Comptes Rendus N° 10

CONSEIL INTERNATIONAL DES UNIONS SCIENTIFIQUES

# UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

## ASSOCIATION DE SÉISMOLOGIE ET DE PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA NEUVIÈME CONFÉRENCE

RÉUNIE A BRUXELLES DU 20 AOÛT AU 1er SEPTEMBRE 1951

Rédigés par le Secrétaire J. P. ROTHÉ

**Publié avec le concours financier de l'UNESCO**

Société Nouvelle d'Impression
MUH-LE ROUX. Strasbourg
1952

Comptes Rendus N° 10

CONSEIL INTERNATIONAL DES UNIONS SCIENTIFIQUES

# UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

## ASSOCIATION DE SÉISMOLOGIE ET DE PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA NEUVIÈME CONFÉRENCE

RÉUNIE A BRUXELLES DU 20 AOÛT AU 1er SEPTEMBRE 1951

Rédigés par le Secrétaire J. P. ROTHÉ

**Publié avec le concours financier de l'UNESCO**

Société Nouvelle d'Impression
MUH-LE ROUX. Strasbourg
1952

UNION GÉODESIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

# ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SÉISMOLOGIE ET DE PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE

## BUREAU et COMMISSIONS.

### BUREAU (1952—1954)

PRÉSIDENT :

Dr *Beno Gutenberg,* Seismological Laboratory, 220, North San Rafael Avenue, Pasadena 2, (California) U.S.A.

VICE-PRÉSIDENTS :

Professeur *Harold Jeffreys,* F.R.S., St. John's College, Cambridge (Angleterre).

Professeur *Pietro Caloi,* Istituto Nazionale di Geofisica, Citta Universitaria, Roma (Italie).

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL :

Professeur *J.-P. Rothé,* Institut de Physique du Globe, 38, Boulevard d'Anvers, Strasbourg (France).

### COMITÉ EXÉCUTIF (1952—1954)

MM. Sr. D. *Juan Bonelli Rubio,* Jefe del Servicio Nacional de Sismologia del Instituto Geografico y Catastral, Calle General Ibanez Ibero nº 3, Madrid (Espagne).

Professeur Dr *W. Hiller,* Leiter des Württ. Erdbebendienstes, Stuttgart-O., Richard-Wagner-Strasse 15 (Allemagne).

Mlle *I. Lehmann,* Kastelvej 26, Copenhague (Danemark).

MM. Dr *J. N. Nanda,* Indian Naval Physical Laboratory, c/o The Scientific Adviser (Navy), Naval Headquarters, New Delhi (India).

Professeur *Chuji Tsuboi,* Geophysical Institute, Faculty of Science, Tokyo University, Tokyo (Japan).

## COMMITTEE
## FOR THE INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL SUMMARY

CHAIRMAN :

Professeur *Harold Jeffreys,* F. R. S., St. John's College, Cambridge (Angleterre).

MEMBERS :

Mlle *I. Lehmann,* Kastelvej 26, Copenhague (Danemark).

MM. Dr *Beno Gutenberg,* Seismological Laboratory, 220, North San Rafael Avenue, Pasadena 2, (California) U. S. A.

Dr *E. A. Hodgson,* Dominion Observatory, Ottawa (Canada).

Rev. Dr *J.-B. Macelwane,* Institute of Technology, St-Louis University, 3621 Olive Street, St. Louis 8 (Missouri) U.S.A.

Dr *R. Stoneley,* F.R.S., 16 Millington Road, Cambridge (Angleterre).

Dr *E. Vesanen,* Tunturikatu 14 B, Helsinki (Finlande).

## COMMISSION DE PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE

RAPPORTEURS :

Tectonophysique :

Prof. Dr *Vening-Meinesz,* Potgieterlaan 5, Amersfoort (Pays-Bas).

Interprétations gravimétriques :

Prof. *Jean Goguel,* 100 rue du Bac, Paris (7e).

Géothermie et Radioactivité :

Dr *Bullard,* Director, National Physical Laboratory, Teddington (Middlesex) (Angleterre).

Prof. *J. T. Wilson,* Department of Physics, University of Toronto (Ontario) Canada.

Elasticité et Plasticité :

Prof. *Harold Jeffreys,* F.R.S., St. John's College, Cambridge (Angleterre).

Dr *Robert Stoneley,* F.R.S., 16 Millington Road. Cambridge (Angleterre).

## COMMISSION POUR L'ÉTUDE DES PROBLÈMES SÉISMOLOGIQUES EUROPÉENS

PRESIDENT :

Prof. Dr *W. Hiller,* Württ. Erdbebendienst, Stuttgart-O., Richard-Wagner-Strasse 15 (Allemagne)

SECRÉTAIRE :

Prof. *Pietro Caloi,* Istituto Nazionale di Geofisica, Citta Universitaria, Roma (Italie).

MEMBRES :

MM. Dr *Marcus Bath,* Meteorological Institute, Uppsala (Suède).

Sr. D. *Juan Bonelli Rubio,* Jefe del Servicio Nacional de Sismologia del Instituto Geografico y Catastral, Calle General Ibanez Ibero no 3, Madrid (Espagne).

Dr *Ch. Charlier,* Chef du Service Séismologique et Gravimétrique de l'Observatoire Royal de Belgique, Uccle I, Bruxelles (Belgique).

Dr *G. Grenet,* Université d'Alger, Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Alger (Algérie).

Rev. Dr *R. Ingram,* Rathfarnham Castle, Rathfarnham, (Co. Dublin) (Irlande).

Mlle *I. Lehmann,* Kastelvej 26, Copenhague (Danemark).

M. *E. Peterschmitt,* Institut de Physique du Globe, 38, Boulevard d'Anvers, Strasbourg (France).

Mlle Doç. Dr *Nuriye Pinar,* Jeologi Enstitüsü, Fen Fakultesi Beyazit, Istanbul (Turquie).

MM. Dr *J. G. Scholte,* v. Alphenstraat 12, Utrecht (Pays-Bas).

Dr *E. Wanner,* Station Centrale Suisse de Météorologie, Zürich 7/44, Krähbühlstrasse 58 (Suisse).

Dr *P. L. Willmore,* Department of Geodesy and Geophysics, Downing Place, Cambridge (Angleterre).

# ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE BRUXELLES

(21 Août – 1er Septembre 1951)

---

## *HORAIRE DES SÉANCES*

### MARDI 21 AOÛT

10 h. 30 : Séance inaugurale et Première Séance plénière de l'U.G.G.I.

14 h. 30 : Association de Géodésie : Adresse présidentielle.

16 h. 00 : Association de Séismologie : Adresse présidentielle du Professeur Stoneley.

### MERCREDI 22 AOÛT

9 h. 30 : Première séance de travail : Rapports du Secrétaire Général et du Président de la Commission de l'I.S.S. ; discussion sur l'avenir de l'Association.

14 h. 00 : Deuxième séance de travail : Questions d'organisation scientifique (symboles, codes, fiches, dictionnaires, etc...).

15 h. 15 : Association de Volcanologie : Adresse présidentielle.

16 h. 30 : Reprise de la séance de travail.

### JEUDI 23 AOÛT

10 h. 00 : Séance commune avec l'Association d'Océanographie physique : « Exploring the Ocean Floor ».

14 h. 00 : Troisième séance de travail : Collaboration entre séismologues européens ; organisation de réunions éventuelles en 1952 et 1953.

### VENDREDI 24 AOÛT

9 h. 30 : Quatrième séance de travail : Election du Bureau et du Comité Exécutif ; communications scientifiques.

14 h. 30 : Cinquième séance de travail : Visite de la station séismologique d'Uccle et conférence de M. le Professeur Charlier sur la séismicité de la Belgique.

### SAMEDI 25 AOÛT

8 h. 30 : Excursion à Anvers et sur l'Escaut.

## DIMANCHE 26 AOÛT

9 h. 00 : Excursion de l'Association de Séismologie dans la Vallée de la Haine sous la direction du Professeur Charlier et du Major Stevens : Etude géologique et séismique du Hainaut.

## LUNDI 27 AOÛT

9 h. 30 : Sixième séance de travail : Communications scientifiques.

14 h. 30 : Septième séance de travail: Communications scientifiques: Rapports Nationaux.

20 h. 30 : Réunion de la Commission des finances et du Comité Exécutif de l'Association.

## MARDI 28 AOÛT

9 h. 00 : Huitième séance de travail : Communications scientifiques; résolutions ; révision des Statuts.

14 h. 00 : Symposium organisé par le C.O.P.E.I.

## MERCREDI 29 AOÛT

9 h. 00 : Symposium organisé par le C.O.P.E.I.

14 h. 30 : Neuvième séance de travail (séance commune avec les Associations de Météorologie et d'Océanographie) : le mouvement microséismique.

## JEUDI 30 AOÛT

9 h. 00 : Dixième séance de travail : Communications scientifiques.

13 h. 00 : Visite d'un charbonnage de Campine, sous la direction du Professeur de Magnée.

## VENDREDI 31 AOÛT

9 h. 00 : Onzième séance de travail : Communications scientifiques.

14 h. 00 : Douzième séance de travail : Communications scientifiques ; questions administratives ; clôture de l'Assemblée de l'Association.

## SAMEDI 1er SEPTEMBRE

10 h. 30 : Assemblée plénière de clôture de l'U.G.G.I.

# LISTE DES PARTICIPANTS AUX SÉANCES DE L'ASSOCIATION

(22 Août – 31 Août 1951)

---

Les numéros indiquent les Séances auxquelles ont assisté les délégués dont les noms suivent :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Séance 1 | 22 Août matin | Séance 7 | 27 Août après-midi |
| 2 | 22 Août après-midi | 8 | 28 Août matin |
| 3 | 23 Août après-midi | 9 | 29 Août après-midi |
| 4 | 24 Août matin | 10 | 30 Août matin |
| 5 | 24 Août après-midi | 11 | 31 Août matin |
| 6 | 27 Août matin | 12 | 31 Août après-midi |

| | | |
|---|---|---|
| MM. | L.H. Adams (U.S.A.) : | 6, 12. |
| | Barrabé (France) : | 5. |
| | M. Bath (Suède) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Baxter (Gr. Bretagne) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Bazerque (France) : | 5. |
| | Beals (Canada) : | 6, 7, 10, 11, 12. |
| Mlle | Beaufils (France) : | 5, 8, 9, 10, 11. |
| MM. | Berlage (Pays-Bas) : | 9. |
| | Bernard (France) : | 9, 10, 11. |
| | Birch (U.S.A.) : | 6. |
| | Bonelli (Espagne) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12. |
| | Bossolasco (Italie) : | 9. |
| | Braekken (Norvège) : | 6. |
| | W. Bucher (U.S.A.) : | 6. |
| | Buckens (Belgique) : | 2, 7, 9, 12. |
| | Bullard (Gr. Bretagne) : | 6. |
| | Bullerwell (Gr. Bretagne) : | 12. |
| | Byerly (U.S.A.) : | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12. |
| | Caloi (Italie) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12. |
| | Charlier (Belgique) : | 5, 11. |
| | Closs (Allemagne) : | 1. |
| | Coulomb (France) : | 2, 6. |
| | Davies (Canada) : | 12. |
| | Debrach (Maroc) : | 2, 3, 4, 5, 8, 11, 12. |
| | Dix (U.S.A.) : | 1, 2, 6, 8. |
| | Ewing (U.S.A.) : | 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12. |
| | Fahim (Egypte) : | 1, 4, 5. |

| | | |
|---|---|---|
| | Fourmarier (Belgique) : | 8. |
| | Gaibar-Puertas (Portugal) : | 1, 12. |
| | Galanopoulos (Grèce) : | 1, 3, 4. |
| | Garland (Canada) : | 6, 12. |
| | Gassmann (Suisse) : | 3, 6, 7, 8, 10. |
| | Gibson (U.S.A.) : | 4. |
| | Giesecke (Pérou) : | 12. |
| | Giorgi (Italie) : | 3, 9. |
| | Grenet (France) : | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12. |
| | Gutenberg (U.S.A.) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Guyot (Suisse) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 12. |
| Mme | Hée (France) : | 5. |
| MM. | Hill (Gr. Bretagne) : | 6, 7, 9. |
| | Hiller (Allemagne) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | J.-S. Hughes (Gr. Bretagne) : | 1, 2, 4. |
| | Imbo (Italie) : | 11. |
| | Ingram (Irlande) : | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Jeffreys (Gr. Bretagne) : | 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12. |
| | Koning (Pays-Bas) : | 1, 2, 6, 7, 9, 10, 12. |
| Mme | Labrouste (France) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| M. | Lahn (Turquie) : | 1, 4, 5, 8, 9, 11, 12. |
| Mlle | Lehmann (Danemark) : | 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| MM. | MacFarlane (Gr. Bretagne) : | 6, 7. |
| | Madwar (Egypte) : | 2, 6, 10. |
| | Medi (Italie) : | 3, 9. |
| | Mendes (Portugal) : | 1. |
| | Menzel (Allemagne) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Migaux (France) : | 5. |
| | Morelli (Trieste) : | 8, 9. |
| | Nanda (Inde) : | 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Rodriguez Navarro (Espagne) : | 1, 2. |
| | Neumann (U.S.A.) : | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Pekeris (Israël) : | 2. |
| | Peterschmitt (France) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Pinar (Turquie) : | 1, 4, 5, 8, 9, 11, 12. |
| | Rankine (Gr. Bretagne) : | 2, 9. |
| | Rayner (Australie) : | 1, 6. |
| | Renquist (Finlande) : | 4. |
| | Ritsema (Pays-Bas) : | 1, 2, 6, 7, 9, 10, 11, 12. |
| | Romana (Espagne) : | 4. |
| | Rothé (France) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Scholte (Pays-Bas) : | 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12. |
| | Shalem (Israël) : | 1, 2, 3, 4. |
| | Silveira (Portugal) : | 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 12. |
| | Slichter (U.S.A.) : | 6, 12. |
| | W. Smith (U.S.A.) : | 6. |
| | Stoneley (Gr. Bretagne) : | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. |
| | Stoyko (France) : | 2. |
| | Tatel (U.S.A.) : | 6, 9, 10, 12. |
| | Tsuboi (Japon) : | 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12. |

| | |
|---|---|
| Veldkamp (Pays-Bas) : | 8. |
| Vening-Meinesz (Pays-Bas) : | 1, 3, 8. |
| Vercelli (Trieste) : | 9. |
| Wanner (Suisse) : | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10. |
| P.-L. Willmore (Gr. Bretagne) : | 3, 6, 8, 9, 11. |
| C.-D.-V. Wilson (Gr. Bretagne) : | 3, 6, 8, 11. |
| J.-T. Wilson (Canada) : | 10, 12. |

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SÉISMOLOGIE
NEUVIÈME CONFÉRENCE
BRUXELLES, 21 AOÛT—1ER SEPTEMBRE 1951

# PRESIDENTIAL ADDRESS

*The International Seismology Summary*
*An Example of International Co-operation in Science*

BY ROBERT STONELEY

*Published with the assistance of U.N.E.S.C.O.*

## INTRODUCTION

In my address at Oslo I dealt with some of the present trends in seismology, and suggested how much still remains to be done. To-day I want to look back on some of the past activities of our Association, and to dwell particularly on the history and development of the *International Seismological Summary* (*I.S.S.*). This I do partly because during this Assembly there should be ample time to discuss the recent advances in our science, but more especially because for the past five years I have been intimately concerned in the anxious question of the finance and accommodation of the *I.S.S.*, both as President of this Association and a representative of the British National Committee and of the British Association Seismological Investigations Committee.

If I dwell on what has been largely a British contribution to seismology it must not be thought that I seek to magnify the part played by British seismologists. Far from it: it is my purpose to stress the interdependence of the contributions that all countries have made to seismology. It is, however, far better that I should confine myself in the main to matters with which I am reasonably familiar, and to set them down as I know them. It is easy to forget that in one brief generation our present familiar background will have passed into history, and what is not recorded may soon become a mere matter of conjecture.

It is scarcely practicable to trace in full the development of the *I.S.S.* from its very earliest stages inasmuch as one could scarcely discuss with profit all the early work of collating observations from a number of seismographic stations and of determining an epicentre. Moreover, these early investigations were proceeding in various countries. There was, however, in the sequence of Bulletins that

preceded the *I.S.S.* a stage at which they assumed the essential set-up of the *I.S.S.*, and it is for this reason that I am confining myself in the earlier stages to the researches of the British Association Committee for Seismological Investigations. Parallel investigations by other bodies, such as the International Bureau at Strasbourg, might fittingly be described by those specially qualified to appreciate the background of those early efforts, and I hope that other writers may be encouraged to set on record other aspects of the rise of seismology through world-wide co-operation.

## JOHN MILNE'S PIONEER WORK

Reports on earthquake investigations were published in the *General Reports* of the British Association from 1841 onwards. In the years 1841–44 there were four reports by David Milne, in 1847 one by William Hopkins; seven reports by Robert Mallet in 1850–54 and in 1858 and 1861, and one by Colonel Portlock in 1854. Then came a gap until 1881, when we begin to see the driving force of John Milne, who prepared the reports annually until his death in 1913. In addition, three reports were prepared by Charles Davison in 1893-95.

The reports that commenced in 1881 were headed 'Reports of the B.A. Committee for Earthquake Phenomena in Japan'; these continued until 1895, after which the present series, with the present numbering, commenced under the present title 'Report of the B.A. Committee on Seismological Investigation', except that from 1901 onwards the last word becomes 'investigations' as at present.

These reports make fascinating reading in the light of modern seismology, and provide a mine of information about the many experimental and theoretical researches of the Milne period. Some lines of attack proved unprofitable, but in reviewing this early work it must be remembered that Milne was essentially a geologist, and it is surprising to find how close he came in 1895 to R. D. Oldham's systematic interpretation of the 'first and second phases of the preliminary tremors' (now *P* and *S*) and the 'main shock' (now *M*). Lists of instrumentally recorded earthquakes, with time of origin (to the nearest minute) and epicentres (to the nearest degree) are given; the earliest list of this kind that I have found, that for 1899–1903, appears in the Report for 1911, but for some years before this date annual lists were given of *large* earthquakes. These lists were illustrated by maps of epicentres, with demarcation into 'earthquake districts'. It is clear how strongly Milne as a geologist was interested in what we now call 'seismicity'. Time curves of (effectively) *P*, *S*, *M* were given in 1900 (rather crudely), and much more accurately

in 1902, where *M* is shown as a straight line corresponding to 0·63 min./deg. (2·9 km./sec.); these travel time relations were used in compiling epicentres.

Concurrently with the B.A. Reports there appeared annually from 1899 onwards the B.A. Circulars. These contained the readings of all those stations which sent their 'registers' to Milne at Shide, Isle of Wight, England, where he had settled after his return from Japan. Circular No. 22, for 1910, reproduced the registers of twenty-two stations, mainly of the British Empire, but forming a reasonably world-wide network.

## THE BEGINNING OF INTERNATIONAL CO-OPERATION

Meantime, international co-operation had been developing, and if I touch on it only briefly it is because I am following chiefly those threads of the pattern that led to the *I.S.S.* in the form in which we know it. In 1902 invitations were sent out by Germany to other governments to take part in a conference the object of which was to establish an international inquiry about earthquakes. This conference took place in Strasbourg in July 1903, and one of Great Britain's representatives was J. Milne. Under the convention of 1 April 1904 and 15 August 1905 (Berlin) twenty-three sovereign States founded the International Association of Seismology, with a *Commission permanente* (the Secretary General of which was Professor Kövesligethy of Budapest) and a technical bureau, situated at Strasbourg. To quote from a Circular drawn up by M. Forel in 1911: 'Une des œuvres importantes de ce Bureau central est la publication du catalogue des tremblements de terre observés par l'homme ou enregistrés par des appareils mécaniques; catalogue qui doit être aussi complet que possible et rassembler les observations faites dans le monde entier, pour que nous disposions des éléments indispensables aux études sismologiques.'

The Permanent Commission of the Association held its first reunion at Rome in 1906, its second at the Hague in 1907, its third at Zermatt in 1909 and its fourth at Manchester in 1911. The Manchester Meeting was also the Second General Assembly of the Association. At the first reunion the Central Seismological Station at Strasbourg was chosen as the seat of the Bureau Central; within a year the direction of the station passed, through the death of Gerland, the founder of the Association, to Hecker. At Manchester the important decision was made to continue the location of the Bureau Central at Strasbourg, which has thus become under successive directors the world centre of the administration of seismology.

I regret that space does not allow me to refer in detail to the happenings of these early years of the old Association. My reason, indeed, for mentioning these matters is rather to point out that Milne at Shide continued his determinations of epicentres through what we may call the 'Shide network' of stations without any change of procedure. It is worth noting his remark in the B.A. Report, 1908, that 'the Sydney Register for August 1906, Circular 16, omits any reference to the disturbance which on the 17th of that month destroyed Valparaiso...the original seismogram had been loaned to the International Seismological Association, and was not returned for publication in its right place'. Milne accordingly recommended that original seismograms should never be sent by post, but only photographic copies.

John Milne died on 31 July 1913; his far-reaching contributions to seismology need no further eulogy from me. He was succeeded as Chairman of the B.A. Committee by Professor Herbert Hall Turner.

## H. H. TURNER'S CONTRIBUTION

In the B.A. Reports that followed, Turner's vigorous personality at once became apparent. Under his direction the work at Shide was continued, despite war-time difficulties, with the help of J. H. Burgess and the collaboration of J. J. Shaw. My own introduction to seismology began with a visit early in 1915 to Shide, in company with Dr Harold Jeffreys, when I had the good fortune to see the observatory under the guidance of Professor Turner, Mr J. J. Shaw and Mr Burgess. In the end, the Shide seismographs and the work on epicentres were transferred to Oxford (1919) where they came under Turner's personal direction. Meantime, partly as a measure of economy, the practice of publishing Station Registers in full was discontinued as from the end of 1912, and in 1917 Turner began a new series with the publication of *The Large Earthquakes of* 1913.

This new series, continued variously up to the end of 1917 as monthly, two-monthly, three-monthly and for 1916 annual, Bulletins, initiated essentially the present format of the *I.S.S.*; $P_1$, $P_2$, $P_3$ were replaced by $P$, $S$, $L$ (a change that had been approved by Milne following the Manchester Meeting), and for earthquakes from the beginning of January 1913 all information available was included, and not merely that of the Shide network. In this, as in many other ways, Turner displayed his international outlook. These Bulletins listed, as now, the stations, epicentral distances, azimuths, $P$, $S$ and their residuals from the Zöppritz-Turner tables (themselves quoted from Galitzin's *Vorlesungen über Seismometrie*), which were printed

at the end of every Bulletin, and which became the basis of successively improved tables in after-years. Turner introduced the present system of recording all data from the stations in a card catalogue. The Bulletins provided a code letter to denote the instruments used, but for obvious reasons this was later discontinued. From January 1914 onwards readings of *L*, *M* were included. 'Additional Readings' began to be listed with the Bulletin for January and February 1917, but actually were not given this title in the Bulletins; these readings have been of immense value to later investigators, who were able in the end to derive from them much information concerning the interior of the Earth. In 1915 Turner published a new method of calculating the distance of a station from an epicentre, by working in effect with the direction cosines ($a$, $b$, $c$) of a station and those of an epicentre ($A$, $B$, $C$); this method has been used ever since that time. The method is described in Appendix II to the Bulletin for 1916, where the 'constants for large earthquakes in 1916' are likewise listed: these include constants $D$, $E$, $G$, $H$, $K$ used in calculating the azimuth of a station from the epicentre: the corresponding constants $a$, $b$, $c$ (direction cosines) of the stations are given as Appendix III. The constants $A$, $B$, $C$, $D$, $E$, $G$, $H$, $K$ are cited from January 1917 onwards immediately following the epicentre of each individual shock. Already at the beginning of the Bulletins for 1913 and 1916 Turner had begun to discuss the corrections that his epicentre determinations indicated for the tables of $P$ and $S$, but he wisely deferred making any change in the tables before a much larger body of data became available.

Thus far I have described at length the ancestry and development of what was shortly to become the adopted child of the Seismological Section of the International Geodetic and Geophysical Union (the Section later became the International Association of Seismology). It is now my task to explain the circumstances of the adoption and to indicate how the child grew to its present state of maturity.

## RENEWAL OF INTERNATIONAL COLLABORATION IN 1919

After the First World War a meeting was held in this city of Brussels in July 1919, under the auspices of the International Research Council, and the International Geodetic and Geophysical Union was constituted, with Seismology contemplated as one of its Sections. The need for a Central Bureau was apparent, and indeed Great Britain was already prepared to make a formal offer that the Bureau should be located in Oxford. However, it was clear that Strasbourg, now

restored to France, had a very strong claim to be regarded as the seat of the Bureau, and a division of the work between Strasbourg and Oxford was suggested at the Brussels Conference; in the end the formation of a Seismological Section was deferred until the next meeting.

This meeting of the U.G.G.I. was held in Rome in May 1922, and the Section of Seismology formally constituted. With the election of Professor Turner as President and Professor E. Rothé of Strasbourg as General Secretary, a fruitful collaboration was initiated. Turner, notwithstanding his earlier desire to have the Central Bureau at Oxford, proposed from the Chair that the Central Bureau should be located at Strasbourg, while Turner was authorized to continue to issue from Oxford the Bulletins of the B.A. Committee, but to make them official Bulletins of the Section of Seismology. To that end, an annual sum of 10,000 francs (then £193 sterling) was voted from the funds of the Section. This represented rather less than one-half the cost of the Bulletins. Accommodation and direction, as always, were provided free of charge. The last of the Bulletins (that for October–December 1917) appeared in October 1922: the adoption was now completed, and the adopted child appeared in February 1923 under the new name of the 'International Seismological Summary, being a summary of the world's earthquakes for 1918'.

## THE *I.S.S.*—SCIENTIFIC ASPECTS

Leaving aside for the moment the question of the preparation of the *I.S.S.* which is bound up with the ever-recurring question of finance, let me turn to the scientific aspects.

The *Summary* is *par excellence* an example of international co-operation in science. Some 400 stations, forming a world-wide network, send their readings of seismograms to the headquarters of the *I.S.S.* and in return receive free of charge the *Summary* and other publications, such as special tables, lists of constants of stations, and catalogues of epicentres. It thus affords a powerful means of encouraging the existing stations in their labours and an incentive to institutions to set up new stations. In addition it is sent to a number of institutions, libraries, and individual seismologists, stimulating researches which ultimately conduce to the increasing perfection of the *I.S.S.* as an instrument of research.

The many introductory notes written in the *I.S.S.* by Turner illustrate how the *I.S.S.* was itself a research project rather than a mere compilation; many of these notes are original researches in themselves. It will suffice to mention Turner's preliminary corrections

to the tables, and particularly his pioneer work on the existence of deep-focus earthquakes and his mode of allowing for focal depth in the reduction of observations. Turner's interest in periodicities, like that of Charles Davison, failed in so far as it did not lead to the possibility of predicting earthquakes, but this very failure directed the attention of Jeffreys to the need of a rigorous inquiry into the application of significance tests to periodogram analysis.

The Additional Readings (called 'Additional Records' in the *I.S.S.* from 1918 up to 1920 March) are a veritable mine of information, for tucked away in them, unsuspected, have been found for instance phases like *Pg* and *P** in near earthquakes and many of the 'core waves' of large earthquakes. Of course, such phases can be found systematically by a 'special study', which involves collecting and reading all the available records of a given shock; but such an investigation is lengthy, and entails a risk of systematic errors of interpretation, whereas a reading made as part of station routine, especially in the early days, would point to something conspicuous on the record rather than an onset that one expects to find. These additional readings occupy so much space nowadays that their increase may soon become an embarrassment to the Director of the *I.S.S.*

Turner's corrections to the tables were confirmed and extended by Jeffreys who in 1930 used the residuals of *P* and *S* for eighty-five earthquakes in the *I.S.S.* from 1923 January to 1927 March to obtain improved travel times. His studies of near earthquakes enabled a considerable improvement to be made in the times at short epicentral distances. These tables were published in full by the British Association in 1932 under a grant from the Gray-Milne Trust. This type of investigation proceeds by successive approximation, and the new tables indicated that many of the *I.S.S.* epicentres needed revision. Accordingly H. Jeffreys and K. E. Bullen in 1935 used these new tables to reduce sixty-one of the *I.S.S.* earthquakes afresh, thus obtaining new sets of residuals, which in turn afforded improved corrections to the Jeffreys tables. These '*J-B* Tables' included tables of many onsets other than *P* and *S*, for example *PP*, *SKS*, *SKKS*, *SKSP*, $P'_2$, all derived from the data in the *I.S.S.*

The improved accuracy of these tables led to the need for taking into account the ellipticity of the strata of equal density within the Earth. It was pointed out by Gutenberg that most of the correction can be taken up by using geocentric latitude instead of geographic latitude. The method of computing the correction, where needed, was worked out by Jeffreys, and the detailed application, with the necessary tables, was completed by Bullen. The *J-B* (1935) tables

were used in compiling the *I.S.S.* for 1930–36. Further improvements to the *P* and *S* tables were made by Jeffreys in 1939 with new tables of *PcP* and *ScS*; the contingent improvements of the travel times of *PP*, *PPP*, *PS*, *PPS*, *SS*, *PSS* and *SSS* were calculated by Bullen in the same year, and improved tables of the core waves by Jeffreys followed. These tables collected together and published by the British Association form the '1940 *J-B* tables', and the International Seismological Association decided in 1948 that in future these 1940 *J-B* tables should be used for the *I.S.S.* This change was effected in the *I.S.S.* for 1937 January–March; the epicentre is still specified in geographic co-ordinates, but *geocentric* latitudes are used in computing the constants of the epicentre.

It may be added that from these improved travel times the velocities of *P* and *S* have been found at all depths, and has been used by Bullen in his determination of the density distribution within the Earth. Many researches have been based wholly or in part on the *Summary*. As one instance the work of Gutenberg and Richter on seismicity may be mentioned.

## THE *I.S.S.* AT OXFORD

To see something of the conditions under which the *I.S.S.* was produced at Oxford we recall that the transfer of Milne's books and apparatus from Shide was completed by September 1919. Miss E. F. B. Bellamy had been instructed in the seismological routine of Shide Observatory by Miss Caws, who had been trained by Mr J. H. Burgess. The Board of Visitors of the Oxford University Observatory approved the transference of Miss Bellamy to whole-time seisological work 'as a provisional and possibly temporary arrangement', an arrangement, however, that in fact persisted until Miss Bellamy's retirement in 1946. Both before and after the inauguration of the *I.S.S.* in 1923, finance was a source of anxiety, a state of affairs that has continued right up to the present time. Although accommodation and the salary of Miss Bellamy were provided by the University of Oxford, about one-half of the disbursements for the *I.S.S.* had to be found from British sources. Thus it was never possible to plan the work far ahead. The British contribution was variously made up by grants from the Royal Society, the British Association and the Department of Scientific and Industrial Research. Mr J. S. Hughes joined the staff in 1923, and one-half of his salary was provided annually by the generosity of Dr J. E. Crombie, who died in 1932.

Turner's death at the Stockholm General Assembly of the U.G.G.I. in 1930 was a great loss to seismology, but Mr Hughes and Miss Bellamy carried on the work without interruption, and the admini-

strative and financial direction were continued by the new Savilian Professor, H. H. Plaskett. For one year Sir Henry Lyons was Chairman of the B.A. Committee for Seismological Investigations, which continued to regard the *I.S.S.* as its principal care. Lyons was succeeded as Chairman by Dr F. J. W. Whipple, Director of Kew Observatory, who later was a Vice-President of the International Seismological Association. Plaskett succeeded Whipple in 1940 as Chairman and held that position until 1946.

The outbreak of war in 1939 caused a considerable setback to the *Summary*. Professor Plaskett and Mr Hughes were away most of the time on war service, and apart from some help from a computer in the earlier part of the war, Miss Bellamy, despite indifferent health, carried on the preparation of the *Summary* single-handed until Mr Hughes's return in 1945.

But the *I.S.S.* was by then eleven years in arrears. From the times of its first appearance in 1923 up to 1929 the time-lag in publication had dropped from five years to three years, but after the death of Turner this rose, through lack of funds in effect, to more than five years by 1939. Moreover, in 1946 the University of Oxford felt unable to continue the support it had so generously given for many years. Fortunately, the Director of the Meteorological Office kindly gave permission for the use of two of the huts in the grounds of Kew Observatory, and the transfer of the *I.S.S.* to Kew was made in December 1946; from then onwards the work has been carried on by Mr Hughes and two assistants, with Professor Jeffreys as Hon. Director. This move was originally intended to cover an interim year or so while a hut for the *I.S.S.* was being built at Cambridge, but various difficulties have continued to postpone any move to Cambridge.

## POST-WAR FINANCE AND ACCOMMODATION

By now the problem of finance had become acute. The steep rise in the costs of printing and compilation implied an annual budget of £3000 to £3500 even without engaging extra staff to reduce arrears; the cost of the *Summary* over the years 1936–38 averaged £874 per annum. During the war-years Brigadier Winterbotham, the General Secretary of the Union, had made emergency payments as needed from the Union's balance held at Southampton. To meet immediate post-war difficulties the British Treasury made in 1946 a special grant of £1625.

The first post-war meeting of the Executive Committee of the Union took place in Oxford during December 1945. The seismologists who attended were Professor Mercanton, Professor J.-P. Rothé

and myself. To replace casualties among officers of Associations, 'emergency' officers were nominated by the Executive Committee in consultation with accessible officers of Associations. Thus, in this Association Professor Rothé was nominated Emergency General Secretary and I become Emergency President. It was then our immediate task to face the critical financial situation of the *I.S.S.* In view of the completely international character of the *I.S.S.* and the impossibility of financing it with Association or Union funds, the obvious course was for this Association to approach the newly formed U.N.E.S.C.O. through the U.G.G.I. This approach was in accordance with a resolution passed at the Extraordinary General Assembly of the U.G.G.I. at Cambridge (England), in 1946. Accordingly a formal application for a subvention was submitted to this Association in the first place by Professor Jeffreys.

Seismologists will ever be grateful to U.N.E.S.C.O. for its prompt and generous response. In May 1947 the sum of £3000 was allotted by U.N.E.S.C.O. for 1947, and the project was saved from almost certain termination. Appreciable financial support could now no longer be obtained from the British Association, which after many years of sponsorship thus ceased to have any responsibility for the *Summary*. Further, a meeting of the I.S.A. at Strasbourg in July 1947 gave full approval to the emergency measures that had been taken.

Despite the growing volume of applications for assistance U.N.E.S.C.O. was able to continue the grant of £3000 for 1948, and the work went steadily ahead, with signs that the lag in production would begin to be overtaken, although very slowly. But the growing calls on the available funds of U.N.E.S.C.O. compelled that organization to adopt a policy of assisting new projects in their early stages rather than committing itself to supporting permanent services or permanent research projects. Accordingly the grant given for 1949 was only £1500, and this sufficed, with a balance in hand from 1948, to keep the *I.S.S.* going, but not to permit any effort to make up arrears. In 1950 another serious situation developed; the many calls on U.N.E.S.C.O. left that body with no choice but to make for 1950 the still smaller grant of £1062. 10*s*. It was, indeed, understood that in future years the grant would have to be reduced yet further, or perhaps terminated, notwithstanding the sympathetic consideration that U.N.E.S.C.O. had given to the needs of international seismology. Faced with the prospect of having to close down the office of the *I.S.S.* the Association made a special appeal to the Bureau of the Union. We have to acknowledge with gratitude and relief the allotment of a special grant of £1000 from Union reserves in 1950.

However, no scientific project could continue when continually faced with the prospect of closing down, nor could any additional staff be engaged to deal with arrears, which, at the rate of one additional quarterly number a year, would take thirty-two years to reduce a time-lag of three years (the least that is practicable). Accordingly, the British National Committee for Geodesy and Geophysics appealed in 1950 through the Royal Society to the British Treasury for a grant, spread over a number of years, for the express purpose of reducing the arrears in a reasonable length of time. I am happy to be able to announce that the British Treasury has granted £2000 for this purpose in the present financial year, conditional on adequate support being forthcoming from this Association and from U.N.E.S.C.O. for the normal continuance of the *I.S.S.* I wish to set on record our appreciation of the valuable advice and help given by Sir David Brunt, the Physical Secretary of the Royal Society, in connexion with this application. To overtake arrears it is proposed to engage two additional assistants. The question of accommodation has become urgent, and the Director of the Meteorological Office has kindly placed at the disposal of the *I.S.S.* such additional rooms as are needed for the efficient production of the work.

It is reassuring too, that for 1951 U.N.E.S.C.O. has made a grant of $6000 (about £2420). Apart from the difficulty of the world-wide rise in prices, the outlook is much more hopeful than seemed possible a year ago.

A few final remarks must be made about the present state of the *I.S.S.* It has recently embodied certain changes suggested by this Association's Committee for the *I.S.S.*, such as the inclusion of macroseismic data, the omission of the *M* column and the addition of a column of 'supplementary readings'. These I consider to be great improvements. A tribute of thanks for their co-operation must be extended to the Isle of Wight County Press, who have printed the *I.S.S.* right from its commencement.

The suggestion is sometimes made in times of stringency that the *Summary* should be curtailed so that only a selected set of shocks is reduced each year. It has even been suggested that an adequate body of earthquake reductions is now available, so that the *I.S.S.* might safely be discontinued! I cannot think that any seismologist would for a moment entertain such proposals; quite apart from the unwisdom of breaking the continuity of an authoritative historical record, with the loss in value for statistical purposes, it must be emphasized that the present work is just one stage in a chain of

successive approximations. In my view, ten complete years of earthquakes (preferably in addition to the war-years) ought to be reduced by the new system of *J-B* 1940 tables, using geocentric latitudes. In this way we may hope to bring out regional differences and the effects of variation of focal depths, and, more fundamentally, to achieve a new approximation that will lead to a still more detailed knowledge of the interior of the Earth, especially of the core. Even then, I am confident that seismologists will have plenty of reasons for continuing to produce the *International Seismological Summary*!

In this account I have tried to keep as close as possible to documentary evidence, but I shall be grateful for any emendations. My sincere thanks are due to Mr Hughes and to Lt.-Col. Tillotson for supplying me with copies of the Bulletins, Circulars and Reports of the B.A. Seismological Committee, and to Professor Rothé, who very kindly made available to me the 'Comptes rendus' of the Manchester meeting of the old Seismological Association.

*Printed in Great Britain at the University Press, Cambridge*
*(Brooke Crutchley, University Printer)*

# ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE BRUXELLES

(21 Août — 1er Septembre 1951)

---

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES

---

*MARDI 21 AOÛT*

---

## Presidential Address

---

Devant un très nombreux auditoire le *Docteur Stoneley,* Président de l'Association prononce à 16 h. 00 dans la grande salle de l'Académie Royale de Belgique une adresse intitulée: The International Seismological Summary, an Example of International Co-operation in Science.

Le texte complet de cette adresse présidentielle est reproduit pp. 1—12 du présent fascicule.

---

*PREMIÈRE SÉANCE*

MERCREDI 22 AOÛT 1951 (matin)

*Programme*

1. — Nécrologie.
2. — Rapport du Secrétaire Général.
3. — Rapport du Président de la Commission de l'I.S.S.
4. — Constitution d'une Commission des finances.
5. — Discussion sur l'avenir de l'Association.

La séance est ouverte à 9 h. 40 sous la Présidence du *Professeur Stoneley.*

MM. le R. P. *Ingram* et *Willmore* sont désignés pour faire fonction de secrétaires de langue anglaise pendant la durée de l'Assemblée.

Le *Secrétaire Général* donne lecture d'un amical télégramme du *Professeur Mihailovic,* Directeur de l'Institut séismologique de Belgrade, exprimant ses regrets de ne pouvoir assister à la réunion de l'Association Internationale de Séismologie et souhaitant le meilleur succès à ses travaux au profit de la science séismologique universelle.

## 1. Nécrologie

Le Président rend hommage aux séismologues disparus depuis l'Assemblée d'Oslo.

Le Professeur *A. Lo Surdo* est mort à Rome le 7 Juin 1949. Né à Syracuse le 4 février 1880, le Professeur Lo Surdo était non seulement un physicien de renommée internationale, mais aussi un savant passionnément attaché aux progrès de la Géophysique. Ayant perdu tous les siens dans l'effroyable catastrophe séismique de Messine (1908), il se voua désormais entièrement à la recherche de la vérité scientifique.

Auteur de nombreux travaux de physique expérimentale, de séismologie, de météorologie, de magnétisme terrestre, académicien d'Italie, il fonda à Rome l'Istituto Nazionale di Geofisica et développa le réseau séismologique italien.

Le Professeur Medi a rendu au disparu un émouvant hommage dans une notice biographique publiée dans les *Annali di Geofisica,* vol. II, No 2, 1949.

*Vicente Inglada Ors,* décédé à Madrid, le 9 Janvier 1949, était chef du Service séismologique espagnol et Président de la section de séismologie de la Commission espagnole de Géodésie et de Géophysique. Sa disparition est une lourde perte pour la science espagnole.

Né à Alicante, le 9 Janvier 1879, il entra à l'Ecole Supérieure de guerre, puis devint en 1907 Ingénieur géographe ; en 1911 il fut chargé de diriger l'Observatoire séismologique central de Tolède, poste qu'il occupa jusqu'en 1923. Il fut ensuite Secrétaire technique de la Direction Générale de l'Institut géographique. Après la guerre civile espagnole il fut chargé de la direction du Service séismologique espagnol. En 1928, il avait été nommé Membre de la section des Sciences physiques à l'Académie Royale des Sciences de Madrid.

Pendant son séjour à la tête de l'Observatoire de Tolède, il se consacra à l'amélioration des conditions de fonctionnement des appareils. Les excellentes inscriptions des séismes sud-américains du 18 décembre 1921 et du 17 janvier 1922 permirent une étude détaillée des phases de ces séismes.

Auteur de nombreux travaux de géodésie et de séismologie, V. Inglada Ors s'est attaché à faire connaître ces deux sciences dans des ouvrages de vulgarisation ou dans de multiples conférences. Il

participa à de nombreuses assemblées générales de l'Union Géodésique et Géophysique. Parmi ses travaux originaux, il faut citer : « Nuevas formulas para abreviar el calculo de la profundidad hipocentral por el método de Kövesligethy, Contribucion al estudio del sismo sentido en Melilla el 9 de julio de 1923. » (Cette étude lui permit d'identifier toutes les phases prévues par la théorie de Mohorovicic), « Estudio sobre la propagacion de las ondas sismicas, Contribucion al estudio del batisismo sudamericano de 17 de enero de 1922, » etc...

British Seismology has suffered two losses since the Oslo meeting, through the deaths of the Rev. J.-P. Rowland, S. J. and Dr Herman Shaw.

Father *Rowland,* Director of Stonyhurst Observatory, died on December 26, 1948 at the age of 73. He had been at the Observatory since 1919 and had been Director from 1932 to 1947. His main work was in astronomy, but he also carried on the observations in magnetism, meteorology and seismology. For much of the period he did so single-handed.

Dr. *H. Shaw,* Director of the Science Museum, South Kensington, died on May 4, 1950 at the age of 58. His main research was in geophysical survey. At the Science Museum he made accessible to the public the knowledge of the working of seismographs and the information they have yielded about the structure of the Earth. He was no relation of Mr. J.J. Shaw, who was however, a close friend. He was an active member of the British Association seismological Committee.

*Alain Joset,* Membre du Comité national français, était né le 26 janvier 1903. Ingénieur à l'Institut de Physique du Globe de Paris, il consacra son activité à l'aménagement de la station séismologique du Parc Saint-Maur et à la construction de séismographes électromagnétiques et électroniques. Il prit part en 1949, 1950 et 1951 à l'expédition P.-E. Victor au Groënland; chef de la section séismique, il effectua de nombreux sondages séismiques sur plus de 2000 kilomètres de parcours. Ses mesures ont permis de tracer la coupe de l'Inlandsis Groënlandais. Disparu au cours de la campagne de 1951, il a été cité à l'Ordre de la Nation pour les motifs suivants : « Responsable des questions scientifiques aux expéditions polaires françaises, chercheur de grande valeur, chef aimé et admiré, a trouvé la mort, englouti par une crevasse, le 4 Août 1951, alors qu'il dirigeait personnellement le groupe de sondages séismiques du Sud du Groënland, ayant ainsi sacrifié sa vie pour l'avancement de la Science et le prestige de la France.

## 2. Rapport du Secrétaire Général

Le Professeur J.-P. Rothé, Secrétaire Général, présente son rapport :

« Pendant les 3 années qui viennent de s'écouler, le travail du Bureau Central s'est poursuivi régulièrement. Une partie importante

de ce travail a été consacrée à la liquidation de l'Assemblée d'Oslo, et à la préparation de l'Assemblée de Bruxelles. En mai 1949 ont été publiés les Comptes Rendus de la 8ème Conférence, tenue à Oslo en 1948 ; ces Comptes Rendus constituent le volume No 9 de la série. Une annexe (Comptes Rendus No 9*bis*), formant un fascicule spécial, contient les résumés des communications présentées à Oslo au cours de la réunion commune sur les microséismes.

Dans ce volume No 9 j'ai donné une liste aussi complète que possible des personnalités s'intéressant à la Séismologie dans les différents pays alors membres de l'Union. Je fais appel à mes Collègues pour qu'ils m'aident à augmenter et à corriger cette liste, qui est, je crois, utile pour les échanges de publications, les contacts entre collègues, etc...

En mars 1950 a été publié et diffusé le fascicule 17 des publications scientifiques du Bureau Central : ce fascicule contient dans l'ordre de leur présentation les mémoires discutés à l'Assemblée d'Oslo ; par raison d'économie ceux des mémoires qui avaient déjà été publiés précédemment ont seulement été rappelés par leur titre.

Le Bulletin mensuel du Bureau Central groupant les observations séismologiques en provenance de presque tous les pays du monde et indiquant, chaque fois que cela est possible, l'épicentre et l'heure origine des secousses a été rédigé régulièrement chaque mois. La documentation reçue au Bureau Central n'a cessé de s'accroître ; les 12 bulletins de l'année 1949 ont compté 318 pages, ceux de 1950, 517 pages. Nous avons apporté un soin particulier au bulletin d'Août 1950, soin justifié par l'intérêt présenté par le grand séisme d'Assam et ses nombreuses répliques.

Pour la détermination des épicentres nous avons bénéficié du rapide et excellent travail fait à Washington par le service séismologique de l'U.S. Coast and Geodetic Survey. Ce service reçoit par télégrammes chiffrés et par voie diplomatique les données d'un réseau de stations réparties sur le globe. C'est ainsi que plusieurs observatoires européens Cartuja, Rome, Strasbourg, Stuttgart, etc... participent à ce service. L'U.S. Coast and Geodetic Survey est ainsi en mesure, au bout de quelques heures, de déterminer avec précision l'épicentre des principales secousses.

Nous devons par contre déplorer que malgré nos efforts les données si importantes des stations séismologiques de l'U.R.S.S. ne nous parviennent plus : il y a là une grave lacune dans la collaboration internationale au détriment de la Science pure.

L'augmentation de la documentation à dépouiller, du nombre des pages à tirer, les frais postaux ont entraîné pour le Bureau un surcroît de travail et de charges financières. Comme on le verra dans les comptes annexés à ce rapport, l'U.N.E.S.C.O. nous a apporté une aide précieuse qui fut presque suffisante en 1949 ; en 1950 la subvention qui nous a été accordée a été diminuée alors que, au contraire, nos charges augmentaient. Nous avons dû engager un technicien auxiliaire, M. Marzi, qui consacre tout son temps à la rédaction du Bulletin. Le traitement de ce rédacteur : 20.000 francs par mois (20 livres) est nettement insuffisant et devra être aug-

menté si nous désirons le conserver et poursuivre la publication. Tout le travail matériel (préparation des stencils, tirage, envoi) est fait par le personnel de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg. Jusqu'en septembre 1950, M. Staebell, aide-technique du Centre National de la Recherche scientifique, a consacré une partie de son temps à la détermination des épicentres et nous devons remercier cet organisme de nous avoir apporté son soutien.

Mentionnons encore à l'actif du Bureau l'échange de renseignements scientifiques avec plusieurs collègues ou organismes et la rédaction des fiches macroséismiques et bibliographiques qui sont envoyées périodiquement à l'équipe de rédaction de l'International Seismological Summary.

Une partie de la Bibliothèque appartenant à l'Association et qui, par suite des événements de la guerre 1939—1945, avait été transférée à Iéna a été restituée et a repris sa place à Strasbourg. Pour compenser la perte d'un certain nombre d'ouvrages j'ai fait racheter pour l'Association quelques livres anciens ou importants sur un compte de dommages de guerre qui nous a été ouvert par l'Université de Strasbourg.

La situation financière de l'Association est résumée dans les tableaux annexés qui vous ont été remis. Le détail des opérations et les pièces comptables figurent dans les dossiers ci-joints. Vous constaterez que nous nous sommes très peu écartés du projet de budget triennal que vous aviez voté à Oslo (voir Comptes Rendus n° 9, p. 67). La principale dépense est celle du service de l'I.S.S. ; un rapport spécial du Professeur Jeffreys fait le point de cette importante question.

La situation financière de l'Association qui est encore actuellement satisfaisante risquerait de devenir rapidement critique si la subvention accordée par l'U.N.E.S.C.O. au service de l'I.S.S. continuait à diminuer.

La subvention accordée à l'I.S.S. par l'U.N.E.S.C.O. a été de 3.000 £ (12.000 dollars) en 1948, 1488-16-8 £ (6.000 dollars) en 1949, 1062-10-0 £ (2.975 dollars) en 1950 (1).

Les dépenses de l'I.S.S. évaluées d'après celles de 1949 (3290-5-0 £) absorberaient en un an la presque totalité des fonds de l'Association.

Lors de l'Assemblée de Bruxelles, le pourcentage dans la répartition des fonds de l'Union attribué à l'Association de Séismologie par l'U.G.G.I. devrait être révisé et augmenté.

Nous nous permettons de rappeler que ce pourcentage avait été fixé aux taux suivants par les différentes assemblées :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pré-Rome | 15 % | Stockholm | 13 % |
| Rome | 14,5 % | Lisbonne | 13 % |
| Madrid | 15,7 % | Edimbourg | 12,2 % |
| Prague | 15,1 % | Oslo | 9 % |

(1) Taux de change : en 1948 1 £ = 4 dollars, en 1950 1 £ = 2,8 dollars.

Comme l'a indiqué le Président Stoneley dans son adresse, le Bureau de l'U.G.G.I., pour aider le service de l'I.S.S., a mis, à titre exceptionnel, à sa disposition, en 1950, une somme de 1000 £, ce qui porte à 11 % le pourcentage qui nous a été attribué pendant la période 1948—1950.

J'évoquerai encore en quelques mots les questions d'ordre général qui nous préoccupent depuis plusieurs années et dont nous aurons à discuter au cours des prochaines séances.

La première se rapporte à la création d'un Conseil de l'Association qui serait constitué à raison d'un membre pour chaque nation membre de l'Union. La question ayant été évoquée à Oslo j'ai adressé à tous les présidents des organismes nationaux adhérents à l'U.G.G.I. une circulaire demandant que dans chaque pays soit désignée une personnalité directement intéressée à la Séismologie et qui puisse représenter notre Association dans son pays. C'est à cette personnalité que pourraient s'adresser les membres du Bureau de l'Association pour la diffusion des circulaires, des publications de l'Association ou pour obtenir un renseignement particulier. C'est également cette personnalité qui serait chargée de présenter le rapport national sur les travaux intéressant la séismologie poursuivis dans son pays. Les membres de notre Bureau et de notre Comité exécutif représentant déjà pour la période 1949—1951 la Belgique, les Etats-Unis, la France, la Grande-Bretagne, la Finlande, l'Italie, la Suède, la Suisse, la Tchécoslovaquie, j'ai reçu pour quelques autres pays la désignation des personnalités dont les noms ont été indiqués sous une rubrique spéciale dans la liste publiée pp. 77—90 dans les Comptes Rendus n° 9.

J'insiste encore sur l'intérêt qu'il y aurait à ce que chaque pays constituât un Comité National de Séismologie dont l'un des membres serait le représentant au Conseil de notre Association.

Nos statuts sont arrivés à expiration de leur validité. Ces statuts ont été élaborés en 1933 et il convient aujourd'hui de les examiner à nouveau. En même temps se pose l'importante question de représenter au sein de l'Union de nombreux domaines de recherches qui se sont développés particulièrement au cours des dernières années : radioactivité, âge de la terre, géothermie, propriétés physiques.

Le COPEI vient d'examiner au cours des derniers jours cette question mais une solution définitive et satisfaisante n'a pas encore été trouvée.

Enfin il est apparu à beaucoup d'entre nous que des contacts plus fréquents que ceux amenés par les Assemblées Générales de l'Union seraient favorables au développement de notre science. Nous devons en particulier penser à certains de nos collègues séismologues qui se trouvent parfois isolés au point de vue scientifique dans leurs pays respectifs.

J'ai tracé ainsi les grandes lignes des questions d'ordre général que, dans les jours qui viennent, il nous faut examiner dans un esprit de compréhension mutuelle avec le seul désir de voir à l'issue de nos entretiens notre science séismologique fortifiée et développée.

En terminant je tiens à remercier très vivement mes collègues pour la collaboration qu'ils m'ont apportée dans la préparation de cette Assemblée en m'envoyant leurs rapports et leurs communications.

Le *Président Stoneley* remercie le Secrétaire Général de son rapport et insiste sur l'intérêt de constituer un Conseil de l'Association pour stimuler le développement de notre Science séismologique. Plusieurs des points évoqués dans le rapport du Secrétaire Général seront discutés dans les séances ultérieures.

## ANNEXE AU RAPPORT DU SECRETAIRE GENERAL

## COMPTES DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SÉISMOLOGIE

*1er janvier 1948 — 31 décembre 1950*

*RECETTES*

| | £ | s. | d. | frs français |
|---|---|---|---|---|
| En caisse le 1-1-48 : | 1808 | 10 | 9 | 21.147 |
| En banque le 1-1-48 : | — | — | — | 33.663 |
| *Allocations de l'Union :* | | | | |
| 1948 : | 585 | — | — | — |
| 1949 : | 585 | — | — | — |
| 1950 : | 1585 | — | — | — |
| *Virements de Cambridge à Strasbourg :* | | | | |
| 1948 : | — | — | — | 171.947 |
| 1948 : | — | — | — | 129.241 |
| 1949 : | — | — | — | 328.174 |
| 1949 : | — | — | — | 293 038 |
| 1950 : | — | — | — | 195.271 |
| *Ventes de Publications :* | | | | |
| 1948—1950 : | — | — | — | 15.335 |
| *Intérêts de banque :* | | | | |
| 1948—1950 : | — | — | — | 921 |
| *Subventions de l'UNESCO :* | | | | |
| I.S.S. 1948 : | 3000 | — | — | — |
| I.S.S. 1949 : | 1488 | 16 | 8 | — |
| I.S.S. 1950 : | 1062 | 10 | 0 | — |
| Voyages Oslo : | 120 | 1 | 6 | — |
| Bulletin mensuel 1948 : | — | — | — | 64.307 |
| Bulletin mensuel 1949 : | — | — | — | 81.524 |
| Bulletin mensuel 1950 : | — | — | — | 297.500 |
| Total | 10234 | 18 | 11 | 1.632.068 |

## *DEPENSES*

| | £ | s. | d. | frs français |
|---|---|---|---|---|
| *Subvention spéciale à l'I.S.S. :* | | | | |
| 1950 : | 1000 | — | — | — |
| *Impression des publications non payées par l'UNESCO :* | | | | |
| C.R. réunion de Strasbourg : | — | — | — | 66.000 |
| C.R. assemblée Oslo : | 37 | 10 | 0 | 174.926 |
| Fascicule 17 (mémoires d'Oslo) : | — | — | — | 284.405 |
| *Impression du Bulletin mensuel (excédent non payé par l'UNESCO) :* | | | | |
| 1948 : | — | — | — | 24.158 |
| 1949 : | — | — | — | 52.281 |
| 1950 : | — | — | — | 14.385 |
| *Virements de Cambridge à Strasbourg :* | | | | |
| 1948 : | 200 | 0 | 0 | — |
| 1948 : | 150 | 0 | 0 | — |
| 1949 : | 300 | 0 | 0 | — |
| 1949 : | 300 | 0 | 0 | — |
| 1950 : | 200 | 0 | 0 | — |
| *Subventions de l'UNESCO :* | | | | |
| I.S.S. 1948 : | 3000 | 0 | 0 | — |
| I.S.S. 1949 : | 1488 | 16 | 8 | — |
| I.S.S. 1950 : | 1062 | 10 | 0 | — |
| Voyages Oslo : | 120 | 1 | 6 | — |
| Bulletin mensuel 1948 : | — | — | — | 64.307 |
| Bulletin mensuel 1949 : | — | — | — | 81.524 |
| Bulletin mensuel 1950 : | — | — | — | 297.500 |
| *Dépenses de fonctionnement :* | | | | |
| Papeterie : | — | — | — | 13.899 |
| Frais secrétariat à Oslo : | — | — | — | 8.724 |
| Transport de livres récupérés: | — | — | — | 2.653 |
| Assurances 1948—1950 : | — | — | — | 2.609 |
| Frais postaux 1948 : | — | — | — | 34.306 |
| Frais postaux 1949 : | — | — | — | 51.930 |
| Frais postaux 1950 : | — | — | — | 82.947 |
| Emoluments Mlle Schrapf 1948: | — | — | — | 46.500 |
| id. 1949: | — | — | — | 63.892 |
| id. 1950: | — | — | — | 67.067 |
| Frais de voyage 1948 : | — | — | — | 9.210 |
| Frais de banque 1948—1950 : | 2 | 0 | 6 | 1.842 |
| *Balance :* | | | | |
| En caisse le 31-12-50 : | — | — | — | 32.356 |
| En banque le 31-12-50 : | 2374 | 0 | 3 * | 154.647 |
| Total | 10234 | 18 | 11 | 1.632.068 |

*) 1 £ = 976 frs au 31 décembre 1950.

Je soussigné, Ott Georges Edmond, Percepteur des Droits Universitaires de Strasbourg, déclare avoir examiné la comptabilité de l'Association Internationale de Séismologie pour la période du 1er janvier 1948 au 31 décembre 1950, et n'avoir aucune observation à formuler à son sujet.

Strasbourg, le 17 février 1951.

signé : *E. Ott.*

*Additif :*

Du 1er janvier au 30 juin 1951 les dépenses du Bureau se sont réparties de la façon suivante :

| | |
|---|---|
| Préparation et impression du Bulletin | 132.355 |
| Frais postaux | 49.307 |
| Emoluments de la secrétaire administrative | 30.000 |
| Première circulaire pour l'Assemblée de Bruxelles | 4.681 |
| | 216.343 |

Pour l'année 1951 la subvention accordée par l'UNESCO à l'I.S.S. s'élève à 6.000 dollars (soit en livres anglaises : 2142-17-2) au lieu de 3.000 dollars en 1950. Par contre la subvention accordée au Bulletin mensuel a été ramenée à 400 dollars, soit 140.000 francs français.

La subvention de l'U.G.G.I. pour 1951 n'était pas encore versée à la date de rédaction de ce rapport.

Strasbourg, le 1er juillet 1951.

Le Secrétaire Général : Professeur *J.-P. Rothé.*

## 3. Rapport du Président de la Commission de l'I.S.S.

Le *Professeur Jeffreys* présente son rapport :

At the time of the Oslo meeting in 1948 the use of geocentric coordinates had been introduced into the I.S.S., and with them the use of the Jeffreys-Bullen tables of 1940 as a standard of comparison. This was the result of recommendations by the preliminary conference at Strasbourg in 1947. The change was actually made in the volume for 1937, which includes also a list and explanation of symbols used.

The Oslo meeting recommended further changes. As a result of these the M column has been abolished and replaced by two headed « Supp. » (supplementary). These collect some of the more important additional readings, especially pP in deep shocks, with their identification. When available, macroseismic information,

kindly provided by Prof. Rothé, is included in the headings, and references to published papers are also given. The number of solutions for intermediate focal depth (0.01 R to. 0.04) has substantially increased. Unfortunately it has not always been possible to make a full solution. As I have explained before, when any question tending to increase work is considered, we always have to ask ourselves « Is it more important than making up arrears as fast as possible ? » We cannot hope that everybody will always agree with our answers. However, when there is any suggestion of deep focus, the fact is now recorded whether residuals are calculated for a particular focal depth or not.

At the moment of writing (July 1951) the last part issued is for 1939 September—December. The last part issued before the Oslo meeting was for 1936 July—September, so that at any rate arrears have been slightly reduced, but not so much as we had hoped. The change to geocentric coordinates produced some delay. Though the calculation of the epicentre and residuals is of the same length whatever the standard of reference, in practice there is some saving because many earthquakes are repetitions from previous epicentres, and the majority of the distances need only be copied. With the change of coordinates, however, all the distances had to be recalculated, and time could not be saved in this way. This source of delay is naturally diminishing. The travel times of P and S also had to be interpolated to 0.1° ; this was done quickly by a member of the staff, Miss Hunter, a National calculating machine having been kindly made available at the National Physical Laboratory.

The last quarter of 1938 was almost double the normal size owing to an extraordinary series of after-shocks from an epicentre near Hukusima.

The parts issued have now entered the war years. There is a notable falling off in the number of observations received ; and there may sometimes be special difficulties in determining epicentres on account of lack of stations in critical azimuths.

Finance has continued to be a source of anxiety. The UNESCO grants were £ 3000 in 1947, £ 3000 in 1948, £ 1488 in 1949, and £ 1062 in 1950. It was clear that the work would have to be reduced in 1950 unless an additional source of income was found. Fortunately the U.G.G.I., through Dr Stagg, made a special grant of £ 1000 in 1950. An appeal was made to UNESCO to restore the grant to its previous amount, and also the Air Ministry and the Royal Society made special appeals to H. M. Treasury for assistance. As a result UNESCO in 1951 has contributed £ 2100 and the Treasury (through the Royal Society) £ 2000 in 1951. We are very grateful for this help. Continuance of it, however, is conditional on an increased effort to make up arrears. The balance in hand on 1951 June 30 was £ 4757. We are hoping to engage a new assistant in the near future, and are looking for a second if one should be suitable. The Air Ministry has also very kindly allotted extra space at Kew Observatory. The assistance given by the Air Ministry is a new instance of the kind-

ness of the Director of the Meteorological Office, Sir Nelson Johnson, and of Dr Stagg.

H. M. Treasury has also said that continuance of the grant depends on a substantial contribution being made by the U.G.G.I. as an indication that the work is really considered important. It is therefore important that the International Seismological Association should at once press for the allotment to it of a larger fraction of the U.G.G.I. income.

It remains somewhat problematical whether the printers can deal with a greatly increased output, but if the accumulation of manuscript becomes serious we shall consider sending an occasional volume to another printer as a special job, at the possible risk of some loss of uniformity.

The 1940 tables have had to be reprinted, with a few additions, and a third edition of the list of geocentric direction cosines is being published.

I was in the United States from September 1950 — March 1951, and in my absence Dr Stoneley acted as Director. In this capacity he dealt with the preparation of the annual balance sheet and most of the correspondence relating to the applications for increased grants. I must express my thanks to him for the trouble he has taken. I am glad also to renew my thanks to Dr G. D. Robinson, Superintendent of Kew Observatory, for much help in the administration.

*Professeur Gutenberg* stresses the importance of I.S.S. as a basis for studies of the seismicity of the Earth. He strongly recommends the continuation on an improved financial basis and expresses his appreciation of the work done by the workers of I.S.S.

*President Stoneley,* gratified with Professor Gutenberg's appreciation, adds : We have to thank Professor Jeffreys for the excellent work done. When I was acting as Director I saw the large amount of work done by Mr. Hughes. When expressing thanks to Professor Jeffreys we like to add appreciation to Mr. Hughes.

Mr. *J. S. Hughes* adds the following remarks :

1) The rate of printing the I.S.S. during the three years subsequent to the Oslo Meeting of the Union was 3¼ years of the Summary with another half year prepared and ready when the printers could deal with it.

2) Circular concerning seismological data for the war years - 1941 and subsequently : About 300—350 circulars were distributed enquiring as to continuity of wartime earthquake recording. Only about 40 replies were received covering the activities of 60 observing stations. This was very disappointing response, but from bulletins received at this office there does not appear to be appreciable reduction in observational material during the war.

3) The new edition of the Geocentric Direction Cosines went to press in May (1951).

## ANNEXES AU RAPPORT DU PROFESSEUR JEFFREYS

### I. — *REPORT OF THE DIRECTOR OF THE I.S.S. FOR 1948.*

The parts for 1936 January — September were issued in 1947, those for 1936 October — December and 1937 January — March in 1948 (1).

The Jeffreys-Bullen tables of 1940 and geocentric coordinates were used for comparison for the first time in the 1937 January — March part, and had first to be interpolated to intervals of $0^{\circ}.1$ of distance. This did not take long, thanks to the kindness of the Director of the National Physical Laboratory, who placed a National calculating machine at the disposal of a member of the staff. A more serious delay has arisen from the fact that many earthquakes are repetitions from previous epicentres, so that most of the distances can be taken over from previous calculations. The change of coordinates alters the calculated distances and therefore all distances must be recalculated even for repetitions. This will become necessary less frequently as distances in the new coordinates become known for more epicentres.

There were two changes in staff in 1948. Some outside help was used in the copying.

In spite of these causes of delay the preparation has continued at nearly the previous speed, and remains faster than the printing. Our object is to reduce the arrears by producing five parts per year, and the printers have said that they can do it. My estimates have been drawn up on this basis. In fact, however, the printers have not kept up with the preparation. They have been associated with the I.S.S. from its start, and I should be reluctant to sever the connection, particularly as all printers have difficulties at present. If, however, preparation reaches 12 months in advance of publication I propose to seek a new printer to produce a single volume as a special job. To carry this out it will be necessary to have a balance in hand sufficient to pay for printing a whole volume, probably at increased cost, and it would be disastrous if any reduction in grant reduced the balance so as to make this impossible (2). Consequently I base my estimates of future cost on a rate of preparation at least as great as at present and not on the present rate of printing.

The pension scheme alluded to in my report for 1947 was taken over in July 1948 by the Equitable Assurance Society, and the deposits made toward it were transferred to that society as initial payments.

---

(1) This is written in April 1949 ; the parts for 1937 April — September have appeared already in 1949. Preparation has reached 1938 May.

(2) April 1949. U.N.E.S.C.O. has announced a reduction of the grant for 1949 to £ 1500. The effect will be that about half the present balance will be used this year, and if the grant is not restored next year it will be impossible to increase the rate of printing as proposed.

The Jeffreys-Bullen 1940 tables have been reprinted, with some additions. The cost was met from the unexpended grant made by the British Association in 1947. The balance will be used for part of the cost of printing a new list of geocentric direction cosines of the stations. The additional entries have been computed by the staff and checked by Miss Munford, of the Cambridge University Mathematical Laboratory.

In consequence of decisions made at the Oslo meeting of the International Union for Geodesy and Geophysics some changes will be made in the form of the I.S.S., beginning with 1938 January — March. These will increase the cost of printing by about 10 per cent.

Thanks are due to U.N.E.S.C.O. for a grant of £ 3,000, to the Director of the Meteorological Office and the Superintendent of Kew Observatory for accommodation and for assistance in administration ; and to Oxford University Observatory for the transfer of the unexpended balance of the I.S.S. account up to December 1946.

The cost in 1949 will be greater than in 1948 for the following reasons. Mr. Hughes's emoluments have been increased from £ 650 to £ 750, which is about what a man of similar status would receive in Cambridge. The printing will probably amount to five parts if the present rate is maintained, and if not I propose, as stated above, to take additional steps to expedite it ; in either case the extra cost would be about £ 500. An electric multiplying machine is being ordered at a cost of about £ 150, and the amount of copying done by outside help will probably increase, so that the total cost will be about £ 100. These changes will imply an additional expenditure of about £ 830 and the total expenses will be about £ 3,100.

HAROLD JEFFREYS.

*Audited Accounts for 1948*

The small differences from the return made previously for 1947 are due to a slight change in the method of book-keeping.

| *Receipts :* | £ | s. | d. |
|---|---|---|---|
| Cash in hand — 31 December 1947 | 10 | 18 | 2 |
| Cash at Bank — 31 December 1947 | 2.867 | 15 | 0 |
| U.N.E.S.C.O. | 3.000 | 0 | 0 |
| University Observatory, Oxford | 67 | 14 | 5 |
| Sales | 9 | 0 | 0 |
| Bank Interest | 10 | 1 | 3 |
| £ | 5.965 | 8 | 10 |

| *Payments :* | £ | s. | d. |
|---|---|---|---|
| Salaries and Allowances (less Staff Superannuation contributions) | 1.217 | 14 | 2 |
| Superannuation contributions | 190 | 0 | 0 |
| National Insurance | 20 | 5 | 4 |
| Printing | 766 | 6 | 6 |
| Stationery and Postage | 27 | 5 | 6 |
| Typing and Copying | 29 | 18 | 3 |
| Travelling | 8 | 2 | 5 |
| Equipment | 21 | 2 | 9 |
| Cheque books and charges | 2 | 3 | 1 |
| Miscellaneous Expenses | 13 | 9 | 4 |
| £ | 2.296 | 7 | 4 |
| Cash in hand — 31 December 1948 | 10 | 7 | 0 |
| Cash at Bank — 31 December 1948 | | | |
| Current Account | 157 | 4 | 1 |
| Deposit Account | 3.501 | 10 | 5 |
| £ | 5.965 | 8 | 10 |

I have prepared the above Account from the books, vouchers and other information supplied to me and certify same to be in accordance therewith.

8th April, 1949.

*F. J. L. WILLEY*
Chartered Accountant.

## II. — *REPORT OF THE DIRECTOR OF THE I.S.S. FOR 1949.*

By courtesy of the Meteorological Office the work continues to be done at Kew Observatory. The staff consists of Mr. J. S. Hughes (Chief Assistant), Miss M. J. Hunter (computer) and Mrs. J. E. Sanders (Secretary).

During 1949 the quarterly parts for 1937 April — December and 1938 January — March, and the bound volumes for 1937 have been distributed according to the preference of the recipients. This is the first year for a long time when the work has not fallen further into arrears. Manuscript for the remainder of 1938 was prepared and that up to August was already in the hands of the printer.

The part for 1938 October — December will be of exceptional size on account of a remarkable series of shocks from an epicentre off the coast of Japan. These began on November 5 and it is estimated that there were 1750 repetitions. Few were recorded well enough to be worth full analysis, but nevertheless the amount of manuscript for November is three times as much as usual.

As in 1948 some outside help has been used in the copying.

The tables of geocentric direction cosines are being reprinted. A Marchant electrical multiplying machine was obtained during the year.

The financial position remains very uncertain. The grant from U.N.E.S.C.O. was reduced to £ 1.488, and the balance in hand has fallen during the year from £ 3.669 to £ 1.886. Application has been made to UNESCO for restoration of the grant to its previous amount, so far (1950 March 16) no reply has been received. Unless the full grant is restored, or some alternative source of income is found, it will be impossible to continue the work over the first half of 1951.

The International Seismological Association and the National Committee for Geodesy and Geophysics have repeatedly urged that the work should be transferred to Cambridge, where it would be accessible to theoretical seismologists. The University is willing to assign a site but not to take any financial or administrative responsibility for the work. The transfer will therefore be possible only if a grant is obtained from some other source.

My original offer, made in 1943, to act as Director was conditional on the provision of an adequate income and on the transfer of the work to Cambridge. Neither of these conditions has been satisfied. On account of financial uncertainty it is impossible to make any long-term plans, and on account of the distance of Kew from Cambridge it is impossible for me to undertake much scientific supervision. As my official duties have meanwhile increased I must insist on the urgency of the situation. Unless an assured income of £ 3.500 at least is promised by the end of 1950 and a grant (about £ 2.500) made to cover the cost of a suitable building in Cambridge it will be impossible for me to continue as Director.

The principal reason for my original offer was that the tables of transmission times computed by Bullen and me were likely to be adopted in the I.S.S. as a standard of comparison, and it was convenient that I should supervise the change. The change has now been completed, and I no longer think that the I.S.S. has much to gain by having me as Director. Consequently I suggest that any discussions of the future of the I.S.S. should pay no regard to my personal position.

HAROLD JEFFREYS.

*Audited Accounts for 1949*

| *Receipts :* | £ | s. | d. |
|---|---|---|---|
| Cash at Bank 1st January 1949 | | | |
| Deposit Account | 3.501 | 10 | 5 |
| Current Account | 157 | 4 | 1 |
| Petty Cash in hand 1st January 1949 | 10 | 7 | 0 |
| Grant from United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation | 1.488 | 16 | 8 |
| Sales | 4 | 18 | 10 |
| Deposit Account Interest | 13 | 10 | 4 |
| £ | 5.176 | 7 | 4 |

| *Payments :* | £ | s. | d. |
|---|---|---|---|
| Salaries and Allowances (less Staff Superannuation Contributions) | 1.327 | 12 | 6 |
| Superannuation Contributions | 218 | 1 | 3 |
| National Insurance | 27 | 14 | 8 |
| Printing | 1.292 | 0 | 10 |
| Stationery and Postage | 55 | 1 | 0 |
| Copying (including postage and packing) | 105 | 11 | 3 |
| Travelling Expenses | 2 | 9 | 11 |
| Purchase of Marchant Calculator | 246 | 0 | 0 |
| Bank Charges and Cheque Books | 1 | 12 | 0 |
| Maintenance of Calculating Machine | 4 | 10 | 1 |
| Micellaneous Expenses | 9 | 11 | 6 |
| £ | 3.290 | 5 | 0 |
| Cash at Bank 31st December 1949 : | | | |
| Deposit Account | 1.803 | 17 | 5 |
| Current Account | 78 | 13 | 5 |
| Petty Cash in hand 31st December 1949 : | | | |
| London | | 2 | 0 |
| Cambridge | 3 | 9 | 6 |
| £ | 5.176 | 7 | 4 |

We have prepared the foregoing Abstract Financial Statement from the books and vouchers and certify the same to be correct in accordance therewith.

13th January, 1950.

*Peters Elworthy and Moore*
Chartered Accountants.

## III. — *REPORT OF THE DIRECTOR OF THE I.S.S. FOR 1950.*

In the application submitted to U.N.E.S.C.O. in November 1949 I made an appeal that the grant should be restored to 12.000 dollars, as in 1947 and 1948 ; that received in 1949 had been reduced to 6.000 dollars. Nevertheless the grant in 1950 was further reduced to 3,000 dollars.

To meet this situation the International Union of Geodesy and Geophysics made a grant of £ 1,000 from its reserve, but there is no reason to suppose that this can be repeated, since the subscription to the I.G.G.U. was deliberately made as low as possible in order to encourage smaller countries to join. The Royal Society has applied to H. M. Treasury to make a regular grant to the I.S.S., but so far no reply has been received.

The total payments in 1949 were £ 3,290, of which the principal items were £ 1,500 for salaries etc. and £ 1,300 for printing. The balance in hand on September 11, 1950 was £ 2,785 ; this is enough

to continue till about June 1951, but unless the income is increased it will be impossible to continue till the end of 1951.

The arguments for increased support stated in my report for last year still hold. The provision of accommodation and administrative assistance by Kew Observatory effectively amounts already to a grant of the order of £ 500 a year from the British Government, and the services of the Director are also given free, so that U.N.E.S.C.O. is not in any case being asked for the whole cost. The work is essential and U.N.E.S.C.O. is the only international body that can provide the necessary income.

The last part of the I.S.S. issued at the date of writing (Sept. 11) is that for 1938 July to September. The last quarter of 1938 and the first for 1939 are in the press. The former will be unusually large. On November 5 a large and widely recorded earthquake took place near Hukusima (Japan) and was followed by the unprecedented number of 1750 aftershocks during the month. In spite of all efforts to abbreviate the computation and printing, there is three times as much material in this month as in a normal month.

The International Seismological Association recommended in 1948 that an additional column should be introduced for the more prominent additional phases ; this has been done for the 1938 volume and will be a regular feature.

400 copies of each part are printed and about 350 are distributed to the contributing stations, leaving about 50 for sales to other institutions and other requirements.

The list of geocentric direction cosines of the observing stations, which provides material for the standard method of calculating distances, has been brought up to date, printed, and circulated. Part of the cost was met out of the balance of a grant made by the British Association Gray-Milne Fund.

As I shall be absent in the United States from the beginning of October till about the middle of March, Dr. R. Stoneley has kindly agreed to act temporarily as Director during my absence.

HAROLD JEFFREYS.

The foregoing report was written by Prof. Jeffreys just before his departure for U.S.A. Since that time the *I.S.S.* for the last quarter of 1938 and for the first two quarters of 1939 have appeared ; the 1938 Oct. — Dec. number, as indicated above, is about double the size of a normal number.

The audited accounts of the *I.S.S.* for 1950 show that the sum of £ 2.507 13 1 was expended during the year. The balance in hand, £ 1.468 7 9, is estimated to last only until May 1951, and at present no provision has been made for the continuance of the work after that date. Information has not been received concerning the allotment of any grant from U.N.E.S.C.O. for 1951.

In view of the vital importance of the *I.S.S.* for the progress of seismology and of our knowledge of the interior of the Earth, the

thanks of seismologists are due to U.N.E.S.C.O. and the I.G.G.U. for financing the work during 1950, and the Director of the Meteorological Office and the Superintendent of Kew Observatory for providing accommodation and administrative assistance.

