	99,6
	2	255	—	—	3 ¹⁾	—	252	—	—	15	237	6 ¹⁾	77	—	77	—	—	—	—	98,8
18	1	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	90	—	90	—	100,0
	2	255	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	—	—	—	—	100,0
vol 1.4 ($nv_1 = 75$; $nv_2 = 61$)																				
1	1	234	15	—	—	15	234	—	—	—	—	234	—	78	—	78	91	—	91	100,0
	2	198	15	—	—	15	198	—	—	—	—	198	—	66	—	66	—	—	—	100,0
9	1	234	—	3	—	—	231	—	—	15	216	—	72	—	72	91	1	90	—	98,6
	2	198	—	3	—	—	195	—	—	15	180	—	60	—	60	—	—	—	—	98,4
10	1	234	—	3	—	—	231	3	—	15	213	—	71	1	72	91	—	91	—	97,5
	2	198	—	—	—	—	198	—	—	15	183	—	61	—	61	—	—	—	—	100,0
13	1	234	—	—	3 ¹⁾	—	231	—	—	15	216	3 ¹⁾	71	—	71	273	17	256	—	98,6
	2	198	—	6 ¹⁾	4	—	188	—	—	15	173	5	56	—	56	—	—	—	—	94,5
17	1	234	—	—	—	—	234	—	—	15	219	—	73	—	73	91	—	91	—	100,0
	2	198	—	—	—	—	198	—	1	—	15	182	—	61 ⁷⁾	—	61 ⁷⁾	—	—	—	99,5

TABLEAU 6 (suite)

restitu- tion	modèle	n_0	n_a	n_b	n_c	n_d	n_1	n_e	n_f	n_g	n_h	n_3	n_i	n_5	n_k	n_4	n_s	n_l	n_5	v_3
vol 1.5 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
1	1	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	95	—	95	100,0
	2	255	15	3	—	15	252	—	—	—	—	252	—	84	—	84	—	—	—	98,8
4	1	255	—	3	—	—	252	—	—	—	15	237	—	79	—	79	95	1	94	98,8
	2	255	—	3	—	—	252	—	—	—	15	237	—	79	—	79	—	—	—	98,8
8	1	255	15	—	—	—	270 ⁴⁾	—	—	1	30 ⁵⁾	239	2 ⁸⁾	80 ⁷⁾	—	79	95	1	94	99,6
	2	255	21	5 ⁶⁾	—	—	271 ⁴⁾	—	1	—	34 ⁵⁾	236	2 ⁸⁾	79 ⁷⁾	—	78	—	—	—	98,3
10	1	255	—	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	95	—	95	100,0
	2	255	—	—	—	—	255	—	1	—	15	239	2	79	—	79	—	—	—	99,6
15	1	255	—	3	—	—	252	—	3	—	15	234	—	78	—	78	285	3	282	97,5
	2	255	—	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	—	—	—	100,0
vol 1.6 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
2	1	255	15	—	3	15	252	3	3	—	—	246	—	82	2	84	85	3	82	96,5
	2	255	15	—	—	15	255	—	6	—	—	249	—	83	2	85	—	—	—	97,6
4	1	255	—	12	6 ⁴⁾	—	237	—	—	—	15	222	—	74	—	74	85	5	80	92,5
	2	255	—	—	3 ⁴⁾	—	252	—	—	—	15	237	—	79	—	79	—	—	—	98,8
5	1	255	15	—	—	15	255	3	—	—	—	252	—	84	—	84	85	1	84	98,8
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
vol 1.7 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
1	1	255	15	3	—	15	252	—	—	—	—	252	—	84	—	84	88	1	87	98,8
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
2	1	255	15	—	3	15	252	—	—	—	—	252	—	84	—	84	88	1	87	98,8
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
8	1	255	18	4	—	—	269 ⁴⁾	—	1	—	33 ⁵⁾	235	1	78	—	78	88	—	88	97,9
	2	255	33	—	1	—	287 ⁴⁾	—	—	—	48 ⁵⁾	239	2 ⁸⁾	82 ⁷⁾	—	79	—	—	—	99,6
11	1	255	—	21	20	—	214	—	—	22	15	177	—	59	—	59	88	32	56	73,8
	2	255	—	45	10	—	200	—	—	20	15	165	—	55	1	56	—	—	—	68,8
16	1	255	—	5	3 ⁴⁾	—	247	—	1	—	15	231	6 ⁴⁾	75	—	75	264	16	248	96,2
	2	255	—	1	2	—	252	1	2	—	15	234	3 ⁴⁾	77	—	77	—	—	—	97,5
vol 1.8 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
1	1	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	93	—	93	100,0
	2	255	15	—	—	15	255	—	—	—	—	255	—	85	—	85	—	—	—	100,0
10	1	255	—	—	—	—	255	—	—	—	15	240	—	80	—	80	93	—	93	100,0
	2	255	—	—	—	—	255	—	3	—	15	237	—	79	—	79	—	—	—	98,8
15	1	255	—	—	1	—	254	—	3	—	15	236	2	78	—	78	279	4	275	98,3
	2	255	—	—	—	—	255	—	1	—	15	239	2	79	—	79	—	—	—	99,6
17	1	255	—	3	—	—	252	—	—	—	15	237	—	79	—	79	93	3	90	98,8
	2	255	—	—	—	—	255	3	1	—	15	236	—	79 ⁷⁾	—	79 ⁷⁾	—	—	—	98,3

TABLEAU 7 — Liste des points et des distances (stéréocomparateurs).
(par. 4.3, p. 53)

resti- tu- tion	modèle	n_0	n_a	n_b	n_c	n_d	n_1	n_e	n_f	n_g	n_h	n_3	n_i	n_8	n_k	n_4	n_s	n_l	n_5	v_3
vol 1.1 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 75$)																				
6	1	85	—	—	—	—	85	—	—	—	5	80	—	—	—	—	89	1	88	100
	2	80	—	1	—	—	79	—	—	—	5	74	—	—	—	—	—	—	—	98
12	1	85	—	—	—	—	85	—	1	—	5	79	—	—	—	—	89	1	88	98
	2	80	—	1	—	—	79	—	—	—	5	74	—	—	—	—	—	—	—	98
vol 1.2 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
6	1	85	—	6	—	—	79	—	—	—	5	74	—	—	—	—	92	6	86	92
	2	85	—	3	—	—	82	—	—	—	5	77	—	—	—	—	—	—	—	96
12	1	85	—	4	—	—	81	1	—	—	5	75	—	—	—	—	92	4	88	93
	2	85	—	—	—	—	85	—	—	—	5	80	—	—	—	—	—	—	—	100
vol 1.3 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
6	1	85	—	1	—	—	84	—	—	—	5	79	—	—	—	—	90	—	90	98
	2	85	—	—	—	—	85	—	—	—	5	80	—	—	—	—	—	—	—	100
12	1	85	—	3	—	—	82	—	—	—	5	77	—	—	—	—	90	2	88	96
	2	85	—	1	—	—	84	—	—	—	5	79	—	—	—	—	—	—	—	98
vol 1.4 ($nv_1 = 73$; $nv_2 = 61$)																				
6	1	78	—	—	—	—	78	—	—	—	5	73	—	—	—	—	91	2	89	100
	2	66	—	2	—	—	64	—	—	—	5	59	—	—	—	—	—	—	—	96
12	1	78	—	—	—	—	78	—	—	—	5	73	—	—	—	—	91	7	84	100
	2	66	—	4	—	—	62	—	—	—	5	57	—	—	—	—	—	—	—	93
19	1	234	—	—	—	—	234	—	4	—	15	215	8 ²⁾	73 ³⁾	—	69	91	—	91	98
	2	198	—	—	—	—	198	—	2	—	15	181	4 ²⁾	61 ⁴⁾	—	59	—	—	—	98

TABLEAU 7 (suite)

resti- tu- tion	modèle	n_0	n_a	n_b	n_c	n_d	n_1	n_e	n_f	n_g	n_h	n_3	n_i	n_8	n_k	n_4	n_s	n_l	n_5	v_3
vol 1.5 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
6	1	85	—	4	—	—	81	—	—	—	5	76	—	—	—	—	95	7	88	95,0
	2	85	—	6	—	—	79	—	—	—	5	74	—	—	—	—	—	—	—	92,5
12	1	85	—	3	—	—	82	—	—	—	5	77	—	—	—	—	95	2	93	96,2
	2	85	—	—	—	—	85	—	—	—	5	80	—	—	—	—	—	—	—	100,0
vol 1.6 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
6	1	85	—	8	—	—	77	—	—	3	5	69	—	—	—	—	85	16	69	86,2
	2	85	—	9	—	—	76	—	—	—	5	71	—	—	—	—	—	—	—	88,8
12	1	85	—	2	—	—	83	4	—	—	5	74	—	—	—	—	85	6	79	92,5
	2	85	—	—	—	—	85	1	—	—	5	79	—	—	—	—	—	—	—	98,8
vol 1.7 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
6	1	85	—	—	—	—	85	2	—	—	5	78	—	—	—	—	88	1	87	97,5
	2	85	—	—	—	—	85	—	—	—	5	80	—	—	—	—	—	—	—	100,0
12	1	85	—	4	—	—	81	—	—	—	5	76	—	—	—	—	88	7	81	95,0
	2	85	—	3	—	—	82	—	1	—	5	76	—	—	—	—	—	—	—	95,0
vol 1.8 ($nv_1 = 80$; $nv_2 = 80$)																				
6	1	85	—	2	—	—	83	—	—	—	5	78	—	—	—	—	93	6	87	97,5
	2	85	—	4	—	—	81	—	—	—	5	76	—	—	—	—	—	—	—	95,0
12	1	85	—	2	—	—	83	—	—	—	5	78	—	—	—	—	93	3	90	97,5
	2	85	—	1	—	—	84	—	—	—	5	79	—	—	—	—	—	—	—	98,8
19	1	255	—	3	—	—	252	—	6 ¹⁾	—	12	234	6 ¹⁾	79 ⁵⁾	—	76	93	8	85	96,3
	2	255	—	3	—	—	252	—	7	—	12	233	8 ²⁾	79 ³⁾	—	75	—	—	—	95,9

1) Les omissions se répartissent inégalement sur les trois modèles.

2) N'a été considéré que pour n_4 .

3) Pour 4 points, il n'existe que 2 mesures.

4) Pour 2 points, il n'existe que 2 mesures.

5) Pour 3 points, il n'existe que 2 mesures.

(English: sect. 4.3, p. 101)

TABLEAU 8 — Liste des points et des distances (résumé par vols)
(par. 4.3, p. 33)

vol	N	n ₀	n _a	n _b	n _c	n _d	n ₁	n _e	n _f	n _g	n _h	n ₃	n _i	n ₈	n _k	n ₄	n _s	n _l	n ₅	n ₃
(1) appareils analogiques avec restitution 11																				
1.1	7	3465	6	10	—	—	3461	—	3	—	216	3242	2	1081 ³⁾	2	1083 ³⁾	623	—	623	99,6
1.2	4	2040	60	6	—	60	2034	—	9	—	60	1965	—	655	2	657	368	4	364	99,2
1.3	8	4080	45	21	18	30	4056	6	6	22	225	3797	8	1263	3	1266	1780	34	1046	98,1
1.4	5	2160	30	12	10	30	2138	3	1	—	120	2014	8	669 ⁴⁾	1	670 ⁴⁾	637	18	619	98,7
1.5	5	2550	66	17	—	30	2569	—	5	1	154	2409	6 ¹⁾	803 ⁵⁾	—	801	665	5	660	99,1
1.6	3	1530	60	12	12	60	1506	6	9	—	30	1461	—	487	4	491	255	9	246	97,4
1.7	5	2550	111	79	39	60	2483	1	4	42	141	2295	12 ²⁾	762 ⁴⁾	—	762 ⁴⁾	616	30	566	93,3
1.8	4	2040	30	3	1	30	2036	3	8	—	90	1935	4	644 ⁴⁾	—	644 ⁴⁾	558	7	551	99,2
restitution 11																				
1.5	1	510	—	21	14	—	475	—	—	22	30	423	—	141	—	141	90	20	70	88,1
1.7	1	510	—	66	30	—	414	—	—	42	30	342	—	114	1	115	88	32	56	71,2
(2) stéréocomparateurs																				
1.1	2	330	—	2	—	—	328	—	1	—	20	307	—	—	—	—	178	2	176	99,0
1.2	2	340	—	13	—	—	320	1	—	—	20	306	—	—	—	—	184	10	174	95,6
1.3	2	340	—	5	—	—	335	—	—	—	20	315	—	—	—	—	180	2	178	98,4
1.4	3	720	—	6	—	—	714	—	6	—	50	658	—	—	—	—	273	9	264	98,2
												396	12 ⁶⁾	134 ⁷⁾		128				
1.5	2	340	—	13	—	—	327	—	—	—	20	307	—	—	—	—	190	9	181	95,9
1.6	2	340	—	19	—	—	321	5	—	3	20	293	—	—	—	—	170	22	148	91,6
1.7	2	340	—	7	—	—	333	2	1	—	20	310	—	—	—	—	176	8	168	96,9
1.8	3	850	—	15	—	—	835	—	13	—	44	778	—	—	—	—	279	17	262	96,5
												467	14 ⁸⁾	158 ⁸⁾		151				

- 1) 4 points n'ont été considérés que pour n_4 .
- 2) 2 points n'ont été considérés que pour n_4 .
- 3) Pour 3 points, il n'existe que 2 mesures.
- 4) Pour 1 point, il n'existe que 2 mesures.
- 5) Pour 2 points, il n'existe que 2 mesures.
- 6) N'a été considéré que pour n_4 .
- 7) Pour 6 points, il n'existe que 2 mesures.
- 8) Pour 7 points, il n'existe que 2 mesures.

(English: sect. 4.3, p. 101)

TABLEAU 9 — Omissions de points et de distances en %
(par. 4.3, p. 34)

échelle image	appareils de restitution	points			distances		
		total n_0	omissions		total n_s	omissions	
			n_b, n_c, n_e n_f, n_g, n_i	%		n_l	%
1 : 8 000	appareils analog.	11 745	145	1,3	2 708	56	2,1
	appareils analog. ¹⁾	11 235	88	0,8	2 618	36	1,4
	comparateurs	1 730	34	2,0	815	23	2,8
1 : 12 000	appareils analog.	8 670	264	3,1	2 094	71	3,4
	appareils analog. ¹⁾	8 160	126	1,5	2 006	39	2,0
	comparateurs	1 870	78	4,2	815	56	7,0
total	appareils analog.	20 415	409	2,0	4 802	127	2,7
	appareils analog. ¹⁾	19 395	214	1,1	4 624	75	1,6
	comparateurs	3 600	112	3,1	1 630	79	4,8

t) Sans la restitution 11.

(English: sect. 4.3, p. 101)

TABLEAU 10 — Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (appareils analogiques).
Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures en μ dans le cliqué
(par 5.1, p. 35)

M 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2			réduction			$\frac{m_b}{m_m}$	unité de mesure pour z	unité de lecture pour z ¹⁾
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	x	y	z
1.1	3	255	3,1	3,6	6,5	237	3,5	3,1	10,8	492	3,3	3,4	8,6	—	—	—
	4 ²⁾	255	2,8	2,4	5,9	240	2,6	2,5	5,4	495	2,7	2,4	5,6	—	×	×
	7	255	3,6	3,9	8,8	236	2,8	3,3	7,3	491	3,2	3,6	8,0	—	—	—
	8	85	1,8	3,0	4,5	79	2,1	2,8	3,8	164	2,0	2,9	4,1	—	—	—
	10	261	2,5	2,0	7,1	240	2,6	2,5	7,9	501	2,6	2,3	7,5	×	×	×
1.2	17	255	1,6	2,4	6,6	240	2,6	3,3	5,6	495	2,1	2,9	6,1	—	—	—
	18 ³⁾	255	3,8	5,9	14,1	240	4,1	5,3	10,4	495	4,0	5,6	12,3	—	—	—
		1621	2,7	3,3	7,6	1512	2,9	3,3	7,3	3133	2,8	3,3	7,5	—	—	—
	2	252	3,1	3,6	6,6	253	2,6	3,6	7,1	507	2,8	3,6	6,9	×	×	×
	4 ²⁾	255	2,8	3,1	5,1	255	3,1	3,4	4,5	510	3,0	3,3	4,8	×	×	×
1.3	5 ³⁾	255	4,4	5,6	8,0	255	4,3	5,5	9,9	510	4,4	5,6	9,0	×	×	×
	9	255	3,4	3,1	4,6	252	3,6	3,4	4,6	507	3,5	3,3	4,6	×	×	×
		1017	3,4	3,9	6,1	1017	3,4	4,0	6,5	2034	3,4	4,0	6,3	—	—	—
	2	253	3,0	3,1	7,1	253	2,9	3,1	5,4	510	3,0	3,1	6,2	×	×	×
	3	255	4,4	4,1	9,9	255	3,9	3,5	9,6	510	4,1	3,8	9,7	—	—	—
	7	255	3,0	4,4	8,1	255	3,1	3,8	7,4	510	3,1	4,1	7,7	—	—	—
	8	88	2,6	3,4	5,2	87	2,6	3,1	4,7	175	2,6	3,3	5,0	—	—	—
	11 ²⁾	230	8,4	11,6	22,8	245	12,5	14,5	20,8	475	10,5	13,1	21,8	×	×	×
	14	255	2,6	3,0	6,4	255	3,0	4,4	7,0	510	2,8	3,7	6,7	—	—	—
	16	254	4,1	6,5	8,1	252	5,3	6,6	10,0	506	4,7	6,5	9,0	—	—	—
1.4	18	255	4,3	5,2	8,0	255	4,1	5,0	7,2	510	4,2	5,1	7,6	—	—	—
		1617	3,4	4,2	7,5	1614	3,6	4,2	7,3	3231	3,5	4,2	7,4	—	—	—
	1	234	3,1	3,4	7,3	198	3,1	3,5	7,0	432	3,1	3,5	7,1	×	×	×
	9	231	3,3	2,4	5,3	195	2,9	2,6	4,9	426	3,1	2,5	5,1	×	×	×
	10	231	1,8	2,1	5,0	198	2,0	1,8	5,0	429	1,9	2,0	5,0	×	×	×
	13	231	1,8	3,3	5,3	188	2,0	3,3	6,0	419	1,9	3,3	5,6	—	—	—
	17	234	1,5	1,6	3,0	198	1,6	2,2	3,6	432	1,6	1,9	3,3	—	—	—
														—	—	—
														—	—	—
														—	—	—

TABLEAU 10 (suite)

