

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE GÉODÉSIE

BUREAU GRAVIMÉTRIQUE  
INTERNATIONAL

BULLETIN D'INFORMATION

N° 30

Novembre 1972

UNIVERSITÉ PARIS VI

11, Quai Saint-Bernard - Tour 14  
75005 PARIS (FRANCE)

BUREAU GRAVIMÉTRIQUE  
INTERNATIONAL

Paris

=====

BULLETIN D'INFORMATION

Novembre 1972

N° 30

=====

Subvention UNESCO - 1972

DG/2.1/414/34

## T A B L E      d e s      M A T I E R E S

1ère Partie

International Gravity Commission ..... p.I-3.

## A - Notices Nécrologiques

- Professeur Pierre TARDI ..... p.I-4.
- Professeur Emérite, Ingénieur Eduardo E. BAGLIETTO ..... p.I-9.
- M. Adelino PAES CLEMENTE ..... p.I-11.

## B - Information

- Alterations at the IGSN 71 gravity station Hannover,  
IGB n°21629 J, M. by Prof. Dr. Ing. W. TORGE ..... p.I-12.

## C - Traduction de 2 articles extraits de :

Geophys. Bull. n°24, Acad. Sci. USSR, Moscow, 1971.

- Calcul des déviations gravimétriques de la verticale  
dans "l'approximation du zéro" pour la région des  
Alpes Occidentales. O.M. OSTACH & L.P. PELLINEN ..... p.I-16.
- Un procédé d'interpolation des anomalies  $\Delta g$  et des  
calculs des déviations gravimétriques de la verticale  
dans la région des Alpes Occidentales.  
V.I. ARONOV & V.M. GORDIN ..... p.I-23.

2ème Partie

Liste des publications reçues au B.G.I.

(Mars à Juillet 1972)

concernant les questions de pesanteur ..... p.II-1.

Dr. S. CORON

INTERNATIONAL GRAVITY COMMISSION

---

In agreement with the President, the General Secretary of the International Association of Geodesy, and the President of the International Gravity Commission, as it was decided at the meeting of the International Union of Geodesy and Geophysics in Moscow (see Bull. Géod. n°102, p.378), the next meeting of the International Gravity Commission will be held in Paris, in August - September 1974. (Precise date to be fixed later).

---

En accord avec le Président, le Secrétaire Général de l'Association Internationale de Géodésie, et le Président de la Commission Gravimétrique Internationale, conformément aux décisions prises à l'Assemblée de l'Union de Géodésie et Géophysique Internationale à Moscou (Bull. Géod. n°102, p.378), la prochaine réunion de la Commission Gravimétrique Internationale aura lieu à Paris, en Août - Septembre 1974. (Date exacte à préciser).

## A - Notices Nécrologiques

Professeur Pierre TARDI  
Directeur du Bureau Gravimétrique International

"Le Professeur Pierre TARDI s'est éteint le 5 août 1972 à son domicile parisien, des suites d'un ultime accident cardiaque survenu quelques mois auparavant.

Il était né à Bastia le 4 juin 1897, le second d'une famille de sept garçons.

Quand éclata la première guerre mondiale, il se disposait à suivre, comme son père, une carrière d'officier polytechnicien. Mais, en 1915, comme les hostilités semblaient devoir durer longtemps, il eut hâte de rejoindre ses ainés sur le champ de bataille et il quitta volontairement les bancs du lycée alors qu'il n'avait pas encore dix-huit ans. Son ardeur et son autorité, bientôt reconnues, lui valurent la croix de guerre et son premier grade d'officier. A la fin des hostilités, il commandait une batterie d'artillerie.

Décidé à rester dans l'armée, mais désirant suivre aussi son penchant très marqué pour les travaux scientifiques, il obtint d'être versé au Service Géographique de l'Armée.

En mai 1920, il fut affecté à la Section de Géodésie de ce Service. Le destin, ce faisant, venait de sceller son avenir pour le reste de ses jours. La direction de cette Section venait en effet d'être confiée à un géodésien averti, le lieutenant-colonel Georges PERRIER, futur général, qui menait alors de front une carrière d'officier et une carrière de savant. Très vite apprécié par son chef, Pierre TARDI en devint bientôt l'adjoint, chargé de le seconder dans les nombreuses responsabilités scientifiques qui lui étaient confiées. A sa mort, en février 1946, il lui succéda.

De ces cadres d'avant-guerre, la Section de Géodésie n'avait, en 1920, conservé que son chef. Aussi les jeunes officiers affectés à la section se virent confier très tôt la direction de travaux importants et en concurent un intérêt exceptionnel pour la Géodésie. Le capitaine TARDI était du nombre et, pendant dix ans, il effectua de nombreuses opérations géodésiques de précision en France, au Maroc et en Syrie. En outre, dans l'intervalle de ses campagnes, il eut la charge, à partir de 1924, de professer au Service Géographique de l'Armée, le cours public de Géodésie et d'Astronomie de position. Pierre TARDI fut ainsi conduit à effectuer quelques recherches théoriques publiées en 1930 et à faire paraître en 1934 un traité de Géodésie en deux volumes, destiné à remplacer le traité de Francoeur, presque centenaire et encore en usage jusque là.



Professeur Pierre TARDI

1897 - 1972

---

Membre de l'Académie des Sciences

Ingénieur Général Géographe

Directeur du Bureau Gravimétrique International  
de 1958 à 1972

A la même époque, l'Institut Géographique de l'armée roumaine avait demandé à son homologue français l'envoi d'un officier chargé de créer dans cet Institut une Section d'Astronomie. Le capitaine TARDI fut choisi pour cette mission de confiance qui couvrit les années 1930 et 1931, il exécuta notamment des stations d'Astronomie de position sur le territoire roumain, ainsi que l'étude d'une projection conforme originale pour la nouvelle carte du pays. Le succès de ces travaux lui valut des amitiés durables parmi les géodésiens roumains.

En 1935, le chef d'escadron TARDI reprend sa place à la Section de Géodésie. Il met au point et améliore le matériel nécessaire à l'exécution d'une campagne astronomique de points fondamentaux. Ses travaux furent interrompus par la seconde guerre mondiale et ne furent repris qu'en 1941 à son retour de captivité. Il fut alors nommé Ingénieur en Chef à l'Institut Géographique National, qui avait remplacé en 1940, le Service Géographique de l'Armée,

L'année suivante, il fut chargé de diriger l'Ecole nationale des Sciences géographiques qui venait d'être créée dans le nouvel Institut. Promu inspecteur général géographe en 1945, il fut appelé en 1951 à participer à la direction de l'Institut Géographique National en qualité d'adjoint au Directeur général de l'établissement. Il occupa ce poste jusqu'à l'année 1965 où il atteignit l'âge de la retraite.

Parallèlement à son activité scientifique dans ses fonctions d'officier et d'ingénieur, Pierre TARDI avait très vite commencé à suivre une seconde carrière, plus exclusivement scientifique, dans laquelle le général PERRIER joua le plus souvent un rôle déterminant.

C'est d'abord l'enseignement de l'Astronomie à l'Ecole Polytechnique. Nommé professeur en 1945, Pierre TARDI fit dans son enseignement une place chaque année plus large à l'Astrophysique dont les progrès devenaient de plus en plus marquants. Il ne négligea pas pour autant la mécanique céleste à laquelle la mise en oeuvre des satellites artificiels vint précisément donner un élan nouveau. Les qualités pédagogiques de Pierre TARDI, ses vastes connaissances et son autorité personnelle firent de lui un maître exceptionnel. Son enseignement prit fin en 1968 lorsqu'il eut atteint la limite d'âge des professeurs.

C'est ensuite l'organisation de la collaboration internationale, indispensable dans les domaines des sciences de la Terre et de l'Univers, qui constitua pour lui un autre champ d'action. Le général PERRIER avait en effet été nommé Secrétaire général de la nouvelle Association internationale de Géodésie qu'il avait contribué à créer au lendemain de la première guerre mondiale et dont le siège fut fixé à Paris. Dès 1932, il se fit assister dans ses fonctions par Pierre TARDI qui, après la disparition du général en 1946, accéda lui-même au Secrétariat général et fut nommé, deux ans plus tard, Directeur du Bureau central de cette Association.

En 1960, sa santé ébranlée le contraignit à se retirer, mais il continua pendant longtemps encore à porter un intérêt actif aux travaux de l'Association. Il avait perçu dès le début toute l'importance d'une large coopération internationale en matière de Géodésie et il s'y consacra avec toute son intelligence, tout son dynamisme et les qualités de chef que ses activités passées lui avaient inculquées.

Une des fonctions qu'il occupa dans l'Association lui tenait particulièrement à cœur. Il avait reçu la direction du Bureau Gravimétrique International en 1958, à la mort du R.P. LEJAY qui avait fait créer cet organisme à Paris quelques années auparavant et qui en assumait la direction. Pierre TARDI avait une très vive amitié pour cet éminent Confrère et il tint, par fidélité à sa mémoire, à conserver la fonction jusqu'à la fin de sa propre vie.

Décrire l'action de Pierre TARDI dans l'Association Internationale de Géodésie, c'est faire l'historique de la géodésie mondiale durant les dernières quarante années au cours desquelles les progrès rapides des techniques permirent de développer extraordinairement les possibilités de la discipline. Ordinateurs, équipements radioélectriques, lasers, satellites artificiels contribuaient au passage de la géodésie traditionnelle à la géodésie spatiale dont l'avènement s'accompagna d'une amélioration très appréciable dans la connaissance de la forme et des dimensions de la Terre, et dans celle de son champ de pesanteur, objets ultimes de la Géodésie. Les géodésiens du monde entier connaissaient et admiraient Pierre TARDI ; les principaux d'entre eux devinrent ses amis.

Il fut peu à peu conduit à faire porter également ses efforts sur les disciplines connexes et à s'intéresser aux organisations internationales correspondantes, astronomiques notamment pour les questions de latitude et d'heure, géophysiques pour les années de Coopération géophysique internationale dont il fut, avec le R.P. LEJAY, l'un des plus actifs animateurs.

Il participa aussi pendant assez longtemps aux travaux du Conseil international des Unions scientifiques dont les Assemblées réunissent l'élite du monde savant de presque tous les pays, en vue de stimuler et de coordonner le développement des sciences dans le monde entier.

Pierre TARDI joua aussi, bien entendu, un rôle très important dans les organisations scientifiques françaises constituées à l'image des organisations internationales.

Dans tous les milieux scientifiques, français et étrangers, qu'il eut à fréquenter pendant sa longue carrière, il noua de solides relations d'amitié avec nombre de personnalités qui appréciaient ses qualités de droiture, de générosité, son accueil affable, son esprit vif et précis, son caractère décidé et aussi son sens de l'humour. Ses amis étrangers, lorsqu'ils venaient à passer par Paris, ne manquaient pas de lui rendre visite. Les innombrables marques de sympathie venues de partout à l'occasion de son décès sont le témoignage éloquent de son rayonnement mondial.

La science française rendit un juste hommage à sa haute valeur et à sa grande efficacité par son élection, en 1956 à l'Académie des Sciences, dans la Section de Géographie et Navigation. Il en assura la présidence pour l'année 1970. Il avait été élu membre du Bureau des Longitudes quelques années auparavant.

Les honneurs vinrent aussi sanctionner ses talents. Commandeur de la Légion d'honneur et des Palmes académiques, il était également titulaire de divers ordres étrangers. Il fut en outre nommé en 1955 docteur honoris causa de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, puis élu associé étranger, en 1961 de l'Académie italienne dei Lincei, en 1962 de l'Académie des Sciences du Danemark.

Son inlassable activité l'entraînait souvent au loin en des voyages rapides pour participer à des réunions internationales où il était toujours très écouté et où, grâce à lui, la voix de la France faisait très souvent autorité.

Le reste du temps, il était presque toujours à Paris, prenant rarement quelques moments de repos, jusqu'au jour de 1952 où un accident cardiaque survenu à Rome le contraignit à suspendre toute activité pendant plusieurs mois. Il s'en remit très bien et put reprendre son travail sans relâche. Mais, à partir de 1960, d'autres accidents cardiaques et des interventions chirurgicales vinrent à plusieurs reprises mettre ses jours en danger. Il sortait chaque fois de l'épreuve un peu plus fragile qu'avant, mais sa vigueur intellectuelle restait intacte. Un dernier accident eut finalement raison de son robuste tempérament après cinq mois de lutte".

Extrait de la Notice nécrologique présentée à l'Académie des Sciences par M. André GOUGENHEIM.

Le Professeur Pierre TARDI nous a légué une œuvre importante dont nous avons extrait pour citation les ouvrages les plus caractéristiques :

#### A) Ouvrages de base

- Traité de Géodésie, en deux volumes, Paris, Gauthier-Villars, 1935.
- Traité de Géodésie (nouvelle édition en 4 volumes), Paris, Gauthier-Villars, 1951, 1953, 1954. (En collaboration avec G. LACLAVERE).
- La Terre, Géodésie, Chapitre de l'Annuaire du Bureau des Longitudes, p.139-182 pour l'année 1955.
- Constellations. Année 1947 et suiv. Annuaire du Bureau des Longitudes, 15 p. et 4 pl. h.-t.
- Bibliographie Géodésique Internationale. In-4°. Secrétariat de l'Association Internationale de Géodésie, 19, Rue Auber, Paris, avec de très nombreuses analyses d'ouvrages.  
(En collaboration successive avec G. PERRIER & C. LACLAVERE).
  - . Années 1928-29-30.
  - . Années 1931-32-33-34.
  - . Années 1935-36-37.
  - . Années 1938-39-40.

- Cours d'Astronomie de l'Ecole Polytechnique, Paris, Lithographie de l'Ecole Polytechnique, 460 p., 450 fig. en moyenne. Réédité chaque année.
- Théorie des erreurs - Compensation des figures et des réseaux géodésiques, Paris, 1945-46, Institut Géographique National.
- Rapport général sur les projections, établi à l'occasion de l'Assemblée Générale d'Edimbourg (Septembre 1936) de l'Association Internationale de Géodésie. En annexe : Etude d'un système de projection de Gauss en fuseaux de  $6^\circ$  d'amplitude pouvant s'appliquer à l'ensemble du continent africain (latitudes comprises entre  $-36^\circ$  et  $+36^\circ$ ).

B) Etudes théoriques

- "Sur une méthode de mesure des angles par répétitions fractionnées". Note à l'Académie des Sciences, présentée à la séance du 13 Septembre 1937. (En collaboration avec le Lt-Colonel SCHMERBER et le Capitaine CAILLOL).
- "Définition du Système de projections pseudo-stéréographique de la nouvelle carte de Roumanie". 60 p., Bucarest, 1931, Institut Géographie Militar.
- "Calcul des azimuts d'une ligne géodésique de l'ellipsoïde". Bulletin Géodésique n°25, 12 p, Avril 1930.
- "Calcul rigoureux des déformations dans la représentation plane de l'ellipsoïde terrestre". Bulletin Géodésique n°45, 14 p, Janvier 1935.

C) Articles et publications diverses

- "La détermination des positions géographiques à l'aide de l'astrolabe à prisme". Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique, 18 p, Paris, 1928.
- "Les opérations géodésiques". Revue de l'Association française pour l'avancement des Sciences, 10 p, Mars 1932.
- "La forme et les dimensions de la Terre. Choix d'un ellipsoïde de référence international". Bulletin de l'Observatoire de Lyon, 12 p, Juillet 1928.
- "Cosmogonie du Système solaire. Genèse de la vie, 16 p, Revue des Questions Scientifiques, 20 Juillet 1949.
- "La mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud", 10 p, Publication dédiée au Prof. BONSDORFF, Helsinki, 1949.
- "La compensation d'ensemble du réseau géodésique européen", 4 p, Journal des Géomètres Experts, Octobre 1948.

Professeur Emérite, Ingénieur Eduardo E. BAGLIETTO

Eduardo E. BAGLIETTO est décédé subitement à Buenos Aires le 6 Juin 1972. Sa disparition soudaine fut ressentie douloureusement dans le monde de la Géodésie et Gravimétrie.

Elève de l'Université de Buenos Aires, il recevait en 1920 son diplôme d'Ingénieur Civil avec mention d'honneur.

Chef de travaux pratiques en Géodésie dès 1921 à la Faculté d'Ingénieurs de Buenos Aires, il fut nommé Professeur titulaire en 1930 et Professeur "émerite" en 1962. Il fut aussi Professeur de Géodésie à l'Ecole Technique Supérieure de l'Armée.

Au cours des années 1927 et 1928, dans le cadre de sa spécialité, il fit des études particulières en Europe, notamment en France, au B.I.P.M. à Sèvres et au B.I.H. à Paris ; en Allemagne (Potsdam) et en Italie (Padoue, Milan, Turin, Rome et Naples).

Lors de la création de l'Institut de Géodésie à Buenos Aires, le Professeur BAGLIETTO par sa grande autorité et haute compétence était naturellement tout désigné pour en assurer la Direction. C'est ce qu'il fit de 1951 à 1971, date à laquelle il obtint la distinction de Directeur Honoraire.

De 1961 à 1963, il fut Membre de la "Comision Directiva de la Sociedad Cientifica Argentina" et en 1971 il fut élu Membre titulaire de "La Academia Argentina de la Ingeniera".

Sur le plan international, le Professeur BAGLIETTO fut Membre du "Comité de Géodesia de la Sección Nacional Argentina del Instituto Panamericano de Geografía e Historia" ainsi que de l'U.G.G.I. et de l'A.I.G., participant de plus aux travaux des Groupes Spéciaux d'Etudes relatif au Réseau Gravimétrique Mondial et au Nivellement astro-géodésique.

Ses travaux furent très divers et nombreux dans le domaine de la Géodésie. A citer :

- Ses 35 campagnes gravimétriques effectuées de 1934 à Janvier 1972 en Argentine et dans la Cordillère des Andes (mesure au sommet de l'Aconcagua à 6.959 mètres en 1969), ainsi qu'en mer sur le plateau continental Atlantique de l'Argentine, particulièrement la baie du Rio de la Plata.
- Ses liaisons gravimétriques internationales :

Cambridge (Angleterre) - Buenos Aires et Buenos Aires - Asunción (Paraguay), en 1947-48, avec l'appareil bipendulaire Lenox Conyngham.