January, 1951. *R. STONELEY.*

*Audited Accounts for 1950*

| *Receipts :* | £ s. d. |
|---|---|
| Cash at Bank 1st January 1950 : | |
| Deposit Account | 1.803 17 5 |
| Current Account | 78 13 5 |
| Petty Cash in hand 1st January 1950 : | |
| London | 2 0 |
| Cambridge | 3 9 6 |
| Grants : | |
| United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation | 1.062 10 0 |
| International Geodetic and Geophysical Union | 1.000 0 0 |
| Sale of Literature | 18 11 7 |
| Deposit Account Interest | 8 16 11 |
| £ | 3.976 0 10 |

| *Payments :* | | | £ s. d. |
|---|---|---|---|
| Salaries and Allowances (less Staff Superannuation Contributions) | | | 1.334 10 10 |
| Superannuation Contributions | | | 224 0 0 |
| National Insurance | | | 27 14 8 |
| Printing | | | 844 1 7 |
| Stationery and Postage | | | 21 6 6 |
| Copying (including postage and packing) | | | 35 14 7 |
| Bank Charges and Cheque Books | | | 1 19 0 |
| Maintenance of Calculating Machine | | | 7 2 11 |
| Accountancy Charges | | | 3 3 0 |
| Miscellaneous Expenses | | | 8 0 0 |
| £ | | | 2.507 13 1 |
| Cash at Bank 31st December 1950 : | | | |
| Deposit Account | | 1.475 4 4 | |
| Current Account | £ 112 19 6 | | |
| *Less :* Cheques drawn in 1951 relating to 1950 expenditure | 125 0 6 | 12 1 0 | |
| Petty Cash in hand 31st Dec. 1950 : | | | — |
| London | | 2 15 4 | |
| Cambridge | | 2 9 1 | 1.468 7 9 |
| £ | | | 3.976 0 10 |

We have prepared the foregoing Abstract Financial Statement from the books and vouchers and certify the same to be correct in accordance therewith.

25th January, 1951.

*Peters Elworthy and Moore*
Chartered Accountants.

## 4. Constitution d'une Commission des Finances

Conformément aux Statuts une Commission chargée d'examiner les comptes du Secrétaire Général et de préparer un projet de budget pour la période 1951—1953 doit être constituée.

Sont nommés Membres de cette Commission :

MM. Bonelli, Guyot et Rayner.

## 5. Discussion sur l'avenir de l'Association

Le *Professeur Vening-Meinesz,* Président de l'U.G.G.I assiste à cette partie de la séance.

*President Stoneley* recalls that a meeting of C.O.P.E.I. (Joint Committee on Physics of the Earth's Interior) was held during the week ; one scheme was proposed by which the activities of C.O.P.E.I. could be in the Union in a more orthodox way. The Executive Committee of the Union could not give approval until the Associations of Vulcanology and Seismology express their views. We are privileged to have here with us the President of the Union and Dr. Gutenberg who has done so much for C.O.P.E.I. The President has considered many schemes : one way is to extend Vulcanology; another way, to enlarge Seismology (the statutes of 1933 provided for this) ; a third way would be a completely new Association. It is for the Association to say if it is willing to become a part of a larger association. We do not wish to emphasize this solution but we need a solution and a mandate to act.

*Dr. Gutenberg* discusses the history of C.O.P.E.I. and recalls that C.O.P.E.I. was formed at Oslo to represent those interested in processes of Earth Interior and not included in Vulcanology or Seismology. In Oslo a new association was suggested but turned down, as an increase in the number of associations was impossible. The second suggestion, to combine with Vulcanology, was turned down by the Association of Vulcanology. The C.O.P.E.I. in the last meeting proposed the creation of a super association with three sections.

Le *Président Vening-Meinesz* pense que si une forme plus large était donnée à une association déjà existante cette association s'en trouverait enrichie par la possibilité de discussions plus nombreuses.

Le *Docteur Bonelli* estime que l'intérêt du progrès scientifique doit primer les intérêts propres de telle ou telle association. La

logique voudrait que l'on crée par-dessus les Associations internationales actuellement existantes un *Groupe* de la Physique de l'Intérieur de la Terre formant un tout. Si cette solution pour des raisons administratives n'est pas possible, il ne voit pas de difficultés à ce que l'Association de Séismologie reçoive la dénomination d'Association de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre.

*Professor Gutenberg :* We have a very heterogeneous group of problems for the new group or the new association. We need a new frame in which these can be discussed. If no solution is found I propose that Seismology should have a meeting next year.

*Professor Byerly :* In practice there will be no difference in creating a new association : we would have to divide into sections, or meetings would be too long. The last solution is a good one.

Le *Docteur Navarro* regrette que la création d'une huitième Association ne soit pas possible et demande pourquoi le Magnétisme terrestre ne serait pas compris dans les problèmes étudiés par la Nouvelle Association.

Le *Docteur Byerly* s'inquiète de savoir si le travail de l'I.S.S. ne sera pas affecté par la nouvelle organisation.

Le *Professeur Rothé* rappelle que la science séismologique forme un tout nécessitant une collaboration internationale constante. L'Association de Séismologie a déjà une longue tradition et a besoin de moyens financiers importants ; quelle que soit la solution adoptée il convient que l'Association conserve son autonomie financière.

A cet échange de vues prennent part MM. *Jeffreys* et *Neumann*.

Le *Président Stoneley* propose que la décision soit remise à une séance ultérieure.

La séance est levée à 12 h. 40.

---

## *DEUXIÈME SÉANCE*

MERCREDI 22 AOÛT 1951 (après-midi)

*Programme*

6. — Discussion sur les symboles à utiliser pour la notation des phases.
7. — Dictionnaire des termes séismologiques.
8. — Révision des Statuts de l'Association.

La séance est ouverte à 14 h. 10 sous la présidence du *Docteur Stoneley*.

## 6. Discussion sur les symboles à utiliser pour la notation des phases

Le Président communique les propositions de nos Collègues séismologues japonais relatives à une révision des symboles actuellement utilisés pour désigner les phases des séismes.

*Suggestions to the proposal: International Revision of present Symbols for Waves.*

The Japanese seismological circle and organisations concerned concur fully in your view of revising the present symbols for waves and desire that symbols as many as possible be decided for international use by this opportunity. We would like to make the following proposition, with no intention, however, of adhering to its detail.

1. *Reflected Waves :*

   i) Waves reflected on the Surface of the Earth.

   pP, PP, pPP, PPP, SS, sS, sSS, SSS, PS, sP, SP, PPS, SPP, PSP, SSP, SSP, PSS, SPS, SPS, etc.

   Symbol such as pP, sP, etc. is a combination of small and capital letters.

   ii) Waves reflected on the Surface of the Core.

   (Waves in the Earth's Mantle) :

   PcP, PcS, ScP, ScS, sScP, ScSP, ScPS, pPcP, etc.

2. *Waves propagated through the Core :*

   i) Direct Waves :

   PKP, $PKP_1$, $PKP_2$, PKS, SKP, SKS, etc.

   1, 2, in $P_1$, $P_2$ are suffixes.

   P', $P'_1$, $P'_2$, may be employed in place of PKP, $PKP_1$, $PKP_2$, if these waves must be mentioned frequently.

   ii) Waves reflected on the Surface of the Core (Waves in the Core) :

   PKKP, PKKS, SKKP, SKKS, SKKKS, etc.

3. *Surface Waves :*

   i) L - - - - Surface waves cleary identified but their types not discriminated.

   ii) Lq - - - Love Wave.

   iii) Lr - - - Rayleigh Wave.

   iv) $W_2$ - - - Surface waves propagated along a major arc of the earth.

   $W_3$, $W_4$ - L and $W_2$ traveling around the surface of the earth and appearing again.

   q, r in Lr, Lq are small lettres.

   2, 3, 4 in $W_2$, $W_3$, $W_4$ are suffixes.

4. *The Third Waves :*

Recently, a certain type of boundary waves of the ocean earthquakes has been highlighted and called T-phase after the discoverer. It is desired that this name be authorized internationally.

5. *Near-by-Earthquake :*

It is desired that the symbols commonly accepted such as P, P*, $P_n$, S, S*, $S_n$ be authorized. However, since symbols, "-", "*", "n" are not convenient for printing, it will not be objected that other symbols in place of them are authorized if they are accepted internationally. In either case, a decisive conclusion is highly desirable. Also, no determination is desired to be given as to symbols of certain types of waves which are characterized by specialties of region or which require further investigations, and usage of such symbols will be left to each author's view, for the time being.

*Professor Gutenberg :* There are symbols I use and I am proposing that they be adopted internationally : PcP, ScS, $PKP_1$ and $PKP_2$, etc...

To facilitate the writing the small letters can be written on the same lines as the capital letters.

We have the new problem of the inner core: through the inner core we should write PKIKP but its reflection PKIKPPKIKP is cumbersome. $P'_1$, or $PKP_1$ and $P'_2$ are in use and I propose P" for $PKP_1$ and its continuation and P' for $PKP_2$. A wave through one core has one prime and a wave through two cores will have two primes.

*President Stonely :* Will there be confusion in reading old records ?

*Professor Gutenberg :* Scarcely.

*Le Professeur Coulomb :* Is it possible to send a double prime by telegram ?

*Dr. Neumann :* We do not get many PKP, etc... in telegrams

*Prof. Gutenberg :* Waves reflected three times will be added together.

*Dr. Stoneley :* For surface waves the Japanese suggestions are :

L... Surface waves clearly identified but their types not discriminated ; Lq... Love Wave ; Lr... Rayleigh Wave.

*Prof. Gutenberg :* We use L for any unidentified, if we identify them we use L, R and G.

*Le Prof. Coulomb :* Il serait plus simple d'avoir uniquement L ou Q.

*Prof. Hiller :* We use L Q and L R. What is the advantage in Lq and Lr ?

*Prof. Gutenberg :* I think it is sufficient to have Q and R and L for the early part of long waves.

*Dr. Stoneley :* The T wave is still controversial. More data is required before adopting an international symbol.

Une discussion s'engage ensuite sur les notations à employer pour les phases des séismes rapprochés.

*Prof. Gutenberg :* I propose p for the wave that comes upwards from the centre to the point and s correspondingly. It seems better to denote the wave by its velocity, e. s. : P 5. 6 or P 6. 3.

Le *Professeur Hiller* rappelle les notations qu'il utilise : Pg, Pb, Pn.

MM. *Bath, Byerly, Jeffreys* et *Neumann* prennent également part à la discussion.

La séance est suspendue de 15 h. 30 à 16 h. 30 pour permettre aux Membres de l'Association d'écouter l'adresse présidentielle du Professeur Escher prononcée devant l'Association de Volcanologie.

La séance est reprise à 16 h. 30.

Le *Professeur Stoneley* propose la constitution d'une Commission chargée d'examiner la question des symboles des phases séismiques. Mme Labrouste, MM. Caloi, Gutenberg, Hiller et Jeffreys sont nommés Membres de cette Commission.

## 7. Dictionnaire des termes séismologiques

Le Secrétaire Général communique une lettre émanant de l'U.N.E.S.C.O. et recommandant l'établissement de dictionnaires dans les Sciences spécialisées.

Le *Professeur Guyot,* Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, a déjà essayé d'établir un répertoire des définitions des principaux termes utilisés en séismologie.

Il résume son travail en ces termes :

Les lecteurs des ouvrages séismologiques qui ne sont pas des spécialistes de l'étude des tremblements de terre, sont souvent embarrassés lorsqu'ils rencontrent des termes techniques, dont ils ne connaissent pas la signification. Dans le le but de rendre service à cette catégorie de lecteurs, je me suis efforcé de mettre sur pied un dictionnaire contenant tous les termes techniques utilisés par les séismologues, ainsi que quelques explications concernant les méthodes de détermina-

tion de l'épicentre d'un tremblement de terre et de la profondeur, ainsi que des constantes d'un séismographe. Il s'agissait surtout de n'oublier aucun terme. Il est fort probable que cette condition n'est pas réalisée dans ce premier projet qu'il faudra certainement compléter.

Ma méthode de travail fut la suivante : j'ai lu un certain nombre d'ouvrages traitant de la séismologie et surtout des ouvrages en français, car je n'avais pas la prétention de faire un dictionnaire en plusieurs langues. Chaque fois que je rencontrais un terme technique, je le notais et rédigeais en même temps sa définition, en tenant compte de l'opinion de l'auteur. Chaque définition fut transcrite sur une fiche et ces dernières classées par ordre alphabétique.

Les difficultés se présentèrent surtout dans l'étude des différentes ondes et phases d'un tremblement de terre et dans leur symbole. Depuis qu'on étudie systématiquement les secousses sismiques, de nombreux symboles ont été proposés pour désigner les différentes ondes. Actuellement encore, tous les auteurs ne sont pas d'accord et cette question est à l'ordre du jour de notre assemblée générale. J'ai mentionné autant que possible, tous les symboles utilisés au cours des dernières décennies, mais il est probable que j'en ai oublié.

D'autre part, je n'ai travaillé qu'avec des séismographes à enregistrement mécanique et il est probable que j'aie oublié des termes concernant les enregistrements galvanométriques et photographiques.

Ce dictionnaire contient un certain nombre de termes géologiques indispensables. Leur définition a été revue par M. le Professeur Eugène Wegmann, qui enseigne la géologie à l'Université de Neuchâtel. Je le remercie de sa précieuse collaboration.

En conclusion, il s'agit d'un essai de réunion de tous les termes techniques utilisés en séismologie. Il pourrait servir de point de départ à un plus grand travail effectué par quelques séismologues, qui s'efforceraient de compléter les lacunes de mon ébauche. En outre, on pourrait ajouter aux mots français leur définition en une ou plusieurs autres langues.

Le *Président Stoneley* remercie M. Guyot et propose la constitution d'une Commission restreinte chargée d'établir le texte définitif de ce dictionnaire qui devra comprendre également la traduction en langue anglaise des termes utilisés.

Le Dr Guyot est désigné comme président de cette Commission, dont feront partie également Mme Labrouste et le Dr Richter.

*President Stoneley :* If they need advice of U.N.E.S.C.O. to find what they require Dr. Guyot should be authorized to communicate directly with the Secretary of U.N.E.S.C.O.

## 8. Révision des Statuts de l'Association

Lecture est donnée des textes français et anglais des statuts adoptés en 1933 par l'Assemblée de l'Association, tenue à Lisbonne, statuts dont la validité est venue à expiration.

Les différents articles sont successivement passés en revue et le cas échéant corrigés ou complétés.

President Stoneley adds the following remarks : The Statutes of the Union allow the President to be elected for 3 years and he may be re-elected once. Our Association allows only 3 years. My view is that we should follow our own practice.

Les nouveaux statuts adoptés par l'Association à l'Assemblée de Bruxelles figurent dans leur texte français et leur texte anglais à l'annexe I, voir plus loin p. 127.

La séance est levée à 18 heures.

---

*TROISIÈME SÉANCE*

---

JEUDI 23 AOÛT 1951 (après-midi)

*Programme*

9. — Collaboration entre séismologues européens.

10. — Fiches statistiques par cartes perforées ; télégrammes séismiques.

La séance est ouverte à 14 h. 25 m. sous la présidence du *Docteur Stoneley.*

## 9. Collaboration entre séismologues européens

Le *Docteur Stoneley* rappelle la nécessité de resserrer davantage les liens qui unissent les séismologues européens et se demande dans quelle mesure l'U.G.G.I. peut apporter une contribution à l'organisation de cette collaboration.

*Mlle Lehmann :* European seismologists look with some envy at America. Many Europeans are isolated ; they require more frequent meetings and want closer collaboration. At Oslo some people tried to form a Society open to all Europeans. A first meeting was held at Verona and we all are very grateful to our Italian colleagues for the organisation of this meeting.

The « Fédération séismologique européenne » (F.S.E.) was formed and asked U.G.G.I. for « patronage » so as to make it easier to obtain financial support. The President of the Union felt that all meetings should be held within the Union. Our opinion is still that special European problems exist : e. g., microseisms, explosions, non uniformity of instruments, etc...; new earthquake results obtained from long-period instruments are inadequate. Re-Equipment requires European co-operation. Records are read inconsistently.

The new Society should be open to all European seismologists, but, though free, the Society would require financial support.

At Verona, provisional statutes were drawn up, which require submission to the General Assembly for ratification. But a meeting of F.S.E. here was not permitted ; F.S.E. is therefore unable either to function or dissolve. This may be unimportant, but some basis for future co-operation is required.

Le *Professeur Caloi* rappelle les principaux points qui viennent d'être exposés par Mademoiselle Lehmann ; les séismologues européens doivent unir leurs efforts et une association pourrait y contribuer. Un échange de vues est nécessaire pour rechercher comment harmoniser le but de cette Association et le but de l'Association Internationale de Séismologie; comment est-il possible de conserver une certaine liberté de mouvement pour s'étendre dans l'orbite de l'Association Internationale de Séismologie ?

Le *Professeur Rothé,* après avoir rendu hommage aux efforts de Mademoiselle Lehmann et du Professeur Caloi qui fut l'organisateur de la réunion de Vérone (1) rappelle que dans cette réunion furent discutées les possibilités de collaboration : la constitution d'une Commission Européenne dans le cadre de l'Association Internationale ou bien la création d'une Société privée. Au moment où se tenait la réunion de Vérone (septembre 1950), la première possibilité risquait d'exclure certains collègues appartenant à des pays ne faisant pas par-

(1) Voir « Fédération Séismologique Européenne » (F.S.E.), Comptes Rendus des Séances du Congrès réuni à Vérone du 13 au 15 septembre 1950, *Annali di Geofisica,* Vol. III, octobre 1950, p. 579—603.

tie de l'U.G.G.I. Cette difficulté est aujourd'hui heureusement aplanie. Au contraire la solution alors proposée d'une Société privée ayant le patronage de l'U.G.G.I. apparaît très difficilement réalisable. Quelle que soit la solution adoptée le but essentiel est de permettre aux séismologues européens d'avoir des contacts plus fréquents.

*Dr. Stoneley :* We must face the fact that the difference between a private Society (like the Seismological Society of America) and any Sub-Association of I.S.A. is that there are private members of a society, whereas the Association has *no* private members. The difficulty is not as great as it seems, because any Bureau must have a full list of all active seismologists old or young. Anyone who wishes to attend this Assembly can do so ; most National Committees appoint delegates on the avice of its Seismological Sub-Committees. Young Members can usually get subventions. If some National Committees do not nominate more than a few delegates, the Association may invite other individuals to attend. Local groups of scientists can be nominated and got together, a thing which is not difficult in practice. A personal Society is not very different from our own Association, the only difference is the question of fees.

Le Docteur Stoneley ajoute que, répondant au vœu unanime exprimé, le Bureau de l'Association a prévu l'organisation de réunions extraordinaires en 1952 et 1953 ; ce projet prévoit une réunion à Stuttgart en septembre 1952. L'organisation de cette réunion pourrait être confiée à la Commission Séismologique Européenne ; nos Collègues Américains n'y feraient certainement pas d'objections.

*Mlle Lehmann :* Is it possible to have specific European questions ?

*Dr. Stoneley :* Certainly, and if any overseas friends were present, they would be interested too.

*Dr. Neumann :* The Cartographic Commission of the Pan-American Institute of Geography and History sponsored the organization of a Sub-Committee on Seismology, which is now functioning effectively. The Commission appoints Members from each of the adhering Countries (about 13) but all seismologists are privileged to join in its deliberations. Practically all the countries of the western hemisphere are represented on the Sub-Committee.

Après un échange de vues auquel prennent part de nombreux délégués, le *Professeur Medi* propose que les Bureaux de la F.S.E. et de l'Association Internationale se réunissent pour étudier ensemble la solution à donner au problème de la collaboration européenne.

Il en est ainsi décidé.

## 10. Fiches statistiques par cartes perforées; télégrammes séismiques

Le *Professeur Rothé* pense qu'il serait intéressant de constituer un fichier par cartes perforées où figureraient pour chaque séisme la date (jour, mois, année), l'heure origine en heures, minutes et secondes, les coordonnées du foyer (latitude et longitude en dixièmes de degrés), la profondeur du foyer en dizaines de kilomètres, la région géographique, la magnitude ou classe, les caractéristiques des phases suivant un code à établir, l'intensité maximum macroséismique, le rayon de l'aire macroséismique, l'existence de publications au sujet du séisme, etc...

En France, le Service national des Statistiques utilise des cartes perforées à 80 colonnes, ce qui permettrait de faire figurer de très nombreux renseignements. L'établissement d'une telle carte revient actuellement à environ 15 francs ; 8.000 perforations peuvent être effectuées en une heure, 380 cartes peuvent être triées en une minute pour une colonne.

*Professor Gutenberg* informs the Association that at the Pasadena Seismological Laboratory they are using punched cards of a special type (Pathfinder Keysort Equipment, Charles R. Hadley Company, Pathfinders, 330 N. Los Angeles Street, Los Angeles) and on which some of the data mentioned hereafter can be checked.

This card permits the use of 91 separate classes, any one of which may be separated from the complete set by operation on a single hole, corresponding to that class. All cards which have been punched at that hole are taken out together. Classes may overlap, in which case a card pertaining to two or more classes is punched at each of the corresponding holes.

If numerical data is to be used as a basis of separation, 22 digits (zero to 9) may be expressed in the 22 groups of four holes each, labeled 7 4 2 1. Zero is expressed by no punch in the group. 1, 2, 4, and 7 are expressed by punching one hole : 3, 5, 6, 8, and 9 by punching two holes. E. g., 8 is given by punching 7 and 1.

The range of numbers expressed by a single group of four holes can be extended to 14 by punching more than two holes. This enables one such group to represent all of the months of the year 1—12. Letters of the alphabet are punched A = 1, B = 2,... M = 13 ; with the latter half of the alphabet designated by punching a fifth hole labeled (NZ) : N = 1, ... Z = 13.

Sorting is done by use of a thin metal rod which fits loosely through the holes. The stack of cards, up to about two centimeters thick, is squared up, the rod inserted in the proper hole, then the cards are so shifted as to spread them apart, and those which are punched at the desired hole fall away from the rod.

*Dr. Neumann* expounds the programme of the seismological work of the U.S. Coast and Geodetic Survey :

About 35 foreign stations send data to U.S.C.G.S. and receive epicenter cards in exchange. We get 1000 messages a month. They are not duplicating efforts of the Bureau of Strasbourg but supplementing them.

M. *Peterschmitt* demande pourquoi le code international de transmission des télégrammes séismiques n'est pas utilisé par l'U.S.C.G.S. Ce code international, qui permet la codification de nombreuses phases, est employé pour transmissions par télétype entre De Bilt, Uccle et Strasbourg.

*Dr. Neumann :* We only require the early P phases and the international code is too cumbersome.

Afin d'aider le service séismologique du Coast and Geodetic Survey à poursuivre sa tâche le *Président Stoneley* propose que l'Assemblée vote une résolution en ce sens. (Voir plus loin p. 127 le texte de cette résolution.)

A la fin de la séance le *Professeur Gutenberg* présente la reproduction des enregistrements d'une série d'explosions ayant le même foyer : Les inscriptions obtenues sont parfaitement concordantes.

La séance est levée à 17 heures.

---

## *QUATRIÈME SÉANCE*

---

### VENDREDI 24 AOÛT 1951 (matin)

*Programme*

11. — Election du Bureau et du Comité Exécutif.

12. — Communications scientifiques.

   *1.* — *Mlle N. Pinar :* Les Régions sismiques de l'Anatolie Occidentale (Turquie).

   *2.* — *E. Lahn :* Les Zones séismogéniques de l'Anatolie Orientale (Turquie).

   *3.* — *N. Shalem :* La Séismicité au Levant.

   *4.* — *M. R. Madwar Bay* et *Azzouz Ismail :* Sur une zone séismique autour du Caire.

5. — *R. P. Ramirez :* El gran Terremoto Ecuatoriano de Pelileo, Agosto 5-1949.

6. — *E. Vesanen et J. Jones :* On Seismicity in the State of Washington.

7. — *J. Rodriguez-Navarro de Fuentes et J. Bonelli Rubio :* El Terremoto de Gergal de 1 de Julio 1950.

8. — *R. P. Romana :* Sur la Distribution saisonnière des Tremblements de Terre.

La séance est ouverte à 9 h. 50 sous la présidence du *Dr Stoneley.*

## 11. Election du Bureau et du Comité Exécutif

Le *Président Stoneley* informe l'Assemblée que conformément aux statuts le Président et les Vice-Présidents ne sont pas rééligibles. Il propose le *Professeur Gutenberg* comme nouveau président.

Il en est ainsi décidé à l'unanimité.

Le *Professeur Gutenberg* demande que le *Professeur Rothé* continue à occuper le poste de Secrétaire Général. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Les noms du Professeur Jeffreys et de Madame Labrouste sont proposés pour les postes de Vice-Présidents ; Madame Labrouste demande qu'on vote pour le Professeur Caloi.

MM. *Jeffreys* et *Caloi* sont élus Vice-Présidents.

Après un échange de vues *Mlle Lehmann,* MM. *Bonelli, Hiller, Nanda, Tsuboi* sont élus à l'unanimité Membres du Comité Exécutif.

## 12. Communications scientifiques :

1. — *Mlle N. Pinar* présente sa communication :

Les régions séismiques de l'Anatolie occidentale se répartissent en deux bassins : celui de la mer de Marmara et celui de la mer Egée. Elles correspondent à des dépressions tectoniques ; leurs lignes épicentrales coïncident avec les lignes majeures longitudinales de dislocation. Ce sont, en allant du Nord au Sud :

*Bassin de la Marmara :*

1) golfe d'Izmit. La ligne de dislocation passe par le golfe de Saros (fosses nord-égéennes), les 3 fosses de la Marmara ; elle se prolonge à l'Est par les dépressions du lac de Sabanca,

d'Adapazar, de Düzce, de Bolu ; puis par la ligne sismogénique de l'Anatolie septentrionale jusqu'à Erzincan et au delà.

2) golfe de Gemlik, lac d'Iznik.

3) dépression des lacs de Manyas et d'Apolyont, des plaines de Bursa et d'Yenisehir.

*Bassin de l'Egée :*

4) golfe d'Edremit ; 5) vallée du Bakirçay ; 6) vallée du Gedizçay, en relation avec la dépression nord-sud de la plaine d'Akhisar ; 7) vallée du Küçük Menderes, en relation avec la dépression nord-sud de la plaine de Cumaovasi ; 8) vallée du Büyük Menderes ; 9) golfe de Mandalya ; 10) golfe de Kerme.

Les régions du bassin de la Marmara sont des synclinaux faillés ; celles de l'Egée, des dépressions faillées. Les unes et les autres sont en général limitées par des formations à noyaux paléozoïques qui sont des anticlinaux, des plis de fond ou de véritables massifs.

Les éléments tectoniques ont été actifs (orogenèse) tout au long des périodes géologiques. Mais depuis la fin du Néogène la tendance générale est au soulèvement (épirogenèse). Le soulèvement est attesté par l'altitude actuelle du néogène lacustre déposé au niveau marin et par les terrasses quaternaires que nous distribuons en sept niveaux. Il se continue de nos jours et se manifeste par ces brusques ruptures d'équilibre entre compartiments au contact faillé que sont les séismes.

Le texte complet de la communication de Mlle Pinar est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule No 18.*

2. — Le *Dr. E. Lahn* étudie les zones séismiques de l'Anatolie Orientale ; aucun travail d'ensemble n'a été fait jusqu'à présent sur cette région où les zones séismiques suivantes ont été reconnues :

Le prolongement Est de la zone sismique nord-anatolienne est constitué par une série de fossés tectoniques remplis de terrains oligocènes, néogènes et quaternaires recouverts, en partie, de laves jeunes. Cette zone traverse, en direction W-E, la partie Nord de l'Anatolie Orientale. Quoique resté relativement tranquille pendant les dernières années, ce prolongement de la zone nord-anatolienne a été la scène de grandes catastrophes sismiques au cours des siècles passés.

La zone sismique de l'Anatolie Sud-Est comprend, du SW au NE, le fossé d'Antakya (prolongement septentrional du Fossé Syrien), les bassins de Maras et de Malatya, le fossé de Mus et la dépression du Van Gölü avec ses embranchements. Ces cuvettes sont caractérisées par la présence de failles affectant encore des dépôts du Néogène supérieur et du Quater-

naire, ainsi que par des venues volcaniques post-néogènes. Depuis les temps les plus reculés, des catastrophes sismiques sont fréquentes dans cette zone.

Entre ces zones principales se trouvent un nombre de régions sismiques secondaires liées à des systèmes de dislocations locaux et déclenchées, soit indépendamment, soit simultanément avec la voisine zone principale (zones de Karliova-Kigi, de Varto, de Hinis, de Tekman, de Aras, de Malazgirt et de Dogu Bayazit). Une autre zone secondaire suit la côte de la Mer Noire entre Samsun à l'W et Rize à l'E.

Toutes ces zones sont étroitement liées aux accidents tectoniques cratogéniques suivant, plus ou moins, les axes des plis orogéniques alpins (le fossé d'Antakya excepté).

Les plis alpins de l'Anatolie Orientale sont coincés entre le Bloc Arabe au S (poussant ici loin vers le N) et le massif de l'avant-pays septentrional (submergé par la Mer Noire, excepté les « masses rigides » de la Transcaucasie), ce qui a donné naissance aux nombreux accidents cratogéniques de la région et, par conséquent, aux lignes sismogéniques de cette partie de l'Anatolie.

Le texte complet de la communication du Dr E. Lahn est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule No 18.*

Les deux communications précédentes font l'objet d'une discussion commune.

*Professor Gutenberg :* I had the pleasure of visiting Turkey and proposed the installation of four stations. There is one at Istanbul and I have proposed each of the stations to have a Grenet Short-Period Vertical Seismograph. The other three may be in the area north of the northern fault (north of Ankara), one in the East of Turkey near the Earthquake belts and one in the South-West to get triangulation.

Le *Professeur Rothé* évoque l'analogie des grandes lignes séismiques anatoliennes avec celles de Californie et souligne l'intérêt de la mise en évidence de la Zone Sud de dislocation qui est le prolongement du Rift africain. Il serait important d'étudier le sens des premiers mouvements : compressions ou dilatations ; la détermination exacte des épicentres grâce au nouveau réseau de stations sera précieuse pour savoir si les foyers se trouvent dans les fossés ou sur leurs bords.

*Professor Gutenberg :* I should have said the project is aided by U.N.E.S.C.O. and I hope they will provide further stations. The fault indications are similar to California, but on a smaller scale.

*Dr. Marcus Bath :* The question regarding direction of motion along the faults (whether strike-slip or dip-slip) in

Turkey is raised. Uppsala and Kew record generally dilatation for earthquakes in Europe and northern Turkey. For the rest of Turkey the distribution of compressions and dilatations is more complicated.

*Dr. E. Lahn :* Our work is only really beginning. A Fault of 60 or 70 kms was opened by a quake about 40 years.

*Dr. M. Bath :* Does the Northern part move Eastward or Westward ?

*Mlle N. Pinar :* The Northern Part moves westwards.

*Dr. P. Byerly :* Is there any Geodetic work, triangulation ? In U.S.A. the drift is continuing at a rate of 20 feet in 100 years.

*Dr. F. Neumann* suggested that in view of the frequency and distructiveness of great earthquakes in eastern Turkey an effort be made to install strong motion seismographs that would give scientific information on the magnitude of the ground motions.

Such information is now being used successfully in engineering research directed toward the design of safe buildings in earthquake areas, but there is still a lack of instrumental records registering highly destructive earthquake intensities. Eastern Turkey would be an excellent area in which to obtain such data.

*Dr. Stoneley :* In thanking Melle. Pinar and Dr. Lahn may I express the hope that there will be co-operation between seismic and gravimetric work.

3. — Le *Docteur N. Shalem* évoque la séismicité du Levant, région située à l'extrémité nord des Rifts africains. Ce travail vient compléter les deux communications précédentes.

L'examen macroséismique montre que les foyers des grands séismes se trouvent dans certaines sections de la vallée du Jourdain et dans la Méditerranée, au voisinage de la côte levantine. Le nombre des chocs ayant atteint l'intensité VI est de 0,7 par an ; l'indice de séismicité est de 12 à 24.

En revoyant soigneusement toutes les données séismiques de l'époque historique, l'auteur pense que l'activité séismique au Levant a toujours été relativement homogène. Dans les 20 derniers siècles il n'y a eu sans doute que 40 séismes véritablement désastreux. Des 127 séismes violents (à partir du VIIIe degré) signalés depuis 2000 ans, 63 se sont succédé à des intervalles de 0—10 ans ; tandis que seulement pour 33 d'entre eux les intervalles étaient de 10 à 20 ans. Leur nombre diminue à mesure que les intervalles augmentent.

Certaines zones sont particulièrement séismiques : la vallée du Jourdain, le Ghab et la côte ; la montagne de

Samarie et la Galilée se caractérisent par une séismicité modérée ; au contraire certaines régions du Negeb, la montagne de Judée, le Saron, la vallée d'Esdrelon sont aséismiques.

Les dégâts relativement considérables dans les villes côtières sont dûs en partie à des « tsunamis » parfois très violents. La formation du karst dépend de l'activité séismique et du degré de morcellement de la région. Les forts séismes provoquent souvent des perturbations dans l'appareil karstique souterrain.

Le texte complet de la communication de M. Shalem a été publié dans le *Bulletin of the Research Council of Israel* (N° 5, Mai 1952).

Le *Docteur Wanner* fait remarquer que, comme l'auteur l'a dit lui-même, la statistique n'est pas homogène, beaucoup de renseignements datant par exemple de la période des Croisades, Les lois statistiques ne peuvent donc pas s'appliquer.

Le *Docteur Shalem* répond qu'il n'a pas eu en vue un travail mathématique et qu'il a considéré à part les grandes secousses.

*Dr. Stoneley :* I welcome the setting up of stations in the Levant. Some 20 years ago I investigated quakes in Greece, there were not enough stations to work from.

Dr. Gutenberg : Israël has asked for 3 stations from U.N.E.S.C.O. and has been granted 2 long-period and short-period Benioff vertical seismographs. Deep quakes in East Mediterranean are felt in Levant, Egypt and Turkey.

*Professeur Jeffreys :* In finding epicentres for this region we had to rely on Ksara and Helwan. If the readings from one were missing, nothing could be done.

Le *Professeur Rothé* mentionne l'important séisme du 3 janvier 1951 (32° 4 N, 33° 4 E) et rappelle combien la structure de l'Est de la Méditerranée est difficile à comprendre ; la détermination précise des épicentres doit aider à expliquer cette structure.

*4.* — Le Secrétaire Général présente un résumé de la communication du *Dr. M.R. Madwar Bey,* retenu à une séance d'une autre Association.

Dans l'intervalle de 1922 à 1950, sur les quelques 330 séismes proches qui ont été enregistrés par les séismographes à Helwan, et dont 34 séismes ont été ressentis en Egypte plus ou moins fortement, 68 séismes sont d'origine indiscutablement égyptienne.

Les observations macroséismiques font malheureusement presque complètement défaut : parmi ces 68 séismes 11 seulement ont éte ressentis dans une région habitée, 5 d'entre eux correspondent à une zone épicentrale à 60 km. environ de l'Observatoire d'Helwan. On peut conclure qu'il y a au Nord du Caire une zone séismique dirigée d'Est en Ouest s'étendant à travers la vallée du Nil jusqu'aux sédiments calcaires du Moukattam. Le séisme qui causa au Caire quelques dégâts le 7 août 1847 était originaire de cette région.

Le texte complet de la communication du Dr. Madwar Bey est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

5. — Le Secrétaire Général présente une communication du *R. P. Ramirez,* consacrée au grand séisme de Pelileo (Equateur) du 5 août 1949.

Des photographies particulièrement caractéristiques et une carte isoséiste et géologique accompagnent ce mémoire qui a déjà fait l'objet d'une publication dans *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Fisicas, Exactas y Naturales* (Vol. VIII, N° 21, noviembre 1950, Bogota, pp. 129—139).

*Mlle Pinar* constatant le soin avec lequel les isoséistes du séisme de Pelileo ont pu être tracées demande comment l'échelle macroséismique en usage pourrait être adaptée à l'étude des séismes d'Anatolie.

Le *Secrétaire Général* répond qu'il conviendrait de faire une étude systématique en utilisant des accélérographes qui permettraient de déduire les accélérations. Ces accélérations entraînant des dégâts déterminés sur des constructions de différents types pourraient alors être comparées aux accélérations équivalentes aux degrés de l'échelle internationale.

6. — *Le Dr. M. Bath* donne lecture du mémoire de MM. *E. Vesanen* et *J. Jones.*

The seismicity of the Northwestern United States is very poorly known due to lack of accurate instrumental data.

As a result of this lack the most important source of material for investigations of the seismicity of the Pacific Northwest has been macroseismic observations. Macroseismic observations over the first half of the century reveal that most earthquakes in the state occur in the Puget Basin Region with the major shocks in the Tacoma-Olympia area. South of Olympia the seismic activity apparently dies out almost completely.

From the 1949 and 1950 records and the macroseismic data we have been able to draw the following general conclusions about the region.

(1) The major shocks occur in the southern end of the Puget Basin which seems to be a continuation of the fault systems paralleling the coast south from Alaska toward Vancouver Island.

(2) Seismic activity in the Puget Basin dies out just south of Olympia.

(3) The type seismogram of the Vancouver Island shocks differs markedly from the Oregon Coastal shocks, i. e., the two seismic areas are different type zones. Note also that there is an aseismic area between the two zones.

(4) Some of the shocks in the Puget Basin are slightly deeper than normal.

(5) There seems to be two other active minor earthquake zones in the region also ; one extending generally northwest-southeast from Everett toward Wenatchee and one parallel to the first extending from North Bend toward Ellensberg. This conforms quite well with the surface geology of the Cascade Mountain range.

*Dr. M. Bath :* Puget Basin area has some shocks slightly deeper than normal. Do the records at Pasadena confirm this ?

*Prof. Gutenberg :* We have not very much information, but definitely there are some, say 70 km. deep.

*Dr. F. Neumann :* It is interesting that the deeper shocks were felt intensely over so wide an area.

7. — M. *J. Bonelli* présente et distribue aux Membres de l'Association un fascicule de 33 pages publié en 1951 par « l'Instituto Geografico y Catastral » de Madrid et intitulé « El Terremcto de Gergal de 1 de Julio 1950 », dont les auteurs sont MM. *J. Rodriguez-Navarro de Fuentes* et *J. Bonelli.* Ce mémoire est accompagné d'une carte isoséiste et géologique.

8. — Le *R. P. Romana* présente sa communication : Sur la Distribution saisonnière des Tremblements de Terre.

En partant de 11149 tremblements de terre enregistrés de 1913 à 1939, on examine si leur distribution géographique et saisonnière confirme la théorie du P. Rodés (Influencia del Sol en la frequencia de los terremotos, « Boletin del Observatorio del Ebro », Apéndice al vol. XXV), qui tâche d'expliquer la période annuelle des séismes par une sorte de *trigger-effect* thermique du Soleil qui chauffe davantage pendant l'été de l'hémisphère Nord la partie du Globe la plus riche en continents. Les différentes analyses mènent à la conclusion qu'il n'y a pas pour le moment d'arguments décisifs pour ou contre la réalité d'une action de cette sorte. Il faut pourtant signaler l'existence de toute une série d'indices qui favoriseraient plutôt le point de vue du P. Rodés.

Le travail en entier paraîtra sous le titre « Sobre la posible explicacion térmica del periodo anual en la frequencia de los terremotos » dans le volume préparé par l'Institut de Coimbra pour fêter le centenaire de sa fondation.

*Dr. Stoneley :* It is more satisfactory to have a negative result which is definite, than something indefinite.

*Rev. Dr. Ingram :* I would like to ask Dr. Gutenberg if it is true that Mr. Nordquist did a similar work in Pasadena and found a random distribution.

*Prof. Gutenberg :* Yes.

La séance est levée à 12 h. 45 m.

---

## *CINQUIÈME SÉANCE*

VENDREDI 24 AOÛT 1951 (après-midi)

*Programme*

12. — Communications scientifiques (suite).

*9. — Ch. Charlier :* La séismicité de la Belgique.

13. — Visite de la station séismologique d'Uccle.

Les Membres de l'Association de Séismologie se réunissent à 15 heures à l'Observatoire Royal de Belgique, à Uccle.

## 12. Communications scientifiques (suite)

*9.* — Après que le *Major Stevens* ait présenté devant un nombreux auditoire la carte structurale du Hainaut et indiqué les caractères morphologiques de la Vallée séismique de la Haine (1), le *Professeur Charlier* esquisse

(1) Sous la conduite de MM. *Charlier, Jones et Stevens,* un groupe de Membres de l'Association a visité le dimanche 26 août le bassin de Mons et la Vallée de la Haine, en particulier la région épicentrale de Havré ; les participants ont pu constater à Hautrage un phénomène contemporain d'affaissement et ont pu étudier les remarquables captures du réseau hydrographique de la haute Vallée de la Haine dans la région d'Anderlues. Au charbonnage de Mariemont, les Membres de l'Association ont été très cordialement reçus par l'Association charbonnière du Bassin du Centre.

les grands traits de la séismicité de la Belgique. Il considère la répartition générale des aires pléistoséistes et les caractères propres aux différentes régions séismiques belges, dont il donne une description géologique sommaire ; il compare les résultats obtenus en séismologie et les données récentes d'autres disciplines de la Géophysique : gravimétrie, altimétrie, magnétisme terrestre.

M. Charlier recherche ensuite l'influence des facteurs géologiques sur le tracé des isoséistes ; en particulier, après avoir mis en évidence les influences paradoxales des grands bassins houillers sur la répartition de l'énergie à la surface, le conférencier reprend une hypothèse récente « l'effet d'écran du Houiller » *(Bull. Acad. Roy. de Belgique,* 5e série, tome XXXVII, séance du 7 juillet 1951, pp. 640—649) qui permet de résoudre la *contradiction apparente* que l'on constate lors d'un examen superficiel de la carte générale des isoséistes.

En s'appuyant sur de nombreuses cartes et graphiques, M. Charlier achève son exposé par un essai d'interprétation géologique et la recherche des causes des séismes de Belgique. Le texte de cette conférence a fait l'objet d'une publication de l'Observatoire Royal de Belgique (Ch. Charlier, Etude systématique des tremblements de terre belges récents (1900—1950), IVe partie: la Séismicité de la Belgique, *Publ. du Service séismologique et gravimétrique,* série S, No 10, Bruxelles 1951, 60 pages, 5 planches).

La conférence de M. Charlier a été suivie de la présentation d'une note concernant la constitution probable de l'écorce terrestre en Belgique, note rédigée et présentée par *Ch. Charlier* et *L. Jones* et destinée à être insérée dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule No 18.*

## 13. Visite de la Station séismologique d'Uccle

M. le *Professeur Ch. Charlier* et son collaborateur M. *J. Van Gils,* dirigent la visite de la Station séismologique, dont la modernisation est en voie d'achèvement.

L'équipement instrumental présenté aux Membres de l'Association comprend :

Trois séismographes verticaux à courte période (un appareil Grenet, un appareil Sprengnether et un appareil à très courte période, à caractéristique non linéaire, type CD, construit dans les ateliers de l'Observatoire).

Un séismographe électromagnétique à composante verticle (type Wilip-Somville) et deux séismographes horizontaux Galitzine.

Deux séismographes horizontaux Sprengnether (type H).

Un séismographe vertical Wiechert (1300 kg.), et un séismographe horizontal Wiechert à deux composantes.

Les anciens enregistreurs Galitzine seront remplacés par quatre enregistreurs triples d'Aes et Truens à télécontrôle, par quatre enregistreurs potentiométriques, électroniques Honeywell-Brown, modifiés suivant les instructions de M. Charlier, et par deux potentiomètres électroniques x, y qui fourniront directement l'analyse et l'intégration des mouvements du sol à la station.

Une cabine de télécontrôle et de télécommande construite par les ateliers Honeywell-Brown a été installée dans le bureau du chef de service, dans le bâtiment central de l'Observatoire. Cette cabine comporte les enregistreurs potentiométriques.

La visite par groupes est terminée vers 16 h. 30.

---

## *SIXIÈME SÉANCE*

---

LUNDI 27 AOÛT 1951 (matin)

*Programme*

12 — Communications scientifiques (suite)

*10.* — *M. Ewing* and *Fr. Press :* Propagation of Earth Waves along Oceanic Paths.

*11.* — *Marcus Bath :* Initial Motion of the First Longitudinal Earthquake Wave recorded at Pasadena and Huancayo.

*12.* — *R. Stoneley :* The Propagation of Elastic Waves in an Anisotropic Earth.

*13.* — *J. N. Nanda :* Determination of Average crustal characteristics from Reverberation of Seismic Waves.

*14.* — *D. V. Anderson* and *T. D. Northwood :* Model Seismology.

*15.* — *F. Gassmann :* Sur des Mouvements vibratoires dans les milieux non compacts et dans des milieux amortissants.

La séance est ouverte à 9 h. 20 sous la présidence du Dr. Stoneley.

## 12. Communications scientifiques (suite)

*10.* — *Professor Ewing* discusses the influence of the Ocean on the propagation of earthquake waves. Recent observations on the dispersion of Rayleigh Waves across oceanic paths are used to infer the nature of the earth's crust beneath the oceans. New data on the propagation of short period waves (T Phase) through the ocean are presented.

Le texte complet de la communication du Prof. Ewing et du Dr. Fr. Press est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule No 18.*

Le *Professeur Coulomb* présente quelques remarques :

1) J'ai observé des ondes de Love du 2ème mode dans le même séisme de l'île de la Reine Charlotte (1949) pour lequel le Prof. Ewing a trouvé des ondes de Rayleigh du 2ème mode. Cette coïncidence pourrait être liée à la nature du fond du Pacifique.

2) Les arguments que vient de présenter le Prof. Ewing semblent démontrer de façon convaincante que la vitesse de propagation du maximum d'amplitude dans la phase T en haute mer est bien la vitesse du son dans l'eau. Il reste à comprendre comment les ébranlements pourraient entrer et sortir du « Sofar Channel ». (Certaines des secousses enregistrées à la Martinique ont pratiquement toute leur trajectoire sous-marine à un niveau inférieur à celui du « Channel » ; elles vont pourtant plus vite que le son.)

A la demande de M. Rothé, quelques enregistrements d'ondes T à la Martinique sont projetés. M. Coulomb présente une carte de M. *Molard,* montrant que la grande majorité des secousses provenant du pourtour de la mer des Antilles donnent des ondes T à la Martinique ; les mêmes en donnent fréquemment aux Etats-Unis.

*Dr. Byerly :* We record at the San Francisco Bay Stations strong T phases from earthquakes with foci under Mauna Loa, a volcano in Hawaii. Often there are no earthwaves recorded. These T Waves are not recorded in southern California. This difference is no doubt due to the broadside approach to a steep continental shelf in the San Francisco Bay Region. Dr. Eversden has found that Rayleigh waves approaching Berkeley from the West have their horizontal component of vibration along the epicenter-station great circle arc but that many of the Rayleigh waves from South American shocks have been refracted into the Pacific and approach from the South-West.

*Prof. Gutenberg :* At Pasadena, records of a vectorial horizontal combination of seismographs (recording the hori-

zontal motion on a film standing still for about 1 minute during each exposure) show clear differences between records connected with transpacific paths and those with continental or mixed paths, regardless of azimuth. In the first case, the surface waves begin with a few Love-waves with decreasing periods, followed by clear Rayleigh waves for an hour or more. In the latter case, Love and Rayleigh waves are superposed as long as the records were taken.

*Prof. Bullard :* If the T phase travels in the « Sofar Channel » it will have a mini-max path. If the beginning of the pulse is read, as it is by Leet, too high a velocity will be obtained. To get a significant velocity it would be necessary to read some point near the maximum as is done by Ewing.

*Prof. Ewing:* I think it is a good statement of the case. In fact, by increasing the gain on the « Sofar hydrophone » it is possible to move the beginning of T right back to P.

*11.* — *Marcus Bath* has studied the compression and dilatation of P waves for Pasadena and Huancayo.

Among the results, given in a series of maps, may be mentioned that for the Aleutians the shallow shocks give dilatation and the intermediate shocks compression at Pasadena, probably indicationg a larger dip-angle of the fault plane for the intermediate than for the shallow shocks. The distribution of compression and dilatation for all earthquakes along the Pacific from Alaska to Central America indicates a southward motion of the continent relative to the Pacific. For South America as well as for the west to the southwest side of the Pacific Ocean the distributions of compression and dilatation are complicated but nevertheless show quite definite regularities. For earthquakes well within an area of either compression or dilatation we get a clear first motion of P, whereas for earthquakes within mixed areas and for earthquakes on or in the vicinity of boundary lines between areas of compression and dilatation this is often not the case. It is suggested that similar data be compiled for a large number of seismic stations, after which the results could be brought together to give more definite information about the tectonics of the earthquake regions.

The complete text of this paper is intended for publication in the *Bulletin of the Seismological Society of America.*

*Dr. W. Hiller :* May I ask you if you have made a difference between strong and weak earthquakes? In the case of weak earthquakes it is sometimes very difficult to say exactly, if one has a compression or a dilatation.

*Dr. M. Bath :* Compression and dilatation were found to be independent of magnitude.

*Prof. Tsuboi :* If a seismological station happens to lie very near the nodal lines of shocks, it is quite probable that a slight change in the direction of nodal lines may produce a change in the direction of the first motion of shocks at that station, though the mecanisms at the origins do not differ much.

*Dr. M. Bath :* Indefinite beginnings are found for earthquakes on nodal lines.

*Dr. Nanda :* Can a fault near the Observatory change a compression to a dilatation ?

*Dr. M. Bath :* I think not.

*R. Father Ingram :* It is connected with the plane of the fault.

*Dr. M. Bath :* Yes, the character of P waves depends both on the orientation of the fault planes and the direction of motion along them.

MM. *Baxter, Neumann, Stoneley, Tatel* demandent à M. Bath des précisions sur la façon de déterminer les compressions et dilatations.

M. *Rothé* rappelle le nom d'un des pionniers de cette étude, le séismologue belge C. Somville.

*Dr. M. Bath :* Data on compressions and dilatations have been given from a few stations : at Rome by Filippo and Marcelli, at Zi-ka-Wei by Gherzi, in addition to Uccle by Somville.

*12.* — *Dr. Stoneley* presents his paper « The Propagation of Elastic Waves in an Anisotropic Earth ».

It has been noted independently by Neumann, Byerly and Miss Lehmann that in earthquake records at epicentral distances from about 15° to 90° the S phase arrives at first as SH, and changes some 10 to 14 seconds later to SV. Prof. Byerly suggests that this may be due to double refraction in an anisotropic medium. Such anisotropy might arise in the course of magnetic differentiation through crystals taking up a preferred orientation ; the work of W. A. Wooster on quartz indicates the possibility that anisotropy induced by strain might become in part permanent. At all events, an examination of the seismological consequences is desirable, and for this purpose a relatively simple type of anisotropy has been investigated, in which the vertical is taken as an axis of symmetry, while the properties in all horizontal directions are equivalent to one another. This is the so-called « transverse isotropy » and is exemplified by the hexagonal system.

The classical theory shows that in an anisotropic medium three different velocities of propagation correspond to any assigned direction. There is not the sharp differentiation into purely compressional and purely distortional waves as with isotropic media, but for media only slightly anisotropic it will serve to use a seismological terminology. In such cases the SH and SV waves will travel with *different* velocities for any *assigned* direction of propagation, while the velocity of either depends on this direction.

The existence of anisotropy would modify the interpretation of seismic records in various ways.

(1) A distinction would arise between SH and SV arrivals, including those corresponding to waves that have suffered reflexions or refractions at discontinuities.

(2) The variation of P and S velocity with direction would modify the interpretation of records of near earthquakes or of seismic explorations.

(3) A corresponding complication enters into the analysis of travel-time curves.

(4) It can be shown that surface waves, similar to Rayleigh waves, can exist ; the rate of decline of amplitude with depth, however, may be considerably different.

(5) If the outer part of the Mantle resembles, say, beryl (hexagonal) in elastic properties, the difference in the time of transit of SH and SV would demand an anisotropic layer some 400 km. thick. The existence of such a layer is unlikely.

The contents of the communication presented by Dr. R. Stoneley at Brussels are published in the two papers : 1o The Seismological Implications of Aerotropy in Continental Structure, *Monthly Notices, Royal Astronomical Soc.*, Vol. 5 (1949), pp. 343—354 ; 2o Polarisation of the S-phase of Seismograms, *Annali di Geofisica,* Vol. 4 (1951), pp. 3-8.

*Mlle Lehmann :* I cannot maintain that SH always arrived earlier than SV. I find that at distances around 20o there is a very strong SV arriving at the same time as SH. It was in a study of a particular earthquake and in a small range of distance that I observed an SH which preceded SV on several records.

*Prof. Bullard :* It would be possible to detect anisotropy by comparing the times of arrival of PcP with those calculated from the P time table. The waves used for the latter travel predominantly horizontally and for the former almost vertically.

Anisotropy in sediments can be detected by comparing the times of travel of P from shots in bore holes with the times for horizontal travel.

*Prof. Gutenberg :* Dr. Ergin has found that in PcP a small S-phase is superimposed on the main phase after a few seconds, and similarly a small P-phase on the early part of ScS. This is probably a consequence of refraction in the surface layers.

*Prof. Dix asked :* Does anisotropy of beryl lead to distinctly different P wave velocities in different directions? He remarked that seismic refraction velocity (P) measurements in the igneous (granitic) basement in the Monogas Basin in Venezuela gives north-south velocities of about 5.7 km./sec. and east-west velocities of about 6.3 km./sec. The lack of isotropy is thus not small but is perhaps far from representative.

He also asked whether departures from isotropy will allow Stoneley waves to exist over a wider range of values of « normal rigidity » moduli ? The point is that for the case of isotropy only a very small difference of rigidities can be allowed. Anisotropy might lead to an extinction of the range of existence or to its extension.

*Dr. Slichter :* What approximately would be the difference of P in vertical and in horizontal ?

*Dr. Stoneley :* Dr. Bullard pointed out that anisotropy might show up in a contradiction in the travel times of P and PcP.

In answer to the question of Prof. C. H. Dix it would be mathematically straightforward to calculate the velocity of propagation of waves of Rayleigh type at the interface between two « transversely isotropic » materials. In answer to Prof. Slichter's question, using the elastic constants of beryl the velocity of a wave of SH type increases steadily with inclination $\theta$ to the vertical, whereas the velocity of SV increases with $\theta$ up to about 40° and then diminishes, attaining at $\theta = 90°$ the value corresponding to $\theta = 0°$.

*Prof. Gassmann :* In my paper N° 15, (see further on) I have stated another example of a medium of tranverse isotropy, i. e. a hexagonal close packing of equal spheres, a simple model of a loose material like gravel or sand, dry or filled with water.

Though the 5 elastic constants can not be chosen arbitrarily in this case, the results of the calculations were in good agreement with experience so far it could be obtained.

*Dr. Willmore :* Observations of SV and SH in the western Transvaal showed differences which did not exceed 1 % of the total travel times.

13. — *Dr. Nanda* expose sa communication « Determination of Average Crustal characteristics from Reverberation of Seismic Waves ».

Direct seismic impulse near an explosion should be extremely shortlived, but a record obtained there shows signal for over a minute due to phenomena of reverberation. At longer distances the seismic impulse is spread out on time scale due to both dispersion and reverberation. Reflections and refractions from layers also contribute.

A complete theory of reverberation involving multiple scattering in a complex crust has not been worked out, but some conclusions can be derived on the basis of simple assumptions from an analysis of reverberation records near explosion points. If we assume that the velocity increases with depth and single scattering alone is important, we can derive expressions for the decay of reverberation intensity for the P and S waves with and without conversion from points beneath the surface of the earth as well as at the surface. The various expressions are similar in nature and, for a relatively large time interval after the explosion, it is sufficient to treat the problem as single scattering of P waves when they meet the surface of the earth. On this basis we expect the reverberation to decay logarithmically. From the decay constant the average increase of velocity with depth can be calculated. Any possible reverberation intensity due to surface waves should decay much slower and since the observed decay is logarithmic, surface waves do not seem to play an important part in reverberation.

It is also observed that a single decay constant cannot satisfy the whole decay curve. This demonstrates that the crust does not have a uniform increase of velocity down to considerable depths. The high rate of increase of velocity in the sediments has been determined roughly from the decay curve which is obtained for the first few seconds after an explosion at Solomon Islands off the Eastern seaboard of the United States. The analysis of the decay curve indicates that the velocity increases by 0,7 km/sec per km of depth in the upper loose sediments. The average increase of velocity with depth has been calculated for different regions of the United States from reverberation records. This is found to be ranging from 0.07 to 0.11 km/sec per km. The large magnitude of the depth to which this increase seems to hold is erroneous since on the simple theory no account has been taken of the sudden increase of velocity at the Mohorovicic discontinuity.

The reverberation record is, however, capable of giving the average depth of the Mohorovicic discontinuity. It has been demonstrated by Tatel, Tuve and Adams in other experiments that large coherent amplitudes are received at about

80 to 110 km distance due to reflection from the Mohorovicic discontinuity. These large amplitudes should have influence on the reverberation record after double the time it takes to observe them at a distant point. There is an indication of such a sudden increase in reverberation intensity near the shot at about 32 seconds after explosion at Solomon Islands. From this we learn that the reflected intensity from the Mohorovicic discontinuity takes about 16 seconds to reach the surface of the earth, and, from a suitable picture of the earth's crust regarding uniform increase of velocity with depth and a sharp increase at the discontinuity, its depth can be calculated. More observations are being taken to test this method.

Recently, a seismic recorder with rectified output has been devised. This eliminates laborious integration of seismic records for the study of reverberation. The decay curves are directly recorded. In case the Mohorovicic discontinuity is deep and the rate of increase of velocity low, the decay curve is less steep ; otherwise, the decay is more rapid.

Further work on observing reverberation at various localities is in progress. Theory is also being improved to include the sudden rise in velocity at the Mohorovicic discontinuity.

Le texte complet de la communication du Dr. Nanda doit être publié en langue anglaise dans « *Journal of Geophysical Research, U.S.A.* ».

*14.* — Le Docteur *Garland* présente la communication de MM. *D. V. Anderson* et *T. D. Northwood :* « Model Seismology ».

La solution des problèmes de la séismologie est généralement entravée par la présence de nombreux facteurs extérieurs. Pour chaque série d'observations il faut, dès le départ, tenir compte des inconnues telles que le temps, l'emplacement et le caractère de l'origine du séisme, ainsi que la nature du milieu propagateur. Le mémoire de MM. D. V. Anderson et T. D. Northwood décrit les méthodes expérimentales pour traiter les problèmes de la séismologie au moyen des modèles réduits et des impulsions ultrasoniques. De cette façon il est possible de surveiller toutes les variables d'un problème donné.

Deux expériences sont décrites pour illustrer la méthode. La première est la vérification de la manière dont Lamb traite les ébranlements propagés sur la surface libre d'un solide isotrope. La seconde est l'étude du changement qu'éprouve la forme d'une impulsion lorsqu'elle est réfléchie suivant le parcours maximum ou minimum. Une solution théorique approchée de ce dernier problème est aussi décrite.

Les Professeurs *Bullard* et *Ewing* prennent part à la discussion.

*15.* — Le Professeur *Gassmann* présente sa communication intitulée : « Sur des mouvements vibratoires dans des milieux non compacts et dans des milieux amortissants. »

a) Milieux poreux : Soit un « système poreux », composé d'un corps solide poreux, les pores étant connexes et remplis d'une matière liquide ou gazeuse. La matière solide étant supposée isotrope, le système peut se comporter comme un corps isotrope ou anisotrope suivant la forme des pores. Si le système se déforme sous l'action de forces, on est amené à distinguer deux cas extrêmes. Dans le premier cas le contenu des pores peut circuler à travers la surface, le système est dit « ouvert ». Les constantes d'élasticité du système ouvert ne dépendent que de la phase solide. Dans le second cas, une circulation du contenu des pores n'est pas possible, le système est dit « fermé » et ses constantes d'élasticité peuvent être calculées si l'on connaît les constantes du système ouvert et de la compressibilité du contenu des pores. Si des ondes élastiques se propagent dans l'intérieur d'un système poreux, celui-ci se comporte comme un système fermé.

b) Milieu incohérent : Si l'on considère la propagation d'ondes élastiques dans un milieu incohérent, par ex. du sable ou du gravier sec ou rempli d'un liquide, on peut appliquer la théorie des systèmes poreux. Pour un modèle simple, consistant en la répartition hexagonale la plus dense de sphères élastiques égales entre elles, on peut calculer les constantes élastiques du système à l'aide de la théorie de Hertz.

c) Milieu amortissant : Pour un milieu élastique isotrope non amortissant, la loi de Hooke peut s'écrire sous la forme (1) $P = 3\,k\,\delta$ ; $T = 2\,\mu\,D$; $P =$ tension moyenne; $\delta =$ dilatation linéaire moyenne ; $k =$ module de compression ; $T =$ déviateur des tensions ; $D =$ déviateur des déformations ; $\mu =$ constante de Lamé.

Pour tenir compte des effets d'amortissement, on peut modifier la loi de Hooke de différentes manières. Quelques-unes de ces modifications sont des cas spéciaux de la généralisation suivante :

$$(2)\quad L_1\,(P) = L_2\,(\delta)$$
$$L_3\,(T) = L_4\,(D)$$

où les $L_i$ sont des opérateurs linéaires, à coefficients constants, de la forme (3)

$$(3)\quad L_i = a_{io} + a_{i1}\frac{d}{dt} + a_{i2}\frac{d^2}{dt^2} + \cdots\cdots + a_{in_i}\frac{d^{n_i}}{dt^{n_i}}$$

L'équation des petits mouvements du milieu (2) prend alors la forme

$$(4)\quad \rho\, L_1\, L_3 \frac{d^2\vec{s}}{dt^2} = \left(\frac{2}{3} L_1 L_4 + \frac{1}{3} L_2 L_3\right) \text{grad. div.}\vec{s} - \frac{1}{2} L_1 L_4 \text{ rot. rot. } \vec{s}$$

$\rho$ = densité ; $\vec{s}$ = vecteur de déplacement.

Cette équation permet d'étudier les lois de propagation d'ondes élastiques dans des milieux amortissants selon (2) et les vibrations amorties dans des corps tels que des barres formées de la matière (4). Dans le cas des barres vibrantes, fixées à un support s'étendant à l'infini, on peut ajouter l'étude de l'amortissement causé par le rayonnement de l'énergie sous forme d'ondes élastiques se propageant dans le support.

Le texte complet de la communication du Prof. Gassmann a paru dans les publications suivantes : Gassmann (F.), Ueber die Elastizität poröser Medien, Mitteilung Nr. 17 aus dem Institut für Geophysik ETH, und *Vierteljahrsschrift der Naturf. Gesellschaft in Zürich,* Jahrg. 96, Heft 1, S. 1-23 ; Gassmann (F.), Elastische Wellen in einer Kugelpackung, *Verhandl. der Schweiz. Naturf. Gesellschaft,* Davos 1950, S. 136-141, und Mitteilung Nr. 16, aus dem Institut für Geophysik; Gassmann (F.), Elastic Waves through a packing of spheres, (Wird später erscheinen) ; Gassmann (F.), Ueber kleine Bewegungen in nicht vollkommen elastischen Körpern, Mitteilung Nr. 11 aus dem Institut für Geophysik, und *Schweiz. Bauzeitung,* Nr. 4, 1949 ; Gassmann (F.), Ueber Dämpfung durch Abstrahlung elastischer Wellen und über gedämpfte Schwingungen von Stäben, *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik,* Bd. II, 1951.

*Prof. Jeffreys :* Some years ago Professor Bullard found travel times in a soil proportional to the square root of the distance. This corresponds to velocity proportional to the square root of the depth. Does any suggested model give this relation ?

*Prof. Gassmann :* No.

*Dr. Dix :* There are very low velocities at the surface of a dry earth, also in wet ground the velocity is greater than water (known from prospecting).

*Prof. Bullard :* Square root of velocity with depth was obtained in soil and did go down to 0 at zero depth.

La séance est levée à 12 h. 50.

---

## *SEPTIÈME SÉANCE*

---

LUNDI 27 AOÛT 1951 (après-midi)

*Programme*

12. — Communications scientifiques (suite)

*16.* — *Y. Sato :* Transformation de la fonction d'ondes par transformation des systèmes de coordonnées.

*17.* — *H. Takeuchi :* Diffraction des ondes élastiques par une sphère élastique.

*18.* — *W. Hiller :* Sur la détermination de la région épicentrale d'un séisme d'après l'inscription des ondes préliminaires (P ou PKP) et des ondes superficielles.

*19.* — *Mme Labrouste* et *M. J. Gilbert :* Détermination des épicentres à l'aide des couples de stations ayant reçu les ondes P à la même heure.

*20.* — *T. Hirono :* On the propagation of tremors in a semi-infinite elastic solid produced by tractions acting on the surface.

*21.* — *P. Caloi :* Effetti dell'attrito interno sulla velocita di propagazione delle onde sismiche superficiali a brevissimo periodo.

*21bis* — *R. P. Francisco Gun-Bayer :* Une loi fondamentale de la Séismologie.

### 14. Présentation des Rapports nationaux

La séance est ouverte à 14 h. 45 sous la présidence du *Professeur Stoneley.*

12. Communications scientifiques (suite)

*16.* — Le *Professeur Tsuboi* présente la communication de M. *Y. Sato.*

Lorsqu'on traite le problème de l'onde élastique, il importe, afin de satisfaire la condition à la limite, de choisir un système de coordonnées appropriées pour exprimer la fonction d'ondes. Donc les artifices sont nombreux.

Soit une fonction d'ondes écrite en coordonnées polaires, l'auteur essaie dans ce travail de l'exprimer en coordonnées rectangulaires, cylindriques et aussi en nouvelles coordonnées polaires obtenues après translation de l'origine ou rotation des axes. Ce dernier problème est traité dans la seconde partie, les autres le sont dans la première.

Le texte complet de la communication de M. Sato a paru en langue anglaise : Y. Sato, Transformation of Wave-functions related to the transformation of coordinates systems, I, *Bull. Earthquake Research Institute.* Vol. XXVIII, parts 1-2, Tokyo 1950, pp. 1-22 ; II, id., Vol. XXVIII, parts 3-4, Tokyo 1951, pp. 175-217.

*17 — Professor Tsuboi* presents the paper of M. *H. Takeuchi:* Diffraction of Elastic Waves by an Elastic Sphere.

The diffraction phenomena of elastic waves by an elastic sphere have been studied. The main results obtained in this paper are as follows :

(1) Starting from the equations of motion for elastic bodies, the author gets the expressions of the wave, of which the first approximation corresponds to the geometrical-optical ray. (Section 7.)

(2) From the second approximation for the above expression the author gets the well-known but rather tentatively used formula for the variations in amplitudes of seismic waves due to the divergence of the wave front. (Section 11.)

(3) By considering the third approximation for the above expression, the author gets the expression for the amplitude at $\Theta = \Theta_0$ (caustic), at which the second approximation obtained in (2) becomes infinite. (Section 13.)

(4) From the second approximation above obtained, the author gets also the expression for the diffracted PKP wave. (Section 14.)

(5) The diffracted wave has also a kind of transit time (Section 14). The amplitude of the diffracted wave becomes one hundredth of that at $\Theta = \Theta_0$ at $\Theta_0 - \Theta = 1.2^\circ - 1.3^\circ$ (for the wave of $T = 1$ sec.) or $\Theta_0 - \Theta = 6^\circ$ (for the wave of $T = 10$ sec.). (Section 14.)

Though the present study is only a preliminary one, it may be safely concluded from the above discussions that, by the diffraction of the PKP wave, the author cannot explain visible movements of shorter periods throughout the shadow zone behind the earth's core. In order to explain them, the author cannot but resort to the refraction theory proposed by I. Lehmann.

Le texte complet de la communication de M. Takeuchi a paru en langue anglaise : H. Takeuchi, Diffraction of Elastic Waves by an elastic Sphere, *Geophysical Notes,* vol. 3, (1950) No 19, Geophysical Institute, Tokyo, 27 pages.

*18.* — Le *Professeur Hiller* résume sa communication :

Un séismographe vertical à courte période et à grande sensibilité donne fréquemment et de façon sûre la première onde (P ou PKP) de séismes éloignés même faibles. Si l'on dispose en outre de séismographes sensibles à grande période, ceux-ci inscrivent la série des diverses ondes superficielles tandis que toutes les ondes comprises entre les P (ou PKP) et les ondes superficielles sont invisibles. En utilisant les méthodes ordinaires en usage jusqu'à présent, la détermination de la région épicentrale n'est pas possible d'après les données d'une seule station.

Si l'ensemble des composantes à grande période est homogène, c'est-à-dire si les constantes des trois composantes sont exactement les mêmes (ce qui peut être réalisé pour les séismographes Galitzine-Wilip en utilisant une période propre de 12 secondes environ), on peut sur les enregistrements des ondes superficielles déterminer de façon relativement facile et sûre les trains d'ondes provenant soit d'ondes de Love pures, soit d'ondes de Rayleigh pures, soit ceux comportant une superposition de ces deux types. Le sens de l'oscillation des ondes de Rayleigh donne directement et sans ambiguïté l'azimut de l'épicentre. La distance au foyer peut être déduite soit des hodochrones ordinaires, soit d'hodochrones empiriques, uniquement valables pour la station considérée.

Les hodochrones pour les ondes superficielles sont évidemment très nombreuses. Elles doivent être établies séparément pour les ondes de Love et celles de Rayleigh ; il faut tenir compte de la dispersion en rassemblant des groupes de périodes de 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-40, 41-50, etc. secondes. De plus, par suite de la répartition irrégulière des continents et des océans, il faut établir des hodochrones pour les différents azimuts (à peu près tous les 45 degrés). Cependant ce premier travail est fructueux, car de cette façon les données d'une seule station permettent d'indiquer une position *approchée* de l'épicentre, dans des cas où il n'y a pas d'autres possibilités de détermination.

Le texte complet de la communication du Prof. Hiller doit paraître dans la Revue « *Gerlands Beiträge zur Geophysik* ».

*Prof. Gutenberg :* The Vectorial Seismograph at Pasadena gives clearly the plane of Long Waves, the Strain Seismograph also ; Professor Hiller's method is very useful.

*Dr. Stoneley :* Is it necessary to account for diffraction at the edge of a continent ?

*Prof. Hiller :* Yes. We must study more completely the corrections for azimuths as well as distances.

*Dr. Stoneley :* Are your results confirmed by $W^2$ Waves ?

*Prof. Hiller :* Yes, the direction of $W^2$ is opposite to W and is a confirmation of travel times.

*Prof. Gutenberg :* If no P and no PKP appear then normally there are no $W^2$ Waves.

*19.* — *Mme Labrouste* expose le principe de la méthode de détermination des épicentres qu'elle présente :

Let E be the epicentre, $\Phi'$ its geocentric latitude and $\lambda$ its longitude. Its direction cosines are :

$$A = \cos \Phi' \cos \lambda, \; B = \cos \Phi' \sin \lambda, \; C = \sin \Phi'.$$

If the P waves arrive at the same instant at two stations S and S' whose direction cosines are respectively a, b, c and $a + \triangle a$, $b + \triangle b$, $c + \triangle c$, the angular distances ES and ES' are then the same. We can write accordingly :

$$A \triangle a + B \triangle b + C \triangle c = 0 \quad (1)$$

Introducing :

$$\alpha = \frac{A}{B} = \cot \lambda \qquad \beta = \frac{C}{B} = \frac{\operatorname{tg}\Phi'}{\sin\lambda}$$

and $x = \dfrac{\triangle a}{\triangle c}$, $y = \dfrac{\triangle b}{\triangle c}$,

(1) takes the form : $y = \alpha x + \beta$.

Each couple of stations determines a point x, y ; all the points obtained must form a straight line whose coefficients $\alpha$ and $\beta$ determine the epicentre.

Coordinates corrections can be made and the precision improved by taking into account the ellipticity of the Earth, the sedimentary sheet involved and, most of all, the small discrepency between the two instants registered at each of two stations.

Application of this couple method has been made to the seism of the 1st April 1946 and, in spite of the lack of near stations, the epicentre could be determined with a precision better than one tenth of a degree.

Le texte complet de cette communication a été publié en langue française : Mme Labrouste et M. J. Gilbert, Détermination d'un épicentre à l'aide des couples de stations

ayant reçu les ondes P à la même heure, *Annales de Géophysique,* Vol. 7, Paris 1951, pp. 268-271.

Dr. *M. Bath* asks : What is the general applicability of this method ? For certain earthquake regions we get a larger number of pairs of stations fulfilling the condition of simultaneous arrival of P whereas for other regions the situation may be less favourable.

*Mme Labrouste :* On ne pourra appliquer la méthode de façon complète que lorsqu'on disposera de bonnes stations réparties uniformément.

*20.* — Le *Professeur Tsuboi* présente la communication de M. *T. Hirono.*

1) This paper treats the tremors propagated in a semi-infinite homogeneous elastic body from a bounded area of the free surface where forces are applied which are given by the boundary conditions, $\overline{Zr}\ (\overline{Z\varphi}, \overline{ZZ}) + \Pi_n\ (r) \cos n\varphi e^{ipt} = 0$ and similar ones with $\frac{c^2}{t^2+c^2}$ and $\frac{ct}{t^2+c^2}$ instead of $e^{ipt}$ ($r$, $\varphi$, $Z$ : cylindrical coordinates, $t$ : time, $c$ : const.).

2) Generally, four main and two secondary waves take place : the former are P, two kinds of S (SV and SH) and L, the Rayleigh waves, and the latter are ones propagated with the same velocity as S but diminishing inversely proportionally to the square of the distance.

3) The free surface is a nodal plane for P and SV but not for SH ; the first two waves can be transmitted there with amplitudes inversely proportional to $r^2$.

4) While the applied force is distributed in proportion to $\cos n\varphi$, $\varphi$ the azimuth, the amplitudes of P, SV and L are proportional to $\cos n\varphi$, but that of SH, if it occur, to $\sin n\varphi$.

5) The amplitudes of P and S (both SV and SH) vary with starting dip angle $\Theta$ in the manner not definite but dependent on the period and the size of the area on which the force is distributed in the periodic case.

6) In the aperiodic case, their wave forms also vary with $\Theta$. However, if the force is distributed on the periphery of a circle with radius $r_0$, and changes either very rapidly or very slowly, the form of P becomes definite in such manner as to give a common apparent period to all direction in the former case, or an apparent period proportional to $\sin \Theta$ in the latter case.

7) The matter stated in (6) is also valid for SH but not for SV; it has still varying forms with $\Theta_n$. Roughly speaking, P, SH, SV and L have common apparent period in

the former case, while P, SV and SH have common apparent wave length, 2 r sin $\theta$ agreeing with that of L at $\theta = 90^0$ in the latter case.

8) The force applied on the periphery of a circle produces a standing wave in the space within $R = r_1 \sin \theta$ and it is beyond this region that the travelling waves appear.

9) Rayleigh wave is composed of two parts which are contributed from P and S waves, bifurcating themselves from them at $\theta = 32^0 03'$ and $67^0 04'$ ($\lambda = \mu$) respectively.

Le texte complet de la communication de M. T. Hirono est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*21.* — Le *Professeur Caloi* résume sa communication : Effets du frottement interne sur la vitesse de la propagation des ondes séismiques superficielles à très courte période.

On peut envisager divers effets du frottement interne sur la propagation des ondes de Rayleigh ; l'auteur montre que la vitesse de propagation des ondes de Rayleigh dans un milieu qui comporte un frottement interne prend une valeur infinie pour des périodes nulles et tend rapidement vers la valeur correspondante à un milieu purement élastique. Par ailleurs, puisque l'action absorbante du milieu tend aussi vers l'infini quand la période tend vers zéro, on peut en conclure que l'effet du frottement interne sur la vitesse de propagation peut seulement être constaté pour de faibles distances.

Récemment une confirmation expérimentale de cet effet a été obtenue par les Japonais Ikegami et Kishinouye.

Le texte complet de la communication du Prof. Caloi a paru en langue italienne sous le titre : Effetti dell'attrito interno sulla velocita delle onde sismiche superficiali a brevissimo periodo, *Annali di Geofisica,* Vol. IV, 1951, pp. 469-473.

*21 bis* — Le *Professeur Hiller* chargé d'étudier la communication envoyée par le *R. P. Francisco Gun-Bayer* et intitulée : *Ein Grundgesetz der Sismologie* (Une loi fondamentale de la séismologie) présente le rapport suivant :

« L'auteur, par un groupement approprié des séismes du Chili, croit avoir trouvé que les séismes se produisent de façon régulière dans le temps : Pendant toute l'année les séismes qui ont lieu entre la pleine et la nouvelle lune de 18 h. à 05 h. (Greenwich Time), alterneraient dans une période de 24 jours avec les séismes qui ont lieu entre la nouvelle et la pleine lune de 6 h. à 17 heures. Le 21 juin ou le 21 décembre seraient des axes de symétrie.

Le manque d'indications détaillées rend impossible la vérification des résultats présentés par le R. P. Gun-Bayer. Par ailleurs, les données utilisées ne sont certainement pas assez nombreuses pour justifier des conclusions aussi définitives. »

## 14. Présentation des Rapports Nationaux

Les rapports nationaux sur l'activité de la Séismologie dans les différents pays pour la période 1948-1950 sont présentés sommairement. On trouvera ces rapports publiés, in-extenso, plus loin en annexe (pages 153—283).

A l'occasion de la présentation par le *Dr. Beals* du rapport concernant le Canada, le *Dr. Neumann* ajoute les remarques suivantes relatives à la Bibliographie séismologique rédigée par le Dominion Observatory à Ottawa :

The Bibliographical Bulletin published by the Dominion Observatory is the most comprehensive seismological Bibliography in the English language and undoubtedly serves an important purpose in English speaking countries as well as in other countries. When the Eastern Section of the Seismological Society of America was formed in 1924 the publication of such a bulletin was considered to be a primary objective and it continues to be so. The ultimate publication of this much needed bulletin by the Dominion Observatory over a long period of years has been one of the most effective contributions to seismology made by any organization. The complete file of bulletins in the U. S. Coast and Geodetic Library is a frequent source of reference and on occasions the entire file has been borrowed by other Government and private research units interested in seismology. It is believed that others receiving the Bulletin have had similar experiences.

Concerning the Seismological Bulletins *Dr. Neumann* said :

The need for Seismological Bulletins containing instrumental data is essentiel not only for the effective conduct of world wide epicenter investigations but is needed for a wide variety of other purposes related mostly to local and miscellaneous studies of both large and small scope : The experience of the U. S. Coast and Geodetic Survey in periodically canvassing its mailing list for its bulletins reveals that they must be reproduced and distributed quarterly if demands are to be met and co-operation maintained. With the great increase, however, in the number of shocks registered by to-day's super-sensitive seismographs many stations, or their central offices, are forced to greatly curtail the amount of detail published in regard to phases, periods, amplitude, etc.

A l'occasion de la présentation du rapport concernant la France, le *Professeur Rothé* donne quelques détails sur les prospections séismiques réalisées au Groënland par l'expédition polaire française

(P. E. Victor) pour déterminer l'épaisseur de la glace de l'inlandsis; il fait circuler des reproductions de séismographes montrant clairement l'arrivée des ondes P directes, des ondes S directes, des ondes L et aussi de 2 ondes réfléchies, l'une à la surface d'une moraine de fond et l'autre sur le substratum rocheux. Les épaisseurs de glace calculées d'après les temps d'arrivée des ondes réfléchies dépassent 3000 m. au centre du Groënland.