M 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2			réduction			$\frac{m_b}{m_m}$	unité de mesure pour z	unité de lecture pour z ¹⁾
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	x	y	z
1.5	1	255	3,2	3,6	10,2	252	4,0	4,2	11,1	507	3,6	3,9	10,7	×	×	×
	4 ²⁾	252	3,3	3,4	6,7	252	2,8	2,9	6,4	504	3,0	3,2	6,6	×	×	×
	8	90	2,3	2,7	5,7	90	2,3	2,4	5,3	180	2,3	2,5	5,5	—	—	—
	10	255	3,7	2,5	8,3	255	3,5	2,8	8,1	510	3,6	2,7	8,2	×	×	×
	15	252	3,3	3,4	5,3	255	3,2	4,2	5,1	507	3,3	3,8	5,2	—	—	—
1.6		1104	3,2	3,1	7,2	1104	3,2	3,3	7,2	2208	3,2	3,2	7,2	—	—	—
	2	252	3,5	3,9	6,4	255	2,8	2,8	4,8	507	3,2	3,4	5,6	—	×	×
	4 ²⁾	237	3,8	4,2	6,0	252	3,8	4,8	8,7	489	3,8	4,5	7,4	×	×	×
	5 ³⁾	255	4,5	5,3	9,4	255	4,4	5,0	6,9	510	4,5	5,2	8,2	—	—	—
		744	3,9	4,5	7,5	762	3,7	4,2	6,8	1506	3,8	4,4	7,1	—	—	—
1.7	1	252	2,7	3,7	8,8	255	2,7	3,5	9,3	507	2,7	3,6	9,0	×	×	×
	2	252	2,7	3,3	5,8	255	2,5	2,5	4,7	507	2,6	2,9	5,3	×	×	×
	8	91	3,1	3,2	6,1	95	2,7	2,9	4,7	186	2,9	3,1	5,4	—	—	—
	11 ²⁾	214	7,0	6,1	14,4	200	6,3	9,3	20,2	414	6,7	7,7	17,3	×	×	×
	16	247	5,2	5,7	9,4	252	4,6	6,5	12,5	499	4,9	6,1	11,0	—	—	—
1.8		842	3,4	4,0	7,5	857	3,1	3,9	7,8	1699	3,3	3,9	7,7	—	—	—
	1	255	3,2	4,3	8,5	255	3,1	3,9	6,9	510	3,2	4,1	7,6	×	×	×
	10	255	1,5	1,7	3,9	255	1,8	2,4	4,4	510	1,7	2,1	4,2	×	×	×
	15	254	2,2	2,4	3,9	255	3,3	2,8	3,9	509	2,7	2,6	3,9	—	—	—
	17	252	1,5	1,7	3,2	255	1,6	1,9	2,8	507	1,6	1,8	3,0	—	—	—
		1016	2,1	2,5	4,8	1020	2,5	2,8	4,5	2036	2,3	2,7	4,7	—	—	—
														—	—	—

1) Unité de lecture des altitudes z en μ , transformée à l'échelle des prises de vues.

2) Le premier et le deuxième passages ont été mesurés par deux différents opérateurs.

3) Le premier et le deuxième modèle ont été mesurés par deux différents opérateurs.

4) Dernier chiffre «centimètres».

5) Sans la restitution 11.

6) Dernier chiffre «2 centimètres».

TABLEAU 11 — Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (stéréocomparateur)
 Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures en « μ dans le cliché»
 (par. 5.1, p. 36)

M 02

vol	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2		
	n	m _x	m _y	n	m _x	m _y	n	m _x	m _y
restitution 6									
1.1	85	1,8	1,2	79	1,5	1,5	164	1,6	1,4
1.2	79	1,8	1,5	82	1,5	1,2	161	1,6	1,4
1.3	84	1,4	1,2	85	1,2	1,2	169	1,3	1,2
1.4	78	1,2	1,2	64	1,2	1,2	142	1,2	1,2
1.5	81	1,5	1,5	79	1,6	1,7	160	1,6	1,6
1.6	77	1,6	1,8	76	1,6	1,7	153	1,6	1,8
1.7	85	1,3	1,5	85	1,5	1,6	170	1,4	1,6
1.8	83	1,2	1,2	81	1,2	1,5	164	1,2	1,3
restitution 19									
1.4	78	2,3	2,4	66	2,1	2,5	144	2,2	2,4
1.8	84	2,4	2,0	84	2,2	2,2	168	2,3	2,1
vol	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2		
	n	m _{px}	m _{py}	n	m _{px}	m _{py}	n	m _{px}	m _{py}
restitution 19									
1.4	78	3,8	3,4	66	4,3	3,3	144	4,0	3,3
1.8	84	3,8	2,7	84	4,5	3,2	168	4,1	2,9

(English: sect. 5.1, p. 103)

TABLEAU 12 — Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (appareils analogiques)
 Résumé par vols
 (par. 5.1, p. 36)

M 03

vol	N	n	v_m	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_z	m_y
				μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain			‰ h _g		$\frac{m_z}{m_x}$		
sans la restitution 11																	
1.1	7	3133	2,10	3,1	7,5	2,8	6,5	15,6	5,9	2,5	6,0	0,038	1,15				
1.2	4	2054	2,03	3,7	6,3	4,4	7,5	12,9	9,0	3,0	5,1	0,042	1,14				
1.3	7	3231	2,06	3,9	7,4	3,9	8,0	15,2	7,8	3,2	6,0	0,037	1,15				
1.4	5	2138	3,47	2,5	5,2	3,0	8,4	17,7	10,1	2,0	4,2	0,052	1,15				
1.5	5	2208	2,16	3,2	7,2	2,7	6,8	15,9	5,7	4,0	8,7	0,036	1,03				
1.6	3	1506	2,27	4,1	7,1	4,3	9,2	15,9	9,6	4,9	8,5	0,047	1,14				
1.7	4	1699	2,29	3,6	7,7	3,7	8,2	17,3	8,3	4,6	9,3	0,039	1,20				
1.8	4	2036	3,25	2,5	4,7	2,8	7,6	14,3	8,6	3,0	5,6	0,047	1,15				
restitution 11																	
1.3	1	475	1,60	11,8	21,8	11,3	18,9	35,0	17,8	9,5	17,5	0,109	1,25				
1.7	1	414	2,00	7,2	17,3	8,3	14,5	34,6	16,6	8,7	20,8	0,087	1,16				

(English: sect. 5.1, p. 103)

$$dy = x_f - x_l$$

$$\sigma_d^2 = 2 \sigma_x^2$$

$$\Delta_{\text{moy}} = \frac{1}{2}(x_f + x_l)$$

$$\sigma_{\Delta}^2 = \frac{1}{2} \sigma_x^2$$

$$\sigma_{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sigma_x = \frac{1}{2} \sigma_x^2$$

$$\sigma_{x_{\text{single}}} = \sqrt{2} \cdot \sigma_{\Delta}$$

$$\sigma_{\text{single}} =$$

TABLEAU 13 — Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (appareils analogiques)
Erreurs moyennes de mise en place en « μ » dans le cliché
(par 5.2, p. 36)

E 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2		
		m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z
1.1	3	12,4	5,3	35,6	13,9	19,2	20,7	13,2	12,3	28,1
	4	16,9	14,0	31,0	18,4	11,0	20,4	17,6	12,5	25,7
	7 ¹⁾	11,8	17,5	20,9	16,4	15,1	29,8	14,1	16,5	25,4
	8	10,0	8,5	45,9	15,8	17,0	56,4	12,9	12,8	51,2
	10	5,9	12,2	14,6	15,2	15,8	38,6	10,5	14,0	26,6
	17	15,3	16,9	19,3	27,2	38,6	30,5	21,3	27,7	24,9
	18 ¹⁾	12,4	17,8	15,4	10,0	12,0	20,4	11,2	14,9	17,9
1.2		12,1	13,2	26,1	16,7	18,4	31,0	14,4	15,8	28,5
	2	9,9	10,3	20,5	10,4	11,3	33,5	10,2	10,8	27,0
	4	9,5	13,6	31,5	13,9	12,7	53,0	11,7	13,2	42,3
	5	11,6	18,5	7,6	8,3	12,8	18,5	9,9	15,7	13,0
	9	7,9	15,2	58,8	7,6	11,6	42,5	7,8	13,4	50,7
		9,7	14,4	29,6	10,1	12,1	36,9	9,9	13,3	33,3
1.3	2	19,5	17,4	8,7	19,2	13,9	4,1	19,3	15,7	6,4
	3	18,9	19,2	19,8	17,4	23,8	15,2	18,2	21,5	17,5
	7 ¹⁾	16,1	22,9	14,0	17,6	16,9	23,7	16,8	19,9	18,8
	8	16,4	31,2	35,9	15,0	22,6	18,9	15,7	26,9	27,4
	11	13,6	10,0	45,9	13,3	16,2	35,5	13,4	13,1	40,7
	14	19,9	18,6	68,4	25,6	30,6	77,2	22,8	24,6	72,8
	16	17,7	20,9	17,5	14,3	22,1	23,9	16,0	21,5	20,7
	18 ¹⁾	17,5	21,4	19,2	25,6	15,2	8,5	21,6	18,3	13,8
		17,5	20,2	28,7	18,5	20,2	25,9	18,0	20,2	27,3
1.4	1 ²⁾	5,1	12,9	18,8	6,6	11,0	18,6	5,9	12,0	18,7
	9	6,4	4,9	7,1	7,4	5,9	4,8	6,9	5,4	6,0
	10	7,9	8,5	5,6	15,6	12,4	4,6	11,7	10,5	5,1
	13	9,8	10,2	6,1	5,6	11,5	6,3	7,7	10,8	6,2
	17	7,0	7,7	8,3	9,9	9,4	7,5	8,5	8,5	7,9
		7,2	8,8	9,2	9,0	10,0	8,4	8,1	9,4	8,8

TABLEAU 13 (suite)

E 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2		
		m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z
1.5	1	19,4	16,8	4,3	22,2	9,6	13,8	20,8	13,2	9,0
	4	16,5	14,3	21,8	14,6	15,8	23,9	15,5	15,1	22,8
	8 ³⁾	13,9	9,6	20,4	10,0	9,6	27,8	12,0	9,6	24,1
	10	9,1	17,4	8,1	12,3	9,9	2,5	10,7	13,7	5,3
	15	15,6	12,9	13,1	5,9	11,6	20,0	10,8	12,2	16,6
		14,9	14,2	13,5	13,0	11,3	17,6	14,0	12,8	15,6
1.6	2	8,5	9,4	21,0	9,7	5,8	25,1	9,1	7,6	23,0
	4	13,8	14,6	45,1	11,8	12,0	44,0	12,8	13,3	44,5
	5	20,4	11,5	12,5	9,1	12,4	7,6	14,8	11,9	10,0
		14,2	11,8	26,2	10,2	10,1	25,6	12,2	11,0	25,9
1.7	1	15,6	14,8	46,2	11,3	12,6	37,3	13,5	13,7	41,8
	2	10,4	9,7	4,0	9,7	9,4	3,8	10,0	9,5	3,9
	8	12,4	12,4	33,6	10,2	14,9	16,4	11,3	13,6	25,0
	11	6,9	5,8	37,1	11,8	13,0	14,0	9,4	9,4	25,6
	16	14,1	12,0	24,9	12,6	11,7	32,7	13,4	11,8	28,8
		11,9	10,9	29,2	11,1	12,3	20,8	11,5	11,6	25,0
1.8	1 ²⁾	4,4	6,2	29,6	10,7	11,1	19,0	7,5	8,6	24,3
	10	14,2	11,6	3,9	10,8	8,3	6,4	12,5	10,0	5,2
	15	18,4	20,7	15,6	4,8	6,2	7,4	11,6	13,4	11,5
	17	7,0	11,1	10,4	4,6	10,9	5,7	5,8	11,0	8,0
		11,0	12,4	14,9	7,7	9,1	9,6	9,3	10,7	12,2

1) Les altitudes mesurées ont subi une translation parallèle lors de l'adaptation à l'aide des points de contrôle.

2) Transformations à l'aide du «Réducteur».

3) Au lieu du point de contrôle 314, on a utilisé le point 308.

(English: sect. 5.2, p. 104)

TABLEAU 14 — Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Erreurs moyennes de mise en place en « μ dans le cliché»
(par. 5.2, p. 37)

E 02

vol	resti- tu- tion	modèle 1			modèle 2			modèle 1 et 2		
		m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z	m_x	m_y	m_z
1.1	6	7,8	11,8	30,1	14,6	14,4	29,6	11,2	13,1	29,9
	12	12,4	12,8	37,0	10,4	9,2	36,9	11,4	11,0	37,0
		10,1	12,3	33,5	12,5	11,8	33,3	11,3	12,1	33,4
1.2	6	10,6	12,0	48,0	6,1	5,8	24,0	8,4	8,9	36,0
	12 ¹⁾	3,8	9,3	50,4	11,9	7,9	27,9	7,8	8,6	39,1
		7,2	10,6	49,2	9,0	6,9	26,0	8,1	8,7	37,6
1.3	6	8,3	12,9	28,6	14,8	19,5	52,5	11,5	16,2	40,6
	12	12,6	12,0	9,8	12,4	15,9	41,8	12,5	13,9	25,8
		10,4	12,4	19,2	13,6	17,7	47,1	12,0	15,1	33,2
1.4	6	6,3	6,9	3,9	3,9	6,1	2,3	5,1	6,5	3,1
	12	7,3	9,9	11,5	7,0	9,8	16,4	7,1	9,8	13,9
	19	6,4	4,0	6,3	6,9	6,4	9,1	6,6	5,2	7,7
		6,7	6,9	7,2	5,9	7,4	9,3	6,3	7,2	8,2
1.5	6	6,8	17,9	13,1	2,2	4,2	5,5	4,5	11,0	9,3
	12	11,0	12,8	25,2	7,5	6,9	11,7	9,2	9,8	18,4
		8,9	15,3	19,1	4,8	5,5	8,6	6,8	10,4	13,9
1.6	6	10,7	12,1	26,0	11,1	8,1	37,3	10,9	10,1	31,6
	12	4,3	9,3	17,5	55,0	41,7	87,5	29,6	25,5	52,5
		7,5	10,7	21,8	33,0	24,9	62,4	20,2	17,8	42,1
1.7	6	7,8	7,0	19,1	5,2	3,0	14,9	6,5	5,0	17,0
	12	14,5	14,7	25,2	10,5	10,6	16,2	12,5	12,6	20,7
		11,2	10,8	22,1	7,8	6,8	15,5	9,5	8,8	18,8
1.8	6	7,4	5,9	9,0	6,8	3,6	8,2	7,1	4,8	8,6
	12	8,9	9,5	10,4	2,4	2,6	7,3	5,6	6,0	8,8
	19	5,5	7,2	6,3	3,7	3,2	5,3	4,6	5,2	5,8
		7,3	7,5	8,6	4,3	3,1	6,9	5,8	5,3	7,7

1) Au lieu du point de contrôle 536, on a utilisé le point 469 dans le modèle 1.

(English: sect. 5.2, p. 104)

TABLEAU 15 — Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul.
Résumé par vols
(par. 5.2, p. 37)

E 03

vol	N	σ_m	m_k	m_z	m_{pz}	m_k	m_z	m_{pz}	m_k	m_x	m_z	$\frac{m_y}{m_x}$
			μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain		% h_g	$\frac{m_y}{m_x}$
(1) appareils analogiques												
1.1	7	2,10	15,1	28,5	11,0	31,6	60,7	23,5	12,1	22,8	0,143	1,10
1.2	4	2,03	11,6	33,3	23,0	23,5	68,2	47,2	9,3	26,6	0,222	1,33
1.3	8	2,00	19,1	27,3	13,9	38,5	53,8	27,4	15,3	21,8	0,137	1,12
1.4	5	3,47	8,8	8,8	5,0	31,2	28,6	16,3	7,0	7,0	0,088	1,15
1.5	5	2,16	13,4	15,6	5,7	29,2	34,3	12,5	16,0	18,7	0,078	0,91
1.6	3	2,27	11,6	25,9	15,4	26,0	60,7	36,1	13,9	31,0	0,172	0,90
1.7	5	2,23	11,6	25,0	12,0	25,7	55,1	26,4	13,9	30,0	0,125	1,00
1.8	4	3,25	10,0	12,2	7,4	32,8	35,8	21,9	12,1	14,6	0,122	1,16
(2) stéréocomparateurs												
1.1	2	—	11,7	33,4	12,8	—	—	—	9,3	26,7	0,167	1,07
1.2	2	—	8,4	37,6	26,4	—	—	—	6,7	30,0	0,250	1,08
1.3	2	—	13,5	33,2	16,8	—	—	—	10,8	26,5	0,165	1,26
1.4	3	—	6,7	8,2	4,7	—	—	—	5,4	6,6	0,082	1,14
1.5	2	—	8,6	13,9	5,0	—	—	—	10,4	16,6	0,069	1,52
1.6	2	—	19,0	42,1	25,9	—	—	—	22,8	50,5	0,280	0,88
1.7	2	—	9,2	18,8	9,0	—	—	—	11,0	22,6	0,094	0,93
1.8	3	—	5,6	7,7	4,7	—	—	—	6,7	9,3	0,077	0,91
sans le modèle 1.62 de la restitution 12												
1.6	2	—	9,3	26,9	15,8	—	—	—	11,1	32,3	0,179	1,13

(English: sect. 5.2, p. 104)