Etna (Italie) - Buenos Aires, en 1957, avec les gravimètres statiques sur l'invitation et en collaboration avec le Prof. Carlo MORELLI, Directeur de "l'Osservatorio Geofisico Sperimentale" à Trieste.

Madrid (Espagne) - Buenos Aires, en 1959, avec les gravimètres statiques, sur l'invitation du R.P. Pierre LEJAY, Directeur du Bureau Gravimétrique International et en collaboration avec le Dr. Suzanne CORON et le Prof. Luis LOZANO CALVO.

Teddington (Angleterre) - Buenos Aires, avec l'appareil bipendulaire précité, en accord avec une décision de l'Assemblée de l'U.G.G.I. réunie à Toronto en 1957.

Mombray - Johannesburg (Afrique du Sud) - Buenos Aires, avec les gravimètres statiques en 1958, en accord avec une résolution de l'U.G.G.I. (Assemblée à Helsinki en 1960).

- La mesure absolue de la gravité à Buenos Aires au moyen des pendules réversibles en tubes de quartz.

Les résultats, interprétation et conclusion de ses travaux et expériences ont été réunis dans les publications "Contribuciones à la Geodesia aplicada" présentées à toutes les nombreuses réunions internationales auxquelles il a participé : en particulier aux Assemblées de l'U.G.G.I. et de la Commission Gravimétrique Internationale.

En outre, il est l'auteur de très nombreuses publications, principalement :

- Nueva Base de Contrastación de los alambres de invar en Breteuil, París, 1928.
- El teodolito Wild de 0"2, 1937.
- Plomadas ópticas combinadas, 1942.
- La Geodesia y sus problemas, 1944.
- La iniciación de los trabajos geodésicos en la República Argentina, 1946.
- Mediciones gravimétricas submarinas, 1956.
- Gravedad Absoluta en Buenos Aires, 1959.
- Perfil gravimétrico entre los océanos Atlántico y Pacífico, 1968.
- Determinación de la gravedad en la cima del cerro Aconcagua (6.959,6 m.s.n.m.), 1969.
- Evolución de la Geodesia en los años de este siglo, 1970.

En collaboration :

- . Avec C. MORELLI - Gravity tie Argentina - Italia, 1960.
- . Avec S. CORON - Liaisons gravimétriques internationales : Buenos Aires (Ezeiza) - Madrid (Barajas), 1962.

M. Adelino PAES CLEMENTE

---

Le Directeur Général de l'Instituto Geografico e Cadastral a le regret d'annoncer le décès de M. Adelino PAES CLEMENTE, survenu le 19 Juin 1972 à Lisbonne (Portugal). Il était âgé de 79 ans.

M. PAES CLEMENTE avait fait ses études préparatoires à Coimbra. Admis à l'Ecole Militaire dans l'arme de l'artillerie, il en sortit comme officier en 1914 et prit part à la première guerre mondiale. En 1919, il fut nommé Directeur Adjoint du Service Géodésique dont il devint Directeur en 1932. En 1941, il prit les fonctions de Directeur Général de l'Instituto Geografico e Cadastral, qu'il conserva jusqu'en 1961, date à laquelle il fut atteint par la limite d'âge. De 1922 à 1924, il participa à la Mission géodésique de l'Angola, puis il passa sa licence ès-sciences mathématiques à l'Université de Lisbonne et obtint le diplôme d'Ingénieur civil à l'Instituto Superior Técnico.

C'est à l'Instituto Geografico e Cadastral qu'il put mettre en valeur ses brillantes qualités. Il organisa et mena à bien la réfection du réseau géodésique, celle du réseau de nivelllement de haute précision et l'établissement du réseau gravimétrique. Il fut l'instigateur de nouvelles séries cartographiques et il introduisit les méthodes photogrammétriques dans les travaux du cadastre foncier.

Il a participé à de nombreuses assemblées générales de l'U.G.G.I. et de l'A.I.G. Il fut Président de la Société Internationale de Photogrammétrie pour la période 1960-1964. Il était Président des Comités nationaux portugais pour l'Astronomie, la Géodésie, la Géophysique et la Photogrammétrie.

J.M. MARTINS

## B - Information

Alterations at the IGSN71 gravity station HANNOVER  
IGB N° 21629 J, M.

The elevation of the IGSN71 gravity station Hannover, IGB n° 21629 J has changed in March 1972, due to a new pavement. The alteration in the elevation amounts to + 0,11 m, corresponding to a change in gravity of ~ 0,03 mGal (density of asphalt = 1,2 g cm<sup>-3</sup>). The gravity difference between Hannover A and J, has been measured several times between 1968 and 1972 with LaCoste-Romberg gravity meters (J) = altered station) :

$$1968 \text{ LCR 79 (Spellauge)} : g_J - g_A = + 10,07 \text{ mGal}$$

$$1971 \text{ LCR 79 (Drewes)} : + 10,10 \text{ "}$$

$$1971 \text{ LCR 85 (Lehrke)} : + 10,08 \text{ "}$$

---


$$\text{mean} : g_J - g_A = + 10,08\bar{3}$$

$$\text{elevation correction} - - 0,02\bar{8}$$


---

$$g_{(J)} - g_A = + 10,05\bar{5} \text{ mGal}$$


---

=====

April 1972, LCR 79 (Boedecker, Lehrke) + 10,05 mGal

" LCR 85 ( " " ) + 10,04 "

" LCR 128 " " + 10,06 "

" LCR 156 (Kiesel, Stober) + 10,04 "

" LCR 249 " " + 10,08 "

" LCR 250 " " + 10,10 "

" LCR 87 (Doergé, Gerstenecker) + 10,11 "

" LCR 195 " " + 10,04 "

" LCR 258 " " + 10,05 "

June 1972, LCR 79 (Drewes) + 10,06 "

" LCR 85 (Lehrke) + 10,06 "

---

$$(J) - g_A = + 10,06\bar{3} \text{ mGal}$$

=====

New gravity value in IGSN71 :

$$\text{Hannover 21 629 } g_A = 981\ 262.37 \text{ mGal}$$

$$g_{(J)} - g_A = + 10,06 \text{ "}$$

---


$$g_{(J)} = 981\ 272.43 \text{ mGal}$$


---

The surroundings of the IGSN71 gravity station Hannover, IGB N° 21629 M have been changed in 1968, due to rebuilding inside the airport building. The gravity difference between Hannover A and M has been measured between 1970 and 1972 with LaCoste-Romberg gravity meters (M) = altered station M):

$$1970, \text{ LCR 85 (Torge)} : g_{(M)} - g_A = + 10,21 \text{ mGal}$$

$$1971, \text{ LCR 79 (Drewes)} : + 10,21 \text{ "}$$

$$1971, \text{ LCR 85 (Lehrke)} : + 10,21 \text{ "}$$

$$1972, \text{ LCR 79 (Drewes)} : + 10,23 \text{ "}$$

$$1972, \text{ LCR 85 (Lehrke)} : + 10,22 \text{ "}$$

---


$$\text{mean } g_{(M)} - g_A = + 10,21_6 \text{ mGal}$$


---

New gravity value in IGSN71 :

$$\text{Hannover 21 629 } g_A = 981\ 262.37 \text{ mGal}$$

$$g_{(M)} - g_A = + 10.22 \text{ "}$$

---


$$g_{(M)} = 981\ 272.59 \text{ mGal}$$


---

The position of (M) is no longer very favourable. A new airport station will be established as soon as the new airport building, now under construction, has been completed.

Prof. Dr. Ing. W. TORGE

-Meßgebiet: JGSN 71 Hannover 21629 (J)

Topograph. Karte

1: 25 000 Nr.:

3524

Schwerepunkt Nr.: Hannover-Langenhagen (out)

## Punktbeschreibung:

---

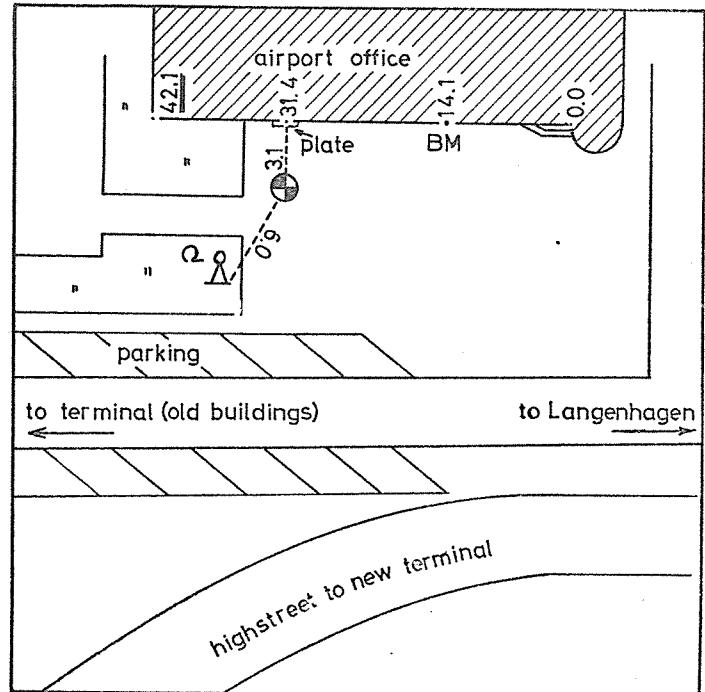


---



---

## Punktskizze:



## Vermarkung:

---



---



---

$$\varphi = 52^\circ 27,8 \text{ N}$$

$$\lambda = 9^\circ 41,9 \text{ E}$$

Höhe: 52,12 m

Dichte: \_\_\_\_\_

Schwerewert: 981 272,43

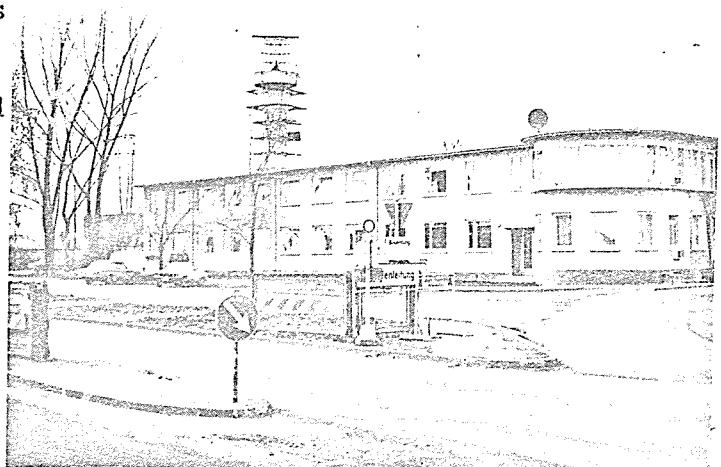
Skizze nach Norden orientiert,

Gravimeterpunkt = ●

gemessen am:	April 72	April 72	April 72	June 72	
mGal (ref. Hannover A)	+ 10,05	+ 10,07	+ 10,07	+ 10,06	
Instrument	LCR 79,85, 128	LCR 156,249, 250	LCR 87, 195,258	LCR 79,85	
Beobachter	Boedecker, Lehrke	Kiesel, Stober	Doergé, Gerstenecker	Drewes, Lehrke	
Bemerkungen					

## Sonstiges:

position of (J) corresponds  
to 21629 J, surroundings  
and elevations have changed  
(elevation + 0,11 m in  
March 1972).



Meßgebiet: JGSN 71 Hannover 21629 (M)

Topograph. Karte

1:25 000

Nr.: 3524

Schwerepunkt Nr.: Hannover-Langenhangen (in)

Punktbeschreibung:

Punktskizze:

---



---



---

Vermarkung:

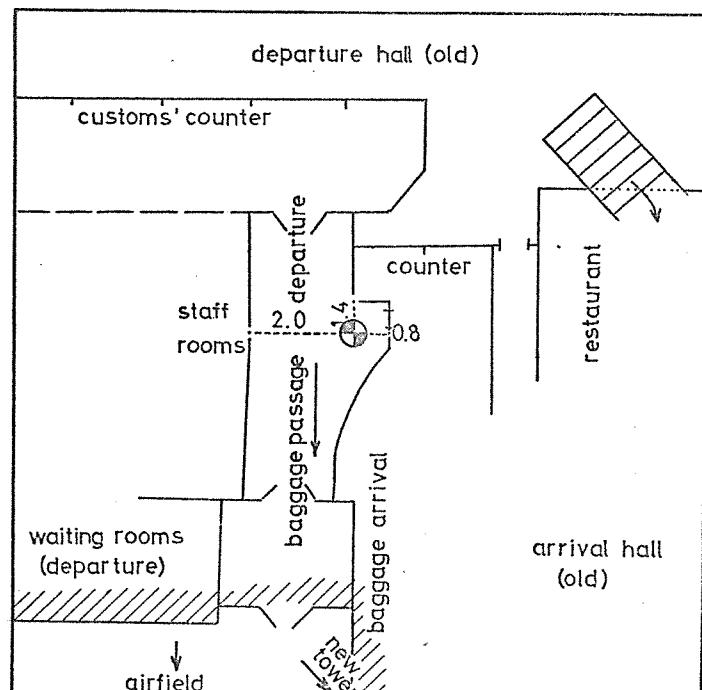
not marked

 $\varphi = 52^\circ 27;8$  N $\lambda = 9^\circ 41,6$  E

Höhe: 51,44 m

Dichte:

Schwerewert: 981 272,59



Skizze nach Norden orientiert.

Gravimeterpunkt = ●

gemessen am:	1970	1971*	1971	1972	1972
mGal (ref. Hannover A)	+ 10,21	+ 10,21	+ 10,21	+ 10,23	+ 10,22
Instrument	LCR 85	LCR 79	LCR 85	LCR 79	LCR 85
Beobachter	Torge	Drewes	Lehrke	Drewes	Lehrke
Bemerkungen					

Sonstiges:

position and elevation  
of (M) corresponds to  
21629 M, surroundings  
have changed in 1968.

Fotografie

des

Schwerepunktes

## C - Traduction

Calcul des déviations gravimétriques de la verticale dans "l'approximation du zéro" pour la région des Alpes Occidentales

O.M. OSTACH & L.P. PELLINEN

Depuis une série d'années, dans le cadre des travaux internationaux, on effectue dans la région des Alpes Occidentales des calculs d'essai des déviations gravimétriques de la verticale suivant différentes formules, dans le but de les comparer. Ci-dessous sont énumérés les résultats des calculs, effectués par l'Institut Central de Recherches de Géodésie, Photographie Aérienne et Cartographie.

Comme le volume des données gravimétriques dans le périmètre d'essais s'est avéré insuffisant pour faire apparaître la supériorité des formules strictes, on a effectué ces calculs seulement dans "l'approximation du zéro". Ainsi on a pu juger de la qualité du matériel gravimétrique et des évaluations astronomiques dans le périmètre d'essais.

Si par la suite le réseau de données gravimétriques de ce périmètre est complété et si certaines évaluations astronomiques, pour l'instant douteuses, sont vérifiées, on pourra alors effectuer des calculs plus précis des déviations gravimétriques de la verticale.

Le calcul de "l'approximation du zéro" dans les déviations de la verticale s'obtient par la formule de VENING MEINESZ.

Dans une région montagneuse, le champ de pesanteur est rendu beaucoup plus complexe à cause de l'influence des masses topographiques extérieures. Aussi il est rationnel d'utiliser des méthodes permettant d'isoler du champ réel l'influence de ces masses pour lesquelles on adopte une certaine densité constante.

Les anomalies de la pesanteur sont ainsi fortement réduites ce qui facilite leur interpolation. Après l'introduction des réductions correspondantes dans l'anomalie de la pesanteur, le calcul par la formule de VENING-MEINESZ est appliqué aux masses des anomalies résiduelles. On peut tenir compte immédiatement de l'influence des masses isolées de densité et de configuration connues.

Ces méthodes ont été mises au point par M.I. IOURKINA (6) (méthode d'isolement d'un massif topographique) et L.P. PELLINEN (4, 5). La formule obtenue par PELLINEN correspondant au cas où le massif d'abord isolé puis remis est constitué par toutes les masses topographiques de la Terre, s'est révélée la plus commode pour le calcul de "l'approximation du zéro".

Elle se présente ainsi :

$$\begin{Bmatrix} \xi'' \\ \eta'' \end{Bmatrix} = \frac{\rho''}{4\pi\gamma} \int_{\omega} (\Delta g'' + 2\pi f \delta H) \frac{dS}{d\psi} \begin{Bmatrix} \cos A \\ \sin A \end{Bmatrix} d\omega + \begin{Bmatrix} \Delta \xi_p'' \\ \Delta \eta_p'' \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Ici  $\Delta g''$  est l'anomalie de Bouguer avec la correction de relief ;  $2\pi f \delta H$  est la réduction de Bouguer ;  $\Delta \xi_p''$  ( $\Delta \eta_p''$ ) est une infime correction qui consiste en la différence d'influences des masses topographiques isolées, sur les déviations de la verticale suivant leur position réelle ou leur condensation à la surface  $H = \text{constante} = H_A$ , où  $H_A$  est la hauteur du point où est calculée la déviation de la verticale.

Cette correction se définit par la formule :

$$\begin{Bmatrix} \Delta \xi_p'' \\ \Delta \eta_p'' \end{Bmatrix} = \frac{\rho''}{\gamma} f \delta R^2 \int_{\omega} \frac{H - H_A}{r_0} \left( \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r} \right) \begin{Bmatrix} \cos A \\ \sin A \end{Bmatrix} d\omega \quad (2)$$

où  $r_0 = 2R \sin \psi / 2$  ;  $r$  est la distance du point de calcul à un point variable de la surface physique. Pour tenir compte de cette correction en rapport avec la formule (2) de E.M. ORLOVA (2) on a dressé des tableaux spéciaux.