La séance est levée à 17 h. 15.

---

LUNDI 27 AOÛT (soir)

## REUNION DU COMITE EXECUTIF ET DE LA COMMISSION DES FINANCES

La séance est ouverte à 20 h. 40 sous la présidence du *Docteur Stoneley.*

Sont présents : Mlle *Lehmann,* MM. *Bath, Bonelli, Gutenberg, Guyot, Hiller, Jeffreys, Nanda, Neumann, Rayner, Rothé, Stoneley, Tsuboi, Wanner ;* Excusé : M. *Charlier.*

### Projet de Budget 1951-1953

Le *Secrétaire Général* informe ses collègues des décisions prises par la Commission des finances de l'U.G.G.I. Le système des pourcentages attribués aux Associations a été abandonné et une allocation forfaitaire a été fixée. C'est ainsi que pendant la période 1951—1953 l'Association de Séismologie doit recevoir une allocation annuelle de 900 Livres sterling ; le C.O.P.E.I. (ou son successeur) recevra 270 Livres. Cependant la Commission des Finances de l'U.G.G.I. envisage de réviser le taux des allocations forfaitaires si les besoins d'une Association nécessitent une aide supplémentaire.

Le Secrétaire Général fait remarquer que si la situation financière du service de l'I.S.S. est actuellement satisfaisante (Août 1951), ce fait tient à l'importante contribution fournie par le Trésor britannique (2.000 £ en 1951). Cette contribution doit entraîner de la part de l'Association de Séismologie un effort financier parallèle, témoignant de l'intérêt que l'Association prend à ce travail de l'I.S.S. Cet effort pourrait être, par exemple, de 500 Livres par an.

La Commission des Finances, après avoir étudié les dépenses de l'Association au cours des dernières années propose d'établir, pour

la période 1951—1953 le budget suivant, calculé en tenant compte d'une allocation annuelle de 900 Livres (au cours de 1 Livre = 975 francs français).

*Dépenses*

| | *Frs.* | |
|---|---|---|
| Secrétariat ..... | 150.000 × 3 | 450.000 |
| Frais Postaux ..... | 100.000 × 3 | 300.000 |
| Papeterie ..... | 20.000 × 3 | 60.000 |
| Assemblée Générale ..... | 20.000 × 1 | 20.000 |
| Bulletin mensuel ..... | 360.000 × 3 | 1.080.000 |
| Papier ..... | 200.000 × 3 | 600.000 |
| Publications ..... | 600.000 × 1 | 600.000 |
| | pour 3 ans = | 3.110.000 |
| | soit pour 1 an = | 1.040.000 |

*Recettes*

L'Union propose de donner 900 Livres sterling par an, ce qui fait pour trois ans 2.600.000 francs frs. D'autre part, l'U.N.E.S.C.O. a jusqu'ici subventionné le Bulletin mensuel ; c'est presque suffisant au début, mais actuellement il faudrait que l'U.N.E.S.C.O. donne au moins 200.000 frs. par an pour que le budget de l'Association soit équilibré dans les conditions ci-dessus.

D'autre part, ce budget ne prévoit aucune subvention à l'I.S.S.; le déficit annuel serait égal à cette dernière subvention qui devrait être par conséquent prise sur les réserves qui se montent à environ 2.000 livres.

La Commission des Finances
signé : J. Bonelli E. Guyot J. Rayner.

Cette proposition de budget est adoptée par le Comité Exécutif.

La séance est levée à 21 h. 45.

## *HUITIÈME SÉANCE*

---

MARDI 28 AOÛT 1951 (matin)

*Programme*

12. — Communications scientifiques (suite)

    *22.* — *E. Wanner :* De la Statistique des séries de secousses.
    *23.* — *Mlle Lehmann :* « P and S beyond 105°. »
    *24.* — *J. G. Scholte :* On the Theory of Surface Waves.
    *25.* — *Mlle Pinar :* Déclenchement des séismes par une brusque variation de la pression atmosphérique (Séismes en Turquie).

15. — Résolution concernant la Physique de l'Intérieur de la Terre.
16. — Résolution concernant la Commission Européenne.
17. — Résolutions à transmettre à l'U.G.G.I.
18. — Renouvellement de la Commission de l'I.S.S.
19. — Complément à la Révision des Statuts.
20. — Rapport de la Commission des *symboles.*

    1. — Réponse de Madame *Labrouste.*
    2. — Réponse de MM. *Hiller et Peterschmitt.*
    3. — Décisions de la Commission.

La séance est ouverte à 9 h. 30 sous la présidence du *Dr. Stoneley.*

### 12. Communications scientifiques (suite)

*22.* — Le *Dr. Wanner* a montré précédemment que les tremblements de terre sont indépendants les uns des autres à condition de ne pas considérer les séries de secousses et les répliques qui viennent compliquer l'analyse statistique.

Ces séries de secousses peuvent se diviser en 2 catégories du point de vue statistique.

La première comprend les répliques des grands tremblements tectoniques. Après la secousse principale, la fré-

quence des répliques est très élevée. Elle diminue ensuite selon une courbe hyperbolique (hyberbole de Omori). Les foyers de ces répliques se répartissent sur de grandes zones qui couvrent toute la région influencée par la secousse principale.

H. Jeffreys et H. Tsuya ont étudié plusieurs séries (Tango, 7 mars 1927 ; Kwanto, 30 septembre 1923 ; Fukui, 28 juin 1948). Dans de tels cas les répliques sont indépendantes les unes des autres lorsqu'on tient compte de la diminution de la fréquence en fonction du temps.

La caractéristique des séries de secousses de la deuxième catégorie est qu'elles partent à peu près toutes du même foyer ; les phénomènes géologiques qui les provoquent doivent donc être semblables.

E. Wanner examine les tremblements de terre de Ito pour lesquels la fréquence horaire maxima a atteint 5,52 (secousses à l'heure) et compare la fréquence observée des heures comportant 0, 1, 2,... n, secousses avec celle déduite de la distribution de Poisson et avec celle déduite de la théorie de Polya (Polya, über die Statistik verketteter Vorgänge, Zeitschrift für angewandte Mathem. und Mechanik 1923).

La répartition de Poisson n'est pas satisfaisante ; par contre, la théorie de contamination (Ansteckungstheorie) de Polya concorde assez bien avec les observations. Les erreurs systématiques sont faibles. Le phénomène se déroule comme une réaction en chaîne.

Le texte de cette communication a été publié en langue allemande : Ch. Wanner, Zur Statistik der Erdbebenschwärme, *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie,* Serie A, Meteorologie und Geophysik, Band IV, Wien, 1951, pp. 436—448.

Le *Professeur Rothé* souligne l'intérêt de cette communication, car on aurait là un moyen de distinguer différentes sortes de répliques. Si un phénomène d'explosion radioactive se produit au foyer d'un séisme les répliques doivent apparaître comme manifestant une réaction en chaîne.

*Dr. M. Bath* mentions that Dr. Benioff has found that all earthquakes are connected in a world-wide stress system. Dr. Wanner's result is evidently in conflict with this.

*23.* — *Mlle Lehmann* présente sa communication: P and S beyond 105°.

In the course of a study of the earthquake of 1928, Dec. 1 doubt arose as to the diffracted nature of P and S waves emerging at epicentral distances greater than 105°. In support of the diffraction hypothesis it has been asserted that the P waves recorded were small and indefinite and that

the time-curve beyond 105° had a greater slope than at smaller distances.

Series of P observations obtained at the best European stations were considered and the Kobenhavn records examined. It was found that there was no sudden decrease of the amplitude of P nor a change in its character at about 105° and that a continuous time-curve having a downward curvature could be constructed to fit the observations up to at least 130°. The curvature is small. Correspondingly the velocity of the waves decreases and the depth penetration is small at the base of the Earth's mantle. S waves of considerable amplitude are sometimes observed up to distances of about 115°, but the onset of the phase is rarely clearly marked.

The complete text of this paper is intended for publication in the *Bulletin of the Seismological Society of America.*

*Professeur Gutenberg :* There is no discrepancy between results of different observers concerning P at distances beyond 103°. Waves with short periods decrease rather rapidly with distance, those with long periods persist over greater distances. This is to be expected, if P at distances greater than 103° is a diffracted wave. The decrease in energy depends on the wave length, and waves become too small for observation at comparable multiples of the wave length.

*Dr. Neumann* asked whether a study had been made of the residuals to determine whether there was any evidence of regional variations in the travel-times of P.

*Miss Lehmann* answered that no such study was made.

*Professeur Jeffreys :* There is no discrepancy in the data treated. It is known that where movement increases in amplitude with time, observers tend to read it late. I have no doubt that the time beginning of the P beyond 105° is on a tangential continuation of the times up to 105°. The empirical Jeffreys-Bullen times include, however, the systematic error, and it is not surprising that Miss Lehmann being an unusually skilful observer has reduced this.

I should like to see a mathematical discussion of the form of the displacement at the edge of a shadow zone when the wave falling on the obstruction is oscillating. This could probably be derived from known solutions of problems of diffraction.

*Dr. Byerly :* This was done by Dr. Tsuboi.

*24.* — M. *J. G. Scholte* présente sa communication sur la théorie des ondes superficielles.

The movement caused by a primary disturbance, concentrated in a small part of an elastic solid covered by a liquid layer, has been investigated. The calculations are carried out by means of a Laplace transformation, using Cagniard's

method to solve the integral equations. The motion in any point of the medium appears to consist of a series of one or more times reflected waves; moreover a surface wave of the Rayleigh (or Stoneley) type has been found. The formation of other surface waves depends on the duration of the primary impulse.

Le texte complet, ronéotypé, de la communication du Dr. Scholte a été distribué aux participants à l'Assemblée de Bruxelles.

*Dr. Ewing* asked :

1) What would be the alteration in the results if the disturbance were in the layer instead of the substratum ?

2) In equation II, page 4, has Dr. Scholte considered the case where the variation of amplitude in the layer is sinusoïdal instead of exponential ?

*Dr. Scholte* answered :

1) Similar treatment could be available.

2) No, the method used avoids the sinusoïdal solutions.

*25.* — Mlle *N. Pinar* présente sa communication sur la possibilité du déclanchement de séismes par variation de la pression atmosphérique.

L'idée n'est pas nouvelle, mais encore systématiquement rejetée par beaucoup de sismologues. La raison en est qu'on veut généraliser un processus qui ne peut convenir qu'à des régions déterminées et qui, même pour ces régions, n'est pas nécessairement réalisé. C'est pourquoi nous croyons devoir exposer ce que nous avons constaté pour certains tremblements de terre de Turquie, pays particulièrement troublé dans les bassins de la mer Noire, de la mer de Marmara et de la mer Egée, aux points de vue tectonique et météorologique.

Ces études ont été faites sans avoir connaissance d'autres travaux, en particulier des conclusions de F. Nopcsa. Les séismes de Turquie les confirment. *Les séismes des bassins considérés, bassins en voie d'exhaussement (depuis le néogène, au moins) peuvent être déclanchés par le passage de brusques dépressions barométriques.*

On peut être d'accord sur les principes suivants.

Les tremblements de terre sont de *brusques* ruptures d'équilibre entre deux ou plusieurs compartiments en contact faillé. Par suite, ils impliquent deux causes : l'une, *première*, géologique, mettant en jeu des forces énormes, mais s'exerçant lentement et de façon continue ; l'autre, *seconde*, de nature à priori quelconque, d'intensité relativement faible, mais brusque et accidentelle. L'action de la seconde *déclanche* celle de la première et rompt brusquement l'équilibre *par hypothèse métastable* des forces tectoniques.

La difficulté est, pour un séisme déterminé, de préciser la nature de l'élément déclancheur. Mais quel qu'il soit, ses caractéristiques sont nécessairement les suivantes :

a) admettre une composante de même direction et sens que les forces tectoniques ;

b) s'exercer dissymétriquement sur les compartiments intéressés ;

c) agir brusquement.

Ajoutons qu'un tel élément est une cause suffisante, mais non nécessaire.

Nous trouvons ces caractères aux perturbations méditerranéennes et sud-européennes dont les trajectoires passent par la Turquie. Ce sont en moyenne de fortes dépressions à marche rapide, progressant dans la direction SW-NE pour les bassins de l'Egée et de la Marmara, dans la direction NW-SE pour le bassin oriental de la mer Noire, et attaquant par le travers les failles, séparant les compartiments dont la tendance actuellement encore au soulèvement est bien établie. Causes premières et secondes s'exercent donc dans le même sens.

Dans de trop nombreux cas, l'examen des isobares montre entre les dépressions et les séismes des coïncidences telles qu'il serait injustifié de ne les attribuer qu'au seul hasard.

Mais nous voyons en même temps l'erreur que l'on commettrait en voulant voir partout l'action météorologique. Les mouvements tectoniques, la configuration des compartiments impose un choix parmi les éléments déclancheurs possibles. Il serait vain de vouloir réduire à l'unité la mécanique des tremblements de terre. Mais l'élément météorologique étant aujourd'hui l'un des plus faciles à observer, du moins sur les continents, il nous reste à souhaiter une large et rapide diffusion des cartes isobares et de la marche des perturbations.

Le texte complet de la communication de Mlle Pinar est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*Dr. Stoneley :* Miss Pinar has taken us back to a controversial question, which will only be answered by Statistics.

*Dr. Gutenberg :* Similar results were obtained by Conrad for the Alpine district.

*Dr. M. Bath* mentions that similar work has been made for Hungary with good correlation and for Norway with poor correlation. He suggests a quantitative approach to this problem by calculation of stresses set up in the crust by variations of atmospheric pressure.

Le *Professeur Fourmarier* demande quelles étaient les profondeurs des foyers des séismes étudiés.

*Mlle Pinar* pense que la question de la profondeur de foyer n'a pas d'importance.

*Professeur Gutenberg :* en Turquie la profondeur des foyer est normale.

Le *Professeur Rothé* rappelle que de nombreux petits séismes ont été déclanchés par le remplissage du barrage de Boulder Dam. Il y a des exemples indiscutables de « trigger-effect ».

Le *Président Vening-Meinesz* évoque le problème des séismes qui se produisent le long des côtes : Tidal loading seems to be certainly a trigger.

*Dr. Neumann :* Water load at Boulder Dam caused earthquakes, some of intensity VI, associated with a fault upstream.

Le *Docteur Lahn* mentionne que le récent séisme d'Anatolie du 12 août 1951 s'est produit au moment où une dépression accentuée se trouvait au voisinage.

Le *Professeur Caloi* rappelle également le cas des séismes qui ont été provoqués dans les Dolomites, pourtant région aséismique, par le remplissage d'un bassin artificiel. Un séismographe à courte période installé au voisinage a inscrit des centaines de petites secousses : une compression locale peut provoquer des secousses.

## 15. Résolution concernant la Physique de l'Intérieur de la Terre

Le Président Stoneley met l'Assemblée au courant des échanges de vues qui ont eu lieu entre les Bureaux des Associations.

One general resolution is to include the C.O.P.E.I. in some way. The simplest and most helpful resolution would be to resolve it in the following form :

In view of the general desire among delegates to the U.G.G.I. that provision should be made within the Union for the study and discussion of topics relating to the Physics of the Earth's Interior, the International Association of Seismology, in conformity with its statutes, expresses its willingness to enlarge its field of study, if desired, to include those subjects, which are intimately bound up with the results of seismological investigations. It is willing to enlarge its name accordingly to : International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior.

The Association of Seismology assumes that the necessary subvention will be made by the U.G.G.I. to enable the A.I.S. to carry out its increased commitments.

Le texte français de ce vœu est rédigé de la façon suivante :

« Pour répondre au désir exprimé par de nombreux délégués de voir l'Union réserver une partie de son activité à l'étude et à la discussion de questions intéressant la Physique de l'Intérieur de la Terre, l'Association Internationale de Séismologie, en accord avec ses statuts, exprime sa bonne volonté d'élargir, si cela lui est demandé, son champ d'études pour y inclure ces sujets, qui sont intimement liés aux résultats des recherches séismologiques. L'Association propose de compléter son nom sous la forme de « Association Internationale de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre ».

L'Association pense que la subvention devant lui permettre de tenir ses engagements sera accordée par l'Union. »

## 16. Résolution concernant la Commission Européenne

*President Stoneley :* The second point concerns European Seismologists.

Le Président donne lecture de la résolution suivante :

« A la suite de la discussion qui eut lieu le jeudi 23 Août dans le cadre des séances de l'Association Internationale de Séismologie et de la réunion du Bureau de l'A.I.S. et du Conseil de la Fédération Séismologique Européenne consécutive à cette discussion, les soussignés ont l'honneur de prier Monsieur le Président de l'Association Internationale de Séismologie de bien vouloir présenter à l'Association le vœu ci-dessous :

1) Il est créé à l'intérieur de l'Association Internationale de Séismologie une Commission qui porterait le nom suivant : *Commission pour l'étude des problèmes séismologiques européens.*

Le but de cette commission serait de favoriser la collaboration des Séismologues européens, pour faciliter la résolution des problèmes spéciaux qui se présentent.

2) Cette commission comprendrait des représentants des différents pays intéressés, représentants élus dans une assemblée générale de l'A.I.S. Les Membres de la commission éliraient le Bureau dans leur sein.

Signé : MM. Pietro Caloi, H. Menzel, E. Guyot, W. Hiller, E. Peterschmitt. »

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

*President Stoneley :* I would like to propose the following names for the Commission :

MM. Bath, Bonelli, Caloi, Charlier, Grenet, Hiller, Ingram, Mlle Lehmann, M. Peterschmitt, Mlle Pinar, MM. Scholte, Wanner et Willmore.

The proposition is adopted.

## 17. Résolutions à transmettre à l'U.G.G.I.

Après avoir entendu les explications du *Dr. Neumann* (voir plus haut p. 41) le Président propose la résolution suivante :

Whereas,

the immediate epicenter service of the U. S. Coast and Geodetic Survey serves to increase the accuracy of seismogram interpretation which in turn results in greater precision in epicenter locations, seismic waves transmission and knowledge of the earth's interior and

whereas,

it furnishes the press and public with authentic news on important earthquakes

be it resolved that the International Seismological Association heartily endorse this project and urge that it be expanded as far as resources permit.

Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

Le *Président Stoneley* donne lecture de deux autres résolutions.

1) The International Association of Seismology expresses its appreciation of the services rendered to seismology by the Instituto Geofisico of Huancayo, especially in connection with the study of deep earthquakes.

2) The International Association of Seismology wishes to stress the advantages that would accrue to seismology through the installation of a seismic station at Iquitos.

Ces résolutions sont adoptées à l'unanimité et transmises au Bureau de l'U.G.G.I.

## 18. Renouvellement de la Commission de l'I.S.S.

Le Secrétaire Général propose que le Docteur Stoneley, Président sortant, soit nommé Membre de cette Commission dont font partie de droit le Président et le Secrétaire de l'Association.

Cette proposition est adoptée. La Commission de l'I.S.S. comprend les Membres suivants :

Professeur Jeffreys, Président, Mlle Lehmann, MM. Gutenberg, Rev. Dr. J. Macelwane, Rothé, Stoneley et Vesanen.

## 19. Complément à la révision des statuts

A la demande du Secrétaire Général, les statuts déjà adoptés sont complétés par trois articles concernant l'administration des Finances de l'Association.

Les articles 12, 13, 14 des nouveaux statuts sont adoptés. On en trouvera le texte complet à l'annexe III (voir plus loin p. 143).

## 20. Rapport de la Commission des Symboles

La Commission créée dans la deuxième séance (voir plus haut p. 35) a reçu des propositions de Madame Labrouste et de MM. Hiller et Peterschmitt.

*1. — Réponse de Madame Labrouste.*

Le schéma de notations proposé ci-dessous a été établi en vue 1° de donner des règles générales qui permettent de fixer les notations des phases connues et d'introduire facilement de nouvelles notations au fur et à mesure des besoins ; 2° de conserver le plus grand nombre possible des notations actuelles, 3° d'abréger le plus possible les notations et de simplifier l'écriture en supprimant les indices, les astérisques et les traits de sur-lignement.

I. — Symboles fondamentaux pour représenter la nature des phases.

P : ondes longitudinales
S : ondes transversales
Q : ondes de Love
R : ondes Rayleigh
L : ondes superficielles dont on ne précise pas la nature.
M : phase maxima.

II. — Définition et désignation par un symbole des couches et surface de discontinuité à faire intervenir dans la désignation des phases.

On propose de n'envisager actuellement que les trois discontinuités fondamentales :

Surface de la Terre ; Surface Mohorovicic M ; Surface Noyau C

et de différencier les ondes propagées dans les trois milieux ainsi limités par les notations suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Ecorce (périsphère) | p (longitudinales) | ; s (transversales) |
| Mésosphère | P | ; S |
| Noyau (endosphère) | K | |

A l'intérieur de chacun de ces milieux, on distinguera éventuellement les couches successives soit par les symboles a, b, c... en commençant par la couche la moins profonde : Ex. pa pour Pg, pb pour p* (en négligeant la couche sédimentaire), soit par un nombre représentant la vitesse quand celle-ci sera connue : Ex. p5,6 pour Pg (proposition du Dr. Gutenberg).

III. — Principes à adopter pour représenter une réfraction ou une réflexion.

a) Réfraction.

Une réfraction est représentée par la juxtaposition de deux symboles indiquant respectivement la nature des ondes dans chacun des deux milieux adjacents : Ex. pPp, PKP, PKS.

Notation abrégée : Dans une trajectoire ou une partie de trajectoire qui ne comprend que des réfractions sans changement de nature, on ne conservera que le symbole relatif à la partie la plus profonde :

P pour pPp et K pour PKP.

b) Réflexion.

On représente une réflexion en intercalant, entre les deux symboles qui indiquent la nature des ondes incidente et réfléchie, la lettre qui représente la surface de discontinuité sur laquelle se fait la réflexion.

Ex. : pMp, PCP, PMP, KCK.

Notation abrégée :

1° Afin de ne pas charger inutilement les notations, on supprime la lettre indiquant une réflexion à la surface de la Terre et on néglige la couche superficielle dans le cas des séismes éloignés ; on écrira, par exemple :

PP pour pPppPp.

2° Dans le cas de foyers profonds, la réflexion près de l'épicentre (E) est désignée par pP et PEP suivant que le foyer se trouve au-dessus ou au-dessous de la couche de Mohorovicic.

IV. — Propositions de modifications ou additions.

Les branches successives de la même phase seront distinguées par l'adjonction des numéros 1, 2, . . .

Ex.: K1 pour PKP1; K2 pour PKP2 ; K étant conservé pour la branche intercalcaire.

Les ondes propagées par le grand arc seront désignées par l'adjonction du chiffre 2 et celles qui ont fait le tour de la Terre, par celle du chiffre 3, soit :

Q2, R2, L2, M2, et Q3, R3, L3, M3.

V. — Symboles pour préciser la netteté des phases.

Les symboles e : emersio (début de la phase sans impétus, mais déterminé de façon précise).

i : impetus

ei : émergence suivie d'impétus

ont déjà été adoptés à Oslo.

On propose d'adopter, en outre :

ii pour un grand impétus

ee pour une émergence douteuse

et le nombre des secondes entre parenthèses pour indiquer que le temps est douteux.

*2. — Réponse de MM. Hiller et Peterschmitt.*

a) Séismes éloignés.

Ondes se réfractant à travers le noyau ..... symbole K (ex.: PKP)

Ondes se réfléchissant sur le noyau... symbole c (ex. : PcP)

Ondes se réfléchissant à la surface de la Terre... pas de symbole spécial sauf pour les réflexions au voisinage de l'épicentre pour lesquelles on utilisera le symbole additionnel p ou s.

b) Séismes proches.

Affecter l'onde (P ou S) du symbole correspondant à la couche inférieure traversée ; les symboles proposés sont les lettres g, b et n correspondant à des couches où les vitesses sont respectivement comprises entre 5 et 6 km., 6 et 8 km., supérieures à 8 km.

Exemple : P b : onde réfractée dans la couche à vitesse comprise entre 6 et 8 km.

c) Ondes superficielles.

Ondes superficielles ayant parcouru le chemin direct $\triangle$ :

L, M

Ondes superficielles ayant parcouru le chemin $2\pi - \triangle$ :

LA, MA

Ondes superficielles ayant parcouru le chemin $2\pi + \triangle$ :

LW, MW

Ondes superficielles ayant parcouru le chemin $4\pi - \triangle$ :

LAW, MAW

Le cas échéant, les symboles Q et R seront ajoutés si la distinction entre Ondes de Love et de Rayleigh est possible (ex. : L Q A).

Par analogie les ondes PP. PPP, etc... correspondant au chemin le plus long seraient indiquées par les symboles PPA, PPPA, etc...

*3. — Décisions de la Commission.*

Professor Gutenberg declares that the Commission on Symbols arrived at a definite conclusion on the following points :

A. — Surface Waves :

G .... Love wave with a period superior to 45 seconds.

Q (ou LQ) .... Love wave.

R (ou LR) .... Rayleigh wave.

L ..... Surface wave (undetermined).

MQ, MR, M .. Maxima.

$W_2$ ..... Surface waves (undetermined) propagated along a major arc of the Earth.

$G_2, Q_2, R_2, M_2$ .. G, Q, R or M propagated along a major arc of the Earth.

B. — Netteté des phases (Sharpness of phases).

e emersio

i impétus

ei émersion suivie immédiatement d'un impétus (voir Comptes Rendus N° 9, séances de la 8e conférence tenue à Oslo, 1948, p. 38).

i! phase très nette (sharp phase).

(e) phase douteuse (doubtful phase).

6 : 37 : 39 temps d'arrivée en heures, minutes, secondes (time).

6 : 37 (39) lecture douteuse des secondes (time doubtful).

Ces propositions sont adoptées. Les autres propositions sont réservées et les anciennes notations sont provisoirement conservées.

*Rev. Dr. Ingram* asked if PP, for △ epicentral distance superior to 180°, is to be called $PP_2$.

*Professor Gutenberg :* Question was not discussed and former notation holds.

La séance est levée à 12 h. 30 m.

## *NEUVIÈME SÉANCE*

---

MERCREDI 29 AOÛT 1951 (après-midi)

### Joint-Meeting on Microseisms

*Programme*

12. — Communications scientifiques (suite)

*26.* — *M. Bath :* L'Importance microséismique des Fronts froids en Scandinavie.

*27.* — *M. Bath :* The Distribution of Microseismic Energy with special Reference to Scandinavia.

*28.* — *K. Wadati, W. Inouye, T. Hirono :* On the Relation between Typhoon and Microseism.

*29.* — *P. Bernard :* Microséismes à Saint Michel de Provence.

*30.* — *P. Caloi :* Sull'origine dei microsismi che interessano l'alto Adriatico.

*31.* — *M. Giorgi :* Sull'origine dei microsismi che interessano il Mediterraneo centrale.

*32.* — *M. Bossolasco :* Les Microséismes à Gênes.

*32bis.* — *C. W. Ylanan :* Typhoons and Microseismic Storms.

*32ter.* — *A. Alcaraz* and *R. Kintanar :* Pacific Microseisms.

La séance est ouverte à 14 h. 40 m. sous la présidence du Professeur Gutenberg. De nombreux membres des Associations de Météorologie, d'Océanographie physique et de Séismologie assistent à la séance.

Le Rapporteur général, *M. Caloi,* introduit les communications figurant à l'ordre du jour et rappelle que de nombreuses hypothèses — trop, sans doute — sont aujourd'hui proposées pour expliquer l'origine du mouvement microséismique. Il s'agit de phénomènes intéressant à la fois la terre, la mer et l'atmosphère et une collaboration étroite entre les chercheurs de ces diverses disciplines est nécessaire pour aboutir à une sélection rigoureuse entre les différentes hypothèses.

## 12. Communications scientifiques (suite)

*26.* — Le *Docteur Bath* présente sa communication, illustrée par de nombreux clichés.

This study is concerned with microseisms of periods 4—8 sec, recorded at Uppsala. The passage of cold fronts over the seismograph station does not produce any such microseisms. On the other hand, the passage of cold fronts over the Norwegian coast is in general accompanied by sharp increases of the microseismic amplitudes. The amplitude does not in general return to its former value after the front has passed over the coast, but continues to increase or remains approximately constant. This indicates that the microseismic importance of cold fronts in Scandinavia does not lie primarily in the increased wind velocity and other effects of the front itself (for the microseisms considered in this paper), but that its importance lies primarily in the changes which are brought about in the whole regime, responsible for the microseisms, due to the passage of a cold front over the Norwegian coast. The following changes may immediately be expected :

1) A change of the effective coast length, due to changes in wind direction and direction of propagation of sea waves.

2) A change of the wind velocity.

3) A change of the turbulent state of the atmosphere,, which is of importance for the sea waves.

A theoretical derivation of $d\left(\frac{a}{T}\right)/dt$, where a = microseismic amplitude, T = period, and t = time, has been made for a cold front passage of a coast. The theoretical argument indicates that the change of effective coast length and of wind velocity are in general of comparable magnitude, whereas the change of turbulence seems to be less important.

18 individual cases from the years 1945—1949 have been studied by means of weather maps and autographic records of pressure and temperature, and comparisons have been made with the simultaneous microseisms. These studies confirm the theoretical expectations concerning cold front action. For cold fronts coming from the west the prime importance lies in the increase of the effective coast length, whereas for cold fronts from the northwest the increase of wind velocity is most important. The situation most favourable for a large and rapid increase of the amplitudes, particularly the N—S component, occurs when a NE—moving intense cyclone is situated just outside the Norwegian coast in the vicinity of Lofoten and cold fronts come down from NW.

This paper has been published in Arkiv för Geophysik, K. Svenska Vetenskapsakademien, Bd. 1, N° 12, 1951 (Medd. Met. Inst. Uppsala, N° 21).

*27.* — Le *Docteur Bath* résume sa deuxième communication.

A theoretical study is made of the energy distribution of surface waves from a line source. The theoretical results are compared with observations in Scandinavia. Simultaneous microseismic records at Bergen and Uppsala reveal that the broad outlines of the variations are the same but there are significant differences in detail. The important point is that in many cases the observed amplitude ratios between Bergen and Uppsala can only be explained by the distribution of energy from a line source (the Norwegian coast) and not from a source at the center of a cyclone.

There are two main types of development :

1. A front passes the coast in the north. The distances from the active part of the coast to Bergen and Uppsala are about equal, the amplitudes are about equal or smaller at Bergen, and the variations are simultaneous at the two stations.

2. A front crosses the coast at Bergen. The distance to Uppsala is much greater than to Bergen, the amplitudes are far greater at Bergen than at Uppsala, and the variations at Bergen occur 1—2 hours earlier than at Uppsala.

All intermediate situations exist.

This paper has been published in Arkiv för Geophysik, K. Svenska, Vetenskapsakademien Bd. 1, N° 13, 1951.

*28.* — Le *Professeur Tsuboi* présente la communication de MM. *Wadati, Inouye* et *Hirono.*

With the 5 typhoons which passed near Japan recently, the authors studied the variation in the microseism registered by the seismographs, (V = 80, T = 5 sec) of 10 stations of Akita, Onahama, Tokyo, Shizuoka, Omaezaki, Shionomisaki, Osaka, Kochi, Fukuoka and Miyasaki, in this country.

The records of microseism were examined for each 2 to 6 hours and the amplitude and period of major vibration in the 5 minutes before and after each observation time were read for each of the 3 components. First, the authors could make sure whether the microseism registered at different stations originated from common source or not, by comparing the period with each other. Further, they read hourly the amplitude of rapid oscillation shown on the tide-gauge records from Tomisaki and Shionomisaki and compared it with the microseism observed at the nearby stations, considering the oscillation as an indicator for the roughness of sea. As the result of these studies, it was found that there is an excellent coincidence between the variation in microseism and the roughness of sea at the coast (if the time gap of several hours be removed). In addition to this, it was also found that the period of the vibration of microseism is generally decided by the position of typhoon. Namely, if the typhoon is on the

# ANNEXE I

---

# RÉSOLUTIONS

## adoptées par l'Assemblée de Bruxelles (1951)

---

In conclusion I want to offer my best wishes to all seismologists, both present and absent, and to wish this Association a prosperous future.

*(Applause)*

*Dr. Gutenberg :* One name is missing from the list of those to whom we owe appreciation : the name of *Dr. Stoneley.*

*(Applause)*

La séance est levée à 17 h. 15.

---

working member, and goes beyond all the so far known Methods.

Le *Professeur Rothé* présente un livre de 431 pages rédigé en langue grecque par *M. Roussopoulos* et intitulé : *Constructions aséismiques.* Cet ouvrage, qui contient près de 200 figures a été édité en 1949 à Athènes par la Chambre des Techniciens de Grèce (E.T.E.E.).

A la fin de la séance le *Professeur Caloi* présente le plan d'organisation du nouveau réseau séismique italien ; 3 nouvelles stations sont prévues dans les Alpes, une en Toscane, une autre en Calabre. Le *Président Stoneley* se réjouit de voir les progrès réalisés par la science séismologique italienne.

## 25. Clôture de l'Assemblée

*President Stoneley :*

Ladies and Gentlemen, This is the last occasion on which I shall address this Association as its President.

In taking my farewell I want to say how much I have appreciated and enjoyed the privilege of being a Member of your Bureau.

It is a great pleasure and satisfaction to me that *Prof. Gutenberg* will shortly be taking over the Presidency.

The Association has shown a vigorous growth since the war : it has shown the need for the grouping and classification of papers and their care by *rapporteurs ;* we have formed a Commission for the study of European Seismological Problems, and we have enlarged our Association (as well as its name) to include those numerous problems on the Physics of the Earth's Interior that for the last triennium have been catered for by C.O.P.E.I ; it is most auspicious that our President has been Chairman of C.O.P.E.I.

My one great regret in relinquishing my office is that I shall no longer be enjoying my pleasant cooperation with *Prof. Rothé.* My debt to him is greater than I can express, and this Association will I am sure join with me in saying how great is our obligation for his splendid services.

I want to thank the Vice-Presidents for their loyal cooperation ; it has been a great pleasure to have them here with us ; in your name I want to express to *Prof. Charlier* and M. *van Gils* our appreciation of all they have done to make our meetings in Brussels a success.

I must specially mention the unselfish labours of Mme *Labrouste, Father Ingram* and *Dr. Willmore* in compiling a complete record of our proceedings, and it is a pleasure to thank all those Seismologists whose labours have made this Assembly such a notable one.

the surrounding districts were completely destroyed) the imperative necessity to design structures to resist earthquakes has been imposed. The author studied the earthquake problem and found the accurate aseismic structural design for the equivalent static loads. On the basis of this analysis the biggest part of the damaged districts has been rebuilt. At that time the Greek State founded an organization for the restoration of Corinth District. The author who has been General Director of this organization applied his method which gave very good results in practice. In addition to that the author constructed the seismic map of Greece based on the important remarks of the damages produced upon different structures. This map shows the seismicity of various regions according to the stability of the soil and gives the seismic coefficients 0.01, 0.04, 0.08, 0.12 and as high as 0.16.

The so far known methods of aseismic design (American, Italian, Japan) are similar to the methods of designing for wind loads on buildings and impact loads on bridges. By these methods in a framed building with monolithic floor slabs the lateral motion of every column is determined at every floor level by the lateral displacements of the floor. The floor distributes the lateral loads to the columns (or bearing walls) in accordance with their relative rigidities. For non symmetrical structures the analysis is very difficult if not impossible. So by the common methods we have to make the framing of a structure simple and symmetrical.

Because of all such restrictions and limitations in the construction the author studied the problem in general and found the accurate and systematic solution for horizontal forces acting in any structure, with frames in the space or in the plane, and where the forces may act out, of any axis of symmetry or the structure has no axis of symmetry. The method takes under consideration the elastic supports of a rigid floor and determines the center 0 of the elastic rotation and the principal axis X, Y, of the elastic displacement of each floor. The total seismic force $F = cW$ may act on the mass center of the framework in any direction. So by computing the elliptic displacements of each point of the floor we can have the direction corresponding to the maximum lateral load of each column or frame. In the included layout of a single story framework the elastic center and the elliptic displacements of each column are shown. In a multi-storied framework we compute the relative elastic centers of each floor and through them the absolute elastic center of the whole structure. By computing the elastic center of the structure we try to find the arrangement which gives the center of the elastic rotation as close as possible to the masscenter. That way we obtain the biggest factor of safety and at the same time the most economical design.

The Method has a complete and accurate analysis. It systematically gives the maximum lateral load of each

this region seem to begin with a shock at normal depth and end at or above a depth of 75-80 kilometers. This would be in concordance with the depth at which Dr. Gutenberg calculated the melting point of the material in the earth is reached since, theoretically, rapid accumulation of stress would be impossible below this point. Activity on the same fault zone immediately following the main sequence, that is, aftershocks, occur again above this 75 kilometer level, as would be expected.

Some sort of multiple mechanism may be responsible for another frequently observed phenomena. Shocks of certain zones record at certain stations with abnormally long-period impulses while other stations record them as waves of large amplitude and normal period. It is possible that a rapid superposing of impulses caused by some sort of multiplicity in faulting could produce a staccato reinforcement of primary earth movement such as to cause an abnormally long-period wave to record at stations in a particular direction from the fault, while stations in a different azimuth would record a wave of normal period and large amplitude. The position of the fault system with relation to the station and the direction of movement along the fault would be the controlling factors in this case.

A la suite de cette communication le texte d'un mémoire de Mr. J. W. Jones intitulé « Seismogram Type and Initial Motion of P at Seattle » est déposé sur le Bureau de l'Assemblée. Ce texte est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*Dr. M. Bath* ajoute les remarques suivantes :

1) Contrary to Vesanen, Benioff pretends that similarity of Seismograms from the same source is rather due to path than to mechanism.

2) The Distribution of compression and dilatation for Uppsala is much more complicated than indicated by Vesanen.

3) The statement that *rapid* accumulation of stress would be impossible in a plastic material is wrong ; on the contrary, if the material is plastic, a rapid accumulation of stress would be possible, but not a slow one.

4) The statement that Mr. Benioff *theoretically* demonstrated the existence of great faults is unfortunate, as this cannot be proved by pure theory.

*53.* — Le *Professeur Rothé* dépose sur le bureau de l'Assemblée le mémoire du *Professeur A. Roussopoulos,* intitulé: Theory and Practice of Aseismic Constructions.

Since the formation of the present Greek State (1829) a whole series of earthquakes have taken place. But in 1928 (the year of the big earthquakes of Corinth, when Corinth and

occurring in North Japan at Helsinki and Uppsala, P is recorded as a compressional wave from the surface to a depth of 300 kilometers. At the 300 kilometer depth some change in mechanism occurs and P records as dilatation to the lower limit of earthquakes in the region. In the Alaska region a similar condition exists. P records as a compressional wave at Helsinki and Uppsala from the surface to a depth of 75 kilometers. At this depth P changes from compression to dilatation and records as such to the lower limit of earthquakes in the region. P. Byerly and J. Evernden have found that the P of Alaska quakes at Berkeley is just opposite of Helsinki : dilatation from the surface to 75 kilometer depth and compression from 75 kilometers down.

Analysis of seismograms at Helsinki and Uppsala indicate that the northwestern arc of the Circum-Pacific Seismic Belt can be divided into a number of zones on the basis of seismogram types. Preliminary checking of records at Seattle confirms this conclusion. Proceeding north from Southern California the San Andreas system may be traced by similar seismogram types to a point about 200 miles off the coast of Northern Oregon. Here the San Andreas zone ends and is separated from the next zone by not only a change in seismogram type, but an aseismic area. The next type zone extends from the southern end of the Puget Basin in Washington through the Vancouver Island Region to Southeastern Alaska. Here there is an abrupt change in seismogram type which distinguishes the southeast trending coastal zone from the mountain zone of Alaska. This mountain zone, although it is a type zone in itself, is related in some ways to a zone which extends west from the mountain region along the Alaska Peninsula ; there is a transition area between these two zones rather than an abrupt change in type as between the mountain zone and the southeast trending coastal zone. This Alaska Peninsula zone extends to about 170 West Longitude where an abrupt type change takes place separating this zone from the next which extends from approximately where the continental character of the ocean floor ends to the coast of Kamchatka. In the analysis of seismograms from certain zones, impulses are frequently found which cannot be explained as having been caused by the geological structures of the hypocentral and station regions. Often, however, on the basis of the seismogram type these impulses can be demonstrated to have been caused by multiplicity of the earthquake mechanism. Multiple shocks of this type frequently occur in the North Japan Region. In this region the movements in a multiple sequence always seem to progress downward with a series of separate movements at intervals of only a few seconds. The first break, that is the first shock, apparently increases the accumulation of stress in another, deeper part of the system which in turn breaks under the increased force and increases the accumulation of stress in yet another part of the system, etc. Multiple sequences in

51. — Le *Docteur Tsuboi* dépose sur le bureau de l'Assemblée un mémoire de M. *H. Kawasumi :* Measures of Earthquake Danger and Expectancy of Maximum Intensity throughout Japan as inferred from the seismic Activity in historical Times.

Dans un pays séismique la détermination des risques de catastrophes séismiques est un problème important. Ce risque en un point dépend surtout de l'intensité maxima et de la fréquence des séismes destructeurs en ce point.

Le mémoire discute ces aspects du risque pour les différentes localités du Japon ; par contre comme on n'a pas encore actuellement de moyen de prédire de façon précise le déclanchement d'un séisme, la détermination de l'imminence d'un risque de catastrophe n'a pas été envisagée.

Le problème étudié a été traité entièrement du point de vue statistique en considérant le spectre moyen de fréquence de l'intensité séismique n (I)/T, T étant la longueur de la période historique. Le spectre de fréquence n (I) aux 350 points des mailles constituées des intervalles de demi-degrés de longitude et de latitude a été obtenu en considérant 342 séismes destructeurs répartis sur 1350 années.

Plusieurs mesures du risque séismique ont été envisagées; seules les sommes moyennes de la fréquence S (I)/T = somme de 1 à l'infini de l'expression n (I)/T sont montrées sur les cartes. La probabilité de l'accélération maximum à prévoir pendant 75, 100 et 200 années a aussi été calculée de façon à déterminer les conditions que doivent remplir des constructions nouvelles pour qu'elles soient à l'abri des secousses futures. Le code d'architecture en tiendra désormais compte.

The paper has been published in the *Bulletin of the Earthquake Research Institute, Tokyo University,* vol. XXIX, part 3, pp. 469-482, September 1951.

52. — Le *Docteur Bath* présente la communication de M. *E. Vesanen*: « On the Mechanism of Earthquakes. »

The existence of special types of « Great Faults » on the Circum-Pacific Belt was first suggested by R. Schwinner in 1942. According to Schwinner there are great faults which dip from the surface at marginal ocean deeps to depths of 600-700 kilometers beneath continental platforms. In 1949 H. Benioff theoretically demonstrated the existence of these great faults and outlined the type and direction of movement in them.

By seismogram type it is possible to follow from quake to quake the similarity of earthquake processes in a great fault. Accumulation and discharge of stress in a fault are continuous events and uniformity of earthquake processes in it is shown by similarity of seismograms of quakes occurring in that fault. Variations in earthquake mechanism in a great fault are shown by minor variations in the type seismogram of the zone. For instance, in the seismograms of earthquakes

l'épaisseur de la couche qui seraient respectivement : $\triangle = 9{,}5 \pm 9{,}74$ km. ; $d = 1{,}31 \pm 1{,}27$ km.

Quoique la vitesse trouvée pour les ondes P soit à peu près celle que le Prof. Matuzawa obtint à partir de tremblements de terre naturels dans une autre partie du Japon, la structure même de la croûte terrestre est ici très faible et on peut même douter de son existence, vu l'erreur probable sur les valeurs trouvées. On peut proposer une autre hypothèse concernant le dédoublement des hodochrones des ondes P ; la vitesse pourrait varier suivant la direction horizontale et la situation des observatoires semble appuyer cette hypothèse.

La phase S a été observée seulement en quelques points et sa vitesse est : $V\ (S) = 3{,}37 \pm 0{,}005$ km./s. Environ une seconde après cette phase, apparaît une autre phase claire qui provient sans doute de la chute d'une masse rocheuse au-dessus des chambres d'explosion, juste après l'explosion.

Le texte complet en anglais (Explosion-Seismic Observations in North-eastern Japan) a été publié dans le « *Bulletin of the Earthquake Research Institute,* XXIX (1951), Part I, pages 97-106.

*50.* — Le *Professeur Rothé* présente la communication de l'Ingénieur J. M. Lopez de Azcona sur « La vitesse apparente de propagation des Ondes séismiques longitudinales, 2ème partie ».

Ce travail est la suite de celui présenté à l'Assemblée d'Oslo (1948). Il se divise en trois parties : dans la première partie l'auteur a fait une étude générale des 13 expériences séismiques effectuées depuis la dernière Assemblée et en déduit les conséquences géophysiques. Dans la seconde partie, on donne les détails de chaque expérience avec la coupe géologique correspondante. Dans la troisième partie on compare les vitesses apparentes de propagation des ondes séismiques et l'échelle stratigraphique. Pour effectuer ce travail, l'auteur a étudié 118 profils séismiques, ce qui demandait l'interprétation de 1785 séismogrammes représentant plus de 190 km. de lignes.

Le texte complet de cette communication est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

Le *Professeur Rothé* fait remarquer que ce travail n'envisage que les vitesses *apparentes* et qu'il serait important de savoir si des tirs directs et inverses ont été exécutés, si le pendage des terrains est connu et si les vitesses *vraies* peuvent être calculées. En présentant la coupe stratigraphique et l'échelle des vitesses, le professeur Rothé attire l'attention sur certaines anomalies, par exemple, les fortes vitesses (6000 à 8000 m/s) notées dans les poudingues quartzeux.

ween 1/3 and 1 second, and, with their amplifiers, should be capable of recording down to the « noise » level on a windless day, i. e. about $10^{-7}$ cm. amplitude at a few cycles per second.

2) At least 100 metres must be allowed between the seismometer and the recorder, if footsteps, etc. occur near the latter ; the cable, and the amplifiers, should not be affected by the electrical effects of distant lightning discharges.

3) The recording speed should be not less 1 cm. per sec., to permit times to be measured to 0.01 sec. Time marks about every second are necessary. The recording apparatus should not record frequencies of 50 cps. and above.

4) As the amplifiers, radio receivers, etc., have to operate for 24 hours a day, they should be economical of battery power.

5) As the magnitude of the shock is not known in advance, it is desirable to employ some form of automatic magnification control, or to record each component at two levels of sensitivity.

6) There is much to be learnt by having some of the field seismometers spread several kilometres apart. A radio link technique can be applied for this purpose so that all the seismograms appear on the same strip of photographic paper, with radio time marks adjacent.

*49.* — *Dr. Tsuboi* presented the paper written by the Research Group for Explosion Seismology, Tokyo.

A l'occasion de l'explosion de 57 tonnes de calite dans une exploitation de pierres à Isibuti, à environ 20 km., à l'ouest de Mizusawa, préfecture de Iwate, on effectua une observation sismique dans 8 observatoires provisoires situés de 1.8 à 121 km. du point d'explosion. C'était la première observation sismique d'explosion lointaine au Japon. Comme signaux de temps on enregistrait directement sur les séismogrammes les signaux de seconde de l'Observatoire d'Astronomie de Tokio émis par radio JJY (4 Mc.) On obtint ainsi une grande précision.

L'hodochrone des ondes P se compose de deux droites $P_1$ et $P_2$ qui apparaissent respectivement dans les observatoires proches et éloignés. Leurs vitesses sont :

$V(P_1) = 5{,}26 \pm 0{,}007$ et $V(P_2) = 6{,}13 \pm 0{,}017$ km./sec.

et les temps à l'origine :

$T(P_1) = 12$ h. 06 m. $07{,}97 \pm 0{,}032$ s et $T(P_2) =$ 12 h. 06 m. $08{,}23 \pm 0{,}024$ s.

Ces deux branches se coupent en un point voisin de l'origine et ceci nous conduit à supposer l'existence d'une couche superficielle horizontale peu épaisse où les ondes P auraient pour vitesse 5,26 km./s. Dans cette hypothèse nous avons calculé la distance épicentrale du point d'intersection et

increase of the displacement would correspond to the average velocity in the material.

*Dr. Byerly :* I suspect that few of the first arrivals which we observe have followed strictly « optical » paths. The great strength of Tatel's reflections compared to his « direct » waves seems to me to indicate this.

Le *Professeur Rothé* rappelle les résultats fournis par l'étude des explosions d'Haslach en Forêt-Noire. La surface de Mohorovicic se trouve dans cette région à environ 30 kilomètres de profondeur ; la couche granitique a une épaisseur d'environ 20 km. ; la couche intermédiaire une dizaine de kilomètres.

*Dr. Adams :* One of the important conclusions that emerges from such observations as those just communicated by Dr. Tatel and by Dr. Beals is that the seismic exploration of the Earth's crust is a much more difficult matter than has been expected. It was originally thought by some that with an ample number of records, accurately located as to origin and timed to 0.01 second, a definite determination of velocities and rock types in the crust at all depths should be possible. We now know that such is not the case. The crust generally must have a jumbled, complicated structure ; and only broad averages are possible. In particular, the simple layered structure indicated by earlier seismic observation must give way to one involving erratic variation, in three dimensions, of the rock material of which the crust is composed.

*Dr. Beals* asked Dr. Tatel to comment on period.

*Dr. Slichter :* Longer period (ca. 1 sec.) is ideal.

*Dr. Tatel :* We used 5 or 6 cycles/sec. ; comparing with longer-period types (between 1 and 2 sec.) the results show very little difference.

*48.* — In the absence of *Dr. Gane, Dr. Willmore* read the paper prepared by *Dr. Gane* on « Instrumentation for Rockburst Seismology ».

In the Transvaal, crustal structure investigations are being carried out with the aid of the Witwatersrand « tremors » or « rockbursts ». The tremor is fixed in time and place by a set of local seismographs, and a trigger signal, incorporating a time signal, is sent by radio to a field camp where it causes equipment to operate so as to record the same tremor upon arrival there.

The desiderata (mainly our existing practice) for field apparatus for this purpose are :

1) The seismometers should be light in weight but robust enough to permit of being trampled on by cattle without harm ; as they have to be buried for days at a time, they must be sealed and airtight. They should have periods bet-

at least in its shallow or superficial structure it is perhaps surprising to find such a degree of uniformity in the P wave velocities which have been observed at depth.

The velocity 6.0 to 6.2 km/sec. above the Mohorovicic discontinuity, with a velocity of about 8.0 km/sec. below, which has been reported at some half dozen widely separated areas by Dr. Tatel, has also been observed at four blasts in the Lake Michigan-Wisconsin area and by various workers in many other places. In the Wisconsin area the depth to the Mohorovicic layer appears to about 36 km.

The underlying material has a compressional velocity of 8.1 km/sec. in reasonable agreement with the Carnegie results. Similar results relative to wave velocities have also been observed from a half dozen quarry blasts in the New England Area. No evidence of intermediate discontinuities, except a shallow discontinuity at depth 2 to 4 km above which the wave velocity decreases to about 4.5 km/sec. has been observed in the limited number of blasts above mentioned. The large amount of excellent observational data relative to crustal structure being accumulated by Carnegie will be immensely important in developing an understanding of the structure of the continental crust.

*Dr. Gutenberg :* Low velocity layers can be found much better from amplitude than from time observations. In addition, the time from the focus to the surface in P gives an « average » velocity of only 6.3 km/sec. in California, while velocity determinations from blast indicate noticeably higher values for the depth interval involved.

Earthquake data indicate differences in the depth of the Mohorovicic discontinuity amounting up to about 30 km (« roots» of the Sierra Nevada — depth in low lands). From this fact irregularities can be expected which may prevent reflections. The conditions are probably still worse for shallower discontinuities. — Earthquake records in southern California show clear reflections from 2 discontinuities (estimated depths roughly 28 and 35 km respectively). These phases had originally puzzled the investigators of the records involved, since they are sometimes larger than the other phases.

*Prof. Jeffreys :* The Pg. velocity of 5.6 km/sec. is thoroughly established in Europe. I pointed out tentatively in the 1929 edition of « The Earth » that the value of $k/\rho$ for true granite was appreciably more than that given by the velocities of Pg and Sg, but the value for obsidian agreed quite well. I have become more and more inclined to think that this interpretation is right. It looks as if the so-called granitic layer has been prevented from crystallizing by the presence of a lot of water that has been unable to escape.

In a heterogeneous material a sudden disturbance could give a motion with a blunt beginning. The time of most rapid

validity ; and furthermore, there is no evidence for large amounts of rock with a velocity of 5.9—6.0 km/sec or lower. The seismic velocity does increase with depth at a rate varying with direction and region from about 6.0 km/sec to approximately 7 km/sec. At this depth the velocity usually increases abruptly to 8.1 km/sec ; this is the Mohorovicic discontinuity.

A numerical summary of the data is presented in Table I.

| | Southern California | Central Appalachians | Central Atlantic Coastal Region | Appalachian Foot Hills |
|---|---|---|---|---|
| P Velocities Near Surface | 5.8 km/sec | 6.0 | 6.1 | 5.7 (one place) |
| P Velocities Deeper | 6.4 km/sec at 8-10 km | 6.3 to 6.7 at 5-15 km | | 6.4 at 4-6 km |
| Depth Mohorovicic | | 40-50 km | 33 km | |
| $P_n$ | | 8.06 km/sec. | 8.1 | |
| Poisson's Ratio | | | 0.25 (average) | |

In southern California there is now good agreement of velocities determined from studies of earthquake waves and of waves generated by explosions. As a consequence, the thickness of any low velocity (5.6—6.0 km/sec) rock must be diminished from 20 km to less than 10 km.

In the part of the Atlantic coastal region we have explored, there is good evidence for the existence of a Mohorovicic discontinuity, although similar observing procedures failed to show it in California. In the east this sharp break in crustal properties exhibits conspicuous topographic features. At one observation point (with multiple seismogram) we have observed what appears to be an S wave reflected from the Mohorovicic discontinuity.

The lesser depth of this discontinuity near the coast compared to the central Appalachians is accompanied by a lesser negative Bouguer gravity anomaly.

Considerable effort has been made to observe any waves which could be reflected or refracted from orderly intermediate layers. Complex arrays employing as many as 48 separately and simultaneously recorded seismometers extending over two kilometers of earth's crust have been employed. No evidence is found for the existence of discrete intermediate layers.

*Dr. Slichter :* The paper presents an important sample of the crustal structure at widely separated areas in the U.S.A. In a continent which is geologically so heterogeneous,

dantes pour les S sont 3,542 et 4,75 km/sec. Malgré le fait que les premières phases n'indiquent pas une couche intermédiaire, de sérieux indices font penser que cette couche existe. Les valeurs préliminaires des vitesses dans la seconde couche sont pour P 6,54 et pour S 3,74 km./sec. D'après ces chiffres la couche de granit serait d'une épaisseur de 20,0 km., et la couche intermédiaire de 17,2 km.

Le texte complet de la communication de M. *J. H. Hodgson* sera publié en langue anglaise dans « *Publications of the Dominion Observatory, Ottawa* ».

Dr. *Willmore* adds the following remarks :

1) A weak fore-runner to the P waves was noticed by Gane, Hales and myself in the Transvaal. We interpreted this as the primitive P wave, and the strong second onset as a P wave generated by reflection of S at the surface. The time interval between onsets agreed with the known focal depth of the tremors.

2) Hodgson states that there is a wider range of S velocity than of P in the surface layers. This is contrary to results in the Transvaal, which showed that the rocks with the higher P velocities (up to 6.9 km/sec.) did not have correspondingly high S velocities.

3) It is possible that the model of Willmore seismograph used by Hodgson had rather too short a period for the purpose. The present model has a period of about 1 second.

*47.* — *Dr. Tatel* presents the paper of Messrs. *Adams, Tuve* and *Tatel* on « Seismic Exploration of the Earth's Crust ».

An extensive seismic survey of the earth's crust has been made in several regions within the United States. Many one-ton and several larger explosions have been observed up to distances of 1800 km. Electronic amplifiers have made possible the design of simple portable instruments. The use of radio timing and accurate maps has increased the precision of the measurements to the point where errors are reduced to less than 0.05 sec, and the residuals in any analysis are thus due to crustal properties only.

Great difficulties have been encountered in interpretation of the data based upon a hypothesis of layered structures within the crust. One difficulty is the nature of the first arrival ; it is difficult to recognize, and it would not have a simple path if the crust is not homogeneous. Another difficulty is that neither the existence in the record of apparent « phases » nor of « breaks » in the travel time curves are, in themselves, sufficient evidence for the existence of discontinuities forming layers. Many of these characteristics of seismograms prove fortuitous when additional data are obtained. The most prominent feature of the crust in the regions we have explored is lack of order. There is no evidence for layers, and thus, the concept of « granitic layer » loses its

Le *Professeur Gutenberg* propose les noms suivants :

| | |
|---|---|
| Tectonophysics : | *Professeur Vening-Meinesz* |
| Gravity (Gravimetrical interpretation) : | *Professeur Goguel* |
| Geothermy, Radioactivity : | *Professors Bullard* and *Wilson* (Toronto) |
| Elasticity and Plasticity : | *Professors Jeffreys* and *Stoneley* |

Papers whose author is not present should be read by title only ; papers should be short, avoiding detailed descriptions. National Reports need not be presented in detail. Formation of Committees should be completed in advance.

*Dr. Stoneley :* We thank Prof. Gutenberg for his most helpful remarks, which we shall bear in mind in preparing for the next Assembly. By that time a new resolution, accepted last week by the Council, will have effect ; under this resolution scientific papers will not ordinarily be printed in full but only as summaries ; it is assumed that the full results will be published in the regular scientific periodicals.

12. Communications scientifiques (suite)

*46.* — Le *Docteur Beals* présente la communication du *Docteur J. H. Hodgson* sur la « Structure de l'Ecorce du Bouclier Canadien ».

Lors de la réunion d'Oslo, il fut annoncé que les éclatements de rocher se produisant dans les mines à Kirkland Lake, en Ontario, seraient utilisés dans l'étude de la structure de l'écorce des régions avoisinantes. Ce programme est maintenant complété. Le Docteur Hodgson a enregistré et noté les éclatements en quatorze points différents approximativement en ligne droite et distribués à des distances variant de 8 à 175 kilomètres. Ils ont de plus été enregistrés à Ottawa ($\triangle$ = 450 km), Shawinigan Falls ($\triangle$ = 576 km) et Weston ($\triangle$ = 935 km).

Par hasard, la ligne des postes d'observation passait par les emplacements de deux importantes centrales hydroélectriques en voie de construction et des coups de mine soigneusement réglés ont fourni des détails additionnels. D'autres coups de mine en provenance de Sudbury, à une certaine distance à l'ouest de la ligne, ont été enregistrés par huit stations différentes du profil.

Le calcul de ces observations est actuellement en cours. Dans le profil étudié Pg a une vitesse de 6,247 km/sec. ; la vitesse des Pn est de 8,16 km/sec. Les vitesses correspon-

50. — *J. M. Lopez de Azcona :* La Vitesse apparente de propagation des Ondes séismiques longitudinales, 2ème partie.

51. — *H. Kawasumi :* Measures of Earthquake Danger and Expectancy of Maximum Intensity throughout Japan as inferred from the seismic Activity in historical Times.

52. — *E. Vesanen :* On the Mechanism of Earthquakes ; *J. W. Jones :* Seismogram type and initial motion at Seattle.

53. — *A. Roussopoulos :* Theory and Practice of Aseismic Constructions.

25. — Clôture de l'Assemblée.

La séance est ouverte à 14 h. 10 sous la présidence du Docteur Stoneley.

## 24. Questions administratives

a) *Réunion de l'Association en 1953 :*

The President : An extraordinary meeting of the Association is to be held in 1952 in Stuttgart. Would the Association like a meeting in 1953 ?

In the absence of any comments, *Dr. Stoneley* suggested that the matter should be deferred for discussion at the 1952 meeting.

Le *Professeur Rothé* pense qu'on pourrait réunir l'Association en 1953 soit en Suisse, soit en Espagne.

The *President :* The question will be left to the disposal of the Committee.

Cette proposition est acceptée à l'unanimité moins une voix.

b) *Modification au nom de l'Association :*

Le Conseil de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale ayant décidé de charger l'Association de Séismologie de coordonner les recherches dans le domaine de la Physique de l'Intérieur de la Terre, le Président propose que l'Association de Séismologie prenne le nom d'*Association de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre* (Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior).

La proposition est adoptée.

c) *Rapporteurs généraux pour la Physique de l'Intérieur de la Terre :*

*Professor Gutenberg* makes the following remarks :

The new change will require more numerous papers than before. It is suggested that in the new Association Rapporteurs be appointed for the different questions.

pauvres en moyens de travail, et contribuerait efficacement à l'amélioration des interprétations. *Madame Labrouste* émet donc le vœu que ce projet de publication soit mis à l'étude par l'Association.

*Prof. Gutenberg :* All suggestions of Dr. Vesanen are recommendable. It is suggested to mimeograph these suggestions with one bulletin of the International Central Station at Strasbourg. The Direction of i S (e. g. NNW) would aid in investigation of the movement in S, especially to find out whether the movement in SH is right handed or left handed, which in time aids in investigations of the movement at the source.

La séance est levée à 12 h. 30.

---

## *DOUZIÈME SÉANCE*

---

VENDREDI 31 AOÛT 1951 (après-midi)

*Programme*

24. — Questions administratives.

a) Réunion de l'Association en 1953.

b) Changement du nom de l'Association.

c) Rapporteurs Généraux pour la Physique de l'Intérieur de la Terre.

12. Communications scientifiques (suite)

*46.* — *J.-H. Hodgson :* La Structure de l'Ecorce du Bouclier Canadien.

*47.* — *H. E. Tatel, M. A. Tuve* and *L. H. Adams :* Seismic Exploration of the Earth's Crust.

*48.* — *P. G. Gane :* Instrumentation for Rockburst Seismology.

*49.* — *The Research Group for Explosion Seismology, Tokyo :* Explosion-Seismic Observations in North-eastern Japan.

station bulletins published at the present time have many shortcomings. There is little uniformity in method or content and an obvious inadequacy of information for the tasks at hand. Although nearly every seismologist has been aware of this deficiency for some time there have been no significant changes in form or content of station bulletins for many years. Doubtless many possibilities exist for developing bulletins into publications which would be of much more value to both present and future uses. Improvements making the method of presentation more uniform and the content both more comprehensive and more accurate is, I am sure, quite desirable.

In conclusion I would like to introduce a few suggestions concerning the content of station bulletins. Seismic readings should include such information as (1) whether P was compression or dilatation (still rather few stations give this in their bulletins) ; (2) listing of important unidentified impulses, particularly those immediately after P and immediately before S ; (3) the beginning direction of S in components where it starts with a definite i impulse ; (4) certain amplitudes and periods of impulses for determining the magnitude of earthquakes (Dr. Gutenberg has pointed out his desires on this matter a number of times) ; and, (5) readings of special surface wave types (3).

*Madame Labrouste* présente deux remarques personnelles:

1) Il est souvent difficile de déterminer le sens du premier mouvement, notamment lorsque l'impétus est précédé d'une émergence et il est à craindre que cela ne soit une source d'erreurs dans les recherches. Il arrive, par exemple, que les déterminations faites sur les séismogrammes à courte période ne concordent pas avec celles qui sont déduites des enregistrements d'appareils à grande période. Il paraît donc indispensable d'indiquer la période apparente de la première onde et de préciser le sens de la première émersion et du premier impétus (Ex: e, compression, T = ... ; i, dilatation, T = ...) ainsi que de mentionner le type du séismographe.

Il serait également utile, en ce qui concerne les termes « dilatation » et « compression » d'adopter une définition capable d'éviter toute confusion.

2) Une autre proposition qui rentre dans le cadre de l'amélioration des données concerne la publication de courbes de durées de propagation sous forme de graphiques, aussi complets que possible. Ces derniers pourraient être mis à la disposition de tous les observatoires.

*Madame Labrouste* croit qu'une telle publication rendrait de grands services aux observatoires isolés, souvent très

(3) VESANEN (E.), Ueber die typenanalytische Auswertung der Seismogramme, *Ann. Acad. Sci. Fenn.*, Ser. A III, 5, 244 pages, 1942.

pareil préparé par le Dr. Neumann soit terminé le plus tôt possible et puisse, grâce à son prix modique, être répandu dans les différents pays afin d'y assurer des observations correctes.

En conclusion de la discussion *M. Peterschmitt* mentionne que pour la première fois quatre mémoires se rapportant à des interprétations macroséismiques ont été présentés simultanément à une Assemblée Générale de l'Association. Le problème posé par les études macroséismiques n'est pas encore résolu et des recherches ultérieures seront certainement susceptibles d'apporter des résultats intéressants.

## 23. Améliorations à apporter aux Bulletins séismiques.

*Madame Labrouste* présente la note de M. *E. Vesanen.*

At the Oslo meeting in 1948 Dr. Vesanen mentioned some preliminary suggestions for improvement of our present day seismological bulletins (1). Here again Dr. Vesanen would like to point out the importance of developing these publications into a more useful tool for seismic research.

As we interpret seismograms and publish readings from them we should realize that not only is this data useful now, but could be of great value in future research. Many future developments in the field of seismology will be made possible by research employing data published now, just as many present and past developments have been made possible by data published years ago. In 1949 Dr. Gutenberg (2) brought out the fact that seismology is in a new phase of its development. Quote :

« The first period in the investigation of earthquake waves propagated through the interior of the earth ended when times and amplitudes of all major phases in records had been explained on the basis of two curves, one giving the velocity of longitudinal waves as a function of depth throughout the earth, the other the velocity of transverse waves between the surface and the core. This research is now in its second phase, in which relatively small deviations in observed times unexpectedly large or small amplitudes, multiplicity in phases, unexplained phases and other unexpected features of seismograms are the subject of investigations. »

This points out how vital it is to have at our disposal accurate, comprehensive data with which to pursue our future investigations. Nearly every seismologist is aware that

---

(1) VESANEN (E.), On Present-Day Requirements in the Analysis of Seismograms, *Publ. B.C.S.I.*, Série A, 17, 229-234, 1950.

(2) GUTENBERG (B.), Unexplained Phases in Seismograms, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 39,2, 79-92, 1949.

Il récapitule ensuite les principales méthodes de détermination des épicentres et des profondeurs hypocentrales à partir du tracé des isoséistes. Il s'attache à établir les critères d'application des différentes méthodes et les applique à quelques séismes ressentis en Belgique.

Après quelques considérations théoriques sur la forme des isoséistes dans les régions non isotropes, l'auteur, s'appuyant sur les critères précédemment établis, expose deux nouvelles méthodes — la « méthode de l'épicentre indéterminé » et celle « des azimuths conjugués » — permettant une détermination rapide de l'épicentre et de la profondeur hypocentrale. Il applique ces méthodes aux cas d'un séisme du Hainaut et du séisme de la Campine, puis il compare les résultats fournis par les différentes méthodes.

L'exposé se termine par un aperçu de la méthode de dépouillement et d'analyse d'enregistrements à très faible défilement ou à défilement nul.

Le texte complet de cette étude fait l'objet du N° 7 de la série S des *Publications du Service séismologique de l'Observatoire royal de Belgique.*

Mme *Labrouste* fait remarquer que la proposition par le Dr. Charlier, d'une échelle logarithmique, amène à définir l'échelle macroséismique à partir des accélérations et non plus à partir des dégâts observés.

Elle pense que l'adoption de ce principe apporterait beaucoup de clarté dans les études macroséismiques. Il resterait à déterminer, dans chaque région étudiée, l'équivalence entre accélérations et dégâts, ce qui est un problème essentiellement local, tandis que l'échelle définie par les accélérations serait d'application mondiale.

Mme Labrouste émet le vœu que l'Association mette à l'étude la définition, au moyen des accélérations, d'une nouvelle échelle susceptible d'être appliquée sur l'ensemble du Globe et d'être adoptée comme échelle internationale.

Le *Professeur Rothé* demande quels sont au point de vue macroséismique les résultats des mesures d'accéléromètres aux Etats-Unis. Quelle équivalence peut-on donner entre les accélérations et les degrés de l'échelle des intensités macroséismiques ?

*Dr. Neumann* explained briefly the intensity investigations being conducted by the U.S. Coast and Geodetic Survey which will be published in the Bulletin of the Seismological Society of America.

*Mlle Pinar* pense que l'établissement d'une relation entre l'intensité et l'accélération est très importante pour faire une nouvelle échelle. Pour cela il est préférable de faire des observations directes avec les accélérographes, puis construire une nouvelle échelle qui sera valable pour tous les pays quels que soient les types de constructions. *Mlle Pinar* souhaite que l'ap-

tante. La méthode appliquée au séisme de Pelileo conduit à $h = 7{,}4$ à $9{,}0$ km. ; $n = 1{,}86$ à $2{,}34$.

Le texte complet de la deuxième communication de M. Martelly est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*44.* — *M. E. Peterschmitt* a cherché à étudier de façon systématique le problème de la détermination des profondeurs hypocentrales à partir des données macroséismiques. D'après les données expérimentales la relation entre l'intensité macroséismique I et l'accélération maxima $\gamma$ du sol en un point est de la forme $I = p \log \gamma + q$ où p et q sont des coefficients constants ; p est voisin de 3. Par ailleurs une théorie sur la décroissance de l'énergie des ondes séismiques avec la distance au foyer conduit à admettre la loi :

$\gamma = \gamma_0 . d^{-n} . e^{-\alpha d}$, n pouvant selon les hypothèses prendre les valeurs comprises entre ½ et 2, $\alpha$ est un coefficient d'absorption. Une nouvelle méthode a été mise au point : elle est basée sur l'étude de la famille des courbes I, $\log \sqrt{R^2 + H^2}$ et des courbes dérivées des précédentes. (R. étant le rayon macroséismique de l'isoséiste d'intensité I, H une profondeur hypocentrale supposée). La méthode d'analyse permet de déterminer la profondeur vraie h, ainsi que les produits pn et p $\alpha$.

L'analyse d'un certain nombre de séismes européens a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

1) Il est dangereux d'appliquer de façon uniforme certaines des formules déjà proposées, en particulier celle obtenue en faisant $n = 1$.

2) Le coefficient d'absorption est en liaison étroite avec le mécanisme au foyer ; les séismes de soulèvement (Apennins 11 février 1939, Garfagnana 15 octobre 1939) présentent des coefficients d'absorption pouvant être jusqu'à 20 fois plus grands que ceux déterminés pour des séismes de cisaillement (Hornisgrinde 30 décembre 1935).

Le texte complet de la communication de M. Peterschmitt est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*45.* — Le *Dr. Charlier* commence son exposé par la définition d'une échelle logarithmique des degrés d'intensité basée sur la mesure des accélérations. Cette échelle, peu différente dans la pratique de celle de Mercalli-Sieberg, permet d'établir aisément une série de relations et des formules simples — telle que celle de Gassmann — dénuées de tout caractère empirique. Après quelques considérations générales, l'auteur propose l'emploi international de cette échelle.

être très prudent dans leur application ; c'est ainsi que pour la région de Sumatra, M. Peterschmitt a montré que $\triangle$ M peut présenter des écarts très grands pour des foyers voisins.

*Rev. Dr. R. Ingram :* Do the values of $\triangle$ M agree with those of Bath ?

*Professor Gutenberg :* The depth factor can be used to derive a value for the focal depth if data from all over the world are used. Errors are likely to arise if the investigation is restricted to the results of a single station.

*Dr. Bath* makes the following remarks : In presenting the paper M. Peterschmitt remarked that there was a great discrepancy between the correction + 0,3 for h = 100 km., given by Zatopek, and my correction of + 0,8 for h = 100 km. (obtained from my formula $\delta$ (h) = 0.0082 h). However, what should be compared are not these figures but the rates of change with depth of the corrections, which are 0,004 $hm^{-1}$ (Zatopek) and 0,008 $hm^{-1}$ (Bath). My result agrees well with Gutenbergs' result (0,01) for the horizontal component, and both these results agree well with the theory.

*42.* — *M. Peterschmitt* présente la communication de *M. Martelly* sur la détermination des accélérations horizontales lors du tremblement de terre de Pelileo.

Le Professeur Martelly, détaché en Equateur, a eu l'occasion de faire sur place à l'occasion du grand séisme de Pelileo (Août 1949) un certain nombre d'observations.

Etudiant en différentes localités des chutes de monuments funéraires, il a calculé les accélérations nécessaires pour entraîner ces dégâts et les a comparées aux intensités macroséismiques déterminées par plusieurs auteurs. Il propose la formule $\gamma = \left(\frac{I}{2}\right)^{4,2}$ pour relier l'accélération $\gamma$ à l'intensité I évaluée dans l'échelle Wood-Neumann.

Le texte complet de cette communication est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*43.* — Une deuxième communication de *M. Martelly* est relative à une méthode de calcul de la profondeur hypocentrale à partir des données macroséismiques.

Déterminant graphiquement les courbes $I = f(\sqrt{\triangle^2 + h^2})$, $\triangle$ étant la distance épicentrale, h la profondeur de foyer, l'auteur a cherché par une transformation d'ordonnées à rectifier les courbes f ($\triangle$) très voisines de $f\sqrt{\triangle^2 + h^2}$ pour $\triangle > {}^3/_2\, h$. Le tracé des 2 directions asymptotiques pour $\triangle = 0$ et $\triangle$ suffisamment grand permet suivant les hypothèses choisies de déterminer la profondeur hypocentrale h ainsi que le coefficient n de la relation expérimentale $\gamma\,(\triangle^2 + h^2)^{\frac{n}{2}}$ = cons-

and — 0.26 for Central Asia. By application of these regional corrections, which are *not* used in the bulletins of Praha, the magnitude differences between Praha and Pasadena become mostly negligible. The regional corrections were applied in computing magnitude corrections with respect to the focal depths. The observed deviations of magnitudes could partly be explained by the effects of continental or oceanic paths on amplitudes of surface waves. Many particularities such as the positive band from Sumatra to the Caspian Sea and its appearance in the vicinity of the great negative area in Central Asia, the magnitudes in the Indian and Atlantic Oceans, further the complex grouping of $\triangle$ M's in North and South America, will require further study. They appear to be related to the individual types of mechanism in focus and the following reaction in the structure of the hypocentral region, both being responsible for the energy repartition in various directions. Also a characteristic behaviour of the underground structure under the recording station for different epicentral regions might be expected. If the magnitudes were determined independently by a great number of stations both from surface and bodily waves, the individual characteristics of various epicentral regions could be detected. In connection with the results of the study on the regional distribution of dilatations and compressions, the type analysis of seismograms and the distribution of gravity anomalies the magnitude differences could contribute to the investigation of the outer part of the Earth.

Le texte complet de la communication de MM. Zatopek et Vanek est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

Après avoir présenté le mémoire de MM. Zatopek et Vanek, *M. Peterschmitt* indique les différentes formules qui ont déjà été proposées pour le calcul de la magnitude à partir des mesures des amplitudes maxima horizontales :

| *Formules* | *Auteurs* |
|---|---|
| $-\log B = 1{,}818 + 1{,}656 \log \triangle$ | Gutenberg et Richter. |
| $-\log B = 1{,}97 + 1{,}62 \log \triangle$ | Peterschmitt. |
| $-\log B = 2{,}439 + 1{,}526 \log \triangle$ | Filippo Marcelli. |
| $-\log B = 2{,}15 + 1{,}66 \log \triangle$ | Zatopek. |

Ces formules sont très voisines, surtout en ce qui concerne le coefficient de log $\triangle$. *M. Peterschmitt* considère qu'il est inutile de rechercher d'autres formules et qu'il suffit d'utiliser les valeurs indiquées par MM. Gutenberg et Richter, une fois déterminé le coefficient dépendant de la nature du sous-sol de la station.

Quant aux corrections régionales moyennes introduites par MM. Zatopek et Vanek, *M. Peterschmitt* déclare qu'il faut

*Dr. Bath :* It was only determined by me for vertical Components.

*Dr. Baxter :* Are not results very dependent on geological formation under the station ?

*Professor Gutenberg :* The relevant wavelengths are of the order of 80 km., so corrections should not be important for long-period waves. Corrections determined for short-period instruments are larger.

*41. — M. Peterschmitt* résume la communication de MM. *Zatopek* et *Vanek.*

Since April 1st, 1949, the magnitudes, based on maximum amplitudes of surface waves having a period of about 20 seconds, have been regularly determined at the seismological station at Praha. The corresponding formula $M_{Praha} = \log A + 1.66 \log \triangle + 2.15$ has been obtained from 149 shallow shocks with $h \leqq 50$ km., occurring in 1940-1948. For most of them the revised values given by the Seismological Laboratory at Pasadena were available. This formula allows us to determine the magnitudes at Praha with a probable error of $\pm$ 0.23 units of magnitude as compared with the values of Pasadena. The differences $\triangle M = M^{rev}_{Pasadena} - M_{Praha}$ drawn into a geographical map, show a tendency to form groups of points in such a manner that a certain region often is characterised by $\triangle M$'s of the same sign and not very different in absolute values. This tendency was first observed in 90 shocks of 1948 and 1949 ; then 416 shallow earthquakes from the period 1927—1947, for which the revised values of Pasadena were known, were investigated. Well-defined regional repartition of five statistical classes of $\triangle M$, i. e. $\triangle M \geqq + 0.5$ (strongly positive) ; $+ 0.5 > \triangle M > + 0.25$ (positive) ; $+ 0.25 > \triangle M > - 0.25$ (normal) ; $- 0.25 > \triangle M \geqq - 0.5$ (negative) ; $- 0.5 > \triangle M$ (strongly negative) was found ; even the absolutely greatest values seem to be connected with certain areas. The most negative regions are Japan and Central Asia ; the belt from the New Hebrides to Celebes appears to be normal ; the Atlantic Ridge, Central America and the Carribean Sea are positive ; the Aleutian arc is normal ; the western coast of North America appears positive in its internal and negative in its external northern part. From western Java a strip of positive $\triangle M$'s runs toward the northwest and seems to continue with interruptions through India up to the Caspian Sea. The southern part of the western coast of South America is normal and negative. Finally the study of values $\triangle M$ without any statistical classification has shown a more detailed division of regions, so that characteristic regional corrections for the magnitudes determined by aid of the above formula could be computed. They are e. g. — 0.23 for Japan

proach of Rayleigh Waves at Berkeley from South America, the direction of some Rayleigh trains is south-west, representing refraction into the Pacific.