TABLEAU 16 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (appareils analogiques)
Erreurs moyennes absolues en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur,
de points à l'extérieur, et de points au bord
(par 5.3, p. 37)

vol	resti- tu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.1	3	240	8,5	11,6	26,0	219	10,0	14,1	22,9	459	9,2	12,8	24,5
	4	240	9,4	10,9	32,8	222	10,5	8,8	28,1	462	9,9	9,9	30,5
	7	240	9,4	12,5	20,1	220	12,5	13,8	36,3	460	10,9	13,1	27,8
	8	240	8,1	11,5	29,1	219	11,5	11,0	27,8	459	9,7	11,3	28,5
	10	240	5,6	11,2	20,4	222	8,2	10,4	17,0	462	6,8	10,8	18,8
	17	240	8,2	8,1	25,4	219	14,3	23,4	24,1	459	11,1	15,4	24,8
1.2	18	240	10,0	16,8	36,9	222	11,6	13,0	25,0	462	10,8	15,0	31,2
		1680	8,5	11,8	27,2	1543	11,2	13,5	25,9	3223	9,8	12,6	26,6
	2	246	11,2	12,1	30,5	255	8,0	11,0	27,6	501	9,6	11,5	29,1
	4	234	11,2	14,0	36,9	240	11,1	14,6	35,4	474	11,1	14,3	36,1
	5	249	11,0	14,2	25,9	255	11,1	12,8	22,5	504	11,1	13,5	24,2
	9	237	10,0	12,2	44,9	237	9,1	13,0	28,8	474	9,5	12,6	36,9
1.3		966	10,9	13,1	34,6	987	9,9	12,9	28,6	1953	10,4	13,0	31,6
	2	249	18,4	13,8	20,4	249	15,6	13,9	15,4	498	17,0	13,8	17,9
	3	234	14,4	14,1	28,5	231	15,3	15,3	28,5	465	14,8	14,7	28,5
	7	237	23,1	14,4	28,6	234	19,1	17,5	29,8	471	21,1	16,0	29,2
	8	237	18,5	17,5	28,8	231	15,5	19,4	19,0	468	17,0	18,4	24,0
	11	195	19,0	12,8	31,6	219	12,3	16,5	27,9	414	15,4	14,8	29,6
1.4	14	237	15,3	15,5	37,3	234	17,5	20,9	31,8	471	16,4	18,2	34,5
	16	236	14,9	18,5	26,5	231	16,6	19,5	26,5	467	15,8	19,0	26,5
	18	237	25,3	18,0	30,8	234	22,6	19,5	25,8	471	24,0	18,8	28,3
		1862	18,6	15,5	29,0	1863	16,8	17,8	25,6	3725	17,7	16,7	27,3
	1 ¹⁾	234	9,1	11,3	23,0	195	8,5	8,5	26,1	429	8,9	9,8	24,6
	9	216	6,6	8,1	16,9	177	5,1	5,8	14,1	393	6,0	7,0	15,6
	10	213	5,5	9,4	14,4	180	8,4	10,6	15,4	393	6,9	10,0	14,9
	13	216	6,6	10,3	16,1	171	7,0	12,6	23,5	387	6,8	11,2	19,4
	17	219	5,8	6,9	10,9	179	6,0	7,9	13,4	398	5,9	7,4	12,0
		1098	6,8	9,1	16,3	902	7,0	9,0	18,5	2000	6,9	9,1	17,3

TABLEAU 16 (suite)

A 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.5	1	249	11,7	9,8	25,7	246	14,5	17,6	32,2	495	13,0	13,7	28,9
	4	234	14,6	17,0	31,9	231	11,8	16,8	30,0	465	13,2	16,9	31,0
	8	233	11,0	8,8	23,8	230	8,2	10,3	23,3	463	9,6	9,5	23,6
	10	234	9,2	10,3	22,7	233	10,1	9,6	14,5	467	9,6	9,9	18,6
	15	231	8,5	9,6	27,0	234	9,8	13,2	21,5	465	9,2	11,4	24,2
1.6		1181	11,0	11,1	26,2	1174	10,8	13,4	24,3	2355	10,9	12,3	25,2
	2	246	10,9	13,8	27,3	246	10,6	8,2	23,3	492	10,8	11,0	25,3
	4	222	12,3	18,4	37,8	234	13,3	16,2	35,1	456	12,8	17,3	36,4
	5	252	14,5	15,2	26,7	252	11,8	15,1	28,1	504	13,2	15,2	27,2
		720	12,6	15,8	30,6	732	11,9	13,2	28,8	1452	12,3	14,5	29,7
1.7	1	252	10,8	13,7	31,9	252	11,9	10,7	23,4	504	11,3	12,2	27,7
	2	249	12,4	11,1	18,2	252	11,6	10,3	17,2	501	12,0	10,7	17,7
	8	235	9,9	13,5	21,5	236	13,5	15,9	21,5	471	11,7	14,7	21,5
	11	177	11,2	10,2	22,0	162	10,3	12,4	23,8	339	10,8	11,3	22,9
	16	231	12,7	16,8	25,9	231	11,3	13,2	27,2	462	12,0	15,0	26,5
1.8		1144	11,4	13,1	23,9	1133	11,7	12,5	22,6	2277	11,6	12,8	23,3
	1 ¹⁾	249	8,2	7,5	20,3	246	9,8	14,2	17,8	495	9,0	10,8	19,0
	10	234	6,8	9,1	10,7	228	5,8	7,1	11,8	462	6,3	8,1	11,3
	15	230	9,1	15,5	11,7	230	5,7	9,8	10,5	460	7,4	12,7	11,1
	17	231	5,2	6,0	10,6	227	5,7	8,1	15,6	458	5,4	7,1	13,1
		944	7,3	9,5	13,3	931	6,7	9,8	13,9	1875	7,0	9,7	13,6

1) Transformations à l'aide du «Réducteur».

(English: sect. 5.3, p. 105)

TABLEAU 17 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Erreurs moyennes absolues en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur,
de points à l'extérieur, et de points au bord
(par. 5.3, p. 37)

A 02

vol	restitu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.1	6 12	89	5,6	5,6	16,5	74	6,2	6,4	16,0	154	5,9	6,0	16,2
		79	6,4	6,6	26,2	74	6,4	6,6	20,6	153	6,4	6,6	23,4
1.2	6 12	159	6,0	6,1	21,4	148	6,3	6,5	18,3	307	6,2	6,3	19,8
		74	8,2	11,2	42,1	77	6,2	10,0	23,8	151	7,2	10,6	32,8
		75	8,6	17,1	42,6	80	9,2	13,1	26,6	155	9,0	15,0	34,4
1.3	6 12	149	8,4	14,2	42,4	157	7,7	11,6	25,2	306	8,1	12,8	33,6
		79	11,1	7,6	17,8	78	10,4	11,4	19,2	157	10,8	9,5	18,5
		76	7,4	8,0	15,9	77	10,4	10,0	18,1	153	8,9	9,0	17,0
1.4	6 12 19	155	9,3	7,8	16,9	155	10,4	10,7	18,6	310	9,9	9,2	17,8
		73	4,2	5,5	11,0	59	4,0	5,1	14,1	132	4,1	5,4	12,4
		73	6,4	8,5	11,1	56	7,2	7,5	19,9	129	6,8	8,1	14,9
1.5	6 12	215	7,6	7,1	12,9	178	7,4	6,6	15,0	393	7,5	6,9	13,9
		361	6,1	7,1	11,7	293	6,2	6,4	16,3	654	6,1	6,8	13,7
		75	6,3	7,7	23,7	72	4,3	5,9	19,8	147	5,3	6,8	21,7
1.6	6 12	75	6,5	10,5	29,7	78	7,7	7,1	20,2	153	7,1	8,8	24,9
		150	6,4	9,1	26,7	150	6,0	6,5	20,0	300	6,2	7,8	23,3
		69	6,9	11,5	20,9	71	8,7	10,5	31,1	140	7,8	11,0	26,1
1.7	6 12	74	9,2	15,2	21,7	78	31,2	29,2	65,8	152	20,5	22,4	44,3
		143	8,1	13,4	21,3	149	20,5	20,3	49,3	292	14,4	16,9	35,6
		77	6,2	6,3	12,9	79	6,1	7,2	22,2	156	6,1	6,8	17,6
1.8	6 12 19	76	8,5	12,2	25,3	75	8,2	6,2	17,7	151	8,3	9,2	21,5
		153	7,3	9,2	19,1	154	7,1	6,7	20,0	307	7,2	8,0	19,6
		77	4,5	7,2	12,0	75	4,5	5,2	11,5	152	4,5	6,2	11,7
	12 19	76	5,1	7,2	15,6	76	5,5	6,7	9,7	152	5,3	7,0	12,7
		231	5,1	7,0	9,2	227	5,6	7,9	11,0	458	5,3	7,4	10,1
		384	4,9	7,1	12,3	378	5,2	6,6	10,7	762	5,0	6,9	11,5

(English: sect. 5.3, p. 105)

TABLEAU 18 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul.
Résumé par vols
(par. 5.3, p. 37)

A 03

vol	N	n	v_m	m_k	m_z	m_{pz}	m_k	m_z	m_{pz}	m_k	m_z	m_z	$\frac{m_y}{m_x}$
μ dans le cliché μ dans le modèle cm sur le terrain $\% h_g$													
(1) appareils analogiques													
1.1	7	3223	2,10	11,2	26,6	10,2	23,4	55,6	21,2	9,0	21,2	0,132	1,29
1.2	4	1953	2,03	11,7	31,6	22,1	23,7	64,0	44,8	9,4	25,1	0,210	1,25
1.3	8	3725	2,00	17,2	27,3	13,9	34,6	54,3	27,7	13,8	21,8	0,136	0,95
1.4	5	2000	3,47	8,0	17,3	9,9	27,7	58,5	33,3	6,4	13,8	0,173	1,32
1.5	5	2355	2,16	11,6	25,2	9,1	25,4	55,3	19,9	13,9	30,3	0,127	1,12
1.6	3	1452	2,27	13,4	29,7	17,8	30,2	66,9	40,1	16,0	35,6	0,198	1,18
1.7	5	1277	2,23	12,2	23,3	11,2	27,5	51,6	24,7	14,6	27,8	0,116	1,10
1.8	4	1875	3,25	8,4	13,6	8,2	26,2	42,9	25,7	10,0	16,3	0,136	1,39
(2) stéréocomparateurs													
1.1	2	307	—	6,2	19,8	7,5	—	—	—	5,0	15,9	0,099	1,02
1.2	2	306	—	10,4	33,6	23,5	—	—	—	8,4	26,9	0,224	1,58
1.3	2	310	—	9,6	17,8	9,1	—	—	—	7,6	14,2	0,089	0,93
1.4	3	654	—	6,5	13,7	7,8	—	—	—	5,2	10,8	0,137	1,11
1.5	2	300	—	7,0	23,3	8,4	—	—	—	8,4	28,0	0,117	1,26
1.6	2	292	—	15,6	35,6	21,4	—	—	—	18,8	42,7	0,237	1,17
1.7	2	307	—	7,6	19,6	9,4	—	—	—	9,1	23,5	0,098	1,11
1.8	3	762	—	6,0	11,5	7,0	—	—	—	7,2	13,8	0,115	1,37
sans le modèle 1.62 de la restitution 12													
1.6	2	214	—	10,4	24,6	14,7	—	—	—	12,5	29,5	0,163	1,50

(English: sect. 5.3, p. 105)

TABLEAU 19 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (appareils analogiques)
Erreurs moyennes absolues en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 5.3, p. 38)

vol	resti- tu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.1	3	279	8,2	10,6	22,6	117	11,4	15,2	26,6	63	10,0	17,5	29,1
	4	279	9,1	8,2	28,4	120	11,8	11,4	33,1	63	10,3	13,9	34,0
	7	279	9,3	10,5	23,1	120	13,8	17,9	35,0	61	12,5	15,4	35,2
	8	279	7,7	9,0	29,1	117	12,9	12,9	26,5	63	10,1	15,8	25,9
	10	279	5,1	9,1	19,5	117	9,6	12,5	14,9	66	9,6	15,1	22,2
	17	277	8,6	13,1	23,0	120	15,9	19,9	26,0	62	14,8	16,8	30,8
	18	279	10,4	14,6	27,6	120	11,0	16,1	32,2	63	11,5	14,2	45,4
1.2	2	312	9,4	10,9	30,1	141	11,6	12,5	27,5	48	6,0	13,1	26,5
	4	288	10,5	12,1	37,5	141	13,0	16,6	31,6	45	9,8	20,8	40,6
	5	315	10,9	13,0	22,8	141	13,2	13,2	26,2	48	11,9	17,8	26,5
	9	285	8,1	10,9	38,1	141	11,8	14,1	31,5	48	11,8	19,2	44,2
1.3	2	294	17,1	11,0	14,1	168	17,2	18,1	22,2	36	15,1	17,4	27,6
	3	258	13,3	11,5	24,0	171	16,5	19,4	33,0	36	17,8	15,2	39,6
	7	264	18,8	12,9	25,0	171	24,1	20,4	32,1	36	24,8	16,8	46,4
	8	261	16,4	13,1	23,5	171	17,5	22,6	23,8	36	18,1	25,1	28,4
	11	237	13,9	13,8	23,5	144	16,9	16,6	34,6	33	20,0	13,6	52,0
	14	264	13,2	14,1	24,6	171	18,6	25,8	45,9	36	27,6	11,6	53,4
	16	262	13,8	14,5	23,1	169	17,9	25,6	31,1	36	20,4	19,9	29,5
	18	264	22,0	16,9	24,8	171	26,9	22,1	32,5	36	24,6	17,9	33,4
1.4	1 ¹⁾	213	7,2	8,1	20,2	150	9,4	10,6	29,9	66	12,8	12,8	28,1
	9	180	5,6	6,5	12,6	150	5,9	7,5	18,9	63	7,0	7,8	16,4
	10	185	5,1	9,4	11,6	147	7,9	9,8	17,4	63	9,4	11,8	18,4
	13	177	5,8	9,5	16,0	150	6,5	11,8	21,4	60	10,1	15,6	24,1
	17	183	4,9	6,5	10,5	149	6,4	7,6	13,4	66	7,4	9,4	13,1

TABLEAU 19 (suite)

A 11

vol	resti- tu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.5	1	330	11,2	12,8	26,2	138	17,0	15,6	34,1	27	14,8	14,6	36,1
	4	303	11,3	16,5	28,8	138	16,0	18,3	34,9	24	14,9	12,7	34,8
	8	301	8,5	9,1	20,9	138	11,3	10,2	28,5	24	11,2	10,8	23,5
	10	303	8,0	9,3	17,8	138	12,3	11,9	20,7	26	13,9	7,4	17,3
	15	303	7,7	10,9	19,8	135	12,8	12,3	31,6	27	8,2	11,3	37,4
1.6	2	312	9,8	8,8	24,0	171	12,3	14,7	27,1	9	15,7	14,1	30,5
	4	282	11,6	15,9	35,8	162	15,1	18,5	35,5	12	11,3	32,8	64,8
	5	315	11,8	14,2	25,0	174	15,8	17,1	32,1	15	12,2	13,3	23,3
1.7	1	249	10,0	9,8	22,1	228	12,0	14,0	32,3	27	18,0	18,3	40,3
	2	246	9,3	8,0	15,2	228	14,3	12,3	18,6	27	16,3	22,6	33,6
	8	217	9,3	11,1	16,4	228	13,2	16,0	24,5	26	13,8	25,7	29,2
	11	162	9,4	11,4	18,8	162	11,8	11,0	25,8	15	16,0	13,2	36,0
	16	212	10,7	13,2	21,6	224	13,2	16,7	29,8	26	12,7	16,0	39,0
1.8	1 ¹⁾	312	8,3	9,8	19,3	165	10,3	12,0	17,9	18	6,8	18,0	26,4
	10	282	5,0	6,6	11,0	162	8,3	10,1	11,4	18	7,8	13,7	15,2
	15	278	6,5	12,5	9,4	165	8,9	13,0	13,7	17	7,6	13,1	13,5
	17	278	4,9	6,2	12,0	162	6,7	8,0	14,5	18	6,3	10,2	16,8

1) Transformations à l'aide du «Reducteur».

(English: sect. 5.3, p. 105)

TABLEAU 20 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Erreurs moyennes absolues en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 5.3, p. 38)

vol	resti- tu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.1	6	93	4,6	5,2	15,1	40	8,5	7,2	19,4	21	6,2	6,6	15,4
	12	93	5,5	5,5	24,2	39	8,4	8,2	21,0	21	6,6	8,5	24,8
1.2	6	92	5,6	9,9	32,2	46	9,9	10,8	29,6	13	9,0	15,4	47,8
	12	94	7,4	12,8	32,0	45	11,4	17,0	35,6	16	11,5	22,8	45,5
1.3	6	88	9,2	6,0	14,5	57	12,5	14,5	22,6	12	14,1	10,6	27,2
	12	87	6,8	6,2	14,1	56	11,2	13,8	20,1	10	14,9	6,2	25,0
1.4	6	60	3,6	5,8	9,5	50	4,1	4,5	15,2	22	5,2	6,5	14,0
	12	58	6,1	7,1	12,9	50	6,5	8,2	17,8	21	8,9	10,1	13,8
	19	181	5,9	6,0	10,6	147	7,8	7,1	15,9	65	10,1	8,2	15,5
1.5	6	99	4,8	6,2	17,5	40	6,0	7,4	29,9	8	7,5	9,2	34,9
	12	101	6,2	7,3	24,4	43	8,5	11,5	25,9	9	9,8	13,4	25,5
1.6	6	88	7,1	11,1	30,3	49	8,9	11,2	19,3	3	12,7	5,9	9,4
	12	94	21,3	22,5	44,3	54	19,3	22,0	42,6	4	15,8	23,0	68,8
1.7	6	72	3,7	4,3	12,7	75	8,2	9,1	20,7	9	8,3	8,1	31,1
	12	71	7,3	7,3	19,7	71	9,2	10,9	22,5	9	9,2	11,6	28,2
1.8	6	92	3,5	4,9	11,0	54	6,1	7,6	12,5	6	5,7	14,5	16,2
	12	93	5,2	6,4	11,6	53	5,7	8,2	14,7	6	4,1	5,4	10,4
	19	277	4,9	7,6	10,1	163	5,9	6,8	9,9	18	5,2	10,3	12,4
sans le modèle 1.62													
1.6	12	39	6,5	16,1	21,3	33	12,3	14,7	22,5	2	12,2	6,0	17,2

(English: sect. 5.3, p. 105)