Remarquons que, d'une façon générale les déviations de la verticale calculées par le procédé décrit, seront plus exactes qu'en appliquant sans intermédiaire la formule de VENING-MEINESZ aux anomalies de pesanteur, interpolées à la surface physique en tenant compte de l'influence des masses topographiques. Cela est dû principalement au fait que les anomalies interpolées dépendront essentiellement de l'altitude, ce qui amènera à l'augmentation des corrections de la première approximation  $G_1$  (ou de celles qui lui sont analogues), et par là même des corrections dans les déviations de la verticale. Il convient de souligner particulièrement que si "l'image" gravimétrique ne suit pas les détails du relief, pour extraire l'influence du massif il est indispensable de tenir compte le plus soigneusement possible de la forme réelle de la topographie, en utilisant pour cela des cartes topographiques à grande échelle.

Le calcul de "l'approximation zéro" pour les déviations de la verticale est fait d'après la formule (1). Ces calculs ont été faits pour 18 points astronomiques compris dans un cercle de rayon 100 km avec le point central ( $\psi = 45^\circ$  ;  $\lambda = 8^\circ 30'$ ).

On a utilisé les documents suivants, communiqués par le Dr. TENGSTROM :

- 1 - Carte à l'échelle 1/500.000, sur laquelle sont indiqués les points gravimétriques pour lesquels on a les anomalies de Bouguer, y compris la correction de relief, c'est-à-dire l'anomalie  $\Delta g''$ .

- 2 - Le catalogue des points gravimétriques qui sont montrés sur la carte indiquée dans le paragraphe précédent.
- 3 - La carte des anomalies  $\Delta g''$ , interpolées aux centres des trapèzes de dimension  $\Delta B \times \Delta L = 5' \times 5'$ .
- 4 - La carte des valeurs moyennes des anomalies  $\Delta g''$  et des altitudes dans des trapèzes de  $20' \times 30'$ .
- 5 - Des cartes topographiques d'échelle 1/200.000, pour les zones très proches de chaque point astronomique, on dispose en outre de cartes topographiques à l'échelle du 1/25.000.
- 6 - Une carte schématique des valeurs moyennes des altitudes dans des trapèzes de dimension  $5' \times 5'$ .
- 7 - Une carte des valeurs moyennes des anomalies de pesanteur à l'air libre et des corrections topographiques dans des trapèzes de  $1^\circ \times 1^\circ$ .
- 8 - La liste des déviations astro-géodésiques de la verticale pour 20 points astronomiques inclus dans le périmètre d'essais.

Le calcul de l'influence sur la déviation de la verticale, de la zone comprise entre 0 et 22,8 km a été effectué à la main à l'aide de "grilles". L'influence de la zone comprise entre 22,8 et 1.400 km a été calculée à l'aide de  $\exists BM$  "Oural 3".

L'intégration des anomalies  $\Delta g''$  considérées dans la formule (1) et situées dans la zone comprise jusqu'à 22,8 km, a été effectuée d'après la carte à l'échelle 1/500.000 sur laquelle on avait dessiné au préalable des courbes d'isanomales, par interpolation linéaire. Dans cette opération, on a employé la grille de YEREMEIEF (1) dont une zone de 5 km a été remplie par ORLOVA (2) à l'aide de 3 zones A, B, C, le rayon intérieur de la zone C est de 1,6 km.

La zone centrale avec un tel rayon a été calculée par la méthode des gradients. Dans ce cas, c'est une solution tout à fait possible. Par contre, il était nécessaire de calculer plus soigneusement la partie linéaire de l'influence des masses topographiques isolées (expression avec  $2\pi f S H$ ) dans la zone 0 - 1,6 km. Pour cela on a utilisé une grille calculée par Mme IOURKINA en se basant sur la formule d'intégration numérique de Gauss. Une grille identique, mais moins détaillée est indiquée en (2). Les altitudes ont été prises d'après les cartes topographiques d'échelle 1/25.000.

Les zones 1,6 - 22,8 km ont été calculées d'après les cartes topographiques d'échelle 1/200.000 grâce à la grille de YEREMEIEF, complétée par les zones A, B, C. L'influence des anomalies de la pesanteur  $\Delta g''$  et des masses topographiques des zones plus lointaines a été calculée avec la machine  $\exists BM$ . On s'est alors servi du programme pour le calcul des déviations de la verticale, mis au point par l'Institut Central de Recherches en Géodésie, photographie aérienne et cartographie, sous la direction de A.I. CHABANOVA.

On a calculé l'intégration dans la zone 22,8 - 80 km en utilisant des anomalies de valeur moyenne  $\Delta g''$  et des altitudes pour les trapèzes  $5' \times 5'$ ; dans la zone 80 - 304 km, des anomalies de Faye

de valeur moyenne, dans des trapèzes de  $20' \times 30'$ ; dans la zone 304 - 1400 km, on a utilisé des anomalies de Faye de valeur moyenne pour des trapèzes de  $1^\circ$ . A l'aide d'une machine EBM, les influences des zones considérées ont été calculées pour un réseau de points couvrant la région où se trouvent les points astronomiques, avec des intervalles égaux à  $5'$  en latitude et en longitude pour la zone  $22,8 - 80$  km, égaux à  $20'$  en latitude et  $30'$  en longitude pour la zone suivante et  $30'$  en latitude et longitude pour les zones lointaines 304 - 1400 km. Ensuite, les valeurs obtenues furent interpolées pour les points astronomiques choisis.

Les résultats des calculs sont indiqués dans les tableaux 1 et 2 pages suivantes.

Les importants écarts des différences gravimétriques et astro-géodésiques de la verticale par rapport à la moyenne, pour certains points astronomiques (ces différences sont entre parenthèses sur le tableau) ne peuvent s'expliquer par des fautes de principe dans les formules "d'approximation du zéro". Ils sont plutôt dus à des erreurs d'évaluations astronomiques. Il faut également avoir à l'esprit l'insuffisance évidente de l'image gravimétrique près de certains points astronomiques où l'on dispose de points gravimétriques particuliers pour lesquels les anomalies de détachent fortement "de l'anomalie régionale". Celle peut indiquer soit une forte anomalie du champ, soit des fautes de mesures de la pesanteur. Sans mesures complémentaires on ne peut répondre de façon précise à cette question. Indiquons seulement deux exemples :

- a) 2 variantes possibles des iscanomales près du point astronomique 43 conduisent à distinguer les déviations gravimétriques calculées de la verticale dans les limites de  $1''5$  ;
- b) le lissage de peu d'importance d'une anomalie forte mais insuffisamment confirmée par des mesures, près des points astronomiques 44, 17 et 30 conduit à une meilleure concordance des déviations résiduelles de la verticale sur ces points astronomiques.

Cela montre encore une fois la nécessité de rendre plus dense le réseau gravimétrique avant de conclure avec certitude sur les déviations de la verticale.

Si des déviations résiduelles de la verticale ( $\xi_{\text{ast}} - \xi_{\text{gr}}$ ) et ( $\eta_{\text{ast}} - \eta_{\text{gr}}$ ) dans les tableaux 1 et 2, on extrait les parties constantes, sans prendre en considération les valeurs entre parenthèses, voilà les évaluations moyennes au carré des différences ( $\xi_{\text{ast}} - \xi_{\text{gr}}$ ) et ( $\eta_{\text{ast}} - \eta_{\text{gr}}$ ) que l'on obtiendra :

$$m_{\xi} = \pm 1''14 ; \quad m_{\eta} = \pm 0''87$$

Remarquons en conclusion que les points astronomiques de la partie nord-ouest du périmètre d'essais (14, 17, 30, 33, 34) auraient été particulièrement intéressants pour y calculer les déviations gravimétriques de la verticale, puisqu'ils sont disposés à proximité l'un de l'autre et à proximité immédiate de hautes montagnes. L'infime étendue de la région qu'ils occupent aurait exigé un nombre comparativement peu important de points gravimétriques complémentaires.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) YEREMEIEF B.I. - "Construction d'une grille pour calculer les altitudes du quasigéoïde et des déviations de la verticale d'après les formules de Stokes et de Vening-Meinesz".  
Travaux de l'Institut Central de Recherches, Pub. n°121, 1957.
  - 2) ORLOVA E.M. - "Tableau pour évaluer la non-linéarité de l'influence des altitudes du massif topographique sur les déviations de la verticale".  
Travaux de l'Institut Central de Recherches, Pub. n°157, 1965.
  - 3) PELLINEN L.P. - "Comparaison de différentes méthodes de calcul des déviations de la verticale en montagne".  
Bulletin Géodésique n°89, 1968.
  - 4) PELLINEN L.P. - "Recherches sur les déviations de la verticale et conclusion sur la figure du quasigéoïde dans le Caucase".  
Travaux de l'Institut Central de Recherches, Pub. n°86, 1951.
  - 5) PELLINEN L.P. - "Application des formules de première approximation au calcul des caractéristiques du champ gravitationnel de la Terre".  
Travaux de l'Institut Central de Recherches, Pub. n°157, 1965.
  - 6) IOURKINA M.I. - "Méthode de recherches de la figure de la Terre dans une région montagneuse".  
Travaux de l'Institut Central de Recherches, Pub. n°103, 1954.
- 

ABSTRACT

The paper presents the results of computation of gravity deflections of vertical at astrogeodetic points in the Western Alps area made by the Central Research Institute of Geodesy, Airphotography and Cartography as a participant in the work of investigation Group 5.16 of the International Association of Geodesy. The computations were made using zero approximation formulas as proposed by L.P. PELLINEN. After excluding doubtful results due to possible errors of astronomic determinations, mean square differences of astro-geodetic and gravimetric deflections of vertical were  $\xi \pm 1",14$  (14 differences),  $\eta \pm 0"87$  (7 differences).

Tableau 1 - Calculs de  $\xi$  grav.

N° points astro	Partie linéaire de l'influence des masses topographiques			Influence des anomalies de Bouguer $\Delta g$														
	0-22,8	22,8-80	0-80 KM	0-22,8	22,8-80	0-80 KM	0-80 KM	$\Delta_1 \xi$	$\Delta_2 \xi$	$\xi$	0-80 KM	80-304	304-1400	0-1400 KM	$\Delta \xi_p$	$\xi_{\text{grav.}}$	$\xi_{\text{ast}}$	$\xi_{\text{ast-grav}}$
	KM	KM	(2)+(3)	KM	KM	(5)+(6)	KM	(4)+(7)	KM	(8)+(9)	KM	(10)	(8)+(9)	(11)+(12)	(14)-(13)			
14	-13,97	-12,68	-26,65	+6,46	+2,18	+ 8,64	-18,01	-2,38	+0,10	-20,29	+0,57	-19,7	-26,3	-6,6				
17	-20,21	-12,44	-32,65	+5,80	+1,43	+ 7,23	-25,42	-2,15	+0,10	-27,47	+0,40	-27,1	-33,8	-6,7				
19	- 0,70	- 3,50	- 4,20	-1,63	-4,99	- 6,62	-10,82	-5,20	+0,04	-15,98	0,00	-16,0	-20,7	-4,7				
20	- 0,70	- 3,37	- 4,07	-1,70	-5,02	- 6,72	-10,79	-5,17	+0,04	-15,92	0,00	-15,9	-20,9	-5,0				
30	- 1,20	- 7,66	- 8,86	-6,78	-3,37	-10,15	-19,01	-1,88	+0,07	-20,82	+0,02	-20,8	-24,8	-4,0				
32	- 0,30	+ 1,82	+ 1,52	-2,40	-2,90	- 5,30	- 3,78	-3,66	-0,04	- 7,48	0,00	- 7,5	- 6,9	(+0,6)				
33	+ 1,64	- 0,62	+ 1,02	-0,53	-2,19	- 2,72	- 1,70	-2,16	-0,04	- 3,90	-0,02	- 3,9	- 8,3	-4,4				
34	+ 0,75	- 4,51	- 3,76	-1,27	-1,06	- 2,33	- 6,09	-1,24	+0,04	- 7,29	0,00	- 7,3	-11,4	-4,1				
37	- 1,63	+ 2,27	+ 0,64	-0,59	+3,06	+ 2,47	+ 3,11	-2,04	-0,12	+ 0,95	+0,05	+ 1,0	- 2,9	-3,9				
38	+ 2,53	+ 3,08	+ 5,61	+0,62	+4,99	+ 5,61	+11,22	-1,61	-0,14	+ 9,47	0,00	+ 9,5	+ 4,0	-5,5				
40	- 0,30	+ 1,87	+ 1,57	-0,54	+2,30	+ 1,76	+ 3,33	-1,68	-0,04	+ 1,61	+0,01	+ 1,6	- 2,4	-4,0				
43	+ 1,72	+ 4,50	+ 6,22	+3,73	+3,86	+ 7,59	+13,81	-1,91	-0,08	+11,82	0,00	+11,8	+13,4	(+1,6)				
45	-10,76	- 9,29	-20,05	+3,95	+11,68	+15,63	- 4,42	+2,04	-0,22	- 2,60	+0,05	- 2,6	- 5,6	-3,0				
46	- 9,82	- 9,40	-19,22	+3,65	+11,66	+15,31	- 3,91	+2,04	-0,22	- 2,09	+0,05	- 2,0	- 5,4	-3,4				
47	+ 6,87	+ 3,73	+10,60	+2,58	+5,52	+ 8,10	+18,70	-1,88	-0,12	+16,70	-0,05	+16,6	+13,4	-3,2				
48	- 7,84	-10,94	-18,78	+2,74	+10,82	+13,56	- 5,22	+3,20	-0,38	- 2,40	-0,06	- 2,5	- 7,0	-4,5				
49	- 1,05	- 6,28	- 7,33	+2,97	+9,67	+12,64	+ 5,31	-0,50	-0,20	+ 4,61	-0,04	+ 4,6	- 6,2	(-11,8)				
50	- 9,46	- 9,55	-19,01	+2,30	+10,20	+12,50	- 6,51	+0,10	-0,26	- 6,67	+0,61	- 6,1	- 5,7	(+0,4)				

Tableau 2 - Calculs de  $\eta_{grav}$ 

N° points astro	Partie linéaire de l'influence des masses topographiques			Influence des anomalies de Bouguer $\Delta g'$			$\eta'$	$\Delta_1 \eta'$	$\Delta_2 \eta'$	$\bar{\eta}'$	$\Delta \eta_p$	$\eta_{grav}$	$\eta_{ast.}$	$\eta_{ast-grav}$
	0-22,8 KM	22,8-80 KM	0-80 (2)+(3)	0-22,8 KM	22,8-80 KM	0-80 (5)+(6)	0-80 KM	80-304 KM	304-1400 KM	0-1400 (8)+(9) +(10)	0-1400 KM	$\Delta \eta_p$	$\eta_{grav}$ (11)+(12)	$\eta_{ast.}$ (14)-(13)
14	+3",40	+12",66	+16",06	-4",29	-2",30	-6",59	+9",47	+4",76	-1",32	+12",91	+0",25	+13",26	+17",1	(+3",9)
17	-0,19	+12,29	+12,10	-3,51	-1,39	-4,90	+7,20	+4,91	-1,32	+10,79	+0,20	+11,0	-	-
19	+0,22	-0,31	-0,09	-0,02	-0,16	-0,18	-0,27	+3,20	-1,50	+1,43	0,00	+1,4	+0,5	-0,9
20	+0,25	-0,29	-0,04	+0,07	-0,16	-0,09	-0,13	+3,20	-1,50	+1,57	0,00	+1,6	+1,0	-0,6
30	+0,57	+8,41	+8,98	+7,81	+4,68	+12,49	+21,47	+5,93	-1,30	+26,10	-0,02	+26,1	+23,3	-2,8
32	-0,07	-0,24	-0,31	+0,84	+0,18	+1,02	+0,71	+3,83	-1,52	+3,02	0,00	+3,0	-	-
33	+2,07	+2,27	+4,34	+2,19	+4,80	+6,99	+11,33	+6,63	-1,32	+16,64	-0,08	+16,6	+14,4	-2,2
34	-0,46	+10,86	+10,40	+7,58	+3,50	+11,08	+21,48	+5,66	-1,28	+25,86	0,00	+25,9	+24,9	-1,0
37	+1,01	-0,69	+0,32	-0,75	+0,18	-0,57	-0,25	+6,15	-1,30	+4,60	0,00	+4,6	+2,2	(-2,4)
38	-2,31	-1,97	-4,28	-7,79	-0,15	-0,94	-5,22	+5,30	-1,46	-1,38	+0,01	-1,4	-8,9	(-7,5)
40	+1,47	+3,33	+4,80	+2,90	+5,26	+8,16	+12,96	+6,63	-1,22	+18,37	-0,01	+18,4	-	-
43	+0,17	+6,16	+6,33	+4,66	+2,38	+7,04	+13,37	+6,02	-1,14	+18,25	0,00	+18,2	+23,2	(+5,0)
45	-2,54	-2,30	-4,84	+1,00	+0,61	+1,61	-3,23	+3,95	-1,32	-0,60	0,00	-0,6	-1,7	-1,1
46	-2,96	-2,37	-5,33	+0,88	+0,67	+1,55	-3,78	+3,92	-1,32	-1,18	0,00	-1,2	-	-
47	-0,89	+7,73	+6,48	+0,66	-1,39	-0,73	+6,11	+5,45	-1,08	+10,48	+0,03	+10,5	-	-
48	-3,85	-5,25	-9,10	+0,44	+2,43	+2,87	-6,23	+3,01	-1,35	-4,57	+0,14	-4,4	-	-
49	+7,23	+10,22	+17,45	-3,52	-3,83	-7,35	+10,10	+5,10	-1,09	+14,11	-0,07	+14,0	-	-
50	+13,47	+8,40	+21,87	-1,60	-3,20	-4,80	+17,07	+4,20	-1,10	+20,17	-0,43	+19,7	-	-

Un procédé d'interpolation des anomalies  $\Delta g$  et des calculs des déviations gravimétriques de la verticale dans la région des Alpes Occidentales

V.I. ARONOV & V.M. GORDIN

---

Dans le travail (5) on a introduit les résultats des calculs des écarts gravimétriques de la verticale dans les Alpes Occidentales d'après la formule de TENCING-MEINESZ, c'est-à-dire, en supposant que toutes les observations  $\Delta g$  sont ramenées à un niveau unique. Pour la plus grande partie du polygone d'essais cette hypothèse est parfaitement justifiée d'autant que les altitudes des points gravimétriques sont en moyenne égales à 100 - 200 m, c'est-à-dire, approximativement de l'ordre de 2 fois moins que les distances entre ces points. Cependant, dans la partie nord ouest du polygone, qui comprend les complexes montagneux des Alpes Occidentales, les dénivellations entre les points atteignent 2,0 - 2,5 km, aussi les différences d'altitudes des observations doivent être prises en considération.