How were the standard magnitudes computed with which Dr. Bath compares his amplitudes ? Were preliminary waves used and if so why not blame discrepancies on errors of the standard values ?

*Professor Gutenberg :* The results of Dr. Bath indicate a rather marked change in Z/H as a function of magnitude which is unexplained at present. The effect of depth corresponds approximately to theoretical results by Dr. Jeffreys. For short distances (less than 20°) no equation was used thus far, but only Dr. Richter's empirical curve for trace amplitudes recorded by standard Wood-Anderson seismographs since for the very short distances the maximum is in the S-group.

*Professor Gutenberg* makes further remarks in reply to a question from *Professor Byerly :* The magnitude was determined as an average of results from all amplitude data (mainly M) at stations over the whole earth. The direction of the arriving R-Waves cannot be determined easily for continental or mixed paths due to the Love Waves which are superposed on the R-Waves. In cases of purely transpacific paths, almost pure R-Waves dominate the maxima at Pasadena.

*Professor Tsuboi :* For shallow earthquakes in Japan the following formulas were found to hold :

$\triangle < 500$ km. : $M = 0{,}20\ \triangle + 0{,}67 \log A + 3{,}80$

$\triangle > 500$ km. : $M = 0{,}03\ \triangle + 0{,}61 \log A + 5{,}00$

M : Magnitude, $\triangle$ : epicentral distance in 100 km. ; A : maximum amplitude of the horizontal ground motion measured in microns. Up to $\triangle = 5$, the maximum amplitude is likely to be given by S and beyond that distance by L.

*Professor Gutenberg :* The last of Bath's results shows that Az/Ah is function of magnitude.

*President Stoneley :* Prof. Byerly calls attention to the difference between the motion in surface waves (i) along the ray track, (ii) along the great circle joining station and epicentre. Ordinarily the difference should not be very great, but occasionally the effect of refraction at a continental edge may be notable, as for instance when a shock in the Andes is recorded at stations in California.

*Professor Gutenberg :* The depth term agrees very closely with Dr. Jeffrey's theoretical predictions.

*M. Peterschmitt* demande si le terme $\triangle$ h peut être utilisé dans la détermination de la magnitude à partir des mesures sur les composantes horizontales.

23. — Améliorations à apporter aux bulletins séismiques.

La séance est ouverte à 9 h. 20 sous la présidence du Docteur Stoneley.

## 22. Résolution de l'Association d'Océanographie

Le Président donne lecture de la résolution présentée par l'Association Internationale d'Océanographie physique.

« That the importance of oceanic depths to Geodesists and Geophysicists has so increased as to require the publication of up-to-date world wide bathy-metrical charts. It is recommended that this should be effected by a Permanent Bureau and that appropriate financial agreements should be made to this end. »

Cette résolution est approuvée.

12. Communications scientifiques (suite)

Les communications sont introduites par M. E. Peterschmitt, Rapporteur.

*40.* — *Dr. M. Bath* speaks on the Earthquake Magnitude determination from the vertical component of surface waves.

An earthquake magnitude formula, giving the closest possible fit to the magnitudes given by Gutenberg and Richter, is developed for the vertical component of surface waves with periods of about 20 sec. from records at Pasadena. The magnitude is obtained as the sum of five terms. The first term takes account of the amplitude, the second accounts for the amplitude variation with epicentral distance, the third term accounts for depth of earthquake focus (down to 100 km), the fourth term is the regional correction, depending on the properties of the path of the surface waves, and the fifth term corrects for the fact, discovered here, that the ratio of vertical to horizontal amplitudes varies with the magnitude. It is not possible to obtain the magnitude from the records at one station to a higher accuracy than $\pm$ ¼.

This paper is scheduled for publication in *Transactions, American Geophysical Union.*

*Professor Byerly :* Rayleigh Waves in some cases approach the station in a direction other than along the great circle joining station and epicenter, an example is the ap-

JEUDI 30 AOÛT (après-midi)

## Visite d'un charbonnage

Les Membres de l'Association se sont rendus en auto-car dans le Bassin de la Campine, où sous la conduite de M. le *Professeur de Magnée* ils ont pu visiter l'exploitation houillère moderne de Beeringen ; ils ont trouvé auprès de la Direction du charbonnage l'accueil le plus généreux.

---

## *ONZIÈME SÉANCE*

---

VENDREDI 31 AOÛT 1951 (matin)

*Programme*

22. — Résolution de l'Association d'Océanographie.

12. Communications scientifiques (suite)

*40.* — *M. Bath :* Earthquake Magnitude Determination from the Vertical Component of Surface Waves.

*41.* — *A. Zatopek* et *J. Vanek :* Earthquake Magnitudes at Praha and their Relation to the Revised Values of Pasadena.

*42.* — *J. Martelly :* Relation entre l'accélération et les degrés d'intensité macroséismique.

*43.* — *J. Martelly :* Une méthode d'évaluation de la profondeur de l'hypocentre.

*44.* — *E. Peterschmitt :* Sur la Variation de l'Intensité macroséismique avec la distance hypocentrale.

*45.* — *Ch. Charlier :* Sur la Détermination des profondeurs hypocentrales et des épicentres par les méthodes macroséismiques.

Le texte de la communication du Dr. Zatopek est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fasc. 18.*

*37.* — Une deuxième communication du Dr. Zatopek est déposée sur le bureau de l'Association : « A torsional recording Device for 80 kg and 200 kg Wiechert Seismograph ».

In order to increase the sensitivity of the 80 kg vertical Wiechert at the station of Praha and that of the 200 kg Wiechert astatic horizontal pendulum at Skalnaté Pleso in the High Tatra, both instruments were provided with a torsional registering mechanism, where the influence of friction was considerably reduced. The device consists essentially of a rigid support with a torsion head above and a clamp below between which a light rod with a rectangular support of the recording needle and a short transporting arm of aluminium are suspended by aid of two vertical coaxial metallic fibers about 0.15mm in diameter and 10 cm long. The strained fibres define the axis of rotation of the system. The transporting arm is provided on one side with a steel point. This is gently pressed by a convenient torsional force of fibres against an agate coned bearing on the free end of a little thrust rod, connected elastically with the magnifying frame arm of the seismograph. The arrangement reduces the number of bearings from four to one, and consequently the friction decreases on the average to one third or more, as the internal elastic friction is much smaller. The adapted instruments are able to reproduce the onsets even of small earthquakes.

Le texte de la deuxième communication du Dr. Zatopek est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fasc. 18.*

*38.* — La communication de *E. Vesanen,* qui n'a pu assister à l'Assemblée, attire l'attention sur l'installation en 1949 de 5 séismographes Sprengnether à l'Université de Washington à Seattle. Les bulletins publiés par cette station (The University of Washington Seismographic Station, Seattle) sont présentés à l'Assemblée.

*39.* — La communication de *P. Bremner* décrit l'installation réalisée à la station séismologique de Resolute Bay (dans le nord du Canada). On trouvera plus loin le texte de cette communication (voir rapports nationaux, Canada, p. 172).

La séance est levée à 11 h. 10 m.

---

*Monsieur Grenet* demande comment les caractéristiques sont calculées. Le *Prof. Hiller* répond : « par comparaison avec l'appareil Wiechert vertical ».

*Monsieur Grenet* ne comprend pas pourquoi il y a un amortissement séparé ; le système Benioff paraît préférable au dispositif Galitzine. La solution adoptée est peut-être une complication inutile.

Le *Professeur Hiller* répond qu'il préfère ne pas introduire de confusion entre les deux systèmes, amortissement et amplification.

*Monsieur Grenet* rappelle son ancien travail sur la masse des ressorts d'appareils verticaux légers.

*Monsieur Peterschmitt* insiste sur l'importance du choix de la station, l'influence de l'emplacement étant très grande. Dans la construction de nouvelles stations il faut d'abord songer à *l'emplacement* avant de songer aux différents types d'appareils à employer : à Stuttgart les graphiques en l'absence de séismes sont de véritables lignes droites alors qu'à Strasbourg sur les alluvions du Rhin on enregistre des vibrations continuelles.

*36.* — La communication du *Docteur Zatopek,* qui n'a pu se rendre à l'Assemblée, est déposée sur le bureau de l'Association: « Dynamical Magnification of a Pendulum excited by the Motion $e^{-\lambda t} . t^3$ and some other kinds of shock ».

The curves giving the dynamical magnification and the phase lag for the first maximum of the above aperiodic shock were derived in (1) as functions of $u^* = 6/(\pi\lambda)$, this variable replacing the usually used ratio $u = T_P : T_0$. These curves are not directly utilisable in the analysis of seismographic records, because we are unable to determine $u^*$ immediately from the seismogram. They may be graphically transformed in functions of a new variable $U(\lambda) = t_1/\pi$, where $t_1$ is the first half-period measured directly on the seismogram. The resulting curves of dynamical magnification resemble the curves already known, as determined for other forms of shock by various authors, but are quite different from those computed for the stationary harmonic vibration. It follows that if the first half-period recorded is short enough with respect to the free period $T_0$, true amplitudes of rapid onsets (especially those of P) may be determined with a certain degree of accuracy by aid of curves for any kind of shock, but never by the standard curves for harmonic vibration. In the case considered, there exist a number of checks by which the applicability of the theory can be examined.

---

(1) Série A, Travaux Scientifiques, Fasc. 17, Assoc. de Séismologie de l'U.G.G.I., pp. 81-88, 1950.

southern California. A solution of the problem would be an important step unravelling the mystery of the S wave.

*Professeur Byerly :* In Quakes off Northern California we often get for S a one sec. wave superposed on a 20 sec. wave.

*35.* — Le *Professeur Hiller* décrit le groupe de séismographes à courte période installés à Stuttgart.

On reconnaît de plus en plus les grands avantages présentés par un ensemble de séismographes dont les trois composantes sont parfaitement homogènes. Récemment l'ensemble homogène constitué par le groupe des trois séismographes Galitzine-Wilip spécialement adapté à l'enregistrement des séismes éloignés, en service à la station séismologique centrale de Stuttgart, a été complété par un ensemble homogène de séismographes à courte période. Ces derniers, de construction personnelle, sont destinés à l'enregistrement de tremblements proches. Ils constituent une solution intermédiaire entre celles présentées par les appareils de type Galitzine-Wilip et de Benioff. La suspension des petites masses pendulaires est analogue à celle des séismographes Galitzine-Wilip tandis que le transmetteur électromagnétique s'apparente à celui du séismographe Benioff. La masse pendulaire présente un équilibre stable : l'amortissement magnétique peut être porté à la valeur critique; la valeur maximum du grandissement peut atteindre 10.000 environ.

Constantes normales *(les mêmes pour les trois composantes) :*

Période propre du séismographe et du galvanomètre Moll: 1,5 secondes ;

Amortissement du séismographe et du galvanomètre : valeur critique ;

Grandissement maximum pour une distance d'inscription de 150 cm. : 10.000 environ ;

Vitesse de déroulement du papier photographique: 60-120 mm/minute.

Les résultats pratiques obtenus jusqu'à présent avec les appareils sont très satisfaisants. Même des séismes proches très faibles fournissent des séismogrammes aisément dépouillables. De plus la composante verticale donne des débuts très nets se rapportant aux ondes longitudinales (P ou PKP) de faibles séismes éloignés.

Le texte complet de la communication du Professeur Hiller doit être publié dans « *Geofisica pura e applicata* ».

*Miss Lehmann:* What do the short-period horizontal seismographs record in distant earthquakes ? Are there any S waves ?

Le *Professeur Hiller* répond que généralement les séismographes horizontaux n'inscrivent pas les débuts sauf dans le cas de séismes très importants où on observe alors les P et les S.

Le sujet traité par le Prof. Gassmann a déjà fait l'objet des deux publications suivantes : Gassmann (F.), und Weber (Max), Schwingungsmesser mit elektronisch regulierbaren Konstanten, Mitteilung Nr. 16 aus dem Institut für Geophysik und *Verhandl. der Schweiz. Naturf. Gesellschaft,* Davos 1950, S. 141-144 ; Gassmann (F.), Ueber mechanische Empfänger von Seismographen und Schwingungsmessern, *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie A,* Meteorologie und Geophysik, 1951.

*Dr. Tsuboi :* We have constructed an instrument in order, if possible, to record the shearing and rotational motions of the ground during an earthquake. The instrument is schematically shown in figure 1.

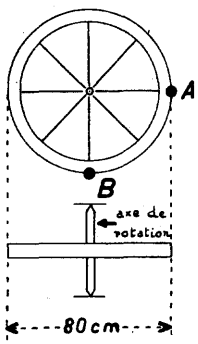


Fig. 1.

The center of gravity lies exactly on the axis of rotation. The body does not respond to any horizontal displacement, but responds only to shearing and rotational motion. At A and B, the motions of the body relative to the ground are measured. The magnification is $10^7$.

Alors qu'avec un séismographe ordinaire les P et S s'inscrivent bien, au contraire, en utilisant le nouvel instrument, les P disparaissent et seuls subsistent les S.

*Dr. Neumann:* I suggest that the more rigid theory of pendulum response be applied to the solution of a seismogram interpretation problem that is apparently not amenable to solution by the response equation for horizontal motion ordinarily used. Reference is made to a marked shift of the trace when S is registered for some earthquakes. An example is the Tucson Wood-Anderson record of a destructive earthquake in Panama in 1934. This pendulum movement is of such magnitude that it seems impossible to attribute it to a linear horizontal motion; it would seem more likely either a horizontal tilt or a horizontal rotation. Gutenberg has noted the same thing in the case of some local shocks in

$$(1)\quad \frac{d^2u}{dt^2} + 2\gamma \frac{du}{dt} + \nu^2 u = G(t)$$

où u désigne les petits déplacements du pendule relatifs au support, qui est supposé indéformable. Pour l'enregistrement des tremblements de terre, les mouvements rotatoires du sol sont, en général, négligeables. Mais ce n'est pas toujours le cas ; par exemple, quand on mesure des vibrations d'édifices, de véhicules, de machines etc. à l'aide d'un sismographe ou d'un vibromètre. On est donc conduit à considérer le comportement d'un sismographe soumis à des mouvements arbitraires (pas nécessairement petits) du support, ayant alors six degrés de liberté. Dans ce cas général, G (t) prend la forme

$$(2)\quad G(t) = -\vec{A}\cdot(\vec{p}-\vec{g}) - \vec{B}\vec{P} - CS$$

$\vec{p}$ = accélération d'un point Q du support.

$\vec{g}$ = accélération de la pesanteur.

$\vec{U}$ = vecteur représentant la vitesse angulaire momentanée du support ; c'est une fonction du temps t.

$\vec{P}$ = vecteur dépendant des variations de $\vec{U}$ (t).

$S = \vec{U}^2 S'$.

S' = tenseur symétrique ne dépendant que de la direction de $\vec{U}$.

$\vec{A}, \vec{B}$ = vecteurs, C = tenseur symétrique.

Ces 3 dernières grandeurs dépendent de la distribution des masses dont le système mobile du sismographe (pendule, leviers etc.) est composé. Elles caractérisent la sensibilité du sismographe aux mouvements quelconques du support.

C S = produit scalaire de C et S.

Si le sismographe, à un degré de liberté, possède un système électronique d'agrandissement et d'enregistrement, l'équation de l'indicateur v prend la forme générale :

$$(3)\quad L_1(v) = L_2[G(t)].$$

$L_1$ et $L_2$ étant des opérateurs linéaires, à coefficients constants, de la forme :

$$(4)\quad L_i = a_{iv} + a_{i1}\frac{d}{dt} + a_{i2}\frac{d^2}{dt^2} + \cdots + a_{in_i} \times \frac{d^{n_i}}{dt^{n_i}}$$

Il est par exemple possible de construire un sismographe électronique dont l'équation de l'indicateur prend la forme simple (1), mais où $\gamma$ et $\nu^2$ sont réglables à l'aide du système électronique.

*Dr. Gutenberg :* It is suggested to report the horizontal and vertical components of the ground motion in microseisms separately. Data on trace amplitudes may be misleading. It is also suggested that either all stations reporting regularly microseisms use the same time (e. g. 0 h Greenwich time) or at least one measurement at a time nearest to the time for which the main weather map of the region is issued.

*Professeur Caloi :* Je pense que la lettre A, exprimant l'amplitude en mm, est superflue. Etant donné le grand nombre de séismographes de très diverse amplification, elle ne signifie presque rien. A mon avis, il suffit de mettre la lettre a exprimant le mouvement en microns.

*M. Peterschmitt :* le symbole m prévu par M. Charlier (m = mouvement du sol inférieur à 0,1 micron) correspond probablement à la limite de lecture sur les inscriptions. Il vaudrait mieux, dans ce cas, remplacer l'indication en microns par l'indication en millimètres. Par exemple m voudrait dire amplitude des inscriptions inférieure à 0,2 millimètre.

Le *Président Stoneley* propose l'adoption du rapport et son insertion dans les Comptes Rendus de l'Assemblée. Il en est ainsi décidé.

## 12. Communications scientifiques (suite)

*33.* — Professor Byerly, Rapporteur General, presents the Theory of the Seismograph with tilts.

For a pendulum constrained to move in a plane, the complete equation of motion is developed including three components of angular velocity for the support as well as three displacements. The effects of the new terms are analyzed and considered negligible for most seismographs now in use.

The paper of Dr. Byerly has been submitted for publication to the *Bulletin of the Seismological Society of America ;* it will appear in either the July or the October number, 1952.

Le *Docteur Grenet:* Dans le cas d'un séismographe à rotation excité par des vibrations de très courte période on trouve (au 2e ordre) que l'appareil tend à prendre une nouvelle position d'équilibre. Lorsqu'on tient compte des rotations trouve-t-on un phénomène de même nature ?

*Professor Byerly* answers that the question has been well treated in many papers.

*34.* — Le *Professeur Gassmann* apporte quelques contributions à la théorie des sismographes et des vibromètres.

L'équation des petits déplacements d'un sismographe mécanique à un degré de liberté a la forme :

Tout en préservant les longues séries acquises, il semble que la mesure du maximum quotidien serait suffisante, à condition de la faire en valeur absolue et autant que possible sur les trois composantes.

L'emploi de séismographes analogues est également souhaitable, ainsi que la mesure des périodes, qui dépendent de l'origine de l'agitation.

La publication des amplitudes ainsi mesurées pourrait être faite, comme à Strasbourg autrefois, sous forme d'une courbe mensuelle qui constituerait un instrument de recherche de premier ordre. Ces courbes pourraient, soit être jointes par chaque station à ses bulletins, soit être établies par un organisme central.

b) Une pareille publication faciliterait le choix de certaines époques qui pourraient être étudiées par un grand nombre d'observatoires en liaison avec les services météorologiques. Dans ce cas, des mesures horaires seraient souhaitables.

On aurait à décider si chaque station effectuerait les mesures sur demande ou si les séismogrammes seraient centralisés par un établissement déterminé.

c) Certaines grandes tempêtes, surtout celles à début brusque, pourraient être étudiées à l'échelle de la minute.

Ce dernier travail ne peut évidemment être fait qu'en concentrant les séismogrammes.

Dr. *M. Bath* says that data on microseisms for only 1 or only 4 times a day are insufficient in research work. Data for each full hour are needed ; but, on the other hand, this would involve too much work and printing costs to be done in routine.

Code numbers for microseismic amplitudes should *not* be used, as they are subject to personal judgment, instead, ground amplitudes, expressed in microns, should be given.

*Dr. Gutenberg* points out that the times of observations may be fixed in two ways :

a) All should use the same hour G.M.T.

b) All should use à fixed local hour which has the advantage of coinciding with weather maps.

*Dr. Stoneley :* For fundamental investigations on microseisms a complete set of data from all the stations in a continent (or over the whole world) on an agreed scheme of days, chosen by international agreement, would be of much more value than the customary « small samples ». It should be an international « special study » rather than a programme for regular repetition.

*Miss Lehmann* answers : The records are there, so you can always go back in time and measure what is considered to be of particular interest.

Dans nos bulletins les périodes sont données au dixième de seconde et les amplitudes sont les amplitudes simples mesurées au demi-dixième de millimètre sur les enregistrements, suivies des amplitudes réduites du mouvement du sol exprimées au dixième de micron. Les valeurs correspondent au plus grand maximum du train. Les maxima ont été mesurés dans un intervalle de 20 minutes, disposé symétriquement autour de 0 h., 6 h., 12 h., 18 h., T.M.G. »

Uccle, décembre 1949. *Ch. Charlier.*

Monsieur Charlier a demandé à M. Bernard de résumer les réponses faites à cette circulaire.

I. — Aucune objection importante n'a été faite à la liste des abréviations proposées.

II. — Quant au procédé de mesures et au nombre de mesures à effectuer, le choix paraît beaucoup plus difficile en raison de la diversité des procédés déjà en usage : à Upsala, 1 mesure par jour à 8 h. ; à De Bilt et Venise, un relevé journalier dans une échelle d'appréciation de 0 à 3 ; à St-Maur, un relevé horaire dans la même échelle ; à Stuttgart, 4 mesures absolues par jour pour quelques tempêtes ; à Trieste, Rome et Uccle, les mêmes 4 mesures pour tous les jours ; à Lisbonne, Tolède et Alicante, 4 mesures par jour en mm., sans réduction à la valeur absolue ; à La Plata, un relevé de quelques amplitudes notables ; à Lomé, un projet de mesures ;

Il existe encore deux autres procédés, celui de Sitka (échelle d'appréciation de 0 à 4) et celui qui fut utilisé dans les premières mesures d'amplitudes absolues de F. Linke à Apia (1905-6) et de O. Klotz à Ottawa (1908-1910), lequel consistait en la détermination de l'amplitude maxima de la journée.

Un projet d'unification doit être examiné en fonction des études possibles qui sont de trois sortes :

a) Etude statistique des variations en fonction du temps.

b) Etude des variations rapides en relation avec la situation météorologique et les observations de la houle.

c) Etudes détaillées de tempêtes microséismiques.

La première nécessite de longues séries et il y a intérêt à ne pas interrompre celles qui existent, même si les méthodes employées laissent à désirer.

A cette fin, il est inutile de solliciter la collaboration de tous les observatoires, mais il y aurait lieu de rechercher une répartition convenable sur le globe des observatoires dont la collaboration serait désirable.

On souhaiterait, en particulier, d'avoir des mesures dans le Pacifique et dans l'hémisphère Sud, par exemple au Japon, à Honolulu ou à Tahiti, en Australie ou en Nouvelle Zélande, au Cap ou à Tananarive, ainsi qu'au Scoresby Sund.

## 21. Rapport sur l'unification des symboles à utiliser dans les bulletins des mouvements microséismiques

*Madame Labrouste* donne lecture du rapport établi par *M. P. Bernard.*

A l'Assemblée d'Oslo, l'Association avait chargé M. Charlier d'établir un projet d'unification des mesures de l'agitation microséismique. En décembre 1949, M. Charlier a fait parvenir aux différentes stations une lettre circulaire ainsi conçue :

« A la lecture des bulletins des mouvements microséismiques publiés par les stations séismologiques mondiales, on constate un manque d'unification dans les symboles utilisés. Chaque station utilise ses notations propres et son système de classification.

L'évaluation des mouvements microséismiques suivant une échelle conventionnelle telle que « faible, assez fort, fort, très fort » est, à notre avis, insuffisante : l'intérêt croissant que l'on porte à l'état de l'agitation microséismique nécessite la publication des mesures de l'amplitude et de la période de ces mouvements. Les bulletins microséismiques devraient donc comporter la période mesurée au dixième de seconde, et, soit l'amplitude de l'enregistrement exprimée au demi-dixième de millimètre, soit de préférence la réduction au sol exprimée en microns. Dans le premier cas les constantes instrumentales devraient figurer dans le bulletin.

Il restera encore à convenir si l'amplitude et la période données correspondent au plus grand maximum avoisinant l'heure convenue pour la mesure ou si ces données correspondent à la valeur moyenne des ondes appartenant au train considéré à cette heure. On devrait adopter uniformément pour les amplitudes figurant dans les bulletins, soit l'amplitude double, soit, de préférence, l'amplitude simple.

Nous proposons les notations suivantes que nous utilisons dans les bulletins des mouvements microséismiques rédigés à Uccle.

T : période de l'onde maxima.
A : amplitude simple mesurée sur l'enregistrement, en mm.
a : amplitude simple du mouvement du sol, en microns.
... : pas d'enregistrement (pour une raison quelconque).
ag. : agitation atmosphérique.
— : pas de microséismes.
? : traces.
* : troublé par séisme.
m : mouvement du sol inférieur à 0,1 micron.
+ : irrégulier.
(.) : douteux.
Cp. : courte période (microséismes industriels).
S : orage microséismique (microseismic Storm).
./. : période variant régulièrement de ... à ...

Le texte complet de la communication de MM. Alcaraz et Kintanar est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

La séance est levée à 17 h. 20.

---

## *DIXIÈME SÉANCE*

---

JEUDI 30 AOÛT 1951 (matin)

*Programme*

21. — Rapport sur l'unification des symboles à utiliser dans les bulletins des mouvements microséismiques.

12. — Communications scientifiques (suite)

*33.* — *P. Byerly :* The Theory of the Seismograph with Tilts.

*34.* — *F. Gassmann :* Quelques contributions à la théorie des sismographes et des vibromètres.

*35.* — *W. Hiller :* Un ensemble homogène de séismographes à courte période et à enregistrement galvanométrique, construction « Stuttgart ».

*36.* — *A. Zatopek :* Dynamical Magnification of a Pendulum excited by the Motion $e^{-\lambda t} . t^3$ and some other kinds of Shock.

*37.* — *A. Zatopek :* A torsional recording Device for 80 kg. and 200 kg. Wiechert Seismographs.

*38.* — *E. Vesanen :* University of Washington Seismographic Station, Seattle, Washington.

*39.* — *P. Bremner :* The Seismograph Station at Resolute Bay, N.W.T.

La séance est ouverte à 9 h. 15 m. sous la présidence du Professeur Gutenberg.

quées par des variations de pression atmosphérique qui se propagent selon l'axe du Golfe à une vitesse de l'ordre de celle des ondes libres de la mer qui se trouve en dessous.

En ce qui concerne la station de Messine, celle-ci se trouve exposée à l'action de la mer plus encore qu'à Catane, puisqu'elle est au voisinage de côtes battues par deux mers : la Mer Tyrrhénienne et la Mer Ionienne. Le fait qu'à Messine on n'enregistre pas les violents microséismes qui, plus au Sud, atteignent à Catane des amplitudes exceptionnelles, montre sans doute qu'il existe entre les deux villes une discontinuité remarquable au point de vue géologique. Il ne faut pas oublier en effet que, dans les blocs dont la structure géologique est homogène, les microséismes se propagent à des milliers de kilomètres, même s'ils ont des amplitudes plus petites que celles que l'on enregistre habituellement à Catane.

Les deux communications suivantes en provenance du *Philippine Weather Bureau* sont parvenues trop tard pour pouvoir être présentées à l'Assemblée de Bruxelles. Nous en donnons ci-dessous les résumés.

*32bis.* — *C. W. Ylanan:* Typhoons and Microseismic storms.

Correlation between typhoons and microseismic disturbances has been the subject of study at the Weather Bureau Station at Diliman, Quezon City, during the past two seasons that it has been in operation. This paper presents an evaluation of the results so far obtained. A summary of the different typhoons and storms is presented together with the effects produced on the microseisms recorded with particular emphasis on amplitude. The effect of distance of the disturbance on amplitude is discussed and some instances of the effect of ocean depth are noted. Results overwhelmingly point to the cyclonic origin of microseismic storms.

Le texte complet de la communication de M. Ylanan est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*32ter.* — *A. Alcaraz* and *R. Kintanar:* Pacific Microseisms.

The Microseismic Research Project of the United States Navy was extended to the Pacific in 1945. In 1949 the Philippine Weather Bureau established a tripartite microseismic station and carried daily exchanges of data with the Navy's station at Guam. It is the purpose of the present paper to discuss microseisms recorded at the Bureau station in Diliman, Quezon City, in the space of two years, with particular emphasis on their relation to atmospheric disturbance over the Pacific Ocean. A few conclusions are presented for discussions and as a means of comparison with Caribbean findings. The occasional recording of very short period microseisms is also mentioned for whatever supplementary values it may have to similar recordings at other places.

Le *Professeur Medi* demande à M. Giorgi si on doit considérer de façon définitive que ce sont les noyaux de hausse la cause du mouvement microséismique en Méditerranée.

Le *Professeur Giorgi* répond affirmativement pour la Méditerranée et espère que cette explication pourra aussi s'appliquer aux autres régions.

Le *Professeur Rothé* rappelle qu'autrefois à Strasbourg M. J. Lacoste avait attribué une grande importance au passage sur l'Atlantique de noyaux de baisse barométrique. L'action des noyaux de hausse peut-elle sur la Méditerranée être distinguée de l'action des noyaux de baisse ?

*M. Morelli :* Il est nécessaire de définir les microséismes. Si nous les définissons comme « agitation plus ou moins régulière du sol avec une période plus ou moins constante », chaque cause permanente d'agitation ou de perturbation peut être, dans des circonstances favorables, une origine de microséismes.

*32.* — Dans une dernière communication le *Professeur Bossolasco* signale que l'Institut Géophysique de l'Université de Gênes vient d'installer dans un ancien tunnel-abri un Observatoire Séismique expérimental. Entre le 1er Mai et le 15 Août 1951, 13 cas d'activité microséismique ont été enregistrés. En les analysant au point de vue des situations météorologiques concomitantes, le Professeur Bossolasco a trouvé que onze des treize cas sont nettement caractérisés par le passage d'un front froid sur le Golfe de Gênes, ce qui confirme les résultats récents obtenus par M. M. Bath à Uppsala.

Une étude plus complète et approfondie paraîtra dans un des prochains volumes de « *Geofisica pura e applicata* » ; cette étude contiendra aussi une analyse des relations entre les microséismes et l'état de la mer : l'Institut Géophysique de l'Université de Gênes a installé sur la côte, dans les environs de la ville, un appareil enregistreur des vagues qui fonctionne régulièrement depuis Juillet 1951. On est en train d'installer des appareils analogues en Corse et à l'île d'Elbe.

Le *Professeur Bossolasco* fait remarquer que les études sur la nature des microséismes ne doivent pas être limitées, comme on le fait trop souvent, aux conditions physiques et géologiques à la station d'enregistrement, mais doivent tenir compte surtout de celles des régions où ces perturbations ont naissance et se propagent.

*Professeur Caloi :* Dans la haute Adriatique, comme je l'ai déjà dit dans ma communication, l'origine des microséismes est liée au passage de perturbations barométriques suivant la loi déduite de la théorie de Proudman : c'est ainsi que en ce qui concerne le Golfe de Trieste, les microséismes sont engendrés par d'amples et rapides oscillations de la mer, provo-

L'application de la théorie de Proudman sur les effets de la propagation des variations de pression au-dessus de la mer, permet d'expliquer d'une façon très claire le mécanisme de la transmission de l'énergie de l'atmosphère à la mer.

En ce qui concerne l'Adriatique supérieur, il n'est pas nécessaire de recourir à des théories spéciales, pour expliquer comment l'énergie de la mer agitée est transmise à son fond. Etant donné la profondeur réduite de cette partie de l'Adriatique, les théories hydrodynamiques classiques suffisent pour expliquer comment se produit cette transmission.

Toutefois ces théories ne peuvent pas en fournir une explication satisfaisante lorsque la profondeur de la mer dépasse cent mètres. La théorie de Longuet-Higgins, qui envisage une variation de second ordre de la pression, acquiert alors un intérêt tout à fait exceptionnel. Selon l'opinion de M. Caloi cette théorie permet de compléter l'interprétation théorique des faits observés, en comblant une lacune dans nos connaissances relatives à la transmission de l'énergie de la mer agitée à son fond solide.

Il semble aussi que cette dernière théorie peut expliquer l'origine des microséismes en partant de systèmes de vagues, soulevées sur la surface de la mer par un vent soufflant dans une direction constante, avec une vitesse à peu près constante.

De cette façon, on arrive à isoler et à expliquer une des causes fondamentales — sinon la cause fondamentale — auxquelles on doit attribuer les microséismes.

Le texte complet de cette communication est publié en langue italienne dans « *Annali di Geofisica* », Vol. IV, N° 4, 1951, pp. 525—575.

*31.* — Le *Professeur Giorgi* expose les résultats d'un travail qui conduit à attribuer au passage de noyaux de hausse barométrique sur la Méditerranée la cause des microséismes dont la période est voisine de 4 sec : L'observation continue du mouvement microséismique et des circonstances météorologiques corrélatives permet de dire que les microséismes d'origine méditerranéenne ne sont pas en relation directe avec les *fronts,* mais proviennent de la zone marine intéressée par les noyaux de tendance barométrique positives. Une abondante documentation à la fois météorologique et séismique est présentée.

L'examen des diagrammes de sondages thermiques indique que l'effet maximum se produit lorsque l'épaisseur de la masse froide turbulente est comprise entre 1 et 3 km.

Le texte complet de cette communication a été publié en langue italienne dans « *Annali di Geofisica* », Vol. IV, N° 4, 1951, pp. 474—492.

fore, refers to the passage of typhoon center out at sea and not to the roughness of the sea at the coast due to waves rolling there.

Dr. *Tsuboi* answers that the time lag is that required to be propagated from cyclone center to coast.

***

*29.* — Le *Dr. P. Bernard* résume sa communication.

The local pecularities of microseisms may be easily studied by temporary seismological installations of one to three weeks ; this has late been done at the astronomical Observatory of St. Michel with three 12 seconds Galitzin components constructed according to the Coulomb-Grenet theory, and the value of H/V for several microseismic periods has been calculated.

The origin of the successive storms is examined on meteorological isobaric charts ; the first maximum on April 24th 1951 at St. Michel being very conspicuous at Toledo is attributed to a Gibraltar perturbation, and several other minor disturbances are also simultaneous with Mediterranean cold or warm fronts or characteristic depressions. On May 7 and 9, long period microseisms of 7 to 10 seconds are registered and tentatively explained by movements of period equal to the swell period, generated in shallow water areas.

Le texte complet de la communication du Dr. Bernard est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

*30.* — Le *Professeur Caloi* présente sa communication : Sull'-origine dei microsismi che interessano l'alto Adriatico.

Monsieur Caloi fait remarquer qu'il avait déjà observé en 1936 que, pendant le passage des cyclones sur l'Adriatique supérieur, des variations rapides de pression, liées à ces cyclones se produisent et qu'elles sont particulièrement accentuées pendant la phase positive montante des cyclones. C'est dans ces variations que l'on doit chercher l'origine des microséismes, dont l'intensité augmente au fur et à mesure que la vitesse des perturbations microbariques se rapproche de celle des ondes libres de la mer qui se trouve au-dessous.

Lorsque les variations rapides de pression, qui parfois sont liées aux noyaux cycloniques et parfois ne le sont pas, passent à une vitesse semblable à celle des ondes marines libres au-dessus du Golfe de Trieste, en direction de son axe et en sens inverse à l'augmentation des distances de sa base, l'ampleur des microséismes s'accentue d'une façon sensible.

Les manifestations très évidentes de ces phénomènes, dont quelques-uns ont été illustrés dans le rapport de M. Caloi en constituent une preuve irréfutable.

Japan Sea, the period of microseism observed in Tokyo is approximately 3 sec. ; if it is on the Pacific Ocean the period is divided into two, being 3—5 sec. and 6—7 sec. for the location of typhoon to the West and East, respectively, of the Izu Is. In view of the depths of the seas mentioned above, which are 2 km., 3—4 km. and 5—7 km. respectively, the period of the vibration of microseism due to typhoon seems to be in some relation to the depth of sea. On the other hand, the amplitude seems to be more pronounced for the typhoon on deep seas than that on shallow seas, even when the intensity of typhoons is taken into consideration.

Generally speaking, there are two origins of microseism, of which one is the local effect of sea waves on the neighbouring coast and the other the phenomenon like typhoons which have influence all over the country. They can be distinguished from each other by the length of period. The present study is of course concerned with the latter.

The perturbation set up around the center of a typhoon on the sea is propagated in some manner and causes the microseism on land. For this manner of propagation, the following 4 ways can be imagined :

(1) Crustal vibration set up in the sea bottom around the center of typhoon and propagated to land.

(2) High waves originating around the center of typhoon, on the sea, propagate over the sea and excite on their way to the coast crustal vibration, which is propagated again to land.

(3) When the high waves mentioned above reach the coast and roll on it, microseism is excited.

(a) along the coast (including distant coast).

(b) along the very near coast, exclusively.

According to the result of our study obtained so far ; (1) is improbable ; (2) deserves full examination, though its mechanism is unknown ; (3) — (a) seems best to explain the observation data, though the conclusion on it should be withheld ; (3) — (b) is improbable.

Le texte complet de la communication de MM. Wadati, Inouye et Hirono est destiné à être inséré dans les *Publications du Bureau central séismologique international, Série A, Travaux Scientifiques, fascicule N° 18.*

Dr. *Tsuboi* shows a Diagram on which the microseism amplitude at each station is plotted against distance of centre.

Dr. *Nanda :* From the conclusion drawn at the end that microseisms originate from waves rolling on the coast, there should be no appreciable lag between roughness of the sea at the coast and the increase in microseism amplitudes. The correction of few hours mentioned in the text probably, there-

*ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SEISMOLOGIE*

*ET DE*

*PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE*

## RESOLUTIONS

---

### RESOLUTION 1.

Whereas,

the immediate epicenter service of the U. S. Coast and Geodetic Survey serves to increase the accuracy of seismogram interpretations which in turn results in greater precision in epicenter locations, seismic waves transmission and knowledge of the earth's interior and

whereas,

it furnishes the press and public with authentic news on important earthquakes

be it resolved

that the International Seismological Association heartily endorse this project and urge that it be expanded as far as resources permit.

### RESOLUTION 2.

The International Association of Seismology expresses its appreciation of the services rendered to seismology by the Instituto Geofisico of Huancayo, especially in connection with the study of deep earthquakes.

The International Association of Seismology wished to stress the advantages that would accrue to seismology through the installation of a seismic station at Iquitos.

### RESOLUTION 3.

The International Association of Seismology wished to stress the importance to seismology of a resumption of the full activity of the seismological station at Hong-Kong and the installation of a complete up-to-date instrumental equipment. Not only does the station fulfill an important, and sometimes critical, role in the determination of earthquake epicenters, but it should also afford a mean of studying the microseisms that are registered in advance of approaching typhoons.

# ANNEXE II

---

## ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SÉISMOLOGIE ET DE PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE

---

# COMITÉS NATIONAUX DES PAYS MEMBRES

---

## ADDITIFS ET CORRECTIFS

---

## *LISTE DES COMITÉS NATIONAUX DE SÉISMOLOGIE ET DES PERSONNALITÉS S'INTÉRESSANT A LA SÉISMOLOGIE ET A LA PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE*

---

*Additifs et Correctifs*

*à la liste publiée dans les Comptes Rendus N° 9 (Séances de la 8ème Conférence, Oslo 1948), Annexe II, pages 77 à 90.*

A : Organisme membre de l'Union géodésique et géophysique internationale.

B1: Comité National de Géodésie et de Géophysique.

B2: Comité National de Séismologie.

C : Personnalité représentant le pays à l'Association de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre.

D : Autres personnalités s'intéressant à la Séismologie et à la Physique de l'Intérieur de la Terre, dont les noms ne sont pas compris dans les listes précédentes.

---

### ALLEMAGNE (République Fédérale)

A : Deutsche Union für Geodäsie und Géophysik (D.U.G.G.).

B2: Professor Dr. E. Tams, Präsident, Sektion für Seismologie, Hamburg-Blankenese, Bremersweg 5.

Professor Dr. W. Hiller, Württ. Erdbebendienst, Stuttgart-O, Richard-Wagnerstrasse 15.

Dr. H. Menzel, Geophysikalisches Institut der Universität, Hamburg 13, Rothenbaumschaussee 33.

### ARGENTINE

*Correctif*

C : Dr. Mr. Martin Cappelletti, Servicio Meteorológico Nacional, Paseo Colón 317, Buenos Aires.

### AUSTRALIE

*Additif*

B2: Sub-Committee on Seismology of the Australian National Research Council, Science House, 157-161, Gloucester St., Sydney.

Professor K. E. Bullen, F.R.S., Department of Mathematics, The University, Sydney (Australia).
Dr. O. A. Jones.
Rev. J. N. Burke-Gaffney, S. J., Director, Riverview College Observatory, Riverview, Sydney, N.S.W.

D : Dr. J. M. Rayner, Chief Geophysicist of the Bureau of Mineral Resources.

## AUTRICHE

*Additif*

A : Oesterreichische Kommission für internationale Erdmessung, Wien VIII, Friedrich Schmidtplatz 3.

B[2]: Univ. Prof. Dr. H. Ficker, Präsident der Akademie der Wissenschaften, Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, XIX, Hohe Warte 38.
Univ. Doz. Dr. Max Toperczer, Leiter der geophysik. Abteilung an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, XIX, Hohe Warte 38.

## BELGIQUE

*Sans changement*

## CANADA

A : Monsieur le Président du Comité National de Géodésie et de Géophysique, National Research Council, Ottawa (Ontario).

B[1]: Dr. J. T. Wilson, Chairman of the Associate Committee on Geodesy and Geophysics, University of Toronto.

B[2]: Dr. E. A. Hodgson (Chairman), Dominion Observatory, Ottawa.
Mr. W. G. Milne (Secretary), Dominion Observatory, Ottawa.
Dr. G. S. Field, Defence Research Board, Ottawa.
Mr. J. H. Hodgson, Dominion Observatory, Ottawa.
Mr. P. Bremner, Dominion Observatory, Ottawa.
Mr. T. D. Northwood, National Research Laboratories, Ottawa.
Mr. A. S. Runciman, Shawinigan Water and Power Company, Montreal.
Mr. W. T. Robson, Chief Geologist, Lakeshore Mines, Kirkland Lake.

## COLOMBIE

A : Le Directeur, Instituto Geografico de Colombia « Agustin Codazzi », Bogota.

C : R. P. J. E. Ramirez, S. J., Director del Instituto Geofisico de Los Andes Colombianos, Estacion Sismologica, Apartado 270, Bogota.

D : Belisario Ruiz Wilches, Director del Observatorio Astronomico Nacional.
Santiago Garavito, Director del Observatorio Geofisico de la Universidad Nacional.

José Ignacio Ruiz, Director del Instituto Geografico de Colombia « Agustin Codazzi », Bogota.
Marcos Mora Charon, Jefe de la Seccion de Geodesia, Instituto Geografico de Colombia « Agustin Codazzi », Bogota.
Dario Rozo M., Ex-Jefe del Centro de Investigaciones Geofisicas, Instituto Geografico de Colombia « Agustin Codazzi », Bogota.
Clemente Garavito B., Encargado de los trabajos de Geomagnetismo, Instituto Geografico de Colombia «Agustin Codazzi», Bogota.

## DANEMARK

*Additif*

B[1]: Dr. N. E. Norlund, Président du Comité national de Géodésie et de Géophysique, Directeur de l'Institut de Géodésie, Copenhague.
E. Andersen, Docteur ès Sciences.
A. E. Bretting, Professeur à l'Ecole polytechnique.
N. Nielsen, Professeur à l'Université de Copenhague.
A. Noe-Nygaard, Professeur à l'Université de Copenhague.
H. Petersen, Directeur de l'Institut Météorologique, Copenhague.
A. Schneider, Professeur à l'Ecole polytechnique.

C : Mlle I. Lehmann, Kastelvej 26, Copenhague

## ÉGYPTE

*Sans changement*

## EIRE

*Correctif*

A : The Secretary, Department of Industry and Commerce, 44 Upper O'Connell Street, Dublin.

## ESPAGNE

*Additif et Correctif*

A : Le Directeur général del Instituto Geografico y Catastral, Calle del General Ibanez Ibero N° 3, Madrid.

B[2]: MM. José Garcia Sineriz, Président de la Section de Séismologie, Director del Instituto Geologico y Minero de Espana y del Instituto Nacional de Geofisico, Rios Rosas 9, Madrid.
Juan Bonelli Rubio, Vice-Président, Jefe del Servicio Nacional de Sismologia del Instituto Geografico y Catastral, Madrid.
Luis Cadarso Gonzalez, Secrétaire, Ingeniero Geografo, Instituto Geografico y Catastral, Madrid.
José Rodriguez Navarro de Fuentes, Jefe de la Seccion 1a del Instituto Geografico y Catastral, Madrid.
Juan Manuel Lopez Azcona, Ingénieur des Mines, Rios Rosas 9, Madrid.

Wenceslao del Castillo Gomez, Ingénieur Géographe et des Mines, Rios Rosas 9, Madrid.
Alfonso Rey Pastor, Ingénieur Chef de la Station séismologique, Alicante.

D : R. P. Antonio Due Rojo, Observatoire de Cartuja, Granada.
Dr. E. Fontseré, Directeur de l'Observatoire Fabra, Section séismologique et météorologique, 9, Rambla de los Estudios, Barcelona.
R. P. Antonio Romana, Observatoire de Tortosa.

## FINLANDE

*Correctif*

C : Dr. E. Vesanen, Tunturikatu 14 B, Helsinki, Finland.

## FRANCE

*Additif et Correctif*

B²: H. Dessens, Directeur de l'Observatoire, Avenue des Landais, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).
R. Geneslay, Ingénieur, Compagnie générale de Géophysique, 50, rue Fabert, Paris (7e).
J. Martin, 3, rue Jules-Lemaître, Paris (12e).
L. Migaux, 50, rue Fabert, Paris (7e), (Changement d'adresse).
H. Richard, Ingénieur à la Compagnie générale de Géophysique, 50, rue Fabert, Paris (7e).
J. Rösch, Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).
A. Rouaud, Météorologiste principal, 5, rue d'Assas, Paris (6e).

## GRANDE-BRETAGNE

A : The Royal Society, Burlington House, London W. 1.

B²: Director of the Geological Survey,
Mr. B. C. Browne, Department of Geodesy and Geophysics, Downing Place, Cambridge.
Dr. E. C. Bullard, Director of the National Physical Laboratory, Teddington (Middlesex).
R. Davies Esq., Anglo Iranian Oil Company, Britannic House, Finsbury Circus, London, E. C. 2.
Dr. A. T. Doodson, F.R.S., The Observatory, Birkenhead (Cheshire).
Dr. A. H. R. Goldie, Meteorological Office, Air Ministry, Kingsway, London, W. C. 2.
Professor G. R. Goldsbrough, C. B. E., F. R. S., Kingswood, 12, North Avenue, Gosforth, Newcastle-upon-Tyne, 3.
Dr. J. de Graaff Hunter, C.I.E., F.R.S., West View, Lodge Lane, Keymer (Sussex).
Professor H. Jeffreys, F.R.S. (Chairman), St. John's College, Cambridge.
Sir Gerald Lenox-Conyngham, 69 Grange Road, Cambridge.

Professor A. O. Rankine, 14, Oak Avenue, Hampton (Middlesex).

Dr. R. Stoneley, F.R.S., 16 Millington Road Cambridge.

E. Tillotson Esq., The Homestead, Menston-in-Wharfedale (Yorkshire).

Dr. P. L. Willmore, St. John's College, Cambridge.

C : Professor Harold Jeffreys, F.R.S., 160 Huntington Road, Cambridge.

## GRÈCE

*Correctif*

C : Dr. A. Galanopoulos, Professeur de Séismologie à l'Université d'Athènes et Chef de la Station Géodynamique de l'Observatoire National d'Athènes, 4, rue Massalias, Athènes. (Grèce).

## INDE

A : The Secretary, National Committee on Geodesy and Geophysics, Ministry of Natural Resources and Scientific Research, Government of India, New Delhi.

C : Mr. B. L. Gulatee, M.A. (Cantab), Director, geodetic and training Circle, Dehra Dun.

D : Dr. J. B. Auden, Supdtg. Geologist, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta.

Dr. S. K. Banerji, 3, Ramani Chatterji Lane, Calcutta.

Mr. S. L. Banerji, Research Officer, Central Water and Power Research Station, Poona.

Mr. S. Basu, Deputy Director General for Forecasting, Meteorological Office, Poona.

Dr. J. K. Bhabha, Tata Institute of Fundamental Research, Apollo Pier Street, Bombay.

Dr. P. K. Bhattacharjee, University College of Science, 92, Upper Circular Road, Calcutta.

Dr. S. K. Chakravarty, Bengal Engineering College, Howrah.

Dr. T. G. K. Charlu, Reader in Geology and Chemistry, University of Roorkee, U. P. India.

Dr. G. W. Chiplonkar, Reader and Head of the Department of Geology, University of Sagour.

Dr. V. S. Dubey, Professor, Economic Geology, Banaras Hindu University, Banaras.

Dr. G. E. Gale, Member of the Committee on Microseisms, Seawaves and Swells, Scientific Adviser to the Navy, Ministry of Defence, New Delhi, India.

Dr. P. N. Genju, Chairman, Department of Geology, Muslim University, Aligarh, India.

Dr. P. K. Ghosh, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta 13.

Dr. A. M. N. Ghosh, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta 13.

Mr. B. L. Gulatee, Director, Geodetic Survey of India, Dehra Dun.

Mr. S. K. Guha, Assistant Research Officer, Central Water and Power Research Station, Poona.

Dr. K. Jacob, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta.

Mr. L. N. Kailasam, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta.

Mr. A. N. Khosla, Chairman, Central Board of Geophysics, Room N° 114, North Block-Secretariat, New Delhi.

Dr. D. S. Kothari, Scientific Adviser to the Ministry of Defence, New Delhi.

Dr. K. S. Krishnan, Director, National Physical Laboratory, New Delhi.

Dr. M. S. Krishnan, Director, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta.

Dr. L. S. Mathur, Meteorological Department, New Delhi.

Mr. L. P. Mathur, Geologist Central Water and Power Commission, New Delhi.

Dr. C. Mahadevan, Professor of Geology, Andhara University, Waltair.

Dr. S. L. Malukar, Director, Colaba Observatory, Bombay.

Dr. S. K. Mitra, University College of Science, 92 Upper Circular Road, Calcutta.

Dr. S. M. Mukherji, Assistant Seismologist, Meteorological Office, Poona.

Dr. J. N. Nanda, Senior Scientist, Naval Hqrs., New Delhi.

Mr. B. S. Negi, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta 13.

Dr. S. K. Paramanik, Deputy Director General of Observatory, Meteorological Office, Climatology and Geophysics, Poona 5.

Mr. P. C. Poddar, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta.

Dr. L. A. Ramdas, Deputy Director, India Meteorological Deptt., Poona.

Dr. B. Sundara Rama Rao, Reader in Geophysics, Andhara University Waltair.

Mr. K. R. Ramanathan, Physical Research Laboratory, Navarangpura, Ahmedabad.

Mr. M. B. R. Rao, Chief Geophysicist, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta 13.

Dr. Guru Das Ram, Chief Research Officer, Central Power and Research Station, Poona.

Dr. S. C. Roy, India Meteorological Department, New Delhi.

Mr. Amalendu Roy, Geological Survey of India, 27 Chowringhee, Calcutta.

Mr. S. Roy, Professor of Geology, Presidency College, Calcutta.

Mr. Jagdeo Singh, Assistant Professor of Geophysics, Banaras Hindu University, Banaras.

Dr. M. N. Saha, University College of Science, 92 Upper Circular Road, Calcutta.

Mr. V. V. Sohoni, Director General of Observatory, Meteorological Office, New Delhi.

Mr. V. P. Sondhi, Deputy Director, Geological Survey of India, Calcutta 13.

Prof. Savur, Prof. of Geophysics, Andhara University, Waltair.

Dr. A. N. Tandon, India Meteorological Deptt., New Delhi.

Dr. D. N. Wadia, Geological Adviser, Ministry of Natural Resources and Scientific Research, Government of India, New Delhi.

Director, Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.

## INDO-CHINE

*Sans changement*

## INDONESIE

A : Prof. Dr. J. J. M. Reesinck, Geophysical Service, Djalan Geredja Inggris 2-3, Djakarta. (President of the National Commission of Geodesy and Geophysics for Indonesia).

## ISRAEL

A : The Israel Society for Geodesy and Geophysics, c/o M. Goldschmidt, Chairman, Israel Society for Geodesy and Geophysics, P.O. Box 667, Jerusalem (Israel).

B1: Mr. Goldschmidt, Chairman, Israel Society for Geodesy and Geophysics, P.O. Box 667, Jerusalem.

Mr. N. Rosnan, Secretary, P.O. Box 36, Hakirya (Israel).

B2: Dr. Ch. L. Pekeris, Chairman of the Section for Seismology, c/o Weizman Institute, Rehovot.

Dr. S. Mijboon, c/o Weizman Institute, Rehovot.

Dr. N. Shalem, P.O. Box 7013, Jerusalem.

## ITALIE

*Correctif et changements d'adresses*

Prof. G. Aliverti, Istituto Universitario Navale, Napoli.

Dott. G. Pannocchia, Osservatorio Geofisico, Pavia.

Décédés : Prof. Lo Surdo, Ponte et Vacatello.

## JAPON

A : National Committee for Geodesy and Geophysics, Science Council of Japan, Ueno Park, Tokyo (Japan).

B²: Wadati (Kiyoo) Chairman, Central Meteorological Observatory, Tokyo.

Hagiwara (Takahiro), Secretary, Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Hirono (Takuzo), Central Meteorological Observatory, Tokyo.

Honda (Hirokichi), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tôhoku University, Sendai, Miyagi.

Honda (Takeshi), Central Meteorological Observatory, Tokyo.

Iida (Kumizi), Geological Survey, Hisamoto-cho, Kawasaki.

Ikeda (Tetsuro), International Latitude Observatory of Mizusawa, Iwate.

Inouye (Win), Central Meteorological Observatory, Tokyo.

Kato (Yoshio), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tôhoku University, Sendai, Miyagi.

Kawasumi (Hirosi), Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Matuzawa (Takeo), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tokyo University, Tokyo.

Minakami (Takeshi), Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Miyabe (Naomi), Geographical Survey Institute, Chiba.

Miyamura (Setumi), Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Muto (Katsuhiko), Geographical Survey Institute, Chiba.

Nagata (Takesi), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tokyo University, Tokyo.

Nakamura (Saemon Taro), Physical Institute, Faculty of Science, Kumamoto University, Kumamoto.

Nishimura (Eiichi), Geophysical Institute, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto.

Okuda (Toyozo), Geographical Survey Institute, Chiba.

Omote (Syun'itiro), Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Sassa (Kenzo), Geophysical Institute, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto.

Suda (Kanji), Hydrographic Office, Maritime Safety Agency, Tokyo.

Takahasi (Ryûtarô), Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Tsuboi (Chuji), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tokyo University, Tokyo.

Tsuya (Hiromichi), Earthquake Research Institute, Tokyo University, Tokyo.

Wadati (Kiyoo) Chairman, Central Meteorological Observatory, Tokyo.

Yoshimatsu (Takasaburô), Kakioka Magnetic Observatory, Kakioka (Ibaragi).

Yoshiyama (Ryoichi), Physical Institute, Faculty of Science, Kyushu University, Fukuoka.

C : Dr. Wadati (Kiyoo), Central Meteorological Observatory, Tokyo.

D : Rikitake (Tsuneji), Earthquake Research Institute, Tokyo University.
Sato (Yasuo), Earthquake Research Institute, Tokyo University.
Kanai (Kiyoshi), Earthquake Research Institute, Tokyo University.
Kishinouye (Fuyuhiko), Earthquake Research Institute, Tokyo University.
Nasu (Nobuji), Earthquake Research Institute, Tokyo University.
Takeuchi (Hitoshi), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tokyo University.
Suzuki (Ziro), Geophysical Institute, Faculty of Science, Tôhoku University.
Miyamoto (Shotaro), Astronomical Institute, Faculty of Science, Kyoto University.
Miki (Haruo), Geophysical Institute, Faculty of Science, Kyoto University.
Sagisaka (Kiyonobu), Seismological Observatory, Central Meteological Observatory, Matsushiro, Nagano Pref.
Honma (Shosaku), Seismological Observatory, Central Meteorological Observatory, Matsushiro, Nagano Pref.

## MAROC

A : Le Directeur, Institut Scientifique Chérifien, Avenue Biarnay, Rabat.

B2: MM. C. Aynard, Directeur de la Compagnie Marocaine de Géophysique, 3, rue de la Marne, Rabat.
Ch. Bois, Docteur ès Sciences, 27*bis*, rue de l'Ourcq, Rabat.
A. Bouillot, Directeur du Bureau de Recherches et de Participations Minières, 38, rue de la République, Rabat.
G. Choubert, Chef de la Section de Cartographie du Service Géologique, Direction de la Production Industrielle et des Mines, Rabat.
J. Debrach (Secrétaire), Géophysicien au Service de Physique du Globe et de Météorologie, 2, rue de Foucauld, Casablanca.
J. Liouville, Conseiller Scientifique du Gouvernement Chérifien, Kasba des Oudaïas, Rabat.
J. Marais, Chef du Service Géologique, Direction de la Production Industrielle et des Mines, Rabat.
L. Pasqualini, Directeur de l'Institut Scientifique Chérifien, Avenue Biarnay, Rabat.
G. Roux, Chef du Service de Physique du Globe et de Météorologie, 2, rue de Foucauld, Casablanca.

C : J. Debrach, Géophysicien au Service de Physique du Globe et de Météorologie de l'Institut Scientifique Chérifien, 2, rue de Foucauld, Casablanca.

## MEXIQUE

*Sans changement*

## NORVÈGE

A : Det Norske Videnskaps-Akademi, Drammenveien 78, Oslo.

D : A. Kvale, Directeur de l'Observatoire séismologique, Bergen.

## NOUVELLE ZÉLANDE

*Sans changement*

## PAYS-BAS

*Changements d'adresses*

B2: Prof. Dr. Ir. F. A. Vening-Meinesz, Potgieterlaan 5, Amersfoort.
Dr. H. P. Berlage, Vondelkerkstraat 32 II, Amsterdam-W.
Dr. J. G. Scholte, v. Alphenstraat 12, Utrecht.

## PÉROU

*Sans changement*

## PHILIPPINES (République des)

A : The Philippine Geodetic and Geophysical Institute, Coast Survey Building, N° 77 Barraca Street, San Nicolas, Manila (Phil.).

B2: Dr. Mariano A. Estoque, Civil Engineering Dept., School of Engineering, John Hopkins Univ., Baltimore 18, Maryland.
Lieut. Francisco J. Banzon, Bureau of Coast and Geodetic Survey, Manila.
Mr. Fernando Tienzo, Bureau of Coast and Geodetic Survey, Manila.

C : Lieut. Francisco J. Banzon, Bureau of Coast and Geodetic Survey, Manila, Philippines.

D : Mr. Arturo Alcaraz, Weather Bureau, Manila.
Mr. Ramon Abarquez, Bureau of Mines, Manila.
Mr. Jose C. Quema, Bureau of Mines, Manila.
Mr. Pablo M. Capistrano, Bureau of Mines, Manila.

## PORTUGAL

*Correctif*

A : Secçao Portuguesa das Unioes Internacionais, Astronomica e Geodesica e Geofisica, Instituto Geografico e Cadastral, Praça de Estrela, Lisboa.

## SIAM

*Sans changement*

## SUÈDE

*Sans changement*

## SUISSE

*Correctif (changements d'adresses)*

B[1]: Dr. E. Wanner, Chef du Service séismologique, Krähbühlstrasse 58, Zürich 7/44.

Prof. Dr. Bäschlin, Président de l'Association de Géodésie, Dammstrasse 25, Zollikon b/Zürich.

## SYRIE

*Renseignements non parvenus*

## TCHÉCOSLOVAQUIE

*Correctif*

A : Le Comité National de Géodésie et de Géophysique, aux soins de; Dr. Alois Gregor, Président, Institut de Météorologie de l'Université Charles, Ke Karlovu 3, Praha II, (Tchécoslovaquie).

## TUNISIE

A : Direction des Travaux Publics, Tunis (Tunisie).

D : J. Tixeront, Président, Ingénieur en Chef du Service de l'Hydraulique à la Direction des Travaux Publics, Tunis.

De Frondeville, Ingénieur en Chef du Service des Mines, Direction des Travaux Publics, Tunis.

Dr. Castany, Chef du Service Géologique, Direction des Travaux Publics, Tunis.

De Montmarin, Chef du Service Météorologique Tunisien, La Manoubia, Tunis.

M. Bellair, Professeur à l'Institut des Hautes Etudes, Rue de Rome, Tunis.

Berkaloff, Chef du Bureau d'Inventaire des Ressources Hydrauliques, Direction des Travaux Publics, Tunis.

## TURQUIE

A : The Director General, Turkish Geodetic Survey, T. C., Milli Savunma Bakanligi, Harta Genel, Müdürlügü, Ankara.

D : Le Directeur de l'Institut de Recherches Minières M.T.A., Ankara.

Prof. Sevket A. Birand, Ankara Universitesi, Jeoloji Enstitüsü Direktörü, Ankara.

Dr. Necdet Egeran, Menekse sok., Göknil Apt. 4, Ankara-Yenisehir.

Dr. H. Kemal Erkman, Directeur de l'Observatoire, Istanbul Kandilli Rasathanesi, Cengelkköy, Istanbul.

Professeur Fouché, Institut de Physique, Faculté des Sciences, Istanbul.

Dr. Ervin Lahn, Kizilirmak sok. 30, Ankara-Yenisehir (Türkiye).

Prof. H. N. Pamir, Institut de Géologie, Faculté des Sciences, Istanbul.
Mlle Doç. Dr. Nuriye Pinar, Istanbul Universitesi, Jeoloji Enstitüsü, Süleymaniye - Istanbul.
Yapi ve I. .I. Reisligi, Bayindirlik Bakanligi, Ankara.

## UNION OF SOUTH AFRICA

C : Dr. P. G. Gane, Bernard Price Institute for Geophysical Research, University of the Witwatersrand, Milner Park, Johannesburg.

## UNITED STATES OF AMERICA

*Correctif*

C : Professor Perry Byerly, Bacon Hall, University of California, Berkeley, 4, California.

## YOUGOSLAVIE

*Sans changement*

# ANNEXE III

---

# STATUTS

## adoptés par l'Assemblée de Bruxelles

## Août 1951

---

Textes anglais et français

---

# STATUTS
de
# L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SÉISMOLOGIE ET DE PHYSIQUE DE L'INTÉRIEUR DE LA TERRE

(adoptés à l'Assemblée de Bruxelles, août 1951)

---

## I. — *Objet de l'Association*

1. L'Association Internationale de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre a pour objet :
   a) de favoriser l'étude des problèmes qui concernent les tremblements de terre, la propagation des ondes séismiques, et la constitution interne du globe ;
   b) de provoquer et coordonner les recherches exigeant la coopération de plusieurs pays et en assurer la discussion scientifique ainsi que la publication;
   c) de faciliter des recherches spéciales sur la séismologie scientifique et appliquée, telles que les comparaisons d'instruments utilisés dans divers pays, les recherches par explosions provoquées, et d'une manière générale toutes les questions où intervient la séismologie.

## II. — *Membres de l'Association*

2. Tout pays qui a adhéré à l'Union a le droit de s'inscrire comme membre de l'Association et d'y avoir des représentants. Le mot « pays » a la même signification que dans les statuts de l'Union; il embrasse tous les territoires que l'Assemblée Générale de l'Union juge posséder une activité scientifique indépendante.

## III. — *Comités Nationaux*

3. Dans chacun des pays qui font partie de l'Union il doit être constitué un comité national qui peut comprendre une section de séismologie. Ce comité et sa section ont pour attributions de faciliter et de coordonner sur le territoire du pays l'étude des diverses questions de séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre en accord avec les objets de l'Association. Ils ont le droit de soumettre à l'Association de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre des questions à discuter rentrant dans la compétence de celle-ci.

   La section nationale propose au comité national la désignation du ou des délégués chargés de la représenter aux assemblées générales de l'Association.

Les communications officielles de l'Association Internationale de Séismologie et de Physique de l'Intérieur de la Terre avec un pays adhérent sont adressées à la section de séismologie ou à défaut au Comité National de Géodésie et Géophysique.

## IV. — *Administration de l'Association*

4. Les travaux de l'Association sont dirigés par l'Assemblée Générale des délégués choisis par les pays membres de l'Association.

5. L'Assemblée Générale de l'Association désigne le Président, deux Vice-Présidents et un Secrétaire constituant le Bureau de l'Association.

6. L'élection du Bureau a lieu pendant une assemblée générale ordinaire et le transfert des pouvoirs à un nouveau bureau a lieu trois mois après l'élection.

   L'intervalle entre le transfert à la suite d'une assemblée générale et le transfert après l'assemblée générale suivante est appelé une « période ».

7. Le Président reste en fonctions pour une période seulement et n'est pas rééligible pour la période suivante.

   Les Vice-Présidents ne peuvent pas être réélus immédiatement dans les mêmes fonctions.

   Le Secrétaire conserve ses fonctions pendant les deux périodes qui suivent son élection. Il est immédiatement rééligible dans les mêmes conditions.

8. Le Comité National ou à défaut l'organisme adhérent désigne dans chaque pays un délégué chargé de représenter l'Association dans son pays. L'ensemble de ces délégués constitue le Conseil de l'Association. Les membres du conseil présents à l'Assemblée Générale choisissent cinq membres de l'Assemblée parmi les délégués appartenant à des pays qui ne sont pas représentés dans le Bureau. Ces cinq membres constituent avec les membres du Bureau le Comité exécutif. Ils ne sont pas immédiatement rééligibles.

   Un pays peut être représenté au Bureau par une personnalité différente du membre du Conseil.

   Le Comité exécutif est saisi par le Bureau des questions urgentes dans l'intervalle des Assemblées Générales.

## V. — *Secrétariat et Bureau Central*

9. Un Secrétariat, placé sous la direction du secrétaire de l'Association, expédie la correspondance, gère les ressources et assure la conservation des archives, ainsi que la préparation et la distribution des publications approuvées par l'assemblée de l'Association.

10. Un Bureau Central, chargé des travaux internationaux d'ensemble, des comparaisons d'instruments, des travaux de caractère général, est placé sous la direction du Secrétaire de l'Association.

11. Des personnes étrangères ou non au Bureau peuvent être chargées soit par le Secrétaire soit par l'Assemblée Générale de l'Association de travaux spéciaux.

## IV. — *Finances*

12. Les ressources de l'Association proviennent :

a) des cotisations des Nations adhérentes dont la quote part est versée à l'Association par le Secrétariat Général de l'Union.

Les attributions de fonds provenant de la Caisse Centrale de l'Union sont déterminées par l'Assemblée de l'Union, sur proposition de son Conseil ;

b) du prix de vente des publications, abonnements, insertions d'annonces, etc....

c) des subventions en provenance de l'U.N.E.S.C.O. ;

d) de toute autre subvention.

13. Le Secrétaire Général, Directeur du Bureau Central, est chargé de la gestion de ces ressources. Par gestion des ressources il convient de comprendre la délégation permanente du pouvoir de gérer les comptes ouverts au nom de l'Association dans des banques de divers pays.

Pour l'ouverture même de ces comptes une décision doit être prise par le Conseil de l'Association, en se conformant aux usages existant dans le pays où le compte doit être ouvert.

14. Par mesure de précaution la signature relative à tout compte ouvert au nom de l'Association est obligatoirement déléguée à une seconde personne au moins du Bureau de l'Association.

Mais le Secrétaire Général, Directeur du Bureau Central, garde seul vis-à-vis de l'Association la responsabilité des opérations effectuées.

## VII. — *Assemblées Générales de l'Association*

15. L'Association se réunit en Assemblée Générale ordinaire en même temps que l'Union. La convocation est envoyée quatre mois au moins à l'avance aux organismes adhérents de chaque pays.

Le Bureau de l'Association peut, avec l'approbation du Comité exécutif convoquer une Assemblée Générale extraordinaire. Il est tenu de faire cette convocation à la demande d'un tiers des voix des membres du Comité exécutif.

16. Les membres non délégués des Comités Nationaux peuvent assister aux réunions de l'Association et prendre part aux discussions, mais seulement avec voix consultative.

Le Bureau de l'Association peut inviter à assister à titre consultatif aux séances de l'Assemblée Générale des représentants d'institutions scientifiques internationales, ainsi que des hommes de science non délégués officiellement par les Comités Nationaux des pays auxquels ils appartiennent, mais seulement après entente avec ces comités.

17. L'ordre du jour d'une session est élaboré par le Bureau et envoyé aux organismes adhérents en même temps que la lettre de convocation.

Aucune question non inscrite à l'ordre du jour ne peut être prise en considération sans l'assentiment préalable de la moitié au moins des voix des pays représentés à l'Assemblée Générale.

18. Dans les intervalles des Assemblées Générales de l'Union et moyennant accord préalable avec le Bureau de celle-ci, une association soit seule, soit en commun avec d'autres associations, peut tenir des réunions supplémentaires. Mais, en tous cas, les Associations doivent se réunir en Assemblée Générale en même temps que l'Union elle-même.

## VIII. — *Budget*

19. Un budget de prévision pour une période, relatif aux frais de personnel et de matériel du secrétariat et aux travaux exécutés, est préparé par le Comité exécutif et soumis à l'Assemblée Générale.

Une Commission nommée par l'Assemblée Générale est chargée de la vérification des comptes des années précédentes et de l'étude du budget futur. Elle donne au Secrétaire décharge des comptes que celui-ci a établis pour chaque année et soumis à l'Assemblée Générale.

## IX. — *Droit de vote*

20. En Assemblée Générale, les résolutions concernant les questions d'ordre scientifique pur sont prises à la majorité des voix de tous les délégués présents.

Pour les questions d'ordre administratif, les questions mixtes et les questions financières, le vote a lieu par Etat, conformément aux statuts de l'Union.

Pour les diverses questions administratives figurant à l'ordre du jour, un pays qui n'est pas représenté peut envoyer par écrit son vote au président. Pour être valable, ce vote doit être reçu avant le dépouillement du scrutin.

S'il y a doute sur la catégorie dans laquelle doit être rangée une question, le président décide.

Au nombre des questions administratives on compte l'élection des membres du Bureau.

## X. — *Validité des Statuts*

21. Les présents statuts sont valables pour une période de douze années. Aucun changement ne pourra dans l'intervalle y être apporté sans l'approbation des deux tiers des voix des pays intéressés.

22. A l'expiration de la période sus-visée et avec l'assentiment de la majorité des pays adhérents, une révision générale des statuts pourra être effectuée.

23. Le texte français servira exclusivement pour l'interprétation à donner aux statuts.

# STATUTES OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SEISMOLOGY AND PHYSICS OF THE INTERIOR OF THE EARTH

*(Adopted by the Assembly at Brussels, August 1951)*

---

## I. — *Objects of the Association*

1. The purpose of the International Association of Seismology and Physics of the Interior of the Earth is
   a) To promote the study of problems relating to earthquakes, to the propagation of seismic waves, and to the internal structure of the earth ;
   b) To initiate and co-ordinate the conduct of researches which depend on co-operation between different countries, and to provide for their scientific discussion and for their publication ;
   c) To facilitate particular researches on scientific and applied seismology, such as the comparison of instruments used in different countries, researches on blasting and generally all matters to which seismology is related.

## II. — *Members of the Association*

2. Each country having adhered to the Union has a right to become member of and to send representatives to the Association. The word « country » has the same sense as in the statutes of the Union ; it comprises all territories which are considered by the General Assembly of the Union to possess an independant scientific activity.

## III. — *National Committees*

3. A National Committee should be formed in each of the countries belonging to the Union ; this Committee should comprise a section — or sub-committee — of seismology. The functions of this Committee and of its section are to facilitate and co-ordinate in their respective countries the study of the different questions relating to Seismology and Physics of the Interior of the Earth in accordance with the objects of the Association. The Committee and the Section shall be empowered to propose to the Association for discussion questions falling within the competence of the Association.

   The National Committee on the recommendation of the National Section nominates the delegate or the delegates who shall represent the National Committee at the General Meeting of the Association.

   Official communications sent by the International Association of Seismology and Physics of the Interior of the Earth to

an adhering country shall be addressed to the Seismological Section or in default to the National Committee of Geodesy and Geophysics.

### IV. — *Administration of the Association*

4. The work of the Association shall be directed by the General Assembly of the delegates chosen among the Member countries of the Association.

5. The General Assembly of the Association elects the President, two Vice-Presidents and a Secretary, who constitute the Bureau of the Association.

6. The election takes place during an ordinary General Assembly ; the transfer of powers takes place three months after the election.

   The interval between the transfer of powers after a General Assembly and the transfer of powers after the next General Meeting is called a « period ».

7. The President shall hold office for one period only and is not reeligible for the next period.

   The Vice-Presidents shall not be re-elected immediately to the same office.

   The Secretary shall hold office during the two periods following his election. He is immediately re-eligible under the same conditions.

8. The National Committee or in default the adhering Organisation names in each country a delegate, whose duty it is to represent the Association in each country. The delegates as a body constitute the Council. The members of the Council present at a General Assembly choose 5 delegates from countries other than those of the Bureau. These five members form with the members of the Bureau the Executive Committee. These are not immediately re-eligible.

   The representative of a country in the Bureau need not be a member of the Council.

   Urgent questions arising in the intervals between General Meetings shall be delegated by the Bureau to the Executive Committee.

### V. — *Secretariat and Central Bureau*

9. A Secretariat placed under the direction of the Secretary, shall conduct the correspondence, administer the funds, preserve the archives, and prepare and distribute the publications approved by the Assembly of the Association.

10. A Central Bureau shall be placed under the direction of the Secretary of the Association ; it will take charge of the international works done in co-operation, of the comparison of instruments, and of works having a general character.

11. Persons belonging or not belonging to the Bureau may be commissioned, either by the Secretary or by the General Assembly of the Association, to undertake special researches.

## VI. — *Finance*

12. The resources of the Association are derived from :
    a) The dues of the adhering countries whose share is paid to the Association by the General Secretary of the Union. The allocations from the central funds of the Union are determined by the Assembly of the Union on the recommendations of the Union's Council ;
    b) The sales of publications, subscriptions, advertisements, etc.;
    c) The grants in-aid from U.N.E.S.C.O. ;
    d) Other grants.

13. The Secretary General, Director of the Central Office, shall administer these resources. The administration of resources shall include the permanent delegation of authority to manage any bank accounts which have been opened in the name of the Association in different countries.

    For the opening of these accounts, a resolution shall be taken by the Council of the Association, which shall submit to the customs existing in the country where the bank account is to be opened.

14. As a precaution, the right to sign as an authorized agent for any account opened in the name of the Association shall be extended to at least one other person.

    But the Secretary General, Director of the Central Office, shall alone retain responsibility toward the Association for all banking operations.

## VII. — *General Meetings of the Association*

15. The Association shall hold an ordinary General Meeting at the same time as the Union. The notices of meeting shall be sent to the adhering countries or organisation at least four months in advance.

    The Bureau of the Association may, with the approbation of the Executive Committee, summon an extraordinary General Meeting. It must do so at the request of one-third of the votes of the members of the Executive Committee.

16. Members of a National Committee who are not delegates may attend the meetings of the Association and take part in the discussion, but shall have no power of voting.

    The Bureau of the Association may invite representatives of scientific organisations and also scientific men not officially delegated by the National Committees of their respective countries, but only after having obtained the approval of these committees. Such invited guests may take part in the discussion, but shall have no power of voting.

17. The agenda of business to be transacted at a meeting are prepared by the Bureau and sent to the adhering organisations together with the notices of meeting.

    No question which has not been placed on the agenda shall be discussed without the previous consent of at least one-half

of the votes of the countries represented at the General Assembly.

18. In the intervals between the General Meetings and by agreement with the Bureau of the Union, an Association may, either separately or jointly with other Associations, hold additional meetings. But in any case the Associations shall hold a General Meeting at the same time as the Union itself.

## VIII. — *Budget*

19. The Executive Committee shall prepare for each period and submit to the General Assembly an estimate of the budget relative to the expenses of the Secretariat for salaries and office furniture and for any works executed.

A Committee, nominated by the General Assembly, shall examine the accounts for the preceding years and the estimate for the next years. It shall give discharge to the Secretary for the accounts prepared by him for each year and submitted to the General Assembly.

## IX. — *Voting Power*

20. In the General Assembly, resolutions concerning purely scientific questions shall be decided by a majority of the votes cast by all the delegates present.

In questions of an administrative character, in mixed and financial questions, the vote shall be by countries, in conformity with the statutes of the Union.

In the different questions of an administrative character which appear on the agenda, a country not represented may forward its vote to the President in writing. Such votes shall be counted only if received before the result of the ballot is ascertained.

In case of doubt as to the category to which a question belongs, the President shall decide.

When there is an equal division of votes, the President shall have a casting vote.

The election of the Bureau is counted as an administrative question.

## X. — *Validity of Statutes*

21. The present statutes shall remain in force for a period of twelve years. No change shall be made in their terms in the interval, except with the approval of two-thirds of the votes of the adhering countries.

22. At the end of the said period and with the consent of the majority of the adhering countries, a general revision of the statutes may take place.

23. The French text shall be used exclusively in interpreting these statutes.

# ANNEXE IV

# RAPPORTS NATIONAUX

## DES PAYS MEMBRES (1)

Allemagne
Argentine
Australie
Autriche
Belgique
Canada
Colombie
Danemark
Espagne
France
Grande-Brenagne
Grèce
Inde
Irlande
Italie
Japon
Maroc
Norvège
Nouvelle Zélande
Pays-Bas
Pérou
Portugal
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union Sud-Africaine
United States of America
Yougoslavie

PAYS NON-MEMBRES (1)

Brésil
Indonésie
Islande

(1) Au 1er septembre 1951 ; voir au verso la liste des pays adhérents à l'U.G.G.I. au 1er janvier 1952.