TABLEAU 21 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul.
Erreurs moyennes absolues en μ dans le cliché.
Résumé par vols, mais séparément par groupes de points
(par. 5.3, p. 58)

vol	N	Dm	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord							
			n	m _k	m _z	m _{px}	m _z	m _{px}	m _z	m _{px}	n	m _k	m _z	m _{px}				
							m _z g/100 h.g		n	m _k	m _z	m _{px}	m _z g/100 h.g		m _k	m _z	m _{px}	m _z g/100 h.g
(1) appareils analogiques																		
1.1	7	2,10	1951	9,6	24,7	9,4	0,124	831	13,7	27,8	10,6	0,139	441	13,4	51,8	12,1	0,159	
1.2	4	2,05	1200	10,6	32,1	22,5	0,214	564	13,2	29,1	20,4	0,195	189	13,8	34,5	24,2	0,230	
1.3	8	2,00	2104	14,8	22,9	11,7	0,114	1336	20,4	31,9	16,5	0,159	285	19,1	38,8	19,8	0,194	
1.4	5	3,47	956	6,9	14,2	8,1	0,142	746	8,4	20,2	11,5	0,202	318	10,4	20,0	11,4	0,200	
1.5	5	2,16	1540	10,5	22,7	8,3	0,115	687	13,9	29,9	10,8	0,149	128	12,0	29,8	10,7	0,149	
1.6	3	2,27	909	12,0	28,5	17,0	0,188	507	15,6	31,6	19,0	0,211	36	16,4	39,0	23,4	0,260	
1.7	5	2,25	1086	10,2	18,8	9,0	0,094	1070	13,4	26,2	12,6	0,151	121	17,6	35,7	17,2	0,178	
1.8	4	3,25	1150	7,5	12,9	7,7	0,129	654	9,6	14,5	8,6	0,144	71	10,4	18,0	10,8	0,180	
(2) stéréocomparateurs																		
1.1	2	—	186	5,2	19,6	7,4	0,098	79	8,1	20,2	7,7	0,101	42	7,0	20,1	7,6	0,100	
1.2	2	—	186	8,9	32,1	22,5	0,214	91	12,2	32,6	22,8	0,217	29	15,0	46,5	52,6	0,310	
1.3	2	—	175	7,0	14,5	7,5	0,072	115	13,0	21,5	10,9	0,106	22	11,5	26,2	13,4	0,151	
1.4	5	—	299	5,7	11,0	6,5	0,110	247	6,4	16,5	9,3	0,165	108	8,2	14,4	8,2	0,144	
1.5	2	—	200	6,2	21,0	7,6	0,105	83	8,4	27,8	10,0	0,159	17	10,0	29,8	10,7	0,149	
1.6	2	—	182	15,7	37,5	22,5	0,250	103	15,6	31,5	18,9	0,210	7	15,1	43,5	26,0	0,289	
1.7	2	—	145	5,6	16,2	7,8	0,081	146	9,4	21,6	10,4	0,108	18	9,3	29,6	14,2	0,148	
1.8	5	—	462	5,4	10,9	6,6	0,109	270	6,7	12,4	7,5	0,124	30	7,5	13,0	7,9	0,150	
sans le modèle 1.62 de la restitution 12																		
1.6	2	—	127	9,8	27,5	16,4	0,184	82	11,4	20,6	12,3	0,137	5	9,2	12,5	7,4	0,085	

(English: sect. 5.3, p. 105)

TABLEAU 22 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (appareils analogiques)
Erreurs moyennes relatives en « μ » dans le cliché
(par. 5.4, p. 38)

R 01

vol	restitu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.1	3	80	5,5	5,8	11,4	74	6,5	5,2	14,5	154	6,0	5,5	13,0
	4	80	6,6	6,3	24,0	75	7,1	5,1	22,2	155	6,9	5,7	23,1
	7	80	4,5	5,8	10,5	73	7,1	9,1	16,6	153	5,8	7,5	13,5
	8	80	6,1	6,4	10,4	74	5,4	5,5	13,1	154	5,8	6,0	11,8
	10	82	2,9	3,4	7,8	75	3,3	3,5	9,0	157	3,1	3,5	8,4
	17	80	2,6	3,1	7,1	75	12,5	14,5	11,4	155	7,6	8,8	9,3
1.2	18	80	6,4	9,6	29,4	75	6,0	7,9	18,3	155	6,2	8,8	23,9
		562	4,9	5,8	14,4	521	6,8	7,3	15,0	1083	5,9	6,5	14,7
	2	84	4,5	6,8	10,0	85	3,6	5,0	8,1	169	4,0	5,9	9,1
	4	79	4,5	8,0	11,2	80	8,0	8,0	15,5	159	6,3	8,0	13,4
	5	85	5,7	6,1	9,0	85	6,6	8,0	9,6	170	6,2	7,1	9,3
	9	80	4,4	4,6	5,3	79	5,5	5,4	7,9	159	5,0	5,0	6,6
1.3		328	4,8	6,4	8,9	329	5,9	6,6	10,3	657	5,4	6,5	9,6
	2	85	5,1	6,4	9,9	85	4,4	4,5	8,9	170	4,8	5,5	9,4
	3	80	7,5	6,9	18,8	80	6,6	7,4	17,2	160	7,1	7,1	18,0
	7	80	10,4	6,8	17,4	80	5,4	5,3	21,8	160	7,9	6,0	19,6
	8	80	5,9	5,4	14,2	79	5,9	5,6	12,4	159	5,9	5,5	13,3
	11	66	7,6	9,1	20,4	75	7,8	8,9	18,1	141	7,7	9,0	19,2
1.4	14	80	6,3	5,6	11,6	80	3,9	5,0	13,1	160	5,1	5,3	12,3
	16	79	10,4	14,5	21,2	77	12,8	11,1	20,0	156	11,6	12,8	20,6
	18	80	6,3	5,4	17,4	80	8,6	8,0	16,2	160	7,5	6,7	16,8
		630	7,4	7,5	16,4	636	6,9	7,0	16,0	1266	7,2	7,2	16,2
	1 ¹⁾	78	4,1	5,9	9,4	66	5,9	6,5	9,5	144	4,9	6,1	9,4
	9	72	3,8	3,9	5,6	60	3,4	3,9	6,4	132	3,6	3,9	6,0
	10	72	2,4	3,5	5,9	61	2,8	3,4	8,3	133	2,6	3,5	7,1
	13	71	3,4	5,2	8,9	56	4,0	7,5	10,2	127	3,7	6,3	9,5
	17	73	2,7	3,9	4,8	61	5,0	5,9	6,3	134	3,8	4,8	5,4
		366	3,3	4,5	6,9	304	4,2	5,4	8,1	670	3,7	4,9	7,5

TABLEAU 22 (suite)

R 01

vol	restitu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.5	1	85	3,7	6,2	15,6	84	7,5	9,8	17,8	169	5,6	8,0	16,7
	4	79	8,8	17,1	28,2	79	11,2	13,4	33,2	158	10,0	15,3	30,7
	8	79	4,7	4,8	11,3	78	3,8	3,8	10,9	157	4,3	4,3	11,1
	10	80	3,6	3,6	13,0	79	3,1	3,8	7,6	159	3,3	3,7	10,3
	15	78	4,6	4,6	6,6	80	4,8	5,5	8,6	158	4,7	5,1	7,6
1.6		401	5,1	7,3	14,9	400	6,1	7,3	15,6	801	5,6	7,3	15,3
	2	84	5,7	7,6	8,8	85	3,2	4,3	7,9	169	4,5	6,0	8,3
	4	74	8,2	12,8	30,9	79	8,8	12,7	20,0	153	8,5	12,8	25,2
	5	84	7,0	5,5	12,2	85	6,8	8,3	11,2	169	6,9	6,9	11,7
		242	6,9	8,7	17,2	249	6,2	8,4	13,0	491	6,6	8,6	15,1
1.7	1	84	5,3	7,5	13,8	85	4,3	4,9	15,0	169	4,8	6,2	14,4
	2	84	4,6	4,3	9,0	85	4,7	4,4	9,5	169	4,7	4,3	9,3
	8	78	5,2	4,6	10,7	79	5,2	5,1	14,1	157	5,2	4,8	12,4
	11	59	6,3	6,2	13,2	56	6,2	8,0	15,2	115	6,3	7,1	14,2
	16	75	9,7	10,5	22,2	77	6,1	8,4	13,2	152	7,9	9,5	17,7
1.8		380	6,2	6,6	13,8	382	5,3	6,2	13,4	762	5,8	6,4	13,6
	1 ¹⁾	85	3,7	4,6	9,2	85	4,3	7,3	10,2	170	4,0	5,9	9,7
	10	80	2,5	4,0	7,0	79	3,5	3,6	6,2	159	2,9	3,8	6,6
	15	78	2,8	3,8	4,2	79	3,3	5,2	6,2	157	3,1	4,5	5,2
	17	79	3,0	4,0	3,6	79	3,2	3,8	5,1	158	3,1	3,9	4,3
		322	3,0	4,1	6,0	322	3,5	5,0	6,9	644	3,3	4,5	6,5

1) Transformations à l'aide du «Réducteur».

(English: sect. 5.4, p. 105)

TABLEAU 23 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818).
Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché
(par. 5.4, p. 38)

R 02

vol	resti- tu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.4	19	69	4,2	5,4	4,6	59	5,0	6,1	7,1	128	4,6	5,7	5,8
1.8	19	76	4,1	5,5	5,3	75	4,5	5,2	6,2	151	4,3	5,3	5,8

(English: sect. 5.4, p. 107)

TABLEAU 24 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul.
Résumé par vols
(par. 5.4, p. 38)

R 03

vol	N	n	v_m	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_z	m_y
				μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain		$\% \text{ de } h_g$	m_z
(1) appareils analogiques													
1.1	7	1083	2,10	6,2	14,7	5,7	13,0	30,7	11,8	5,0	11,8	0,074	1,10
1.2	4	657	2,03	6,0	9,6	6,7	12,1	19,4	13,5	4,8	7,7	0,064	1,21
1.3	8	1266	2,00	7,2	16,2	8,3	14,4	32,4	16,6	5,8	13,0	0,081	1,00
1.4	5	670	3,47	4,3	7,5	4,3	14,8	25,8	14,7	3,5	6,0	0,075	1,32
1.5	5	801	2,16	6,5	15,3	5,5	14,4	34,6	12,5	7,7	18,3	0,077	1,30
1.6	3	491	2,37	7,6	15,1	9,1	17,4	34,7	20,8	9,2	18,1	0,101	1,28
1.7	5	762	2,23	6,1	13,6	6,5	13,6	30,3	14,5	7,3	16,3	0,068	1,10
1.8	4	644	3,25	3,9	6,5	3,9	12,4	20,1	12,1	4,7	7,8	0,065	1,40
(2) stéréocomparateurs (seulement 1818)													
1.4	1	128	—	5,2	5,8	3,3	—	—	—	4,2	4,6	0,058	1,26
1.8	1	151	—	4,8	5,8	3,5	—	—	—	5,8	6,9	0,058	1,26

(English: sect. 5.4, p. 107)

TABLEAU 25 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (appareils analogiques).
Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 5.4, p. 40)

R 11

vol	resti- tu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.1	3	272	5,8	4,9	11,9	117	5,7	5,6	11,5	65	6,4	5,6	16,2
	4	279	6,3	3,8	22,6	120	7,7	6,5	25,8	63	7,9	6,6	18,6
	7	279	4,6	6,6	10,7	120	6,3	8,2	16,2	61	6,8	6,7	13,2
	8	279	5,6	6,1	10,5	117	5,4	5,8	13,2	63	6,9	7,4	13,1
	10	279	2,1	3,6	8,9	117	3,4	1,9	7,7	66	3,4	2,1	19,8
	17	279	5,2	4,8	9,7	120	11,6	6,8	10,7	62	6,5	9,3	9,5
1.2	18	279	5,2	7,9	22,2	120	6,6	8,3	24,5	63	7,4	5,0	38,1
	2	312	4,0	5,0	7,3	141	3,2	6,0	9,8	48	3,9	6,1	8,4
	4	288	5,7	7,4	7,5	141	6,4	7,6	10,6	45	8,0	4,3	—
	5	315	8,2	6,4	10,0	141	6,5	8,7	11,0	48	5,8	7,2	8,8
	9	285	5,0	5,0	4,8	141	4,9	5,4	10,5	48	5,2	4,8	12,5
1.3	2	294	2,3	4,7	6,7	168	5,9	5,7	11,0	36	3,7	6,4	16,0
	3	258	5,9	6,0	12,3	171	8,1	7,5	17,9	36	8,5	8,3	14,5
	7	264	6,2	5,5	14,3	171	8,4	4,9	19,0	36	10,1	7,6	22,5
	8	261	4,9	4,8	9,1	171	6,0	6,3	16,2	36	8,2	6,7	20,4
	11	237	7,2	8,1	16,2	144	8,2	9,9	19,8	36	9,9	10,1	19,1
	14	264	2,8	4,6	8,9	171	5,7	7,8	16,8	36	7,6	4,1	13,2
1.4	16	262	8,3	10,7	18,0	169	12,9	12,4	22,0	36	14,0	11,6	25,4
	18	264	5,7	6,3	16,2	171	8,5	7,2	18,0	36	8,9	8,8	18,9
	1 ¹⁾	213	4,7	5,4	7,3	150	4,6	4,6	16,0	66	8,0	9,0	8,1
	9	180	2,8	3,6	5,1	150	3,6	3,9	5,3	63	4,4	4,2	4,9
	10	183	2,1	2,9	6,3	147	3,0	4,5	5,5	63	3,3	3,7	7,3
1.5	13	177	2,6	3,7	9,3	150	4,0	6,6	7,9	60	5,4	6,7	7,5
	17	183	2,6	3,3	6,4	149	4,2	5,2	5,6	66	5,1	5,8	6,7
	1	330	5,7	6,9	14,2	138	5,5	6,0	20,7	27	8,2	6,8	14,2
	4	303	8,7	14,6	24,8	138	9,7	17,6	34,9	24	12,0	11,4	35,5
	8	301	4,4	4,3	11,2	138	4,1	5,4	10,8	24	4,8	2,5	7,9
1.6	10	303	2,7	3,3	9,0	138	3,3	2,7	12,1	26	—	3,8	3,2
	15	303	4,4	5,0	6,4	135	6,1	3,8	8,1	27	4,6	5,7	15,1
	2	312	4,1	5,8	8,0	171	5,7	6,2	7,5	9	4,8	2,9	9,0
	4	282	7,6	9,2	15,8	162	9,6	13,9	31,3	12	7,5	24,9	47,7
	5	315	6,6	6,7	10,4	174	7,4	7,1	13,0	15	6,2	6,5	11,3
1.7	1	249	4,5	5,3	12,1	228	4,6	6,9	16,1	27	7,6	6,6	16,5
	2	246	3,7	3,4	7,2	228	4,6	4,3	11,0	27	6,5	5,8	11,8
	8	217	4,6	3,6	8,9	228	5,2	5,7	17,7	26	6,9	10,6	16,5
	11	162	5,6	8,2	13,2	162	5,8	6,8	13,8	15	6,1	8,9	15,5
	16	212	6,5	7,9	14,6	224	9,1	10,6	21,6	26	6,6	8,8	22,7
1.8	1 ¹⁾	312	3,5	5,3	9,1	165	3,9	6,4	8,8	18	3,9	8,5	14,0
	10	282	2,7	3,4	6,4	162	3,1	4,5	6,7	18	4,7	5,3	6,0
	15	278	2,7	3,8	3,3	165	3,6	5,5	6,0	17	6,5	5,8	8,7
	17	278	2,4	2,7	2,7	162	4,5	3,7	5,1	18	3,3	5,4	3,2

1) Transformations à l'aide du «Réducteur».

(English: sect. 5.4, p. 107)

TABLEAU 26 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818).
Erreurs moyennes relatives en »μ dans le cliché«, séparément par groupes de points
(par. 5.4, p. 40)

vol	restitu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.4	19	181	4,0	5,0	6,2	147	5,3	6,0	6,1	65	5,6	6,8	6,7
1.8	19	277	4,2	5,4	6,1	163	4,5	5,2	5,8	18	4,2	7,1	6,5

(English: sect. 5.4, p. 107)

R 12

TABLEAU 27 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul.
Erreurs moyennes relatives en »μ dans le cliché«.
Résumé par vols, mais séparément par groupes de points
(par. 5.4, p. 40)

R 13

vol	N	Dm	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord						
			n	m _k	m _a	m _{px}	m _z o/100 hg	n	m _k	m _a	m _{px}	m _z o/100 hg	n	m _k	m _a	m _{px}	m _z o/100 hg
(1) appareils analogiques																	
1.1	7	2,10	1951	5,2	13,8	5,3	0,069	831	6,5	15,7	6,0	0,079	441	6,3	18,4	7,1	0,092
1.2	4	2,03	1200	5,8	7,5	5,2	0,050	564	6,1	10,5	7,3	0,070	189	5,7	9,9	6,9	0,066
1.3	8	2,00	2104	5,8	12,6	6,4	0,063	1356	7,8	17,5	8,9	0,088	285	8,4	16,4	8,4	0,082
1.4	5	3,47	936	3,4	6,9	3,9	0,069	746	4,5	8,1	4,6	0,081	318	5,6	6,9	3,9	0,069
1.5	5	2,16	1540	6,0	13,1	4,8	0,066	687	6,4	17,4	6,4	0,087	128	6,6	15,2	5,6	0,076
1.6	3	2,27	909	6,6	11,2	6,7	0,075	507	8,3	17,0	10,1	0,113	36	9,0	22,8	13,6	0,152
1.7	5	2,23	1086	4,2	11,0	5,3	0,055	1070	6,3	16,1	7,7	0,081	121	7,4	16,6	8,0	0,083
1.8	4	3,25	1150	3,3	5,5	3,3	0,055	654	4,4	6,6	4,0	0,066	71	5,4	7,9	4,8	0,079
(2) stéréocomparateurs (seulement 1818)																	
1.4	1	—	181	4,5	6,2	3,5	0,062	147	5,7	6,1	3,5	0,061	65	6,2	6,7	3,8	0,067
1.8	1	—	277	4,8	6,1	3,7	0,061	163	4,9	5,8	3,5	0,058	18	5,7	6,5	3,9	0,063

(English: sect. 5.4, p. 107)

TABLEAU 28 — Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (appareils analogiques).
Erreurs moyennes des distances en μ dans le cliché
(par. 5.5, p. 40)

D 01

vol	resti- tu- tion	groupe ¹⁾									
		1		2		3		4		5	
		n	m _s	n	m _s	n	m _s	n	m _s	n	m _s
1.1	3	20	10,8	20	15,0	9	20,6	20	19,5	20	7,4
	4	20	6,8	20	13,5	9	12,5	20	12,5	20	9,1
	7	20	10,3	20	17,5	9	20,4	20	20,1	20	12,4
	8	20	5,0	20	13,8	9	13,4	20	13,4	20	7,0
	10	20	7,4	20	10,0	9	18,4	20	9,5	20	7,5
	17	20	8,6	20	17,4	9	23,9	20	23,8	20	7,6
	18	20	13,0	20	16,4	9	15,5	20	14,6	20	12,6
1.2	2	20	8,1	20	11,9	14	14,6	17	12,0	20	10,2
	4	20	11,0	20	23,1	14	20,2	18	17,0	20	10,8
	5	20	12,9	20	15,6	13	13,2	17	14,0	20	12,6
	9	20	9,0	19	13,6	14	15,9	18	9,9	20	9,9
1.3	2	19	13,4	20	14,0	11	22,8	19	20,9	20	12,6
	3	19	14,1	20	14,5	11	21,8	18	27,4	19	10,0
	7	20	14,0	20	18,8	11	26,0	19	21,5	20	14,0
	8	20	8,8	20	18,5	9	17,0	17	21,8	20	10,4
	11	17	15,5	16	21,0	8	15,5	14	20,9	15	10,6
	14	20	11,4	20	25,0	11	22,4	19	28,5	20	15,9
	.	20	10,8	20	22,2	11	23,6	19	27,4	20	16,9
	.	20	11,0	20	19,6	11	18,1	19	25,4	20	16,2
	16	20	14,9	20	23,0	10	34,0	18	22,5	19	13,1
	.	20	19,2	20	21,5	11	35,1	19	32,9	20	16,2
	.	20	12,0	20	13,9	10	19,2	17	19,9	20	9,5
	18	20	16,6	20	19,5	11	20,8	19	23,8	20	17,2
1.4	1 ²⁾	20	8,0	20	11,1	14	11,5	17	11,9	20	7,5
	9	20	6,4	20	10,0	14	8,0	17	6,2	19	6,5
	10	20	6,6	20	10,5	14	13,0	17	7,6	20	5,0
	13	18	9,6	18	14,0	14	18,6	17	13,2	17	5,9
	.	17	5,2	18	12,1	14	20,1	17	15,0	18	4,2
	.	19	8,9	19	12,0	14	13,5	17	9,9	19	5,8
	17	20	4,2	20	9,4	14	5,8	17	7,8	20	6,0