Une série de difficultés vient aussi de l'insuffisance du réseau des points gravimétriques. La présence de vides importants (allant jusqu'à 1600 km<sup>2</sup>) non éclairés par l'image gravimétrique, et la structure tout à fait complexe du champ de pesanteur sur le polygone d'essai conduisent à de multiples solutions dans les calculs des interpolations des cartes de calculs  $\Delta g$  dans la réduction de Bouguer et dans les calculs des déviations gravimétriques de la verticale. Pour les évaluations, caractérisant cette multitude d'aspects, on utilise les formules suivantes obtenues à partir de l'approximation des anomalies  $\Delta g$  par des fonctions analytiques entières de dimension finie :

$$\max_{x,y} |\delta \Delta g| \leq e^{-\pi \frac{H}{l}} (\pi \frac{H}{l} + 1) \max |\Delta g| , \quad (1)$$

$$\max_{x,y} |\delta \xi'' (\delta \eta'')| \leq \frac{2\rho''}{\pi \gamma} e^{-\pi \frac{H}{l}} (\pi \frac{H}{l} + 1) \max |\Delta g| , \quad (2)$$

où  $\max |\Delta g|$  est l'amplitude relative maximum des anomalies  $\Delta g$  ;  $l$  est la distance moyenne entre les points gravimétriques,  $H$  est la profondeur de gisement des masses ponctuelles équivalentes ;  $\gamma$  est la valeur normale de la pesanteur ;  $\rho'' = \text{co.sec } l''$ .

Sur la surface étudiée, pour la plupart des anomalies locales  $\max |\Delta g| \approx 20 - 60 \text{ mGal}$ ,  $H \approx 15 - 20 \text{ km}$  et  $l = 10 \text{ km}$ .

D'après les formules (1) et (2) nous trouvons que :

$$\max |\delta \Delta g| = 1 - 3 \text{ mgl} ; \max |\delta \xi'' (\delta \eta'')| = 0''2 - 0''7.$$

Dans le cas limite : ( $\max |\Delta g| = 100 \text{ mgl}$  ;  $H = 10 \text{ km}$ ,  $l = 20 \text{ km}$ ) nous aurons :  $\max |\delta \Delta g| \approx 20 \text{ mgl}$  ;  $\max |\delta \xi'' (\delta \eta'')| = 4''0$ .

Lorsqu'on a établi les formules (1) et (2) on supposait qu'aux points gravimétriques étaient données des valeurs exactes  $\Delta g$ , alors qu'en réalité elles peuvent être entachées d'erreurs de 2 - 5 mgl. En tenant compte de cette cause la précision réellement possible des calculs peut être caractérisée par les grandeurs :

$$\max |\delta \Delta g| = 4 - 6 \text{ mgl} ; \max |\delta \xi'' (\delta \eta'')| = 1''0 - 1''2.$$

Il est intéressant d'essayer de préciser les résultats obtenus en (5), en adoptant pour cela la méthode d'utilisation des observations gravimétriques en zone montagneuse, exposés dans les travaux des auteurs (1 - 3 et autres).

L'idée de base de cette méthode consiste à substituer à la disposition réelle des masses considérées une couche mince d'une densité constante par fragments, située sur une densité intérieure  $Z'$  et créant aux points gravimétriques les anomalies observées  $\Delta g$ . Le champ résultant s'interpole ainsi pratiquement grâce à un système de fonctions harmoniques - anomalies à partir de carrés élémentaires aux surfaces  $h \times h$ , gisant à la profondeur  $Z'$ , c'est-à-dire :

$$\Delta g(x, y, z) \approx \bar{\Delta g}(x, y, z) = \sum_{-N}^{+N} \sum_{-N}^{+N} \alpha_{kj}^* G_{kj}(x, y, z) \quad \text{où} \quad (3)$$

$$G_{kj}(x, y, z) = \frac{1}{2\pi} \arctg \frac{(\xi - x)(\eta - y)(z - z')^{-1}}{\sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (z - z')^2}} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \xi &= (k+1/2)h & \eta &= (j+1/2)h \\ (k-1/2)h && (j-1/2)h & \end{aligned}$$

$\alpha_{kj}^*$  est la densité des carrés élémentaires, définie par la résolution d'un système d'équations algébriques linéaires.

$$F = AX \quad (5)$$

Ici  $F = \{\Delta g (x_p, y_q, z_p, q)\}$  est la valeur de  $\Delta g$  aux points gravimétriques ;  $X = \{\alpha_{kj}\}$  ;  $A$  est la matrice carré de l'ordre de  $(2N + 1)^2$  avec les éléments :

$$A_{kj, p, q} = \frac{1}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{(\xi - x_p)(\eta - y_q)(z_p, q - z')^{-1}}{\sqrt{(\xi - x_p)^2 + (\eta - y_q)^2 + (z_p, q - z')^2}} \quad (6)$$

$$\begin{array}{c} \xi = (k+1/2)h \\ | \\ (k-1/2)h \end{array} \quad \begin{array}{c} \eta = (j+1/2)h \\ | \\ (j-1/2)h \end{array}$$

$x_p, y_q, z_p, q$  sont les coordonnées et les altitudes des points ;  $k, j, p, q = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N$ .

Les calculs suivants des éléments (transformant) du champ de gravitation permettent de préciser l'effet gravitationnel direct d'une couche simple sur les points situés à la surface physique de la Terre ou dans des régions extérieures par rapport à elle. Pour les écarts gravimétriques de la verticale, nous avons :

$$\begin{Bmatrix} \xi''(x, y, z) \\ \eta''(x, y, z) \end{Bmatrix} = \sum_{-N}^{+N} \sum_{-N}^{+N} \begin{Bmatrix} C_{kj}^{(\xi)} \\ C_{kj}^{(\eta)} \end{Bmatrix} \alpha_{kj}, \quad \text{où} \quad (7)$$

$$\begin{Bmatrix} C_{kj}^{(\xi)} \\ C_{kj}^{(\eta)} \end{Bmatrix} = \frac{p''}{2\pi} \begin{Bmatrix} \ln [(\eta - y) + \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (z - z')^2}] \\ \ln [(\xi - x) + \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (z - z')^2}] \end{Bmatrix} \quad (8)$$

$$\begin{array}{c} \xi = (k+1/2)h \\ | \\ (k-1/2)h \end{array} \quad \begin{array}{c} \eta = (j+1/2)h \\ | \\ (j-1/2)h \end{array}$$

Comme l'ont montré les recherches, lorsque  $N \rightarrow \infty$  et  $Z' \rightarrow -\infty$  l'expression (3) permet d'interpoler les anomalies  $\Delta g$  avec une précision presque optimale. Cette circonstance ouvre de larges perspectives de son application au calcul de différentes transformantes. Il convient de souligner que en qualité de conclusion dans ce cas sont utilisées immédiatement les valeurs mesurées de  $\Delta g$  aux points gravimétriques sans les avoir auparavant interpolées aux intersections du réseau correct. Ce fait a déjà été remarqué auparavant (3).

En pratique les dimensions de la formule d'interpolation (3) et la grandeur du paramètre  $Z'$  sont limitées par des raisons d'ordre technique, par le volume de la mémoire opérationnelle et la rapidité d'action de la machine  $\text{ELEM}$  sur laquelle sont faits les calculs. Il n'est pas difficile cependant de montrer que l'évaluation de l'influence des zones lointaines, sans perte considérable de précision, peut être obtenue par des moyens standard, en intégrant les anomalies  $\Delta g$  sur la surface physique de la Terre.

Pour la résolution de l'équation (5), on utilise la formule d'itération :

$$X^{(R+1)} = (I - A) X^{(R)} + F \quad (9)$$

où  $I$  est un opérateur unique.

Ainsi le critère de rassemblement du processus itérationnel (9) est une petite valeur des grandeurs :

$$\delta^{(R)} = F - A X^{(R)} \quad (10)$$

qui caractérise les erreurs d'interpolation aux points gravimétriques.

La méthode fut testée sur le modèle théorique de V.F. YEREMEIEFF (4), qui se présente comme la surface d'un cône de hauteur  $H = 4,0$  km et de rayon de base  $R = 10$  km. Le corps considéré (le point matériel) est situé à l'intersection de l'axe du cône avec le plan  $z = 0$ ,  $\max |\Delta g| = 250$  mgl,  $\gamma = 1000$  gal. Les calculs ont été effectués pour 38 points avec  $z' = 0$  et une exactitude dans le choix de la fonction interpolatrice  $S^{(R)} \leq 2,5$  mgl. Le pas du réseau de calculs  $h = 2,0$  km fut choisi pour permettre au modèle de correspondre aux conditions réelles. L'erreur maximale de la déviation des lignes verticales consiste en  $\max |\delta^{(R)}| = 1"$ , 06, T.e. 3 %  $\max |\xi^{(R)}|$ .

Les erreurs d'interpolation des anomalies  $\Delta g$  à la surface du cône ne dépassent pas la valeur  $\delta^{(R)}$ . Ainsi les résultats correspondent ils parfaitement aux  $\max$  évaluations théoriques (1) et (2). Lorsqu'on diminue le pas du réseau de calculs, l'exactitude des calculs peut être considérablement augmentée.

Lors des calculs pratiques effectués par le centre international d'essais, le choix de la formule d'interpolation (de valeur  $\alpha_{kj}$ ) a été fait d'après la formule (9) dans un rectangle de 300 x 320 km. On a utilisé une grille de dimensions 11h x 11h ;  $h = 10$  km. On a effectué les calculs avec plusieurs variantes : avec la valeur  $z' = -5$  km,  $\delta^{(R)} = 2,0$  mgl et  $S^{(R)} = 5,0$  mgl, et aussi avec  $z' = -10$  km et  $\delta^{(R)} = 5,0$  mgl. En outre, on a fait une autre hypothèse de calculs  $\max$  sans tenir compte de la différence de hauteur des observations. Dans ce dernier cas, on a posé que les valeurs calculées  $\Delta g$  étaient ramenées au niveau de la mer  $z_p$ ,  $q = 0$ .

Les composantes des déviations gravimétriques de la verticale dans la zone centrale ( $0, R = 80$  km) ont été calculées d'après la formule (7), dans laquelle on avait admis que :

$$c_{kj}^{(\xi)} (c_{kj}^{(\eta)}) = \begin{cases} c_{kj}^{(\xi)} (c_{kj}^{(\eta)}) & \text{pour } (kh-x)^2 + (jh-y)^2 \leq R^2, \\ 0 & \text{pour } (kh-x)^2 + (jh-y)^2 > R^2. \end{cases} \quad (11)$$

Cela a permis de réduire pratiquement la zone considérée à un contour polygonal, proche de la circonference de rayon  $R$  et de centre le point de calcul.

Les corrections pour l'influence des zones au-delà de 80 km et pour l'étendue des masses topographiques ont été empruntées aux travaux de O.M. OSTATCH et L.P. PELLINEN (5).

Avant de passer à la discussion des résultats obtenus, remarquons qu'il convient de considérer les résultats des calculs pour  $\delta(R) = 5,0$  mgl comme les meilleurs. Un certain lissage des anomalies effectué pour les points où les observations ont été faites avec une plus grande précision doit être compensé avec succès par un filtrage effectif des erreurs occasionnelles dans les mesures et les caractéristiques non représentatives du champ. Si, en outre, on tient compte du fait que, en accord avec les calculs théoriques, les erreurs d'interpolation sont de l'ordre de 4 - 6 mgl, le choix d'une formule d'interpolation avec une plus haute précision, n'est pas justifié.

Les valeurs des déviations gravimétriques de la verticale, calculées avec divers paramètres de la formule d'interpolation (3), sont portées sur le tableau page suivante.

Ici même sont présentés les résultats des évaluations astronomiques de valeur  $\xi$ ,  $\eta$ , obtenus dans le travail (5) par les formules de VENING-MEINESZ. On voit d'après le tableau que les déviations gravimétriques de la verticale ont pour caractéristique une bonne cohérence interne. Les discordances dans les valeurs  $\xi$  grav et  $\eta$  grav, calculées par différentes méthodes et avec différents paramètres  $z'$  et  $\delta(R)$  sont en moyenne de 1",0. Les discordances maximales se trouvent aux points astronomiques 14 et 17, qui sont situés sur les limites de la zone d'anomalies, faiblement caractérisées par l'image gravimétrique. Dans le cas présent, la différence de hauteur des observations également joue apparemment un rôle essentiel. La haute cohérence interne des déviations internes de la verticale confirme les conclusions de O.M. OSTATCH et L.P. PELLINEN (5) sur la possibilité d'erreurs grossières d'évaluations astronomiques aux points 32, 38, 43, 49 et 50.

## Déviation Gravimétrique de la verticale

N° points astr	$\xi$ astr	$\eta$ astr	d'après la formule de VENING MEINESZ				pour Z'=-5km, Z=0 $\delta^{(R)} = 2,0 \text{ mgl}$				pour Z'=-5km, $\delta^{(R)} = 2\text{mgl}$				pour Z'=-5km, $\delta^{(R)} = 5\text{mgl}$				pour Z'=-10km, $\delta^{(R)} = 5\text{mgl}$							
			sans tenir compte dif. haut. points d'obs.				en tenant compte de la différence de hauteur des points d'observation																			
			$\xi''$	$\Delta\xi''$	$\eta''$	$\Delta\eta''$	$\xi''$	$\Delta\xi''$	$\eta''$	$\Delta\eta''$	$\xi''$	$\Delta\xi''$	$\eta''$	$\Delta\eta''$	$\xi''$	$\Delta\xi''$	$\eta''$	$\Delta\eta''$	$\xi''$	$\Delta\xi''$	$\eta''$	$\Delta\eta''$	$\xi''$	$\Delta\xi''$	$\eta''$	$\Delta\eta''$
14	-26,3	+17,1	-19,7	-6,6	+13,2	+3,9	-18,9	-7,4	+14,9	+2,2	-20,5	-5,8	+15,3	+1,8	-20,6	-5,7	+15,6	+1,5	-20,0	-6,3	+15,8	+1,3				
17	-33,8	-	-27,1	-6,7	+11,0	-	-27,4	-6,4	+11,5	-	-27,7	-6,1	+11,7	-	-27,8	-6,0	+13,5	-	-27,4	-6,4	+13,7	-				
20	-20,9	+1,0	-15,9	-5,0	+1,6	-0,6	-15,8	-5,1	+1,6	-0,6	-15,8	-5,1	+1,6	-0,6	-15,9	-5,0	+1,2	-0,2	-16,0	-4,9	+0,9	+0,1				
30	-24,8	+23,3	-20,8	-4,0	+26,1	-2,8	-20,6	-4,2	+26,4	-3,1	-20,4	-4,4	+26,3	-3,0	-20,2	-4,6	+26,4	-3,1	-19,9	-4,9	+26,4	-3,1				
*32	-6,9	-	-7,5	+0,6	+3,0	-	-7,6	+0,7	+2,2	-	-7,6	+0,7	+2,2	-	-7,8	+0,9	+2,9	-	-7,8	+0,9	+2,5	-				
33	-8,3	+14,4	-3,9	-4,4	+16,6	-2,2	-4,2	-4,1	+17,3	-2,9	-4,2	-4,1	+17,1	-2,7	-3,9	-4,4	+16,7	-2,3	-3,9	-4,4	+16,6	-2,2				
34	-11,4	+24,9	-7,3	-4,1	+25,9	-1,0	-7,0	-4,4	+24,4	+0,5	-7,0	-4,4	+24,2	+0,7	-6,9	-4,5	+25,8	-0,9	-6,3	-5,1	+26,1	-1,2				
37	-2,9	+2,2	+1,0	-3,9	+4,6	-2,4	+1,1	-4,0	+3,1	-0,9	+1,1	-4,0	+3,2	-1,0	+1,3	-4,2	+3,0	-0,8	+0,9	-3,8	+2,4	-0,2				
*38	+4,0	-8,9	+9,5	-5,5	-1,4	-7,5	+8,8	-4,8	-0,2	-9,1	+8,7	-4,7	0	-8,9	+9,9	-5,9	-0,1	-9,0	+10,4	-6,4	+0,2	-9,1				
40	-2,4	-	+1,6	-4,0	+18,4	-	+1,5	-3,9	+17,7	-	+1,5	-3,9	+17,6	-	+1,4	-3,8	+18,0	-	+1,1	-3,5	+18,0	-				
*43	+13,4	+23,2	+11,8	+1,6	+18,2	+5,0	+10,5	+2,9	+17,7	+5,5	+10,6	+2,8	+17,9	+5,3	+10,4	+3,0	+17,6	+5,6	+10,8	+2,6	+17,6	+4,6				
45	-5,6	-1,7	-2,6	-3,0	-0,6	-1,1	-3,4	-2,2	-1,0	-0,7	-3,4	-2,2	-1,0	-0,7	-3,5	-2,1	-0,9	-0,8	-3,9	-1,7	-0,8	-0,9				
46	-5,4	-	-2,0	-3,4	-1,2	-	-2,8	-2,6	-1,7	-	-2,7	-2,7	-1,7	-	-2,9	-2,5	-1,6	-	-3,3	-2,1	-1,4	-				
47	+13,4	-	+16,6	-3,2	+10,5	-	+16,5	-3,1	+10,5	-	+16,3	-2,9	+10,4	-	+16,1	-2,7	+10,5	-	+15,9	-2,5	+10,7	-				
48	-7,0	-	-2,5	-4,5	-4,4	-	-4,0	-3,0	-4,8	-	-4,0	-3,0	-4,7	-	-3,5	-3,5	-4,6	-	-4,2	-2,8	-4,8	-				
*49	-6,2	-	+4,6	-10,8	+14,0	-	+4,0	-10,2	+14,6	-	+3,8	-10,0	+15,1	-	+3,7	-9,9	+15,2	-	+3,6	-9,9	+15,3	-				
*50	-5,7	-	-6,1	+0,4	+19,7	-	-8,2	+2,5	+19,5	-	-8,1	+2,4	+19,5	-	-7,5	+1,8	+19,4	-	-7,8	+2,1	+19,6	-				
erreur moyenne quadratique			$\pm 4''5$		$\pm 2''3$		$\pm 4''4$		$\pm 1''9$		$\pm 4''2$		$\pm 1''8$		$\pm 4''2$		$\pm 1''7$		$\pm 4''3$		$\pm 1''6$					
er. moy. quad. sans tenir compte de la composante linéaire			$\pm 0''8$		$\pm 1''9$		$\pm 0''8$		$\pm 1''7$		$\pm 0''5$		$\pm 1''6$		$\pm 0''5$		$\pm 1''3$		$\pm 0''5$		$\pm 1''3$					

Note : On n'a pas tenu compte des points marqués d'une \*, lors du calcul de l'erreur moyenne quadratique.