## LISTE DES PAYS ADHÉRENTS A L'UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

au 1er janvier 1952

Allemagne (République fédérale)
Argentine
Australie
Autriche
Belgique
Canada
Chili
Colombie
Danemark
Egypte
Eire
Espagne
Etats-Unis
Finlande
France
Grande-Bretagne
Grèce
Inde
Indo-Chine
Indonésie
Israël
Italie
Japon
Mexique
Maroc
Norvège
Nouvelle-Zélande
Pakistan
Pays-Bas
Pérou
Philippines
Pologne
Portugal
Suède
Suisse
Syrie
Tchéco-Slovaquie
Thaïland
Tunisie
Turquie
Union Sud-Africaine
Yougo-Slavie

# ALLEMAGNE

## *BERICHT UEBER DIE TAETIGKEIT AUF DEM GEBIET DER SEISMOLOGIE IN DER DEUTSCHEN BUNDESREPUBLIK VON 1945 BIS ANFANG 1951*

Wir geben zunächst eine kurze, allgemeine Uebersicht, und lassen dann spezielle Angaben über die Ausrüstung und Tätigkeit der einzelnen Stationen (bezw. Institute) nach den gegebenen Unterlagen folgen. Die einschlägigen wissenschaftlichen Abhandlungen sind am Schluss des Berichts zusammengestellt.

A. *Uebersicht.* Ständige seismische Registrierungen wurden ohne wesentliche Störungen am Geophysikalischen Institut der Universität *Göttingen* (Leitung : Prof. Dr. J. Bartels), und nach kürzerer oder längerer kriegsbedingter Unterbrechung in stetig fortschreitender Vervollständigung auch wieder von den Stationen des Württembergischen Erdbebendienstes mit der Hauptstation in *Stuttgart* (Leitung : Prof. Dr. W. Hiller) durchgeführt. Die Erdbebenwarte *Karlsruhe* (am Geodätischen Institut der Technischen Hochschule ; Leitung : Prof. Dr. A. Schlötzer), und auf dem Königsstuhl bei *Heidelberg* (an der badischen Landessternwarte ; Leitung : Prof. Dr. H. Kienle), nahmen ihren laufenden Betrieb im Mai, bezw. Juni 1949 wieder auf.

Die ehemalige Hauptstation für Erdbebenforschung am Physikalischen Staatsinstitut zu *Hamburg,* wurde durch Kriegseinwirkung ausser Betrieb gesetzt. Bei der 1947 erfolgten Gründung eines Geophysikalischen Universitätsinstituts (Leitung : Prof. Dr. P. Raethjen) wurde die Erdbebenstation nunmehr diesem Institut angeschlossen. Für ihren Wiederaufbau ist ein günstig gelegener Bunkerraum im Waldgebiet von Harburg bestimmt worden. Die Arbeiten zur Wiedererrichtung der Station haben begonnen und dürften in Bälde durchgeführt sein (Leitung : Dr. H. Menzel).

In *München* wurde 1948 an der Universität ein Institut für angewandte Geophysik (Leitung : Prof. Dr. H. Reich) neu gegründet, dem auch die Wahrnehmung des Erdbebendienstes obliegt. Die Wiederaufnahme der Beobachtungen wird angelegentlichst betrieben.

Die ehemalige Reichsanstalt für Erdbebenforschung in *Jena,* wurde in ein Zentralinstitut für Erdbebenforschung (Leitung : Prof. Dr. G. Krumbach) ebendort umgewandelt und der Deutschen Akademie (Ostzone) unterstellt.

*B. Spezielle Angaben. 1. Göttingen.* Es registrierten das grosse Wiechertsche astatische Pendelseismometer für die Horizontalkomponenten, der grosse Wiechertsche Vertikalseismograph und das

17-Tonnen-Pendel von Wiechert. Das Geophysikalische Institut beteiligte sich an den Beobachtungen der Sprengungen auf Helgoland (1947), und bei Haslach im südlichen Schwarzwald (1948), sowie an deren Verwertung zur Erforschung des Aufbaus der Erdrinde. Ueber ein neues elektrisches Registrierverfahren für Erdbeben wird demnächst berichtet werden. Ferner wurden Untersuchungen über Vertikal-Schütteltische angestellt, und eine Bearbeitung der Göttinger Seismogramme von Tiefherdbeben vorgenommen. Ueber Fernwirkungen des Assam-Bebens vom 15. August 1950 (Schwankungen von Wasserflächen, Trübung des Grossen Sprudels in Nauheim), sind Berichte für die Zeitschrift «Die Naturwissenschaften» gesammelt worden.

2. *Hamburg.* Es wurden hauptsächlich Beobachtungen mit Feldseismographen angestellt. Und zwar handelte es sich bei diesen Arbeiten im besonderen darum, die Gefährdung des Elbtunnels durch Sprengungen zu kontrollieren, wie auch um Klärung der Ausbreitungsvorgänge von Maschinenschwingungen eines Industriebetriebes. Ferner wurden im Sommer 1950 Beobachtungen mit Feldseismographen auf der vor der Elbmündung gelegenen Insel Trischen durchgeführt. Untersuchungen zur Aufstellung einer ortsgültigen Laufzeitkurve für Hamburg sind im Gange. Theoretisch wurde verschiedenen Dispersionseffekten nachgegangen.

3. *Heidelberg.* Es wird die NS- und EW-Komponente der Bodenbewegung durch einen Horizontalseismographen Wiechertscher Bauart (Masse : 2100 kg.) aufgezeichnet. Die Registrierungen werden auf Wunsch zur Verfügung gestellt. Veröffentlichungen erfolgen nicht.

4. *Karlsruhe.* Das seismische Instrumentarium besteht aus je zwei grossen und kleinen bifilaren Kegelpendeln nach Mainka für die NS- und EW-Komponente mit einer Masse von je 2000 kg. bezw. von 140 kg. (NS), und 170 kg. (EW), sowie aus einem grossen Wiechertschen Vertikalseismographen (Masse : 1300 kg.). — Der makroseismische Beobachtungsdienst befindet sich wieder im Aufbau. Veröffentlichungen erfolgen in halbjährlichen Mitteilungen.

5. *München.* Das Institut für angewandte Geophysik befasste sich wesentlich mit der Organisation und Durchführung von Grosssprengungen und Steinbruchsprengungen, so bei Haslach (Schwarzwald), in Eschenlohe am Alpenrand (südl. Murnau), und in Lengfurt/Main (westl. Würzburg). Weiter wurden Untersuchungen zur Erforschung des seismischen Verhaltens der oberflächennahen Schichten bis zu etwa 50 m. Tiefe zwecks Klärung von Fragen der Baugrundbeschaffenheit und der Wasserversorgung angestellt. Versuche mit dem neuen Ultraschallgerät (nach Dr. Bacher), dienten zu Elastizitätsmessungen an Gesteinen.

6. *Württemberg und Hohenzollern.* Die seismische Ueberwachung dieses Gebietes obliegt dem Württembergischen Erdbebendienst, der über eine Hauptstation in Stuttgart und drei Nebenstationen in Ravensburg, Messstetten und Tübingen verfügt. Mit Ausnahme von Tübingen waren alle Stationen bis zum Frühjahr

1945 laufend in Betrieb. Die Station Tübingen stellte ihren Betrieb wegen Umbaus ihrer instrumentellen Einrichtungen im Sommer 1939 ein ; der Umbau ist zur Zeit noch nicht ganz abgeschlossen.

*a) Stuttgart.* Der laufende Stationsdienst wurde nach umfangreichen Wiederherstellungsarbeiten im Herbst 1946 wieder aufgenommen, und zwar mit allen vorhandenen Seismographen : ein vollständiger und homogener Satz von Galitzin-Wilip-Seismographen (alle drei Komponenten mit gleichen Konstanten, Registriergeschwindigkeit 30 mm/Minute) ; ein kurzperiodischer Vertikal-Seismograph Bauart « Stuttgart » mit galvanometrischer Uebertragung (Registriergeschwindigkeit 60 mm/Minute) ; ein Wiechert'sches 17 t-Pendel für die beiden Horizontal-Komponenten (Registriergeschwindigkeit 60-120 mm/Minute) ; ein umgebauter grosser Wiechert'scher Vertikal-Seismograph ohne Astasierung (Registriergeschwindigkeit 60 mm/Minute); zwei Mainkapendel für die beiden Horizontal-Komponenten (Registriergeschwindigkeit 30 mm/Minute) ; ein langperiodischer Horizontal-Seismograph mit nur 4-facher Vergrösserung (Registriergeschwindigkeit 30 mm/Minute).

Gegen Ende des Jahres 1948 wurde ein zweiter langperiodischer Horizontal-Seismograph (Registriergeschwindigkeit 30 mm/Minute) in Betrieb genommen. Gegenwärtig geht ein vollständiger, kurzperiodischer Seismographensatz in allen drei Komponenten der Bauart « Stuttgart » mit galvanometrischer Uebertragung seiner Vollendung entgegen. Diese Bauart ist weitgehend ein Mittelding zwischen Galitzin-Wilip- und Benioff-Seismograph ; eine ausführliche Beschreibung wird an anderer Stelle gegeben werden. Alle drei Komponenten sind vollkommen gleich justiert, sodass der Satz in sich homogen ist. Die maximale Vergrösserung für Bodenperioden von rund 1 Sekunde beträgt 8000. Neben dem langperiodischen, homogenen Satz von Galitzin-Wilip-Seismographen für Fernbeben hat nun die Stuttgarter Station auch einen kurzperiodischen, homogenen Seismographensatz für Nahbeben. Die grossen Vorteile derartiger homogener Instrumentensätze in allen drei Komponenten zeigen sich bei der laufenden Auswertung der Seismogramme und bei der Bearbeitung verschiedener seismischer Probleme.

Zu diesem kurzperiodischen Seismographensatz wurden zusammen mit der Feintechnikschule in Schwenningen a. N. Registrierapparate gebaut, die automatischen elektrischen Aufzug (mit einer Gangreserve beim Aussetzen des Netzstromes) haben, und eine sehr gleichmässige Registriergeschwindigkeit von 60 bezw. 120 mm/Minute erlauben.

Für die Unterbringung dieses neuen Instrumentensatzes wurde neben den seitherigen Instrumentenräumen ein neuer Raum mit 70 m² Grundfläche ausgebaut ; die eine Hälfte mit einem Sockel für die Seismographen, und die andere Hälfte als Registrierraum. Alle Instrumentenräume befinden sich im Untergeschoss eines Staatsgebäudes etwa 3 m. unter Tag; die Instrumentensockel sitzen unmittelbar in gewachsenem Sandsteinfelsen des mittleren Keupers. Die Temperaturkonstanz in diesen Räumen ist recht befriedigend ; die tägliche Temperaturschwankung beträgt nur etwa 1/10 Grad, und die jährliche bleibt unter 4 Grad.

Zur Registrierung von grösseren Fernsprengungen ist ein kurzperiodischer Vertikal-Seismograph (T = 0.2 Sek.) der Bauart « Göttingen » mit 25.000 — 50.000-facher Vergrösserung vorhanden. Zum gleichen Zweck wurde in der eigenen Werkstätte ein kurzperiodischer Vertikal-Seismograph mit galvanometrischer Uebertragung gebaut (Eigenperiode von Seismograph und Galvanometer 0.2 Sek., maximale Vergrösserung etwa 25.000). Dazu sollen demnächst auch noch zwei entsprechende Horizontal-Seismographen gebaut werden, sodass dann auch für Fernsprengungen ein homogener Seismographensatz in allen drei Komponenten zur Verfügung steht. Zwei rasch laufende Kassetten-Registrierapparate, dazu mit Registriergeschwindigkeiten von 5, 10, 20 und 40 mm/Sekunde sind vorhanden.

Da viele instrumentelle Arbeiten in der eigenen mechanischen Werkstätte vorgenommen werden, wurde deren Einrichtung im Laufe der letzten Jahre erweitert.

Der *Zeitdienst* gewährleistet an der Hauptstation wie auch an den Nebenstationen durch Kontrolle von Riefler-Uhren mit Nickelstahlpendel und Luftdruckkompensation nach dem Hamburger Koinzidenzsignal und mittels einer besonderen Einrichtung zur Minutenmarkierung auf den Seismogrammen bei einer Registriergeschwindigkeit von 60 mm/min. eine Genauigkeit der Zeitangaben von 0,2 bis 0,1 sec.

b) *Messstetten.* Der normale Betrieb konnte bereits im Frühjahr 1946 wieder einsetzen. Die instrumentelle Ausrüstung besteht aus einem vollständigen Seismographensatz, in allen drei Komponenten mit gleichen Konstanten, Pendelmasse je 80 kg., Registriergeschwindigkeit 60 mm/Minute. Die Station liegt unmittelbar am Rande des Herdgebiets der Südwestalb und ermöglicht zuverlässige Herdtiefenbestimmungen für dieses Herdgebiet.

c) *Ravensburg.* Nach Behebung der durch Kriegsfolgen entstandenen Schäden konnte der regelmässige Beobachtungsdienst mit zwei Mainka-Pendeln und einem grossen Wiechertschen Vertikalseismographen im Oktober 1948 wieder beginnen. Die Registriergeschwindigkeit beträgt bei allen drei Instrumenten 60 mm/min. Die Hauptaufgabe dieser Station, welche etwa 20 km. nördlich vom Bodensee liegt, ist wie diejenige von Messstetten die Aufzeichnung von Nahbeben.

d) Der *makroseismische Beobachtungsdienst* in Württemberg und Hohenzollern wurde im Jahre 1946 wieder wie in der früheren Weise (Meldungen durch die Bürgermeisterämter und durch freiwillige Beobachter) aufgenommen. Zur Ermittlung der Richtung der ersten Bodenbewegung bei starken Beben der Südwestalb wurden dort in einem Umkreis von etwa 10 km. Radius 30 Stäbchen-Apparate aufgestellt.

Als *regelmässige Veröffentlichungen* erscheinen alle zehn Tage ein « Vorläufiger seismischer Bericht », und vierteljährlich ein « Seismischer Bericht » des Württembergischen Erdbebendienstes.

e) Als besondere *wissenschaftliche Aufgaben* werden die Weiterentwicklung der Seismographen, und daneben vorzugsweise die eingehende Erforschung der seismischen Verhältnisse Südwestdeutsch-

lands durch möglichst genaue Ermittlung der einzelnen Epizentren, der Herdtiefe, des mechanischen Vorgangs im Herd und der Zusammenhänge mit der Tektonik, sowie allgemeiner die Untersuchung des Aufbaus der Erdkruste im nördlichen Alpenvorland betrieben. Auch wurden nach verschiedenen Richtungen Studien über Oberflächenwellen bei Fernbeben gepflegt.

*C. Literatur.* Zunächst sei auf die Berichte hingewiesen, welche über die in Deutschland während des Zeitraums von 1939—1946 auf dem Gebiete der Seismologie und ihren Grenzgebieten erzielten Fortschritte erstattet worden sind. Sie erschienen in den von J. BARTELS herausgegebenen Bänden 17 und 18 (Geophysik I und II) der für Deutschland bestimmten Ausgabe der Fiat Review of German Science (Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939—1946, Wiesbaden 1948). Hier kommen in Frage :

Band 17 : K. JUNG, Die Erde als Planet. Erdgestalt, Erdinneres, Schwere.
A. GRAF, Instrumente und Verfahren der angewandten Geophysik.
H. REICH, Geophysikalische Lagerstättenforschung.
E. BEDERKE, Geophysik in der allgemeinen Geologie.

Band 18 : W. HILLER, Erdbeben.
G.-A. SCHULZE, Natürliche Bodenunruhe.
O. FÖRTSCH und G.-A. SCHULZE, Wellenausbreitung und experimentelle Seismik.
R. KÖHLER, Ingenieur-Seismik.
H. BAULE, Seismische Instrumente.
G.-A. SCHULZE, Luft-Seismik.

In einer « Einführung in die Physik der festen Erde » (Stuttgart 1949) bedandelt H. BERG kursorisch in drei Abschnitten, insbesondere auch « Erdbeben », « Seismometer » und « Seismogramme und deren Deutung ».

An einzelnen nach 1946 erschienenen Abhandlungen — einschliesslich der dem Berichterstatter bekannt gewordenen Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Erdbebenforschung in Jena — seien in alphabetischer Reihenfolge der Verfasser ferner angeführt:

1. — ANGENHEISTER (G.), Fortschreitende elastische Wellen in planparallelen Platten (Das Manuskript wurde nach dem Tode des Verfassers von O. FÖRTSCH für den Druck fertig gestellt), *Gerlands Beitr. z. Geophys.*, **61**, 1950, S. 296.
2. — BARTON (R.), Das Helike-Bura-Erdbeben im Jahre 373 v. Chr. Seismische Arbeiten 1947/48, *Veröffentl. d. Zentralinst. f., Erdbebenforsch. in Jena*, **51**, 1949, S. 129.
3. — BECKER (F.), Seegang und Mikroseismik, *Deutsche Hydrogr. Zeitschr.*, **2**, 1949.
4. — BUCHHEIM (W.), Zum Problem der elektrischen Uebertragung seismischer Impulse über grössere Entfernungen mittels Kabel, *Geofisica pura e applicata*, Milano, **16**, 1950.

5. — FÖRTSCH (O.), Erdbebenseismik, *Archiv f. techn. Messungen* (ATM), 1948, S. T. 103.

6. — FÖRTSCH (O.), Untersuchungen von Biegewellen in Platten ; Messung ihrer Gruppen- und Phasengeschwindigkeit, *Gerlands Beitr. z. Geophys.*, **61**, 1950, S, 272.

7. — FÖRTSCH (O.), Nachruf auf Gustav Heinrich Angenheister, *Gerlands Beitr. z. Geophys.*, **61**, 1950, S. 291.

8. — FÖRTSCH (O.), Analyse der seismischen Registrierungen der Grosssprengung bei Haslach im Schwarzwald am 28. April 1948, *Geolog. Jahrbuch*, **65**, im Druck.

9. — GERECKE (Fr.), Jenaer Beiträge zur Sprengung von Helgoland am 18. April 1947 (Siehe unter Nr. 2, S. 57).

10. — GERECKE (Fr.), Bemerkungen zur mikroseismischen Bodenunruhe (Siehe unter Nr. 2, S. 61).

11. — GERECKE (Fr.), Seismische Registrierungen in Jena (1944 bis 1949), *Veröffentl. d. Zentralinst. f. Erdbebenforsch. in Jena*, **47-50**, **52** u. **54**, 1947 bis 1950.

12. — HAARSTICK (Fr.), Die Wegzeitkurve in der Reflexionsseismik, *Geolog. Jahrb.* f. 1943—1948, **64**.

13. — HARDTWIG (E.), Ueber die Anfangswertaufgabe in der Theorie der Rayleighwellen, *Zeitschr. f. angew. Mathemat. u. Mechanik*, **25/27**, 1947.

14. — HARDTWIG (E.), Ueber die Verlängerung der Periode seismischer Wellen, *Geofisica pura e applicata*, Milano **13**, 1948.

15. — HARDTWIG (E.), Bodenunruhe oder Mikroseismik, *Forschungen u. Fortschritte*, **24**, 1948.

16. — HARDTWIG (E.), Hypothesen über den Aufbau des Erdinnern, *Forschungen u. Fortschritte*, **26**, 1950.

17. — HILLER (W.), Die Erdbebentätigkeit in Südwestdeutschland, *Die Naturwissenschaften*, **35**, 1948.

18. — HILLER (W.), Die Erdbebentätigkeit in Südwestdeutschland im Jahre 1947. — *Statist. Monatshefte Württemberg-Baden*, 1949.

19. — HILLER (W.), Ueber die Bestimmung des Azimuts von Fernbeben aus Oberflächenwellen. — *Gerlands Beitr. z. Geophys.*, **61**, 1950.

20. — KÖHLER (H.), Peilung von Erschütterungen für technische Anwendungen, (Siehe unter Nr. 2, S. 63).

21 — KREY (Th.), Die Berücksichtigung der Brechung in der Reflexionsseismik, *Erdöl u. Kohle*, **2**, 1949.

22 — KREY (Th.), Einige Beispiele reflexionsseismischer Ergebnisse Nordwestdeutschlands, *Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland*, Amt f. Bodenforsch., Hannover-Celle, 1949.

23 — KREY (Th.), Zur Frage der Anerkennung und Bewertung von Reflexionen, *Erdöl u. Kohle*, **3**, 1950.

24. — KROUSKIJ (L.), Bestimmung des wahren Einfalles und der wahren Tiefe reflexionsseismisch ermittelter Schichten, *Erdöl u. Kohle,* **3**, 1949.

25. — KRUMBACH (G.), August Sieberg zum Gedächtnis (Siehe unter Nr. 2, S. 6).

26. — KRUMBACH (G.), Ueber die Anwendung von Horizontalpendeln im seismischen Stationsdienst (Siehe unter Nr. 2, S. 25).

27. — KRUMBACH (G.), Ueber ein Stationsseismometer für optische Registrierung II, (Siehe unter Nr. 2, S. 36).

28. — KRUMBACH (G.), 50-Jahr-Feier des Zentralinstituts für Erdbebenforschung 25.—29. Juli 1949, *Veröffentl. d. Zentralinst. f. Erdbebenforsch. in Jena,* **53**, 1950 ; (Hier auch ein Verzeichnis des seit dem Jahre 1920 von dem Jenaer Institut in eigenen Veröffentlichungen und in Fachzeitschriften herausgebrachten Schrifttums) ; Siehe auch : « *Forschungen und Fortschritte* », **25**, 1949 und « *Urania* », **12**, 1949.

29. — KRUMBACH (G.), Das Turkmenische Erdbeben vom 5. Oktober 1948, « *Urania* », **12**, 1949.

30. — MENZEL (H.), Ueber den Begriff und die Bestimmung der Durchschnittsgeschwindigkeit in der Reflexionsseismik, *Zeitschrift f. Meteorologie,* **2**, 1948.

31. — MENZEL (H.), Zur Theorie der seismischen Bodenunruhe, *Deutsche Hydrograph. Zeitschr.,* **2**, 1949.

32. — MENZEL (H.), Betrachtungen über die Theorie der von Love entdeckten seismischen Oberflächenwellen, *Gerlands Beitr. z. Geophys.,* **61**, 1949.

33. — MENZEL (H.), Die Bestimmung der Tiefe und der Neigung einer Schicht bei der reflexionsseismischen Methode, *Erdöl u. Kohle,* **3**, 1950.

34. — MENZEL (H.), Ueber das Spektrum seismischer Wellen, die durch Sprengungen erzeugt werden, *Annali di Geofisica,* **4**, 1951.

35. — MINTROP (L.), 100 Jahre physikalische Erdbebenforschung und Sprengseismik, *Die Naturwissenschaften,* **34**, 1947.

36. — MINTROP (L.), Die Gliederung der Erdrinde und des Erdmantels nach seismischen Beobachtungen, *Nachr. d. Akad. d. Wissenschaft in Göttingen,* math.-phys. Kl., 1947.

37. — MINTROP (L.), Wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung geophysikalischer Verfahren zur Erforschung von Gebirgsschichten und nutzbaren Lagerstätten, *Berg- u. Hüttenmännische Monatsh. d. Montanistischen Hochschule in Leoben,* **94**, 1949.

38. — MINTROP (L.), On the Stratification of the Earth's Crust according to Seismic Studies of a large Explosion and of Earthquakes, *Geophysics,* **14**, 1949.

39. — MINTROP (L.), Zur Entwicklung der geophysikalischen Lagerstättenforschung, *Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland,* Amt f. Bodenforsch., Hannover-Celle, 1949.

40. — MINTROP (L.), Wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung geophysikalischer Verfahren zur Erforschung von Gebirgsschichten und nutzbaren Lagerstätten (Allgemeine Uebersicht und das Alpenproblem), *Schweizer Archiv,* **16**, 1950.

41. — REICH (H.), SCHULZE (G.-A.) u. FÖRTSCH (O.), Das geophysikalische Ergebnis der Sprengung von Haslach im südlichen Schwarzwald am 28. und 29. April 1948, *Geolog. Rundschau,* **36**, 1948, S. 85.

42. — REICH (H.), Geophysikalische Probleme im bayrisch-schwäbischen Donau-Raum, *Erdöl u. Kohle,* **2**, 1949, S. 81.

43. — REICH (H.), Die geophysikalische Erforschung Nordwestdeutschlands 1932—1947 ; Ein Ueberblick, *Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland,* Amt f. Bodenforsch., Hannover-Celle, 1949, S. 21.

44. — REICH (H.), Geologische Ergebnisse der seismischen Beobachtungen der Sprengung auf Helgoland, *Geolog. Jahrb.* **64**, 1950, S. 243.

45. — SCHULZE (G.-A.), Seismische Ergebnisse der Helgoland- Sprengung, *Die Naturwissenschaften,* **34**, 1947.

46. — SCHULZE (G.-A.), Seismische Auswertung der Sprengung Helgoland, *Erdöl u. Tektonik in Nordwestdeutschland,* Amt f. Bodenforsch., Hannover-Celle, 1949.

47. — SCHULZE (G.-A.) u. FÖRTSCH (O.), Seismische Beobachtungen bei der Sprengung auf Helgoland am 18. April 1947 zur Erforschung des tieferen Untergrundes, *Geolog. Jahrb.,* **64**, 1950, S. 204.

48. — SCHULZE (G.-A.) u. FÖRTSCH (O.), Angewandte Geophysik (allgemeinverständliche Darstellung), *Handbuch f. Feinmechanik u. Optik,* 1950.

49. — SCHÜTTE (W.), Beiträge zur Entwicklung einer erdbebensicheren Bauweise (Siehe unter Nr. 2, S. 99).

50. — SIEBERG (A.), Der Erdbebenherd von Dubrovnik-Ragusa (Siehe unter Nr. 2, S. 10).

51. — SPONHEUER (W.), u. GERECKE (Fr.), Die Sprengung in Grosseutersdorf bei Kahla (Thüringen), am 1. Februar 1947 (Siehe unter Nr. 2, S. 48).

52. — STOCKS (Th.), Die Tiefenverhältnisse des Europäischen Nordmeeres, *Deutsche Hydrograph. Zeitschr.,* **3**, 1950. (Hier finden auch die seismischen Verhältnisse dieses Meeresgebietes eine neue Beleuchtung.)

53. — TAMS (E.), Die Seismizität der Arktis, Zeitschrift *Polarforschung,* 1950.

54. — TAMS (E.), Materialien zur Geschichte der Deutschen Erdbebenforschung bis zur Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert : Die geschichtliche Entwicklung der Mikroseismik in Deutschland und den angrenzenden deutschen Sprachgebieten. Die Begründung eines systematischen Erdbebendienstes, *Mitteilg. d. Deutschen Erdbebendienstes,* herausgeg. von d. Zentralinst. f. Erdbebenforsch. i. Jena, Sonderheft **2**, 1950.

Erstattet von Professor Dr. E. TAMS, Hamburg.

# RÉPUBLIQUE ARGENTINE

## *1. SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL*

*Establecimientos sísmicos actuales y procedimientos empleados.*

La Red Sismométrica del Servicio Meteorológico Nacional en la actualidad consta de :

1 estación sismométrica principal provista de :

1 sismógrafo Wiechert doble componente horizontal de 1000 kg. de masa

2 sismógrafos Mainka de 200 kg. de masa

1 sismógrafo vertical Wiechert

2 sismógrafos componente horizontal de 75 kg. de masa, D.M.G.H. (modelo argentino)

5 estaciones sismométricas subsidiarias provistas de :

1 sismógrafo Wiechert doble componente horizontal de 200 kg. de masa

2 sismógrafos D.M.G.H. componente horizontal de 75 kg. de masa (modelo argentino).

La estación sismométrica principal funciona en el Centro Regional *Buenos Aires* (34°35'S, 58°29'W) ; las subsidiarias en *Tucumán* (26°47'S, 65°12'W) ; *Mendoza* (32°53'S, 68°52'W) ; *Pilar* (Córdoba) (31°10'S, 63°53'W) ; y Base Naval *Isla Decepción* (Antártida Argentina) (62°59'S, 60°43'W) ; *Bosque Alegre* (Córdoba) (31°36'S, 64°33'W).

Este año entrarán en servicio además dos estaciones sismométricas subsidiarias dotadas cada una de ellas de sismógrafos de componente horizontal de 75 kg. de masa D.M.G.H. (modelo argentino).

Cada estación sismométrica funciona en un sótano amplio, provisto de una casilla térmica de celotex, que recubre el pilar de cemento sobre el que se emplaza el instrumental. Estos pilares en algunos casos son individuales para cada aparato y en otros constituyen un monoblock; por ejemplo : Tucumán. Los tiémpos son dados por cronómetros pendulares del tipo I.B.M. en unas estaciones y por cronómetros pendulares diseñados y construidos en los talleres del Servicio Meteorológico Nacional en otros. La comparación de los mismos se realiza por el servicio horario del Observatorio Naval del Ministerio de Marina por radio o por teléfono.

Los datos sismométricos son concentrados en la oficina central del Servicio Meteorológico Nacional donde se determinan los epicentros usando las tablas de Macelwane para el caso de sismos extraterritoriales, y de Conrad corregida de acuerdo con las características propias del subsuelo argentino en el caso de sismos locales.

En concordancia con lo aconsejado y aprobado por la U.G.G.I. en el Congreso de Estrasburgo del año 1947, se utiliza la escala de magnitudes adoptada por Pasadena.

Además de la tarea sismométrica, el Servicio Meteorológico Nacional emprendió una de relevamiento de las grandes líneas de fractura en escal 1:1.000.000, clasificando las activas en base a los datos sismométricos. Se determinan los epicentros con datos suministrados por la red, mediante el uso de proyecciones estereograficas. La tarea progresa satisfactoriamente.

*Estudio de sismología aplicada.*

El Servicio Meteorológico Nacional ha debido evacuar las consultas que sobre grado de sismicidad de diversas regiones del país le han formulado muchas reparticiones o constructoras de presas de embalses, hidroeléctricas, viaductos, laboratorios, etc.

Utilizando los métodos de reconocimiento macrosísmico en unos casos y vibrógrafos en otros, fueron estudiadas las regiones de Las Pirquitas (Catamarca), Zanja del Tigre, Aguas Blancas, Pescado-Iruya, Cabra-Corral, Tinte, El Tunal, Pucará, Las Conchas, Mojotoro y Las Maderas (Provincia de Salta), donde se proyectan presas de embalse ; Pituil (Provincia de Entre Ríos), emplazamiento de embalse hidroeléctrico y Río de los Molinos (Provincia de Córdoba), construccíon de un viaducto.

Además mediante el empleo de vibrógrafos se estudiaron tipos de vibraciones originadas por un molino harinero; ante un requerimiento judicial ; perturbaciones en pilares especiales para apoyo de cronómetros pendulares en el Observatorio Naval del Ministerio Secretaría de Estado y Marina y mediciones del mismo carácter en el edificio de los Ferrocarriles del Estado para tener una idea de las vibraciones a que estaría sometido el futuro laboratorio de precisión para ensayo de materiales de la Administración Nacional de Vialidad.

Se encuentra a consideración del Honorable Congreso Nacional la aprobación de una ley autorizando el establecimiento de 30 estaciones sismométricas de lra. categoría y el de una Comisión Técnica integrada por funcionarios de los Ministerios Secretarías de Estado de Asuntos Técnicos y Obras Públicas, y representantes de organismos vinculados con la construcción de obras públicas, para que preparen la codificación téonica a que se sujetarán las construcciones y principalmente la edilicia urbana de toda la región sísmica nacional.

*Corresponsales.*

El Servicio Meteorológico Nacional ha establecido una red de corresponsales provistos de tarjetas especiales e instrucciones para información de sismos percibidos por el hombre.

Son, en total, en la actualidad, 1.140 corresponsales, seleccionados entre maestros, observadores meteorológigos, aforadores, observadores fenológicos, informantes de heladas y observadores pluviométricos.

Se aprovechan las giras por el interior del país de funcionarios del Servicio Meteorológico Nacional para recoger información sismológica.

*Emisiones telegráficas de Boletines.*

Dentro de las doce horas de haberse leído un sismograma, se envía un mensaje telegráfico en clave al U.S. Coast and Geodetic Survey, Washington.

*Manuales.*

Se está dando término a la confección de manuales que llevan la descripción, pieza por pieza, el ajuste y calibración de los sismografos horizontales D.M.G.H. de 75 kg. de masa (modelo argentino), y que ademas estan provistos de un catalogo de sismos tipicos ilustrados.

C. N. MONASTERIO,
Directeur Général du Service
Météorologique National.

## 2. *OBSERVATORIO DE ASTRONOMIA Y GEOFISICA, LA PLATA*

En el período 1948—1950, se han registrado 350 terremotos. Las respectivas bandas fueron leídas y se prepararon los correspondientes boletines sismológicos, distribuyéndose los del año 1948. En breve se remitirán los de 1949 y 1950.

En base a los datos contenidos en los registros y boletines de *La Plata,* el Jefe del Departamento, Ing. Simón Gershánik, preparó el trabajo : « Resumen de Resultados Sismométricos en el Observatorio de La Plata », publicado en el Apéndice de la Memoria Anual del Observatorio correspondiente al año 1948.

A mediados del año 1950, se agregó al equipo de sismógrafos de la estación, uno formado por dos modernos sismógrafos horizontales Sprengnether de registro electromagnético, de muy alta sensibilidad, capaces de alcanzar una amplificación dinámica de varias veces mil. Los diversos ensayos demostraron que las grandes amplificaciones, conducían a amplificiar demasiado consiguientemente los microsimos, y también la fase M menos interesante, tornando confusos los sismogramas. El resultado óptimo en La Plata se obtiene graduándolos de modo que su amplificación máxima sea del orden de las 500 veces.

Actualmente sus constantes son del orden siguiente : Período 17 segundos ; Factor de transmisión 80 ; largo reducido 25 cms ; velocidad de marcha muy constante, 3 cms. por minuto, amortiguamiento crítico.

La experiencia recogida hasta ahora demuestra que no se consigue con estos sismógrafos más detalles que los que acusan los sismógrafos Mainka, posiblemente debido a que La Plata se halla sobre una capa sedimentaria absorbente de gran espesor. Fases débiles que quizás pudieran ser registradas, se pierden entre los microsismos casi permanentes.

La ventaja positiva que se debe acreditar a estos sismógrafos, es que la hora puede sacarse con gran exactitud en sus registros.

Teniendo en cuenta estos hechos, se confía en obtener un mayor provecho de estos instrumentos, instalándolos en el interior del país, en uno de los lugares que se tiene ya proyectado.

*Trabajos teóricos.* El profesor Ingeniero Simón Gershánik desarrolló los siguientes trabajos teóricos : 1) Contribución al estudio de cargas sísmicas sobre edificios ; 2) Contribución al estudio del funcionamiento de los sismógrafos.

En el primero puso en evidencia que las fórmulas habituales para representar las cargas sísmicas, son incorrectas y del todo inapropiadas para el caso de la resonancia. El autor proporciona fórmulas nuevas que demuestran que aún en ese caso las cargas son finitas y pueden por lo tanto calcularse, toda vez que la causa forzante dure un tiempo finito.

En el segundo de los trabajos, revisa la teoría de los sismógrafos y presenta otra rigurosa y general apta para describir el funcionamiento de sismógrafos de tres, de dos, o de una componente. Puntualiza además algunos defectos de la manera habitual de deducir la ecuación de un sismógrafo y de interpretar lo que ella expresa.

El estudio se especializa con los aparatos de registro mecanico.

Estos trabajos aparecerán proximamente en la Serie Geofisica del Observatorio Astronomico y Geofisico de la Universidad Nacional de La Plata.

GUILLERMO O. WALLBRECHER.

## AUSTRALIE

### *REPORT ON SEISMOLOGY IN AUSTRALIA, 1948-50*

1. *Observatories and Instruments.*

*Adelaide* Observatory : Milne-Shaw N-S.

*Brisbane* (Department of Geology, University of Queensland) :
Benioff Vertical.
Sprengnether Demonstration Horizontal.
Milne-Shaws, N-S & E-W.
3 Sprengnether Microseismic Seismometers will come into regular use shortly.

*Melbourne* (Department of Geology, University of Melbourne) :
Milne-Shaw E-W.

*Perth* Observatory : Milne-Shaw N-S.

*Riverview* College Observatory :
Wiechert 1,000 kg N-S & E-W.
Wiechert 80 kg Vertical.
Mainka N-S & E-W.
Galitzin N-S, E-W, Vertical.

*Bureau of Mineral Resources,* Geology & Geophysics (headquarters Melbourne) operates the following stations :

*Macquarie Island* (54° 29'.9S, 158° 57'.4E) : Wood Anderson N-S, E-W.

*Heard Island* (53°01'.2S, 73°23'.1E) : Wood-Anderson N-S, E-W.

*Rabaul,* New Britain, Small Vulcanological Observatory : Omori seismograph.

*Mt. Lamington Volcano,* New Guinea : Wood-Anderson 2 component and a set of geophones with amplifiers and recorder for the vertical component.

A geophysical observatory will be set up at Port Moresby for magnetic and seismological work. It will be headquarters for geophysical field operations in New Guinea.

Seismographs will be installed on the Antarctic Continent, probably two years from now (May, 1951).

2. *Studies of local earthquakes.*

JOKLIK (G. F.), Dalton-Gunning Area, N.S.W., Earth Tremors of March, 1949, *Journal Royal Soc. N.S.W.,* Sydney, 1950.

JONES (O. A.), The Maryborough Earthquake of 1947, *Univ. of Queensland Papers, Dept. of Geology,* v. III,, n. s., n° 6, 1948.

Dr. O. A. Jones has also partially completed studies of the Mackay tremor of 6th April 1950 and of the Atherton Tableland tremor of 19th June 1950.

3. *Researches.*

*Brisbane :* Microseismic work on hurricane location will be commenced shortly.

*Riverview :* A study of the seismicity of Australia has just been completed and will be published shortly.

*Bureau of Mineral Resources, Geology & Geophysics.*
(In addition to the work referred to in § 1 above.)

a) Reflection seismic work in the search for structures likely to be of interest in connection with oil, natural gas, coal, etc., has become a large scale project, seven or eight trucks of equipment being used. Field investigations have been carried out near Roma and Emerald in Queensland and near Oaklands in N.S.W. The party has now been transferred to the North-West Basin between Carnarvon and Onslow in Western Australia. Within a few months another party will be in the field near Lakes Entrance, Victoria.

b) There is an increasing need for shallow refraction seismic studies in connection with the large engineering projects at present being carried out in Australia. A party in south-eastern N.S.W. is testing sites for dams, tunnels, etc. for the Snowy Mountains Hydro-Electric Authority. The equipment is highly portable and less complex than that required for reflection work. A second set of equipment will be used in the near future on work for the Hydro. Electric Commission in Tasmania.

4. *Bibliography :*

*Professor* K. E. BULLEN, *F. R. S. :*

1) An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge Univ. Press, 1947 (but issued 1948).
2) The Bikini Bomb and the Seismology of the Pacific, *Nature, 161,* 62, 1948.
3) Compressibility-Pressure Hypothesis and the Earth's Interior, *R.A.S.M.N., Geoph. Suppl.,* v. 5, 355, 1948.
4) On the Constitution of Venus, *Mon. Not. R.A.S., 109,* 457, 1949.
5) On the Constitution of Mars, *Mon. Not. R.A.S., 109,* 688, 1949.
6) An Earth Model based on a Compressibility-Pressure Hypothesis, *M.N.R.A.S., Geoph. Suppl., 6,* 50, 1950.
7) Venus and the Earth's Inner Core, *Mon. Not. R.A.S., 110,* 256, 1950
8) Theoretical travel-times of S waves in the Earth's inner core, *M.N.R.A.S., Geoph. Suppl., 6,* 125, 1950.
9) Origin of the Moon, *Nature, 167,* 29, 1951 (letter of Oct. 1950).

Also papers by JOKLIK and JONES, listed in paragraph 2 above.

D. J. K. O'CONNELL, *S. J.*
Secretary
Sub-Committee on Seismology
of Australian National Research Council.

# AUTRICHE

## *BERICHT DER ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK WIEN, 1948—1950.*

*1) Instrumente :*

In Betrieb befindet sich — abgesehen von einigen durch Bauarbeiten (Beseitigung von Bombenschäden) bedingten Unterbrechungen, — seit 1948 das Observatorium *Wien* (Wiechert Horizontal 1000 kg., Wiechert Vertikal 1300 kg., Conrad Horizontal E-W (Nahbeben) 25 kg. *Graz* hat wegen Verlegung des Instituts und vollständigen Umbaues der Keller den Betrieb des Wiechert Horizontal, 1000 kg., seit September 1948 eingestellt und bis jetzt nicht wieder aufgenommen.

*2) Makroseismische Beobachtungen :*

Alle gefühlten Beben werden durch ein organisiertes Meldenetz (über 2500 Beobachter) erfasst. Berichte hierüber mit Skizze des Schüttergebietes werden regelmässig im Jahrbuch der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik veröffentlicht.

3) *Wissenschaftliche Arbeiten :*

Auf Grund des früheren Materials wurden ortseigene Laufzeitkurven aufgestellt (Publikation demnächst), und überdies das gesamte makroseismische Material zu einer Erdbebengeographie von Oesterreich verarbeitet.

*4) Veröffentlichungen :*

Veröffentlichungen in den Jahrbüchern der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien :

Makroseismische Beobachtungen in den Jahren 1941—1945. Jahrbuch 1947.

Makroseismische Beobachtungen 1948, Jahrbuch 1948.

Makroseismische Beobachtungen 1922—1937, Jahrbuch 1948.

Makroseismische Beobachtungen 1949, Jahrbuch 1949.

Mikroseismische Aufzeichnungen 1948/1949, Jahrbuch 1949.

TOPERCZER (M.) und TRAPP (E.), Beitrag zur Erdbebengeographie Oesterreichs nebst Erdbebenkatalog 1904—1948 und Chronik der Starkbeben, *Mitteil. d. Erdbeben-Kommission, Neue Folge Nr. 65,* Wien 1950.

Dr. M. TOPERCZER,
Leiter der geophysikalischen Abteilung
an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

## BELGIQUE

### *LA SEISMOLOGIE EN BELGIQUE DE 1948 à 1951.*

Dans le précédent rapport triennal, présenté à Oslo en 1948, nous avions signalé que des infiltrations d'eau dans la cave séismologique s'étaient accentuées depuis 1947. Malgré les précautions prises, les dégâts se sont aggravés et, en 1949, il a fallu procéder au démontage des instruments. Des travaux importants ont été entrepris ; les bâtiments ont été agrandis et complètement modernisés. La cave a été pourvue d'un dispositif de conditionnement d'air et de revêtements spéciaux. L'installation électrique a été renouvelée et l'équipement instrumental a été amplifié.

La station séismologique d'*Uccle* est équipée actuellement de trois séismographes à courte période : un vertical Grenet, un séismographe vertical à courte période Sprengnether, un vertical à très courte période, à caractéristique non linéaire, type CD — construit dans les ateliers de l'Observatoire — d'un séismographe électromagnétique à composante verticale, type Wilip-Somville, de deux séismographes horizontaux Galitzine, N-S et E-W, de deux séismographes horizontaux Sprengnether type H, N-S et E-W, d'un séismographe vertical Wiechert de 1300 kg., et d'un séismographe Wiechert à composantes N-S et E-W, de 1.000 kg.

Les anciens enregistreurs Galitzine seront remplacés par quatre enregistreurs triples d'Aes et Truyens à télécontrôle, par quatre enregistreurs potentiométriques électroniques Honeywell-Brown, modifiés suivant nos instructions, et par deux potentiomètres électroniques x, y qui fourniront directement l'analyse et l'intégration des mouvements du sol à la station.

Une cabine de télécontrôle et de télécommande construite par les ateliers Honeywell-Brown a été installée au bureau du chef de service dans le bâtiment central de l'Observatoire. Cette cabine comporte les enregistreurs potentiométriques.

L'équipement de campagne, qui se compose actuellement d'un séismographe portatif Wiechert à deux composantes, verticale et horizontale, d'un équipement Philips pour la mesure des vibrations, d'un enregistreur photographique Kipp en Zonen, sera complété par plusieurs séismographes construits dans les ateliers de l'Observatoire.

Le service des échanges des enregistrements par microfilms est assuré.

Depuis 1947, les « Publications du Service Séismologique et Gravimétrique de l'Observatoire Royal de Belgique — Série S » renferment les notes, articles et mémoires publiés dans le cadre du Service, et concernant la séismométrie, la propagation des ondes, les études macroséismiques, la répartition des foyers, la statistique et la chronologie. On y trouvera une abondante bibliographie concernant les études sur les séismes ressentis en Belgique.

Un exposé général sur la séismicité de la Belgique : répartition des foyers, corrélations géologiques et géophysiques, recherches des causes des mouvements brusques du sol, sera fait le 24 août 1951, à l'occasion de la visite de la station séismologique de l'Observatoire Royal par les délégués de l'Association Internationale de Séismologie.

Les constructions et les transformations importantes qui ont été entreprises pour l'amélioration de la station ont nécessité l'arrêt des enregistrements pendant une longue période. La station d'Uccle a repris récemment ses enregistrements, mais les Bulletins seront suspendus jusqu'à la fin des travaux d'aménagement. Leur publication régulière sera reprise vraisemblablement au début de l'année 1952.

Par suite de la réduction des prestations du personnel du laboratoire, plusieurs travaux d'études macroséismiques ont dû être suspendus. Des démarches sont en cours pour le retour à une situation normale.

La station séismologique d'Uccle étant remise en fonction, il y aura lieu de procéder à l'installation de la station prévue au Centre de Géophysique à Dourbes dès que les travaux de construction et d'aménagements y seront terminés. Le réseau séismologique belge devrait alors être complété par une troisième station, située au sud du sillon houiller du Hainaut. Ce projet avait déjà été envisagé, à la fin du siècle passé, à la Société belge de Géologie ; il fut souvent évoqué depuis. Les résultats récents (Sér. S, N° 10) ont montré toute l'importance qu'il faut attacher à sa réalisation.

*Bibliographie :*

CHARLIER (Ch.), Proposition d'unification des symboles à utiliser dans les bulletins des mouvements microséismiques, (*Publ. du Serv. Séismolog. de l'Observatoire Royal de Belgique*, série S N° 4, pp. 3-4, Bruxelles).

CHARLIER (Ch.), Les séismes dans la province de Hainaut de 1900 à 1949, (en collaboration avec M. P. Fourmarier) (*Bull. de l'Acad. royale de Belgique, Classe des Sciences,* tome XXXVI, 1950, pp. 207 à 219, 1 pl., Repr. dans Publ. Serv. Séism. O.R.B., série S, N° 6, Bruxelles).

CHARLIER (Ch.), Bulletin séismique de l'Observatoire royal de Belgique pour l'année 1947 (*Publ. de O.R.B.,* 1950, 31 pages, Ed. J. Duculot, Gembloux).

CHARLIER (Ch.), Les mouvements récents du sol de la Belgique et les enseignements qu'ils apportent. Symposium 3e partie : La synthèse séismologique (*Publ. du IIIe Congrès National des Sciences,* 1950).

CHARLIER (Ch.), Présentation et ananlyse du mémoire de M. J.-M. Van Gils sur l'« Etude statistique des tremblements de terre enregistrés à Uccle de 1910 à 1945 » ; Un cas récent de propagation des ondes superficielles ayant pu être engendrées à l'anti-épicentre ; La liste des stations séismologiques mondiales; Unification des symboles à utiliser dans les bulletins des mouvements microséismiques (*C.R., N° 9 de la VIIIe Conférence de l'U.G.G.I., Assoc. de Séismologie,* pp. 67 - 68, Ed. Soc. Nouv. d'Impression, Müh-Le Roux Strasbourg).

CHARLIER (Ch.), Etude systématique des tremblements de terre belges récents (1900—1950) : IVe Partie : La séismicité de la Belgique, (*Publ. Serv. Séism. de l'Observatoire royal de Belgique,* série S, N° 10, 58 p., 10 fig., 5 pl. hors texte, Bruxelles).

CHARLIER (Ch.), L'Effet d'écran du Houiller dans la propagation des ondes séismiques et ses conséquences sur la forme des isoséistes (*Bull. de l'Acad. Royale de Belgique,* Classe des Sciences, tome XXXVII, 1951, pp. 640 - 649, 4 fig.).

CHARLIER (Ch.), et JONES (L.), L'Apport de la Séismologie, de la Gravimétrie et de la Géodésie dans la connaissance actuelle de l'Ecorce terrestre en Belgique. Concordance remarquable des résultats (*Bull. de l'Acad. Royale de Belgique,* Classe des Sciences, tome XXXVII, 1951, pp. 780 - 783, 1 fig.).

CHARLIER (Ch.), Aperçu historique de l'activité scientifique de la Belgique en Géodésie et en Géophysique : Séismologie (*Publ. du Comité Nat. belge de Géodésie et de Géophysique* — Août 1951, pp. 85 - 90, 1 fig., Imp. Van Melle, Gand).

VAN GILS (J.-M.), Etude statistique des Tremblements de Terre enregistrés à Uccle de 1910 à 1945 (*Publ. du Serv. séism. et gravimétr. de l'Observ. Royal de Belgique,* série S, N° 5).

VAN GILS (J.-M.), Bulletins des mouvements microséismiques enregistrés à Uccle pendant les années 1947 et 1948 (*Publ. du Serv. séism. et gravimétr. de l'O.R.B.,* série S, N° 4, pp. 5 et suivantes).

VAN GILS (J.-M.), La Chronique séismologique en Belgique (*Ciel et Terre,* LXVIe année, Nos 9 - 10, 1950, Reprinted dans *Publ. Serv. Séism. O.R.B.,* série S, N° 11).

VAN GILS (J.-M.), La Genèse des Stations séismologiques belges (*Publ. du IIIe Congrès National des Sciences,* 1950, Reprinted dans les *Publ. Serv. Séism. de l'O.R.B.,* série S, N° 12).

CH. CHARLIER.

# CANADA

## *1) SEISMOLOGICAL WORK OF THE DOMINION OBSERVATORY* 1948—1951.

The Dominion Observatory serves as the central station of the Canadian seismological network. At the time of the Oslo meeting, these stations were located at *Halifax, Seven Falls, Shawinigan Falls, Ottawa, Saskatoon* and *Victoria.* In the past three years several changes have been made in the network.

The most important of these has been the installation of a station at *Resolute Bay,* latitude 74°41'N, longitude 94°54'W. This station was placed in operation in August 1950 and since that date has been sending seismic readings by radio to Ottawa and to the U. S. Coast and Geodetic Survey. The details of the installation and some remarks on the nature of the records are given further on.

A station at *Kirkland Lake,* Ontario, begun in connection with the Rockburst Travel-Time project to be discussed below, will be converted to routine operation about June 1, 1951. It will operate a Sprengnether short-period vertical seismograph.

Plans are well advanced for a new station at *Halifax.* The station will be housed in its own vault on the campus of Dalhousie University and will operate Benioff short and long-period verticals with Sprengnether long-period horizontals. Most of these instruments have already been acquired and the installation of the new station awaits the completion of the vault.

In the Rockburst Travel-Time project a technique was developed of operating first-class stations in portable, temperature-controlled huts. This technique will be applied when installing two new stations on the Pacific Coast during the summer of 1951. It is hoped that, if the experiment is successful, it may be possible to continue the operation of these stations indefinitely and so add two stations to the western network.

At the time of the Oslo meeting, it was reported that a program was being set up to utilize rockbursts from Kirkland Lake as a source of energy for the investigation of crustal structure of the adjacent area. This project has now been successfully completed and will form the subject of a paper to be read at the Meetings.

Only one large earthquake has occurred in Canada during the period under review. This was that of August 22, 1949, in the Queen Charlotte Islands. One paper on the direction of faulting of this shock and another on the surface waves generated by it are now in press, and it is supplying data for several other investigations which are now going forward.

The Observatory has continued the publication of the Bibliography of Seismology. A need is felt by the editor of more active collaboration by seismologists throughout the world. Forms to facilitate this collaboration can be obtained on application to the Dominion Observatory, Ottawa.

*Bibliography :*

1. — ANDERSON (D. V.) and NORTHWOOD (T. D.), Model Seismology, *Bulletin, Canadian Association of Physicists*, 1950.
2. — BREMNER (P. C.), Seismic Observatory for the Arctic, *The Arctic Circular*, Vol. 3, 1950.
3. — DOXSEE (W. W.), The Grand Banks Earthquake of November 18, 1929, *Publications of the Dominion Observatory*, Ottawa, 1948.
4. — HODGSON (E. A.), The Rockburst Problem, *Canadian Mining and Metallurgical Bulletin*, Dec., 1948.
5. — HODGSON (E. A.), The Saint Lawrence Earthquake, March 1, 1925, *Publications of the Dominion Observatory*, Ottawa, 1950.
6. — HODGSON (J. H.) and MILNE (W. G.), Direction of Faulting in Certain Earthquakes of the North Pacific, *Royal Society of Canada*, June, 1950.
7. — MACELWANE (J. B., S. J.), The Seismological Observatory of Saint Boniface College, *Twenty-Fifth Anniversary Volume of the Jesuit Seismological Society*, 1950.
8. — MILNE (W. G.), Bibliography of Seismology, *Publications of the Dominion Observatory*, Ottawa, 1949 and 1950.
9. — NORTHWOOD (T. D.) and SIMPSON (F. W.), *Depth* Measurements in the Seward Ice Field by Sonic Echo Ranging, Report N° PS-300, *National Research Council*, Ottawa, 1948.
10. — POULTER (T. C.), The Poulter Seismic Method, *Transactions, Canadian Institute of Mining and Metallurgy*, 1950.

E. A. HODGSON.

## *2) THE SEISMOGRAPH STATION AT RESOLUTE BAY, NORTHWEST TERRITORIES.*

The Dominion Observatory, Department of Mines and Technical Surveys, Ottawa, has established a seismic observatory at Resolute Bay, latitude 74°41'N, longitude 94°54'W, The establishment of a station at this northern latitude should fill a real need in the world network of stations. A preliminary survey made during the summer of 1948 located a rock outcrop at a distance of 1,500 feet from the base camp, too far for daily servicing during the arctic night. It was decided that electro-magnetic seismographs would be used, the seismometers on the outcrop and recording in a separate building at the camp. This arrangement was tested in Ottawa during the winter of 1949—1950.

In installing the station, the seismometers were placed on the bedrock, surrounded by a shelter which was subsequently buried to reduce the effectifs of winds and to facilitate temperature control. The recording hut was erected on a washed gravel foundation to minimize the effects of frost action. Recorder and galvanometers were placed on tables not rigidly connected to the building but resting on timbers anchored in the permanently frozen ground.

Sprengnether long-period horizontals and a Sprengnether short-period vertical were installed. A large number of galvanometers were taken to the station and combinations of various periods were tested

during the first winter to determine the most satisfactory arrangement. At the moment of writing this abstract these tests are still going on.

Some difficulty was met due to temperature variations and till but these were overcome by rigid temperature control, by the use of insulated seismometer cases, and by pouring concrete piers instead of placing the seismometers directly on the rock.

The records are read daily and P and S arrival times are sent immediately to Ottawa by radio ; they are then forwarded to the United States Coast and Geodetic Survey for use in the determination of epicentres.

The records are forwarded to Ottawa as aircraft flights permit; they will provide interesting data on several factors : Arctic microseisms, travel-time of surface waves across the Arctic Ocean and seismicity local to the area. Some data on these matters will be included in a paper shortly to be published.

P. C. BREMNER.

## COLOMBIE

### *PROGRESO DE LA SISMOLOGIA EN LA REPUBLICA DE COLOMBIA EN LOS AÑOS 1948 A 1950.*

En el territorio de la República de Colombia funcionan actualmente tres estaciones sismológicas de primera clase, dos de las cuales se inauguraron solamente en 1950. —

La estación sismológica de *Galerazamba* situada a orillas del mar Caribe entre Cartagena y Barranquilla y patrocinada por la Sección Salinas del Banco de la República fué inaugurada el jueves 27 de enero de 1950 con asistencia del Excelentísimo señor Presidente de la República, Dr. Mariano Ospina Pérez, del Director de Salinas Dr. Carlos Gómez Martínez, etc. Las coordenadas geográficas son : 10°45'00"N, 74°15'20"W Gr.

La estación sismológica de *Chinchiná* fundada por la Federación Nacional de Cafeteros se bendijo en presencia de las autoridades eclesiásticas de la población y del Jefe Técnico de dicha Federación Dr. Ramón Mejía Franco, el sábado 22 de julio de 1950 en el Centro Nacional de Investigaciones de Café, en Chinchiná, Departamento de Caldas, sus coordenadas geográficas son : 4° 38' 49" N, 75° 35' 55" W. Gr.

Estas dos estaciones están equipadas con tres componentes de sismógrafos Sprengnether, aire acondicionado, reloj patrón y radioreceptor Hallicrafter para las señales horarias.

La estación sismológica central del *Instituto Geofísico de los Andes Colombianos en Bogotá* funciona continuamente desde el 27 de septiembre de 1941, y además de las componentes horizontales de sismógrafos Sprengnether, posee una componente de sismógrafo vertical Benioff, un sismógrafo Wiechert de componentes horizontales con una masa de 200 kilos y un acelerógrafo tipo Montana.

El Instituto Geofisico de los Andes Colombianos, en colaboración con el Instituto Geográfico de Colombia « Agustín Codazzi », es la entidad encargada de recibir y archivar los registros fotográficos de las tres estaciones sismológicas, de interpretar las fases de los sismos, publicar los boletines sísmicos y dar información a la prensa. —

Un cuestionario sísmico preparado por los institutos arriba mencionados se ha distribuído a personas responsables después de cada sismo en las regiones afectadas y el Director del Instituto Geofísico ha estado en dos ocasiones en la zona de los terremotos estudiando los efectos catastróficos y recogiendo datos para las monografías de los mismos. Estos fueron el de Pelileo en el Ecuador, sentido también en la parte Sur de la República de Colombia el día 5 de agosto de 1949 y los de Santander del Norte, Colombia, los días 9 y 10 de julio de 1950. —

El establecimiento de las tres estaciones sismológicas colombianas servirá no sólo a la sismología mundial en general, sino que será un valioso medio para localizar mejor los epicentros de los temblores sentidos en el territorio nacional y para completar y perfeccionar el Mapa Sísmico y Tectónico de Colombia publicado por los dos Institutos en 1945. —

El Instituto Geofisico de los Andes Colombianos publica en mimiógrafo boletines sísmicos mensuales de las tres estaciones : Bogotá, Galerazamba y Chinchiná, envía por correo aéreo boletines preliminares bimensuales a los Centros Sismológicos de Estrasburgo, Washington, y Saint Louis (Missouri) y por cablegrama los datos de todo sismo de importancia especialmente de origen suramericano a la Oficina del U.S. Coast and Geodetic Survey, Washington. —

Por lo que toca a la sismologia aplicada, el Instituto Geofisico ha llevado a cabo investigaciones sobre vibraciones de tráfico producidas por tranvías, buses trolley y de gasolina en Bogotá, utilizando para ello sismógrafos portátiles diseñados y construídos para este fin y geófonos de los usados para la prospección sísmica.

La creación de un Comité de Sismología en la IV Reunión Panamericana de Consulta sobre Cartografía del Instituto Panamericano de Geográfia e Historia habida en Buenos Aires a fines de 1948 valdrá no poco para coordinar y promover el trabajo sismológico en el Hemisferio Americano. El Director del Instituto Geofísico ha sido nombrado miembro activo de dicho Comité que preside en Santiago de Chile el Ingeniero Federico Greve. —

*Bibliografia Sismica Colombiana* (1948-1950) :

RAMIREZ (J. E.), El Terremoto de Pasto (Colombia) de 14 de Julio de 1947, *Revista Javeriana*, Vol. 29, N° 144, Mayo 1948, Bogota, pp. 224 - 230 ; reproducido en : *Revista de Geofisica*, Año VII, N° 27, Julio-Septbre, 1948, Madrid, pp. 1 -9 ; traducido al ingles con el titulo « The Pasto, Colombia, Earthquake of July 14, 1947 », *Bull., Seism. Soc. of Amer.*, Vol. 38, N° 4, Oct. 1948, Berkeley, pp. 247-256.

RAMIREZ (J. E.), The Rev. Simon Sarasola, S. J., 1871 - 1947, *Bull. Seismolog. Soc. of Amer.*, Vol. 38, N° 3, July 1948, Berkeley, pp. 229 - 231.

RAMIREZ (J. E.), La Nueva Estacion Sismologica de Galerazamba, *Revista del Banco de la Republica*, Vol. 22, N° 256, Febrero de 1949, Bogota, pp. 127 - 130.

RAMIREZ (J. S.), The new Seismic Station at Galerazamba, Colombia, *Bull., Seismol. Soc. of Amer.*, Vol. 40, N° 1, January, 1950, Berkeley, pp. 1 - 5.

RAMIREZ (J. E.), The new Seismic Station at Galerazamba, Colombia, *Nature*, Vol. 164, N° 4163, August 1949, pp. 288 - 289.

RAMIREZ (J. E.), El gran Terremoto Ecuatoriano de Pelileo, Agosto 5, 1949, *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Fisicas, Exactas y Naturales*, Vol. VIII, N° 21, Noviembre 1950, N° 21, Bogota, pp. 129 - 139.

J. E. RAMIREZ, S. J.
Bogota, Mayo de 1951.

# DANEMARK

## *NATIONAL REPORT*

The seismic stations, Kobenhavn, Scoresby-Sund and Ivigtut recorded regularly during the years 1948-1950.

A short-period Grenet seismograph was installed at Scoresby-Sund in Sept. 1950. It is expected that as a consequence the effectivity of the station will be raised considerably.

The seismograph functioned at the Kobenhavn station from October 1949 to July 1950. It was found that it recorded P and P' waves of earthquakes with about the same amplitudes as the Benioff Z seismograph, and sometimes the records were clearer, because there was less disturbance of shorter period.

Scoresby-Sund bulletins were published for the years 1938, 1943-44, 1946-1949 and Ivigtut bulletins for 1941, 42, 1944-47. Bulletins of Kobenhavn for 1943 and 1944 were published ; for 1948-50 readings of all the records that could be interpreted were reported to the international bureau at Strasbourg and well recorded earthquakes at epicentral distances up to about 40° were reported to U. S. Coast and Geodetic Survey. Some earthquakes recorded at Scoresby-Sund were reported to Kobenhavn and the readings were sent on to Strasbourg if they agreed with those obtained at Kobenhavn. The Swedish station Lund sends its records of large earthquakes to Kobenhavn where they are read and the readings sent to Strasbourg.

*Bibliography :*

LEHMANN (Mlle I.), Seismic recording in Europe, *Comptes Rendus des Séances de la Conférence réunie à Strasbourg du 4 au 8 Juillet 1947*, Strasbourg 1948.

— The reliability of European seismological stations. *Geodaetisk Institut, Meddelelse* no. 22, 1949.

— On two explosions in Danish Waters in the autumn of 1946. *Geofisica pura e applicata*, vol. XII, 1948.

— Den mikroseismiske uro og vejret, *Naturens Verden*, 1949.

— On the reading of earthquake diagrams and the interpretation of phases, *Publ. Bur. C. Séismol. Int. Série A*, fasc. 17, 1950.

# ESPAGNE

## *INFORME NACIONAL DE LA SECCION DE SISMOLOGIA*

El Servicio Sismológico Español, dependiente del Instituto Geográfico y Catastral, tiene a su cargo los Observatorios de *Toledo, Alicante, Almeria* y *Malagá* cuyos sismografos han funcionado sin interrupción durante el periodo 1948-1950 publicando los correspondientes boletines. Además, existen en España los Observatorios Sismológicos de *Cartuja Granada,* y *Tortosa,* dirigidos por los Padres Jesuitas, y el de el *Observatorio de Fabra* (Barcelona), propiedad de una entidad científica particular. Todos, subvencionados por el Instituto Geográfico y Catastral.

Como ampliación del servicio, está casi terminada la construcción de un nuevo Observatorio en *Logroño,* para el mejor registro de la actividad sismica del Pirineo, y se han iniciado las obras de otro Observatorio en *Santiago de Compostela* (Galicia) para vigilancia y control de los sismos terrestres y atlanticos del N.W. de España.

Se han construido, y estan en pruebas de funcionamiento, dos sismografos modelo « Vitoria » (tipo Benioff), que se instalarán en *Canarias* y *Melilla* (Norte de Africa) ; el primero para el registro de los sismos atlanticos de pequeña intensidad, no registrables en Europa, y el segundo para el mejor estudio y conocimiento de la sismicidad del ovalo betico-rifeño, entre España y Africa.

*Liste des Observatoires Séismologiques fonctionnant actuellement en Espagne et Appareils utilisés.*

*Alicante* (38° 21'19" N ; 0° 29', 14" W ; h = 35 mètres).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séismographe | Mainka, | Composante | N—S = | 1.000 kgs. |
| id. | Mainka, | id. | E—W = | 1.000 kgs. |
| id. | Wiechert, (Reformado) | id. | Z = | 80 kgs. |

*Almeria* (36° 51'09" N ; 2° 27'35" W ; h = 65 mètres).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séismographe | Mainka, | Composante | E—W = | 750 kgs. |
| id. | Mainka, | id. | N—S = | 750 kgs. |
| id. | Mainka, | id. | Z = | 500 kgs. |

*Malaga* (36° 43'39" N ; 4° 24'40" W ; h. = 60,3 mètres).

Appareils galvanométriques (enregistrement photographique).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Victoria (1) | Benioff | Composante | Z = | 100 kgs. |
| Wizin (2) | Galitzin | id. | Z = | 80 kgs. |

Appareils mécaniques.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Malaga | Pend. vert. | Composante | NE—SW = | 1.600 kgs. |
| » | » | id. | SE—NW = | 1.600 kgs. |
| Mainka | Reformado | id. | N—S = | 750 kgs. |
| Mainka | » | id. | E—W = | 750 kgs. |

(1) Construido en el proprio taller del Observatorio.
(2) Wiechert de 80 kgs. transformado en Galitzin.

*Toledo* (39° 52'53" N ; 4° 02'55" W ; h = 480 mètres).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séismographe | Wiechert, | Composante | Z | = 1.200 kgs. |
| id. | Wiechert, | id. | E—W | = 1.000 kgs. |
| id. | Wiechert, | id. | N—S | = 1.000 kgs. |

*Cartuja* (37° 11'24" N ; 3° 35'52" W ; h = 774 mètres).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séismographe | Belarmino, | Composante | Z | = 3,5. kgs. |
| id. | Canisio, | id. | N—S | = 1,5. kgs. |
| id. | Canisio, | id. | E—W | = 1,5. kgs. |
| id. | Cartuja max. | id. | E—W | = 4,500 kgs. |
| id. | » bifilar | id. | N—S | = 340 kgs. |
| id. | » bifilar | id. | E-W | = 340 kgs. |
| id. | » vertic. | id. | E—W | = 370 kgs. (3) |

*Ebro* (40° 49'14" N ; 0h 1m58' 4s E. ; h = 50 m.).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séismographe | Mainka-Ebro, | Composante | N—S | = 1.500 kgs. |
| id. | Mainka-Ebro, | id. | E—W | = 1.500 kgs. |
| id. | Ebro-Vertical, | id. | N—S | = 635 kgs. |

*Fabra* (41° 25'6" N ; 2° 8' E. Gr. ; h = 405 mètres).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séismographe | Mainka, | Composante | N—S | = 141,2 kgs. |
| id. | » | id. | E—W | = 144,1 kgs. |
| id. | Vicentini | id. | Z | — |

*San Fernando* (Cadiz) (36° 27'42", 0 N; 6° 12'19", 5 W. Gr. h = 28,5 m.).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pendulo horizontal bifilar (mecanico) | Componente | N—S | = | 700 kgs. |
| Pendulo horizontal bifilar (mecanico) | id. | E—W | — | 1100 kgs. |
| Pendulo horizontal Alfani (fotográfico) | id. | E—W | — | 3 kgs. |
| Pendulo cenital Alfani (fotografico) | id. | Z | = | 3 kgs. |

Estos aparatos de San Fernando no funcionan por estar en obra el Observatorio.

*Bibliografia :*


1) *Estudios de sismos sentidos durante los años 1948 à 1950.*

RAMIREZ (J. E.), El terremoto de Pasto (Colombia) de 14 de Julio de 1947, *Revista de Geofisica* N° 27, 1948, Madrid.

REY PASTOR (A.), Los fenomenos sismicos de Elche de Agosto a Noviembre de 1947, *Instituto G ografico y Catastral*, Madrid.

— Nota acerca del sismo submarino de Alicante del 9 de Junio de 1947. *Instituto Geografico y Catastral*, Madrid.

— La Comarca sismica de Caravaca y el sismo de 23 de Junio de 1948. *Instituto Geografico y Catastral*, Madrid.

— El sismo de Confrides (Alicante) del 9 de Febrero de 1949. *Instituto Geografico y Catastral*, Madrid.

BONELLI RUBIO (J.), Contribucion al estudio de la erupcion del volcan del Nambroque o S. Juan. *Instituto Geografico y Catastral*, Madrid.


(3) Todos los sismografos construidos en los talleres de la Estacion Sismologica.

RODRIGUEZ NAVARRO (J.) y BONELLI RUBIO (J.), El sismo de Gergal (Almeria) de 1° de Julio 1950. *Instituto Geografico y Catastral,* Madrid. (En prensa).

REY PASTOR (A.), El sismo de Ojos del 2 de Mayo de 1950. *Instituto Geografico y Catastral,* Madrid. (En prensa).

2) *Trabajos sobre sismologia teorica y aplicada y geografia sismologica, durante los años 1948 a 1950.*

ROMANA (A., S.J.) y LOBATO (A.), Sobre el periodo anual y diurno en la frequencia de los terremotos. *Revista « Urania »,* N° 219.

LOPEZ DE AZCONA (J. M.) y PREZ MASIA (A.), La densidad en el interior de la Tierra. *Revista de Geofisica,* N° 27, 1948, Madrid.

— Las presiones en el interior de la Tierra. *Revista de Geofisica,* N° 28, 1948, Madrid.

INGLADA ORS (V.), Nota sobre la profundidad hipocentral del sismo del Apenino toscano-romanol de 11 de Febrero de 1939, *Revista de Geofisca Pura e Applicata,* Vol. XII, Milano.

— Contribucion de la Sismologia a los estudios isostaticos, *Revista de Geofisica pura e applicata,* Vol. XII, fascicolo 5-6, Milano.

— Contribucion de las investigaciones sismicas al estudio de la figura de la Tierra, *Revista de Geofisica,* N° 26, 1948, Madrid.

— Resultados de las recientes investigaciones sismologicas, *Revista de la Real Academia de Ciencias de Madrid,* Tomo XLII.

LOZANO CALVO (L.), Representacion analitica de dromocronicas y su aplicacion a la localizacion de epicentros, *Revista « Urania »,* N° 218.

— Sobre la interpretacion de las anomalias isostaticas ; generalizacion del concepto de Isostasia, *Revista de Geofisica,* N° 26, 1948, Madrid.

— Las anomalias isostaticas en Espana, segun la teoria de Airy, *Revista de Geofisica,* N° 27, 1948, Madrid.

REY PASTOR (A.), Sismicidad de la Comarca costera alicantina, *Instituto Geografico y Catastral,* Madrid.

— Las costas mediterraneas de la Peninsula Hispanica ; Estudio sismico-geografico, *Revista de Geofisica,* N° 26, 1948, Madrid.

LOZANO CALVO (L.), Sobre la densidad y presiones en el interior de la Tierra, *Revista de Geofisica,* N° 32, Madrid.

GIMENO RIUTORT (A.), Movimientos sismicos en Espana durante 1947, *Boletin de la Real Sociedad Espanola de Historia Natural,* Tomo XLVII, 1949.

— El nuevo sismografo de la Estacion de Cartuja, *Revista de Geofisica* N° 32, Madrid.

INGLADA ORS (V.), Nota sobre la profundidad focal del sismo del Segura Medio de 25 de Agosto de 1940, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales de Madrid y Revista de Geofisica,* N° 29, Madrid.

DUE ROJO (A.), El megasismo Tibetano del 15 de Agosto de 1950, *Revista « Euclides »,* Vol. X, Octubre 1950.

DUE ROJO (A.) y GIMENO RIUTORT (A.), Rutas sismicas superficiales *Revista « Urania »,* N° 221 - 222.

— El factor termico en la genesis de los microsismos, *Revista de Geofisica* N° 36, Madrid.

INGLADA GARCIA-SERRANO (V.), Metodos macrosismicos de determinacion de la profundidad focal, *Revista de Geofisica,* N° 34, Madrid.

REY PASTOR (A.), Progresos de la Geografia sismologica, *Revista de Geofisica,* N° 35, Madrid.

# FRANCE

## *LES ETUDES SEISMOLOGIQUES EN FRANCE DE 1948 A 1950*

*Fonctionnement des stations :*

Les trois stations principales installées en France métropolitaine ont fonctionné normalement. A *Clermont-Ferrand,* les caractéristiques des appareils sont restées inchangées. A *Paris,* l'aménagement des pavillons séismologiques commencé en 1947, a pu être terminé en 1949 ; le prototype d'un séismographe à longue période et à amplification électronique a été construit : c'est un séismographe vertical comprenant un pendule d'une masse de 2,6 kg. et d'une période de 25 s., associé à un galvanomètre Kipp à longue période (une minute) et à très grand amortissement. A *Strasbourg,* neuf composantes sont en fonctionnement continu ; le modèle définitif de l'appareil à courte période réalisé par E. Peterschmitt et décrit dans le précédent rapport a été mis en service avec quelques modifications : la période du pendule a été diminuée, le galvanomètre a été schunté par un condensateur ; la courbe de grandissement est définie par les valeurs suivantes :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T période | 0s 3 | 0s 5 | 0s 75 | 1s 0 | 1s 5 | 2s 0 | 3s 0 |
| V grandissement | 1000 | 1900 | 3600 | 5750 | 3750 | 1700 | 950 |

A *Besançon,* un appareil du même type est en fonctionnement depuis 1949 ; 80 % des débuts des séismes incrits à Strasbourg le sont désormais également par cette station qui complète le réseau formé par les stations suisses, wurtembergeoises et celle de Strasbourg. La station de *Bagnères-de-Bigorre* dont la situation est si favorable à proximité même de la zone séismique active du bord nord des Pyrénées est en voie de modernisation : un appareil à courte période doit y fonctionner prochainement.

Le transfert de la station de *Marseille* dans une région plus proche des zones séismiques alpines a été envisagé, mais n'a pu encore être réalisé.

Dans la France d'Outre-Mer il faut signaler à *Alger* l'installation par M. Grenet, dans une cave de l'Université, d'un séismographe à courte période. A *Tamanrasset,* M. Grenet a installé un séismographe vertical auquel il a pu donner une amplification de l'ordre de 20.000 par suite de l'éloignement de la mer et des villes.. Un appareil vertical à longue période y est également en fonctionnement. Je tiens à dire que les enregistrements de Tamanrasset sont extrêmement précieux pour les déterminations des épicentres des séismes qui se produisent non seulement en Afrique, mais encore dans le bassin méditerranéen, dans l'Atlantique, dans l'Océan Indien. Les données de la station de Tamanrasset sont parmi les données les plus utilisées par le Bureau central de Strasbourg.

A l'observatoire du *Morne-des-Cadets* (Martinique) deux séismographes horizontaux à amplification électronique, réalisés d'après un principe de M. Molard, vont être mis en service. La station de

la *Guadeloupe* qui, comme la précédente, dépend de l'Institut de Physique du Globe de Paris a été aménagée : deux appareils Mainka-SOM sont en fonctionnement.

Les efforts de rénovation entrepris par l'office de la Recherche scientifique coloniale ont permis d'obtenir des premiers résultats : deux pendules horizontaux Mainka-SOM sont actuellement en fonctionnement à *Lomé* et depuis août 1950 quelques bulletins séismiques en provenance de cette station sont parvenus au Bureau Central. Deux autres séismographes SOM autrefois à Dakar sont en cours de montage à l'observatoire de M'Bour. Un séismographe électromagnétique vertical Grenet, à période moyenne y sera installé ultérieurement. Cette station rendra certainement de grands services pour l'étude des séismes de la crête médiane de l'Atlantique et permettra de préciser les zones séismiques de l'Atlantique Sud pour l'étude desquelles les stations séismologiques sont encore trop rares.

A *Tananarive* la station a fonctionné normalement et le R. P. Poisson envoie régulièrement par avion à Strasbourg les dépouillements de ses séismogrammes.

Je ne mentionnerai ici que pour mémoire la station d'*Averroës*, le comité national marocain ayant rédigé un rapport spécial sur la séismologie au Maroc.

Signalons enfin que depuis mars 1951 une station temporaire munie d'un séismographe vertical à courte période fonctionne dans l'Antarctique, à la *Terre Adélie* (66° 49' S ; 141° 24' E) non loin de l'importante zone séismique des îles Macquarie (Expéditions polaires françaises P. E. Victor).

*Echange des données ; bulletins, télégrammes, microfilms.*

Le Bureau Central Séismologique Français à Strasbourg continue à assurer la concentration des bulletins décadaires ou mensuels des stations françaises et à rédiger un bulletin mensuel rassemblant toutes ces données. Ce bulletin a pris de l'ampleur par suite de l'installation de séismographes verticaux en plusieurs stations. Ce bulletin comporte la détermination provisoire de nombreux épicentres. Il est suivi deux mois plus tard par le bulletin mensuel du Bureau International.

Les dépouillements sont publiés sous leur forme définitive dans les Annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, organe du Bureau central séismologique français. Les fascicules contenant les observations effectuées de 1939 à 1946 ont été publiés ; le manuscrit des données des années 1947 et 1948 est en voie d'achèvement. Un soin particulier a été apporté à la révision des phases et des épicentres ; des notes macroséismiques et des renseignements bibliographiques ont été ajoutés.

Des échanges de documents au moyen de microfilms ont eu lieu entre les stations de Paris, Clermont-Ferrand, Strasbourg et Uccle.

A la demande de l'U.S. Coast and Geodetic Survey des télégrammes chiffrés sont envoyés à Washington par voie diplomatique chaque fois que des séismes importants sont enregistrés à Strasbourg et à Tananarive.

*Enquêtes macroséismiques en France et en Afrique du Nord.*

Les observateurs de la Météorologie Nationale continuent à faire parvenir au Bureau central français des cartes-questionnaires spéciales dès qu'ils ont ressenti une secousse ; cette collaboration est précieuse en particulier pour préciser les épicentres des séismes faiblement inscrits dans les observatoires. Des enquêtes par questionnaires transmis par les préfectures ont été menées à l'occasion des secousses les plus importantes : 48 secousses ressenties en France ont été étudiées entre 1948 et 1950; leurs épicentres se répartissent ainsi: Alpes 12, Pyrénées 12, Massifs hercyniens 22, Corse 1, Nord 1. La secousse du 29 juin 1950 à 23 h. 27 m. a présenté un caractère inusité à la fois par l'ampleur de la surface macroséismique et par la position de l'épicentre (43° 1 N, 2° 6 E), au nord du Massif des Corbières, au voisinage de Lagrasse où l'intensité VII a été dépassée. La surface macroséismique (70.000 km² environ) a intéressé de nombreux départements du Sud de la France ; les isoséistes sont allongées dans une direction SW—NE qui est probablement celle des accidents structuraux profonds.