TABLEAU 28 (suite)

D 01

vol	resti- tu- tion	groupe ¹⁾									
		1		2		3		4		5	
		n	m _s	n	m _s	n	m _s	n	m _s	n	m _s
1.5	1	20	9,8	20	16,5	18	31,1	17	19,3	20	11,5
	4	20	15,2	20	15,2	18	40,6	17	29,6	19	11,2
	8	20	7,2	20	10,2	18	14,1	16	10,9	20	7,7
	10	20	7,3	20	7,6	18	13,8	17	13,7	20	6,8
	15	20	7,8	20	11,6	18	18,3	17	8,3	19	7,2
	.	20	11,1	20	13,7	18	18,0	17	11,1	19	7,4
	.	20	7,9	20	10,8	18	14,2	17	11,5	19	6,6
1.6	2	20	12,2	19	14,9	8	15,8	17	11,2	18	9,1
	4	20	8,3	18	14,3	8	19,9	17	14,2	17	10,2
	5	20	13,8	20	20,6	8	21,2	17	18,0	19	12,2
1.7	1	15	9,0	19	15,0	14	12,8	19	19,3	20	9,2
	2	16	8,3	18	8,5	14	15,4	19	14,2	20	7,8
	8	16	6,3	19	9,6	14	18,2	19	18,5	20	6,4
	11	11	10,0	11	13,6	8	18,6	11	10,0	15	14,8
	16	14	11,2	17	13,2	14	13,0	19	19,8	19	13,2
	.	12	11,6	16	12,3	14	13,9	19	14,8	18	14,0
	.	15	11,8	18	17,0	14	18,8	19	21,3	20	12,8
1.8	1 ²⁾	20	8,7	20	12,2	15	16,6	18	12,5	20	8,0
	10	20	5,2	20	13,1	15	15,1	18	5,4	20	4,2
	15	18	6,2	20	13,2	15	13,6	18	14,8	20	6,8
	.	19	7,5	20	13,0	15	12,8	18	12,3	20	7,2
	.	19	7,0	20	15,5	15	18,3	18	15,5	20	6,7
	.	19	6,0	20	6,4	13	7,2	18	6,4	20	3,9

¹⁾ Division par groupes cf. paragraphe 4.1, p. 27, ou tableau 4.

²⁾ Transformations à l'aide du «Réducteur».

(English: sect. 5.5, p. 107)

TABLEAU 29 — Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Erreurs moyennes des distances en μ dans le cliché
(par. 5.5, p. 40)

vol	resti- tu- tion	groupe ¹⁾									
		1		2		3		4		5	
		n	m _s	n	m _s	n	m _s	n	m _s	n	m _s
1.1	6	20	5,1	20	7,4	9	17,4	20	10,9	19	6,0
	12	20	5,4	20	8,2	9	13,5	20	9,5	19	9,2
1.2	6	20	8,9	18	12,0	13	13,8	17	7,1	18	8,5
	12	19	9,8	20	12,8	12	15,8	18	10,5	19	9,4
1.3	6	20	9,5	20	12,2	11	10,6	19	15,9	20	5,4
	12	20	8,0	19	9,4	11	10,9	18	13,8	20	8,6
1.4	6	20	4,6	20	6,2	14	8,7	17	7,4	20	3,4
	12	19	6,1	20	9,8	14	10,2	17	10,0	19	5,2
	19	18	7,4	18	12,1	14	10,8	16	7,2	18	6,5
1.5	6	19	5,5	20	10,8	15	9,0	16	9,0	18	6,7
	12	19	6,0	20	7,7	18	14,9	17	12,1	19	6,2
1.6	6	17	3,6	14	8,8	7	15,2	16	10,7	15	5,3
	12	20	12,7	18	24,3	8	12,3	17	25,9	16	20,1
1.7	6	16	6,7	18	5,2	14	7,0	19	9,2	20	5,1
	12	13	7,0	16	10,2	14	16,5	19	12,1	19	7,9
	19	19	5,8	20	7,8	13	13,8	18	9,3	20	4,8
sans le modèle 1.62											
1.6	12	10	9,0	8	13,5	—	—	—	—	7	8,1

¹⁾ Division par groupes cf. paragraphe 4.1, p. 27, ou tableau 4. (English: sect. 5.5, p. 107)

D 02

TABLEAU 30 — Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul.
Résumé par vols
(par. 5.5, p. 40)

D 03

vol	N	v _m	groupe 1)					groupe 1)					groupe 1)						
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
			n					m _s en « dans le cliché »					m _s en « dans le modèle »					m _s en « sur le terrain »	
(1) appareils analogiques																			
1.1	7	2,10	140	140	63	140	140	8,9	14,8	17,8	16,3	9,1	18,4	37,3	34,0	14,2	13,0	7,3	
1.2	4	2,03	80	79	55	70	80	10,2	16,0	16,0	13,2	10,2	20,8	32,5	26,8	12,8	10,6	8,7	
1.3	8	2,00	235	236	125	217	235	13,6	18,5	21,8	23,5	13,0	26,9	36,9	43,7	17,4	18,8	10,4	
1.4	5	3,47	134	135	98	119	133	6,6	10,8	11,1	9,2	6,0	22,7	37,3	32,1	8,9	7,4	4,8	
1.5	5	2,16	140	140	126	118	136	9,7	12,3	23,3	16,7	8,8	21,3	26,9	37,5	27,9	20,1	10,6	
1.6	3	2,27	60	57	24	51	54	11,4	16,6	19,0	14,5	10,5	25,6	37,1	32,3	22,8	17,4	12,6	
1.7	5	2,23	99	118	92	125	132	9,0	12,2	16,0	16,1	10,5	19,9	26,9	35,6	19,2	19,3	12,5	
1.8	4	3,25	115	120	88	108	120	6,7	11,4	13,4	9,6	5,8	21,0	36,0	42,0	16,2	14,6	6,9	
(2) stéréocomparateurs																			
1.1	2	—	40	40	18	40	38	5,2	7,8	15,3	10,2	7,6	—	—	—	—	—	6,1	
1.2	2	—	39	38	25	35	37	9,3	12,4	14,8	8,9	9,0	—	—	—	—	—	7,2	
1.3	2	—	40	39	22	37	40	8,8	10,9	10,8	14,9	7,0	—	—	—	—	—	5,6	
1.4	3	—	57	58	42	50	57	6,1	9,4	9,9	8,1	5,1	—	—	—	—	—	4,1	
1.5	2	—	38	40	33	33	37	5,8	9,2	12,0	10,6	6,4	—	—	—	—	—	7,7	
1.6	2	—	37	32	15	33	31	8,2	16,5	13,8	18,3	12,7	—	—	—	—	—	15,2	
1.7	2	—	29	34	28	38	39	6,8	7,6	11,7	10,7	6,5	—	—	—	—	—	7,8	
1.8	3	—	57	57	39	51	58	6,3	8,1	11,5	6,8	5,0	—	—	—	—	—	6,0	
sans le modèle 1.62 de la restitution 12																			
1.6	2	—	27	22	7	16	22	6,3	11,2	15,2	10,7	6,7	—	—	—	—	—	8,1	

¹⁾ Division par groupes cf. paragraphe 4.1, p. 27, ou tableau 4.

(English: sect. 5.5, p. 107)

TABLEAU 31 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (appareils analogiques).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur,
de points à l'extérieur, et de points au bord
(par. 5.6, p. 40)

S 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.1	3	80	7,4	10,6	24,2	73	8,5	13,5	20,0	153	7,9	12,0	22,1
	4	80	7,8	9,9	26,0	74	8,9	8,0	21,8	154	8,3	9,0	24,0
	7	80	8,8	11,9	18,1	73	11,2	11,6	34,2	153	10,0	11,8	25,9
	8	80	6,5	10,2	27,9	73	10,6	10,0	25,5	153	8,5	10,1	26,8
	10	80	5,4	10,8	17,8	74	7,9	10,1	15,5	154	6,6	10,5	16,6
	17	80	8,0	7,8	24,8	74	11,8	21,8	21,9	154	9,8	14,5	23,4
	18	80	8,5	14,9	26,4	74	10,6	12,2	20,5	154	9,5	13,6	23,5
		560	7,5	10,9	23,6	515	9,9	12,5	22,8	1075	8,7	11,6	23,2
1.2	2	82	10,8	11,1	29,5	85	7,5	10,4	26,9	167	9,1	10,8	28,2
	4	78	10,8	12,8	36,6	80	9,0	13,1	34,4	158	9,9	13,0	35,5
	5	83	9,8	13,1	24,3	85	9,9	11,1	21,0	168	9,9	12,1	22,6
	9	79	9,5	11,6	44,5	79	7,8	12,1	27,8	158	8,6	11,9	36,1
1.3		322	10,3	12,1	33,6	329	8,5	11,8	27,5	651	9,4	12,0	30,5
	2	83	18,1	13,0	18,9	83	15,3	13,4	13,6	166	16,8	13,2	16,5
	3	78	13,1	13,0	24,6	77	14,3	14,1	27,3	155	13,7	13,5	25,9
	7	79	22,1	13,5	25,8	78	18,6	17,1	26,0	157	20,4	15,3	25,9
	8	79	17,9	16,9	26,4	77	14,8	18,8	16,5	156	16,4	17,8	21,5
	11	65	17,9	10,6	27,5	73	10,6	14,9	24,5	138	14,0	12,9	25,8
	14	79	14,5	14,6	35,5	78	17,3	20,6	30,6	157	15,9	17,6	33,1
	16	78	12,6	14,6	20,4	75	13,9	18,0	21,1	153	13,3	16,3	20,8
	18	79	24,8	17,6	28,3	78	21,8	18,4	21,0	157	23,3	18,0	24,6
		620	17,6	14,3	25,8	619	15,8	16,9	22,5	1239	16,7	15,6	24,3
1.4	1 ¹⁾	78	8,5	10,3	21,9	65	6,9	6,3	24,8	143	7,8	8,4	23,2
	9	72	6,0	7,5	16,4	59	4,4	4,9	13,3	131	5,3	6,4	15,0
	10	71	5,3	8,9	13,9	60	8,0	10,3	13,8	131	6,6	9,5	13,9
	13	71	5,9	9,5	14,4	56	6,1	11,6	22,5	127	6,0	10,5	18,0
	17	73	5,4	6,3	10,3	60	4,6	6,6	12,3	133	5,0	6,4	11,2
		365	6,3	8,5	15,4	300	6,0	7,9	17,3	665	6,1	8,3	16,3

TABLEAU 31 (suite)

S 01

vol	resti- tu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.5	1	83	11,2	8,3	22,7	82	13,1	16,7	29,0	165	12,2	12,5	25,8
	4	78	12,8	9,8	22,3	77	8,2	12,8	18,3	155	10,5	11,3	20,3
	8	78	10,2	7,9	22,2	77	7,5	9,7	21,4	155	8,8	8,8	21,8
	10	78	8,8	10,0	20,4	77	9,8	9,2	13,2	155	9,3	9,6	16,8
	15	77	7,7	8,8	26,6	78	8,9	12,5	20,4	155	8,3	10,7	23,5
1.6		394	10,2	9,0	22,8	391	9,5	12,2	20,5	785	9,8	10,6	21,7
	2	82	9,9	12,2	26,4	82	10,2	7,4	22,3	164	10,1	9,8	24,3
	4	74	10,4	15,6	29,8	78	11,3	13,7	31,7	152	10,9	14,6	30,8
	5	84	13,3	14,6	25,0	84	10,0	13,6	26,6	168	11,7	14,1	25,8
		240	11,2	14,1	27,1	244	10,5	11,6	26,8	484	10,9	12,8	27,0
1.7	1	84	9,9	12,3	29,9	84	11,4	9,8	20,2	168	10,7	11,1	25,0
	2	83	11,8	10,7	16,8	84	11,1	9,8	15,3	167	11,4	10,2	16,1
	8	78	9,0	13,0	18,0	79	12,8	15,2	18,2	157	10,9	14,2	18,1
	11	59	10,1	9,0	19,4	54	9,3	10,7	20,6	113	9,8	9,8	20,0
	16	75	10,2	14,6	19,0	76	10,3	11,5	24,7	151	10,2	13,1	21,8
1.8		379	10,2	12,1	20,6	377	11,2	11,5	19,8	756	10,7	11,8	20,2
	1 ¹⁾	83	7,6	6,6	19,1	82	9,1	13,0	15,9	165	8,3	9,8	17,5
	10	78	6,4	8,6	9,1	76	5,2	6,4	10,8	154	5,8	7,5	9,9
	15	76	8,7	15,3	11,8	76	5,1	8,9	9,2	152	6,9	12,1	10,5
	17	77	4,7	5,3	10,3	76	5,2	7,6	15,1	153	4,9	6,4	12,7
		314	6,8	9,0	12,6	310	6,2	9,0	12,8	624	6,5	9,0	12,7

1) Transformations à l'aide du «Réducteur».

(English: sect. 5.6, p. 111)

TABLEAU 32 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur,
de points à l'extérieur, et de points au bord
(par. 5.6, p. 40)

vol	resti- tu- tion	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.4	19	73	6,6	5,5	11,1	60	6,1	4,4	13,8	133	6,4	5,0	12,4
1.8	19	78	3,8	5,3	8,1	77	4,1	6,7	9,5	155	3,9	6,0	8,8

(English: sect. 5.6, p. 111)

TABLEAU 33 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul.
Résumé par vols
(par. 5.6, p. 41)

vol	N	n	v _m	m _k	m _z	m _{px}	m _k	m _z	m _{px}	m _k	m _z	m _z	$\frac{m_y}{m_x}$
				μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain		‰ hg	
(1) appareils analogiques													
1.1	7	1075	2,10	10,1	23,2	8,8	21,3	48,8	18,5	8,1	18,5	0,116	1,35
1.2	4	651	2,03	10,7	30,5	21,3	21,7	62,4	43,7	8,6	24,4	0,203	1,28
1.3	8	1239	2,00	16,2	24,3	12,4	32,5	48,2	24,6	12,9	19,4	0,121	0,92
1.4	5	665	3,47	7,2	16,3	9,3	25,0	54,7	31,2	5,8	13,0	0,163	1,36
1.5	5	785	2,16	10,2	21,7	7,8	22,2	47,0	16,9	12,3	26,0	0,108	1,08
1.6	3	484	2,27	11,9	27,0	16,2	26,8	61,3	36,8	14,3	32,4	0,180	1,17
1.7	5	756	2,23	11,3	20,2	9,7	25,3	45,0	21,6	13,4	24,2	0,101	1,12
1.8	4	624	3,25	7,8	12,7	7,6	24,3	39,9	23,9	9,3	15,2	0,127	1,38
(2) stéréocomparateurs (seulement 1818)													
1.4	1	133	—	5,7	12,4	7,1	—	—	—	4,6	9,9	0,124	0,78
1.8	1	155	—	5,0	8,8	5,3	—	—	—	6,0	10,5	0,066	1,54

(English: sect. 5.6, p. 111)

TABLEAU 34 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (appareils analogiques).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 5.6, p. 41)

S 11

vol	resti- tu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z	n	m _x	m _y	m _z
1.1	3	93	6,7	9,8	20,4	39	10,4	14,5	24,9	21	8,5	16,9	25,9
	4	93	7,5	7,6	21,6	40	10,0	10,1	25,5	21	8,0	12,8	30,4
	7	93	8,5	9,0	21,4	40	12,8	16,6	32,4	20	11,2	14,4	33,5
	8	93	6,2	7,5	27,8	39	12,1	12,0	24,2	21	8,4	14,6	23,6
	10	93	4,8	8,6	18,1	39	9,2	12,4	13,5	22	9,2	15,0	15,2
	17	93	7,5	12,5	21,6	40	12,8	19,1	24,5	21	13,8	15,0	29,8
1.2	18	93	9,5	13,1	20,8	40	9,6	14,6	25,2	21	9,8	13,6	33,1
	2	104	8,8	10,1	29,5	47	11,3	11,5	26,3	16	5,1	12,1	25,6
	4	96	9,4	10,5	37,0	47	11,9	15,4	30,4	15	7,3	20,5	41,4
	5	105	8,6	11,9	21,3	47	12,1	11,1	24,6	16	10,9	16,8	25,5
1.3	9	95	7,0	10,1	37,9	47	11,1	13,4	30,3	16	11,0	18,8	43,0
	2	98	17,0	10,3	15,0	56	16,5	17,5	20,3	12	14,8	16,6	24,3
	3	86	12,4	10,4	21,8	57	15,1	18,4	29,6	12	16,4	13,6	37,8
	7	88	18,1	12,1	22,1	57	23,1	20,0	28,1	12	23,4	15,6	42,6
1.4	8	87	15,9	12,5	22,3	57	16,8	22,0	19,8	12	16,8	24,5	23,0
	11	79	12,6	12,1	19,4	48	15,5	14,5	30,6	11	18,3	10,8	49,6
	14	88	13,0	13,6	23,5	57	18,0	25,0	43,8	12	26,9	11,1	52,3
	16	86	12,0	11,6	17,8	55	14,5	23,5	25,4	12	16,9	17,5	21,0
	18	88	21,5	16,1	21,0	57	26,0	21,3	29,0	12	23,5	16,4	29,6
	1 ¹⁾	71	6,1	6,8	19,3	50	8,6	9,9	26,9	22	11,0	10,5	27,3
1.5	9	60	5,1	5,8	11,9	50	5,1	6,8	18,4	21	6,0	7,0	15,9
	10	61	4,8	9,1	10,4	49	7,5	9,1	16,8	21	9,0	11,4	17,4
	13	58	5,4	9,0	14,1	50	5,6	10,5	20,4	19	9,1	14,6	23,3
	17	61	4,4	5,9	9,1	50	5,4	6,3	12,6	22	6,1	8,1	11,9
1.6	1	110	10,2	11,5	23,5	46	16,4	14,8	29,6	9	13,2	13,5	34,2
	4	101	8,8	11,4	20,5	46	13,9	11,3	20,2	8	11,2	8,6	19,2
	8	101	7,7	8,4	18,8	46	10,8	9,2	27,1	8	10,5	10,6	22,6
	10	101	7,7	8,9	16,2	46	12,0	11,7	18,2	8	14,2	6,7	17,1
	15	101	6,8	10,1	19,1	45	11,8	11,9	30,9	9	7,3	10,3	35,3
1.7	2	104	9,2	7,4	23,1	57	11,4	13,8	26,4	3	15,2	13,9	29,6
	4	94	9,8	14,0	33,4	54	12,9	14,6	24,6	4	9,5	28,6	51,8
	5	105	10,5	13,1	23,5	58	14,6	16,1	30,3	5	11,1	12,2	21,4
	1	85	9,3	8,8	19,8	76	11,4	12,8	29,5	9	16,9	17,5	38,0
	2	82	8,8	7,5	14,0	76	13,8	11,8	16,3	9	15,4	22,1	32,2
1.8	8	72	8,5	10,7	14,7	76	12,5	15,3	19,8	9	12,6	24,2	25,9
	11	54	8,2	9,2	15,4	54	10,8	9,5	23,2	5	15,2	11,0	33,7
	16	69	9,3	11,5	18,0	74	10,9	14,3	24,0	8	11,5	14,3	34,3
	1 ¹⁾	104	7,8	8,8	17,8	55	9,8	10,8	16,4	6	6,0	16,6	23,8
1.9	10	94	4,5	6,0	9,7	54	7,9	9,4	10,0	6	6,8	13,0	14,4
	15	92	6,1	12,1	9,0	55	8,4	12,2	12,8	5	5,4	12,2	11,5
	17	93	4,5	5,8	11,8	54	5,6	7,4	13,9	6	5,7	9,2	16,6

1) Transformations à l'aide du «Réducteur».