L'analyse  $\xi''$  des composantes des déviations résiduelles de la verticale ( $\xi''$  astr.-  $\xi''$  grav.) aux autres points astronomiques montre qu'elles changent en direction, du nord au sud, d'après une loi proche de la loi linéaire. La nature de cet effet reste pour l'instant problématique. Ainsi, par exemple, d'après L.P. PELLINEN, cela provient vraisemblablement de l'omission d'une importante anomalie  $\Delta g$  dans les zones moyennes. De toute évidence, d'autres interprétations sont également possibles, bien qu'il y ait dès maintenant des raisons valables d'affirmer que cette conformité à la loi ne peut être basée sur des erreurs de calculs dans la zone centrale.

Dans le cas contraire, on ne pourrait trouver d'explication à son caractère spécifiquement régional et à la bonne cohérence interne des résultats obtenus d'après différents paramètres du schéma de calculs. Il est possible qu'une telle régularité se manifeste aussi pour les composantes  $\eta''$  des déviations de la verticale. Toutefois, le manque de données effectives ne la rend pas aussi évidente.

Lors des calculs avec les paramètres  $z' = -5$  km,  $z' = -10$  km et  $\delta_{\max}(R) = 5,0$  mgl les erreurs quadratiques moyennes de déviation des verticales avaient pour valeur :  $\xi_{\xi} = \pm 4'',2$ ;  $\xi_{\eta} = \pm 1'',6$ , et en tenant compte de la composante linéaire  $\xi_{\xi} = \pm 0''4$ . Ce dernier résultat correspond parfaitement aux évaluations théoriques ci-dessus. Les erreurs moyennes quadratiques des calculs d'après les formules de VENING-MEINESZ sont égales à  $\xi_{\xi} = \pm 4'',5$ ;  $\xi_{\eta} = \pm 2'',3$  (en tenant compte de la composante linéaire  $-\xi_{\xi} = \pm 0'',8$ ).

Les résultats des calculs au point astronomique 14, situé sur une haute altitude  $z > 2,0$  km à proximité immédiate de hautes montagnes présentent un grand intérêt. L'erreur d'évaluation de la composante  $\eta''$  d'après la formule de VENING-MEINESZ est égale en ce point à  $+ 3'',9$  (erreur relative ( $\delta_{\eta''}/\eta'' = 22\%$ ). Lorsqu'on utilise la formule d'interpolation (3) sans tenir compte de la différence de hauteur des observations  $\delta_{\eta''} = + 2'',2$ ; et en tenant compte de la différence de hauteur des observations  $\delta_{\eta''} = + 1'',3$  (faute relative 8%).

### CONCLUSIONS

- 1) La précision réellement possible d'interpolation des cartes des anomalies  $\Delta g$  et des calculs des déviations gravimétriques de la verticale avec les documents du groupe international d'essai dans les Alpes Occidentales peut être caractérisée par les grandeurs  $\max |\delta \Delta g| = 4 - 6$  mgl,  $\max |\delta \xi''| (\delta \eta'') = 1'',0 - 1'',2$ .
- 2) La précision d'interpolation des anomalies  $\Delta g$  à l'aide d'un schéma de calculs de type (3) est proche de l'optimale. La précision du calcul suivant des déviations de la verticale correspond également aux évaluations théoriques (si l'on néglige la partie linéaire).
- 3) La méthode exposée permet (dans un seul schéma de calculs entièrement automatisé) d'effectuer en même temps les opérations suivantes :
  - a - interpolation des anomalies  $\Delta g$  à partir du réseau arbitraire des points jusqu'aux connections du réseau carré.

- b - réduction des anomalies de la pesanteur sur les surfaces extérieures
  - c - filtrage des erreurs occasionnelles des mesures et des caractéristiques non représentatives du champ
  - d - calcul des diverses transformations (parmi elles des déviations gravimétriques de la verticale) aux points de la surface physique et de la région extérieure par rapport à elle.
- 4) Si on tient compte de la différence de hauteur des observations, on peut considérablement augmenter la précision de l'évaluation des déviations gravimétriques de la verticale même dans les cas où le pas des observations est plusieurs fois supérieur à la variation de l'altitude des points gravimétriques.

Les auteurs remercient L.P. PELLINEN pour son attention constante et pour l'aide qu'il a apportée à la réalisation de ce travail.

#### BIBLIOGRAPHIE

- 1) ARIONOV V.I. - "Réduction des anomalies de la pesanteur en région montagneuse sur un plan, à l'aide de machines à calculer électroniques". Recueil ONTI, série Géophysique régionale, prospective et industrielle n°23, ed. VIEMS, 1965.
- 2) ARIONOV V.I. - "Calcul des déviations de la verticale d'après les observations  $\Delta g$  dans une région montagneuse". Edition des VOUZ (Institut de l'Enseignement Supérieur), série Géodésie et photographie aérienne, n°6, 1964.
- 3) ARIONOV V.I. & V.M. GORDINE - "Un procédé de construction des schémas de calculs pour l'interpolation et la transformation des champs potentiels". Recueil Géophysique appliquée, n°53, Edition Nedra, 1968.
- 4) YEREMEIEF B.P. & M.I. IOURKINA - "Méthodes de calculs sur la base de l'équation intégrale Molodenski pour un potentiel perturbateur". Travaux de l'Institut Central de Recherches, Pub. n°157, Edition Nedra, 1965.
- 5) OSTATCH O.M. & L.P. PELLINEN - "Calcul des déviations gravimétriques de la verticale dans l'approximation du zéro, dans la région des Alpes Occidentales". (Article précédent).
- 6) PELLINEN L.P. - "Calcul des déviations de la verticale et des altitudes du quasigéoïde dans les montagnes". Travaux de l'Institut Central de Recherches. Pub. n°176, Edition Nedra, 1969.

ABSTRACT

The method of computation of gravity deflections of vertical is discussed, being based on interpolation of initial gravity anomalies  $\Delta g$  by a system of harmonic functions. The results are given of its application in computations at the international test site in the Western Alps. Theoretical evaluation is made of the accuracy of the computations at the test site. Since allowance was made for different elevations of the observations, the deflections of vertical obtained from the VENING-MEINESZ formulas were corrected and made more precise.

---

LISTE DES PUBLICATIONS

reçues au

BUREAU GRAVIMETRIQUE INTERNATIONAL

(Mars à Juillet 1972)

CONCERNANT LES QUESTIONS DE PESANTEUR

---

## LISTE DES PUBLICATIONS

\* 655 - Bulletino di Geofisica teorica ed applicata, v.XIII, n°51-52, 1971.  
Osser. Geof. Sper., Trieste.

- a) CHOUDHURY M., P. GIESE & G. de VISINTINI - "Crustal structure of the Alps : some general features from explosion seismology".  
p.211-240.

A systematic study of the structure of the Alps by explosion seismology has started since about 15 years. From 15 shotpoints about 60 profiles have been layed out and the total number of recording points is now approximately 1900. In order to elaborate a model of homogeneous interpretation all material displayed in record sections has been re-interpreted. To avoid the complexity of correlation only the most important phases which could be identified more or less clearly - namely the  $P_g$ ,  $P_M$  (or  $PMP$ ), and  $P_n$  branch - were used.

A qualitative picture of the main features of the crustal structure in the Alps is given in the contour maps showing the critical distance  $\Delta_c$  of  $P_M$ , the corresponding reduced travelttime  $t_c$ , the crossover distance  $\Delta_d$  between  $P_n$  and  $v = 6 \text{ km/sec}$ , and the  $P_n$  velocity.  $\Delta_c$ ,  $t_c$ , and  $\Delta_d$  reproduce approximately the general contours of the Alps.

The methods applied for depth calculation include the possible existence of velocity gradients as well as low velocity layers. Transition zones are indicated by a stronger curvature of the reversed segment whereas a low velocity zone can be detected by parallel travelttime curves. The velocity distribution is displayed in the form of cross sections with lines of equal velocity.

The main results are the following ones :

- 1) The crust in the Alps has a maximum thickness of about 50-60 km under their axis.
- 2) The lower crust and/or the transition from crust to mantle is thicker than in the foreland.
- 3) In general there exists an extensive velocity inversion under the Alps.
- 4) In the Western Alps the low velocity zone extends eastwards under the high velocity material (7.2 km/sec) of the Ivrea zone which is characterized by a strong gravity high. But on the eastern side the high velocity material of the Ivrea body has a direct link to the transition zone between crust and mantle under the Po plain.

- b) JANLE P., J. MAKRIS & H. MENZEL - "Experimental investigations of the vertical gradient of gravity".  
p.254-263.

The vertical gravity gradient was experimentally obtained by means of a four metre tall light metal stand and two gravity metres.

\* Les numéros font suite à ceux indiqués dans le Bull. Inf. n°29, Juillet 1972.

Gravity differences between the top and the bottom of the stand were repeatedly measured. The height of the stand was obtained with a metal tape. The accuracy achieved is  $\pm 45$  E or  $\pm 4,5 \mu\text{gal}/\text{m}$ .

The measurements were first conducted at a simple geological structure, a salt dome to the southwest of Hamburg. It was found that the effect of the terrain on the gradient was of the same order as the anomaly itself in spite of the very flat topography. The vertical gravity gradient was calculated from the Bouguer gravity field by the process of higher potential derivatives. The differences noted between the calculated and measured gradient anomaly are within the range of accuracy and may be of no significance.

Further tests were conducted in area of complicated topography and geology - the Zillertal Alps. The greatest part of the measured gradient was caused by the effect of the terrain. The gradient anomaly could partly be correlated with the geology of the area.

- c) KOCH K.R. - "Simple layer potential of a level ellipsoid".  
p.264-270.

The gravitational potential of an ellipsoid of revolution whose surface is an equipotential surface is expressed by the potential of a simple layer distributed over the surface of the ellipsoid. The density of this layer is determined here in order to obtain approximate values for the surface density of the Earth needed in a new approach to the geodetic boundary value problem.

- d) TORGE W. - "Determination of the calibration factors of LaCoste-Romberg gravity meter and time variations in the calibration".  
p.298-305.

Between 1964 and 1970 the Institute of Theoretical Geodesy of the Technical University of Hannover, Germany, participated in some gravimetric research projects in Europe and Africa. The long range gravity measurements carried out in these projects from a network of 19 points, most of them are stations of the First Order World Gravity Net. The measurements have been made using the LaCoste - Romberg gravity meters n° 79 and n° 85.

As the observations stretch over a total gravity difference of about 4800 mGal, the calibration factors of the instruments involved could be calculated with high precision. Furthermore, eventual variations of these factors with time should be determined. Several adjustments of the gravimeter measurements and the comparison with relative pendulum measurements resulted in the calibration factors of the two instruments, having standard deviations between  $\pm 4 \cdot 10^{-5}$  and  $\pm 6 \cdot 10^{-5}$ . The factors show significant changes between the periods 1964/65, 1967 and 1970, the maximum variation being  $15 \cdot 10^{-5}$ .

- c) ŠIMON Z. - "Zur analyse der Genauigkeit von mehrmals mit einer Gravimetergruppe gemessenen gravimetrischen Verbindungen". p.402-405.

658 - ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques : Géophysique, index des articles 1970. (Texte russe). 233 p, Moscou, 1971.

659 - ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques : Géodésie, index des articles 1970. (Texte russe). Sér. 52, 49 p, Moscou, 1972.

ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques : Géodésie et Levés aériens. Moscou. (Texte russe).

- 660 - Sér. 52, n°9, 44 p.  
 661 - Sér. 52, n°10, 38 p. }  
 662 - Sér. 52, n°11, 45 p. } 1971  
 663 - Sér. 52, n°12, 47 p. }  
 664 - Sér. 52, n°1, 51 p, 1972.  
 665 - Sér. 52, n°5, 54 p, 1972.

ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques : Géophysique. Moscou. (Texte russe).

- 666 - t.9, 204 p.  
 667 - t.10, 210 p.  
 668 - t.11, 233 p. } 1971  
 669 - t.12, 272 p.  
 670 - t.1, 287 p.  
 671 - t.4, 242 p. } 1972  
 672 - t.5, 233 p.

673 - WOOLLARD G.P. - "An evaluation of gravity prediction in Mexico". Technical Memo 68-1, ACIC F23-601-67-C-0168., 44 p, 1968.

This memo is intended as a supplement to the Final Report on Contract F23(601)-67-C-0168 dated July 28, 1968. It is based on more complete data than was then available as well as a new geologic map of Mexico released in 1968.

The problem of predicting gravity in Mexico is complicated by four factors :

- 1) The triangular form of the continental block.
- 2) The rather abrupt transition in elevation in progressing from the coast in the continental platform.
- 3) The presence of extensive surface volcanic material which obscures much of the geologic tectonic pattern.
- 4) Apparent major breaks in crustal structure which result in adjacent crustal blocks not being in apparent isostatic adjustment with each other.

674 - DARRACOTT B.W. - "A catalogue of gravity data from Kenya, to January 1971".

Dept. Geophys. & Planet. Physics, School of Physics, Univ. Newcastle Upon Tyne, 101 p., 1971.

3650 gravity observations in Kenya have been catalogued. These represent all the data available at December 1970 with the exception of a number of small-scale surveys. All the known surveys are described whether or not data from them have been included in the catalogue.

The catalogue lists station coordinates, observed gravity, free-air and Bouguer anomalies. Terrain corrections are given where known. All gravity values have been reduced to the Overseas Geological Survey primary gravity net. Bouguer anomalies were computed for a specific gravity of 2.67.

A Bouguer anomaly map of Kenya on a scale 1:2,000,000 has been prepared, incorporating all the available observations.

#### CENTRE NATIONAL pour l'EXPLOITATION des OCEANS

675 - Bull. Inf. n°40, 22 p, Avril 1972.

676 - Bull. Inf. n°41, 14 p, Mai 1972.

677 - MELCHIOR P. - "Bibliographie générale des Marées Terrestres 1800-1971". A.I.G., Centre International des Marées Terrestres, Obs. Royal Belgique, 115 p, Bruxelles, 1972.

678 - MELCHIOR P. - Bulletin d'Information des Marées Terrestres. Obs. Royal Belgique, n°62, p.3113-3237, Bruxelles, 1971.

679 - DEJAFFE R.J. & P. MELCHIOR - "On periodicities found in investigating the closing errors in all the International Latitude Service Stations". Obs. Royal Belgique, Comm. Sér. A.n°14, Sér. Geophys. n°103, p.468-472, Bruxelles, 1971.

- 680 - MELCHIOR P. - "Precession-nutations and tidal potential".  
Obs. Royal Belgique, Comm. Sér. B, n°62, Sér. Geophys. n°104,  
p.190-212, Bruxelles, 1971.

- 681 - MANCHESTER K.S., K.G. SHIH & B.L. JOHNSTON - "Magnetic and bathymetric profiles in the Davis Strait and Labrador Sea Bl 5-63 Baffin Cruise".  
Bedford Inst. Ocean., Data Ser. Bl-D-72-2, 94 p, Dartmouth, 1972.

This report presents the geophysical data collected in the Labrador Sea and Davis Strait areas during 1963 from the CSS Baffin Cruise BI 005-63. Baffin was a part of the Northwestlant-2 survey which was coordinated by the International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries (ICNAF).

The data presented consists of magnetic and bathymetric values recorded along the ships track.

- 682 - SHIH K.G., D.I. ROSS & B.L. JOHNSTON - "Gravity and magnetic data of Baffin Bay collected in 1970 C.S.S. Hudson and C.S.S. Baffin Cruises".  
Bedford Inst. Ocean., Data Ser. Bl-D-72-5, 88 p, Dartmouth, 1972.

In the summer of 1970 CSS Hudson and CSS Baffin obtained bathymetric, gravity and magnetic data in Baffin Bay on the return tracks from the Western Arctic. The tracks over which data were obtained in Baffin Bay are given.

This report presents the geophysical data collected by CSS Hudson during the Hudson 70 expedition in Part I and the data collected by CSS Baffin in Part II.

- 683 - SHIH K.G., J.B. MACINTYRE & B.L. JOHNSTON - "Gravity and magnetic data collected in the Northeastern Pacific and Bering Sea CSS Baffin 1970".  
Bedford Inst. Ocean., Data Ser. Bl-D-72-7, 76 p, Dartmouth, 1972.

In the summer of 1970 CSS Hudson, CSS Parizeau and CSS Baffin obtained bathymetric, gravity and magnetic data in the northeastern Pacific Ocean and the Bering Sea. The track over which data were obtained by CSS Baffin is given.

This report presents the geophysical data collected by CSS Baffin. Data collected by CSS Hudson during the Hudson-70 expedition have been given in Data Report Bl-D-71-7. Data obtained by CSS Parizeau are still being processed.