En Algérie l'Institut de Météorologie et de Physique du Globe continue à rassembler une documentation aussi abondante que possible. Une place à part doit être faite aux secousses qui pendant 3 mois ont ébranlé le Massif des Babors entre Sétif et Bougie ; les deux plus fortes secousses (15 janvier et 17 février 1949) ont entraîné la destruction de plusieurs hameaux des communes de Kerrata et d'Oued Marsa. J. P. Rothé chargé d'une mission par le Gouvernement Général de l'Algérie a pu étudier sur place la zone épicentrale et a repris à cette occasion une étude générale de la séismicité de l'Algérie.

*Recherches et bibliographie :* Les travaux de recherches ont été nombreux ; on en trouvera en annexe la liste bibliographique ; citons les principaux domaines explorés : agitation microséismique (P. Bernard, J. Coulomb, Mlle Charpentier, Debrach) ; magnitude (E. Peterschmitt) ; propagation de certaines ondes superficielles (Coulomb et Molard) ; géologie séismologique (R. P. Poisson, J. Rothé, N. Dechevoy et P. Seltzer) ; appareillage (Rouaud).

*Géophysique appliquée :*

La Compagnie Générale de Géophysique accroît progressivement le nombre de ses équipes de prospection séismique par réflexion (2 en 1947, 9 en 1950). En 1950 l'activité s'est chiffrée à 102 mois d'équipes. (32 en France, 12 en Algérie, 12 en Tunisie, 12 au Maroc, 10 en AEF, 9 à Madagascar, 15 en Italie). Les problèmes étudiés sont tous des problèmes « pétrole » portant assez souvent sur des structures très accusées : diapirs, failles, fronts de nappes, jeux de socles. La découverte des gisements pétrolifères de Lacq et de Pau, sur le bord nord des Pyrénées, constitue un brillant succès à l'actif de la méthode de prospection séismique. Une équipe de prospection est spécialisée dans l'utilisation de la méthode de réfraction à l'étude de problèmes intéressant les couches peu profondes (hydrogéologie, barrages). Par ailleurs les équipes de réflexion séismique exploitent parfois des pro-

fils « réfraction » et effectuent des mesures de vitesse dans les sondages jusqu'à des profondeurs pouvant dépasser 3000 m. Les Instituts de Physique du Globe de Paris et de Strasbourg et la Compagnie générale de Géophysique ont étudié en collaboration un profil de réfraction long de 25 km. exécuté en Camargue.

Deux ouvrages, dont on trouvera la référence dans la liste bibliographique ont été consacrés à la prospection géophysique, dûs l'un à M. Cagniard, l'autre à MM. E. et J.-P. Rothé. Une abondante documentation fait ainsi ressortir le prodigieux essor de la méthode de prospection séismique.

*Prospection séismique de l'inlandsis du Groënland.*

L'équipe de prospection séismique qui fait partie des expéditions P.-E. Victor au Groënland, a obtenu en 1949 et en 1950 des résultats remarquables dus à MM. Martin, Joset, Holtzscherer et leurs assistants. Nous venons malheureusement d'apprendre que au cours de la campagne 1951, M. Joset vient de trouver la mort dans un accident sur lequel nous manquons encore de détails, sa voiture étant tombée dans une crevasse de l'inlandsis. Au cours des campagnes précédentes des sondages séismiques ont été exécutés sur plus de 2000 km. à raison d'un sondage tous les 16 km. environ. On a enregistré d'excellentes réflexions parfois même 2 ou 3 réflexions multiples. L'épaisseur de la glace de l'inlandsis varie entre 800 et 3350 m. La coupe déduite de ces sondages fait apparaître sous la glace une sorte de pénéplaine située sensiblement au niveau de la mer et comprise entre 2 chaînes principales qui longent les côtes. Ces premiers résultats soulevaient quant à la nature du substratum de l'inlandsis des questions que la campagne actuelle si tragiquement interrompue devait s'attacher à résoudre.

*Bibliographie :*


BERNARD (P.), Dispositif optique d'inscription du temps sur les enregistrements photographiques (*Ann. Géoph.*, t. 4, 1948, p. 77 - 78).

— La Séismologie (*Atomes*, mai 1948, p. 147 - 152).

— Sur la vitesse de propagation de la houle (*C. R. Acad. Sci.*, 27 juin 1949, t. 228, p. 2047-2049).

— Variation annuelle de l'agitation microséismique à Brisbane (*Proceedings, 7th Pacific Science Congress*, vol. II, Geophysics. sous presse).

— Enregistrements microséismiques à Nantes (*Annales de Géophysique*, t. 6, N° 3, 1950, p. 147 - 156).

CAGNIARD (L.), La Prospection géophysique (1 vol., Presses Universitaires de France, Paris 1950, chap. V, les méthodes séismiques p. 150 - 175).

CHARPENTIER (Mlle J.), Centres dépressionnaires, agitation microséismique et houle (*Ann. Géophys.*, t. 4, 1948, p. 1 - 14).

COULOMB (J.), Remarques sur la comparaison des microséismes en deux stations rapprochées (*Ann. Géophys.*, t. 4, 1948, p. 163 - 164).

— Sur la formation des trains de microséismes (*C. R. Acad. Sci.*, t. 227, 1948, p. 1163 - 1164).

— Etudes sur l'agitation microséismique, (Assoc. Séism. Météorol. Océanog. Phys., Séance commune, *C. R. Associat. Intern. Séismol. N° 9 bis*, 1949, p. 10-13).

COULOMB (J.) et MOLARD (P.), Ondes séismiques au fond de la mer des Antilles (*Ann. Géophys.*, t. 5, fasc. 3, 1949).

COULOMB (J.), L'agitation microséismique et ses applications (*Ciel et Terre*, 66e année, Nos 7-8, juillet-août 1950).

— L'agitation microséismique (*Annales de Géophys.*, t. 6, N° 2, 1950, p. 115-116).

COULOMB (J.) et MOLARD (P.), Ondes séismiques au fond de la mer des Antilles, Addendum (*Ann. Géophys.*, t. 6, N° 1, p. 65).

DEBRACH (J.), Sur l'observation des tremblements de terre (*C. R. des Séances de la Soc. des Sci. Nat. du Maroc*, 1948, p. 22-26).

— Note préliminaire sur l'agitation microséismique au Maroc (8e Assemblée de l'U.G.G.I. à Oslo 1948).

— L'agitation microséismique d'origine océanique (*Revue de Géographie marocaine*, Rabat, 1949 (1950), p. 9-26).

— Relations entre l'agitation microséismique et la houle (*Bull. Scient. du C.O.E.C. du Maroc*, N° 5, Casablanca 1949, p. 23-28).

— Premières observations relatives au tremblement de terre marocain du 10 mai 1950 (*C. R. Soc. Sci. Nat. Maroc*, N° 5, 1950, p. 77-79).

GENAUX (E.), Agitation microséismique à Paris en 1939 (*Annales Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie Séismologie, t. IV, Mende 1949, p. 99-101).

HÉE (Mme A.), et STAEBELL (F.), Tremblements de terre inscrits dans les stations françaises en 1940 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie, Séismologie, t. V, Strasbourg 1948, p. 1-23).

HÉE (Mme A.), Tremblements de terre en Algérie en 1939 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie Séismologie, t. IV, Mende 1949, p. 113-114).

LABROUSTE (Mme H.), Amélioration des moyens de travail par l'emploi de microfilms (*C. R. Assemblée de Strasbourg*, Publ. de l'Ass. Intern. de Séismologie, p. 84-85, Strasbourg 1948).

LABROUSTE (Mme Y.), Analyse harmonique par combinaisons linéaires d'ordonnées et ses applications à la géophysique (Conférence du 15 décembre 1949 et Rapports du Comité National de Géodésie et de Géophysique de Belgique).

MARTIN (J.) et JOSET (A.), Sondages séismiques (Rapport préliminaire, Réunion de la Commission scientifique des expéditions polaires françaises, décembre 1949).

PETERSCHMITT (E.), La magnitude des séismes, état actuel des recherches (*C. R. Assemblée de Strasbourg*, publ. de l'Ass. Intern. de Séismologie, p. 86-89, Strasbourg 1948).

— Sur la détermination rapide des épicentres approchés des séismes éloignés (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie Géophysique, t. IV, Mende 1948, p. 106-107).

— Agitation microséismique à Strasbourg en 1939 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie Séismologie, t. IV, Mende 1949, p. 89-98).

POISSON (R. P. Ch.), Tremblements de terre malgaches en 1939 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie, Séismologie, t. IV, Mende 1949, p. 115-117.

— Accidens tectoniques et tremblements de terre à Madagascar (*Bull. Géologique de Madagascar*, fasc. 1, Tananarive 1949, p. 68-74 et planche VI).

— Sur une zone séismique de l'Océan Indien méridional (*C. R. Acad. Sci.*, t. 230, 1950, p. 346-348).

ROTHÉ (J. P.), C.R. des Séances de la Conférence réunie à Strasbourg du 7 au 8 juillet 1947, Ass. Intern. de Séismologie, 1 vol., 92 p., Müh-Le Roux, impr. Strasbourg 1948.

— Tremblements de terre et anomalies magnétiques (*Revista de geofisica pura et applicata*, vol. XII, p. 134-144, Milano 1948).

— Séismes et volcans (2e édition, collection *Que sais-je ?*, 1 vol., 136 p., Presses Universitaires, Paris 1948).

ROTHÉ (J. P.), PETERSCHMITT (E.) et STAHL (P.), Les ondes séismiques des explosions d'Haslach (Forêt-Noire) (*C. R. Acad. Sci.*, t. 227, 1948, p. 354-356).

ROTHÉ (J. P.), La Séismicité des Alpes occidentales, compléments. (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 3e partie, Géophysique, t. IV, Mende 1948, p. 89-105).

ROTHÉ (J. P.), DECHEVOY (N.) et PETERSCHMITT (E.), Tremblements de terre inscrits dans les stations françaises en 1941 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie, Séismologie, t. IV, Strasbourg 1948, p. 1-21).

ROTHÉ (J. P.), Les séismes ressentis en France en 1939, étude géologique et géophysique (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie, Séismologie, t. IV, Mende, 1949, p. 102-112 et 1 fig.).

— Déformations des anomalies magnétiques et séismes. (*Publ. du Bureau Central Séismologique International*, série A, fasc. 17, Toulouse, 1949, p. 155-167, 5 fig.).

ROTHÉ (J. P.) et PETERSCHMITT (E.), Les ondes séismiques des explosions d'Haslach (*Publications du Bureau Central Séismologique International*, série A, fasc. 17, Toulouse, 1949, p. 11-16).

ROTHÉ (J. P.) et LECOLAZET (R.), Tremblements de terre inscrits dans les stations françaises en 1939 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, nouvelle série, 2e partie, Séismologie, t. IV, Mende, 1949, p. 1-88).

ROTHÉ (E.) et ROTHÉ (J. P.), Prospection géophysique, t. I, 1 vol., Gauthier-Villars, Paris, 1950 (chap. I et II, Méthode séismique, p. 1-282, 125 fig.).

ROTHÉ (J. P.), DECHEVOY (N.) et STAEBELL (F.), Observations des stations séismologiques françaises, 1942 et 1943 (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, 2e partie, Séismologie, t. VII et VIII, Strasbourg, 1950, 45 p.).

ROTHÉ (J. P.), DECHEVOY (N.) et SELTZER (P.), Les séismes de Kerrata et la séismicité de l'Algérie (*Bull. du Service de la Carte Géologique d'Algérie*, 4e série, Géophysique, N° 3, Mende, 1950, 40 p., 10 fig. et une carte h. texte).

ROTHÉ (J.-P.) et PETERSCHMITT (E.), Etude séismique des explosions d'Haslach (*Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, 3e partie, Géophysique, t. V, Strasbourg, 1950, p. 13-38, 14 fig.).

ROUAUD (A.), Sur la détermination des constantes des séismographes électromagnétiques (*Ann. Géophys.*, t. 4, 1948, p. 124-160).

**ROTHÉ,**
Secrétaire de la Section de
Séismologie du Comité National.

# GRANDE-BRETAGNE

## *NATIONAL REPORT*

*Personal.*

Dr. E. C. Bullard left Cambridge in 1948 to become Professor of Physics at Toronto, but returned in 1950 to become Director of the National Physical Laboratory. His activity in geophysics, I am glad to say, continues

In his place Mr. B. C. Browne has become Reader in Experimental Geophysics and head of the Department of Geodesy and Geophysics at Cambridge. Dr. Stoneley has become Reader in Theoretical Geophysics.

The increased number of people working in the department has made it possible to institute weekly colloquia on geophysical subjects.

*Observatories.*

The activity of seismological observatories in Great Britain has unfortunately declined. *Kew, Aberdeen* and *Durham* continue in full activity. *Edinburgh* continues to record, but has found it impossible to spare an assistant's time to read the records. Fortunately Lt. Col. E. Tillotson, Secretary of the B.A. Seismological Committee, generously stepped into the breach and volunteered to make the readings, and continues to do so. *Stonyhurst* ceased to operate in 1947 and no successor to Father Rowland has been appointed. *Bidston* is recording and can lend records, but no provision is made for reading them systematically. The Oxford instruments were transferred to *Down House,* Downe, Kent, the home of Charles Darwin, under the charge of Dr. O. J. R. Howarth. He tried to bring them into operation, but the instruments badly needed certain repairs, which he himself was not in a position to make. One was the first Milne-Shaw ever made and is being offered for exhibition to the Science Museum. The other is going to Sydney University, Australia, where, it is hoped, it can be repaired and brought into service again. It is intended to be installed at a new station at Guadalcanal.

The trouble is that at all observatories seismology is a secondary activity, and is liable to be crowded out for reasons of staff and space when the main activity expands.

*Theoretical Research.*

There has never been a time when research in geophysical problems has proceeded more vigorously.

The problem of the origin of microseisms was the subject of a joint discussion at the Oslo meeting. An outstanding discovery at the Admiralty Research Laboratory was made by harmonic analysis of the microseismic movement and of the ocean swell reaching the coast. It was found by P. Bernard, and confirmed by F. Ursell and N. F. Barber that microseisms appeared to have come from storm centres at sea as elastic waves, but their prevaling period was half that of the sea waves. This result showed that if there was any connexion at all microseisms must be a second-order phenomenon.

As it happened M. Miche had just shown that in a standing wave on water there is a second-order variation of pressure, which extends to all depths with undiminished amplitude. A neat proof of his result was given by M. S. Longuet-Higgins, who, since his return to Cambridge, has discussed the matter more fully, making allowance for compressibility and for interference between waves of different frequencies. His conclusion is that the agitation in the centre of a storm in midocean can transmit enough energy to the floor to account for the actual sizes of microseisms. It looks therefore as if the most intractable part of the microseism problem has been explained. Longuet-Higgins and R. I. B. Cooper have verified the pressure variation in an experimental wave tank.

One of the more difficult problems in seismology has been to explain why some phases have sharp beginnings and others blunt ones. I noticed from the observations that the difference was associated with the distinction between waves whose travel times were true minima for all variations of the path, and phases whose travel times were merely stationary, being minima for some variations and maxima for others. I illustrated this from a simple case that could be treated easily. E. R. Lapwood has now given a rediscussion of the Lamb-Nakano problem of the generation of waves from an internal source in a semi-infinite solid, and gets similar results. Certain phases should appear a little before the time given by the elementary theory, and this result may explain certain anomalies that have been noticed, especially the irregular behaviour of S and Sg in near earthquakes. Certain apparent inconsistencies between results of Lamb and Nakano were also traced to their sources. The theory is being extended by Miss M. Newlands to the generation of waves in a superficial layer.

Dr. Stoneley has continued the study of the dispersion of surface waves in Eurasia and has also investigated certain effects of departures from isotropy on the propagation of elastic waves.

I myself have been largely concerned with the problem of the 14-monthly variation of latitude and the 19-yearly nutation. The former has long been known to provide an average value of the Earth's rigidity, but with our present fuller knowledge of the Earth's elastic properties it should be possible to do much more. It should now be possible to calculate the period from seismological data and compare with observation. The amplitude of the 19-yearly nutation produced by the Moon can be calculated on the hypothesis that the Earth is a rigid body, but the observed value is slightly but significantly smaller. The fluidity of the core, however, introduces a serious complication. The oscillations of a rigid shell containing liquid had in fact been treated by Kelvin, Hough, Greenhill and Poincaré, but somehow their work had not been brought into relation with the fluidity of the Earth's core. This introduces some inertial terms into the treatment and has a surprising effect. For a rigid shell it would shorten the free period from 305 days to about 270 days, and would also reduce the calculated amplitude of the 19-yearly nutation to substantially *less* than the observed value. Allowance for the elasticity of the shell has been made possible by a solution done by H. Takeuchi, in Japan, and by making use of his solution I have

found that both discrepancies between theory and observation are greatly reduced, though agreement is still not satisfactory. So far, however, I have used an approximate treatment of the core, and it looks as if a more accurate treatment may make further changes comparable with the outstanding differences.

Kronig, De Boer, and Korringa, in Holland, have shown that at high pressures hydrogen must become partially ionized and pass over into a metallic state. The suggestion of large quantities of hydrogen in the Earth's interior has had little support from geophysicists, but the idea has led W. H. Ramsey, of Manchester, to a remarkable series of papers. He maintains that the core cannot be iron, as we have usually supposed, since it would make the Earth too rich in iron in comparison with other bodies known to us. He shows that ionization in silicates is likely to make them pass into a metallic state at a pressure comparable with that at the core boundary, and maintains that the core is substantially of the same composition as the shell, but in a metallic state. The inner core would correspond to a second ionization. The last stage in the process would be a Fermi-Dirac gas, as in white dwarf stars, but that would occur far beyond planetary pressures. He derives an interesting consequence, that for planets of less than a certain mass cores could not exist, but that planets of somewhat more than the critical mass could exist either with no core or with cores of two different sizes. The state with the largest core and that with no core would be stable. Still larger planets must have large cores. The Earth is only slightly above the critical mass. Ramsey's views are still in a highly controversial state. The estimate of the critical pressure is only an order of magnitude, and if the true value should be more than the pressure at the centre the theory would lose all basis. We should therefore very much like an accurate calculation of the critical pressure and of the corresponding discontinuity in density. These could probably be found from atomic theory. I myself, while unwilling to reject Ramsey's views, prefer to reserve judgment until a check of this kind has been made.

If I may digress beyond the Earth for a moment, I should mention that Ramsey has applied the solution for hydrogen to the outer planets, with striking results. He finds that Jupiter and Saturn must be about 80 per cent hydrogen, the greater part of it in the metallic state. The mean molecular weight of Uranus and Neptune is about 4. This does not depend on the rough information available for silicates but on the much more accurate calculations made by Kronig and others for hydrogen.

*Experimental Research.*

P. L. Willmore's discussion of the Heligoland and Soltau explosions has been published in the Philosophical Transactions.

Work on seismic exploration of the sea floor continues. It has been found by Bullard and Gaskell before the war that explosions of depth charges under water sent enough energy into the ocean floor to produce observable waves in it. This permits observations in much deeper water than had previously been possible. M. N. Hill and J. C. Swallow have found on the continental shelf off Ireland a series

of distinct layers ; the fastest P had a velocity of about 6.6 km./sec. Other work has been done by T. F. Gaskell and J. C. Swallow on H. M. S. Challenger. They find a high velocity layer as far as Bermuda, showing velocities about 7.0 km./sec. There is no sign of a granitic layer.

P. L. Willmore has produced a short period seismometer of the moving coil type, which can be used either horizontally or vertically. It gives a magnification of about 300.000 at 10 cycles per second. This instrument is being developed by Messrs. Hilger and Watts and a working prototype has been constructed.

Dr. Willmore was invited to South Africa by the Bernard Price Institute to investigate the waves from rock bursts in the Rand gold mines. Observations were made with the above instrument to 480 km. The indications are that there are two main layers. In the upper the P and S velocities are about 6.1 and 3.6 km./sec., and the thickness seems to be 30—40 km. In the lower the velocities are 8.1 and 4.9 km./sec.

During the recent outbreak of tremors in St. Kitts and Nevis Dr. Willmore, at the invitation of the Colonial Office, spent three months in the earlier part of 1951 on a preliminary general seismic and volcanological survey of the West Indies. A fuller report will be published in due course.

Dr. M. N. Hill has designed a long-period seismograph based on the inductance bridge and capable of driving a standard pen recorder. The instrument is fitted with a stabilizing device to eliminate drift of the zero.

Recordings of microseisms of high frequency (8—120 cycles/sec.) were initiated in Cambridge by M. N. Hill and greatly extended by C. D. V. Wilson. In and near Cambridge the major effect is due to man-made disturbances such as traffic and there is a well-marked diurnal variation. Corresponding investigations on Dartmoor and Salisbury Plain showed no significant differences between night and day.

An improved form of the Milne-Shaw seismograph is now being manufactured by Messrs. Hilger and Watts, under the supervision of Mr. H. V. Shaw.

*Scottish Earthquakes.*

Dr. A. T. Dollar has continued to superintend the observations of local earthquakes at Comrie, Perthshire on the Highland Boundary fault ; but owing to change of ownership of the building used he is transferring the instruments to Fort Augustus, on the Great Glen Fault. He is publishing a book on the subject of Scottish Earthquakes.

*The International Seismological Summary.*

continues to be housed at Kew Observatory. Arrears are still serious ; the last part issued (July 1951) is that for 1939 October-December. But at any rate they are no longer increasing. The last part issued before the Oslo meeting was for 1936 July-September, so that 3¼ years have been covered in three years. Finance has

given much anxiety, as the U.N.E.S.C.O. grant was reduced in 1949 and again in 1950 ; in fact a reduction of the work in 1950 was avoided only by a special grant of £ 1000 from the U.G.G.I. Even with this assistance it was clear that the position would again become acute in 1951 unless additional income was provided. Fortunately this has been done. The U.N.E.S.C.O. grant has been raised to £ 2100, and H. M. Treasury, as the result of representations from the Air Ministry and the Royal Society, has made a grant of £ 2000. We are most grateful for this assistance. This will permit the engagement of an additional assistant, which has long been urged. The Treasury grant, however, is conditional on a regular payment from international sources as a guarantee that the work is really important. The U.G.G.I. contribution need not, I think, be large, but it should be as much as the U.G.G.I. can afford to pay. The I.S.A. should for this purpose urge an increase in its allocation from U.G.G.I. funds.

I was absent in the United States from September 1950 to March 1951. In my absence Dr. Stoneley took over my duties as Director of the I.S.S. and Chairman of the British Seismological Sub-Committee in spite of his many other activities. I wish to take this opportunity of thanking him for his help.

*British seismological stations.*

*Aberdeen.* King's College Observatory. 57°10'N, 2°6'W. Height above mean sea level 12 m. Lithological foundation ; glacial deposit over boulder clay. Director Prof. A. E. M. Geddes.

Instruments : Milne-Shaw seismographs, photographic registration, E and N components. Each 1 pound, $T_0$ = 10 secs., damping ratio 20:1. Magnification 150.

*Durham.* University Observatory. 54°46'N, 1°35'W. Height above m. s. l. 103 m. Milne-Shaw N and E. $T_0$ = 12 s. damping ratio 20:1, magnification 250. Director E. F. Baxter.

*Edinburgh.* Royal Observatory. Data as in previous lists. Records no longer read at the observatory but sent for reading to Lt-Col. E. Tillotson, The Homestead, Menston-in-Wharfedale, Yorkshire. Director Prof. W. M. H. Greaves.

*Stonyhurst.* No longer in operation.

*Bidston.* Data as in previous lists. Records are not being read but are lent when required. Director Dr. A. T. Doodson.

*West Bromwich.* Data unchanged. Director Mr. H. V. Shaw. Not in regular operation.

*Oxford.* No longer in operation.

*Downe House. Orpington, Kent.* The Oxford Milne-Shaws were transferred here but have not been satisfactorily adjusted. One has been transferred to the Science Museum, South Kensington, and the other to Sydney University, Australia. This station can be omitted from all lists as it has never made any readings.

*Jersey.* Director Fr. Ch. Rey. Mainka 450 kg., E component. Readings sent to Strasbourg.

Aberdeen, Durham and Edinburgh : readings published only in I.S.S.

*Kew Observatory.* Richmond, Surrey. Superintendent Dr. G. B. Robinson. Position and height as in previous lists.

Galitzin 3 component seismograph.

Vertical component of non-standard design with photographic registration through viscous coupling, free period about 1 sec.

*Bibliography :*


*Monthly Notices of Royal Astonomical Society, Geophys. Suppl. :*

STONELEY (R.), The seismological implications of aeolotropy in continental structure, **5**, 1949, 343 - 353.

BULLEN (K. E.), Compressibility-pressure hypothesis and the Earth's interior, **5**, 355 - 368, 1949.

RAMSEY (W. H.), On the nature of the Earth's core, **5**, 409 - 426, 1949.

STONELEY (R.), The effect of a low-velocity internal stratum on surface elastic waves, **6**, 28 - 35, 1950.

RAMSEY (W. H.) On the compressibility of the Earth, **6**, 42-49, 1950.

BULLEN (K. E.), An Earth model based on the compressibility-pressure hypothesis, **6**, 50 - 59, 1950.

NEWLANDS (M.), Rayleigh waves in a two-layer heterogeneous medium, **6**, 109 - 124, 1950.

BULLEN (K. E), Theoretical travel times of S. waves in the Earth's inner core, **6**, 125 - 128, 1950.

WILLMORE (P. L.), The theory and design of two types of portable seismograph, **6**, 129 - 137, 1950.

*Monthly Notices of R. A. S. :*

JEFFREYS (H.), The Earth's core and the lunar nutation, **108**, 206 - 209, 1948.

RAMSEY (W. H.). On the constitution of the terrestrial planets, **108**, 406 - 413, 1948.

JEFFREYS (H.), Dynamic effects of a liquid core, **109**, 670 - 687, 1949.

BULLEN (K. E.), On the constitution of Venus, **109**, 457 - 461, 1949.

— On the constitution of Mars, **109**, 688 - 692, 1949.

— Venus and the Earth's inner core, **110**, 256 - 259, 1950.

RAMSEY (W. H.), On the instability of small planetary cores I, **110**, 325 - 338, 1951.

LIGHTHILL (M. J.), On the instability of small planetary cores, II, **110**, 339 - 342, 1951.

JEFFREYS (H.), Dynamic effects of a liquid core II, **110**, 460 - 466, 1951.

*Proceedings of the Royal Society, Series A. :*

DARBYSHIRE (J.), Identification of Microseismic activity with sea waves, **202**, 439 - 448, 1950.

COOPER (R. I. B.), and LONGUET-HIGGINS (M. S.) An experimental study of the pressure variations in standing water waves, **206**, 424-436, 1951.

*Phil. Trans., Series A. :*

LAPWOOD (E. R.), The disturbance due to a line-source in a semi-infinite elastic medium, **242**, 63 - 100, 1950.

WILLMORE (P. L.), Seismic experiments on the north German explosions, **242**, 123 - 152, 1950.

LONGUET-HIGGINS (M. S.), A theory of the origin of microseisms, **243**, 1950, 1 - 35.

*Meteorological Magazine :*

ALEXANDER (L. L.), Report on the East Anglian tremor of 1948, May 28, **78**, 135 - 9, 1949.

*Nature :*

LONGUET-HIGGINS (M. S.), and URSELL (F.), Seawaves and Microseisms, **162**, 1948.

TILLOTSON (E.), Seismology in Great Britain, **163**, 1949.

HILL (M. N.) and SWALLOW (J. C.), Seismic experiments in the Atlantic, **165**, 193, 1950.

GASKELL (T. F.) and SWALLOW (J. C.), Seismic refraction experiments in the North Atlantic, **167**, 723, 1951.

TILLOTSON (E.), The great Assam earthquake of August 15, 1950, **167**, 1951.

KINGDON-WARD (F.), Notes on the Assam earthquake, **167**, 1951.

*Bull. Seism. Society America :*

STONELEY (R.), The continental layers of Europe, **38**, 263, 1948.

*Annali di Geofisica.*

STONELEY (R.), Polarization of the S phase of seismograms, **4**, 3, 1951.

*Trans. Geol. Soc. Glasgow :*

DOLLAR (A. T. J.), A catalogue of Scottish earthquakes 1916—1949, **21**, 1949.

H. JEFFREYS, F. R. S.

# GRÈCE

## *THE EARTHQUAKE STUDY IN GREECE*

Since October 1, 1949, an attempt has been made at the reorganization of the Greek Seismological Service.

With the thought in mind that the seismological station of *Athens* must give, as much as possible, accurate instrumental data, especially for earthquakes occurring in the Greek area, a considerable increase in the very slow drum speed was realized as being absolutely necessary. Thus the paper's speed was increased from 9 mm./min. (vertical component) or 13 mm./min. (horizontal component) to 30 mm./min. in both Wiechert's seismographs. A shortening of the free period of the vertical instrument by a loosening of the astatic system (Astasierungssystem) from 4.5 sec. to 1.6 sec. and at the same time a doubling of the static magnification has proven very successful in obtaining clearer records of the P phase. It is to be noted also that the appearance of the records was improved by the marked decrease in amplitude of the microseisms now recorded by the short-period vertical seismograph.

Special attention was paid to a more systematic gathering of the macroseismic data. A close network of more than 1000 teachers as observers supplied with appropriate postcard questionnaires, now covers the whole country, including the newly attached Dodecanesos.

A preliminary seismic bulletin with the readings of the seismic records and the corresponding observational data has been regularly distributed monthly since Octobre 1949 to the other seismic stations in exchange for their own. Records were lent to every seismologist upon request. Routine analyses of the seismic records for the last twelve years will be printed as soon as economic difficulties will permit.

The installation in the very near future of a short-period vertical Benioff instrument of high magnification, with a Hamilton chronometer and a radio receiver of time signals modified for operating recorder relays, which was recently given to Greece by the Canadian Council for Reconstruction, will remove many difficulties of the past.

In the meantime a report was published « On the Influence of the Submarine Earthquakes upon the Fisheries in Greece » in the *Practica de l'Académie d'Athènes,* 1950, and a paper « On the Intermediate Earthquakes in Greece » is now in the process of publication in the *Bulletin of the Seismological Society of America.*

A.G. GALANOPOULOS.

## INDIA

### *NATIONAL REPORT ON SEISMOLOGY (1948—1950)*

*1. — The list of seismological observatories functioning under the India Meteorological Department with their instrumental equipment.*

| *Station.* | *Instruments in operation.* |
|---|---|
| 1) *Poona* (Temporary H. Q. of Central Seismological Organisation in India). | 1 Milne-Shaw seismograph<br>1 Wood-Anderson seismograph<br>1 Beniof vertical seismograph (short - period)<br>1 Sprengnether microseismograph |
| 2) *Bombay* (Colaba). | 2 Milne-Shaw seismographs<br>1 Wood-Anderson seismograph<br>1 Sprengnether microseismograph<br>2 Omori-Ewing seismographs |
| 3) *New Delhi.* | 1 Milne-Shaw seismograph<br>2 Wood-Anderson seismographs<br>1 Omori-Ewing seismograph |
| 4) *Calcutta.* | 1 Milne-Shaw seismograph<br>1 Wood-Anderson seismograph<br>2 Omori-Ewing seismographs |
| 5) *Kodaikanal.* | 1 Milne-Shaw seismograph |
| 6) *Tezpur.* | 1 Wood Anderson seismograph |
| 7) *Tocklai.* | 2 Wood-Anderson seismographs |
| 8) *Shillong.* | 2 Wood-Anderson seismographs |

Seismograph stations are also functioning at the following places and these stations co-operate with the India Meteorological Department by sending their data for publication in the Seismological Bulletins issued by the Department.

| | |
|---|---|
| 9) *Chatra* (Central Water and Power Commission). | 1 Milne-Shaw seismograph<br>2 Wood-Anderson seismographs<br>1 Beniof vertical seismograph (short - period)<br>1 Wenner accelerograph |
| 10) *Dehra Dun* (Survey of India, Geodetic and Research Branch). | 1 Omori seismograph |
| 11) *Hyderabad* (Hyderabad State). | 2 Milne-Shaw seismographs |
| 12) *Colombo* (Department of Meteorology, Ceylon). | 1 Milne-Shaw seismograph |

Steps have also been taken to start seismological observatories, in the near future, at *Bokaro* (Thermal) *Power Station* of the Damodar Valley catchment area Bihar) and *Bhakra* (in the Sutlej catchment area, Punjab). Action is also in progress for installation of Sprengnether microseismographs in a tripartite set up at Madras and Bombay for tracking storms in the Indian seas.

It is proposed to shift the Headquarters of the Central Seismological Organization in India, from its present temporary location at Poona to Shillong (Assam) where a site for the observatory has been selected.

2. — *Macroseismic enquiries :*

Reports from voluntary observers of earthquakes felt by them are collected by the India Meteorological Department and published from time to time in the seismological bulletins.

A special questionnaire regarding the effects of the great Assam Earthquake of 15th August 1950 was issued by the India Meteorological Department and data collected from district authorities in India and Burma.

Field study of the effects of destructive earthquakes in India is undertaken by the Geological Survey of India who also conducted in Assam the survey of affected regions of the great Assam Earthquake of 1950.

3. — *Research work :*

Development of seismological instruments and equipment like time marking clocks, driving clock, etc., was undertaken at the India Meteorological Department Workshop in Poona. A number of Wood-Anderson and Milne-Shaw seismographs were constructed and the former were installed at Indian observatories.

A complete catalogue of the earthquakes occurring in India and neighbourhood during 1909—1950 was completed, isoseismals of the

important earthquakes during this period drawn, and a partial study was made of the periodicity of earthquakes, on the basis of this catalogue. A few articles were published on the very great earthquake of 15th August 1950 which did very considerable damage over upper Assam. Seismograms of this earthquake from Indian and a few selected extra-Indian stations and reports on its effects experienced in India, Burma and part of Tibet, were collected for a further study of the shock. Seismographs at Shillong, Tocklai and Tezpur were installed by the end of October, 1950, mainly for a study of the after-shocks and a general seismic survey of Assam.

4. — *Bibliography and articles and reports published.*

The seismological data of the seismograph stations at Bombay, Calcutta, Colombo, Dehra Dun, Hyderabad, Kodaikanal, New Delhi and Poona, were collected and edited at Poona, and published in the India Meteorological Department Seismological Bulletin in quarterly issues for January-March, 1943, October-December, 1944, 1946 and 1947, and in monthly issues from January 1949 to April 1950.

*Publications :*


1. — MUKHERJEE (S. M.), On Microseisms recorded in India and Ceylon, *Ind. Met. Dept. Sci. Notes,* Vol. X, N° 118 (1948).
2. — PRAMANIK (S. K.), SEN GUPTA (K. P.) and CHAKRAVORTTY (K. C.), Microseisms and disturbed weather, *Ind. Met. Dept. Sci. Notes,* Vol. X, N° 120, (1948).
3. — PENDSE (C. G.), The Makran Earthquake of 28th November, 1945, *Ind. Met. Dept. Sci. Notes,* Vol. X, N° 125, (1948).
4. — PENDSE (C. G.), Earthquakes in India and neigbourhood, *India Met. Dept. Sci. Notes,* Vol. X, N° 129, (1949).
5. — PENDSE (C. G.), On the Analysis of a small arbitrary disturbance in a homogeneous isotropic elastic solid, *Phil. Mag.,* (7), Vol. 39, (1948), pp. 862 - 867.
6. — PENDSE (C. G.), On the theory of seismometers II, *Phil. Mag.,* (7), Vol. 39, (1948), pp. 985 - 988).
7. — SAHA (B. P.), Storm type microseisms recorded by Calcutta seismographs and passage of low pressure waves across head Bay of Bengal, *Ind. J. Met. and Geo.,* Vol. N° 1, Jan. 1950, pp. 78 - 79.
8. — BANERJI (S. K.), Earthquakes and dams, *C.B.I. Journal,* Vol. 7, N° 2, March, 1950, pp. 174 - 178.
9. — AGRAWALA (K. S.), Studies in Seismology in the India Meteorological Department, *J. Sci. and Ind. Res.,* Vol. V, 9A, N° 4, 1950, pp. 116 - 118.
10. — TANDON (A. N.), Microseisms, *Ind. J. Phys.,* Vol. 24, N° 2, February, 1950, pp. 81 - 90.
11. — TANDON (A. N.), The Very Great Assam Earthquake of August 15th, 1950, *Sci. and Cul.,* Vol. 16, Oct. 1950.
12. — MUKHERJEE (S. M.), Remarks on two Hindukush Earthquakes, *Ind. J. Met.,* Vol. 1, N° 4, Oct. 1950, pp. 297 - 302.
13. — SOHONI (V. V.), The great Assam Earthquake of 15th August 1950, *Curr. Sci.,* Vol. 19, 1950, pp. 265 - 268.

14. — MALURKAR (S. L.), The great Earthquake of Assam border of August 15th, *J. Sci. and Ind. Res.*, Vol. 10 A, 1951, pp. 21 - 25.

15. — MUKHERJEE (S. M.), Microseisms and Sea Waves, *Bull. Seis. Soc. Amer.*, Vol. 41, N° 1, January 1951, pp. 1 - 4.

16. — TANDON (A. N.), A simplified pattern of torsion seismograph, (Under publication in the *Ind. J. Met. and Geo.*, Vol. 2, N° 3, 1951).

# IRLANDE

## *REPORT OF WORK ON SEISMOLOGY*

The only Seismological Observatory in the country is that at *Rathfarnham Castle,* Dublin, owned and operated by the Jesuit Fathers. Records have been taken there since 1916 when Father William O'Leary, S. J., built the two component vertical pendulum seismograph having trifilar suspension. At present there are three seismographs recording :

1) O'Leary Seismograph : Mass 1,780 kg. Magnification 300, Damping 5:1
   North-South and East-West components.

2) Short Period Vertical : Seismograph period 1.8 secs.
   Galvanometer period 0.2 secs.
   Critical Damping.

3) Horizontal Pendulum : Seismograph period 10 secs.
   Galvanometer period 10 secs.

This is a converted Milne Shaw Seismograph. The Milne Shaw Seismograph was installed in 1931. In 1950 a coil was added to the pendulum and a galvanometer was used for recording. This instrument records in the North-East direction.

Minute marks on the records are compared with G.M.T. time signals on the radio and an accuracy of 1/10 sec. is obtained. Readings are given to the nearest second in the Seismological Bulletin published every three months. The seismograms are interpreted with the aid of Jeffreys Tables and a set of curves identical with those used in Pasadena and kindly supplied by the U.S.C.G.S. The Bulletin is sent to over two hundred addresses for exchange purposes ; all known seismological observatories receive a copy.

A project for the measurement of microseisms in and near the observatory has been started. Through the kindness of Dr. Willmore of Cambridge University, a Willmore Seismograph has been lent for this purpose. The School of Cosmic Physics is giving essential cooperation to this project.

The Director of the Observatory is Rev. Richard E. Ingram, S. J. Ph. D.

# ITALIE

## *LA SÉISMOLOGIE EN ITALIE DE 1948 à 1951*

1) *Organisation :*

Durant ces trois dernières années, quatre nouvelles stations séismiques sont entrées en fonction : à *Rocca di Papa,* à *Merano,* à *Pieve di Cadore* et à *Reggio Calabria.* A Rocca di Papa, en dehors d'un groupe de deux séismographes Wiechert à enregistrement mécanique, se trouve en phase d'expérimentation un photosismographe à courte période et à fort grandissement. Les stations de Merano et de Reggio Calabria sont dotées d'un groupe de deux instruments du type Wiechert construits par l'Institut national de Géophysique : l'un pour les composantes horizontales, de 200 kgs., l'autre pour la composante verticale, de 80 kgs. A Pieve di Cadore fonctionne un groupe de trois séismographes à courte période, particulièrement indiqués pour l'enregistrement des tremblements de terre dont l'origine est proche.

D'autres stations séismiques sont en cours de montage à *Tolmezzo* (Udine), à *Oropa* (Vercelli) et à *Gibilmanna* (Sicile).

Des perfectionnements considérables ont été apportés aux stations séismiques de Pavie et de Messine : la première a été dotée d'un photoséismographe du type Galitzine pour la composante horizontale et d'un photoséismographe du type Pannocchia pour la composante verticale ; à son tour la seconde a actuellement en fonctionnement, en dehors d'un groupe de deux séismographes du type Wiechert, un autre groupe de deux séismographes du type Galitzine pour les composantes horizontales et un Sprengnether à courte période pour la composante verticale.

D'autre part au mois de septembre dernier il a été organisé à Vérone un Congrès de sismologues européens (42), durant lequel a été constituée la « Fédération séismologique européenne ».

Le Conseil directif de cette nouvelle association se compose comme suit : Présidente, Mlle I. Lehmann (Copenhague) ; Secrétaire général, P. Caloi (Rome) ; Vice-Président, E. Peterschmitt (Strasbourg) ; Membres : J. Bonelli (Madrid), W. Hiller (Stuttgart).

MM. R. Stoneley, J. P. Rothé, F. Gomez-Guillamon, E. Peterschmitt, E. Hardtwig, G. Grenet, P. L. Willmore, P. Caloi et F. Peronaci ont présenté au Congrès des mémoires scientifiques sur lesquels ont eu lieu de longues discussions.

*Recherches.* — Nous donnons ci-dessous un bref aperçu des résultats des principales recherches qui ont été accomplies en Italie dans le domaine de la Sismologie, durant les trois dernières années.

2) *Tremblements de terre à origine lointaine. Structure de l'Atlantique.*

Grâce à une nouvelle méthode de calcul il a été possible de déterminer les coordonnées épicentrales d'un tremblement de terre survenu le 24 avril 1947 sur la dorsale médiane atlantique. L'étude de ce tremblement de terre présentait un intérêt particulier, eu égard à l'hypothèse formulée par J.-P. Rothé, selon lequel la dorsale atlan-

tique diviserait le bassin de l'Atlantique en deux parties : la partie orientale ayant des caractéristiques typiquement continentales, sialiques et la partie occidentale, en tous points semblable au bassin du Pacifique, que l'on croit être privé de la couche de « granit ».

En égard à la vitesse de propagation des ondes superficielles de Love et de Rayleigh, provoquées par le tremblement de terre étudié, il a été possible de conclure que le bassin de l'Atlantique présente au point de vue géologique un caractère unitaire (10). Les vitesses trouvées pour les ondes superficielles sont très élevées en toutes les directions et peuvent se comparer seulement à celles qui ont été observées pour le bassin du Pacifique.

Dans un travail ultérieur (13) de nouveaux arguments sont apportés en faveur de cette conclusion. On a fait ensuite une tentative pour la détermination de l'épaisseur de la couche superficielle qui se trouve sous l'Atlantique. En partant des courbes de dispersion des ondes de Love et faisant abstraction de la couche du « granit » que l'on considère manquante ou sans importance, on trouve pour la couche superficielle une épaisseur de 17 km. environ, du même ordre de grandeur par conséquent que celle qui supporte le Pacifique.

Se servant de la méthode de Caloi, il a été possible de déterminer les coordonnées épicentrales du tremblement de terre des Açores du 25 novembre 1941, un des plus forts séismes qui aient été enregistrés jusqu'ici, grâce aux données de 36 stations. Ces coordonnées sont : $\varphi = 37^{\circ}\ 25',41$ N ; $\lambda = 19^{\circ}\ 00',65$ W et le temps origine $H_0 = 18^h\ 03^m\ 54^s,7$ (19).

3) *Ondes superficielles :*

Continuant l'étude des nouveaux types d'ondes superficielles mis en évidence par des travaux précédents, il a été possible, grâce au matériel d'observation relatif au tremblement de terre du Turkestan du 2 novembre 1946, de suivre les $C_1$,j dans leur seconde apparition spaciale (j=2), correspondant aux ondes SS qui se font sentir dans une discontinuité de la croûte terrestre (probablement la discontinuité qui sépare la première de la seconde couche intermédiaire) sous un angle égal à celui sous lequel les S émergent, provoquant contre la même discontinuité les ondes $C_{1,1}$. On trouve ainsi, comme il fallait s'y attendre, que les caractéristiques des $C_{1,2}$ sont analogues à celles des $C_{1,1}$, quand toutes les autres conditions restent immuables (9—11).

Un travail a été consacré à l'étude de la « phase principale » d'un sismogramme. Parmi les résultats obtenus, il faut remarquer que les ondes qui composent cette phase sont ou bien des ondes de Love, ou encore des ondes superficielles, normales au plan principal, ayant une composante verticale.

A cause de l'intensité considérable du tremblement de terre des Açores du 25 novembre 1941, plusieurs observatoires ont obtenu des enregistrements bien nettes de l'onde G de Gutenberg ainsi que des $G_2$, $G_3$, $G_4$ et $G_5$.

A l'aide des données de 12 observatoires on a pu calculer par la méthode des moindres carrés, la dromochrome de la première G et on a obtenu une vitesse de 4,5 km. à la seconde ; pour les autres G

on a obtenu respectivement les vitesses moyennes ci-après : 4,43 ; 4,45 ; 4,43 ; et 4,44 (20).

4) *Noyau central terrestre : Surface de discontinuité ; structure de la croûte :*

On a calculé la profondeur du noyau terrestre, en se servant des inscriptions d'ondes $S_cS$, déterminées par le tremblement de terre profond du 28 août 1946. Après avoir déterminé l'épicentre et la profondeur de l'hypocentre par une méthode basée sur les équations fondamentales de la théorie des rayons sismiques, on est passé à la détermination des temps de trajet des ondes $S_cS$. Faisant usage des valeurs des vitesses de propagation des ondes transversales obtenues par Gutenberg et par Richter on a obtenu une profondeur de 2920 km., en parfait accord avec la valeur généralement admise. En partant des vitesses de propagation obtenues par C. G. Dahm, les valeurs obtenues ont été, par contre, assez discordantes. Par conséquent il semble que la distribution de la vitesse des ondes transversales dans le sens de la profondeur, déterminée par Gutenberg et Richter, soit plus exacte que celle qui a été fournie par Dahm (12).

Plusieurs séismologues supposent l'existence d'une surface de discontinuité à la profondeur de 1.000 km. environ. D'aucuns considèrent cette surface comme étant du premier ordre, d'autres l'attribuent au second ordre. Reprenant l'étude du problème, on prouve que la surface doit être du premier ordre, dans le sens qu'elle permet la réflexion de l'énergie sismique incidente, bien qu'en proportion très réduite : sa profondeur serait de 950 km. environ (14).

Un résumé critique des principaux résultats des recherches séismologiques accomplies durant ces dernières dizaines d'années, est contenu en deux articles écrits pour l'« Encyclopédie italienne » (4—5). On examine l'état actuel des connaissances en ce qui concerne la vitesse des ondes simiques à l'intérieur de la terre, les principales surfaces de discontinuité, la progagation des ondes superficielles, la réflexion des ondes sismiques, la dynamique des mouvements sismiques, les principales caractéristiques sismiques italiennes et de l'Europe centrale, etc.

Au moyen de la courbe de dispersion des ondes de Love et se basant sur l'hypothèse d'une stratification inférieure homogène, on a pu déterminer la valeur moyenne de l'épaisseur du « granit » pour les trajets Turkestan—Europe. On a examiné huit trajets et on a obtenu une valeur moyenne de 18 km. environ (35).

Se servant de l'effet de dispersion des ondes superficielles M, engendrées par le tremblement de terre du 11 mai 1947, dont l'épicentre se trouvait au voisinage de la Calabre, on a évalué pour la première fois l'épaisseur de la couche du « granit » dans la Méditerranée Centre-Occidentale, relativement à l'épaisseur analogue du continent européen. La courbe de dispersion employée a été calculée par Jeffreys en 1935, pour les ondes de Rayleigh, en supposant une seule stratification. Il en est résulté que tandis que pour le continent européen l'épaisseur moyenne de la couche du « granit » est d'environ 25 km. — et cela concorde avec les recherches précédentes —,

dans la Méditerranée, la couche, si elle existe, ne dépasse pas en épaisseur 14—15 km. (26).

5) *Tremblements de terre d'origine proche ; Tremblements de terre profonds :*

On a étudié le tremblement de terre de Teramo du 29 janvier 1943. La méthode de Caloi, qui emploie les différences des temps des ondes longitudinales et transversales directes a donné, pour les coordonnées épicentrales : $\varphi = 42^{\circ}\ 39'\ 20''$, 7N ; $\lambda = 13^{\circ}\ 29'\ 31''$, 4 E, avec un temps hypocentral de $4^{h}\ 22^{m}\ 46^{s},9$ et épicentral de $4^{h}\ 22^{m}\ 50^{s}$.

La profondeur hypocentrale, déduite en tenant compte de la station de Rome, a été de 16 km. environ. On a déterminé, en outre, les dromochrones des ondes $P_g$, $S_g$, $P_n$, $S_n$, et on a obtenu pour les vitesses des ondes respectives, les valeurs de 5,33 ; 3,2 ; 8,25 ; et 4,44 km./sec. Pour les $P_n$, faisant usage des seules stations italiennes, on a calculé une dromochrone qui a fourni une vitesse de 7,88 km. à la seconde (18).

Dans le but de contribuer à la localisation des centres sismiques qui intéressent l'Italie et afin de posséder les éléments fondamentaux pour une recherche sur la constitution de la croûte terrestre sous la Méditerranée Centre-Occidentale, on a calculé les coordonnées épicentrales et le temps-origine du tremblement de terre ionique du 22 avril 1948, survenu près de l'île de Leucade. On a calculé, en outre, la « magnitude », l'énergie et le degré d'intensité de la secousse dans la région épicentrale (41).

Outre le tremblement de terre de l'Amérique Méridionale du 28 août 1946, dont il a été parlé plus haut, on a étudié un autre tremblement de terre profond, survenu le 13 avril 1938, dans la partie méridionale de la Mer Tyrrhénienne. Il en est résulté une profondeur de 300 km. environ. La zone épicentrale intéresse la bande volcanique active qui va du Vésuve à l'Etna, dans une région qui est le siège d'une grande anomalie gravimétrique positive (15).

6) *Sismologie théorique (propagation).*

Par le calcul de la répartition spectrale de l'énergie associée à une onde de Love, ni monochromatique ni plane, on a évalué la variation de l'intensité en surface par unité d'énergie associée à l'onde.

Cette intensité a un maximum pour une certaine valeur de la fréquence, valeur qui diminue à mesure que l'épaisseur de la couche s'accroît. Si la fréquence atteint des valeurs plus élevées que celle qui correspond au maximum, elle tend rapidement à zéro, tandis que pour des valeurs plus petites elle décroît lentement vers une valeur finie.

Par de brèves considérations sur l'effet que produit la dissipation de l'énergie dans la fréquence prédominante de l'intensité en surface, on démontre que cette dissipation réduit rapidement l'intensité pour les hautes fréquences en faisant décroître, généralement d'une façon irrégulière, la fréquence prédominante quand la distance augmente.

A la suite d'une brève discussion sur le passage de l'onde d'une

stratification à l'autre, supposant que le passage ait lieu de façon à ne pas engendrer des ondes secondaires appréciables, on parvient à la conclusion qu'il se produit une redistribution de l'intensité en surface à l'intérieur du spectre.

On démontre que si, par exemple, l'onde passe d'une stratification à une autre, qui diffère de la première exclusivement par l'épaisseur de la couche, eu égard à l'hypothèse susdite, les basses fréquences sont amplifiées et les autres réduites si l'épaisseur de la deuxième stratification est plus grande que la première et vice-versa dans le cas contraire (40).

On applique rigoureusement la théorie de la mesure de la vitesse de groupe d'une onde sismique dans un cas unidimensionnel.

On démontre l'impossibilité essentielle, même dans le cas des ondes sismiques, de la mesure de la vitesse de phase, impossibilité qui dérive du fait que le nombre de longueurs d'onde contenues dans la distance entre le centre de perturbation et la station où l'onde est enregistrée, ou bien entre deux stations dont les sismogrammes sont employés pour effectuer la mesure, est lui aussi indéterminé.

On établit une relation qui fournit pour chaque valeur de la fréquence, prise comme variable indépendante, la vitesse de groupe. Cette relation montre que pour la mesure de la vitesse de groupe il est nécessaire de connaître le tracé de l'enregistrement de l'onde entière en fonction du temps, comme aussi le type de l'instrument employé.

La mesure de la vitesse de groupe se réduit à celle de la vitesse d'un point matériel dans l'unique cas où on n'a ni dispersion ni absorption sélective et l'onde se propage sans se déformer. On montre quelles approximations se sous-entendent dans les procédés de mesure employés communément (38).

On évalue les effets de la diffusion de l'énergie sur la propagation des ondes monochromatiques de Love, en supposant que les milieux en contact présentent des frottements internes. Il en est résulté que si la période de l'onde est grande par rapport à la constante de temps des milieux susdits, la dissipation de l'énergie n'influe pas de façon sensible sur la dispersion et la disparition de l'amplitude au fur et à mesure que la profondeur s'accroît.

L'effet le plus considérable est constitué par l'apparition d'un coefficient d'absorption, qui croît en même temps que la fréquence et atteint des ordres de grandeur qui s'accordent avec les mesures expérimentales.

Ainsi, par exemple, pour des ondes de Love dans une couche ayant une épaisseur de 20 km., un rapport des rigidités de 20/9 et des densités de 5/4, si l'on prend une vitesse des ondes de distorsion dans le milieu supérieur de 3,3 km. par seconde, et la constante de temps égale dans les deux milieux et ayant une valeur de $210^{-2}$, le coefficient d'absorption vaut $26,8 \cdot 10^{-5}$ km$^{-1}$ pour une période de 21 secondes, $17,3 \cdot 10^{-5}$ km.$^{-1}$ pour une période de 25 secondes et $2,36 \cdot 10^{-5}$ km$^{-1}$ pour une période de 63 secondes.

En outre si la période de l'onde atteint des valeurs pouvant être comparées à la constante de temps de deux milieux en contact, on a non seulement une absorption mais aussi une dispersion anormale sensible (39).

7) *Magnitude, énergie des tremblements de terre.*

La « magnitude » d'un tremblement de terre est une grandeur microsismique, qui permet de classer la secousse selon son intensité à l'hypocentre, indépendamment des observations macrosismiques. Les premières études sur la « magnitude », furent initiées par Richter en 1935. Successivement Gutenberg approfondit cette étude en l'étendant. En Europe Peterschmitt a affronté cette question et a donné une formule valable pour la station de Strasbourg. Dans cet ouvrage il a été calculé la formule à employer dans la station de l'Institut national de Géophysique de Rome.

La définition qu'en donne Richter est la suivante : la « magnitude » d'un tremblement de terre est le logarithme de l'amplitude maxima, exprimée en microns, par laquelle un sismomètre à torsion (Wood-Anderson) à courte période, mis dans les conditions standard de fonctionnement ($T^o = 0{,}8$ sec.; $V^o = 2.800$; $h = 0{,}8$), enregistrerait la secousse à une distance de 100 kms.

En utilisant la formule employée à Pasadena, on a trouvé une équation valable pour les tremblements de terre enregistrés à Rome et qui est la suivante :

$$M = \log. A + 1{,}526 \log. \triangle^o + 2{,}439$$

où $\triangle^o$ est égal à la distance épicentrale en degrés, A représente l'amplitude horizontale en microns du déplacement maximum du sol relatif à un groupe d'ondes superficielles ayant une période de $20^s$ environ. Cette formule fournit des résultats qui concordent avec les déterminations effectuées ailleurs pour les mêmes tremblements de terre, mais peut s'employer seulement pour des tremblements de terre superficiels et pour des distances à partir de 2.000 km. (23).

La détermination de la « magnitude » des tremblements de terre proches, ne peut évidemment s'effectuer au moyen d'ondes superficielles ayant une période de 20 secondes : dans ce cas il faut avoir recours à la définition même de la « magnitude ». Mais puisque Richter a recours à des sismographes standard Wood-Anderson, genre de sismographes qui n'existent pas en Italie, on a adopté le Wiechert 200 kg. qui est un instrument typique en usage auprès de toutes les stations sismiques italiennes : de la définition originale de la « magnitude » on est parvenu à la formule suivante :

$$M = \log. B - \log. b - \varepsilon$$

où B représente la *composante horizontale du déplacement maximum (en mms.) enregistrée par un sismographe Wiechert 200 kg.* ayant les caractéristiques suivantes : $T_o = 4^s{,}3$ ; $V^o = 260$ ; $h = 0{,}33$. Le logarithme de « b » est donné par la formule $\log. b = 0{,}888 - 2 \log. D$ ; $\triangle$ = distance épicentrale ; h = profondeur hypocentrale, $D = \sqrt{\triangle^2 + h^2}$. Etant donné que la formule doit être appliquée en Italie, on a choisi comme profondeur hypocentrale moyenne à laquelle ont lieu les tremblements de terre : $h = 20$ kms. $\varepsilon$ représente l'erreur commise dans chaque station italienne et qui se calcule dans chacune d'elles.

L'énergie développée par un tremblement de terre et sa « magnitude », sont liées par une relation (25) qui est susceptible de perfec-

tionnement, mais qui permet de s'en faire une idée approximative. Cette relation est :

$$\log. E = 9,154 + 2,147 M.$$

8) *Mouvement initial des ondes séismiques ; représentation en surface de la nature dynamique des tremblements de terre à profondeur normale et des tremblements de terre profonds.*

On fait une étude statistique sur la nature de l'onde initiale des tremblements de terre enregistrés à Rome durant la période 1938—1943.

Les résultats obtenus se résument comme suit : les tremblements de terre ayant leur épicentre dans la zone Asie Mineure — Mer Egée, sont enregistrés à Rome par un nombre de compressions et de dilatations presque égales, tandis que les compressions prévalent nettement pour les tremblements de terre dont l'épicentre est en Asie (bande comprise entre les méridiens 45°E — 130°E et les parallèles 10°N — 60°N). Les tremblements de terre provenant de la zone des Philippines, de Formose, des Mariannes et du Japon arrivent également à Rome sous forme de compressions. Dans ces zones les dilatations qui accompagnent surtout les tremblements de terre profonds, sont rares. Dans la zone des Iles Aléoutiennes, les compressions prévalent pour les tremblements de terre normaux, et les dilatations pour les tremblements de terre profonds. En suivant encore l'arc qui entoure l'Océan Pacifique et en le parcourant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, on parvient au groupe d'Iles (Salomon, Nouvelles Hébrides, Fidji, Tonga, Samoa) qui se détachent complètement du bloc continental : ici les compressions et les dilatations se distribuent de façon uniforme, même dans le cas de tremblements de terre profonds qui dans le cas considéré abondent plus qu'ailleurs. Les tremblements de terre provenant de l'Amérique du Nord, présentent à Rome constamment une dilatation initiale, tandis que pour ceux qui proviennent de l'Amérique Centrale, les dilatations sont environ 1/3 des compressions : le même rapport existe pour l'Amérique du Sud. La zone de l'Océan Atlantique présente constamment des compressions : les hypocentres sont distribués presque tous sur la crête médiane atlantique et sont pour la plus grande part superficiels.

Il a été fait une étude à part pour l'Italie et les pays limitrophes. En Italie les compressions prévalent nettement, tandis que les dilatations proviennent de la Grèce, de l'Albanie et de la Yougoslavie ; des compressions proviennent de la zone de la Mer Ionienne (24).

On a trouvé une méthode qui permet de déterminer la nature de la secousse à l'hypocentre, en cas de fracture, pour des tremblement de terre superficiels et lointains, quand la nature de la première impulsion est connue dans des observatoires opportunément distribués autour de l'épicentre. La méthode permet de déterminer les deux plans, celui de la fracture et le secondaire, leur orientation, et d'établir leur intersection avec la surface de la terre.

Faisant usage de la projection stéréographique, on peut tracer les lignes qui limitent les quatre zones de compression et de dilata-

tion sur la surface de la terre. La méthode a été appliquée au tremblement de terre des Açores du 25 novembre 1941 avec d'excellents résultats. On en a pu déterminer le plan de fracture probable, avec une orientation de N3°W et une inclinaison par rapport au rayon terrestre pour l'hypocentre, de 15° ; le plan secondaire était orienté à 90°, avec une inclinaison de 19°30'.

On a représenté en outre les lignes limitant les zones de compression et de dilatation (21).

La méthode exposée plus haut a été étendue successivement aux tremblements de terre de fracture profonds et lointains et a été appliquée au tremblement de terre profond qui a eu lieu dans la partie méridionale de la Mer Tyrrhénienne le 16 mars 1941, dont les coordonnées épicentrales étaient $\varphi = 38° 26' 19''$N, $\lambda = 12° 7' 23''$ E et qui avait pour temps origine $H_0 = 16^h\ 35^m\ 13^s,2$ et pour profondeur 85 km. De ce tremblement de terre on a déterminé le plan de fracture probable orienté N 67°45' E, avec une inclinaison de 31° par rapport au rayon terrestre de l'hypocentre ; le plan secondaire formait un dièdre de 90° avec le précédent et avait une inclinaison nulle par rapport au rayon terrestre. On a pu relever en outre pour la dynamique tectonique de la zone, l'existence probable d'une surface inclinée sur laquelle se distribuent les hypocentres, laquelle partant d'un profondeur réduite sur les côtes septentrionales de la Sicile, rejoint une profondeur de quelques centaines de km. au nord des Iles Lipari. On en a représenté, en outre, les courbes qui limitent sur la surface de la terre les quatre zones de dilatation et de compression, par la méthode de la projection stéréographique, et on a obtenu des résultats excellents (22).

9) *Microséismes.*

Dans une ample étude on examine les modalités de la transmission des microséismes à l'intérieur de la croûte terrestre (36), on expose les méthodes pour la découverte de leur lieu d'origine, on examine les caractéristiques des enregistrements par rapport aux différents types de perturbations atmosphériques et leur utilisation pour la détermination des centres de perturbation atmosphérique, enfin on synthétise les différentes théories énoncées sur l'origine des microséismes. On donne enfin un exemple d'agitation microsismique d'origine tyrrhénienne.

Quand des noyaux cycloniques se propagent à travers l'Adriatique du Nord, avec une vitesse de l'ordre de celles que peuvent atteindre les ondes libres de la mer, les appareils sismiques de Trieste commencent à enregistrer des microséismes ayant une période de 2 à 3 secondes et dont l'amplitude atteint son maximum à la brusque remontée de la pression barométrique. On démontre, conformément à la documentation fournie par Caloi dès 1936, que de tels microséismes sont déterminés par le lien dynamique qui intercède entre les dérangements microbariques à brève période, superposés à la pression en brusque reprise, et la mer qui se trouve en dessous (7).

On a fait une ample étude sur les enregistrements des microséismes obtenues à Trieste durant ces dernières années (30). Les

microséismes, comme les ondes superficielles, sont influencés par la nature du trajet parcouru ; on en a individualisé les différents types caractéristiques pour Trieste.

On a comparé l'agitation microsismique dans les différents observatoires du réseau de l'I.N.G., par rapport à la géologie locale ; on a étudié en particulier les caractéristiques fondamentales des microséismes enregistrés à l'Observatoire Central de Rome en relation avec les perturbations météorologiques atlantiques ou méditerranéennes et on en a déduit encore des résultats pour l'interprétation de l'activité microsismique (27).

On a ensuite prouvé, conformément à ce qui avait été déjà fait pour l'Adriatique, que les microséismes d'origine méditerranéenne sont engendrés dans les zones de pleine mer, sur lesquelles influent des noyaux de tendance barométrique positive. En outre une agitation microsismique, née en concomitance avec une perturbation atmosphérique, bien que variant successivement d'amplitude et de période selon les variations de l'énergie et la position des noyaux de tendance positive, conserve toujours un caractère morphologique qui lui est propre. On est d'avis que les oscillations microsismiques sont engendrées par des impulsions de pression, provoquées probablement par un état de turbulence existant à une certaine altitude (28).

Dans un autre travail on démontre que l'énergie développée à proximité du centre d'un cyclone est plus grande que celle des fronts. En outre chaque centre de perturbation peut engendrer des microséismes, mais l'effet reste local, si le centre n'est pas sur la mer (33). On confirme encore que les microséismes ne consistent pas exclusivement en ondes du type Rayleigh (17).

A Rome les microséismes d'origine lointaine sont amplifiés deux fois environ par rapport à Trieste. En outre, on obtient un effet de résonnance très marqué pour des périodes de l'ordre de 3,5 secondes (32).

10) *Clinométrie.*

Une des caractéristiques essentielles, intimement liées aux causes qui déterminent les tremblements de terre, est sans aucun doute le mouvement lent et continu qui se produit à l'intérieur de la croûte terrestre. Dans le but de suivre ces mouvements d'inclinaison, positive ou négative, on a construit des types spéciaux de clinomètres, qui se prêtent aisément à la détermination de la variation de la verticale apparente, dans un lieu bien déterminé. Une publication (8) expose les caractéristiques fondamentales de ces clinomètres qui sont déjà en fonction dans de nombreux observatoires italiens.

11) *Divers.*

Parmi les autres publications, nous citerons un ouvrage qui résume les résultats d'une prospection sismique de réfraction, effectuée à Pavie, non loin de l'Observatoire géophysique et en liaison horaire avec les sismographes de l'Observatoire. On y donne les valeurs de la vitesse de propagation des ondes P et S et du coefficient de Poisson, relatifs aux couches superficielles jusqu'à 150 mètres de profondeur

environ, et on met en relief l'intérêt séismologique des résultats (1—2).

Dans un travail de séismométrie (16), on étudie le comportement d'un enregistreur d'ondes longitudinales, basé sur la condensation. On introduit ensuite une modification à l'appareil, suggéré par Benioff pour le cas particulier des ondes sismiques, pour en améliorer les données.

*Publications* 1948—1951) :


1. — ALIVERTI (G.) e SOLAINI (L.), Sulla velocità di propagazione delle onde sismiche su brevi percorsi superficiali *Rivista di Geofisica Applicata,* XI, I, 1950.
2. — ALIVERTI (G.) e SOLAINI (L.), Sulla velocità di propagazione delle onde sismiche su brevi percorsi » *Annali di Geofisica,* III, 4, 1950.
3. — CALOI (P.), Comportamento delle onde di Rayleigh in un mezzo firmoelastico, indefinito, *Annali di Geofisica,* I, 4, 1948.
4. — CALOI (P.), Sismologia, *Enciclopedia Italiana,* appendice II, 1949.
5. — CALOI (P.), Terremoti, *Enciclopedia Italiana,* appendice II, 1949.
6. — CALOI (P.), I microsismi, *Centro Romano di Comparazione e Sintesi, Responsabilità del Sapere,* III (1949).
7. — CALOI (P.), Due caratteristici tipi di microsismi, *Annali di Geofisica,* III, 3 (1950).
8. — CALOI (P.), Il pendolo orizzontale come clinometro. *Annali di Geofisica,* III, 4 (1950).
9. — CALOI (P.) e PERONACI (F.), Onde superficiali associate alle onde S,SS... nel terremoto del Turkestan del 2 Novembre 1946. *Annali di Geofisica,* I, 2 (1948).
10. — CALOI (P.), MARCELLI (L.) e PANNOCCHIA (G.), Sulla velocità di propagazione delle onde superficiali in corrispondenza dell'Atlantico, *Annali di Geofisica,* II, 3 (1949).
11. — CALOI (P.) e PERONACI (F.), Ancora sulle onde di tipo superficiale associate alle S,SS .. nel terremoto del Turkestan del 2 Novembre 1946. *Annali di Geofisica,* II, 2 (1949).
12. — CALOI (P.) e PERONACI (F.), Il batisismo del 28 Agosto 1946 e la profondità del nucleo terrestre. *Annali di Geofisica,* II, 4 (1949).
13. — CALOI (P.), MARCELLI (L.) e PANNOCCHIA (G.), Ancora sulla velocità di propagazione delle onde superficiali per tragitti subatlantici. Tentativo di prospezione profonda del bacino atlantico, mediante curve di dispersione delle onde $L_Q$ *Annali di Geofisica,* III, 2, (1950).
14. — CALOI (P.) e PERONACI (F.), Sulla superficie di discontinuità alla profondità di 950 Km. circa. *Annali di Geofisica,* IV, 1, (1951).
15. — CALOI (P.) e GIORGI (M.), Studio del terremoto delle isole Lipari del 13 Aprile 1938. *Annali di Geofisica,* IV, 1 (1951).
16. — CIALDEA (R.), Registrazione delle onde longitudinali di breve periodo. *Annali di Geofisica,* I, 2 (1948).
17. — D'HENRY (G.), Sulla natura fisica dei microsismi. *Annali di Geofisica,* III, 2 (1950).
18. — DI FILIPPO (D.), Il terremoto di Teramo del 29 Gennaio 1943. *Annali di Geofisica,* II, 2 (1949).
19. — DI FILIPPO (D.), Il terremoto delle Azzorre del 25 Novembre 1941. *Annali di Geofisica,* II, 3 (1949).

20. — Di Filippo (D.), L'onda *G* di Gutenberg nel terremoto delle Azzorre del 25 Novembre 1941. *Annali di Geofisica,* III, 1 (1950).

21. — Di Filippo (D.), Sulla rappresentazione in superficie della natura dinamica di une scossa all'ipocentro, *Annali di Geofisica,* III, 2 (1950).

22. — Di Filippo (D.), Sulla rappresentazione in superficie della natura dinamica di una scossa con ipocentro profondo. *Annali di Geofisica,* III, 3 (1950).

23. — Di Filippo (D.) e Marcelli (L.), La « magnitudo » dei terremoti e la sua determinazione nella stazione sismica di Roma. *Annali di Geofisica,* II, 4 (1949).

24. — Di Filippo (D.) e Marcelli (L.), Sul movimento iniziale delle onde sismiche registrate a Roma nel periodo 1938—1943. *Annali di Geofisica,* II, 4 (1949).

25. — Di Filippo (D.) e Marcelli (L.), Magnitudo ed energia dei terremoti in Italia. *Annali di Geofisica,* III, 3 (1950).

26. — Festa (C.) e Valle (P. E.), Una valutazione dello spessore dello « strato del granito » nel Mediterraneo centro-occidentale. *Annali di Geofisica,* I (1948).

27. — Giorgi (M.), Su alcuni aspetti caratteristici dei microsismi a Roma in relazione con fattori meteorologici. *Annali di Geofisica,* II, 1 (1949).

28. — Giorgi (M.) e Rosini (E.), Sulla natura delle cause che generano i microsismi. *Annali di Geofisica,* III, 2 (1950).

29. — Marcelli (L.) e Pannocchia (G.), Terremoto della cresta mediana atlantica del 24 Aprile 1947. *Annali di Geofisica,* I, 4 (1948).

— Marcelli (L.), Caloi (P.) e Pannocchia (G.) voir nrs. 10 et 13.

— Marcelli (L.) e Di Filippo (D.), voir nrs. 23, 24 e 25.

30. — Morelli (C.), Contributo allo studio dei microsismi. *Annali di Geofisica,* I, 4, (1948).

31. — Morelli (C.), Studio di alcune esplosioni subacquee nel golfo di Trieste. *Annali di Geofisica,* II, 1 (1949).

32. — Morelli (C.), Studio comparativo dei microsismi registrati a Roma ed a Trieste. *Annali di Geofisica,* III, 1 (1950).

33. — Morelli (C.), e D'Henry (G.), Sulle cause dei microsismi. *Annali di Geofisica,* II, 2 (1949).

34. — Morelli (C.) e Menis (S.), Contributo allo studio della cosidetta fase principale di un sismogramma. *Annali di Geofisica,* II, IV (1949).

— Pannocchia (G.), Caloi (P.) e Marcelli (L.), voir nrs. 10 e 13.

— Pannocchia (G.) e Marcelli (L.), voir nr. 29.

35. — Peronaci (F.), Determinazione del valore medio dello spessore dello strato di granito per i tragitti Turkestan-Europa. *Annali di Geofisica,* III, 3 (1950).

— Peronaci (F.) e Caloi (P.), voir nrs. 9, 11, 12 e 14.

36. — Rosini (E.), L'agitazione microsismica e le perturbazioni atmosferiche. *Rivista di Meteorologia Aeronautica,* VIII, 4 (1948).

— Rosini (E.) e Giorgi (M.), voir nr. 28.

— Solaini (L.) e Aliverti (G.), voir nrs. 1 e 2.

37. — Valle (P. E.), Sulle onde di Love. *Annali di Geofisica,* I, 3 (1948).

38. — VALLE (P. E.), Sulla misura della velocità di gruppo delle onde sismiche superficiali. *Annali di Geofisica,* II, 3 (1949).

39. — VALLE (P. E.), Effetti dell'attrito interno sulla propagazione delle onde di Love. *Annali di Geofisica,* III, 1 (1950).

40. — VALLE (P. E.), Contributo allo studio delle onde di Love. *Annali di Geofisica,* III, 2 (1950).

41. — VALLE (P. E.), Il terremoto Jonico del 22 Aprile 1948. *Annali di Geofisica,* IV, 2 (1951).

— VALLE (P. E.) e Festa (C.), voir nr. 26.

42. — Fédération Séismologique Européenne, Comptes Rendus des séances du Congrès réuni à Vérone du 13 au 16 Septembre 1950, Roma, *Annali di Geofisica,* III, 4 (1950).

L'Institut National de Géophysique envoie à de nombreux Observatoires italiens et étrangers des bulletins mensuels ronéotypés dans lesquels sont reportés les résultats des interprétations séismiques de la station centrale de Rome et des stations périphériques. La station centrale de Rome a continué la diffusion d'un bulletin provisoire décadaire. Des bulletins mensuels provisoires sont diffusés par les stations de Florence-Ximeniano, Prato et Trieste.

PIETRO CALOI,
Professeur, Istituto Nazionale
di Geofisica.

## JAPON

### *SEISMOLOGY IN JAPAN, 1948—1950*

In the period covered by this report, Japan took a turn to recovery from war devastations, although it necessarily has been slow in scientific investigations. Japanese seismologists are doing their best to restore this science to its former standing.

*Research Organizations.*

Organizations engaged in seismological research are the same as those reported in the previous period. Routine observations of earthquakes are carried out by the Central Meteorological Observatory (C.M.O.) and its 99 sub-stations. Research works are being performed by the members of this Observatory as well as those of the Earthquake Research Institute of Tokyo University. Geophysical Institutes attached to Tokyo, Kyoto and Tôhoku Universities are engaged in geophysical investigations and in the education of special students on geophysics. Seismologists in other national universities, such as Kyüsyü and Nagoya, are similarly active.

Geographical Survey Institute (which formerly was the Geographical Survey Bureau, the successor to the Land Survey Department) and the Hydrographic Department cooperate as before in emergencies, in the survey of topographic changes accompanying major earthquakes by means of precise geodetic works and soundings,

respectively. In the Geophysical Prospecting Division of Geological Survey, Ministry of Commerce, teams on seismic prospecting are working.

The number of seismic stations connected with the Central Meteorological Observatory increased from 87 to 100, while other observatories in national universities are practically unchanged. Most important addition has been the establishment of a first grade seismological observatory at Matusiro, Nagano Prefecture, in a very large underground cellar made for the Japanese Army Headquarters just prior to the end of the World War II. The observatory aims to make constant observations of distant earthquakes and crustal deformations. Another important event in the observational seismology has been the utilization of the time signal, J.J.Y., of the standard 4 mega cycles sent out every second from the standard clock regulated astronomically by the Tokyo Astronomical Observatory. The recording drums have been improved so that the measured time is presumed to attain an accuracy of 0.1 sec. Although the stations utilizing these improved instruments are only 5, including Tokyo, Mito, Maebasi, Utunomiya, and Nagoya at present, they will be increased to more than 30 in a few years.

These improvements and installations of new seismographs are reported by C.M.O. in Appendix B. Locations of seismic stations and instrumental constants of the seismometers at these stations are included in the report. The writer wishes to express his thanks for the preparation of this report to the Seismological Section of the Observatory.

The arrangement for mutual cooperation and exchange of the results of investigations at all organizations are carried on by the Section of Seismology of the National Committee for Geophysics, Science Council of Japan. International cooperation in research is also carried on by the Committee.

It should also be mentioned that cooperative research among various organizations has become more frequent in Japan after the recent war. The Special Committee for the Investigation of the destructive Fukui Earthquake was organized by members of almost all organizations concerned and promoted the work successfully resulting in the publication of a comprehensive report on this earthquake. Another example of this cooperation is the explosion seismic observations in N.E. Japan in the case of the quarry blast of 57 tons of curlit at Isibuti, Iwate Prefecture. Similar observations will also be made extensively in 1951.

The enlargement of the Seismological Society of Japan in 1947 to national scale is also another example. The society has held two meetings a year at which meetings papers on seismology as well as on physics of our solid globe were read.

*Publications Related to Seismology.*

Results of seismometrical observations at stations under the Central Meteorological Observatory are reported provisionally in the « Seismological Report » of the observatory and summarized in the monthly « Geophysical Review » (in Japanese) and the « Seismological Bulletin of the Central Meteorological Observatory » which is

published yearly. No regular report of other agencies has been printed in this period.

*Seismological papers* are published in the magazines of respective organizations or Committees and Associations. The names of these *publications* are tabulated on p. 217—233.

*Seismological Investigations.*

Papers and Reports published in the period covered amounted to 380, (Cf. Appendix A of this report), and only important ones are reviewed below :

1) *Investigations of Destructive Earthquakes.*

Destructive earthquakes which occurred in Japan in this period were the Fukui Earthquake of June 28, 1948 (357, 358, 207)* and the Imaichi (71) (or Tochigi) (208) Earthquake on Dec. 26, 1949. These earthquakes occurred at intervals of about 18 months after the previous Nankai Earthquake of Dec. 21, 1946. The results of investigations of these and prior earthquakes have been published in this period. The Nankai Earthquake (259—375) was one of the largest earthquakes in Japanese history and was accompanied by very conspicuous land deformations and tsunami, but the intensity of the earthquake was fortunately not so severe, because the epicentre was far off the Pacific Coast of Nankaido. The subsidence and upheaval of land extended over a wide area (260, 220) and continued for a long time afterwards. The maximal elevation or depression which amounted to 100 cm. at the time of the earthquake began to recover with a conspicuous speed at first and then gradually decreased at the southern coast of Shikoku, while in its northern part and coastal region of the Kii Strait, the subsidence seems to have proceeded until recently (302, 319). Horizontal displacement of the triangulation points and the change in the deflection of plumb line were also very conspicuous. These postseismic crustal deformations terrified the people in these districts and a special committee for the investigation of these crustal deformations in relation to countermeasures was organized in 1948 and it is continuing its investigations (298—320).