(English: sect. 5.6, p. 111)

TABLEAU 35 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (Stéréocomparateur 1818).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 5.6, p. 41)

vol	resti- tu- tion	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.4	19	61	4,9	4,4	9,3	50	6,5	5,1	15,1	22	9,0	6,0	14,5
1.8	19	94	3,5	6,2	8,8	55	4,6	5,3	8,7	6	3,9	8,5	11,2

(English: sect. 5.6, p. 111)

S 12

TABLEAU 36 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul.
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché.
Résumé par vols, mais séparément par groupes de points
(par. 5.6, p. 41)

S 13

vol	N	D _m	(I): à l'intérieur				(A): à l'extérieur				(R): au bord						
			n	m _k	m _z	m _{gz}	m _z o/100 hg	n	m _k	m _z	m _{gz}	m _z o/100 hg	n	m _k	m _z	m _{gz}	m _z o/100 hg
(1) appareils analogiques																	
1.1	7	2,10	651	8,5	21,6	8,2	0,108	277	12,6	24,4	9,3	0,122	147	12,2	27,4	10,4	0,137
1.2	4	2,03	400	9,6	31,4	22,0	0,209	188	12,2	27,9	19,5	0,186	63	12,8	33,8	23,7	0,225
1.3	8	2,00	700	13,8	20,1	10,3	0,101	444	19,3	28,3	14,4	0,141	95	17,7	35,0	17,9	0,175
1.4	5	3,47	311	6,2	13,0	7,4	0,130	249	7,5	19,0	10,8	0,190	105	9,4	19,1	10,9	0,191
1.5	5	2,16	514	9,2	19,6	7,1	0,098	229	12,4	25,2	9,1	0,126	42	10,6	25,7	9,3	0,128
1.6	3	2,27	305	10,6	26,7	16,0	0,178	169	13,9	27,0	16,2	0,180	12	14,8	33,6	20,2	0,224
1.7	5	2,23	360	9,2	16,4	7,8	0,082	356	12,4	22,5	10,8	0,112	40	16,4	32,8	15,7	0,164
1.8	4	3,25	383	7,0	12,0	7,2	0,120	218	9,0	13,3	8,0	0,133	23	9,4	16,8	10,1	0,168
(2) stéréocomparateurs (seulement 1818)																	
1.4	1	—	61	4,6	9,3	5,3	0,092	50	5,8	15,1	8,6	0,151	22	7,5	14,5	8,3	0,145
1.8	1	—	94	4,8	8,8	5,3	0,066	55	5,0	8,7	5,2	0,065	6	6,2	11,2	6,7	0,084

(English: sect. 5.6, p. 111)

TABLEAU 37 — Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
(par. 6.1, p. 45)

S+01

vol	N	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.1	7	73	4,8	7,9	15,6	69	6,0	8,8	13,4	142	5,4	8,3	14,5
1.2	4	70	8,9	8,5	24,9	73	6,8	8,6	22,5	143	7,8	8,6	23,6
1.3	7	71	14,2	9,4	18,6	71	12,9	14,5	12,5	142	13,6	12,0	15,5
1.4	5	68	4,1	5,6	7,2	55	3,4	3,2	13,4	123	3,8	4,6	10,0
1.5	5	76	7,1	5,2	14,3	77	6,7	8,2	11,4	153	6,9	6,7	12,8
1.6	3	72	9,2	10,3	18,8	77	8,6	8,9	20,5	149	8,9	9,6	19,7
1.7	4	67	8,0	6,5	13,2	76	8,5	6,5	12,6	143	8,3	6,5	12,9
1.8	4	75	5,1	7,5	8,3	75	4,6	5,5	8,6	150	4,8	6,5	8,5

(English: sect. 6.1, p. 115)

TABLEAU 38 — Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Résumé par vols
(par. 6.1, p. 45)

S+03

vol	N	n	σ_m	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_z	m_y
				μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain		$\% \text{ hg}$	$\frac{m_y}{m_z}$
1.1	7	142	2,10	6,8	14,5	5,6	14,2	30,5	11,7	5,4	11,6	0,072	1,54
1.2	4	143	2,03	8,2	23,6	16,5	16,6	47,9	33,3	6,6	18,9	0,158	1,10
1.3	7	142	2,06	12,8	15,5	7,9	26,2	31,9	16,3	10,2	12,4	0,078	0,89
1.4	5	123	3,47	4,2	10,0	5,7	14,6	34,7	19,8	3,4	8,0	0,100	1,21
1.5	5	153	2,16	6,8	12,8	4,6	14,7	27,6	10,0	8,2	15,4	0,064	0,99
1.6	3	149	2,27	9,2	19,7	11,8	20,9	44,7	26,6	11,0	23,6	0,131	1,09
1.7	4	143	2,29	7,4	12,9	6,1	17,0	29,4	14,0	8,9	15,4	0,065	0,78
1.8	4	150	3,25	5,7	8,5	5,1	18,4	27,6	16,7	6,8	10,2	0,085	1,35

(English: sect. 6.1, p. 115)

TABLEAU 39 — Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 6.1, p. 45)

S+13

vol	(I): à l'intérieur					(A): à l'extérieur					(R): au bord				
	n	m_k	m_z	m_{px}	m_z $\% \text{ hg}$	n	m_k	m_z	m_{px}	m_z $\% \text{ hg}$	n	m_k	m_z	m_{px}	m_z $\% \text{ hg}$
1.1	86	5,4	14,4	5,5	0,072	37	8,8	14,0	5,4	0,070	19	9,0	15,9	6,1	0,079
1.2	85	7,1	23,9	16,7	0,159	44	9,8	22,6	15,8	0,151	14	9,9	25,9	18,1	0,172
1.3	80	10,8	13,2	6,7	0,066	51	15,9	18,1	9,2	0,091	11	11,5	20,9	10,7	0,104
1.4	57	3,8	7,5	4,3	0,075	48	4,1	12,9	7,4	0,129	18	5,2	10,4	5,9	0,104
1.5	100	6,1	11,4	4,1	0,057	45	8,4	15,4	5,5	0,077	8	6,8	16,2	5,8	0,081
1.6	92	8,9	21,1	12,7	0,141	54	10,0	17,9	10,7	0,119	3	7,6	11,7	7,0	0,078
1.7	69	6,2	10,1	4,8	0,050	67	8,3	14,9	7,1	0,075	7	10,8	20,3	9,7	0,102
1.8	92	5,0	8,9	5,3	0,089	53	6,6	7,7	4,6	0,077	5	8,9	8,4	5,0	0,084

(English: sect. 6.1, p. 115)

TABLEAU 40 — Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, pour l'ensemble de points à l'intérieur, de points à l'extérieur, et de points au bord
(par. 6.2, p. 49)

vol	N	modèle 1				modèle 2				modèle 1 et 2			
		n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z	n	m_x	m_y	m_z
1.1	7	73	6,2	8,1	19,1	69	8,5	9,6	19,9	142	7,4	8,9	19,5
1.2	4	70	5,9	10,0	26,1	73	6,0	9,3	18,3	143	6,0	9,6	22,2
1.3	7	71	11,2	12,2	19,0	71	11,1	9,9	20,2	142	11,2	11,1	19,6
1.4	5	68	5,2	7,1	15,4	55	5,5	8,0	12,3	123	5,4	7,6	15,9
1.5	5	76	8,2	8,2	19,8	77	7,6	10,0	19,0	153	7,9	9,1	19,4
1.6	3	72	8,0	11,7	23,8	77	7,4	9,1	21,2	149	7,7	10,4	22,6
1.7	4	67	7,4	12,4	18,2	76	8,8	10,9	17,2	143	8,1	11,6	17,7
1.8	4	75	5,2	5,8	10,8	75	4,8	8,2	10,8	150	5,0	7,0	10,8

(English: sect. 6.2, p. 116)

TABLEAU 41 — Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Résumé par vols
(par 6.2, p. 49)

vol	N	n	v_m	μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain		m_z ‰ hg	m_y m_z
				m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z		
1.1	7	142	2,10	8,1	19,5	7,5	17,0	41,0	15,8	6,5	15,6	0,098	1,23
1.2	4	143	2,03	7,8	22,2	15,5	15,8	45,1	31,4	6,3	17,8	0,148	1,60
1.3	7	142	2,06	11,2	19,6	10,0	23,2	40,4	20,6	9,0	15,7	0,098	1,00
1.4	5	123	3,47	6,5	13,9	8,0	22,6	48,5	27,6	5,2	11,2	0,139	1,42
1.5	5	153	2,16	8,5	19,4	7,1	18,4	41,9	15,3	10,2	23,3	0,097	1,15
1.6	3	149	2,27	9,1	22,6	13,5	20,6	51,3	30,6	10,9	27,1	0,151	1,34
1.7	4	143	2,29	9,8	17,7	8,5	22,5	40,5	19,4	11,8	21,2	0,089	1,44
1.8	4	150	3,25	6,0	10,8	6,5	19,8	35,1	21,2	7,3	13,0	0,108	1,44

(English: sect. 6.2, p. 116)

TABLEAU 42 — Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Erreurs moyennes relatives en μ dans le cliché, séparément par groupes de points
(par. 6.2, p. 49)

R+13

vol	(I): à l'intérieur					(A): à l'extérieur					(R): au bord				
	n	m_k	m_z	m_{px}	m_z ‰ hg	n	m_k	m_z	m_{px}	m_z ‰ hg	n	m_k	m_z	m_{px}	m_z ‰ hg
1.1	86	7,1	17,5	6,7	0,094	37	9,8	21,5	8,3	0,107	19	8,8	24,1	9,3	0,120
1.2	85	7,4	23,5	16,3	0,156	44	8,4	18,8	13,0	0,125	14	9,2	22,0	15,3	0,147
1.3	80	9,5	16,2	8,3	0,081	51	12,8	23,0	11,7	0,115	11	14,9	27,8	14,2	0,139
1.4	57	5,3	11,6	6,6	0,116	48	7,0	15,5	8,8	0,155	18	8,5	18,0	10,3	0,180
1.5	100	7,6	17,8	6,5	0,089	45	10,1	22,2	8,1	0,111	8	8,6	22,1	8,1	0,111
1.6	92	7,2	20,1	11,9	0,134	54	11,8	24,8	14,8	0,166	2	7,8	14,7	8,7	0,098
1.7	69	7,8	15,2	7,2	0,076	67	11,1	19,2	9,2	0,096	7	14,8	29,4	14,1	0,147
1.8	92	5,4	9,2	5,6	0,092	53	7,0	12,5	7,6	0,125	4	6,8	15,1	9,1	0,150

(English: sect. 6.2, p. 116)

TABLEAU 43 — Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (appareils analogiques).
Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures. Résumé des résultats
(par 7.1, p. 51)

M 04

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m _b	N	n	D _m	m _k μ dans le cliché	m _z	m _{px}	m _k μ dans le modèle	m _z	m _{py}	m _z ‰ hg
(1) partie des restitutions												
problème 3: échelle image												
1	—	1 : 8 000	12	5171	2,5	3,1	6,1	3,4	7,3	14,4	7,9	0,04
2	—	1 : 12 000	12	5419	2,5	3,3	6,5	3,3	7,8	15,5	7,9	0,04
problème 4a: film — plaques (la même échelle image)												
3	RMK 15/23	—	1	507	2,1	3,4	4,6	3,2	7,2	9,9	6,8	0,03
4	RC 7a 10/14	—	1	426	2,7	2,8	5,1	2,9	7,5	13,6	7,7	0,05
problème 5: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)												
5	RMK 21/18	—	6	2329	2,3	3,3	8,2	3,1	7,5	18,5	6,9	0,04
6	2 × RMK 21/18	—	6	2398	2,2	3,4	7,4	3,7	7,6	16,4	8,2	0,04
problème 6: prises de vues grand-angulaires (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)												
7	RMK 15/23	—	2	1014	2,2	3,3	6,3	4,1	7,2	13,7	8,5	0,04
8	2 × RMK 21/18	—	2	1017	2,2	2,9	5,8	2,9	6,4	12,6	6,3	0,03
problème 7: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues grand-angulaires (vertical)												
9	RMK 21/18	—	2	999	2,2	2,9	6,1	2,3	6,3	13,4	5,0	0,05
10	RMK 15/23	—	2	999	2,2	3,7	6,1	3,9	8,1	13,7	8,7	0,04
(2) toutes les restitutions												
problème 3: échelle image												
1	—	1 : 8 000	23	10536	2,4	3,3	6,6	3,5	7,6	15,3	8,2	0,04
2	—	1 : 12 000	16	7449	2,5	3,4	6,7	3,4	7,9	15,9	8,1	0,04
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues												
3	RMK 21/18	—	12	5341	2,1	3,2	7,4	2,7	6,7	15,7	5,8	0,04
4	RMK 15/23	—	7	3540	2,2	3,9	6,7	4,4	8,4	14,4	9,3	0,05
5	2 × RMK 21/18 ¹⁾	—	11	4930	2,2	3,8	7,6	3,8	8,1	16,3	8,1	0,04
6	RC 7a 10/14	—	9	4174	3,4	2,5	5,0	2,9	8,0	16,0	9,3	0,05
(restitution 11)												
7	2 × RMK 21/18	—	2	889	1,8	9,6	19,6	9,8	16,7	34,8	17,2	0,10
problème 4b: surface photographiée												
8	RMK 15/23	1 : 8 000	4	2034	2,0	3,7	6,4	4,4	7,5	12,9	9,0	0,04
9	RC 7a 10/14	1 : 12 000	4	2036	3,3	2,5	4,7	2,8	7,6	14,3	8,6	0,05

1) Sans la restitution 11.

(English: sect. 7.1, p. 118)

TABLEAU 44 — Précision de mesure selon chiffre 1 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Erreur moyenne de la moyenne de deux mesures en «μ» dans le cliché. Résumé des résultats
(par 7.1, p. 51)

M 05

numéro d'ordre	appareil de restitution ou chambre de prise de vues	échelle image 1 : m_b	N	n	m_k	m_{px}	m_{py}
problème 3: échelle image							
1	PSK und STK 1	1 : 8 000	4	637	1,4	—	—
2		1 : 12 000	4	647	1,5	—	—
3	1818 ¹⁾	1 : 8 000	1	144	2,3	4,0	3,3
4		1 : 12 000	1	168	2,2	4,1	2,9
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues ²⁾							
5	RMK 21/18	—	2	324	1,5	—	—
6	RMK 15/23	—	2	314	1,6	—	—
7	2 × RMK 21/18	—	2	339	1,4	—	—
8	RC 7a 10/14	—	2	306	1,2	—	—
problème 4b: surface photographiée ²⁾							
9	RMK 15/23	1 : 8 000	1	161	1,5	—	—
10	RC 7a 10/14	1 : 12 000	1	164	1,3	—	—

1) Chambre de prise de vues RC 7a 10/14 seulement.

2) Stéréocomparateurs de précision seulement.

(English: sect. 7.1, p. 118)

TABLEAU 45 — Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (appareils analogiques).
Résumé des résultats
(par 7.2, p. 53)

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m _b	N	n	v _m	m _k μ dans le cliché	m _z μ dans le cliché	m _{px} μ dans le cliché	m _k μ dans le modèle	m _z μ dans le modèle	m _{px} μ dans le modèle	m _k cm sur le terrain	m _z cm sur le terrain	m _{px} cm sur le terrain
(1) partie des restitutions														
problème 3: échelle image														
1	—	1 : 8 000	13	390	2,4	13	24	13	31	53	27	11	19	0,13
2	—	1 : 12 000	13	390	2,5	11	19	10	28	46	24	13	23	0,12
problème 4a: film — plaques (la même échelle image)														
3	RMK 15/23	—	1	30	2,1	11	—	—	23	—	—	—	—	—
4	RC 7a 10/14	—	1	30	2,7	6	—	—	16	—	—	—	—	—
problème 5: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)														
5	RMK 21/18	—	6	180	2,3	14	24	9	31	54	20	—	—	0,12
6	2 × RMK 21/18	—	6	180	2,2	16	26	13	36	60	29	—	—	0,13
problème 6: prises de vues grand-angulaires (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)														
7	RMK 15/23	—	2	60	2,2	9	—	—	21	—	—	—	—	—
8	2 × RMK 21/18	—	2	60	2,2	14	—	—	29	—	—	—	—	—
problème 7: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues grand-angulaires (vertical)														
9	RMK 21/18	—	2	60	2,2	15	—	—	33	—	—	—	—	—
10	RMK 15/23	—	2	60	2,2	13	—	—	28	—	—	—	—	—
(2) toutes les restitutions														
problème 3: échelle image														
1	—	1 : 8 000	24	720	2,4	14	24	13	31	53	29	11	20	0,15
2	—	1 : 12 000	17	510	2,5	12	20	10	28	47	24	14	24	0,12
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues														
3	RMK 21/18	—	12	360	2,1	14	22	8	30	48	18	—	—	0,11
4	RMK 15/23	—	7	210	2,2	12	30	19	25	65	42	—	—	0,20
5	2 × RMK 21/18	—	13	390	2,1	15	26	13	32	55	27	—	—	0,13
6	RC 7a 10/14	—	9	270	3,4	9	11	6	32	32	19	—	—	0,11
problème 4b: surface photographiée														
7	RMK 15/23	1 : 8 000	4	120	2,0	12	—	—	24	—	—	9	—	—
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	4	120	3,3	10	—	—	33	—	—	12	—	—

(English: sect. 7.2, p. 119)

TABLEAU 46 — Précision d'adaptation selon chiffre 2 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Résumé des résultats
(par 7.2, p. 53)

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m _b	N	n	m _k μ dans le cliché	m _z μ dans le cliché	m _{px} μ dans le cliché	m _k cm sur le terrain	m _z cm sur le terrain	m _{px} cm sur le terrain
problème 3: échelle image										
1	—	1 : 8 000	9	110	10	28	15	8	22	0,17
2	—	1 : 12 000	9 ¹⁾	103	8	17	9	10	20	0,10
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues										
3	RMK 21/18	—	4	40	10	24	9	—	—	0,12
4	RMK 15/23	—	4 ¹⁾	35	9	32	21	—	—	0,26
5	2 × RMK 21/18	—	4	40	11	26	13	—	—	0,13
6	RC 7a 10/14	—	6	98	6	8	5	—	—	0,08
problème 4b: surface photographiée										
7	RMK 15/23	1 : 8 000	2	20	8	—	—	7	—	—
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	3	48	6	—	—	7	—	—

1) Sans le modèle 1.62 de la restitution 12 (cf. tableau 15).