- 684 - STEPHENS L.E., L.W. SOBCZAK & E.S. WAINWRIGHT - "Gravity measurements on Banks Island, N.W.T. with map n°150 - Banks Island".  
Earth Physics Branch, Gravity Map Ser., 4 p, Ottawa, 1972.

- 685 - OCEAN RESEARCH INSTITUTE - "Preliminary report of the Hakuho Maru Cruise KH-69-2, April 26 - June 19, 1969, Japan Trench and Sea of Japan".  
Univ. Tokyo, 209 p, 1971.
- List of scientists on board during the cruise KH-69-2
  - General records of the cruise KH-69-2  
This survey is covering the area situated approximately between  $35^{\circ}$  -  $45^{\circ}30'N$  (latitude) and  $130^{\circ}$ - $150^{\circ}W.G.$  (longitude).
    - Measurement of gravity, magnetic force and bottom topography in KH-69-2 cruise
    - Local magnetic anomalies in the Okhotsk Sea and the Sea of Japan.
    - Comparison measurement of gravity at sea by the use of two sets of TSSG.
    - Gravity measurement by means of G.S.I. type surface ship gravity meter.
    - Topography.
    - ...
- 686 - U.S.A.F. AERONAUTICAL CHART & INFORMATION CENTER - Quarterly accession list, 1 April - 30 June 1972.  
DoD Gravity Library, 10 p, St-Louis, 1972.
- 687 - RAPP R.H. - "The role of gravity data in determination of the gravitational potential of the Earth".  
AFCRL-70-0375, Rep. n°134, Sci. Rep. n°7, 15 p, 1970.  
  
The determination of the exterior potential field of the Earth may be carried out using satellite observations, gravity observations, or a combination of both. This paper is concerned with how accurately we can describe the gravitational potential coefficients of the Earth based on gravity data alone. This problem is considered from the viewpoint of existing and potential gravity material. Comparisons are made with accuracies being obtained from current satellite determinations of potential coefficients. The limitations and the advantages of using gravity data are discussed.
- 688 - DESROCHERS G.A. - "A study of the aliasing effect on gravitational potential coefficients as determined from gravity data".  
AFCRL-72-0002, Rep. n°160, Sci. Rep. n°19, 70 p, 1971.  
  
The computation of potential coefficients from gravity anomalies has been investigated from two points of view. The first area of investigation concerned the computation of anomalies from a defined set of potential coefficients using evaluations through an integrated procedure and through evaluation at the center of blocks on the surface of the sphere. These anomalies were then substituted into standard summation formulas to test the recovery of the original coefficients.

It was found that the original coefficients were recovered better when a center point evaluation was made as opposed to the integrated approach. The second area of study concerned the aliasing effect caused by having gravity data of unequal standard errors in a weighted least squares adjustment. It was found that the aliasing effect alters all potential coefficients of a least squares solution. Using the coefficients found from solutions affected by the aliasing effect, it was also found that the higher degree anomaly information was not absorbed in the lower degree terms.

- 689 - RAPP R.H. - "Accuracy of potential coefficients determinations from satellite altimetry and terrestrial gravity".  
AFCRL-72-0003, Rep. n°166, Sci. Rep. n°20, 27 p, 1971.

Satellite altimetry data is treated in this paper as if it gave direct determinations of geoid undulations. These undulations are related to potential coefficients in a model that permits determinations of the potential coefficients in a weighted least squares sense from such data, and in combination with terrestrial gravity data. The accuracy of potential coefficient determinations from various data accuracies and data combinations were investigated. From these accuracies conclusions are drawn on the problem of what is the highest degree potential coefficient that can be found from given data. For example, if we had global altimetry data to  $\pm 1$  m of  $\pm 5$  m in  $1^\circ \times 1^\circ$  blocks we could solve for potential coefficients to degrees 114 and 51 respectively. In carrying out simulation studies with non-global data it was concluded that altimetry data could not be used alone for potential coefficient determinations because of a severe aliasing effect. Consequently the altimetry data was combined with geoid undulation information in non-ocean blocks and with existing terrestrial gravity data.

- 690 - RAPP R.H. - "Implementation suggestions for the direct combination of satellite and gravimetric data".  
AFCRL-72-0004, Rep. n°167, Sci. Rep. n°21, 8 p, 1971.

This report brings together several aspects and results from previous papers and reports on this topic. A modification of an existing orbit determination analysis program where potential coefficients are solved for is discussed. The modifications include those dealing with the variational equations and the adjustment procedure that will allow mean anomalies to replace the potential coefficients as descriptions of the gravitational field of the Earth. It is suggested that 184  $15^\circ$  equal area blocks be used as the unknown gravitational parameters. The terrestrial estimates of these blocks must be made from smaller subdivision blocks and then referenced to anomalies implied by a reference set of potential coefficients that are used for the reference orbit computation. It is suggested that the iteration of the orbital solution be carried out using a fixed set of coefficients. After the iteration has converged one last run should be made using the program modified to incorporate mean anomalies as unknowns.

- 691 - GOPALAPILLAI S., P. KARKI & R. RAPP - "Two Fortran IV computer programs for the general combination of satellite and gravity data for position and gravity field determinations".  
AFCRL-72-0142, Rep. n°168, Sci. Rep. n°22, 47 p, 1972.

Previous work on the general combination procedure has been extended to include datum rotation and datum scale parameters. The new equations have been incorporated into two computer programs that are described in the report. The first program incorporates satellite derived station coordinates and data from gravimetrically oriented stations to find a consistent set of datum parameters, geocentric coordinates of various stations, and an equatorial radius. This program is designed to handle a various number of unknowns. One such dimension would allow for 35 satellite derived stations, 25 astro-gravimetrically stations, and 10 datums. In the second program, potential coefficients are added as unknowns and deflections of the vertical and height anomaly information is directly input to the program. In this program, in addition to the unknowns described in the first program, a total of 330 potential coefficients or a set complet to  $n = 17$  may be found. This latter program incorporates a set of 2592  $5^\circ$  mean anomalies, and yields an adjusted set of these anomalies that are consistent with the adjusted potential coefficients.

- 692 - UOTILA U.A. - "The external gravity potential on the Earth and gravity dependent geodetic parameters".  
AFCRL-72-0211, Rep. n°171, Final Report, 38 p, 1972.

This is a final report on research done under Contract AF 19628-69-C-0127. The research reported in twenty-two scientific reports, numerous scientific papers, internal memorandums, dissertations and theses have been summarized and evaluated, keeping in mind the objectives of the Contract. Continuation of the work in the subject matter is discussed.

CENTRE NATIONAL pour l'EXPLOITATION des OCEANS

- 693 - Bull. Inf. n°42, 15 p, Juin 1972.  
694 - Bull. Inf. n°43-44, 19 p, Juillet-Août 1972.

- 695 - BUREAU of MINERAL RESOURCES - Bouguer anomalies maps, 1/500.000, published in 1970, 1971 and 1972, Canberra.

108 maps with isanomales every 5 milligals of the region of New South Wales and in Western Australia and off shore North-western Australia.

696 - SIMONSEN O. - "Why introduce the revised local reference in the International Collaboration between Oceanographers and Geodesists ?". Submitted to the Symposium on Coastal Geodesy, Munich, July 20-24. The Danish Geod. Inst., 75 p, Copenhagen, 1970.

697 - CHOJNICKI T. - "Détermination des paramètres de marée par la compensation des observations au moyen de la méthode de moindres carrés. Geod. i Kart., T.XX, n°3, p.151-182, Varsovie, 1970.

On a présenté la méthode d'élaboration des observations de marée basée sur le principe de moindres carrés, et, qui en égard aux possibilités de son utilisation était conçue comme la plus universelle parmi des méthodes appliquées actuellement. Son universalité consiste en :

1. Possibilité d'élaboration de longues observations faites dans des moments quelconques et en séries, donc aussi des séries d'observations pour des moments séparés d'un intervalle constant de temps à des interruptions quelconques entre ces séries.

2. Possibilité d'élaboration des observations dont on a éliminé la dérive par la méthode quelconque donc, observations filtrées ou brutes pour lesquelles on déterminera la dérive comme l'un des résultats de leur élaboration au moyen de la méthode présentée.

3. Possibilité de détermination simultanée du coefficient de proportionnalité entre la dérive et le facteur extérieur volonté, influant sur la dérive.

On a donné les résultats d'élaboration par des méthodes différentes des séries identiques d'observations.

698 - THYSSEN-BORNEMISZA S. & W.R. JACOBY - "Vertical gradients of gravity for areal density contrast exploration". Zeits. Geophys. Band 37, S.735-741, Würzburg, 1971.

Making use of an improved technique to measure vertical gradients of gravity in the field the obtained results are analysed for a possible reliable interpretation. The striking feature of observed gradients is their erratic behaviour caused by strong and short-wavelength surface density variation. Exact interpretation of results is difficult but in special cases additional vertical gradient measurements could provide important information in connection with gravity surveys or even other prospecting methods.

699 - GEOGRAPHICAL SURVEY INSTITUTE - Bulletin of the Geographical Survey Institute, v.XVI, Part 2, 71 p, Tokyo, March 1971.

700 - GEOGRAPHICAL SURVEY INSTITUTE - Bulletin of the Geographical Survey Institute, v.XVII, Part 1, 35 p, Tokyo, November 1971.

- 701 - SASS J.H., A.H. LACHENBRUCH & A.M. JESSOP - "Uniform heat flow in a deep hole in the Canadian Shield and its paleoclimatic implications". from : J. Geophys. Res., v.76, n°35, pp.8586-8596, 1971.  
Earth Physics Branch, Contr. n°357, Ottawa.

Precise temperature measurements to 2865 meters in a hole in a granitic pluton near Flin Flon, Manitoba, Canada, showed a systematic increase of temperature gradient with depth. Conductivity determinations at 50 meter intervals revealed a corresponding systematic decrease in conductivity. Over the entire measured depth, no systematic deviations from the mean heat flow of  $1.01 \pm 0.04 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$  is detectable in spite of strong evidence that the ground surface temperature was at least  $3.5^\circ\text{C}$  cooler than at present for long periods during the Pleistocene epoch. These results can be reconciled with plausible paleoclimatic models. Evidently climatic change at this site does not result in a significant correction to the measured heat flow. The observations suggest that generalized estimates of the Pleistocene effect should be assigned a large uncertainty in the absence of an observed variation of heat flow with depth confirming a particular climatic model. The mean heat production is  $2.1 \times 10^{-13} \text{ cal}/\text{cm}^3 \text{ sec}$ . Taken with the observed heat flow of  $1.01 \mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$ , it is consistent with other observations of heat flow and heat production in the stable interior of North America.

- 702 - YEREMEEV V.F. & M.I. YURKINA - "On determination of lunar gravitational field".  
Central Res. Inst. Geod., Air Survey & Cart., 10 p.  
XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

- 703 - BALDWIN R.B. - "The question of isostasy on the Moon".  
from : Physics Earth Planet. Interiors 4, p.167-179, 1971.

- 704 - KAUIA W.M. - "Interpretation of the lunar gravitational field".  
from : Physics Earth Planet. Interiors 4, p.185-192, 1971.

The most significant inference from the gravitational field is that the isostatic compensation of the highlands requires a thorough fractionation of at least one-third of the Moon's mass.

The Apollo samples and other recent data make creation of the mascons by surface transfer processes much less plausible, leave their creation by infalling denser bodies speculative, and make more acceptable to disciples of William of Occam their creation by processes internal to the Moon. A Moon which experienced drastic fractionation of its outer parts and then a billion years later has volcanism is certainly one which would have a thermal history where the outer parts cooled relative to the inner.

The interpretation of magnetometry near and on the Moon is still sufficiently unsure that broad variations in the gravitational field could be caused by convection in the Moon's core.

The orientation of the maria toward the Earth might be caused by tidal effects when the Moon was a few Earth radii from the Earth, but the mechanism of such effects depends upon how the Moon's orbit was modified by infalling bodies from outside the Earth-Moon system.

- 705 - NANCE R.L. - "Gravity measured at the Apollo 12 landing site".  
from : Physics Earth Planet. Interiors 4, p.193-196, 1971.

The gravity at the landing site of the second lunar landing mission has been determined from data telemetered to Earth from the lunar module on the lunar surface. The measurement was used to compute the gravity anomaly and the lunar radius at the landing site. The gravity was predicted for the site by the use of a simple model of the lunar mass distribution. Comparisons between the results from Apollo 11 and Apollo 12 were made of the observed gravity, the predicted gravity, the radius from tracking data, the radius from gravity data and the gravity anomaly

- 706 - RIDDIHOUGH R.P. - "Regional magnetic anomalies and geology in Fennoscandia : a discussion".  
Canadian J. Earth Sci., v.9, n°3, p.219-232, 1972.

A contoured magnetic anomaly map constructed from aeromagnetic profiles reflects the established tectonic patterns of the Fennoscandian region and permits speculations about such features as continental discontinuities colinear with oceanic fracture zones. An interpretation of the most outstanding magnetic anomaly of the region, in west-central Sweden., shows that its source is associated with a Precambrian anorogenic complex and has an unusually high magnetization. Magnetic similarities between the Baltic and Canadian shield are briefly discussed.

- 707 - MOAZAMI-GOUDARZI K. & N. SADEGHZADEH - "Un modèle à deux couches pour la croûte terrestre dans le Sud de l'Iran".  
Inst. Geophys., Tehran Univ., J. Earth & Space Physics,  
v.1, n°1, p.43-49, 1972.

A partir du temps d'arrivée des ondes de volume  $P_c$ ,  $P_n$ ,  $S_c$  et  $S_n$ , de 284 tremblements de terre proches, un modèle à deux couches est présenté pour la croûte terrestre dans le sud de l'Iran. Selon ce modèle, la première couche aurait une épaisseur de 15 km avec une vitesse des ondes longitudinales de 6 km/s., la deuxième couche aurait une épaisseur de 30 km avec une vitesse de 7 km/s.

708 - MELCHIOR P. - Chronique de l'U.G.G.I.  
N° 84, 128 p, Avril 1972.

709 - MELCHIOR P. - Chronique de l'U.G.G.I.  
N° 85, 192 p, Juin 1972.

710 - KOWALSKI W.C. - "Geological and geophysical aspects of the map of recent vertical crustal movements of the Earth in Poland".  
Polish Acad. Sci., Comm. Geod., 4p, Warsaw, 1971.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

To obtain the real picture of recent vertical crustal movements on the basis of results of repeated levelling there should be excluded these levelling points, of which the vertical movements may be caused by nontectonical reasons and the courses of isorythms should be connected with geological, geophysical and geomorphological data. This was taken into consideration by drawing the map of recent vertical crustal movements in Poland.

711 - KOWALSKI W.C. & J. LISZKOWSKI - "General interdependences between the geological structure and recent vertical crustal movements in Poland".  
Polish Acad. Sci., Comm. Geod., 5 p, Warsaw, 1971.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

There are quite strong interdependences between the geological structure and recent vertical crustal movements in Poland. The observed differences in course of isorhythms and in velocity rates of these movements in Poland can be and are explained exclusively on the basis of these interdependences.

712 - PICARD L. - "Geological researches in the Judean Desert".  
Hebrew Univ., 110 p, Jerusalem, 1931.

713 - KUKKAMAKI T.J. - Fennoscandian Sub-Commission.  
Finnish Geod. Inst., typewritten text, 6 p, Helsinki, 1971.  
Symposium on Recent Movements of the Crust, Moscow, 1971.

714 - HONKASALO T. - "Geophysical interpretation of gravity anomalies 1963-1970".  
Report of Special Study Group n°5.11 of the IAG, 22 p, 1971.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

- 715 - HONKASALO T. - "Special techniques of gravity measurements".  
 Report of IAG, Special Study Group n°4.21, 12 p, 1971.  
 Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

- 716 - ELSTNER C. - "Results of high precision gravity measurements".  
 Nationalkomitee Geod. & Geophys. D.D.R.,  
 Zentralinst. Physik Erde Deutschen Akad. Wissens. Berlin, 5 p.  
 Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

Results of first observations

Together with other institutions in the GDR in 1970 a gravimetric test line was erected to detect an upper limit of the accuracy of gravimeters. The line includes only a small gravity range of 16 mGal to reduce calibration errors. For geological reasons the profile was established in the middle part of the GDR, where an approximate homogeneous sedimentary situation is to be found.

The whole line consists of 6 points of observation. Each point is marked by a granit-porphyr pillar with a surface of  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  and a depth of 90 cm, resting on a concrete base. The surface of the pillars was smoothed to  $\pm 1 \text{ mm}$ . The heights of the points were determined with an accuracy of several tenth of a millimeter against subterranean fundamental points. The first gravimetric observations were performed in July 1970 with five Sharp-prospector gravimeters.

...

The evaluation of the gravimeter readings were done separately by two persons to reduce subjective moments in the determination of the drift. The averaged results for the five differences are :

difference	g/mGal
1	$- 16.560 \pm 0.0015$
2	$11.926 \pm 0.0009$
3	$- 2.465 \pm 0.0010$
4	$2.029 \pm 0.0016$
5	$4.414 \pm 0.0021$

The difference between the end points of the line amounts  $- 0.656 \pm 0.003 \text{ mGal}$ . The given errors were calculated from the deviations between the results of the five instruments inside each gravity difference. The uncertainty of the scale factors may at present enlarge the errors up to 0,01 mGal.

After reducing the influence of the calibration it should be possible by repeated observations with the same instruments to get an answer on the amounts of the disturbing effects resp. gravity variations in the microgal range.