The Fukui Earthquake does not rank high in magnitude among the destructive earthquakes, but the intensity in the epicentral area is the highest recorded in Japanese earthquakes. A few persons on the road and working in the fields were swallowed or compressed to death in the cracks that opened and closed during the earthquake (321, 357). The maximum acceleration was definitely ovec 600 gals and perhaps much higher in some places. This high intensity and great disaster aroused impetus among the engineers on the discussion of the measures of mitigating earthquake disasters. In this earthquake, no earthquake faults were found by reconnaissance but precise geodetic surveys revealed a conspicuous fault with a relative throw amounting to 60 cm. (340, 341, 357, 334—336).

---

*) Literatures are cited by the paper number in the Appendix A.

The Imaichi Earthquake was only a local semi-destructive earthquake but it was also another example of a shock of highest recorded intensity. There were evidences that the maximum acceleration exceeded that of gravity (71). Owing perhaps to the short period and small amplitude, the damage on man-made structures was only slight, but the topographic changes especially the landslides were very conspicuous and the basement layer down to the depth of about 6 m. of the Imaichi Town slided as a whole about 6 cm. (81) notwithstanding the fact that the natural slope was as small as 1 degree (71). This might suggest some bearing on the horizontal displacement of the triangulation points accompanying the former great earthquakes.

Besides these studies of new features, macroseismic observations (57, 58, 71, 73, 207, 208, 321, 329—332, 357, 359—366), in the disaster area, and observations of aftershocks (67, 74, 75, 76, 77, 78, 95, 207, 208, 324—326, 357, 362) in each destructive earthquake have been carried out in Japan. Outstanding results of these investigations were the relation between the seismic intensity and the structure or characteristics of underground in-situ. The observation of very minute aftershocks (102, 103, 325, 290) (or micro-earthquakes) has been carried out in recent earthquakes. The law of energy and frequency of these earthquakes seems to be the same as that for ordinary earthquakes. (Asada, Suzuki, 290, 253.)

Distributions of seismic intensity of these earthquakes have been studied from data obtained by post cards and its local anomalies common to all the earthquakes are being studied (27, 357).

*Problems of Pure Seismometry.*

Among the numerous papers in the present period, studies on the nature of earthquake waves are comparatively few and Morita's study on earthquake waves at long distance (more than 140°) in Japan of Chilean Earthquake (175) and the study of Coda Waves by Omote (37, 66, 87), and non-appearance of S'-waves by Suzuki should be mentioned (252). Homma discussed theoretically the impossibility of obtaining velocity distribution from time-distance curves of a deep focus shock (202). The study initiated by Hayakawa (228, 248, 251) on the time variation of wave velocity was examined by Homma and others (277, 281) but the problem must await crucial test by future observations of higher accuracy. Time distance curves of major earthquakes were examined by Yoshiyama (174, 255), Koshikawa (72, 235, 323) and others (191), but the results of crustal structures thus deduced also lack crucial test of accuracy. Yoshiyama (174) discussed the magnitude of hypocentral region from the deficiency or smallness of travel times of S-wave than those expected from the apparent travel times of P-wave. Takagi obtained a record of seashock on board a steamer in Kôbe Harbour (283).

The study on the propagation of surface waves as filtered out from seismograms of near earthquakes by means of a torsion pendulum low-pass filter has been made by Akima (28, 40, 234).

New seismometers constructed and reported in this period were long-period seismographs of galvanometric recording at Kyoto Uni-

versity (142) with periods of the horizontal pendulum and the galvanometer of 80 and 40 sec. respectively, and the long period horizontal seismograph of 1000 kg. weight of Zöllner suspension with period of 45 sec. which was installed at the Matusiro Seismological Observatory. Other seismometers for recording the displacement in strong earthquakes were also made by the Central Meteorological Observatory. Asada's pick-up of changing-flux-type is also used in the observation of artificial earthquakes (93). Elaborate theory on seismographs was also studied by Homma and others, and nomographs for the determination of dynamical magnifications of earthquakes were made by Ikegami (19) and Sakata (278). Errors in the reading of time from seismograms of current use were examined by Udagawa (187) and accurate drums and time markers using radio time signals from the standard clock at the Tokyo Astronomical Observatory were constructed at C.M.O., and installed at 5 stations already mentioned (188, 285, see also Appendix B).

*Experimental Seismometry.*

Experimental studies on the propagation of waves at short distances from the centre of disturbance due to a shock or blow or due to small amounts of explosives were made from pure scientific (Asada 94, and others) as well as engineering (143, 144, 148, 254) points of view for exploring underground characteristics having important relations with the destructive effect of earthquakes. These studies on the engineering aspects will be described later. On the other hand, the records of seismic prospecting for the exploration of underground resources were also examined from a purely scientific point of view. (Hattori 273 and Yoshida 267). Experimental determination of elastic constants and viscosity has been executed by Miyabe and others (167, 229, 272).

The explosion seismic observations in N.E. Japan in which 57 tons of curlit were used, has already been mentioned. The conspicuous result is the appearance of 6.2 km. velocity layer at very shallow depth from the surface.

*Mathematical Investigations on Elastic Waves.*

Investigations on these problems have been the most fruitful in the field of seismological investigations in Japan in this period. One of the most conspicuous is Satô's study (51, 65) on the transformations of wave functions related to the transformations of coordinates systems. Translation and rotation of coordinate axes as well as the interchange between 2 of the Cartesian, cylindrical and polar coordinates and the related transformations of wave functions are fully discussed. Even the transformation of surface harmonics due to rotation of coordinate axes is a very important special case dealt with. The numerical constants related to such transformation have been derived. Study on the boundary value problem of all kinds of waves as well as the theory of potential and electricity and magnetism will be greatly facilitated by this investigation. He has also studied various problems of surface waves in isotropic (15, 29) and aerotropic (29, 52) media, as well as on waves in granular substances in collaboration with Takahasi (31, 54).

Shimazu and Takeuchi extended and generalized the theory of elasticity for the case of finite strain which has been discussed by Biot, Seth and Murnaghan, and they have applied the theory to some special cases (104, 110—112).

Takeuchi has discussed the diffraction of elastic waves by an elastic sphere (113), and obtained solutions related to the core waves actually found on our planet. Homma and others have discussed similar problems for the case when the disturbing obstacle is very small compared to the wave length (179).

Homma's studies (179, 276, 28) on the behaviour of dispersive waves are also noteworthy. He obtained the same solution of Airy phase contemporarily with Pekeris, Press and Ewing. He has also treated some cases of waves in heterogeneous media (190, 200).

Hirono has studied comprehensively the wave generated by some kind of surface traction on the free surface of isotropic homogenious medium (176, 177, 192).

Yoshiyama has discussed the problem of amplitude variation of seismic waves propagated in heterogeneous media (173).

Nakamura (160, 164, 165) has elucidated the solution of waves propagated in a special visco-elastic medium in which elastic after-working is also prevalent as in the model of Jeffreys. Matuzawa (275) has worked out the reflection and refraction of elastic plane waves at the plane interface of two media having various material constants.

*Seismic Activity in Various Parts of Japan.*

Imamura's monumental posthumous work dealing with the subject relative to space and time relation were published in the Proceedings of the Japan Academy (1—14).

Musya (180), Kawasumi (357, 71), Kohiyama (201) and Seki (212) have also studied seismic activity in particular districts.

Tsuboi published the first paper on seismic activity (106) in which he discusses the energy of large earthquakes (which he considered to be $10^{25}$ ergs in the maximum and may be stored in a block of 100—150 km. in linear horizontal dimension and of thickness of the earth's crust), is released with decreasing correlations with the activity of neighbouring blocks as the mutual distance increases.

Similar discussion has been made by Hayakawa (250), and Homma (282) also discussed the migration of centres of seismic activity in Japan. Kishinouye (24, 25, 55) and others have made statistical study on the number of earthquakes.

Murauti's study (249) on the variation in seismic activity before and after a great earthquake in its vicinity and distant places merits mention.

In relation to the measure of degree of danger from destructive earthquakes, the number of earthquakes with strong or destructive severity as experienced at any locality throughout our country has been examined by Tsuboi (90, 98) Kawasumi (377), Kanai (376), Sagisaka and others (205).

*Tsunami, Its Observation and Theory.*

In the Nankai Earthquake, conspicuous tsunamis as high as 6 m. were developed and these were studied by many investigators (Takahashi (367), Nasu (18), Matuzaki (219), Yoshida (89, 91), Kawasumi (360), Satô and others). Theoretical investigations appearing in this period were those of Matuzawa (233, 246), Homma (178, 206), Rikitake (242), Hitaka and others (159). Generation of tsunami due to the movement of ocean floor and the effect of circular island or sloping bottom are discussed.

Ogawa and others studied tsunami experimentally (163).

*Volcanic Earthquakes and Volcanic Tremors.*

Minakami (48, 49, 60, 61) discovered conspicuous relation on the precursory occurrence of earthquake and crustal deformations in case of the eruption of volcanos with viscous lava like Mt. Usu and Asama, while no or little precursory phenomena are found in Mihara eruptions where the viscosity of the lava is much smaller. He also found (48, 44) that the type of seismograms due to volcanic earthquake of very shallow origin possesses conspicuous characteristics. It shows no marked amplitude difference in P and S phases and seeming surface waves prevail for a longer duration than those of deeper origin, so that if they should occur in close succession, they might exhibit an appearance of volcanic tremors. Descriptions of other phenomena of volcanic activity are ommitted here.

*Observation on the Propagation of Microseisms.*

Ikegami and Kishinouye have made tripartite observations of microseisms in Tokyo and its suburbs (40, 41, 56). The direction of propagation thus determined and the orbit of earth particles on the surface were studied. It is a very interesting fact that the direction of propagation changes successively and sometimes reverses itself. It was found that the microseism does not always come from the centre of typhoon, but they are propagated also from the opposite side.

*The Crustal Deformations.*

Crustal deformations accompanying great earthquakes have already been mentioned. Precise geodetic measurements on land and hydrographic survey in underwater area are carried out by the Geographical Survey Institute and Hydrographic Department, respectively. Reports published were those concerning surveys on land area in the Nankai (218, 320, 372) and Fukui (217, 335, 339, 357) earthquakes and in the sea area of Mikawa (222, 223), Nankai (221, 224, 299) and Fukui (342) earthquakes. With particular objectives, for example, that of finding the time variation of level changes in a short interval, members of the Earthquake Research Institute (50, 80, 318) and Geophysical Institutes of Tokyo (289, 311) and Kyoto (152, 245, 312, 313) Universities also executed similar surveys on a smaller scale. Crustal deformations accompanied by the conspicuous birth of a new volcano at the foot of Usu mountain have also been surveyed several times (59, 61, 68).

Absolute level changes relative to the mean sea level have also been surveyed. Immediately after the Nankai Earthquake, Kawasumi and Satô (360) and Komukai (220) measured the depression and upheaval of coastal regions of the Pacific coast of Kinki and Sikoku districts. The first two investigators examined mareographic data and other observations and discovered quick recovery of depressed land around Kôti, Susaki and their vicinities in Kôti Prefecture. Relative height measurements from the mean sea level in Sikoku Coast were made by Takahasi (306), Nasu (305), Kishinouye (303) and others (299, 317) for the Special Committee on the study of the land deformations in Sikoku District.

Mareographic data since 1900 at stations in Japan with special reference to Sikoku district were also examined by Kawasumi, Omote and others (302, 319) for the same committee. Many years of study by Yamaguti (216) on the same subject has made clear that, with his appropriate corrections, the mean sea level may be obtained within a few centimeters from monthly mean sea level observations. (Cf. also 170, 209, 215, 243, 286).

Imamura revealed from the perusal of levelling data that the so-called Median Dislocation Line running east from Kumamoto through Sikoku and Kinki districts and turning to the north along the western part of Nagano Prefecture, still has indications of active fault, and Imamura fears that new seismic activity might begin along this line (14).

Innovations in tiltmeters and extensometers and the actual observations thereby need specific mention. Hagiwara (16, 34, 35, 79, 87, 314), Sassa (136, 153, 140, 145) and others (171) installed these instruments in underground cellars and in abandoned railway tunnels. Although any fore-running changes accompanying earthquakes have not yet been discovered, we are eagerly anticipating the possibility.

Land-slides have also been noticed and measured by seismologists (4, 81, 82, 135, 214). Elastic strain analyses due to crustal deformations accompanying earthquakes were also made in this period (34, 92, 97, 151, 169, 171, 217, 218, 238, 249, 244).

*Engineering Seismology.*

Important problems in engineering seismology dealt with are the statical strain tests (Takata 150, 241, Yokoo 132) and vibration tests (Nasu 70, Kanai and others 43, 62, 63, 84, 83) of defective buildings and civil engineering constructions (Ishihara, 128, Hatanaka et al. 133) and the study of seismic geography or historical seismology already mentioned to determine the seismic probability to earthquake damage on buildings, and the standard strength of building at each locality to be able to withstand future earthquakes. (Kawasumi, Kanai, Tsuboi and others).

In relation to the last problem, the relation of the earthquake damage and the characteristics of underground is seriously discussed (38, 45, 64, 114, 117, 168, 237, 240, 257, 268), and the seismic prospecting has frequently been performed by teams of Kyoto University (114—149).

*Seismic Prospecting.*

Seismic prospecting has been performed by various agencies for various purposes, and some basic problems on the exploration methods are also discussed (225, 258, 259, 260, 261, 262, 266, 267, 270, 271, 273, 274, 296). Important application to engineering purposes has already been mentioned.

The names of agencies are as follows :

1. Geological Survey (226).
2. Imperial Petroleum Co.
3. Geophysical Prospecting Co. (267, 268, 273).
4. Earthquake Research Institute (45, 293, 294, 297).
5. Geophysical Institute of Tokyo (94), Kyoto (131, 134, 143, 144, 148, 254), and Sendai (157, 161, 257) Universities.

*Miscellaneous Problems.*

Marginal problems of seismology investigated have been volcanic eruption (18, 46-48, 60, 158, 196, 197), electric and magnetic (12, 141, 156, 162) phenomena, temperature (31) as well as acceleration due to gravity (99, 100, 108, 109). Of these investigations, Tsuboi's elaborate studies on the underground structures of the earth's crust worked out from the gravity data (107) merit specific mention. Most remarkable phenomenon found in this period has been the variation of gravitating force by an amount of 0.15 milligals in some of the aftershocks of the Imaichi Earthquake worked out by relative measurement between Imaichi and Nikkö Towns (Iida, Hayakawa).

In regard to earthquake prediction (115, 155), the phenomena above mentioned and crustal deformations are being carefully studied but no successful methods have yet been found.

In concluding this report, M. Keimatsu's important work on historical and geographical seismology in China is to be specially mentioned although the result could not be published in this period.

Hirosi KAWASUMI
Earthquake Research Institute
Tokyo University

## APPENDIX A

## *REPORTS AND PAPERS ON SEISMOLOGICAL INVESTIGATIONS IN JAPAN*

## *DURING 1948—1950*

### *The Proceedings of Japan Academy*

Vol. 22 (1946)

1. IMAMURA (A.), On the Great Depression Earthquakes of 701 in Tango and 1596 in Bungo. 143-146
2. — Migration of Active Centres on the Seismic Zone off the Pacific Coast of Japan. 284-288
3. — Seismic Activity on Both Sides of Fossa Magna. 314-321
4. — A Chain of Landslides as caused by Seismic Fault. 366-368

Vol. 23 (1947)

5. — On Seismic Activity in Sikoku and Tyugoku. 1-3
6. — Past Destructive Earthquakes originated in the Depressed Region Lying between Wakasa and Ise Bay. 4-8
7. — On the Great Tukusi Earthquake of 679. 13-16
8. — On the Seismic Activity of North-East Japan. 26-30
9. — On the Chronic and Acute Tiltings of South-West Sikoku. 31-34
10. — The Destructive Nadati Earthquake of 1751, with Special Reference to the Seismic Activity of the Itoigawa-Sunto Line. 35-38
11. — Supplementary Note on the Migration of Active Centre on the Pacific Seismic of Japan. 63-64
12. — On Seismic Activity in Hokkaido. 68-70
13. — On Emergence of Large Earthquakes from Common Seat. 71-73
14. — Chronic and Acute Land Deformations occurring along the Median Line. 88-93

### *The Bulletin of the Earthquake Research Institute Tokyo University*

Vol. 26 (1948)

15. SATO (Y.), Mathematical Study of the Propagation of Waves upon Stratified Medium. 1-4
16. TANIMOTO (B.), Potentials of the Simultaneous Equations $(\sigma^2 - a D) u = b \frac{\delta \theta}{\delta \chi};$ 5-10
17. HAGIWARA (T.), RIKITAKE (T) and YAMADA (J.) : Observations of the Deformation of the Earth's Surface at Aburatsubo, Miura Peninsula. Part I. 23-26

18. NASU (N.), Local Phenomena of Tsunami (Part 2). 27-35

19. MORIMOTO (R.), Geological and Petrological Notes on the Eruption of Sakura-jima in 1946. Part II. Petrography of 1946-lava. 37-40

20. IKEGAMI (R.), A Nomogram for Magnification of Seismometer. 55-56

21. KANAI (K.), On the Existence of the $M_2$ Waves in Actual Seismic Disturbance. 57-60

22. MINAKAMI (T.) and SAKUMA (S.) : The Earthquake-Motions on Various Formations of the Earth's Surface. (I) Observation at Koti City. 61-66

23. SAKUMA (S.) : The Earthquake-Motions on Various Formations of the Earth's Surface. (II) Observations at Gobo and Kiribe. 67-71

24. KISHINOUYE (F.), Statistical Investigations of Monthly numbers of Earthquakes felt at Tokyo. 73-79

25. — Monthly Earthquake Numbers at Kainan City, Wakayama Prefecture in 1947. 81-82

26. IKEGAMI (R.), On the Anomalous Distribution of the Maximum Amplitude of Earthquake Motions. 83-89

27. SATO (Y.), Relation between Seismic Intensity and Epicentral Distance. (1) 91-93

28. AKIMA (T.), A Torsion Pendulum Low-pass Filter applied to the Study of Earthquake Waves. Part. I.) 95-99

29. MIYAMURA (S.), Tertrema Movado kaj kvalito de grundo cirakau la urbeto de Gobö, Wakayama Prefekto (in Esperanto). 101-104

Vol. 27 (1949)

30. SATO (Y.), Boundary Conditions in the Problem of Generation of Elastic Waves 1-9

31. TAKAHASHI (T.) and SATO (Y.), On the theory of Elastic Waves in Granular Substance. (1) 11-16

32. RIKITAKE (T.), A Note on the Temperature-Distribution within the Earth. 17-20

33. KOSHIKAWA (Y.), Magnetic Survey in the Area of Topographical Deformation of Volcano Usu. 21-25

34. NASU (N.), Block Movement along the Seismic Fault (I). 27-33

35. HAGIWARA (T.), RIKITAKE (T.), KASAHARA (K) and YAMADA (J.), Observation of the Deformation of the Earth's Surface at Aburatsubo, Miura Peninsula. Part. II. 35-38

36. — Observations of the Deformation of the Earth's Surface at Aburatsubo, Miura Peninsula. Part. III. 39-44

37. OMOTE (S.), On the Coda Waves of Earthquake Motions. Part IV. 49-55

38. — Earthquake Damage in Yokohama City due to the Great Kwanto Earthquake of September 1, 1923. 57-62

39. — The Relation between the Earthquake Damages and the Structure of the Ground in Yokohama. 63-68

40. AKIMA (T.), A Tortional Pendulum Low-pass Filter applied to the Study of the Earthquake Waves. Part. II. 69-74

41. IKEGAMI (R.) and KISHINOUYE (F.), A Study on the Propagation of Microseismic Waves. 75-80

42. IKEGAMI (R.), On the Vibration of a Building caused by Microseisms. 81-84

43. SHIMOZURU (D.), Study on the Coefficient of Internal Friction of Materials used in Civil Engineering and Architectural Structures. (Ist Report) 85-89

44. KANAI (K.), TANAKA (T.) and SUZUKI (T.), Vibration Experiments with the Actual Buildings. 91-95

45. KANAI (K.), Relation between the Earthquake Damage of Non-wooden Buildings and the Nature of the Ground. 97-100

46. NASU (N.), Field Determination of the Elastic Property of Soil Layers (I). 101-106

47. SAKUMA (S.) and MINAKAMI (T.), Minor Activity of Volcano Yakeyama in 1949. 117-121

48. MINAKAMI (T.), Recent Activities of Volcano Usu (III). Earthquake at the Stage of Paroxymal Eruption. 123-128

49. — Recent Activities of Volcano Usu (IV). Earthquakes followed by the Birth and Development of Lava Dome. 129-134

50.* MIYAMURA (S.) and OKADA (A.), Vermessung eines Teiles von Nivellierroute am Fluss Yonesiro. (Zweite Mitteilung). 141-146

Vol. 28. (1950)

51. SATO (Y.), Transformations of Wave-functions Related to the Transformations of Coordinates Systems. I. 1-23

52. — Rayleigh Waves Propagated along the Plane Surface of Horizontally Isotropic and Vertically Aeolotropic Elastic Body. 23-30

53. KANAI (K.), The Effect of Solid Viscosity of Surface Layer on the Earthquake Movements. 31-36

54. TAKAHASHI (T.) and SATO (Y.), On the Theory of Elastic Waves in Granular Substance. II. 37-44

55. KISHINOUYE (F.) and KOTAKA (M.), A Statistical Investigation of Conspicuous Earthquakes in Japan during the Period 1933-1943. 109-114

56. IKEGAMI (R.), and KISHINOUYE (F.), A Study on the Propagation of Microseismic Waves. Part II. 115-119

57. — The Acceleration of Earthquake Motion deduced from Overturning of the Gravestones in Case of the Imaichi Earthquake on Dec. 26, 1949. 121-128

58. SHIMOZURU (D.), Change of the Ground-water Level due to the Imaichi Earthquake. 129-132

59. OMOTE (S.), Precise Levelling at the Eastern Foot of Volcano Usu. 133-142

60. MINAKAMI (T.), Recent Activities of Volcano Usu (V). Topographical Deformations during the 1943-1945 Eruption. 143-152

61. MINAKAMI (T.), SAKUMA (S.) and OKADA (A.), Recent Activities of Volcano Usu (VI). Precise Levelling around Mt. Usu in 1949. 153-160

62. KANAI (K.), A Method of Determining the Stiffness of Each Storey of a n-storied Building. 161-163

63. TAKAHASHI (R.), A Short Note on Kanai's Formula. 165-166

64.* KANAI (K.) and YOSHIZAWA (S.), Distribution of Suffered Frequency of Earthquake Damage to Houses in Japan 167-173

65. SATO (Y.), Transformation of Wave-functions related to the Transformation of Coordinate Systems. II. 175-218

66. OMOTE (S.), On the Coda Waves of the Earthquake Motions. Part 5. 285-310

67. — On the Aftershocks of the Fukui Earthquake. Part 2. 311-320

68.* MIYAMURA (S.), Vermessung der Deformation der Erdoberflächen bei der Eruption eines neuen Flankenvulkans von Usu-dake, Hokkaido, 1944. 321-332

69. AKIMA (T.), Experiments on the Overturnings of Circular Columns by the Aid of a Shaking Table. 333-348

70. NASU (N.), Vibration Tests of Defective Buildings. 349-354

71. KAWASUMI (H.), The Imaichi Earthquake of December 26th, 1949. General Description. 355-368

72. KOSHIKAWA (Y.) Seismometrical Study of the Imaichi Earthquake on Dec. 26, 1949. 369-378

73. MORIMOTO (R.), Geology of Imaichi District with Special Reference to the Earthquake of Dec. 26, 1949. 379-386

74. The Earthquake Research Institute: Observations of Aftershocks Carried out in the Imaichi District, Tochigi Prefecture. 387-392

75. HAGIWARA (T.) and KASAHARA (K.), On Aftershocks accompanying the Imaichi Earthquake, Dec. 26, 1949. 393-400

76. OMOTE (S.), Aftershocks of Imaichi Earthquake observed at Nishi-Oashi Station. 401-414

77. ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), On Micro-Earthquakes observed after the Imaichi Earthquake, Dec. 26, 1949. 415-420

78.* MIYAMURA (S.) and AKIMA (T.), Ueber die Beobachtung der Nachbeben des Imaichi-Bebens am Dorfe Hunyu Provinz Totigi. 421-434

79. HAGIWARA (T.) and RIKITAKE (T.), Observation of the Deformation of the Earth's Surface in the Vicinity of the Epicentre of the Imaichi Earthquake. 435-442

80. TAKAHASHI (R.), HIRANO (K.) and AITA (I.), Results of Precise Levellings executed in the Epicentral Region of the Imaichi Earthquake. 443-448

81. HONDA (T.), Land Slip in the Imaichi District revealed from the Break in the Well-tubes. 449-456

82. KISHINOUYE (F.), Instrumental Recording of a Landslide caused by the Imaichi Earthquake of Dec. 26, 1949. 457-461

83. KANAI (K.) and TANAKA (T.), On the Damage to Buildings by the Imaichi Earthquake of Dec. 26, 1949. 461-464

84. KANAI (K.) and SUZUKI (T.), Experimental Study of Vibration of Structures caused by Aftershocks of the Imaichi Earthquake of Dec. 26, 1949. 465-470

85. Earthquake Research Institute, Seismometrical Data of the Imaichi Earthquake, Dec. 26, 1949. 471-472

86. HAGIWARA (T.), RIKITAKE (T.), YAMADA (J.) and KASAHARA (K.), Studies on the Deformation of the Earth's Surface at Aburatsubo, Miura Peninsula. I, Vol. 6 (1949) 1-61

87. OMOTE (S.), On the Coda Waves of Earthquake Motions. Part 4. Vol. 7 (1949). 1-97

---

## *Geophysical Notes, Geophysical Institute, Tokyo University*

### Vol. 1 (1948)

88.* KUYAMA (T.), A New Method for Measuring the Coefficient of Visco-elasticity. No. 5

89.* YOSHIDA (K.), YAMAGIWA (T.) and KAZIURA (K.), On Tsunami having accompanied the Nankai Earthquake. No. 10

90. TSUBOI (C.), Passive Seismicity Index Number in Japan and Vicinity. No. 12

91.* YOSHIDA (K.), On Tsunami having accompanied the Nankai Earthquake. No. 17

92.* OBAYASI (T.) and NAGATA (T.), A Relation of Crustal Movement at Muroto Point to the Tidal Load. No. 25

93. ASADA (T.), On a Changing-Flux-Type Transducer. No. 26

94. — On Ground Vibration caused by a Shock. No. 27

95.* ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), On After-shocks of the Nankai Earthquake, Dec. 21, 1946.
I. Statistical Study on the After-shocks. No. 32
II. Periods of the Earthquake Motions. No. 33
III. Analysis of the Earthquake Motions. No. 34

96. TSUBOI (C.), Frequency Distribution of P-S Time Duration in Relation to Geographical Distributions of Earthquake Origins. No. 41

### Vol. 2 (1949)

97. TSUBOI (C.), Apparent Change in Inclination of the Base Line Rhombus at Mitaka. No. 1

98. — Passive Seismicity Index Number for Destructive Earthquakes in Japan. No. 2

99. — The Direct and Indirect Methods for Determining the Thickness of the Isostatic Earth's Crust. No. 4

100. SHIMAZU (Y.), The Density Distribution within the Earth after Bullen and the Coefficient of $\sin^2 2\theta$ in the Gravity Formula. No. 6

101. TAKEUCHI (H.), Equation of Motion of a Self-Gravitating Elastic Sphere of Variable Density and Elasticity No. 15

102. ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), On Micro-Earthquakes having accompanied Aftershocks of the Fukui Earthquake of June 28, 1948 No. 16

103. ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), Observations of Micro-Earthquakes in Shikoku District. No. 17

104. TAKEUCHI (H.) and SHIMAZU (Y.), Effect of Tension upon the Stress-Strain Relation of Isotropic Solids No. 23

105. USAMI (T.), On the Effect of the Ocean upon Rayleigh Waves No. 37

Vol. 3 (1950)

106. TSUBOI (C.), On Seismic Activities. (First Paper). No. 4

107. — Thickness of the Isostatic Earth's Crust in Various Parts of the United States of America. No. 5

108. — Dependence of the Isostatic Depth on the Horizontal Scale of the Topographies to be compensated. No. 6

109. — Is the Condition $\Sigma$ (Isostatic Anomaly)$^2$ A Minimum a Good Criterion for Determining the Thickness of the Isostatic Earth's Crust ? No. 7

110. SHIMAZU (Y.) and TAKEUCHI (H.), Propagation of Elastic Waves in a Medium under Finite Initial Tensions. No. 16

111. SHIMAZU (Y.), Effect of Shear upon Stress-Strain Relations of Isotropic Solids. No. 17

112. — Definition of Strain and Stress-Strain Relation in Finite Elastic Strain Theory. No. 18

113. TAKEUCHI (H.), Diffraction of Elastic Waves by an Elastic Sphere. No. 19

---

## *The Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute Kyoto University*

Vol. 1 (1948)

114.* TAKAHASHI (R.), SASSA (K.), YOKOO (Y.) and NISHIMURA (E.), On the Relation between the unterground Structure and the Damages due to the Tonankai Earthquake and its Aftershock. 1-12

115.* SASSA (D.), Some Problems on the Prediction of the Earthquake Occurrence. 13-20

116.* MATSUO (H.), Modes of Vibration of the Reclaimed Ground in Case of an Earthquake. 21-35

Vol. 2 (1949)

117.* SASSA (K.), ISHIHARA (T.) and TAKAHASHI (R.), Earthquake Damages and the Earthground. 1-5

118.* YOKOO (Y.), BABA (Y.) and HATANAKA (M.), Seismic Study of the Earthground near Tottori-city. 6-8

119.* BABA (Y.), HATANAKA (M) and HUJIMOTO (M.), Seismic Study of the Earthground of Kochi-city. 9-11

120.* YOSHIKAWA (S.), Relation between Damages and the Earthground on the Occasion of the Fukui Earthquake. 12-16

121.* YOKOO (Y.) and BABA (Y.), Seismic Study of the Earthground of Fukui City. 17-18

122.* HAYASHI (S.), Relation between Seismic Vibration and the Earthground. 19-22

123.* KAMETANI (T.) and TANIGUCHI (T.), Seismic Study of the Earthground of Nagoya-city. 23-25

124.* YAMADA (C.) and KAWANAMI (H.), Seismic Study of the Earthground of Kyoto-city. 26-27

125.* KUBODERA (A.) and YAMANAKA (S.), Seismic Study of the Earthground of Iga-Ueno City. 28-29

126.* HATANAKA (M.), Seismic Study of the Earthground of Osaka-city. 30-32

127.* BABA (Y.), HATANAKA (M.) and HUJIMOTO (M.), Seismic Study of the Earthground of Kobe-city. 33

128.* ISHIHARA (T.), KONISHI (I.), HATANAKA (M.) and GOTO (H.), Vibration Tests and Their Theoretical Discussions of Piers of the Nakatsuno Bridge over the River Kuzuryu, Keifuku Electric Railway Co. Ltd. 34-42

129.* NIWA (Y.), Effects of Dynamic Water Pressure due to Earthquake on the Internal Stresses of Gravity Dams. 43-44

130.* MATSUO (H.), Abstract of the Vibration Experiments at Wakayama harbour. 45-47

131.* HATANAKA (M.), Vibration Experiment at Kobe Harbour. 48

132.* YOKOO (Y.), On the Criterion for Earthquake-Proof of Wooden Houses. 49-55

133.* HATANAKA (M.), GOTO (H.) and ISHIKAWA (H.), Seismic Prospecting on the Dam Bed. 97-100

134.* YAMADA (C.), On the Geophysical Prospectings (Seismic and Electric Resistivity Methods) of the Nodani Land Creep. 100-105

135.* MOMOSE (H.), On the Land Creeps at the Basin of Akui-River. 106-112

136.* SASSA (K.), OZAWA (I.) and YOSHIKAWA (S.), Observation of Earthtide by the New Horizontal Extensometer. 113-114

137.* OZAWA (I.), On the Strain of Earth-crust observed in Osakayama-tunnel. 115-121

138.* OGAWA (M.), Seismic Vibrations of the Fukui Earthquake observed at the Abuyam Seismological Observatory. 122-123

139.* MATSUDA (T.), On the Distribution of Damages at the Fukui Earthquake. 124-130

140.* ICHINOE (T.), Crustal Deformation near Fukui-city after the Great Earthquake. 131-132

141.* WAKAYAMA (K.), Geomagnetic Variation in the Fukui Region. 133

142.* FUJIMOTO (M.), A Long-period Seismograph. 134-135

143.* KUBODERA (A.), On S- and Surface-waves produced by the Artificial Explosion. 136

144.* INAGAKI (F.), Damping of the Artificial Seismic Waves. 136-141

145.* OZAWA (I.), On the Secular Tilting of the Surface Crust observed at Kamigamo Geophysical Observatory. 142-143

Vol. 3 (1950)

146.* YOSHIKAWA (S.), Seismic Study of the Earthground of Niihama-city. 1-2

147.* KUBODERA (A.), Seismic Study of the Earthground of Wakayama-city. 3-4

148.* YOSHIKAWA (S.), Damping of the Artificial Seismic Waves. 5-6

149.* MOMOSE (H.), Seismic Study of the Earthground of Tokushima-city. 7-8

150.* TAKADA (M.), On Strain of Wooden Houses Measured by Newly Constructed Strainmeter. 9-15

151.* MOMOSE (H.), Vertical Compression of the Earthground of Alluvium by the Nankai Earthquake. 16-20

152.* NARUOKA (M.), Level Surveying at Kochi-city. 21-23

153.* OZAWA (I.), On the Observations of Strain of the Ground Surface Using by Invar-wire and Invar-bar Extensometer, and Effect of the Rain-fall to the Change of the Ground-Surface. 69-74

---

## *Transactions of the American Geophysical Union*

154. NISHIMURA (E.), On Earth Tides. Vol. 31 (1950). 357-376

155. SASSA (K.) and NISHIMURA (E.), On Phenomena Forerunning Earthquakes. Vol. 32 (1951). 1-6

---

## *The Science Reports of the Tohoku University, Fifth Series, Geophysics*

Vol. 1 (1949)

156. KATO (Y.) and UTASHIRO (S.), On the Changes of the Terrestrial Magnetic Field accompanying the Great Nankaido Earthquake of 1946. 40-41

157. KATO (Y.) and SHOJI (R.), Determination of the Underground Structure of the New Volcano of Mt. Showa by the Seismic Prospecting. 41-45

158. NAKAMURA (S. T.) and MORI (T.), On the Mechanism of the Showa New Mountain of Usu Volcano, Hokkaido, Japan. 45-49

159. OGAWA (S.), Effect of Viscosity on the Model Experiment of Tsunami. 87-90

160. NAKAMURA (S. T.), On Visco-elastic Medium. I. 91-95

161. KATO (Y.), SHOJI (R.) and NORITOMI (K.), The Report of the Prospecting of the Deep Underground Structure by the Seismic Method. 100-102

Vol. 2 (1950)

162. KATO (Y.), UTASHIRO (S.), SHOJI (R.), OSAKA (J.), HAYASHI (M.), and INABA (F.), On the Changes of the Earth-current and the Earth's Magnetic Field accompanying the Fukui Earthquake. 53-57

163. OGIWARA (S.) and OKITA (T.), Studies on Tsunami on the Pacific Coasts of Northern Honshu (I. The Model Experiment of Tsunami in Shizukawa Harbour). 58-65

164. NAKAMURA (S. T.), On Visco-Elastic Medium. (Part II). 66-77

165. — On Visco-Elastic Medium. (III). 146

166. — On the Seismic Energy and Age of the Earth 206-208

---

## *Geographical Abstracts of the Physical Institute Nagoya University*

(1949)

167. MIYABE (N.), and OOI (T.), Longitudinal Vibration of Visco-elastic Bar. No. 7

168. SUGIURA (K.), Relations between Damages caused by Earthquake-shocks with reference to the Geological Features. No. 8

169. SANO (S.), On the Degree of Disturbance of the Earth's Crust Associated with Earthquakes and Volcanic Eruption. No. 9

170. MIYABE (N.) and ITO (K.), Studies in Annual Variation of Sea-levels. No. 10

(1950)

171. SANO (S.), Observation of Earth Tilts at Nagoya and Inuyama. No. 13

172. MURAMATU (I.), A vacuum Tortion Balance. No. 14

---

## *Research Report of the Faculty of Science, Kyusyu University*

173.* YOSHIYAMA (R.), Amplitude Factor of Seismic Waves and Inner Structure of the Earth. Vol. 1 (1949) 76-88

---

## *Bulletin of the Seismological Society of America*

174. YOSHIYAMA (R.), The Hypocentral Regions of Earthquakes. Vol. 39 (1949). 187-188

## *Geophysical Magazine*

(Published by the Central Meteorological Observatory)

175. MORITA (M.), On Seismic Waves at Large Distances. A Study of the North Chilean Earthquake of February 23, 1933. (II). Vol. 17 (1948) 37-63

176. HIRONO (T.), Mathematical Theory of Shallow Earthquakes. Vol. 18 (1948) 1-115

177. — Mathematical Theory of Shallow Earthquakes. Vol. 21 (1949) 1-97

178. HOMMA (S.), On the Behaviour of Seismic Sea Waves around a Circular Island. Vol. 21 (1949) 199-208

179. — On the Propagation of Dispersive Seismic Waves. Vol. 22 (1951) 209-236

---

## *Quarterly Journal of Seismology*

(Published by the Central Meteorological Observatory)

Vol. 14, No. 1 (1950)

180.* MUSYA (K.), Seismic Activity in Central Japan since Historical Times with Special Reference to the Activity in the Provinces of Etizen and Kaga. 1-12

181.* HOMMA (S.), Relation among the Constants of Wiechert Seismograph. 12-15

182.* — On the Effect of the Mass of Spring upon the Motion of a Vertical Component Seismograph. 15-20

183.* NISHIZAWA (Y.) and HOMMA (S.), On the Damping of Free Oscillation of Seismographs. 20-23

184.* TAKAGI (H.) and YAMANOUE S.), New Statistics of Aftershocks. 23-24

185.* HOMMA (S.), Equation of Motion of Seismographs. 24-31

186.* UDAGAWA (K.), NOGUCHI (N.) and HISAMOTO (S.), Experiments on the Friction and Residual Damping of Seismographs. 32-35

187.* UDAGAWA (K.), Errors in the Observation of Times from Seismograms. 35-39

188.* SAKAI (O.), Improvement of Electromagnetic Time-Marker for Seismograms. 39-43

189.* BABA (S.), Relation between the Amplitudes of Reflected Waves and the Epicentral Distance in Near Earthquakes. 44-46

190.* HOMMA (S.) and NAGAMUNE (T.), Propagation of Waves through a Transition Layer or a Heterogeneous Medium. 47-55

191.* MASATSUKA (A.), On the Velocity of Seismic Waves in the Superficial Crust of the Earth, and the Rigidity therein. 56-70

192.* HIRONO (T.), On the Propagation of Elastic Waves due to the Periodic Force applied on the Surface of Semi-infinite Solid. (Supplement). 71-75

No. 2 (1949)

193.* TAKAGI (H.), On the Wavy Buckling of Railway Lines having accompanied the Tottori Earthquake of Sept. 10, 1943. 1-2

194.* — and NOYORI (I.), On the Fault that accompanied the Tottori Earthquake of Sept. 10, 1943. 3

195.* NISHIKE (S.), TAKAGI (H.) and KAMINOYAMA (S.), On the Luminous Phenomena accompanying the Tottori Earthquake of Mar. 4, 1943. 4-8

196.* INOUE (W.), On the Earthquakes and Topographic Changes accompanying the Volcanic Activity of Mt. Usu of 1944. 9-24

197.* — and HOMMA (Y.), Report on the Eruption of Mt. Usu. 25-32

No. 3-4 (1950)

198.* TAKAGI (H.), On the Hypocentre (Part II) with Special Reference to Seismic Prospecting. 1-17

199.* NAGAMUNE (T.), Diurnal Variation of Frequency of Earthquake Occurrence in the Vicinity of Japan. Part II. Ryukyu Islands. 18-23

200.* HOMMA (S.), On the Boundary Wave and Transversal Surface Wave in a Heterogeneous Medium. 24-38

201.* KOHIYAMA (K.), On the Variation of Seismic Activity Off the Promontory Kinkazan. 39-42

202.* HOMMA (S.), Impossibility of obtaining the Velocity Distribution from a Time-Distance Curve of a Deep Focus Shock. 43-48

203.* INOUE (W.), On the Mikawa Earthquake of Jan. 13, 1945. 49-55

204.* KANAZAWA (S.), Results of Seismometrical Observations of the Mikawa Earthquake. 56-62

205.* SAGISAKA (K.) and SHIBATA (T.), Passive Number of Disastrous and very Strong Earthquakes in Japan. 63-64

206.* HOMMA (S.), Sea Waves Caused by Travelling Deformations of the Ocean Bottom. I. 65-69

Vol. 14, Spec. No. (1948)

207.* Report of the Fukui Earthquake of June 28, 1948. 1-89

Vol. 15, No. L (1950)

208.* Report of the Tochigi Earthquake of Dec. 26, 1949. 1-65

---

## *Journal of Meteorological Research*
## (Published by the Central Meteorological Observatory)

Vol. 1 (1949)

209. SUDA (T.), A Conjecture on the Cause of Subsidence and Upheaval of Land in the Japan Archipelago. 96-101

Vol. 2 (1950)

210.* OKANO (T.), An Illusion of the Period of Tiltmeter of Horizontal Pendulum Type. 54-55

211.* NAGAHASHI (F.), Seismic Intensities at Various Stations in Japan. 56-58

212.* SEKI (A.), On the Sensible Earthquake in Nagano Prefecture. 87-90

213.* SAKAKI (T.), On the Period and Amplitudes of Earthquake Motions observed in Osaka. 252-258

214.* MASATUKA (A.), On the Landslide at Gotu, Niigata Prefecture. 301-309

---

## *Bulletin of the Geographical Survey Institute*
## Ministry of Construction

Vol. 2 (1950)

215. SHIMIZU (T.), On the Variation of the Monthly Mean Sea-Level. 1-14

216. YAMAGUTI (S.), On the Reliability of the Value of Monthly Mean Sea-Level, corrected with Proper Factors, as a Level Standard. 15-26

217. MUTO (K.), OKUDA (T.) and HARADA (Y.), The Land Deformation accompagnying the Fukui Earthquake of June 28, 1948. 27-36

218. OKUDA (T.), On the Mode of the Vertical Land Deformation accompanying the Great Nankaido Earthquake, 1946. 37-59

---

## *The Hydrographic Bulletin. The Hydrographic Department*

219.* MATUZAKI (T.), Report of the Nankai Earthquake in 1946. Tsunami. Spec. No. Mar. 31, 1948

220.* KOMUKAI (R.), Report of the Nankai Earthquake in 1946. Change of the Land Surface and Damage Spec. No. Aug. 31, 1948

221.* TINO (S.), Report of the Nankai Earthquake in 1946. Submarine Topography. Spec. No. Oct. 31, 1948

222.* NAKAYAMA (R.), Report of the Mikawa Earthquake in 1945 : Change of the Sea-Bottom in Mikawa Bay. Spec. No. Nov. 15, 1948

223.* TAYAMA (R.), Geomorphological and Geological Study of the Change of the Sea-Bottom in Atumi Wan. June 1, 1949

224.* — On the Submarine Topography of the Coast of Sikoku, especially on the Morphology of the Continental Slope. Spec. No. 7, Dec. 25, 1950, 54-82

---

## *Papers from Geological Survey*
## *Ministry of Commerce*

225. HAYAKAWA (M.), Outline of « Some Problems of Seismic Prospecting ». 117-124

226.* — and TATEISHI (T.), Seismic Prospecting at Shimizusawa District in Ishikari Coal-field, Hokkaido. 159-164

227.* IIDA (K.), HAYAKAWA (M.) and KATAYOSE (K.), Changes of Gravity Difference between Imaichi and Nikko owing to the « Imaichi Earthquake ». 136-138

---

## *Report (Geological Survey of Japan)*

228.* HAYAKAWA (M.), The Variation of the Seismic Wave Velocity. (Preliminary Report) Spec. No. March 1950 7-24

---

## *Zisin (Journal of the Seismological Society of Japan,* Second Series)

### Vol. 1 (1948)

229.* MIYABE (N.) and OOI (T.), On Longitudinal Vibration Tests. 2-3

230.* SATO (Y.), Direction of Earthquake-sound. 4-7

231.* TSUBOI (C.), Frequency Distribution of P-S Duration Times in Relation to Geographic Distribution of Earthquake Origins. 8-11

232.* KANAI (K.), Distribution of the Passive Seismicity Index Number for very Strong (V) and Disastrous (VI) Earthquakes in Japan. 17

233.* MATUZAWA (T.), On seismic Tidal Waves. Part I. Two Dimensional Problems in an Incompressible Water. 18-23

234.* AKIMA (T.), A Torsion Pendulum Low-pass Filter applied to the Study of Earthquake-waves. 37-39

235.* KOSHIKAWA (Y.), Seismometrical Note of the Tonankai Earthquake on Dec. 7, 1944. (A Study of the Earthquake taken Place in the Submarine Area, the first Report.) 40-43

236.* KANAI (K.), On the Nature of Seismic Vibrations. 44-47

237.* KITAZAWA (G.), On the Relation between Earthquake Damages and the Hardness of the Ground. 48-49

238.* SANO (S.), Crustal Deformation associated with the Oga Earthquake, 1939. 50-51

239.* HARADA (Y.), On the Earth-crust Deformation in the Miura Promontory. 52-56

### Vol. 2 (1949)

240.* OMOTE (S.), Earthquake Damages and Its Relation to the Structures of Earth Ground. 1-4

241.* TAKATA (N.), On the Strain and Criterion for Earthquake-proof of Wooden Houses. 5-9

242.* RIKITAKE (T.), The Transmission of Tsunami-waves in a Sea of which Depth varies linearly 10-12

243.* MIYABE (N.) and ITO (K.), Studies in Annual Variation of Sea-levels. 13-16

244.* HARADA (Y.), On the Earth's Crust Deformation in the Miura Promontory. 17-19

245.* OZAWA (I.) and HOSOYAMA (K.), Precise Levelling from Wakayama to Yuasa. 20-22

246.* MATUZAWA (T.), On Seismic Tidal Waves. Part 2. Numerical Evaluation of the Related Integrals. 23-36

247.* SEKI (A.) and HOMMA (S.), A Relation between the Area of Aftershock Region and the Radius of Sensibility Circle. 37-40

248.* HAYAKAWA (M.), Time Variation in Seismic Wave-velocity. 41-46

249.* MURAUCHI (S.), A Study on the Variation in the Seismic Activities before and after Great Earthquakes. 47-51

250.* HAYAKAWA (M.), On Time and Space Distributions of Earthquakes in Tohoku District. 52-54

251.* IIDA (K.) and HAYAKAWA (M.), On Regions of Anomalous Seismic Wave Velocity. 55-57

Vol. 3 (1950)

252.* SUZUKI (Z.), On S' Waves. 7-10

253.* ASADA (T.), SUZUKI (Z.) and TOMODA (Y.), On Energy and Frequency of Earthquakes. 11-15

254.* KUBODERA (A.), Damping of the Surface-waves of Artificial Earthquakes. 16-21

255.* YOSHIYAMA (R.), On the Nankaido Earthquake and One of its Aftershocks. 22-26

256.* TAKAGI (S.), Distribution of Initial Motions of the Great Kwanto Earthquake. 27-31

257.* KITAZAWA (G.), Distribution of Seismic Intensities in the Down-town of Tokyo. 32-35

## *Geophysical Exploration*

### Published by the Society of Exploration Geophysicists of Japan

Vol. 1 (1948)

258.* KAZIKAWA (K.), On Seismic Prospecting applied for Metal Mine. (posthumous work). 2-9

Vol. 2, No. 1 (1949)

259.* SASSA (K.), Problems on Seismic Prospecting. 1-8

260.* IIDA (K.), Possible Errors in Depth Calculation for Seismic Prospecting. 9-15

261.* OMOTE (S.), A Simple Method for the Correction to the P.D.P. System. 16-17

262.* HAYASHI (H.), Adjustment for the Reflection Midpoint Plotting Method. 18-20

263.* KANEKO (T.), On Bottom Expanding Explosion. 21-23

264.* HAENO (S.), SHIRATO (C.) and IIDA (K.), Seismic Prospecting on the Sea Bottom at the Coal Field Near Saitozaki, Fukuoka Prefecture. 24-26

265.* KIYONO (T.) and TANIGUCHI (K.), On the Seismic-Electric Prospecting. 27-33

No. 2

266.* IIDA (K.), Notes on the Method of Determining the Velocity Distribution from Reflection Data. 28-30

267.* HATTORI (H.) and YOSHIDA (H.), Some Examples on the Distributions of Initial Motion in Seismic Prospecting. 31-32

268.* OMOTE (S.) and KANDA (Y.), Relations between the Earthquake Damages and the Structure of the Earth ground, which were known by Seismic Prospecting in Nagoya. 33-35

No. 3

269.* IIDA (K.), Rate of Changes in Elastic Wave-velocity with Pressure. 11-13

270.* HATTORI (Y.), On the Transmission of the Shot-instant in Seismic Refraction Method. 14-15

Vol. 3, No. 1 (1950)

271.* HAYAKAWA (M.), Some Problems on Seismic Prospecting. 1-9

No. 2

272.* OMOTE (S.) and YAMAZAKI (Y.), Trial Construction of an Apparatus for Measuring the Velocities of Elastic Waves Propagated in Test Pieces or Blocks of Samples. 25-26

No. 3

273.* HATTORI (Y.), Some Problems on the Amplitude and Apparent Period of the First Wave of the Artificial Earthquake Motion. 17-22

274.* KANEKO (T.), Relation between Constants of Linear Increase in Real and Average Velocities. 23-24

---

## *Journal of the Meteorological Society of Japan*

Vol. 26 (1946)

275.* NAGANUMA (T.) and HOMMA (S.), One Problem on the Elastic Vibration of a Simple Structure. 217-221

276.* HOMMA (S.), On the Propagation of Dispersive Waves (I). 243-254

Vol. 27 (1949)

277.* OKANO (T.) and HOMMA (S.), On the Time Variation of the Velocity of Seismic Waves (II). 39-44

278.* SAKATA (K.), A Nomogram to Calculate the Dynamical Magnification of Seismograph. 84-87

279.* NAGANUMA (K.) and HOMMA (S.), On the Scattering of Elastic Waves by Small Obstacles. 115-119

280.* HOMMA (S.), On the Propagation of Dispersive Waves. (II). 205-213

Vol. 28 (1950)

281.* OKANO (T.) and HOMMA (S.), On the Time Variation of Seismic Wave Velocity. (I). 25-34

282.* HOMMA (S.) and NAHASHI (F.), On the Migration of the Centre of Seismic Activity in Japan. 100-104

## *Umi to Sora*

283.* TAKAGI (H.), On a Record of a Sea-shock. Vol. 27 (1950). 82-83

---

## *Bulletin of the Marine Meteorological Observatory, Kobe*

284.* TAKAGI (H.), On the Hypocentre (15th Report). On the Magnitude of the Hypocentral Region. (II). Vol. 156 (1950). 1-6

---

## *Oceanography and Meteorology*

### Published by the Nagasaki Marine Observatory

285.* OZAKI (K.), An Apparatus for Recording of Wireless Time Signals on Seismometer. Vol. 4 (1950) 99-101

---

## *Memoirs of the Takamatsu Meteorological Observatory*

286.* On the Subsidence of Coastal Region around the Sikoku Island. No. 2 (1950) 1-22

---

## *Kwagaku (Science)*

### Published by Iwanami Syoten, Tokyo

Vol. 18 (1948)

287.* KATO (A.) and SHOJI (R.), Underground Structure of New Volcano « Showa-Sinzan » as revealed by Seismic Prospecting. 150-154

288.* TSUBOI (C.), On the Energy of Earthquakes. I 339-345
II 392-397

289.* NAGATA (T.) and OKADA (A.), Crustal Deformation accompanying the Fukui Earthquake. (Result of Precise Levelling Rerun between Fukui and Daishoji.) 567-568

Vol. 19 (1949)

290.* ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), Observation of Micro-Earthquakes in Sikoku. 566-567

291.* SATO (Y.), Surface Waves Propagated over Elastic Bodies. 311-319

292.* ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), On Micro-Earthquakes. 360-367

## *Tisitukosho to Buturitanko, Tokyo*

**1949**

293.* OMOTE (S.), Seismic Refraction Studies at Okubo, Akita Prefecture. 187-195

294.* OMOTE (S.), A Method of Analysis on the Time-distance Curves obtained at Shibata Oil Field. 196-206

**1950**

295.* MATUZAWA (T.), Reflection and Refraction of Elastic Waves. 192-203

296.* OMOTE (S.) and YAMAZAKI (Y.), An Adjustment for the Midpoint Plotting Method with the Reflection Data obtained at Noshiro. 204-214

297.* OMOTE (S.) and YAMAZAKI (Y.), A. Seismic Prospecting carried out at an Oilfield in Yamagata Prefecture. 215-221

---

## *Report of the Special Committee for the Investigation of Land Deformations in Sikoku District*

298.* SAGISAKA (K.), Crustal Deformations in Sikoku District since Historical Times. No. 1 (1949) 1-22

299.* MATUDA (B.), Report on the Land Subsidence in the Vicinity of Hiihama Harbour. No. 1 (1949) 23-26

300.* NISHIMURA (E.), Observations of Crustal Deformation in Deep Mines in Sikoku District. No. 2 (1949) 37-40

301.* YOSHIKAWA (M.), Underground Structure in Niihama City as revealed by Seismic Prospecting. No. 2 (1949) 41-48

302.* KAWASUMI (H.), OMOTE (S.) and KOSIKAWA (Y.), Level Changes around Sikoku District as Revealed from Mareographic Data. (A Provisional Report). No. 3 (1949) 1-12

303.* KISHINOUYE (F.) and IKEGAMI (R.), Provisional Report of the First Inspection of Land Subsidence in Koti Prefecture. No. 3 (1949) 13-14

304.* NAGATA (T.) and OKADA (A.), Study on the Crustal Deformation in Sikoku District with Special Reference to the Deformation around the Muroto Promontory. No. 3 (1949) 15-22

305.* NASU (N.), Brief Report on the Coast Survey in Kagawa and Tokusima Prefecture. No. 3 (1949) 25-28

306.* TAKAHASI (R.), Provisional Report on the Measurement of the Land Subsidence in Ehime Prefecture. No. 3 (1949) 29-33

307.* MATUZAWA (T.), ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), Report on the Observations of Micro-Earthquake in Sikoku District. No. 4 (1949) 1-3

308.* NARUOKA (M.), Levelling Survey in Koti City (1st Report). No. 4 (1949) 4-10

309.* MATSUSHITA (S.) and OKADA (S.), Geological Study on the Land Deformation in Sikoku District. Part. I. Coastal Terraces in Southern Part of Sikoku. No. 5 (1950) 1-14

310.* NISHIMURA (E.), Observations of Crustal Deformation in Deep Mines in Sikoku District. (2nd Report). No. 5 (1950) 15-16

311.* NAGATA (T.) and OKADA (A.), Report on the Precise Levelling around the Muroto Promontory. No. 6 (1950) 3-6

312.* NARUOKA (M.), Result of the Levelling Survey in Koti City. (2nd Report). No. 6 (1950) 7-8

313.* MORIYOSHI (M.), Levelling Survey around Tokusima City. (1st Report). No. 6 (1950) 9-13

314.* HAGIWARA (T.), RIKITAKE (T.), YAMADA (J.) and SAITO (S.), Observation of Crustal Deformation in Matuyama City (with 3 figs.). No. 6 (1950) 14-20

315.* MOMOSE (H.), Report on the Seismic Survey of Underground Features in Tokusima City. No. 6 (1950) 21-27

316.* MOMOSE (H.), Report on the Seismic Survey of Underground Features in Sendai Village, Tokusima Prefecture. No. 6 (1950) 28-34

317.* TAKAHASI (R.), NASU (N.), KISHINOUYE (F.) and KAWASUMI (H.), Amounts of Level Change around the Sikoku District in 1949. (Brief Report). No. 7 (1950) 1-3

318.* TAKAHASI (R.), HIRANO (K.) and AIDA (I.), Report on the Results of Precise Levellings in the Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture. No. 7 (1950) 22-29

319.* KAWASUMI (H.) and OMOTE (S.), Level Changes around the Sikoku District as revealed from Mareographic Data. (2nd Report). No. 7 (1950) 30-36

320.* Geographical Survey Institute, Intermediate Report of the Results of Precise Levellings Rerun around the Area of Nankai Earthquake (with 6 annexed figs.). No. 8 (1951) 1-16

---

*Preliminary Report of the Special Committee for the Study of the Fukui Earthquake (June 28, 1948)*

321.* KAWASUMI (H.), General Description. 1-14

322.* HIRONO (T.), Results of Seismometrical Observations and the Study thereof. 15-22

323.* KOSHIKAWA (Y.), Study of the Seismometrical Data. 23-25

324.* OMOTE (S.), ASADA (T.), SUZUKI (Z.), TAZIME (K.), USAMI (T.), TANAKA (Y.), KATO (Y.) and ARAKAWA (H.), Observations of Aftershocks. (1st Report). 25-28

325.* TANAKA (T.), Observation of Micro-Earthquakes at Awara-Town, Fukui Prefecture. 26-29

326.* ASADA (T.) and SUZUKI (Z.), On Very Minute Aftershocks of the Fukui Earthquake. (1st Report). 29-34

327.* SATO (Y.), Distribution of Seismic Intensity as deduced from the Data obtained by Post Cards Method. 35-37

328.* SAGISAKA (K.), Study of the Earthquake through the Reports on Human Feelings. 37-39

329.* HONDA (H.), and NOGUCHI (N.), Report on the Field Inspection. 40-41

330.* SUYEHIRO (S.) and HISAMOTO (S.), Prompt Report on the Field Inspection. 41-44

331.* MATSUDA (T.), Report on General Field Inspection. 44-47

332.* MIYAKE (N.), ONISHI (S.), SANO (S.) and SUGIURA, Reports on the Distribution of Fissures in the Ground due to the Earthquake. 47-50

333.* KATO (A.), SHOJI (R.), SUZUKI (T.), Model Experiment on the Cracks Similar to those accompanying the Earthquake. 51-55

334.* NAGATA (T.) and OKADA (A.), Change of Land-levels along the Bench Marks between Fukui and Daishoji. 56-58

335.* Geographical Survey Institute : Vertical Change of Height of the Bench Marks due to the Earthquake. 58-59

336.* HIRANO (K.), AITA (I.) and HATORI (T.), Precise Levellings along the Levelling Route on Katuyama Highway. 60-61

337.* HAGIWARA (T.), RIKITAKE (T.), KASAHARA (K.) and YAMADA (J.), Observation with Tilt-meter and Extensometer at Kitago Village. 61-64

338.* OZAWA (I.), Observations of the Crustal Deformations before and after the Earthquake and its Relation to the Number of After-shocks. 64-66

339.* MUTO (K.) and OKUDA (T.), Preliminary Report on the Result of the Triangulations Executed in the Echizen Plain. 66-68

340.* NASU (N.), On the Faults accompanying the Earthquake. 69-71

341.* NASU (N.) and KAWASHIMA (M.), Levelling Survey in Echizen Plain. 71-74

342.* TAYAMA (R.) and MOREOKA (N.), Coast Survey in the Earthquake Area. 74-77

343.* NAKAMARA (S. T.), OSHIMA (K.) and YAMASHITA (A.), Result of Magnetic Observation between Fukui and Niigata. (1st Report). 77-78

344.* SANO (S.), Result of Magnetic Survey made in Relation to Earthquake. 78-84

345.* KATO (A.), UTASHIRO (S.) and OSAKA (J.), Changes in Magnetic Dip accompanying the Earthquake. 85-86

346.* NISHIMURA (E.), ICHINOE (T.) and HOSAYAMA (K.), Crustal and Magnetic Changes in Fukui Area after the Earthquake. 86-87

347.* HIRANO (K.), Variation of Earth Current after the Earthquake. 87-89

348.* KATO (A.), INABA (F.) and HAYASHI (M.), Distribution of Potential Difference in the Epicentral Aera. 89-90

349.* KATO (A.), UTASHIRO (S.), SHOJI (R.) and OSAKA (J.), On Change in Earth-current accompanying an After-shock. 90-92

350.* SHIMOZURU (D.), Variation of Ground Water Level in the Fukui Area having accompanied the Earthquake. 94-99

351.* MURAI (I.), Geological Structures in the Vicinity of Sakaigun and Niugun, Fukui Prefecture. 100-103

352.* MINAKAMI (T.) and SAKUMA (S.), Comparison of Earthquake Motions on Various Formations of Earth's Surface in the Southern Suburb of Fukui City. 103-107

353.* NAKAMURA (S. T.), Phenomena concerning the Gravity Waves on Ground in the Fukui Plain. 107

354.* MIYABE (N.), UETA (I.) and KATAOKA (A.), Measurement of Strain of Wooden Houses due to Earthquake Motions. 108-110

355.* KANAI (K.), TANAKA (T.) and SUZUKI (T.), Report on the Damage on Wooden Buildings. 110-114

356.* TAKAHASI (R.), Some Instances of Damage to Railways. 114-120

---

357. The Fukui Earthquake of June 28, 1948.

*Report of the Special Committee for the Study of the Fukui Earthquake (1950)*

Chapter 1. General Description. Compiled by H. Kawasumi. 1-28

Chapter 2. Seismometrical Features. Compiled by W. Inouye. 29-36

Chapter 3. Aftershocks. Compiled by S. Omote. 37-78

Chapter 4. Nature of Earthquake-Motions on Various Geological Formations. Compiled by T. Minakami. 79-92

Chapter 5. Crustal Deformations. Compiled by N. Nasu and T. Rikitake. 93-130

Chapter 6. Macroseismic Features. Compiled by N. Miyabe, K. Kishinouye and D. Shimozuru. 131-166

Chapter 7. Electric and Magnetic Features. Compiled by Y. Kato. 167-184

Chapter 8. Damage to Building and Civil Engineering Structures. Compiled by K. Kanai and R. Takahasi. 185-197

---

358.* Fukui Earthquake of 1948.

*Report on the Investigation of the Earthquake Damage*

I. On Civil Works

By the Hokuriku Earthquake Damage Investigation Special Committee

1950

Chapter 1. General Description. 1-13
Chapter 2. Damage on Railroads. 14-52
Chapter 3. Damage on Roads and Highways. 53-72
Chapter 4. Damage on River Banks. 73-83
Chapter 5. Damage on Bridges. 84-141
Chapter 6. Damage on Harbour Constructions. 142-143
Chapter 7. Damage on Electrical Systems. 144-173
Chapter 8. Damage on Water Supply and Sewerage Systems. 174-183

---

## *Scientific Records of the Nankai Earthquake*

Appendix to the « Records of the Nankai Earthquake Disaster »

Published by the Koti Prefecture

359.* KANAI (K.), TANAKA (T.), KANEKO (S.), Reports on the Damage on Buildings in Koti Prefecture due to the Earthquake of the Nankai Earthquake. 1-18

360.* KAWASUMI (K.) and SATO (Y.), On the Distribution of Deformation, Tsunami and Seismic Intensity in case of the Nankai Earthquake with Special Reference to the Characteristics in Every Great Nankai Earthquake. 18-52

361.* MINAKAMI (T.), SAKUMA (S.) and UTIBORI (S.), The Vibration Characteristics of the Underground in Koti City as revealed by the Motions of Aftershocks of the Nankai Earthquake. 53-64

362.* HAGIWARA (T.), MURAUTI (S.), YAMADA (J.) and WATANABE (M.), Report on the Observation of Aftershocks of the Nankai Earthquake. 65-75

363.* MIYAMURA (S.), KAIZUKA (S.) and SAIZYO (Y.), On the Relation of Earthquake Damage and the Underground Structure in Koti Prefecture. 76-94

364.* KISHINOUYE (F.), On the Recovery of the Upheaval and Subsidence of Ground accompanying the Great Earthquake in the Province of Tosa. 95-98

365.* KANAI (K.), TANAKI (T.), SUZUKI (T.) and KANEKO (S.), Results of the Seismic Prospecting of the Underground Structure in Nakamura Town, Koti Prefecture. 98-106

366.* MORIMOTO (R.), Geological Map of Koti Prefecture. 106-114

367.* TAKAHASI (R.), AITA (I.) and HATORI (T.), Report on the Tsunami in Sin-Usa and Susaki Towns. 114-129

368.* NASU (N.) and SIRAI (S.), Report on the Tsunami at Tanezaki and Kure in Koti Prefecture. 130-137

369.* KAWASUMI (H)., On the Earthquake Damage and Seismic Intensity as seen from the Facts of Nankai Earthquake. 138-153

370.* KANAI (K.), On the Earthquake Proof Construction. 153-161

371.* Seismological Section of the Central Meteorological Observatory: Brief Report on the Study of the Nankai Earthquake. 161-164

372.* Geographical Survey Institute: Reports on the Precise Levelling in the Koti Prefecture. 165-168

373.* YAMAGUTI (S.), On a Problem of Earthquake Prediction 168-170

374.* NAGATA (T.), Intermediate Report on Seismological Observations in Koti City and Muroto Town. 171-183

375.* HIRAO (K.), Observation of Aftershocks of the Nankai Earthquake. 184-188

---

## *Report of the Research Association for the Planning of Disaster Prevention in Cities*

1949

376.* KANAI (K.), Distribution of Passive Number of Destructive Earthquakes in Japan. 1-3 with 10 figs

377.* KAWASUMI (H.) and SATO (Y.), Study on the Prevention of Earthquake Disasters in Cities and Towns. I. Distribution of the Degree of Earthquake Dangers in Japan, and the Nature of Underground in Tokyo. 1-7 with 7 figs

378.* KANAI (K.), Relation of Damage on Non-wooden Buildings and the Underground Characteristics. 1-6 with 6 figs

379.* OMOTE (S.), On the Relation between the Earthquake Damage and the Underground Features as revealed by Seismic Prospecting. An Example in Nagoya City. 1-5 with 5 figs

380.* OMOTE (S.), On the Relation between Earthquake Damage and the Underground Features in Yokohama City. 1-15 with 5 figs

381.* MIYAMURA (S.), On the Earthquake Damage and Underground Features in Nagoya City. 1-7 with 7 figs

*N.B.* Paper with No. marked by * is written in Japanese.

## ANNEXE B

### *PRESENT STATUS OF ORGANISATIONS ENGAGED IN EARTHQUAKE OBSERVATIONS IN JAPAN*

(Additifs et Correctifs à la liste publiée dans les Comptes Rendus de la 8ème Conférence, Oslo 1948, pp. 186—189.)

I. *Stations connected with the Central Meteorological Observatory.*

*Additifs*

| Name of Station | North latitude | East longitude | Altitude | Instrument (1) |
|---|---|---|---|---|
| Asozan | 32° 53' | 131° 04' | 1143 m. | IP (N), OP (E) |
| Aziro | 35° 02' | 139° 05' | 67 | CP (N, E) |
| Hamamatu | 34° 42' | 137° 43' | 30 | CP (N, E) S (N, E, Z) |
| Himezi | 34° 50' | 134° 42' | 18 | CP (N, E) |
| Hukui | 36° 03' | 136° 14' | 11 | CP (N, E) |
| Inawasiro | 37° 34' | 140° 07' | 527 | NP (N, E) |
| Isinomaki | 38° 26' | 141° 19' | 45 | OT (N, E), CP (N, E), S (N, E, Z) |
| Kofu | 35° 38' | 138° 34' | 261 | CP (N, E), S (N, E, Z) |
| Maizuru | 35° 28' | 135° 23' | 31 | CP (N, E) |
| Matusiro | 36° 32' | 138° 12' | 440 | Galitzin (N, E, Z) W (N, E, Z), S (N, E, Z) |
| Nagasaki | 32° 44' | 129° 53' | 133 | W (N, E, Z), OT (N, E), S (N, E, Z) |
| Nagaturo | 34° 36' | 138° 51' | 56 | S (N, E, Z) |
| Obihiro | 42° 55' | 143° 13' | 40 | CP (N, E) |
| Oita | 33° 14' | 131° 37' | 6 | W (N, E, Z), S (N, E, Z) |
| Oiwake | 36° 20' | 138° 33' | 1001 | OP |
| Saga | 33° 15' | 130° 18' | 5 | CP (N, E) |
| Simizu | 32° 47' | 132° 58' | 4 | W (N, E, Z), S (N, E, Z) |
| Torisima | 30° 28' | 140° 18' | 84 | IP (N), CP (N, E) |
| Tyosi | 35° 43' | 140° 50' | 16 | CP (N, E), S (N, E, Z) |
| Yakusima | 30° 27' | 130° 30' | 16 | W (N, E, Z) |

W : Wiechert seismograph ; CP : Portable seismograph of C.M.O. type ; IP : Ishimoto portable seismograph ; S : Strong Motion seismograph ; OT : Omori Tronometer ; NP : Nakamura portable seismograph.

Les stations de Hakodate, Ibukiyama, Ito, Iizuka, Karuizawa, Muroran, Unzendake ne figurent plus sur la liste.

---

(1) Il n'a pas été possible, faute de place, de reproduire la liste complète des séismographes utilisés et de leurs constantes ; cette liste a été envoyée à M. Charlier, chargé d'établir le catalogue des stations séismologiques mondiales.

*Innovation in Earthquake Observations.*

1) *Accuracy of Time.*

To meet the demands from many sides, the Central Meteorological Observatory made a project to improve the time accuracy in its earthquake observations. Under this project, new recording and time marking instruments have been installed at *Tokyo, Mito, Maebasi, Utunomiya,* and *Nagoya.* Though they are still under the test period, time accuracies of the above stations are believed to reach 0.1 second. This project will be continued, and in three years more than thirty stations are to be modernized.

2) *Strong Motion Seismographs.*

In order to take records of destructive earthquakes, the Central Meteorological Observatory developed two types of new strong motion seismographs. Their characteristics are as follows :

Type A : Horizontal and Suspended Pendulum — Three Components.

| Component | Mass | T | V | Damper |
|---|---|---|---|---|
| (H) | 6.1 kg | 6 sec. | 1 | Magnetic |
| (H) | 6.1 kg | 6 sec. | 1 | (up to aperiodic) |

Each component of type A can register the ground motions having the real amplitude of 3 cm.

Type B : Inverted Pendulum — Horizontal only.

| Mass | T | V | Damper |
|---|---|---|---|
| 10 kg. | 6 sec. | 4/10 | Magnetic (up to aperiodic) |

Type B can register the ground motins having the real amplitude of 12.5 cm.

Type A are installed at 44 stations and type B at 2 stations. With these seismographs, the motions of destructive earthquakes in their epicentral area which so far have been beyond registration are expected to be recorded.

3) *Long period Seismograph with a Mass of 1.000 kg.*

This seismograph has a mass of 1.000 kg. suspended by Zollner method, and its period is adjusted easily up to 60 seconds. Under the normal conditions its characteristics are :

| | |
|---|---|
| Total length | 360 cm. |
| Heigth | 280 cm. |
| Weigth of mass | 1.000 kg. |
| Geometrical magnification | 100 |
| Period | 45 sec. |
| Damper | Magnetic Damper |
| Recording method. | Smoked paper |

Owing to the large mass and long period records registered by the instrument are very beautiful, and phases are more easily determined especially in case of distant earthquakes.

II. *The Seismological Stations, connected with The Earthquake Research Institute, Tokyo University.*

*Correctif*

Les stations de Kamakura, Kiyosumi, Tagane, Titibu, Susaki ne figurent plus sur la liste.

III. *The Seismological Stations, connected with the Geophysical Institute of Kyoto University.*

*Sans changement*

IV. *The Seismological Station, International Latitude Observatory at Mizusawa.*

Mizusawa 39°08' 141°08' 61 m. OT (N, E), Na (N, E, Z).
OT : Omori Tronometer ; Na : Nasu Seismograph.

## MAROC

### *RAPPORT NATIONAL DE LA SECTION DE SEISMOLOGIE 1948—1951.*

1. — Le Service de Physique du Globe et de Météorologie de l'Institut Scientifique Chérifien dispose d'une unique station séismique, à l'observatoire *Averroës,* à Berrechid, à 40 km. environ de Casablanca.

Cette station, qui n'était munie jusqu'en 1950 que de 2 composantes horizontales Mainka (type S.O.M.), vient d'être dotée d'un séismographe vertical Wenner du modèle établi suivant les indications de MM. Coulomb et Grenet. Cet appareil est réglé à une période de 9 sec. et donne des amplifications de l'ordre de 800.

Ces appareils fonctionnent régulièrement. Des photocopies des séismes enregistrés sont fournis en particulier aux pays voisins Espagne, Algérie.

2. — Les enquêtes macroséismiques sont régulièrement poursuivies. Depuis 1948 un seul tremblement de terre important a ébranlé le 10 mai 1950 la partie septentrionale du Maroc. Son épicentre se situait sur le flanc N. du Jbel Ayachi à la jonction du Grand Atlas et du Moyen Atlas. Grâce aux documents fournis par la France, l'Algérie, l'Espagne et le Portugal une première étude de ce séisme a pu être publiée. Un travail complémentaire est en cours ainsi qu'une étude générale des séismes de l'Atlas marocain.

3. — La recherche de l'origine des agitations microséismiques est poursuivie. Elle sera facilitée maintenant par les inscriptions du nouveau séismographe plus sensible et d'autre part par l'enregistrement de la houle entrepris dans une nouvelle station d'océanographie physique qui vient d'entrer en service en juin 1951 à Ain-ed-Diab, à 4 km. de Casablanca.

L'enregistreur a été mis au point et fourni par le laboratoire de l'Amirauté britannique. Un analyseur de périodes permettra une comparaison plus précise des fréquences respectives de la houle et de l'agitation.

4. — *Bibliographie :*


BIDAULT (G.) et DEBRACH (J.), Physique du Globe et Météorologie au Maroc. Etat actuel de nos connaissances : Ch. III. Physique terrestre : II, Séismologie. *Volume jubilaire de la Société des Sciences naturelles du Maroc,* Paris-Rabat 1948.

DEBRACH (J.), Note préliminaire sur l'agitation microséismique au Maroc, *U.G.G.I., C.R. Oslo N° 9 et 9bis,* 1949, p. 33.

— Relations entre l'agitation microséismique et la houle. *Bull. Sc. C.O.E.C. du Maroc,* Casablanca 1949. 5, p. 23-27 et *Bull. Inform. C.O.E.C.,* Paris 1949, 6, p. 6-10.

— La 8me Assemblée de l'U.G.G.I. à Oslo, Travaux récents sur l'agitation microséismique, *C.R. Société des Sciences Naturelles du Maroc,* 1949, p. 10-15.

— L'agitation microséismique d'origine océanique, *Revue de géographie marocaine,* Rabat, 1949, p. 9-26.

— Premières observations relatives au tremblement de terre marocain du 10 mai 1950, *C.R. Société des Sciences Naturelles du Maroc,* 1950, 5, p. 77-79.

— Enregistrement à l'observatoire Averroës du grand tremblement de terre de l'Himalaya, 15 Août 1950, *C.R. Société des Sciences Naturelles du Maroc,* 7, p. 145.



Jean DEBRACH
Service de Physique du Globe et de Météorologie
de l'Institut Scientifique Chérifien,
2, rue de Foucauld, Casablanca.


## NORVÈGE

### *RAPPORT NATIONAL*

1. Station séismologique :
Jordskjelstasjonen, Universitetet, *Bergen.*
Appareils : Wiechert horizontal
Wiechert vertical
Bosch horizontal

2. Des recherches macroséismiques sont faites par l'envoi de questionnaires.

3. Des études spéciales sont faites sur les principaux tremblements de terre qui ont lieu en Norvège ou dans les régions maritimes voisines.

4. *Publications :*


Jordskjelv i Norge 1939-41, (*Earthquakes in Norway* 1939-1941), *Seismic Bulletin,* Bergen 1939-41.



Anders KVALE,
Directeur de l'Observatoire séismologique,
Bergen.

# NOUVELLE-ZÉLANDE

## *SEISMOLOGY IN NEW ZEALAND (1950).*

I. — *Seismic Activity in the New Zealand Region during the year 1950:*

During 1950, seismic activity in the New Zealand region reached its greatest intensity in the first three months. In January, a disturbance originating in Cook Strait, north-east of Queen Charlotte Sound, accounted for a considerable number of perceptible earthquakes, many of which were felt in Wellington and the surrounding region. Two shocks on 13th. January, within an interval of two minutes, reached intensity 5 on the Modified Mercalli Scale and caused some minor damage.

On 5th. February, a shock of instrumental magnitude 7, centred south-west of New Zealand, was felt in parts of Otago and Southland ; and on 6th., a shock reaching intensity M-M 5, centred in the Cheviot region of North Canterbury, was felt in eastern districts from Kaikoura to Akaroa.

The most severe earthquake of the year occurred on 28 th. February in the region between Taupo and Waikaremoana. It reached intensity M-M 6-7 at Te Whaiti, causing some damage in that area.

On 14th. March, a shock of magnitude 5½-6 in the eastern Bay of Plenty gave rise to sea disturbances along parts of the Bay of Plenty coast.

In June, two shocks in Hawkes Bay reached felt intensity 5-6 and 5, respectively. The second one was centred at depth 150 km. and was felt widely from the Bay of Plenty to Greymouth and Christchurch.

During the second half of the year several shocks of intensity M-M 5 occurred in various parts of the country. One of these, centred south of Milford Sound on 11th. October, reached intensity 5-6.

On 11th. December, a very large shock (magnitude 8-8¼). centred north-west of the Kermadec Islands, at depth 220 km., was felt with intensities varying up to M-M 4 in eastern districts of New Zealand as far south as Akaroa and about Cook Strait. The distance of Akaroa from the epicentre is approximately 1,170 miles. This distance of perceptibility appears to be at least equal to any previously recorded.

In all, 188 earthquakes were reported felt in New Zealand during the year. There were 156 in the North Island and 46 in the South Island ; 14 being felt in both Islands.