(English: sect. 7.2, p. 119)

TABLEAU 47 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (appareils analogiques).
Résumé des résultats
(par. 7.3, p. 54)

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m _b	N	n	v _m	m _k μ dans le cliché	m _z	m _{px}	m _k μ dans le modèle	m _z	m _{px}	m _k cm sur le terrain	m _z	m _{px}	m _z ‰ hg
(1) partie des restitutions															
problème 3: échelle image															
1	—	1 : 8 000	13	5929	2,4	12	24	13	27	55	30	9	20	—	0,16
2	—	1 : 12 000	13	6035	2,5	11	23	12	27	54	28	14	27	—	0,14
problème 4a: film — plaques (la même échelle image)															
3	RMK 15/23	—	1	474	2,1	11	—	—	24	—	—	—	—	—	—
4	RC 7a 10/14	—	1	393	2,7	7	—	—	17	—	—	—	—	—	—
problème 5: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)															
5	RMK 21/18	—	5	2798	2,3	12	27	10	26	62	23	—	—	—	0,14
6	2 × RMK 21/18	—	6	2850	2,2	15	26	13	34	58	30	—	—	—	0,13
problème 6: prises de vues grand-angulaires (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)															
7	RMK 15/23	—	2	993	2,2	11	—	—	24	—	—	—	—	—	—
8	2 × RMK 21/18	—	2	999	2,2	13	—	—	29	—	—	—	—	—	—
problème 7: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues grand-angulaires (vertical)															
9	RMK 21/18	—	2	927	2,2	12	—	—	28	—	—	—	—	—	—
10	RMK 15/23	—	2	930	2,2	14	—	—	31	—	—	—	—	—	—
(2) toutes les restitutions															
problème 3: échelle image															
1	—	1 : 8 000	24	10901	2,4	12	26	14	27	58	32	10	21	—	0,16
2	—	1 : 12 000	17	7959	2,5	11	23	12	27	54	28	14	28	—	0,14
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues															
3	RMK 21/18	—	12	5578	2,1	11	26	10	24	55	21	—	—	—	0,13
4	RMK 15/23	—	7	5405	2,2	13	31	20	27	66	42	—	—	—	0,20
5	2 × RMK 21/18	—	13	6002	2,1	15	25	13	31	53	26	—	—	—	0,13
6	RC 7a 10/14	—	9	5875	3,4	8	15	9	27	51	30	—	—	—	0,15
probleme 4b: surface photographiée															
7	RMK 15/23	1 : 8 000	4	1955	2,0	12	—	—	24	—	—	9	—	—	—
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	4	1875	3,3	8	—	—	26	—	—	10	—	—	—

(English: sect. 7.3, p. 121)

TABLEAU 48 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Résumé des résultats
(par. 7.3, p. 54)

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m _b	N	n	m _k μ dans le cliché	m _z	m _{px}	m _k cm sur le terrain	m _z	m _{px}	m _z ‰ hg
problème 3: échelle image											
1	—	1 : 8 000	9	1577	8	21	12	7	17	—	0,14
2	—	1 : 12 000	9	1583	8	20	10	9	24	—	0,12
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues											
3	RMK 21/18	—	4	607	7	22	8	—	—	—	—
4	RMK 15/23	—	4 ¹⁾	520	10	29	19	—	—	—	—
5	2 × RMK 21/18	—	4	617	9	19	9	—	—	—	—
6	RC 7a 10/14	—	6	1416	6	13	7	—	—	—	—
probleme 4b: surface photographiée											
7	RMK 15/23	1 : 8 000	2	306	10	—	—	8	—	—	—
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	3	762	6	—	—	7	—	—	—

1) Sans le modèle 1.62 de la restitution 12 (cf. tableau 18).

(English: sect. 7.3, p. 121)

TABLEAU 49 — Précision absolue selon chiffre 3 du programme de calcul.
Erreurs moyennes absolues en « dans le cliqué », séparément par groupes de points
et perte de précision vers le bord.

Résumé des résultats

(par. 7.3, p. 56)

A 14

numéro d'ordre	chambre de prise de vues ou appareil de restitution	échelle image 1 : m _b	(I) : à l'intérieur			(A) : à l'extérieur			(R) : au bord			(A) : à l'extérieur			(R) : au bord			(A) + (R)			
			n	m _k	m _{px}	n	m _k	m _{px}	n	m _k	m _{px}	v' _k	v' _z	v' _k	v' _z	v' _k	v' _z	v _k	v _z		
(1) appareils analogiques																					
problème 3: échelle image																					
1	—	1 : 8 000	24	6191	11	24	13	3477	14	27	15	1233	14	31	17	1,32	1,16	1,35	1,20		
2	—	1 : 12 000	17	4685	10	21	11	2918	13	26	13	356	14	31	16	1,51	1,23	1,41	1,26		
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues																					
3	RMK 21/18	—	12	3491	10	24	9	1518	14	29	11	569	13	31	11	1,57	1,21	1,26	1,23		
4	RMK 15/23	—	7	2109	11	30	20	1071	14	50	20	225	15	37	24	1,27	1,01	1,34	1,04		
5	2 × RMK 21/18	—	13	5190	13	21	10	2406	17	29	14	406	18	37	19	1,35	1,39	1,47	1,45		
6	RC 7a 10/14	—	9	2086	7	14	8	1400	9	17	10	389	10	19	11	1,25	1,27	1,44	1,50		
problème 8: appareils de restitution																					
7	C8	—	20	5609	11	24	12	2941	14	28	14	862	14	31	16	1,50	1,18	1,32	1,21		
8	A7	—	13	3272	9	21	11	1907	13	26	13	570	13	31	16	1,42	1,23	1,43	1,28		
(2) stéréocomparateurs																					
problème 3: échelle image																					
1	—	1 : 8 000	9	846	7	19	11	530	10	23	13	201	10	27	15	1,48	1,17	1,55	1,23		
2	—	1 : 12 000	9 ¹⁾	932	7	19	10	581	9	21	10	70	9	21	10	1,32	1,09	1,32	1,10		
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues																					
3	RMK 21/18	—	4	586	6	20	8	162	8	24	9	59	9	25	9	1,46	1,18	1,49	1,19		
4	RMK 15/23	—	4 ¹⁾	513	9	30	20	173	12	27	18	34	12	50	20	1,26	0,90	1,29	0,92		
5	2 × RMK 21/18	—	4	518	6	15	8	259	11	22	11	40	10	28	14	1,78	1,41	1,65	1,46		
6	RC 7a 10/14	—	6	761	6	11	6	517	7	14	8	138	8	14	8	1,18	1,31	1,41	1,23		
problème 8: appareils de restitution																					
7	—	—	18	1278	7	19	10	1111	9	22	11	271	10	24	13	1,40	1,13	1,44	1,26		

1) Sans le modèle 1.62 de la restitution 12 (cf. tableau 21).

TABLEAU 50 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul (appareils analogiques).
Résumé des résultats
(par. 7.4, p. 57)

R 04

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m_b	N	n	v_m	m_k μ dans le cliché	m_z	m_{px}	m_k μ dans le modèle	m_z	m_{px}	m_k μ dans le modèle cm sur le terrain	m_z %	m_z kg
(1) partie des restitutions														
problème 3: échelle image														
1	—	1 : 8 000	13	2001	2,4	6	12	6	13	27	14	5	10	0,07
2	—	1 : 12 000	13	2045	2,5	6	13	7	15	31	16	7	16	0,08
problème 4a: film — plaques (la même échelle image)														
3	RMK 15/23	—	1	159	2,1	5	7	5	11	14	10	—	—	0,04
4	RC 7a 10/14	—	1	132	2,7	4	6	3	10	16	9	—	—	0,06
problème 5: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)														
5	RMK 21/18	—	6	940	2,3	6	15	6	14	33	12	—	—	0,07
6	2 × RMK 21/18	—	6	965	2,2	6	16	8	13	34	17	—	—	0,08
problème 6: prises de vues grand-angulaires (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)														
7	RMK 15/23	—	2	338	2,2	5	9	6	11	19	12	—	—	0,06
8	2 × RMK 21/18	—	2	339	2,2	5	9	5	11	21	10	—	—	0,05
problème 7: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues grand-angulaires (vertical)														
9	RMK 21/18	—	2	313	2,2	10	27	10	22	60	22	—	—	0,14
10	RMK 15/23	—	2	312	2,2	9	19	12	20	44	28	—	—	0,13
(2) toutes les restitutions														
problème 3: échelle image														
1	—	1 : 8 000	24	3676	2,4	6	12	6	14	27	14	5	10	0,07
2	—	1 : 12 000	17	2698	2,5	6	13	6	14	30	15	7	15	0,08
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues														
3	RMK 21/18	—	12	1884	2,1	6	15	6	14	33	12	—	—	0,08
4	RMK 15/23	—	7	1148	2,2	7	12	8	15	27	17	—	—	0,08
5	2 × RMK 21/18	—	15	2028	2,1	7	15	7	14	31	16	—	—	0,07
6	RC 7a 10/14	—	9	1314	3,4	4	7	4	14	23	13	—	—	0,07
problème 4b: surface photographiée														
7	RMK 15/23	1 : 8 000	4	657	2,0	6	10	7	12	19	14	5	8	0,06
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	4	644	3,3	4	7	4	12	20	12	5	8	0,07

(English: sect. 7.4, p. 123)

TABLEAU 51 — Erreurs relatives résultant des écarts des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Résumé des résultats
(par. 7.4, p. 58)

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m_b	N	n	v_m	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	cm sur le terrain	$\eta/m h_g$
problème 3: échelle image																			
1	—	1 : 8 000	23	550	2,4	8	19	10	20	44	24	7	15						0,12
2	—	1 : 12 000	16	595	2,5	8	18	9	20	42	22	10	21						0,11
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues																			
3	RMK 21/18	—	12	295	2,1	8	20	7	18	42	16	—	—						0,10
4	RMK 15/23	—	7	292	2,2	9	22	15	18	48	31	—	—						0,15
5	2 × RMK 21/18	—	11	285	2,2	11	19	9	23	40	20	—	—						0,09
6	RC 7a 10/14	—	9	273	3,4	6	12	7	21	42	24	—	—						0,12

(English: sect. 7.4, p. 124)

TABLEAU 52 — Erreurs relatives selon chiffre 4 du programme de calcul.
Erreurs moyennes relatives en « μ dans le cliché », séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord.
Résumé des résultats
(par. 7.4, p. 58)

Résumé des résultats
(par. 7.4, p. 58)

R 14

numéro d'ordre	chambre de prise de vues ou appareil de restitution	échelle image 1 : m _b	N	(I): à l'intérieur			(A): à l'extérieur			(R): au bord			(A): à l'extérieur		(R): au bord		(A) + (R)	
				n	m _k	m _z	m _{px}	n	m _k	m _z	m _{px}	n	m _k	m _z	m _{px}	v' _k	v' _z	v _k

(1) appareils analogiques

problème 3: échelle image

1	—	1 : 8 000	24	6191	5	10	5	3477	6	13	7	1233	7	14	7	1,23	1,27	1,25	1,28
2	—	1 : 12 000	17	4685	5	10	5	2918	6	14	7	356	7	16	8	1,20	1,40	1,22	1,41

problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues

3	RMK 21/18	—	12	3491	6	14	5	1518	7	17	6	569	6	17	6	1,16	1,23	1,16	1,23
4	RMK 15/23	—	7	2109	6	9	6	1071	7	14	9	225	7	16	10	1,16	1,47	1,17	1,52
5	2 × RMK 21/18	—	13	3190	6	12	6	2406	7	17	8	406	8	18	8	1,27	1,42	1,29	1,43
6	RC 7a 10/14	—	9	2086	5	5	4	1400	5	7	4	389	6	7	4	1,32	1,19	1,38	1,19

problème 8: appareils de restitution

7	C8	—	20	5609	6	12	6	2911	7	16	8	862	7	15	7	1,12	1,33	1,26	1,32
8	A7	—	15	3272	4	7	5	1907	5	10	5	570	5	10	5	1,36	1,42	1,37	1,44

(2) stéréocomparateurs (seulement 1818) ¹⁾

problème 3: échelle image

1	—	1 : 8 000	1	181	5	6	4	147	6	6	4	65	6	7	4	1,27	0,97	1,38	1,30
2	—	1 : 12 000	1	277	5	6	4	163	5	6	4	18	6	7	4	1,02	0,95	1,19	1,04

problème 8: appareils de restitution

3	—	—	2	458	5	6	4	310	5	6	4	83	6	7	4	1,15	0,97	1,26	1,16
---	---	---	---	-----	---	---	---	-----	---	---	---	----	---	---	---	------	------	------	------

¹⁾ Chambre de prise de vues RC 7a 10/14 seulement.

TABLEAU 55 — Précision des distances selon chiffre 5 du programme de calcul (stéréocomparateurs).
Résumé des résultats
(par. 7.5, p. 60)

D 05

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image	groupe ¹⁾					groupe ¹⁾					groupe ¹⁾				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
problème 3: échelle image																	
1	—	1 : 8 000	9	176	175	107	162	172	7	10	15	11	7	6	8	10	8
2	—	1 : 12 000	9 ^{a)}	151	153	107	138	156	6	9	15	10	6	8	11	15	12
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues																	
3	RMK 21/18	—	4	78	80	51	73	75	6	9	14	10	7	—	—	—	—
4	RMK 15/23	—	4 ²⁾	66	60	32	51	59	8	12	15	10	8	—	—	—	—
5	2 × RMK 21/18	—	4	69	73	50	75	79	8	9	11	15	7	—	—	—	—
6	RC 7a 10/14	—	6	114	115	81	101	115	6	9	10	8	5	—	—	—	—
probleme 4b: surface photographiée																	
7	RMK 15/23	1 : 8 000	2	39	38	25	35	37	9	12	15	9	9	7	10	12	7
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	3	57	57	39	51	58	6	8	12	7	5	8	10	14	8

1) Division par groupes cf. paragraphe 4.1, p. 27, ou tableau 4.

2) Sans le modèle 1.62 de la restitution 12 (cf. tableau 30).

(English: sect. 7.5, p. 126)

TABLEAU 56 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul (appareils analogiques).
Résumé des résultats
(par. 7.6, p. 62)

S 04

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m_b	N	n	v_m	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}
						μ dans le cliché			μ dans le modèle			cm sur le terrain			‰ hg		
(1) partie des restitutions																	
problème 3: échelle image																	
1	—	1 : 8 000	13	1974	2,4	11	22	12	24	50	28	8	18		0,14		
2	—	1 : 12 000	13	2009	2,5	10	20	10	24	48	25	12	24		0,13		
problème 4a: film — plaques (la même échelle image)																	
3	RMK 15/23	—	1	158	2,1	10	—	—	22	—	—	—	—		—		
4	RC 7a 10/14	—	1	131	2,7	6	—	—	16	—	—	—	—		—		
problème 5: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)																	
5	RMK 21/18	—	6	933	2,3	11	24	9	24	55	20	—	—		0,12		
6	2 × RMK 21/18	—	6	950	2,2	15	23	11	32	51	25	—	—		0,11		
problème 6: prises de vues grand-angulaires (vertical) — prises de vues à angle normal (convergent)																	
7	RMK 15/23	—	2	331	2,2	10	—	—	22	—	—	—	—		—		
8	2 × RMK 21/18	—	2	333	2,2	13	—	—	28	—	—	—	—		—		
problème 7: prises de vues à angle normal (vertical) — prises de vues grand-angulaires (vertical)																	
9	RMK 21/18	—	2	309	2,2	10	—	—	22	—	—	—	—		—		
10	RMK 15/23	—	2	310	2,2	12	—	—	27	—	—	—	—		—		
(2) toutes les restitutions																	
problème 3: échelle image																	
1	—	1 : 8 000	24	3630	2,4	11	24	13	25	54	30	9	19		0,15		
2	—	1 : 12 000	17	2649	2,5	10	20	10	25	48	25	12	24		0,13		
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues																	
3	RMK 21/18	—	12	1860	2,1	10	22	8	22	48	18	—	—		0,11		
4	RMK 15/23	—	7	1135	2,2	11	29	19	24	62	40	—	—		0,19		
5	2 × RMK 21/18	—	13	1995	2,1	14	22	11	29	47	23	—	—		0,11		
6	RC 7a 10/14	—	9	1289	3,4	8	15	8	25	47	28	—	—		0,15		
problème 4b: surface photographiée																	
7	RMK 15/23	1 : 8 000	4	651	2,0	11	—	—	22	—	—	9	—		—		
8	RC 7a 10/14	1 : 12 000	4	624	3,3	8	—	—	24	—	—	9	—		—		

(English: sect. 7.6, p. 127)