- 717 - RAPP R.H. - "Preliminary report of the equal area block working group". 19 p, 1971.  
 Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

- 718 - BANKWITZ P. & E. BANKWITZ - "Conceptions about motions along oceanic fracture zones".  
Nationalkomitee Geod. & Geophys. D.D.R.  
Zentralinst. Physik Erde Deutschen Akad. Wissens. Berlin, 11 p.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.
- 719 - THURM H. - "Block tilts in the test area of the Elbe Valley zone".  
Nationalkomitee Geod. & Geophys. D.D.R.  
Technische Univ. Dresden, Sektion Geod. & Kart., 4 p  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.
- 720 - SCHNEIDER M.M. - "Measurements of the Earth's tides at Vostok station in Central Antarctica".  
Nationalkomitee Geod. & Geophys. D.D.R.  
Zentralinst. Physik Erde Deutschen Akad. Wissens. Berlin, 6 p.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.
- 721 - FISCHER I. - "Recent geoid studies".  
Secretary's Report, Section V of the IAG, 1967-1971, 20 p.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.
- 722 - BOMFORD G. - "The astro-geodetic geoid in Europe and connected areas 1971. Appendix to Mrs I. Fischer's report for study group V-29, 1971".  
Typewritten text, 13 p, 1971.
- 723 - FISCHER I. - "Interpolation of deflections of the vertical".  
Report of the Special Study Group V-29, 10 p.  
Presented to the XV General Assembly IUGG, Moscow, 1971.
- 724 - MATHER R.S. - "Practical techniques for the establishment of a world geodetic system from gravity data".  
The School of Surveying, Univ. New South Wales, 60 p, 1971.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.  
  
Procedures are investigated for linking the various local geodetic datums into a unified system using gravity data. Some earlier studies are reviewed with special reference to recent determinations for the Australian Geodetic Datum which is situated in a region with a well defined gravity field. The techniques used in this determination are outlined and practical difficulties which may attend their extension to other regions are given, together with procedures for overcoming such problems.

These investigations indicate that the bulk of the work could be done in phases by connecting local datums to the world geodetic system either singly or in limited numbers confined to a region, provided the low degree harmonics of the Earth's gravitational field were accurately known. The adoption of such a procedure is made more complex as a consequence of the incomplete knowledge of the global gravity field at the present time. It is therefore essential that some preliminary  $5^\circ \times 5^\circ$  anomaly field (or its equal area equivalent) be agreed upon as the basis for the commencement of such a project.

A system which is capable of adaptation to changes in any or all the gravity anomaly values in such a data set, is proposed. Repeated solutions using larger extents of surface area can also be used to enhance the quality of these data sets by providing improved values of the harmonic coefficients which define their long wave variations. It is recommended that steps be taken without delay to implement such a scheme in view of the long range geophysical interest in this project.

725 - LOUIS M. - Bulletin Géodésique de l'A.I.G., n°104, 236 p, Paris, Juin 1972.

- a) BADESCO R. & I. DIACONU - "Un nouvel aspect concernant la détermination du champ gravifique extérieur de la Terre".  
p.211-220.

Utilisant l'équation intégrale de la Géodésie - Physique de Molodenski, les auteurs proposent une méthode de calcul pour le champ gravifique en un point M de la surface de la Terre en fonction des mesures astronomo-géodésiques effectuées dans les régions environnantes. Observant que les méthodes actuelles négligent les zones situées dans le voisinage immédiat de M à cause de la singularité du noyau de l'équation intégrale en ce point, les auteurs tiennent compte aussi de ces zones ainsi que de la configuration approximative du terrain avoisinant.

- b) UNGUENDOLI M. - "Division de la surface terrestre en blocs d'aire égale".  
p.221-230.

A method of subdivision of the Earth into approximately equal area blocks as proposed by R.H. RAPP is considered. It had been used to obtain true equal area blocks and the calculus are extended from a unit sphere to reference ellipsoid. A subdivision of Italy is also made.

726 - ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques : Géodésie et Levés aériens, index d'auteurs 1970. (Texte russe). Sér. 52, 106 p, Moscou, 1972.

ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques :  
Géodésie et Levés aériens (Texte russe).

727 - Sér. 52, 46 p, Moscou, 1972.

728 - Sér. 52, 49 p, Moscou, 1972.

ACADEMIE des SCIENCES U.R.S.S. - Références bibliographiques :  
Géophysique. (Texte russe).

729 - n°2, 280 p, Moscou, 1972.

730 - n°3, 242 p, Moscou, 1972.

731 - PAUL H.J. - "Die Internationale Geodätische Dokumentation".  
Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden, 19 H.l., S.137-139, 1970.

La documentation géodésique internationale.

Vue d'ensemble de la coopération internationale dans le  
domaine de l'information géodésique.

732 - GROSEN E. - "New determinations of the gravitational constant".  
Typewritten text, 3 p, Darmstadt, 1971.

733 - ERAGARD L. - "Potentiel de déformation superficielle produit par  
un bourrelet de marée. Relations entre les nombres de Love  $h_n$  et  $k_n$ ".  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.  
Typewritten text, 10 p, Liège, 1971.

734 - MATHER R.S., B.C. BARLOW & J.G. FRYER - "A study of the Earth's  
gravitational field in the Australian Region".

Bureau of Mineral Resources, 37 p, Canberra, 1971.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

Considerable insight has been gained in recent years into the  
characteristics of the Earth's gravitational field and the nature  
of the geoid in the Australian region as a consequence of both  
astro-geodetic and gravimetric investigations. The techniques  
adopted for the establishment of a first order control network  
for gravity surveys are outlined, together with estimates of the  
precision attained and procedures for controlling the standard  
gravity interval.

The astro-geodetic control used for geoidal mapping is described  
together with a summary of the rationale adopted in the establish-  
ment of the Australian Geodetic Datum. The difficulties encountered  
in adjusting certain loops of astro-geodetic levelling are discussed,  
together with an outline of possible causes and the steps taken to  
overcome them.

The limitations to the accuracy of gravimetric solutions for the geoid in the region are outlined. The steps taken to combine such determinations with astro-geodetic control in the preparation of a geoid map for the Australian region are described, together with reasons for doing so.

It is recommended that some gravimetric investigation of the region precedes any astro-geodetic determinations for future geoid mapping projects in view of the costs involved and the possibility of rapid variations in the direction of the local vertical which could introduce errors in the results.

- 735 - MUMINAGIC A. - "Investigation of real geoid in Yugoslavia".

Typewritten text, 11 p, Beograd, 1971.

Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

This paper represents continuation of investigations reported previously. During last three years the new astronomical and geodetic observations and measuring have been done, that enable this work.

- 736 - ASSOCIATION INTERNATIONALE de GEODESIE - "Liste des stations de déviation de la verticale rattachées au Réseau Européen.

Liste n°4, 192 p, Paris, 1971.

- 737 - RAICES VIDAL O.J. - "A unified procedure for the solution of the least squares problem and for estimating the precision of the adjusted variables".

152 p, Univ. Havana, Cuba, 1971.

Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

- 738 - BJERHAMMAR A. - "Statistical methods".

Report of Special Study Group n°1-24, 5 p, Stockholm, 1971.

Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

- 739 - BJERHAMMAR A. - "Prediction and filtering of non-stationary stochastic processes in geodesy".

Typewritten text, 17 p, Stockholm, 1971.

Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

Covariance stationary processes have been used widely in geodesy during the last decades. Such an approach requires a general isotropy for the covariance. In a number of geodetic application we can hardly expect such an isotropy. Our present study includes a study of non-stationary processes for prediction of gravity. A short description of the Wiener Hopf approach is also included for the stationary case.

- 740 - REILLY W.I. - "Proposed international system unit of gravitational acceleration".  
Geophys. J., R. Astr. Soc., v.22, p.449-450, 1971.

- 741 - JEANRICHARD F. - "Contribution à l'étude du mouvement vertical des Alpes".  
Serv. Topog. Fédéral, 14 p, Wabern, 1971.  
Présenté à la XVème Assemblée Générale UGGI, Moscou, 1971.

Since 1943, about 40 % of the old levelling network that was fixed between 1903 and 1927 have been measured again. Comparisons of new and old heights have been made. Interesting results have been discovered above all on the line Lucerne - St-Gothard - Bellinzona ; the comparison of the levellings 1969/1970 to those 1909-1918 shows a heaving of the alpine regions up to 5 cm. It is the first time that existence of such a heaving is founded on geodetic measurements. During the next years, this result is expected to be confirmed by other measurements in Switzerland. But the study of the whole alpine massive requires an international collaboration. Therefore Swiss geodesists propose the creation of a working group, in which all interested countries should participate, with a view to study thoroughly the vertical movements of the whole alpine arch.

- 742 - BJERHAMMAR A. - "Solution of the gravimetric boundary value problem with the use of density estimates".  
Typewritten text, 8 p, Stockholm, 1971.  
Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

In classical geodesy different gravity anomalies have been used for a solution of the gravimetric boundary value problem. Of special interest have been the anomalies according to Bouguer and Rudzki but mostly the free air anomaly has been used. Some geodesists have preferred the more complicated isostatic anomaly. We are here going to use the free air anomaly in order to obtain an estimate of the density of disturbing mass. Later this density estimate is used for a direct solution of our gravimetric boundary value problem.

- 743 - FLICK J., P. MELCHIOR & J.M. Van GILS - "Le Laboratoire souterrain de Géodynamique de Walferdange - Luxembourg".  
Typewritten text, 26 p, Bruxelles, 1971.  
Présenté à la XVème Assemblée Générale UGGI, Moscou, 1971.

- 744 - GROTH E. - "Problems in measuring small gravity differences".  
 Typewritten text, 10 p, Darmstadt, 1971.  
 Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

Problems arising in precise measurement of gravity differences of a few milligals are considered. Accuracy of one part in ten thousand is feasible today but today's field gravimeters usually do not yet yield such accuracy which is necessary, e.g., in gradient work where  $\pm 1$  Eötvös corresponds to about  $\pm 0.1$  microgal. Relevant problems are : linearity of response, calibration, the effect of vibrations, temperature control ; several further details have been studied.

- 745 - MÄLZER H. - "Reduction of vertical gradients of gravity".  
 Univ. Karlsruhe, Typewritten text, 10 p, 1971.  
 Presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, 1971.

In general, vertical gravity gradient data are much more sensitive to topographic masses than normal gravity data. The difference between the observed gradient  $W_{zz}$  and the normal value  $U_{zz}$  can be higher than 30 %. On the other hand, now it is possible to observe the gradient with a relative high precision with gravity meters (MÄLZER 1970, GROTH 1971) or vertical gravity gradiometers.

- 746 - SCHLEUSENER A. & W. TORGE - "Investigations of secular gravity variations in Iceland".  
 Z. Geophys., Band 37, S.679-701, Würzburg, 1971.

In 1938, 1965 and 1970 gravity measurements across the young volcanic zone of northern Iceland have been carried out along a west-east-profile of about 100 km length, including also the zone of the western adjoining tertiary plateau basalts. One aim of the survey was to detect whether there exist any variations of gravity with time or not in the mobile zone of recent volcanism and open fissures.

About 30 stations have been established in 1938 by using a Tyssen-Schleusener gravity meter with accuracy of some 0.1 mGal. These stations have been reconstructed and completed by about 50 stations in 1965, when the points were monumented, too. The observations in 1965 and 1970 were performed with LaCoste-Romberg gravity meters, the standard deviations being less than 0,02 mGal.

The comparison of the gravity values obtained in the different periods indicates, that the gravity in the young volcanic zone might have more increased with time as in the tertiary plateau basalts, the time rate over the total profile being about 0,005... 0,01 mGal/year. This amount is derived from the 1965/1970 comparison, whereas the variations between 1938 and 1965 are not significant.

- 747 - DUFOUR H.M. - "La représentation du potentiel terrestre par des fonctions régionalisées".  
Inst. Geog. Nat., Typewritten text, 16 p, Paris, 1971.

- 748 - CENTRAL BUREAU for SATELLITE GEODESY - Report presented to the XV General Assembly of IUGG, Moscow, August 1971.  
Smithsonian Inst., Astrophys. Obs., 6 p, Cambridge, 1971.

From 1967 to 1971, the Central Bureau for Satellite Geodesy followed both the course outlined in its Charter and the recommendations made by its board of advisors, the Scientific Council. The present text of the Charter, which was officially approved at the XIVth IUGG General Assembly in Lucerne, 1967, is the same as that of the Tentative Charter used earlier.

- 749 - LEVALLOIS J.J. - "Sur le prolongement analytique du développement en harmoniques sphériques du potentiel terrestre (3ème partie)".  
Inst. Géog. Nat., Typewritten text, 8 p, Paris, 1971.

In this 3rd part, the condition of convergency of the downwards continuation of the series representing the potential of the real Earth is given.

It is shown that this condition being not fulfilled the series is consequently convergent only at the exterior of the sphere which includes all the matter.

- 750 - LEVALLOIS J.J. - "Comparaison des géoïdes astrogéodésique et gravimétrique sur le territoire français".  
Inst. Geog. Nat., Typewritten text, 7 p, Paris, 1971.  
Présenté à la XVème Assemblée Générale de l'UGGI, Moscou, 1971.

L'Institut Géographique National (I.G.N.) vient de terminer en 1969, un premier levé astrogéodésique du pays au cours duquel 420 stations astronomiques de déviation de la verticale ont été observées par la méthode des hauteurs égales et rattachées au réseau géodésique.

Ce travail qui sera complété en 1971 et 1972 par un réseau de densification dans les zones montagneuses, en particulier dans le Jura, les Alpes et les Pyrénées a permis de dresser une carte provisoire du géoïde astrogéodésique du territoire français (cf. Rapport National du Comité Français de Géodésie et Géophysique à la XVème Assemblée Générale de l'U.G.G.I., Moscou, 1971). Cette carte est jointe en annexe.

- 751 - BENNING W. - "Die Schreiber-Friedrichsche Lösung der günstigsten Gewichtsverteilung als Optimierungsaufgabe der Linearen Programmierung".  
Mit. Inst. Theor. Geod., Univ. Bonn, n°6, 43 S, 1972.

The method of Linear Programming is explained and used to solve the minimization problem of the well known Schreiber's Theorem. An example is given for which the classical solution has been computed formerly. In addition, the results of Friedrich's "Elimination Method" have been considered in comparison with those of the Linear-Programming method. Similarities and differences of the methods in question are pointed out and their efficiency and special use are examined.

- 752 - KAULA W.M. - "Geophysical implications of satellite determinations of the Earth's gravitational field".  
from : Space Science Reviews n°7, p.769-794, 1967.

The variations of the gravitational field have been determined from satellite orbit perturbations with fair reliability up to at least spherical harmonic degree 8.

The largest departure from hydrostatic equilibrium by a factor of 2 is the oblateness, which, together with the observed rate of deceleration of the Earth's rotation, leads to an estimate of about  $10^{26}$  poises for the viscosity of the lower mantle.

The remaining variations in the field are too large to be associated solely with the crust : their origin must be mainly in the mantle. The positive correlation with topography for degrees  $\ell \geq 6$  and the rate of decrease of the variations (proportionate to  $\ell^{-2}$  in potential coefficients, or to  $\ell^{-1}$  in gravity anomaly power spectrum) are such that their source must in part be in the upper mantle, less than 400 km deep. However, the lack of obvious correlation with other indicators of upper-mantle activity such as sea-floor spreading and heat flow suggests that the density variations are the consequence of relatively small imbalances between dynamic disturbing effects and compensating restorative effects. At least part of the variations, particularly for degree  $\ell > 5$ , probably have their source in the stiff lower mantle.

- 753 - KAULA W.M. - "A tectonic classification of the main features of the Earth's gravitational field".  
from : J. Geophys. Res., v.74, n°20, p.4807-4826, 1969.

On the basis of magnitude and extent of mean gravity anomalies for  $5^\circ$  squares, 19 areas on the Earth were selected as markedly positive ; 14, as markedly negative ; 10, as exceptionally "mild". Other geological and geophysical data for each of these 43 areas were examined. On the basis of certain patterns of correlation, eleven types of areas were defined. It was found that, where characteristics of different types appeared, certain characteristics were dominant over others. In general, characteristics associated with positive anomalies were dominant over ones associated with mild or negative anomalies, and characteristics associated with recent tectonics dominant over ones associated with ancient.

The eleven types in order of dominance, with sign and a leading example of each given in parentheses, are : trench and island arc (+, Indonesia - Philippines), Cenozoic oceanic flood basalts (+, Iceland - North Atlantic), Cenozoic orogeny with Quaternary extrusives (+, Caucasus), Quaternary glaciation (-, Canadian shield), vigorous ocean rise (0, southeast Pacific), current orogeny without extrusives (-, Himalayas), ocean basin (-, Somali - Arabian), continental basin (-, Parnaiba basin), pre-Cenozoic orogeny (0, eastern United States), continental shield (0, Brazilian shield), pre-Cenozoic oceanic floor basalts (0, Darwin rise). The strongest correlation found was between positive gravity anomalies and Quaternary volcanism. Positive correlation of gravity anomalies with topography residual to a fifth-degree figure is almost universal. The extent to which the different area types relate to the global tectonics inferred from paleomagnetic and seismic data varies from strong (e.g., trench and island arc, vigorous ocean rise) to negligible (e.g., Cenozoic oceanic flood basalts. Quaternary glaciation). The lack of systematic correlation between temperature indicators (heat flow,  $P_n$  velocities, seismic station delays) and gravity anomalies indicates that horizontal variations in petrology are significant.

- 754 - TORGE W. - XV Generalversammlung der IUGG, AIG, im Juli/August 1971 in Moskau. Berichte über Sitzungen und Arbeit der Sektionen - Sektion IV : Gravimetrie.  
Sond. 15 Zeits. Vermess., S.23-29, 1971.

- 755 - BOOKER J.R. & R.L. KOVACH - "Mascons and the Moon's gravity field".  
from : Phys. Earth Planet. Interiors, v.4, p.180, 1971.

The apparent surface mass  $M$  of the mascon in a lunar ringed mare is approximately proportional to the area  $A$  of the deep mare materiel in the basin :

$$M \propto A^{\sigma},$$

where  $\sigma$  lies between 0.85 and 1.20 with a most probable value of 1.02. This relationship can be interpreted in terms of thin plates of dense rock whose thickness is the same for all ringed maria. This characteristic thickness may be associated with the depth to a lunar "Moho". For a crust-mare density contrast of 0.5 g/cm<sup>3</sup>, the thickness of the plates would be 8.32 km. The effective diameters ( $A^{1/2} / \pi$ ) and the surface masses of six earthside ringed maria are listed in table 1.