TABLEAU 57 — Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Résumé des résultats
(par. 7.6, p. 63)

numéro d'ordre	chambre de prise de vues	échelle image 1 : m_b	N	n	v_m	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_{px}	m_k	m_z	m_z cm sur le terrain	$\frac{1}{m_h} \text{ hg}$
problème 3: échelle image															
1	—	1 : 8 000	23	550	2,4	8	16	9	18	36	20	6	13	0,10	
2	—	1 : 12 000	16	595	2,5	7	14	7	18	32	17	9	16	0,09	
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues															
3	RMK 21/18	—	12	295	2,1	7	14	5	15	29	11	—	—	0,07	
4	RMK 15/23	—	7	292	2,2	9	22	14	19	46	30	—	—	0,15	
5	2 × RMK 21/18	—	11	285	2,2	10	14	7	22	31	15	—	—	0,07	
6	RC 7a 10/14	—	9	273	3,4	5	9	5	17	31	18	—	—	0,09	

(English: sect. 7.6, p. 128)

TABLEAU 58 — Erreurs systématiques selon chiffre 8 du programme de calcul.
Moyenne quadratique des erreurs en « μ » dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord.
Résumé des résultats
(par. 7.6, p. 64)

S 14

S+04

numéro d'ordre	chambre de prise de vues ou appareil de restitution	échelle image 1 : m _b	N	(I): à l'intérieur			(A): à l'extérieur			(R): au bord			(A): à l'extérieur		(R): au bord		(A) + (R)		
				n	m _k	m _z	m _{px}	n	m _k	m _z	m _{px}	n	m _k	m _z	m _{px}	v' _k	v' _z	v _k	v _z
(1) appareils analogiques																			
problème 3: échelle image																			
1	—	1 : 8 000	24	2062	10	22	12	1158	13	25	14	410	13	29	16	1,36	1,16	1,34	1,20
2	—	1 : 12 000	17	1560	9	19	10	972	12	22	11	117	13	27	14	1,32	1,18	1,45	1,21
problèmes 4a, 5, 6 et 7: chambre de prise de vues																			
3	RMK 21/18	—	12	1165	9	21	8	506	13	25	9	189	11	27	10	1,42	1,20	1,29	1,22
4	RMK 15/23	—	7	703	10	29	19	357	13	27	18	75	14	34	22	1,29	0,94	1,16	0,97
5	2 × RMK 21/18	—	13	1060	12	18	9	800	16	25	13	135	17	34	17	1,37	1,39	1,85	1,46
6	RC 7a 10/14	—	9	694	7	13	7	467	8	16	9	128	9	18	11	1,24	1,30	1,44	1,33
problème 8: appareils de restitution																			
7	C8	—	20	1869	9	22	11	969	13	25	13	287	12	28	15	1,54	1,15	1,51	1,19
8	A7	—	13	1090	9	20	11	636	12	25	13	188	12	29	16	1,45	1,22	1,45	1,28
(2) stéréocomparateurs (seulement 1818) ¹⁾																			
problème 3: échelle image																			
1	—	1 : 8 000	1	61	5	9	5	50	6	15	9	22	8	15	8	1,26	1,63	1,56	1,61
2	—	1 : 12 000	1	94	5	9	5	55	5	9	5	6	6	11	7	1,04	0,99	1,27	1,02
problème 8: appareils de restitution																			
3	—	—	2	155	5	9	5	105	5	12	7	28	7	13	8	1,15	1,31	1,42	1,22

¹⁾ Chambre de prise de vues RC 7a 10/14 seulement.

TABLEAU 59 — Erreurs systématiques résultant des moyennes des coordonnées de toutes les restitutions d'un vol (appareils analogiques).
Moyenne quadratique des erreurs en μ dans le cliché, séparément par groupes de points et perte de précision vers le bord.

numéro d'ordre	chambre de prise de vues ou appareil de restitution	échelle image 1 : m _b	N	(I) : à l'intérieur				(A) : à l'extérieur				(R) : au bord				(A) : à l'extérieur		(R) : au bord		(A) + (R)	
				n	m _i	m _z	m _{gx}	n	m _k	m _z	m _{gx}	n	m _k	m _z	m _{gx}	v' _k	v' _z	v' _k	v' _z	v _k	v _z
1	—	1 : 8 000	23	308	7	15	8	180	10	17	10	62	10	18	10	1,42	1,15	1,32	1,24	1,40	1,17
2	—	1 : 12 000	16	353	7	13	7	219	8	14	7	25	8	14	7	1,27	1,06	1,27	1,10	1,27	1,06
problème 3 : échelle image																					
problèmes 4a, 5, 6 et 7 : chambre de prise de vues																					
3	RMK 21/18	—	12	186	6	13	5	82	9	15	6	27	8	16	6	1,48	1,14	1,36	1,25	1,45	1,17
4	RMK 15/23	—	7	177	8	25	15	98	10	20	13	17	9	19	13	1,24	0,90	1,10	0,85	1,22	0,89
5	2 × RMK 21/18	—	11	149	9	12	6	118	12	17	8	18	11	21	10	1,42	1,41	1,32	1,76	1,41	1,46
6	RC 7a 10/14	—	9	149	4	8	5	101	5	10	6	23	7	9	6	1,25	1,26	1,50	1,14	1,28	1,24

(English: sect. 7.6, p. 129))

TABLEAU 60 — Résumé de quelques erreurs moyennes
(par. 8.1, p. 64)

appareil de restitution		appareils analogiques					stéréocomparateurs					du tableau
chambre de prise de vues ¹⁾		1	2	3	4	1-3	1	2	3	4	1-4	
N		21/18	15/23	2 x 21/18	10/14	—	21/18	15/23	2 x 21/18	10/14	—	43; 44; 45; 46 47; 48 50; 24 51; — 54; 55 56; 53 57; —
v_m		12	13	15	9	32	4	4	4	6	18	
φ_m		2,1	2,1	2,1	3,4	2,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
		0,38	0,65	0,50	0,59	0,51	0,38	0,65	0,50	0,59	0,53	
m _z en »μ dans le cliché ²⁾												
1	erreurs de mesure	3,2	3,9	3,8	2,5	3,6	1,5	1,6	1,4	1,2 ³⁾	1,5	43; 44; 45; 46 47; 48 50; 24 51; — 54; 55 56; 53 57; —
2	erreurs d'adaptation	14	12	15	9	14	10	9	11	6	9	
3	erreurs absolues	11	15	15	8	13	7	10	9	6	8	
4	erreurs relatives	6	7	7	4	7	—	—	—	5 ³⁾	—	
4+	erreurs relatives	8	9	11	6	9	—	—	—	—	—	
5,1		7	8	8	5	7	4	6	6	4	5	
5,2		10	12	11	8	11	6	8	7	6	7	
5,3	erreurs de distance ⁴⁾	15	12	13	9	13	10	11	8	7	9	
5,4		12	10	14	7	12	7	7	9	5	7	
5,5		6	8	8	4	7	5	6	5	3,5	5	
8	erreurs systématiques	10	11	14	8	12	—	—	—	5 ³⁾	—	
8+	erreurs systématiques	7	9	10	5	9	—	—	—	—	—	
m _{sz} en »μ dans le cliché ²⁾												
1	erreurs de mesure	7	7	8	5	7	—	—	—	—	—	45; — 45; 46 47; 48 50; 24 51; — 56; 53 57; —
2	erreurs d'adaptation	22	30	26	11	26	24	32	26	8	23	
3	erreurs absolues	26	31	25	15	27	22	29	19	13	20	
4	erreurs relatives	15	12	15	7	14	—	—	—	6 ³⁾	—	
4+	erreurs relatives	20	22	19	12	20	—	—	—	—	—	
8	erreurs systématiques	22	29	22	15	24	—	—	—	11 ³⁾	—	
8+	erreurs systématiques	14	22	14	9	17	—	—	—	—	—	
m _{sz} en »μ dans le modèle ⁵⁾												
1	erreurs de mesure	6	9	8	9	8	—	—	—	—	—	45; — 45; 46 47; 48 50; 24 51; — 56; 53 57; —
2	erreurs d'adaptation	18	42	27	19	29	9	21	15	5	12	
3	erreurs absolues	21	42	26	30	30	8	19	9	7	11	
4	erreurs relatives	12	17	16	15	15	—	—	—	3,4 ³⁾	—	
4+	erreurs relatives	16	31	20	24	22	—	—	—	—	—	
8	erreurs systématiques	18	40	23	28	27	—	—	—	6 ³⁾	—	
8+	erreurs systématiques	11	30	15	18	19	—	—	—	—	—	

1) Voir tableau 1.

- 1) Voir tableau 1.
- 2) Stéréocomparateurs de précision.

3) Stéréocomparateur 1819.

3) Stéréocomparateur 1819.
4) Convertie en une erreur de coordonnées.

+ selon paragraphe 6.

TABLEAU 61 — Résumé des rapports V_k et V_z de quelques erreurs moyennes (par. 8.1, p. 66)

problème		3	4a, 5, 6, 7				4b	8a
V		$\frac{a_2}{a_1}$	$\frac{b_2}{b_1}$	$\frac{b_3}{b_1}$	$\frac{b_4}{b_1}$	$\frac{c_2}{c_1}$	$\frac{d_2}{d_1}$	
Q_m		1,04	1,01	1,00	1,58	1,60	0,41	
V_k résultant des erreurs moyennes m_k en » μ dans le cliché«								
1 erreurs de mesure	M	1,05	1,17	1,11	0,86	0,81	0,45	
2 erreurs d'adaptation	E	0,84	0,84	1,09	0,65	0,80	0,70	
3 erreurs absolues	A	0,96	1,24	1,29	0,79	0,67	0,66	
4 erreurs relatives	R	1,03	1,07	1,10	0,64	0,65	1,22 ¹⁾	
4+ erreurs relatives	R+	1,00	1,03	1,28	0,76	—	—	
5' erreurs de distance	D	0,91	1,21	1,20	0,79	0,63	0,70	
5'' erreurs de distance		1,00	0,90	1,05	0,63	0,78	0,69	
8 erreurs systématiques	S	0,94	1,11	1,35	0,74	0,73	0,72 ¹⁾	
8+ erreurs systématiques	S+	0,92	1,28	1,49	0,74	—	—	
moyenne		0,96	1,09	1,22	0,73	0,72	0,65	
V_z résultant des erreurs moyennes m_z en » μ dans le cliché«								
1 erreurs de mesure	M	1,04	0,91	1,03	0,68	0,74	—	
2 erreurs d'adaptation	E	0,74	1,35	1,16	0,44	—	0,95	
3 erreurs absolues	A	0,91	1,24	0,95	0,59	—	0,81	
4 erreurs relatives	R	1,05	0,83	1,06	0,47	0,68	0,83 ¹⁾	
4+ erreurs relatives	R+	0,94	1,15	0,96	0,64	—	—	
8 erreurs systématiques	S	0,86	1,29	0,99	0,65	—	0,73 ¹⁾	
8+ erreurs systématiques	S+	0,85	1,59	1,04	0,68	—	—	
moyenne		0,91	1,19	1,03	0,59	0,71	0,87	

Il signifie:

a_1 = échelle image 1 : 8 000.

a_2 = échelle image 1 : 12 000.

b_1 = RMK 21/18.

b_2 = RMK 15/23

b_3 = 2 $\times$ RMK 21/18.

b_4 = RC 7a 10/14.

4+ selon paragraphe 6.2.

5' groupes 1, 2 et 5 (extrémités dans le même modèle).

5'' groupes 3 et 4 (extrémités dans différents modèles).

8+ selon paragraphe 6.1.

¹⁾ Chambre de prise de vues RC 7a 10/14 seulement.

c_1 = RMK 15/23. — échelle image 1 : 8 000.

c_2 = RC 7a 10/14 — échelle image 1 : 12 000.

d_1 = appareils analogiques.

d_2 = stéréocomparateurs.

(English: sect. 8.1, p. 130)

TABLEAU 62 — Valeurs de V de quelques erreurs moyennes en » μ dans le cliché«, séparément par appareils de restitution (par. 8.1, p. 66)

problème		3	4a, 5, 6, 7			4b
$V^1)$		$\frac{a_2}{a_1}$	$\frac{b_2}{b_1}$	$\frac{b_3}{b_1}$	$\frac{b_4}{b_1}$	$\frac{c_2}{c_1}$
V_k	appareils analogiques	0,95	1,07	1,23	0,71	0,72
	stéréocomparateurs	0,95	1,16	1,10	0,86	0,74
V_z	appareils analogiques	0,92	1,19	1,04	0,60	—
	stéréocomparateurs	0,78	1,36	0,99	0,46	—

¹⁾ Voir tableau 61.

(English: sect. 8.1, p. 131)

TABLEAU 63 — Résumé des valeurs v_k et v_z de la perte de précision vers le bord
(par. 8.1, p. 68)

appareil de restitution		appareils analogiques					stéréocomparateurs					du tableau
chambre de prise de vues ¹⁾		1 21/18	2 15/23	3 2 × 21/18	4 10/14	1—4 —	1 21/18	2 15/23	3 2 × 21/18	4 10/14	1—4 —	
v_k	3 erreurs absolues	1,34	1,28	1,37	1,29	1,32	1,47	1,27	1,76	1,23	1,45	49
	4 erreurs relatives	1,16	1,17	1,29	1,38	1,25	—	—	—	1,16 ²⁾	—	52
	4+ erreurs relatives	1,31	1,35	1,44	1,32	1,36	—	—	—	—	—	53
	8 erreurs systématiques	1,39	1,30	1,39	1,28	1,34	—	—	—	1,22 ²⁾	—	58
	8+ erreurs systématiques	1,45	1,22	1,41	1,28	1,34	—	—	—	—	—	59
v_z	3 erreurs absolues	1,23	1,04	1,45	1,30	1,25	1,19	0,92	1,46	1,30	1,22	49
	4 erreurs relatives	1,23	1,52	1,43	1,19	1,34	—	—	—	0,99 ²⁾	—	52
	4+ erreurs relatives	1,25	0,98	1,41	1,38	1,25	—	—	—	—	—	53
	8 erreurs systématiques	1,22	0,97	1,46	1,33	1,24	—	—	—	1,33 ²⁾	—	58
	8+ erreurs systématiques	1,17	0,89	1,46	1,24	1,19	—	—	—	—	—	59

¹⁾ Voir tableau 1.

²⁾ Stéréocomparateur 1818 seulement.

+ selon paragraphe 6.

(English: sect. 8.1, p. 132)

TABLEAU 64 — Valeurs de Q de la perte de précision vers le bord,
séparément par appareils de restitution
(par. 8.1, p. 68)

problème		3	4a, 5, 6, 7				8b
Q^1		$\frac{a_2}{a_1}$	$\frac{b_2}{b_1}$	$\frac{b_3}{b_1}$	$\frac{b_4}{b_1}$	$\frac{e_2}{e_1}$	
Q_k	appareils analogiques stéréocomparateurs	0,98 0,86	0,95 0,87	1,04 1,20	0,98 0,84	1,12 —	
Q_z	appareils analogiques stéréocomparateurs	1,02 0,87	0,90 0,78	1,18 1,23	1,06 1,09	1,07 —	

Il signifie:

e_1 = C8.

e_2 = A7.

¹⁾ Voir tableau 61.

(English: sect. 8.1, p. 132)

TABLEAU 65 — Erreurs moyennes en μ dans le cliché¹ résultant de quelques essais internationaux
(par. 8.2, p. 68)

essai	chambre de prise de vues	échelle image	v _m	m _k ⁽¹⁾									m _k ⁽²⁾								
				1	2	3	4	8	9	1	2	3	4	8	9						
(1) appareils analogiques																					
1 Revoïra 1958—1960	RC 7a 10/14	1 : 9 000	3,0—4,0	—	16	17	11	12	16	12	7	—	—	—	—	—	—				
	RC 5a 11,5/18	1 : 8 000	2,0—3,0	—	20	27	12	16	20	16	20	—	—	—	—	—	—				
	2 × RMK 21/18	1 : 7 000	2,0—2,5	—	20	34	16	24	18	18	18	—	—	—	—	—	—				
	RC 7a 10/14	1 : 9 000 ²⁾	3,0—4,0	—	—	11	10	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—				
2 Renfrew	RC 5a 11,5/18	1 : 8 000 ²⁾	2,0—3,0	—	—	15	14	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—				
	2 × RMK 21/18	1 : 7 000 ²⁾	2,0—2,5	—	—	31	30	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—				
	RC 8 15/23	1 : 50 000	2,0—3,0	3—5	19	12	14	16	—	—	—	—	3—5	17	21	16	11—14				
	RC 8 15/23	1 : 50 000	2,0—3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
3 Oberriet 1954—1956 SIP	RC 5 11,5/18	1 : 24 000	2,0—2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 5 21/18	1 : 4 700	2,4	—	12	13	5 ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 7 17/14	1 : 6 000 — 1 : 15 600	2,0—2,7	—	8	9	5 ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 7 10/14	1 : 9 600 — 1 : 21 500	2,8—4,8	—	7	9	5 ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
4 Oberriet	RC 5 21/18	1 : 4 700 — 1 : 12 500	1,9—2,5	5	15	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 7 17/14	1 : 6 000 — 1 : 15 600	2,0—2,7	—	10	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 7 10/14	1 : 9 600 — 1 : 21 500	2,3—4,8	—	8	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 5 21/18	1 : 4 700 — 1 : 12 500 ²⁾	1,9—2,5	—	—	14	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
5 Bezons	RC 7 17/14	1 : 6 000 — 1 : 15 600 ²⁾	2,0—2,7	—	—	9	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 7 10/14	1 : 9 600 — 1 : 21 500 ²⁾	2,3—4,8	—	—	9	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RC 8 15/23	1 : 2 100 — 1 : 2 700	1,5—2,7	8	19	27	19	—	—	—	—	—	16	13	38	26	—				
	RMK 15/23	1 : 8 000	2,0—2,4	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
6 Reichenbach 1962—1964 SIP	RMK 15/23	1 : 8 000	2,0—2,4	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	RMK 15/23	1 : 8 000	2,0—2,4	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

TABLEAU 65 (suite)

essai	chambre de prise de vues	échelle image	v_m	$m_k^{(1)}$									$m_k^{(2)}$								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(2) stéréocomparateurs																					
1 Revoïra	RC 7a 10/14	1 : 9 000	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	RC 5a 11,5/18	1 : 8 000	—	—	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
moyenne																					
(1) appareils analogiques																					
— Reichenbach OEEPE	cf. tabl. 1	1 : 8 000 u. 1 : 12 000	1,6—4,0	3,5	13	12	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
(2) stéréocomparateurs																					
— Reichenbach OEEPE	cf. tabl. 1	1 : 8 000 u. 1 : 12 000	—	1,5	9	8	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

1) 1 = erreurs de mesure 2 = erreurs d'adaptation 3 = erreurs absolues
4 = erreurs relatives 8 = erreurs systématiques 9 = erreurs constantes
2) Obtenues de distances.