- 756 - BURŠA M. - "Sur le calcul de la correction gravimétrique dans le nivelllement astro-gravimétrique".  
VUGTK, v.3, n°5, p.37-56, Praha, 1971.

On étudie en particulier le cas d'un champ très perturbé et, au voisinage des points singuliers, on utilise des quadratures mécaniques au lieu de la traditionnelle méthode des gradients.

- 757 - BURSA M. - "On the possibility of using the gravity data for evaluating the accuracy of the astro-values on the territory of Czechoslovakia".  
VUGTK, v.3, n°6, p.23-50. Praha, 1972.

Detailed gravity data covering the Czechoslovak territory as well as the neighbouring parts of Europe enable to determine the gravimetric deflections of the vertical with a high accuracy, esp. in the areas of not too rough terrain. Thus, there is a possibility of evaluating the accuracy of some astro-values.

The article presents some basis materials that might serve as sources for the studies of this kind. As an exemple a part of the Czechoslovak astrogeodetic network covering Western Bohemia is investigated from this point of view.

- 758 - BONATZ M. & O. SCHUSTER - International Astro-Geo-Project Spitzbergen 1968-70. Horizontalpendelstation 4. "Strange Zweigruppen-Erdgezeiten-analyse nach der Method der Kleinsten Quadrate - erste Gruppenausgleichung". D.G.K., Reihe B : Angew. Geod., H.n°193, 83 S, München, 1972.

The results of one year clinometric measurements in Station 4 in Longyearbyen, Spitzbergen, were analysed for two systems with different length of intervall by applying the first group-adjustment of the stringent Two-Group-Earthtide-Analysis after the least squares method. The changes with time of the calculated amplitude-quotients and phasedifferences show, that the data besides the tides of the solid Earth include additional actions of physical effects. The most important disturbing effects are due to the oceanic tides. These physical effects will be investigated by a following second group-adjustment.

- 759 - BONATZ M. & T. CHOJNISKI - "International Astro-Geo-Project Spitzbergen 1969-70".  
"Berechnung langperiodischer Gezeitenwellen für die Gravimeterstation Longyearbyen".  
Mit. Inst. Theor. Geod., Univ. Bonn, n°7, 14 S, 1972.

From July 1969 until June 1970 in Longyearbyen/Spitsbergen (latitude 78°, 20°N) earthtide measurements with three Askania gravimeters were performed. The tidal parameters are presented for the wavegroups Ssa, Mm, Mf and Mtm, calculated after the analysis method of Chojnicki. Calculations were carried out in two variants : with all data and with selected data concerning quality of recording. The elimination of parts of the data leads for the amplitude quotients of the individual wavegroups to better conformity of the values obtained for the three measurementssystems. It is remarkable that for the semiamual solar wave Ssa one determined a phase lag of - 5 to - 7° corresponding a delay of 3 to 4 days.

- 760 - WOLF H. - "Present tasks for the computation of the West-European Satellite Net".

Typewritten text, 10 p, Bonn, 1972.

Presented to the International Symposium "Satellite & Terrestrial Triangulation". Graz, 29-31 May 1972.

A program is proposed for the common adjustment of all observations hitherto performed in the West European Satellite Net, considering their heterogeneity and the unequally spaced distribution of the stations. Computational comparisons with the World Satellite Net and the European Triangulation Net are to be planned. A special model for time and time-differences is introduced and some related problems are considered.

- 761 - BURŠA M. - "Sur la détermination des anomalies de la pesanteur dans l'espace par l'observation des satellites artificiels".

Typewritten text, 12 p, Praha, 1971.

- 762 - BURŠA M. - "Variations of the Earth's gravity field due to the free nutation".

Studia Geophys. & Geod., v.16, n°2, p.122-125, Praha, 1972.

Expressions for the time variation of gravity and for deformations of equipotential surfaces due to the free nutation of the Earth have been derived. The possibility has been shown of determining the polar motion by means of accurate gravity observations under the assumption that the other effects particularly tidal, may be expressed with sufficient accuracy theoretically.

The necessity of introducing gravity corrections due to the polar motion has been pointed out in investigating the secular variations of gravity and in accurate gravity measurements ( standard error of the order of 0.01 mGal and less), in general.

- 763 - BRUNKEN G. - "Automatische Zeichnung von Höhenlinienplänen".

(Tracé automatique des lignes de niveau).

D.G.K., Reihe C : Dissert., H.n°173, 97 S, München, 1972.

On peut, dans le programme, inclure des routes, des bâtiments, des isobathes, des iso-λ .

- 764 - BONATZ M. & T. CHOJNICKI - "Europäisches Erdgezeitenprofil".

"Ergebnisse der Gezeitenregistrierungen mit dem Askania-Gravimeter GS 15 N° 206 in den Stationen Bonn, Bruxelles, Walferdange, Strasbourg 1970-72".

Mit. Inst. Theor. Geod., Univ. Bonn, n°8, 11 S, 1972.

Results are presented of Earth tide measurements with Askania Gravimeter GS 15 N° 206, performed between November 1970 and March 1972 in the stations Bonn, Bruxelles, Walferdange and Strasbourg, about 100 days each. The data were analized with Chojnicki's method in three variants : for wave groups without and with longperiodic tides as well as for single waves (without longperiodic tides). Synopsis of the tide parameters for the lunar tides  $O_1$  and  $M_2$ , which can be determined in the relatively short observation periods rather well, shows for the four stations non-uniform and partly significant differences between the results of the three variants of analysis, whereas this effect cannot be noticed for the tide  $M_2$ . This could be interpreted by secondary influences of diurnal mode in the data, which occur in the stations Bonn, Bruxelles and Walferdange.

- 765 - ARAB N. - "The use of computer graphics in gravity interpretation". from : Geophys. Prospecting n°19, p.586-591, 1970.

Computer-Graphics, the visual display of data in digital and analog form, allows immediate interaction between man and machine. This interaction facility is valuable when the user is engaged in model design. By using such a device in gravity interpretation, the geophysicist can overcome the slow process of model simulation constrained by the conventional input/output devices, also maximum control over running programmes can be exerted if needed.

- 766 - Studia Geophysica et Geodaetica, t.16, n°1, Praha, 1972.  
Geophys. Inst. Czechosl., Acad. Sci.

- a) RAPP R.H. - "Satellite orbit computations using gravity anomalies". p.1-9.

A typical geodetic satellite orbit has been computed by numerical integration for a period of thirty hours. The gravitational potential of a standard orbit was represented by the SAO 1969 Standard Earth potential coefficients taken to degree 18. Other orbits were generated using the generalized Stokes' equations and the coating method applied to gravity anomalies and surface densities, in  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  and  $30^\circ$  equal-area blocks, derived from the given potential coefficients. The differences between these orbits yield the position differences to be expected when representing the potential field by using gravity data instead of potential coefficients. Using  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  and  $30^\circ$  blocks and the generalized Stokes' equations, the position error at the end of thirty hours was 89 meters, 224 meters, and 2060 meters respectively. This error is primarily due to the integration error in computing the gravitational field by summation over a finite number of areas.

- b) BURŠA M. - "Fundamental geodetic parameters of the Earth's figure and the structure of the Earth's gravity field derived from satellite data".  
p.10-29.

Using the geocentric constant  $GM = 398\ 601.3 \times 10^9 \text{ m}^3\text{s}^{-2}$ , the known value of the angular velocity of the Earth's rotation  $\omega$ , Stokes' constants  $J_n(k)$  and  $S_n(k)$  upto  $n = 21$  (zonal),  $n = 16$  (tesseral and sectorial), the geocentric co-ordinates and heights above sea-level of SAO satellite stations, the following will be derived : the potential on the geoid  $W_0$ , the scale factor for lengths  $R_0 = GM/W_0$ , the radius-vector of the surface  $W = W_0$ , the parameters of the best fitting Earth tri-axial ellipsoid, and the components of the deflections of the vertical with respect to the geocentric rotational IAG ellipsoid (Lucerne 1967), as well as to the best-fitting geocentric tri-axial ellipsoid. Some of the differences in the structure of the gravity field over the Northern and Southern Hemispheres will be given, and the mean values of gravity over the equatorial zone, determined from the dynamics of satellite orbits, on the one hand, and from terrestrial gravity data, on the other, will be compared.

- c) CERMAK V. - "Heat flow and gravity in Czechoslovakia".  
p.77-87.

In recent studies of the deep structure of the Earth several attempts have been made to compare the results of heat flow measurements with the shape of the Earth's gravity field. Using spherical harmonic analysis of most of the published heat flow data, a map of the surface distribution of heat flow has been constructed, the comparison of which with the shape of the geoid indicates a certain similarity. In places where gravity is high, the heat flow is low and vice versa. The negative correlation between heat flow and gravity apparently reflects the structure of the upper mantle and supports the idea of existence of convective currents. Although the idea of convective transport of mass in the upper mantle is attractive as regards geothermics, it is considerably problematic when compared with other geophysical results as described by MacDonald.

The harmonic analysis of heat flow, as executed by Lee and Uyeda, has a global character and it does not indicate the variations in the surface distribution of the heat flow on a scale of less than 2000 km. Therefore, the negative correlation between the heat flow and gravity mentioned need not necessarily be valid in a detailed geothermic investigation of a smaller region. On the contrary, for example, the connection between geothermal activity and the shape of geoid on the territory of Europe, which has been investigated by Scheffer, showed that the high heat flow is associated with local elevations of the geoid. Although Scheffer's work is not based on mathematical analysis, it represents, nevertheless, an interesting contribution.

The investigation which has been carried out in Czechoslovakia has shown a similar tendency, as well. The comparison between heat flow values and geoid shape, especially in Eastern Czechoslovakia (i.e., on the territory of the Western Carpathians), indicates an apparent positive character, which is likely to be geophysically significant. However, due to the complexity of the geological structure and the lack of further information (such as radio-active content of the basement rocks and the crustal structure) any detailed conclusions are beyond the few presented remarks.

- d) KOZYAKOVA K., R. RUKAVISHNIKOV, M. MAJEWSKA, L. TRAGER & G. CSAPO "Some results of calibrating CG-2 gravimeters (Sharpe) by the tilt method".  
p.88-96.
- 1) Geodetic type CG-2 gravimeters may be calibrated by the tilt method with a relative accuracy of  $\pm 1 \times 10^{-4}$  regardless of the calibrating range.
  - 2) The tilt method of calibration makes a detailed calibration of the gravimeter scale possible, i.e., for the fine screw with a mean error of  $= \pm 0.02$  mGal, and for the coarse screw of  $= \pm 0.07$  mGal.
  - 3) The processing of the results of the measurements using the manufacturer's constants may cause errors of 0.5 to 0.8 mGal.
  - 4) The scale division value of CG-2 gravimeters is temperature dependent ; the relative change per  $10^{\circ}\text{C}$  is 3 to  $8 \times 10^{-4}$ .
  - 5) For accurate measurements a detailed recording of temperatures during measurements is necessary.
  - 6) If the CG-2 gravimeter is used for accurate work it is necessary to calibrate it prior to and after the measurements, which can be carried out in the field, as well as under laboratory conditions using a UEGP tilt device.
- e) VELKOBORSKY P. - "Measurements of gradients of gravity in mines".  
p.96-99.
- Some simple fundamental relations have been derived between the vertical gradient of gravity within the Earth and its density. The results of measurements of the gradients of gravity in mines and their comparison with measurements of other authors are also given.
- 767 - PAUL M.K. & D. NAGY - "A study of the upward continuation of gravity data from a plane surface".  
Studia Geophys. & Geod., t.16, n°2, p.107-121, Praha, 1972.
- A summation method of upward continuation of gravity data has been considered under the assumption that observations are available at regular intervals. The upward continued value has been obtained as the sum of products of individual gravity values and corresponding theoretical coefficients.

Besides the usual parameter involving horizontal and vertical distances, the theoretical coefficients have been generalized to be dependent also on :

- 1) The order of a low order polynomial assumed to represent the gravity variation around a grid point and,
- 2) The weights assigned to the gravity values at the nearest four grid points used for least-squares determination of the polynomial. Since the observations in practical cases are available over a finite area only, the effect of truncation of the area of the integration has also been discussed separately. The method has been programmed and tested on a three-dimensional model, whose true gravity effects were computed at various levels over a finite area. Upward continued values have been computed under various assumptions about the gravity field in the "outside" region. Comparisons of these results with the true values indicate that the truncation effect becomes increasingly important for larger values of the ratio of elevation to grid separation and/or when the gravity field is not a local one. It has also been found that the greater is the above ratio, the less important is the effect of weights on the theoretical coefficients and practically vanishes ( $< 10^{-4}$ ) when the ratio is greater than 5.0.

768 - PAUL M.K. - "Interpretation of the gravity anomaly over a causative body with circular symmetry".

Earth Physics Branch, Contr. n°392, p.118-129, 1971.

The interpretation of the gravity anomaly on a horizontal plane over a causative body having circular symmetry about a vertical axis is considered from a rather unconventional approach. As the analytical expression for the gravity effect of a circular body assumes a closed form only on the axis of symmetry, the interpretation in this approach is carried out with the anomaly profile along the axis - which leads to simpler and faster computation.

A numerical method is developed for computation of the anomaly profile along the vertical axis from the horizontal radial profile of the symmetric anomaly by upward continuation. Provision is also made for an end correction when the radial profile has only a limited extension.

Some simple geometrical shapes are assumed for the causative body. Its parameters are then determined from least squares fitting of its gravity effects to the observed (upward continued) vertical profile

- 1) By the steepest descent method and,
- 2) By the Newton-Raphson method.

Some applications of these methods are demonstrated.

769 - KOMITET GEODEZJI POLSKIEJ, AKADEMII NAUK - Geodezja i Kartografia, t.21, n°2, p.63-134, Warszawa, 1972.

- 770 - GAZDZICKI J. - "Automatic processing of cartographic data for drafting purposes".  
Proc. Inst. Geod. & Cart., t.XIX, n°1, (44), p.3-17, Warszawa, 1972.

For map drafting purposes, three basic stages of automatic map processing have been presented in this work : map digitising, computer calculation and graphical presentation of the calculation results. The construction of manufactured technical appliances has been described. As an example there are given : drafting automat CORAGRAPH DC 2 and PENCIL FOLLOWER SYSTEM 2.

A system for preliminary design of railway lines accomplished by means of the UMC 10 computer and the KART 2 automat has been presented as well. The system is used for map digitising and drafting of ground profiles.

- 771 - RECQ M. & G. BELLAICHE - "La structure de la croûte terrestre au Sud des Maures".  
Osser. Geof. Sepr., Boll. Geof. teor. & appl., v.XIV, n°53-54, p.128-149, Mars-Juin 1972.

La concordance des résultats obtenus par la sismique (canon à air, étinceleur, flexotir et réfraction), par carottages et observations "in situ" en bathyscaphe a permis de situer la limite méridionale de la structure continentale de la croûte terrestre au Sud des Maures à 20 kilomètres environ des îles d'Hyères. Cette limite sensiblement parallèle à la côte dans cette région, est probablement liée à l'existence d'un accident majeur affectant la croûte terrestre dans son ensemble.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il ne nous est pas possible d'affirmer que l'accident majeur mis en évidence au Sud de Toulon se poursuit vers l'Ouest jusque dans les Pyrénées.

- 772 - ROY J.L. - "A pattern of rupture of the Eastern North American-Western European Paleoblock".  
from : Earth & Planet. Sci. Letters n°14, p.103-114, 1972.  
Earth Physics Branch, Contr. n°368, Ottawa.

Eastern North American and Western European paleomagnetic data indicate that, during most of the Upper Paleozoic, these regions and their adjacent continental shelves were parts of a single block situated near the paleoequator. With respect to a stationary paleopole, a north-north-west movement of the block during the Carboniferous can be detected. Comparison with polar displacement relative to other continents indicates that continental drift and possibly a pole displacement of about 15° occurred at that time. The Mesozoic results indicate that the rupture of the block and the opening of the North Atlantic did not follow each other closely in time. A latitudinal displacement of Eastern North America with respect to Western Europe places the time of rupture during Lower or Middle Triassic. A slight separation of the blocks may have occurred at that time. It is suggested that the rupture of the initial block

occurred by strike slip with Eastern North America and Western Europe slipping one against the other in a north-south direction (by about 20° in latitude) but without pulling apart by any considerable distance. While this event took place before the Upper Triassic. It is probable that a substantial opening of the North Atlantic did not occur until after the Triassic. It appears that, in Cretaceous time, the longitudinal separation was considerable and that the North Atlantic Ocean was then partially open. Some of the relevant geological features and ocean floor spreading studies are discussed. A rupture by strike-slip in latitude mainly can be supported geologically and a post-Triassic time of opening of the North Atlantic is in agreement with the opening time obtained from certain interpretations of magnetic anomaly lineations.

- 773 - CERMAK V. & A.M. JESSOP - "Heat flow, heat generation and crustal temperature in the Kapuskasing area of the Canadian Shield".  
from : Tectonophysics, v.11, p.287-303, 1971.  
Earth Physics Branch, Contr. n°345, Ottawa.

Combined heat flow and heat production measurements in three boreholes in the Superior Province of the Canadian Shield were made to test the geothermal consequences of the Kapuskasing fault zone. The evidence of gravity and geomagnetic investigation suggests that this zone is a deeply eroded remnant of a crustal rift. A linear relation between heat flow ( $q$ ) and surface heat production ( $P$ ),  $q = q_0 + bP$ , where  $q_0$  and  $b$  are empirical constants, has been found by F. Birch, R. Roy and A. Lachenbruch for different heat-flow provinces over the North American continent. The results from the Kapuskasing zone clearly confirmed this relation, giving  $q_0 = 0.63 \mu\text{cal. cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$  and  $b = 13.5 \text{ km}$ . The significance of these parameters for the crustal structure study and the probable temperature-depth distribution are discussed in the paper. The influence of different surface temperature during the past on the underground temperature is mentioned. The consistent elimination of the climatic effect on measured heat flow is necessary when a geothermal model is to be constructed.

---