II. — *Seismograph Stations :*

Particulars of seismograph stations operating in New Zealand on 31st December 1950 are tabulated below :

| Station, Name and Abbreviation | Position Lat. S ° ' | Long E. ° ' | Height (feet) | Instruments |
|---|---|---|---|---|
| Wellington (WN) | 41 17 | 174 46 | 401 | Milne-Shaw, Galitzin-Wilip, Wood-Anderson, Wenner, Imamura. |
| Auckland (AK) | 36 52 | 174 48 | 250 | Milne-Shaw. |
| Tuai (TU) | 38 48 | 177 9 | 960 | Wood-Anderson. |
| New Plymouth (NP) | 39 4 | 174 4 | 112 | Wood-Anderson. |
| Havelock North (HN) | 39 41 | 176 53 | 60 | Jaggar. |
| Bunnythorpe (BT) | 40 17 | 175 36 | 197 | Imamura. |
| Takaka (TA) | 40 51 | 172 48 | 25 | Jaggar. |
| Cobb (CB) | 41 5 | 172 44 | 700 | Wood-Anderson. |
| Kaimata (KM) | 42 31 | 171 25 | 230 | Wood-Anderson. |
| Christchurch (CH) | 43 32 | 172 37 | 25 | Galitzin, Wood-Anderson. |
| Monowai (MN) | 45 47 | 167 37 | 538 | Jaggar. |

In November 1949, a Wood-Anderson seismograph was installed at Arapuni Hydro-Electric Station, but persistent large artificial disturbances rendered the records practically useless for earthquake recording. After vibration tests had been carried out, the seismograph was dismantled in September 1950 for removal to Karapiro Hydro Station, about 12 miles north-west of Arapuni.

The Wood-Anderson instrument at Cobb was out of action from 20th. September to 5th. December 1950, for removal to a new site, necessitated by Hydro Station extensions.

III. — *Seismograph Site Testing :*

Following the discovery of large artificial vibrations at Arapuni, a series of vibration tests was carried out in the North Island, on the sites of existing and proposed stations. Geophysical seismic survey apparatus was used in these tests. The experience of Arapuni shows the necessity of testing seismograph sites for the effects of artificial disturbances arising from traffic and heavy machinery ; and also for the effects of microseisms.

IV. — *Geophysical Conference.*

The Annual Geophysical Conference of the Department of Scientific and Industrial Research, held at Rotorua in November 1950, was attended by four members of the Seismological Observatory staff. Six papers were presented on various aspects of Seismology. Among other subjects discussed at the Conference was Seismology, particularly in relation to the thermal regions.

V. — *Research.*

Owing to the large amount of routine work involved in administering the New Zealand seismograph stations, handling the records and preparing material for publication, the Observatory staff has only a limited amount of time available for research.

During the year 1950, a considerable amount of the available time was spent in working up the results of seismograph site testing observations. Two papers were prepared by members of the staff. involving the results at Hydro-Electric Stations and at other sites of existing and proposed seismograph stations. Other subjects which received attention were : — (a) Detailed study of seismograms for determination of local wave velocities and crustal structure ; (b) Detailed mapping of sub-crustal seismic activity; (c) Measurement of wave periods in local earthquakes from Wood-Anderson seismograms.

Very little progress has yet been made with project (a). Recent work has served to emphasize the apparent complexity of crustal structure and new problems are continually arising. In several instances peculiar local anomalies have been revealed, the details of which have not been satisfactorily explained. Considerable progress has been made with project (b). In New Zealand, where local intermediate earthquakes occur, there is considerable scope for the close study of sub-crustal activity. A distinct advantage in this field of work lies in the fact that, owing to the comparatively clear records made by intermediate earthquakes, their centres can be located with greater ease and less probable error than shocks originating in the crustal layers, whose seismograms are complicated by crustal pulses and often rendered difficult of interpretation by weak or emergent P-waves. Present results on intermediate earthquakes have revealed some interesting features relating to the distribution of sub-crustal activity, which is confined to definite zones.

Project (c) was undertaken recently in response to a request for some information on wave periods in local earthquakes. In order to provide some provisional data, direct measurements of the periods in a number of local earthquakes were made from Wood-Anderson seismograms of six New Zealand stations. The results of these measurements have been published in stencilled form as Seismological Observatory Technical Papers Numbers 1-6.

Some attention has also been given to the subject of anomalies in earthquake magnitudes as revealed by individual station records.

VI. — *Engineering Seismology.*

Very little work has yet been carried out in New Zealand in this important branch of Seismology. As mentioned above, visual measurements of wave periods have been made from Wood-Anderson seismograms. For several years past a Wenner three-component Accelerometer has been in operation at the Observatory in Wellington. Several earthquake records from this machine have been analysed by the Dominion Physical Laboratory ; but no large shocks have yet been recorded by it.

VII. — *Publications :*

The Seismological Observatory publishes the following bulletins giving earthquake data from all New Zealand stations, and in addition, readings from the station at Suva, Fiji :

(1) Provisional Readings by Air-mail to a few selected stations; approximately every week.

(2) Monthly Provisional Bulletins of distant and local earthquakes (P-series).

(3) Quarterly Reports giving more details of distant earthquakes; and local shocks of magnitude $\geqslant 5$ (E-Series).

In addition to the above routine reports, bulletins of the S-Series are published from time to time. Most of these are results of research work in various aspects of Seismology.

The following bulletins in this series were published or submitted for publication during the year 1950:

1) HAYES (R. C.), Wave Periods in New Zealand Earthquakes-Measurements at Wellington, Christchurch, New Plymouth, Tuai, Kaimata and Cobb, published as Seismological Observatory *Technical Papers* 1-6.

2) — Earthquake Origins in New Zealand in 1949, publ. in *New Zealand Journal of Science and Technology.*

3) — The Cook Strait Earthquakes: 1950 January-February, publ. in *New Zealand Journal of Science and Technology.*

4) — Wave Periods in New Zealand Local Earthquakes, publ. in *New Zealand Engineering,* Vol. 5, No 10.

## VIII. — *Future Projects.*

Plans are at present in hand to increase the general seismograph station network by the addition of three new Wood-Anderson stations in the North Island. The installation of these is actually in process. It is also hoped in the near future to improve the seismic equipment at some stations, by the installation of more up-to-date instruments.

Timing at seismograph stations will soon be considerably improved by the installation of apparatus for the automatic recording of radio time signals. Apparatus for this purpose has been developed by the Dominion Physical Laboratory; and satisfactory tests have been carried out at the Observatory.

The Seismological Observatory will shortly be taking part in a project to explore crustal structure by means of artificial disturbances. This project is being organised by the Geophysics Division of the Department of Scientific & Industrial Research.

R. C. HAYES,
Director, Seismological Observatory
Wellington
(Department of Scientific and Industrial Research,
Geophysics Division).

# PAYS-BAS

## 1. — *SEISMOLOGICAL WORK OF THE ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE FROM 1948 TO 1951*

The principal seismographic station in the Netherlands is the Royal Netherlands Meteorological Institute, *De Bilt,* Netherlands ($\varphi = 52° 6'1$ N; $\lambda = 5° 10'6$ E). This station is equipped with a conplete set of Galitzin instruments with galvanometric recording (two horizontal seismographs with own period 25 sec. and one vertical with own period 12 sec.), one astatic horizontal Wiechert seismograph (200 kg.), and two Bosch pendulums (25 kg.).

The station issues a monthly report on recorded earthquakes, and a series of yearbooks (« Seismic records at De Bilt », before 1945: « Seismische Registrierungen in De Bilt »).

The magnetic observatory *Witteveen* ($\varphi = 52°$ 48'8 N ; $\lambda = 6°$ 40'1 E) was equipped in the spring of 1951 with a Grenet vertical seismograph (own period about 1 sec, maximum amplification about 5000).

A third seismographic station is *Heerlen* ($\varphi = 50°$ 53'0 N, $\lambda = 5°$ 59'0 E), where a one-second horizontal pendulum, mass 450 kg., is mounted in the Geological Museum, Heerlen.

*Publications :*

Seismic records at De Bilt, 1904—1946.

Preliminary Seismological Bulletin (appears monthly.)

SCHOLTE (J. G.), On the large displacements commonly regarded as caused by Love-waves and similar dispersive surface waves, *Proc. Kon. Acad.*, Amsterdam, **51**, 533, 642, 828 and 969, 1948.

— On true and pseudo Rayleigh waves, *Proc. Kon. Acad.*, Amsterdam, **52**, 652, 1949.

## 2. — *Seismological work of Oil Companies (Bataafse Petroleum Maatschappij and Nederlandse Aardolie Maatschappij).*

Several seismic field-parties have operated continually during the past years in the Netherlands. A great part of the country was covered by a rather dense network of stations, where reflection and refraction measurements were made.

J. VELDKAMP.

# PÉROU

## *NATIONAL REPORT FROM PERU*

Active interest on the part of the Peruvian Government in Geophysics greatly increased because of the generous transfer of the Huancayo Magnetic Observatory by the Carnegie Institution of Washington to Peru on July 1, 1947, and the creation of the *Institute Geofisico de Huancayo.*

The period following the transfer was characterized by increasing recognition of the importance of geophysics as evidenced by the fact that appropriations for Huancayo are at present five hundred per cent greater than those for the year 1948. Furthermore the proposed 1952 budget recognizes the importance of initiating research at the Huancayo Instituto, and is hence even larger. Financial aid was received from the Carnegie Institution of Washington through June, 1949, and since that time, operation of the ionospheric laboratory as an associated laboratory to the Central Radio Propagation Laboratory of the National Bureau of Standards in Washington, D.C., has resulted in additional income.

The Instituto Geologico del Peru, through its Director Dr. Jorge A. Broggi, who is also President of the Directive Committee of the Instituto Geofisico de Huancayo, has its own geophysical section, and has been responsible for the continued operation of an accelerograph in Lima for the purpose of recording violent earthquakes.

The framework for a Geophysical Union has been established and preliminary steps have been concluded to create the Instituto Geofisico del Peru.

After the transfer of the Huancayo Observatory all of the Carnegie Institution's staff was replaced by Peruvians, three of whom received training over a two and a half year period, in the United States, aided by fellowships provided by the Carnegie Institution of Washington and the National Bureau od Standards of the U.S.A. At the same time, the Observatory functioned continuously operating equipment for terrestrial magnetism, seismology, cosmic-rays, ionosphere and field intensity, spectrohelioscope observations and meteorology. The Atmospheric Electricity and Earth Currents were discontinued in 1946 ; the equipment however remains «in situ ».

Reduction of records, formerly done in Washington, was done at Huancayo and a series of monthly publications was initiated at the beginning of 1951. It has also been possible to do special experiments for the C.R.P.L. in the study of radio transmission modes ; to do field work for the I.A.T.M.E. Committee N° 11 « to promote observations of the daily variation of horizontal force between and near the geographic and magnetic equators », occupying fourteen stations in Peru, Ecuador and Colombia ; to cooperate with the Committee N° 7 of the IATME « to promote international comparisons of magnetic standards »; and through the Inter American Geodetic Survey to occupy six old and five new secular variation stations in 1949 and seven old and four new ones in 1950.

New ionospheric and field intensity equipment was received from the C.R.P.L. and a new Radio Laboratory constructed at Huancayo ; improvements have been made in the optical system of the seismographs and a microbarograph was installed in the cosmic-ray meter. Approval has been obtained, and certain funds allocated, for the construction of a new seismological station at *Iquitos,* Peru and for improvement of the vertical seismograph at Huancayo. Plans are also approved for the installation of an ionospheric station either in Lima or in Cerro de Pasco.

Preliminary steps have been taken to study the publication of the meteorological data which has been obtained during the past thirty years in this high altitude (Huancayo is at 3.350 meters above sea-level), southern hemisphere station.

The Instituto Geofisico de Huancayo will now attempt to initiate a research program and because of its long record, good equipment and its location, particularly its position on the magnetic equator, it feels that it can expect to interest scientists outside of Peru to devote some of their efforts at Huancayo. Through a grant from the Carnegie Institution of Washington an International Guest House has been built and is maintained at the Instituto.

Albert A. GIESECKE Jr.,
Director Tecnico
Instituto Geofisico de Huancayo.

## PORTUGAL

### *RAPPORT NATIONAL DU SERVICE SEISMOLOGIQUE 1948—1950*

1. Trois stations séismographiques sont actuellement en fonctionnement dans le territoire continental du Portugal en Europe et trois dans les îles Açores.

L'appareillage utilisé est le suivant :

a) *Station séismographique de Lisbonne* (38° 43', 0 N; 9° 08', 9 W) (Instituto Geofísico do Infante D. Luís) :

1 séismographe Wiechert de 1000 kg. de masse (enregistre les composantes NS et EW) ;
1 séismographe Wiechert de 1300 kg. de masse (enregistre la composante verticale) ;
1 séismographe Mainka de 450 kg. de masse (enregistre les composantes NS et EW).

b) *Station séismographique de Coimbra* (40° 12', 4 N ; 8° 25', 1 W) (Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra) :

1 séismographe Wiechert de 1000 kg. de masse (enregistre les composantes NS et EW) ;
1 séismographe Wiechert de 80 kg. de masse (enregistre la composante verticale).

c) *Station séismographique de Porto* (41° 08',2 N ; 8° 36',1 W (Instituto Geofísico da Universidade de Porto)

1 séismographe Agamemnon avec une masse de 80 kg. pour l'enregistrement des composantes NS et EW et une masse de 50 kg. pour l'enregistrement de la composante verticale ;

1 séismographe Bosch-Omori de 25 kg. de masse (enregistre les composantes NS et EW).

d) *Station séismographique de Ponta Delgada,* Açores (37° 44', 6 N ; 25° 39',7 W)
(Serviço Meteorológico Nacional)

1 séismographe Bosch-Omori de 25 kg. de masse (enregistre la composante EW).

e) *Station séismographique de Angra do Heroísmo,* Açores (38° 39', 3 N ; 27° 14', 1 W)
(Serviço Meteorológico Nacional)

1 séismographe Bosch-Omori de 25 kg. de masse (enregistre la composante NS) ;

1 séismographe Milne-Shaw de 450 kg. de masse (enregistre la composante EW).

f) *Station séismographique de Flores,* Açores (39° 26', 8 N ; 31° 07', 7 W)
(Serviço Meteorológico Nacional)

1 séismographe Bosch-Omori de 25 kg. de masse (enregistre la composante EW).

Tous les appareils ont l'enregistrement et l'amortissement mécaniques à l'exception du séismographe Milne-Shaw qui a l'enregistrement photographique et l'amortissement électromagnétique. Le déroulement par minute est de l'ordre de 15 mm.

Le contrôle du temps est fait par réception des émissions horaires par T.S.F., une ou plusieurs fois par jour.

2. Dans l'accomplissement de ce qui a été recommandé par la Res. 4 de l'Association Internationale de Séismologie à l'Assemblée de Strasbourg, 1947, un réseau d'informateurs séismologiques a été établi, en utilisant les observateurs des stations météorologiques dans tous les territoires portugais d'Europe et d'outre-mer.

Les informations, obtenues par moyen d'un questionnaire, seront publiées dans « Anuário Sismológico de Portugal ». Cet annuaire paraîtra l'année suivante à laquelle les observations se rapportent.

Toutes les fois que l'on estimera nécessaire pour une étude approfondie du séisme, on profitera des informations d'observateurs éventuels. Il a aussi été prévu l'emploi de questionnaires plus détaillés quant aux groupes 6 à 12 des questions incluses dans le questionnaire mentionné ci-dessus, si les effets du séisme le justifient.

3. Le Service Météorologique National, qui a la responsabilité des travaux de géophysique dans tous les territoires portugais, cherche à développer les études séismologiques et à contribuer pour

une collaboration effective dans cette branche de la géophysique. Dans ce but on prévoit l'installation de stations séismographiques dans quelques points des territoires portugais d'outre-mer, et des études préliminaires de l'installation de stations à *Luanda* (Afrique Occidentale Portugaise) et à *Lourenço Marques* (Afrique Orientale Portugaise) sont déjà commencées.

H. AMORIM FERREIRA,
Directeur
du Service Météorologique National.

## SUÈDE

### *SEISMOLOGY IN SWEDEN 1948—1951.*

1. — *Seismological Stations.*

*Uppsala.* The 1000 kg Wiechert horizontal seismograph has been in continuous operation (except for a short interruption in October, 1950). The seismic bulletin, (« Observations séismographiques faites à l'Observatoire météorologique d'Uppsala »), has been published yearly, and starting in September, 1947, also a preliminary bulletin is issued bimonthly and hitherto sent to the seismological centers at Strasbourg and Trieste. This service will be extended from the autumn of 1951 onwards.

The Uppsala seismological station, built in 1904 and belonging to the Meteorological Institute at Uppsala University, has in the autumn of 1950 — summer of 1951 been extended by another seismograph room with three concrete piers each of 150 cm edge length, directly on granite. Furthermore changes have been made in one room of the already existing building in order to make photographic registrations possible.

The first new instrument acquired is a short period vertical seismograph of type Grenet-Coulomb. It has been made at Elektrisk Malmletning Co., Stockholm, in 1950 by the help of drawings kindly supplied by Dr. Grenet. A grant was received for this work from « Statens Naturvetenskapliga Forskningsrad » (Science Research Council), Stockholm. The instrument will be in function from the early autumn of 1951.

*Kiruna.* Under the auspices of the Interim Management for the Research Stations in North Sweden, belonging to the Swedish Academy of Science (« Interimsstyrelsen för Kungl. Vetenskapsakademiens Forskningsstationer i Övre Norrland ») a new seismic station has been built in 1950—1951 at Kiruna in the far north of Sweden (lat. 67° 50'N, long. 20° 26'E). This has been made possible thanks to a generous donation from the town of Kiruna. The seismic station belongs to the intended geophysical observatory of the Swedish Academy of Science, but is under the direct supervision of the chief seismologist at Uppsala. — The seismic house is built directly on hard rock (porphyry) and contains one room for the

seismometers and another room for photographic registrations in addition to facilities for photographic work.

This station is in function from the beginning of July, 1951. The first new instrument is a short period vertical seismograph, type Grenet-Coulomb (obtained under the same circumstances as the Uppsala instrument and made in winter 1950-1951), and furthermore the complete Galitzin seismograph with all three components, which was in operation until 1943 at Abisko, has been put up here.

The records are analysed at the Meteorological Institute, Uppsala, from where also the bulletins will be issued.

*Abisko.* From 1943, when the Galitzin seismograph was taken down, only a small Wiechert horizontal seismograph (only N—S component) has been in operation here. No bulletins have been issued. This station was discontinued on July 12, 1951, when Kiruna was already in function.

*Lund.* The 1000 kg Wiechert horizontal seismograph has been in continuous operation. Records are sent to Copenhagen for analysis, but no bulletins are issued.

2. — *Seismological research.*

*Meteorological Institute, Uppsala.*

In the summer of 1949 a special department of seismology was created at the Meteorological Institute at Uppsala University, thus increasing the facilities for research work.

The seismological research at Uppsala has since 1947 mainly been concerned with the microseisms in Scandinavia. From an investigation of the Uppsala microseisms it was among many other things evident that both a coast effect and a cyclone effect exist simultaneously, but that in the case of Scandinavia the coast effect strongly dominates (see (3) in bibliography below). — Abrupt changes, generally increases, of the microseisms at Uppsala have been found to be simultaneous with cold front passages over the Norwegian coast (4). The cold front passage is accompanied by changes of wind velocity, effective coast length, and the turbulent state of the atmosphere, all of which are of microseismic importance. The effects have been studied both in general (by theoretical and empirical methods) and in application to special situations. — A comparison has been made between the microseisms at Bergen, Norway, and Uppsala (5), combined with theoretical studies of the distribution of microseismic energy.

*Swedish Geological Survey (« Sveriges Geologiska Undersökning », Stockholm.*

The compilation of data on felt shocks in Sweden has continued. During the decade 1941—1950 there have been an unusually small number of felt shocks in Sweden, all with relatively low intensity. The publication has therefore been postponed to include all the time 1941—1950 and is scheduled to appear towards the end of 1951. The previous report comprises the years 1936—1940 and was published in Sveriges Geologiska Undersöknings Ser. C, No. 440, Stockholm 1941.

During the years 1948—1951 data have been obtained for 7 felt shocks, of which, however, several seem to be very doubtful. The two greatest shocks are the following :

1948, March 4, 7h45m MET ; in the vicinity of Mariestad ; intensity IV ; felt over an area of 12000 km².

1950, March 29, 11h10m MET ; on the coast of Västerbotten ; intensity IV ; felt over an area of 18000 km² ; an aftershock was felt at a few places on April 4 at 6h10m MET.

3. — *Seismological publications 1948—1951.*


(1) BATH (Markus), Observations séismographiques faites à l'Observatoire météorologique d'Uppsala de janvier 1919 à septembre 1920 ; de juillet 1947 à juin 1948 ; de juillet 1948 à juin 1949 ; de juillet 1949 à juin 1950.

(2) — Some long period variations of microseisms, *Geof. pura e appl., Milano,* Vol. XII, Fasc. 3-4, 1948, (*Medd. Met. Inst. Uppsala,* No. 12).

(3) — An investigation of the Uppsala microseisms, Uppsala 1949 (*Medd. Met. Inst. Uppsala,* No. 14).

(4) — The microseismic importance of cold fronts in Scandinavia *Ark. f. Geofisik, K.Sv.Vet.-akad.,* Bd 1, No. 12, 1951 (*Medd. Met. Inst. Uppsala,* No. 21).

(5) — The distribution of microseismic energy with special reference to Scandinavia, *Ark. f. Geofysik, K.Sv.Vet.-akad.,* Bd 1, No. 13, 1951. (*Medd. Met. Inst. Uppsala,* No. 22).

(6) — Glimtar fran seismologien, *Kosmos,* Bd 27, 1949 (*Medd. Met. Inst. Uppsala,* No. 18).

(7) — HEDSTRÖM (H.) and KOLLERT (R.), Seismic sounding of shallow depths, *Tellus,* Vol. I, No. 4, Nov. 1949.



Dr. M. BATH,
Institut météorologique
Uppsala.


## SUISSE

### *RAPPORT SUR L'ACTIVITÉ DU SERVICE SÉISMOLOGIQUE SUISSE 1948—1950*

Les stations séismologiques suisses de *Bâle* (Dr. Bider), *Coire* (Prof. Dr. Kreis), *Neuchâtel* (Prof. Dr. Guyot) et *Zürich* (Dr. E. Wanner) ont fonctionné continuellement. Le parc des instruments n'a pas changé, de sorte qu'en principe ce sont toujours les enregistrements des appareils de de Quervain-Piccard qui ont été étudiés. Les dates d'observations les plus importantes ont été publiées dans les bulletins mensuels, tandis que la statistique complète des séismes enregistrés en Suisse est contenue dans les rapports annuels du service séismologique suisse. Ces rapports comprennent aussi les observations macro-séismiques de la Suisse.

Outre les observations régulières des tremblements de terre, de nombreux travaux dans le domaine de la séismologie appliquée ont été effectués. La bibliographie ci-jointe comprend les publica-

tions les plus importantes qui sont parvenues à la connaissance de l'auteur du présent rapport.

C'est un plaisir pour nous de mentionner que M. le Prof. Dr. Kreis a été nommé Docteur honoris causa de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich, en reconnaissance de son activité fructueuse dans le domaine de la séismologie expérimentale.

*Bibliographie*


1948

FLORIN (R.), KREIS (A.), SUESSTRUNK (A.), Die Anwendungsgebiete der angewandten Sismik in der Schweiz (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, St. Gallen, 1948).

— Ergebnisse seismischer Geschwindigkeitsmessungen in der Schweiz (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, St. Gallen, 1948).

SUESSTRUNK (A.), Auswertungstechnik und Anwendungsgrenzen refraktionsseismischer Messungen bei unregelmässiger Lagerung (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, St. Gallen, 1948).

OULIANOFF (N.), Séismologie et structure du soubassement des Alpes, (*Internat. Geological Congress :* Report of the 18th Session, Great Britain 1948, part V.).

WANNER (E.), Ueber den Tiefgang der Alpenfaltung, (*Ecl. geol. Helvetiae*, Vol. 41, Nr. 1, 1948).

— Erdbebengeräusche (*Geofisica pura e applicata*, Milano, vol. XII, 1948).

1949

GASSMANN (F.), Ueber kleine Bewegungen in nicht vollkommen elastischen Körpern (*Schweiz. Bauzeitung*, 67, Jg., Nr. 4, 1949).

GASSMANN (F.), WEBER (M.), Kristallbeschleunigungsmesser des Instituts für Geophysik (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, Lausanne 1949).

MONTANDON (F.), Sur les ondes séismiques du tremblement de terre valaisan de 1946 (*Archives des Sciences*, vol. 2, 1949).

OULIANOFF (N.), Commentaires géologiques des résultats du nivellement dans la région Sierre-Montana-Sion, effectué à la suite du séisme du 25 janvier 1946 (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, Lausanne, 1949).

— Considération géologique sur l'altimétrie de la région Sierre-Montana-Sion après le séisme du 25 janvier 1946 (*Bull. Lab. géol., min., géophys.*, Musée géol., Université de Lausanne, n° 94, 1949).

RŒTHLISBERGER (H.), Messung der Geschwindigkeit elastischer Wellen in Sandstein (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, Lausanne 1949).

WEBER (M.), CORTI (U. A.), Bewegungsstudien an Regenbogenforellen (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, Lausanne, 1949).

— Untersuchungen über die Vitalität von Fischen (*Schweiz. Zeitschr. f. Hydrologie*, Vol. XII, Fasc. 1/2).

WEBER (M.), Beitrag zur Messung von Erschütterungen (*Diss. ETH*, 1949 und
1950 *H.P.A.*, Vol. 32, Heft IV, 1949).

GASSMANN (F.), Elastische Wellen in porösen Medien (*ZS f. angewandte Math. und Physik* (ZAMP), Vol. I, Fasc. 2, 1950).

— Zur Theorie und Technik dynamischer Bodenuntersuchungen *Strasse und Verkehr*, No. 5, 1950).

GASSMANN (F.), Elastizität poröser Medien (*Verhandlungen der Schweiz. Nat. Ges.*, Davos, 1950).

— Elastische Wellen in einer Kugelpackung (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, Davos, 1950).

GASSMANN (F.), WEBER (M.), Schwingungsmesser mit elektronisch regulierbaren Konstanten (*Verhandlungen d. Schweiz. Nat. Ges.*, Davos, 1950).

SUESSTRUNK (A.), Seismische Gletscheruntersuchungen 1948-1950 (*Verhandlungen der Schweiz. Nat. Ges.*, Davos, 1950).

WANNER (E.), GRUETTER (M.), Etude sur les répliques du tremblement de terre du Valais de 1946 à 1950 (*Bull. de la Murithienne*, fasc. LXVII, 1950).

Dr. E. WANNER,
Station Centrale Suisse
de Météorologie
Zurich.

# TCHÉCO-SLOVAQUIE

## *RAPPORT SUR LE SERVICE SÉISMOLOGIQUE TCHECOSLOVAQUE DE 1948—1951*

1. *Stations séismologiques.* En automne 1948 on a réussi à assurer le fonctionnement régulier des stations de *Hurbanovo* (Stará Dala) et de *Skalnaté Pleso* (Hautes Tatras) en Slovaquie de sorte que le réseau séismologique tchécoslovaque, représenté par la station de *Praha* comme station centrale, celle de *Cheb* et les dites stations slovaques comme stations auxiliaires, a pu développer son activité dès le 1er janvier 1949.

En 1948 on a remplacé, à la station de *Praha,* le système enregistreur initial du Wiechert vertical 80 kg par un dispositif à torsion par lequel on a considérablement réduit la friction solide de l'appareil. On a obtenu des inscriptions nettes même pour de faibles séismes. En conséquence on a de même muni, en juin 1949, l'appareil horizontal Wiechert 200 kg de la station de *Skalnaté Pleso,* d'un mécanisme analogue. Au mois de juin 1949 on a installé à Praha la composante EW du séismographe à torsion, système Wood-Anderson modifié, construite dans l'atelier mécanique de l'Institut National de Géophysique et le 1er mai 1950 une deuxième composante du même type. Un appareil vertical à torsion pour la station centrale se trouve en cours de construction. Pour les trois composantes du type Galitzine on a déjà préparé à la station centrale les supports en fonte et les galvanomètres. L'appareillage des stations auxiliaires sera modernisé par des appareils à torsion dont on se propose de munir également les deux stations en préparation, situées à Mutenin (Forêt de Bohême) et à Brno.

2. *Analyse des séismogrammes.* Les inscriptions de toutes les stations sont dépouillées à la station centrale à l'aide d'une méthode

uniforme. Les résultats préliminaires de cette station sont présentés sous la forme des *bulletins décadaires* destinés à une information rapide des grands observatoires. Des résultats revus et complétés par des informations relatives à la position de l'épicentre, profondeur du foyer, magnitude etc. sont publiés comme *Bulletin mensuel* individuellement pour chacune des stations et envoyés à 60 stations étrangères. Plusieurs révisions et analyses additives précèdent la publication du *Bulletin séismique* annuaire qui est le même pour toutes les stations du réseau et passe en revue, autant que possible, des données informatives les plus complètes et des caractéristiques numériques qui pourraient être utilisées dans plusieurs directions. On y ajoute les distances et azimuths des séismes que l'on a calculés à l'aide des coordonnées des épicentres.

3. *Travaux de recherches.*

a) *Magnitude.* L'étude fondamentale a conduit à une formule relative à la station de Praha. On a commencé, à partir du 1er Avril 1949, à publier les magnitudes déterminées pour les amplitudes maxima de la composante horizontale des ondes superficielles d'une période de 20 secondes environ. La méthode du calcul étant basée sur les « revised values » de Pasadena, on a étudié les différences des magnitudes entre les deux stations et leur répartition géographique en signe et en valeur qui, dans quelques cas, s'est montrée bien caractéristique. On a aussi examiné l'influence de la profondeur du foyer sur les valeurs de la magnitude. Les résultats ont été publiés en tchèque et font l'objet d'une communication présentée à la 9e Assemblée. On a trouvé les corrections de magnitude pour les stations de Hurbanovo et Skalnaté Pleso par rapport à Praha. Une recherche spéciale a été consacrée à la détermination de la magnitude reposant sur les amplitudes maxima des ondes P, PP et S par une méthode modifiée de celle de M. Gutenberg. Les résultats en tout sont en accord avec ceux de Gutenberg, mais il semble qu'il y aura aussi des déviations caractéristiques pour certaines régions. La publication se trouve en préparation.

b) *Etude des chocs.* En continuant les recherches théoriques antérieures on a transformé les courbes de l'agrandissement dynamique et du décalage de phase valables pour le premier maximum du mouvement excité pour un choc non-périodique du type $Y = e^{-\lambda t} t^3$ en une forme utilisable pour l'analyse pratique des séismogrammes. Les résultats de cette étude confrontés avec ceux obtenus théoriquement pour les différentes formes de chocs par d'autres auteurs font l'objet d'une autre communication, présentée à Bruxelles.

En outre on étudie théoriquement un cas spécial de propagation du choc dans un solide élastique homogène et isotrope.

c) *Hodochrones locales.* On a rassemblé pendant plusieurs années des matériaux et on a effectué des calculs préparatoires pour la construction des courbes hodochrones, relatives à la station de Praha. Le tremblement du 20 Février 1950, 00 h. 14 TMG, ressenti en Hongrie et dans la Slovaquie du Sud a fourni un matériel précieux permettant d'étudier les vitesses des ondes dans les Carpathes et leurs dépendances. On étudie de même les temps de propagation

des séismes artificiels provenant principalement d'explosions industrielles, sur le territoire de la Bohême pour en déduire la structure.

d) *Microséismes.* On étudie les périodes et amplitudes des microséismes et leur corrélation avec la position et le mouvement des minima barométriques en se servant des méthodes graphiques de statistique. La structure du vent et les inclinaisons du bâtiment de la station centrale ont pu être analysées grâce à des conditions favorables en comparant les anémogrammes avec les inscriptions séismographiques simultanées. La publication est en préparation.

e) *Enquêtes macroséismiques.* On a organisé une enquête macroséismique à l'occasion d'une faible secousse (IV°) ressentie dans la région de Náchod (NE de la Bohême) le 30 Janvier 1949. Une action plus étendue a été entreprise après le tremblement déjà mentionné du 20 Février 1951, 00 h. 14 TMG, qui, grâce à la collaboration de l'Institut Séismologique de Budapest, a fourni un matériel riche et intéressant.

4. *Séismologie appliquée.*

Dans un certain nombre de cas il était nécessaire de réaliser des mesures à la surface ou sous le sol. Pour des buts pratiques on a observé la forme et mesuré les périodes et amplitudes des vibrations du sol à l'aide des vibrographes Schweydar, Cambridge et Spindler & Hoyer. En plusieurs occasions ces mesures ont été accompagnées d'une enquête macroséismique locale.

5. *Bibliographie séismologique 1948—1951 :*


ZATOPEK (A.), Sireni vychodoalpskych zemetreseni ceskym masivem (The propagation of East Alpine Earthquakes in the Bohemian Mass), en tchèque, résumé en anglais, *Publications de l'Inst. Géophys. Nat. Tchécoslovaque,* Travaux spéc. No 3, 69 pages, Praha 1948.

— Sur la propagation des séismes se produisant dans les Alpes orientales à travers le massif de Bohême, *Publ. du BCIS,* Série A, Travaux Scientifiques, Fasc. 17, pp. 123-132, Toulouse 1950.

Systémy setrvacné buzené nazarem (Systèmes à une masse stationnaire excités par un choc), en tchèque, *Fysika v technice (Physique dans les sciences techniques),* 3, pp. pp.79-87, 111-117, 140-Praha 1948.

— On the Movement of the Seismograph caused by two Special Motions of Shock Type, mémoire polycopié, présenté à la 8e Assemblée à Oslo, 1948, pp. 1-13.

— Sur le mouvement du séismographe sous l'influence de deux formes du choc, Résumé, *Publ. du BCIS,* Série A, Travaux Scientifiques, Fasc. 17, pp. 81-88, Toulouse 1950.

— Vzpominame prof. Dr V. Lasky (A la mémoire du Professeur Dr V. Laska), en tchèque, *Meteorologické zpravy (Journal de Météorologie),* 2, p. 100, Praha 1948.

— Zaklady seismiky (Eléments de la Séismologie), en tchèque, *Cesta k vedeni,* vol. 50, 124 pages, Praha 1949.

— Les tremblements de terre en Slovaquie en ancienne Russie Subcarpatique 1923-1938, *Publ. du BCIS,* Série A, Travaux Scientifiques, Fasc. 17, pp. 115-121, Toulouse 1950.

— Velicina magnitudo jako objektivni ciselna charakteristika zemetresne cinnosti (On the Magnitude Scale as Objective Numerical Characteristic of Seismic Activity), en tchèque, résumés en russe et en anglais, *Sbornik Cs. spol. zem.*, (*Journal of the Czechoslovak Geographical Society*), **55**, pp. 14-19, Praha 1950.

— Zemetresná cinnost v letech 1947 a 1948 (Activité séismique en 1947 et 1948), en tchèque, *Sbornik Cs. spol. zem.*, (*Journal of the Czechoslovak Geographical Society*), **54**, pp. 205-207, Praha 1949.

— Dynamical Magnification of a Seismograph Excited by a Shock of the Form $\lambda^n e^{-\lambda\tau} n$ *Cas. pro pest. mat. a fys.*, (*Journal Tchécoslovaque de Mathématiques et de Physique*), **75**, pp. 103-111, Praha 1950.

ZATOPEK (A.) et VANEK (J.), Regionální rozlození rozdílu $\triangle$ M veliciny magnitudo urcenych v Praze (On the Regional Repartition of Magnitude Differences between Pasadena and Praha), en tchèque, *Kartograficky prehled* (*Cartographical Review*), **5**, 41-55, 1 carte, Praha 1950 (résumé en anglais sous presse).

ZATOPEK (A.), K registraci pohybu svislice Zöllnerovymi kyvadly (On the Surface Registration of Movement of the Vertical by Zöllner Pendulums), en tchèque, résumé en anglais, *Cas. pro pest. mat. a fys.* (*Journal Tchécoslovaque de Mathématiques et de Physique*). **75**, pp. 400-418, Praha 1951.

b) *Bulletins :*

1) Bulletin décadaire, trois fois par mois, données provisoires de la station de Praha, par A. ZATOPEK.

2) Bulletin séismique préliminaire de la station séismologique de Praha, une fois par mois, par A. ZATOPEK, J. VANEK et V. KARNIK.

3) Bulletin séismique préliminaire de Cheb, une fois par mois, par A. ZATOPEK, V. KARNIK et J. NYKLES.

4) Bulletin séismique préliminaire de Hurbanovo, une fois par mois, par A. ZATOPEK, V. KARNIK et J. NYKLES.

5) Bulletin séismique préliminaire de Skalnaté Pleso, une fois par mois, par A. ZATOPEK, V. KARNIK et J. NYKLES.

6) Bulletin séismique des stations séismologiques de Praha et de Cheb, Années 1944 et 1945 (Praha 1948), 126 pages ; Année 1946 (Praha 1947), 106 pages ; Année 1947 (Praha 1948) 94 pages ; Année 1948 (Praha 1949), 106 pages, par A. ZATOPEK, J. VLCEK et J. IRGANG.

7) Bulletin séismique des stations séismologiques tchécoslovaques (Praha, Cheb, Hurbanovo et Skalnaté Pleso), Année 1949 (Praha 1950), 190 pages, par A. ZATOPEK et J. VANEK.

*Praha*, le 26 Juillet 1951.

A. ZATOPEK.

# TURQUIE

## I. *RAPPORT NATIONAL (1948—1950)*

En Turquie l'activité dans le domaine de la science séismologique commence à la fondation, en 1911, de l'observatoire de Kandilli ; en 1929 deux séismographes Wiechert (petit modèle) furent installés dans une chambre dépourvue des conditions nécessaires. En 1934 la construction d'un édifice constituant le siège d'un Institut Géophysique fut achevée et les petits appareils Wiechert avec deux Mainkas et trois Galitzine furent transportés et installés dans la salle souterraine de cette construction. Les observations commencèrent alors et furent publiées dans le bulletin trimestriel de l'observatoire. Après le tremblement de terre de Kirsehir (19 avril 1938) le nombre d'études séismologiques augmenta et de nombreuses publications concernant les divers tremblements de terre ressentis furent publiés.

L'observatoire de Kandilli, tout en poursuivant les enregistrements, a envoyé des équipes spéciales sur place pour l'étude séismotectonique des grands séismes ; malheureusement la plupart de ces rapports ne sont pas encore publiés.

En 1946 nous avons commencé à publier un bulletin préliminaire mensuel séparé contenant les heures des phases principales de chaque séisme ; ce bulletin est envoyé à toutes les stations séismologiques du monde. On a tâché de passer régulièrement par avion à Strasbourg et à 7 autres bureaux centraux séismologiques les phases principales de chaque séisme important dès son enregistrement.

En 1948 nous avons acquis un séismographe vertical à courte période à grande amplification (Coulomb-Grenet), que nous avons installé et qui fonctionne avec pleine satisfaction depuis 1949.

Nous avons préparé un projet pour fonder six stations et créer ainsi un réseau séismologique en Turquie ; nous avons acquis trois groupes de séismographes Mainka de 450 km. et trois pendulettes Brillié pour passer l'heure et les minutes aux séismographes. Mais malheureusement par suite de crédits insuffisants la construction des pavillons n'est pas achevée et les appareils ne sont pas encore installés. Des stations sont prévues à Ankara, Izmir, Antalya, Andana, Trabzon et Diyarbakir. L'observatoire de Kandilli est encore actuellement le seul Institut séismologique dans notre pays.

Mais en Turquie, dans le domaine de la science séismologique, on a exécuté d'autres travaux, dont les principaux sont les suivants :

1) Le Ministère des travaux publics a créé un Bureau séismique lequel s'est occupé de la question de la construction d'édifices résistant aux plus violents tremblements de terre. H. N. Pamir et moi, nous avons dessiné une carte de la séismicité de la Turquie. Et dans la réunion du « Congrès de Constructions » en 1948, on a tenté de fixer l'accélération à appliquer aux calculs statiques et dynamiques de divers types de constructions, selon les trois degrés d'intensité prévus dans cette carte.

Ce bureau séismique fonctionne actuellement et est rattaché à la Présidence des services de construction et d'urbanisme de ce

ministère et travaille en collaboration avec notre observatoire et un groupe de professeurs de l'Université Technique d'Istanbul.

2) Il faut signaler aussi les recherches et travaux exécutés à différents points de vue théoriques sur les violents tremblements de terre qui se sont produits en Turquie au cours des dernières années.

K. ERKMAN,
Directeur de l'Observatoire de Kandilli-Istanbul.

## II. *TRAVAUX SÉISMOLOGIQUES EN TURQUIE.*

*A la suite du rapport national du Dr Erkmann, nous croyons intéressant de publier le mémoire adressé au Secrétariat de l'Association internationale de Séismologie par le Dr E. Lahn. (N.D.L.R.).*

*Historique des Recherches :*

Aux temps de l'ancien Empire Ottoman, il n'y a pas eu en Turquie de recherches géologiques et sismologiques systématiques : les études sismologiques ont été limitées à quelques secteurs côtiers du pays se trouvant en contact avec l'étranger.

Les meilleures informations concernant les séismes des temps passés peuvent être puisées dans les dossiers des anciennes Cours de Justice Religieuse (Ser'iye Mahkemesi) conservés depuis des siècles dans certaines archives. Une autre source de renseignements est constituée par les inscriptions sur des bâtiments publics se rapportant à l'endommagement et à la reconstruction de ces bâtiments par suite de secousses sismiques.

Ce n'est qu'après la proclamation de la République Turque en 1923 et l'établissement ou l'élargissement des institutions scientifiques et techniques nationales, que des travaux séismologiques et géologiques ont pu être commencés d'une manière systématique. Actuellement, les établissements suivants s'occupent de recherches sismologiques :

*Institutions de recherche :*

L'Observation d'Istanbul-Kandilli dispose d'une station séismographique centrale équipée d'appareils Galitzin, Mainka et Wiechert; quatre stations secondaires doivent être créées. L'Observatoire publie un bulletin préliminaire mensuel et un bulletin tri-mensuel (1).

Les Services Géologiques des Universités d'Istanbul et d'Ankara, de l'Université Technique d'Istanbul, ainsi que le Département Géologique de l'Institut des Recherches Minières à Ankara (fonctionnant comme Service Géologique d'Etat) étudient sur place les effets des tremblements de terre ; le Service Géologique de l'Université d'Istanbul envoie aussi des questionnaires dans les régions éprouvées. Les résultats de ces investigations sont publiés dans les bulletins de ces établissements.

(1) Voir le rapport précédent.

Les départements compétents de l'Université Technique étudient les mesures constructives à prendre et les matériaux de construction à utiliser dans les régions sismiques.

Le Ministère des Travaux Publics (Direction Générale de Constructions et d'Urbanisme) entreprend depuis quelques années, les travaux suivants se trouvant en relation avec la question sismologique : Catalogue des secousses macroséismiques rapportées par les Directions des Travaux Publics dans les chefs-lieux de province; étude géologique des zones sismiques ; étude géologique des lieux d'habitation situés dans les régions sismiques ; revision et adaptation des plans de développement des villes selon les résultats des études sismogéologiques ; études sur les types de construction à utiliser dans les régions sismiques.

*Mesures législatives :*

Les mesures à prendre dans les régions sismiques de la Turquie sont déterminées par la loi N° 4623. Suivant les stipulations de cette loi, une carte sismologique de la Turquie a été dressée par les spécialistes des Ministères des Travaux Publics et de l'Instruction Nationale. Selon cette carte, la Turquie est divisée en : 1) régions sismiques de premier ordre (intensité Mercalli-Sieberg supérieure à 7 environ ; 2) régions sismiques de deuxième ordre (intensité : 5—7 approximativement) ; 3) régions sans danger.

Les constructions dans les zones sismiques de premier et de deuxième degré sont soumises à un règlement spécial élaboré par le Ministère des Travaux Publics, en consultant les règlements appliqués dans d'autres pays et en tenant compte de particularités économiques, géographiques et techniques de la Turquie.

*Répartition géologique et géographique des séismes en Turquie.*

La Turquie (l'Anatolie et la Thrace) toute entière fait partie de la zone orogénique alpine. En territoire turc, la région alpine a pu être subdivisée en trois unités tectoniques principales. L'axe Est-Ouest de l'Anatolie est occupée par la « Zone Intermédiaire » (comprenant massifs et plis intermédiaires) séparant le « Tronçon Dinaride » au Sud du « Tronçon Alpide » au Nord. L'avant-pays septentrional, la « Plateforme Russe », n'entre pas dans le territoire turc et l'avant-pays méridional, le « Bloc Arabe », n'apparaît que dans le Sud-Est de l'Anatolie.

Les plis et massifs compris dans ces unités tectoniques formées pendant la phase orogénique alpine sont traversés par de nombreuses dislocations « jeunes » appartenant à la phase cratogénique, c'est-à-dire à la dernière phase de mouvements survenus dans la région alpine. Ces dislocations se présentent sous forme de failles (parfois aussi de petits chevauchements) et de fossés (bassins d'effondrement) ; leur rejet vertical varie entre quelques mètres et plus de 1000 m. Parfois, ces dislocations n'affectent que les dépôts oligocènes et miocènes, mais souvent elles traversent aussi les terrains pliocènes et nous connaissons même des mouvements affectant des dépôts quaternaires.

Les secousses sismiques ne sont nullement en relation avec les unités orogéniques ; on trouve des épicentres dans les plis et massifs

intermédiaires aussi bien que dans les diverses unités dinarides et alpides. Par contre, les dislocations cratogéniques montrent des rapports très étroits avec les phénomènes sismiques. S'il y a, dans un système de dislocations, des accidents d'âge divers, ce sont souvent les lignes les plus jeunes qui sont les plus actives.

Il n'y a presque aucun endroit en Turquie, où des tremblements de terre ne soient pas sentis. Mais, les secousses causant des dégâts se produisent seulement dans certaines régions localisées du pays. On peut distinguer, en Turquie, plusieurs zones sismiques principales et un nombre de zones secondaires. Nous considérons ici comme « zone sismique principale » les régions dans lesquelles des tremblements de terre violents sont fréquents et, par conséquent, les dommages graves. Ces zones sont liées à des systèmes de lignes tectoniques importantes et étendues. Dans les « zones secondaires », les secousses destructrices sont rares, mais les secousses moins fortes y sont encore assez fréquentes ; ces zones sont en rapport avec des systèmes de dislocations moins importants, constitués soit par des branches latérales des zones principales, soit par des lignes tectoniques indépendantes.

*Zones sismiques principales :*

On a pu reconnaître, jusqu'à présent, trois zones sismiques principales, à savoir : la Zone Nord-Anatolienne, la Zone Ouest-Anatolienne (Zone de l'Egée-Marmara) et la Zone Sudest-Anatolienne.

*Zone Nord-Anatolienne :*

Cette zone prend son origine, à l'Est, dans le fossé de l'Aras Nehri situé en territoire russe ; elle traverse toute l'Anatolie Septentrionale de l'Agri Dagi, à l'Est, jusqu'au Golfe d'Izmit, à l'Ouest ; de là, elle se prolonge à travers la Marmara jusqu'au Golfe de Saros par l'intermédiaire d'une série de cuvettes tectoniques en partie sous-marines.

M. Blumenthal et H. N. Pamir, auxquels nous devons des études détaillées de cette zone, ont pu montrer que cette zone ne peut être interprêtée dans le sens d'une simple ligne ou faille; il s'agit, plutôt, d'un système compliqué de dislocations de toute sorte, comprenant des failles, des fossés, des cuvettes d'effondrement, etc., et occupant une bande de terrain plus ou moins large. Toutes les villes situées dans cette zone ont subi, au cours de leur histoire, des dégâts considérables. Cette zone a été très active au cours des dernières années; pendant la série de catastrophes survenues entre 1939 et 1944, des failles, crevasses et dislocations d'une longueur totale de 850 km. ont été ouvertes, selon H. N. Pamir, et des déplacements horizontaux d'un rejet jusqu'à 4 m. ont été observés. La partie de la zone nord-anatolienne entrée en activité au cours de ces séismes a une longueur de presque 1000 km. d'Adapazari, à l'Ouest, jusqu'à Tercan, à l'Est ; la longueur totale de cette zone dépasse 1500 km.

*Zone Ouest-Anatolienne :*

Cette zone doit son existence à l'effondrement des bassins de l'Egée et de la Marmara terminé vers la fin du Néogène. Par suite de ces mouvements, les secteurs de l'Anatolie voisins de ces deux bassins ont été couverts d'un véritable réseau de dislocations, le long

desquelles se trouvent disposés de nombreux centres sismiques produisant des catastrophes depuis les temps les plus réculés (1).

*Zone de l'Anatolie Sud-Est :*

Cette région est le prolongement Nord-Est du Fossé Syrien entrant, en territoire turc, au Sud d'Antakya. Elle comprend un certain nombre de bassins d'effondrement et de fossés en partie très actifs du point de vue sismique, s'étendant du Golfe d'Iskenderun, à l'Ouest, jusqu'au delà de la région de Van, à l'Est (2).

*Zones sismiques secondaires :*

Outre ces zones sismiques principales, on peut distinguer une douzaine de zones sismiques secondaires réparties comme suit à travers le pays : en Thrace : la zone d'Edirne ; en Anatolie Centrale : zones de Kirsehir-Yerköy, d'Akdag Madeni, de Kizilcahamam-Beypazari, d'Afyonkarahisar — Ilgin et de Kayseri — Erciyes Dagi ; en Anatolie Occidentale : zone d'Isparta-Dinar-Usak ; et Anatolie Sud-Est : zone d'Urfa ; en Anatolie Nord-Est et Est : zones de Kar-Çildir, de Bingöl-Varto et de Malazgirt.

*Frequence et intensité des séismes turcs, extension des dégâts :*

100 à 150 macroséismes légers (sans dégâts) sont annuellement enrégistrés en Turquie.

Outre de nombreuses secousses sismiques ayant produit des dégâts seulement dans des régions limitées, 13 grandes catastrophes sismiques sont survenues depuis 1938 :

En Anatolie Centrale : Kirsehir-Yerköy 1938 ; en Anatolie Septentrionale : Erzincan 1939, Erbaa-Osmancik 1942, Adapazari 1943, Amasya-Tosya 1943 et Bolu-Gerede 1944 ; dans la région égéenne : Dikili 1939, Ayvacik 1944 et Çesme-Karaburun 1949 : en Anatolie Sud-Est : Ceyhan-Misis 1945, Van 1945, Varto 1946 et Bingöl 1949.

Au cours de ces treize catastrophes, 50.000 personnes ont été tuées et 100.000 habitations démolies ou sérieusement endommagées. Approximativement 20.000 maisons ont été ruinées ou endommagées par des secousses moins graves non citées dans la présente note. A la suite de ces catastrophes, 100 localités environ ont été déplacées et reconstruites en des endroits plus surs, entre autres les villes d'Erzincan, d'Erbaa et de Resadiye.

On peut estimer à 100 Millions de Livres Turques la somme dépensée, jusqu'à la fin de l'année 1950, par les établissements officiels, par les organisations d'assistance sociale et par la population pour la reconstruction des régions dévastées.

Il n'est pas toujours facile d'établir ou d'estimer l'intensité des séismes survenant en Turquie, les constructions utilisées dans certaines régions — surtout rurales — étant trop légères pour pouvoir être comparées avec les types de construction, selon lesquels l'échelle de Mercalli-Sieberg a été établie. Néanmoins, les observations faites

---

(1) Voir plus haut p. 42, la communication de Mlle N. Pinar.

(2) Voir plus haut p. 43, la communication de M. Lahn.

sur des bâtiments de type européen construits sur un substratum solide montrent que des secousses sismiques du neuvième et même du dixième degré Mercalli-Sieberg ne sont pas rares en Turquie.

Selon un rapport inédit du Prof. J.-P. Rothé (Strasbourg), ainsi que selon les données publiées récemment par B. Gutenberg et C.-F. Richter (« Seismicity of the Earth »), deux tremblements de magnitude 8 (Marmara 1912 et Erzincan 1939) sont survenus depuis 1904 en Turquie, trois secousses de magnitude 7,3—7,5 (Erbaa 1942, Amasya 1943 et Gerede-Bolu 1944) depuis 1918 et six séismes de magnitude 6,0—6,9 depuis la même année.

*Bibliographie :*

*Etudes anciennes :*

Les études anciennes sur l'activité sismique en Turquie sont citées dans les listes bibliographiques annexées aux publications suivantes:


MONTESSUS DE BALLORE, Géographie Séismologique, 1906, Paris.

PHILIPPSON, Handbuch der reg. Geologie, V/2, Kleinasien, 1917, Heidelberg.

OSWALD, Handbuch der reg. Geologie, V/3, Armenien, 1912, Heidelberg.

SALOMON-CALVI, Untersuchungen über Erdbeben in der Türkei, 1940, MTA, Ankara.

SIEBERG, *Erdbebengeographie*, 1912, Berlin.

LAHN, Bibliographie Géologique de la Turquie, 1948, Türk. Jeol. Kur. Bült., 1/2, Ankara.


*Etudes modernes :*


1) ALAGÖZ (C. A.), Depremler, seylâplar ve meteroloji isleri ; *Ankara Univ. DTC Fak. Mecmuasi*, V/1, 1947, Ankara.

2) ARNI (P.), Kirsehir, Yerköy ve Keskin Zelzelesi (Zum Erdbeben von Kirsehir Yerköy und Keskin), *MTA*, 1938, Ankara.

3) BLUMENTHAL (M.), Eskipazar transversal daglarinin jeolojisi (Géologie des montagnes de la transversale d'Eskipazar), *MTA Mecmuasi*, 1941, Ankara.

4) — Simali Anadolu'da zelzele sahasinin jeolijisi (Zur Geologie der Landstrecken der Erdbeben von Nordanatolien), *MTA Mecmuasi*, 1943, Ankara.

5) — Lädik deprem hatti (La ligne sismique de Lädik), *MTA Mecmuasi*, 1945, Ankara.

6) — Niksar güneyindeki Kelkit dislokasyonu (Die Kelkit Dislokation südl. Niksar), *MTA Mecmuasi*, 1945, Ankara.

7) BIRAND (S. A.), Dikili Zelzelesi, *YZE.Ç., 51*, 1940, Ankara.

8) — Depremler, sebepler korunma yollari, 1944, Ankara.

9) — Bigadiç depremi, *YZE, Derg., 2*, 1944, Ankara.

10) CHAPUT (E.), Voyages d'études géol. et géomorph. en Turquie, 1936, Paris.

11) EGERAN (N.), Tectonique de la Turquie, etc. 1947, Nancy.

12) EGERAN (N.) ve LAHN (E.), 1/2, 4 Mil. mikyasli Türkiye Yerdepremleri haritasi hakkinda muhtira (Note sur la carte sismique de la Turquie au 1/2,400.000e), *MTA Mecmuasi*, 1944, Ankara.

13) EGERAN (N.) et LAHN (E.), Türkiye jeolojisi, 1948, Ankara.

14) KETIN (I.), Kurzer Bericht über die letzten Erdbeben in der Türkei, *Geol. Rdsch.*, 1947.

15) — Ueber die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Dezeniums, *Geol. Rdsch.*, 1948.

16) — Ueber die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Beben der letzten 10 Jahre (Son on yilda Anadolu'da vukuagelen büyük depremlerin mekanik-tektonik neticeleri), *Türk. Jeol. Kur. Bült.*, II/1, 1949, Ankara.

17) LAHN (E.), 1945 Van depremleri hakkinda not (Note sur les tremblements de terre dans la région de Van, 1945), *MTA Mecm.*, 1945, Ankara.

18) LAHN (E.), 1946 Denizli-Sarayköy-Buldan depremleri hakkinda not (Note sur les tremblements de terre dans la région de Denizli-Sarayköy-Buldan, 1946), *Türk. Jeol. Kur. Bült. 2/1*, 1948, Ankara.

19) LAHN (E.), Relations entre Tectonique et Séismicité en Turquie, *Bull. Soc. Géol. France*, 1947, Paris.

20) LAHN (E.), Seismological Investigations in Turkey, *Bull., Seism. Soc. Amer.*, 1949, Berkeley.

21) LAHN (E.), 1949 Karliova-Kigi depremi (Le tremblement de terre de Karliova-Kigi, 1949), *Türk. Cogr. Kur. Bült.*, 1950, Ankara.

22) PAMIR (H. N.), Kuzey Anadolu'da bir deprem çizgisi (Une ligne seismogène en Anatolie Septentrionale), *Istanbul Universitesi Fen Fac. Mecm.*, 1944, Istanbul.

23) PAMIR (H. N.), ve AKYOL (I. H.), Tepeköy-Torbali zelzelesi (Le tremblement de terre de Tepeköy-Torbali), *Univ. Jeol. Enst. Nes.*, 1928, Istanbul.

24) PAMIR (H. N.), Çorum ve Erbaa depremleri (Les séismes de l'Anatolie Septentrionale du 21-11-1942 au 20-12-1942), *Türk. Cogr. Bült.*, 1943, Ankara.

25) PAMIR (H. N.) und KETIN (I.), Das Anatolische Erdbeben Ende 1939, *Geol. Rsch.*, 1940.

26) PAMIR (H. N.), Das Erdbeben in der Türkei vom 27/28 Dez. 1939, *Geol. Rdsch.*, 1941.

27) PAMIR (H. N.) ve PARÉJAS (E.), 19-4-1938 Orta Anadolu yerdepremi (Le tremblement de terre du 19-4-1938 en Anatolie Centrale), *Ist. Fen Fak. Mecm.*, 1939, Istanbul.

28) PAMIR (H. N.) ve BAYKAL (F.), Bingöl mintakasinin jeolojisi (Géologie de la région de Bingöl), *Ist. Univ. Fen Fak. Mecm.*, 1943, Istanbul.

29) PARÉJAS (E.), AKYOL (I. H.) ve ALTINLI (F.), Erzincan Zelzelesi 27-12-39, Garp kismi (Tremblement de terre d'Erzincan, 27-12-1939, Secteur Occidental), *Ist, Univ. Fen Fak. Mecm.*, 1941, Istanbul.

30) PINAR (N.), Marmara Havzasinin jeolojisi ve sismik meteorolojisi (Géologie et météorologie sismique du bassin de Marmara), *Ist. Univ. Fen Fak. Mecm.*, 1943, Istanbul.

31) PINAR (N.), Ege bölgesinin tektonigi (Tectonique de la région égéenne), *Ist. Univ. Fen Fak. Mon.*, 1948, Istanbul.

32) PINAR (N.), 1949 Çesme-Karaburun Depremi (Le tremblement de terre de Çesme-Karaburun), *Ist. Univ. Fen Fac. Mecm.*, 1951, Istanbul.

33) PINAR (N.) ve FOUCHÉ (M.), Météorologie du tremblement de terre d'Erzincan (27-12-1939 Erzincan zelzelesinin meteorolojisi), *Ist. Univ. Fen Fak. Mecm.*, 1940, Istanbul.

34) PINAR (N.), 20-6-1943 Adapazari depreminin jeolojik ve meteorolojik incelenmesi (Etude géologique et météorologique du tremblement de terre d'Adapazari du 20-6-1943), *Ist. Univ. Fen Fak. Mecm.*, 1943, Istanbul.

35) SALOMON-CALVI (W.), 20-2-1940 Erciyes depremi (Das Erdbeben des Erciyes vom 20-2-1940), *MTA. Mecm.*, 1940, Ankara.

36) SALOMON-CALVI (W.), Türkiye de zelzelelere müteallik etüdler (Untersuchungen über Erdbeben in der Türkei), *MTA. Yay.*, seri B, 5, 1940, Ankara.

37) TASMAN (C. E.), Bolu-Gerede depremi (The Earthquake of Bolu and Gerede 1944), *MTA. Mecm.*, 1944, Ankara.

38) TASMAN (C. E.), Varto ve Van depremleri (The Earthquakes of Varto and Van), *MTA. Mecm.*, 1946, Ankara.

*Cartes :*

Türkiye Jeolojik Hartasi 1:800.000 (Carte Géologique de la Turquie au 1/800.000e), *MTA. Enstitüsü*, 1942-46, Ankara.

Türkiye Tektonik Hartasi 1:800.000 (Carte Tectonique de la Turquie au 1/800.000e), *MTA. Enstitüsü*, 1945, Ankara.

T. C. Yersarsintisi Bölgeleri Hartasi (Carte montrant les zones sismiques de la Turquie), *Bayindirlik Bakanligi* (Ministère des Travaux Publics), 1948, Ankara.

Dr. E. LAHN, Ankara.

## UNION SUD-AFRICAINE

### *SEISMOLOGY IN SOUTH AFRICA 1950*

The installation under the auspices of the Geological Survey of the Union, of a fourth Benioff short-period vertical seismograph has lately been completed at *Kimberley* which, together with others at *Pretoria, Grahamtown* and *Pietermaritzburg*, completes a network of stations suitable for the location and study of S. African earthquakes. These earthquakes are of a minor character and occur about one per month. Owing to the paucity and illiteracy of the population in certain districts, it has not hitherto been possible to obtain a satisfactory picture of their situation or of the seismicity of the country as a whole. A bulletin, dealing principally with the first arrivals of all earthquakes recorded by these instruments, is prepared and distributed regularly.

In addition to these instruments, the Milne-Shaw seismographs formerly at the University of Cape Town are in process of installation at the *Magnetic Observatory, Hermanus.* The only other seismograph operating in S. Africa is a 200 kg. Wiechert horizontal instrument at the Union Observatory, *Johannesburg.*

Much interest has been taken by the Bernard Price Institute of Geophysical Research, of the University of the Witwatersrand, in obtaining observations of tremors arising in the mining districts of the Witwatersrand. These can be recorded several times daily upon

suitable equipment at a few hundred kilometres distance, and are frequently shown by the short-period seismographs mentioned above. A recent study, over 500 km., gave P and S velocities in the upper layer of 6.09 and 3.68 km./sec., and in the ultrabasic of 8.27 and 4.83 km./sec. There are indications of an intermediate variation in velocity, but insufficient evidence is as yet available to specify its nature with confidence. The total depth of the crust appears to lie between 36 and 39 km.

Dr. P. G. GANE,
Director of the Bernard Price Institute
of Geophysics
University of the Witwatersrand
Johannesburg.

## UNITED STATES OF AMERICA

### *SEISMOLOGICAL ACTIVITIES IN THE UNITED STATES*

July 1, 1948 to June 30, 1951

(Report to the International Seismological Association through the American Geophysical Union. Prepared by Section of Seismology, Perry Byerly, President.)

*Foreword*

Seismological activities in the United States for the 3-year period ending June 30, 1951, continued unabated and in some respects expanded. As in the past a large portion of the work centered around the established programs of the U. S. Coast and Geodetic Survey, the Jesuit Seismological Association, the Seismological Laboratory of the California Institute of Technology at Pasadena, the Seismographic Station of the University of California at Berkeley that sponsors a group of subsidiary stations in northern California, and a large group of independent stations at various universities. Columbia University, New York, N. Y., inaugurated an expanded program of seismological research and established a laboratory at the Lamont Geological Observatory in Palisades, N. Y. The routine and research activities of these organizations are described in broad detail later in this report. A list of active seismological stations appears at the end of the report.

The work of the above groups included the instrumental location of earthquakes, the preparation of descriptive catalogs of current earthquakes, a publication on world seismicity with the most comprehensive magnitude analysis yet made, studies of crustal structure having important geological implications, the continued investigation of microseism-meteorological relationships, the observation of destructive earthquake motions and related engineering-seismology investigations, and instrumental development concerned to a large extent with visible recorders having electronic amplification.

In the period covered by this report the United States experienced only one earthquake of outstanding importance from the economic viewpoint. The Puget Sound earthquake centering near Olympia, Washington, on April 13, 1949, killed several persons but caused damage estimated greater than $ 25.000.000. One of the strong-motion seismograph records obtained in the epicentral area is the most important record of its kind thus far obtained by the Coast and Geodetic Survey. The next most costly earthquake was a light shock in the Long Beach area on November 17, 1949, that was felt over only a few miles but caused an estimated $ 9.000.000 damage to oil wells. About 100 wells were sheared by a horizontal slip at the 1800-foot level.

## I. — THE UNITED STATES COAST AND GEODETIC SURVEY

*Robert F. A. Studds, Director*

The U. S. Coast and Geodetic Survey is charged by law with making reports and investigations in seismology on behalf of the Federal Government. Its activities include the instrumental observation of distant and local earthquakes, the immediate location of important earthquakes, the gathering of general and statistical information on earthquakes, engineering-seismology investigations of destructive earthquake motions, geodetic surveys of seismic areas, and a policy of broad cooperation with other seismological organizations and the public.

The seismological program is conducted by the Seismology Branch of the Division of Geophysics. The following officers and geophysicists comprised the Washington Office staff of June 30, 1951: Captain Elliott B. Roberts, Chief, Division of Geophysics ; Commander William M. Gibson, Assistant Chief, Division of Geophysics ; Frank Neumann, Chief, Seismology Branch ; L. M. Murphy, Chief, General Seismology Section ; L. R. Burgess, Chief, Seismological Operations Section ; Dean S. Carder, J. Hershberger, R. M. Wilson, S. E. Warner, L. F. Bailey, G. S. Lee, R. O. Hutchinson, R. J. Brazee, R. D. Hillery, and L. Sylvia. The geodetic work of seismological interest was conducted by the Geodetic Division of the Survey under the direction of Captain H. W. Hemple, Chief, Division of Geodesy.

In San Francisco, a seismological field station is maintained to conduct operations in the Pacific Coast and western mountain region. This office is staffed as follows : Franklin P. Ulrich, Chief, Seismological Field Survey ; William K. Cloud, David J. Leeds, B. J. Morrill, and John J. McCue. A special field party with headquarters at Boulder City, Nevada, continued a local seismological program in the Lake Mead area under the sponsorship of the Bureau of Reclamation. This group consisted of Frank H. Werner, Chief of Party, and Charles F. Knudson.

*Teleseismic stations.* — The Survey operates six stations of its own and aids in the operation of seven others. Assistance is given nine independent stations through the interpretation of their records and publication of results. The results of twenty-two stations are published in the quarterly Seismological Bulletins of the Survey.

The following changes were made since the last report of this service was issued in 1948 :

(a) *Honolulu,* T. H. A short-period Sprengnether vertical and a visible electronic pen recorder were installed, the latter operating in conjunction with a Milne-Shaw horizontal component, to improve the seismic sea wave warning program which is directed from this observatory.

(b) *Sitka,* Alaska. An electronic pen recorder working in conjunction with a Wenner horizontal was installed to augment the seismic sea wave warning service.

(c) *Fairbanks (College), Alaska.* A Wenner horizontal was used to operate an electronic pen recorder in connection with the seismic sea wave warning program. Benioff short-period vertical instruments were installed at the observatory and at an outpost station.

(d) *San Juan,* P. R. A Benioff short-period vertical was installed.

(e) *Butte,* Montana. A Benioff short-period vertical was installed.

(f) *Columbia,* S. C. A long-period Sprengnether horizontal replaced one component of a McComb-Romberg installation.

(g) *The Grand Coulee,* Washington, station of the Bureau of Reclamation was transferred to Hungry Horse Dam near Columbia Falls, Montana.

(h) The Bureau of Reclamation station at *Overton,* Nevada, was reactivated, the Benioff vertical at Pierce Ferry was moved to an outpost station, and a vertical Benioff was installed at *Nelson,* Nev., 17 miles south of Boulder City.

(i) *Tucson,* Arizona. An electronic pen recorder was installed as part of the seismic sea wave warning program.

(j) *Washington,* D. C. An electronic visible recorder was installed in the Survey Office.

*Immediate epicenter information service.* — Through the cooperation of the State Department and the communications services of various other agencies, more than a thousand earthquake messages are received monthly from about 35 foreign and 25 domestic stations. The number of epicenter locations issued on postal cards in cooperation with the Jesuit Seismological Association and Science Service now exceeds 600 annually. The great eastern Himalayan earthquake of August 1949 was located within five hours of its occurrence.

*Seismological bulletins.* — Because of the pressure of other projects the quarterly Seismological Bulletins have not been issued beyond 1945 except for a new series beginning with January 1949. The expanded preliminary epicenter information is greatly facilitating preparation of the later reports. It is planned to bring the earlier series up-to-date as soon as possible.

*Engineering-seismology program.* — The distribution of accelerograph stations continued as outlined in the 1948 report. Perfor-

mance was improved by the installation of unifilar suspensions in all of the accelerometer units, thus making the determination of displacement by double integration more reliable. Valuable accelerograph records were obtained during the Puget Sound, Washington, earthquake of April 13, 1949, and a comprehensive report on both instrumental and noninstrumental results is in preparation.

The earthquake information service outlined in the 1948 report was continued. In 12 States of the Pacific Coast and western mountain region this service is closely allied with the strong-motion program. The Puget Sound earthquake previously mentioned was the outstanding earthquake in the United States, reaching intensity VIII (Modified Mercalli Scale) at distances 85 miles from the epicenter. New and interesting relationships between acceleration, period, local geology, intensity, and epicentral distances are under study at the present time.

*Seismic sea wave warning service.* — The feasibility of warning the civil and military authorities of the Hawaiian Islands of the possible occurrence of seismic sea waves was definitely established. Small tidal waves noticed only on tide gages in the Islands were forecast on a number of occasions. Visible-recording seismographs with warning devices at *Honolulu, Tucson, Sitka, and College,* together with priority communications services furnished by various military and civilian groups form the nucleus of the system. Coast Guard stations in epicentral areas are alerted when necessary for information to definitely establish whether or not a local seismic wave has occurred.

*Special projects.* — Tiltmeters were continued in operation on the campus of the University of California in *Berkeley,* Calif., and in *Long Beach,* Calif., under the direction of the City Engineering Department. The Survey was called upon to observe ground, dam, and building vibrations in connection with various types of engineering-seismology problems. It also participated in a number of large controlled explosion tests to accumulate seismic wave velocity and ground vibration data.

Geodetic surveys of seismological interest consisted chiefly in repetition of triangulation and precise leveling surveys in unstable areas near San Francisco Bay and in southern California. A basic net of first-order levels in the Central Valley was completed. Repetition of first-order level surveys in the Lake Mead area indicated continued subsidence since the lake was filled more than 10 years ago. A program partially realized in past years calls for resurveys of certain areas every 10 years including the repetition of precise azimuth determination in one area to detect possible drift.

Captain E. B. Roberts represented the United States at the first meeting of the Subcommittee on Seismology of the Pan American Institute of Geography and History in Santiago, Chile, in October 1950. The Survey maintains six accelerograph stations in Central and South America with the cooperation of local geophysical and engineering organisations.

After some years of experimentation, an electronic pen recorder activated by a light beam from regular seismographic equipment

was perfected and has given satisfactory results over several years. In the laboratory special attention was given the calibration of galvanometric instruments, and apparatus was obtained for the construction of a shaking table with a wide range of frequencies.

A publication on the interpretation of seismograms will soon replace an obsolete pamphlet on that subject that has been in steady demand. A descriptive catalog of the more important earthquakes of California and western Nevada was brought up-to-date.

*Reports and publications.* —

(a) *United States Earthquakes,* an annual seismological publication, essentially a descriptive catalog of earthquakes felt over the entire country and outlying territories. The 1949 issues is now in press.

(b) *Seismological Bulletin,* quarterly tabulation of teleseismic data for all Coast and Geodetic Survey and cooperating stations ; Issued through last quarter of 1945, 1946-48 reports temporarily suspended ; First quarter of 1949 now in press.

(c) *Preliminary Determination of Epicenter cards,* giving immediate determinations of epicenters based on telegraphic and airmail data. Current.

(d) *Engineering-Seismology Bulletin,* formerly Progress Report on Strong-Motion Earthquake Work, a quarterly report containing preliminary analyses of strong-motion records, notes on important shocks, and miscellaneous notes. Current.

(e) *Abstracts of Earthquake Reports for the Pacific Coast and the Western Mountain Region,* reports of noninstrumental data collected and published quarterly. Current.

(f) The Determination of True Ground Motion from Seismographic Records, Special Publication No. 250.

(g) Earthquake History of the United States, Part II, California and Western Nevada, Serial No. 609, revised 1951 edition, in press.

(h) Principles Underlying the Interpretation of Seismograms, Special Publication No. 254, in press.

## II. — THE JESUIT SEISMOLOGICAL ASSOCIATION

*Prepared by the Central Station at Saint Louis*

(Additifs et Correctifs au Rapport publié dans les Comptes Rendus des Séances de la 8ème Conférence, Oslo 1948, pp. 133-134.)

*Seismological Stations :*

*Buffalo* (N. Y.) (Canisius College) add: Sprengnether short-period Z.

*Cincinnati* (Ohio) (Xavier University) add: Electromagnetic type EN and short-period Z.

*New York* (N. Y.) (Fordham University) add: Sprengnether short-period ENZ.

*Spring Hill* (Mobile Co., Ala.) add: Eisele short-period Z.

*El Paso* (out of action).



*

*Bulletins:* Since the last meeting of the International Union of Geodesy and Geophysics in 1948 the Central Station has published 363 numbers of the *Preliminary Bulletin* of the Jesuit Seismological Association summarizing the data available and giving the tentative epicenter and the depth of focus according to the Brunner chart.

## III. — THE PASADENA SEISMOLOGICAL LABORATORY

*of the California Institute of Technology*

*Prepared by the Laboratory* (1)

In addition to those published during 1950 (list at end) the following research activities have been carried forward.

Instrument development under Benioff has been concerned chiefly with modification of the capacity transducer seismometer mentioned in our previous report. In its present form the mechanical moving element is positioned between two fixed capacitor plates so that motion of the element produces increments of capacity of opposite sign in the two condensers. The two condensers are shunted by inductances of equal size so mounted as to have low mutual coupling. The two tuned circuits thus formed have the same resonant frequency — approximately 10.75 MC. The two inductors are coupled to the output circuit of an electroncoupled frequency doubling crystal oscillator operating at 10.70 mega-cycles. When the moving mechanical element is positioned midway between the two fixed capacitor plates the two circuits are each detuned 50 KC from resonance, at which point they each have currents 0.7 times the resonant current. The two tuned circuits operate two germanium crystal diodes which are connected to a resistive bridge circuit. Output from the bridge is taken through a large capacitor which with the bridge resistors has a time constant of 100 or 1,000 seconds depending upon the application. The instrument has demonstrated good stability for use with galvanometers having periods from 0.1 second to 15 seconds. With 90- second period galvanometers the stability is not yet satisfactory. Operating on a pendulum with 1 second period the transducer output is approximately 10 times the maximum required to drive a 0.1 second galvanometer to record short-period microseisms at Pasadena.

The recording equipment for use on the project sponsored by the Geophysical Research Directorate of the Cambridge Field Station, AMC, United States Air Forces, has been placed in routine automatic operation.

A microbarograph with moving conductor transducer (H. Benioff and B. Gutenberg, 1939) has been modified by H. Benioff and is in continuous operation at the Seismological Laboratory. The instrument records on 35 mm film with a recording speed of 0.25 mm/sec. and with a galvanometer having a period of 0.25 second. The high frequency response of this combination is controlled by a capillary passing through a plate mounted in front of the moving diaphragm of the responding element.

(1) For the work in 1948 and 1949, see further on p. 277, under *Seismological Literature.*

Continuing the investigation of propagation of seismic waves in the core of the earth, B. Gutenberg has studied amplitudes and travel times of PKKP and P'P'. He has found that the energy spectrum for waves through the core differs from the corresponding spectrum for waves through the mantle only. Waves with periods over 4 seconds exhibit relatively small amplitudes in P' and P'P'; PKKP waves with periods of more than 3 seconds are rare. PKKP through the inner core is usually not observed, in agreement with theoretical expectation. The fact that PKKP through the outer part of the core is well observed indicates a ratio of probably at least 1.7 for the densities inside and outside the outer core. At the boundary of the inner core (radius about 1300 km.) the velocity increases from about 10 to about 11 km/sec. within roughly 100 km. and is about 11.2 km/sec. in most of the inner core. No indication of a decrease in velocity with depth near the inner core could be found. P'' at distances between its beginning near 105° and a distance of about 125° is probably mainly due to waves reflected outside at the boundary of the inner core.

In a further investigation on waves reflected at the core K. Ergin found that the abnormal ratios of horizontal to vertical components reported previously result from the fact that the horizontal and vertical component maxima in PcP, ScP, PcS, and ScS are not simultaneous. A possible cause of the minor component (perpendicular to the direction of the expected motion) is transformation between longitudinal and transverse waves at discontinuities in the crust.

Determinations of magnitudes and locations of epicenters of earthquakes supplementary to *Seismicity of the Earth* have been carried forward by B. Gutenberg and C. F. Richter.

Our station at Crestline was destroyed by fire on August 31. The instruments formerly at Pomona College have been moved to Dalton at the Big Dalton Dam of the Los Angeles County Flood Control District. We are much indebted to the officials and personnel of the District Office for providing adequate housing and maintenance. The station at China Lake has been placed on a permanent basis with excellent cooperation from the officers and personnel of the Naval Ordnance Test Station at Inyokern where a new seismometer vault and recording room have been provided. A short-period Benioff vertical component seismograph with paper recorder is operating with the maximum available sensitivity of the instrument. A film recorder has been modified by F. Lehner to accommodate a longperiod galvanometer for use with the same vertical seismometer. This instrument has been operating satisfactorily under test and is now ready for installation at China Lake.

Dr. Markus Bath of the University of Uppsala arrived late in the year for several months of study and research in seismology. Dr. Gutenberg attended a conference concerning the evolution of the earth which was held from January 22 to 25 at Rancho Santa Fe. Calif.

Dr. Gutenberg and Dr. Benioff participated in a Colloquium on plastic flow and deformation within the earth at Hershey, Pa.,

September 12 to 14, and are members of the committee editing its proceedings.

On February 28 an unusually large shock at intermediate depth (magnitude 7 ¾) occurred off Hokkaido. On August 15 there was a very large shallow shock in southeastern Tibet, for which the preliminary magnitude is 8.6. There was extraordinarily high activity during the first half of December, including the following large shocks (magnitudes 7 ¾ to 8) : Dec. 2, New Hebrides ; Dec. 9 Chile ; Dec. 10, Kermadec Islands ; Dec. 14, Tonga Islands ; Dec. 14, Mexico. The last four of these were at intermediate depth. Even without that in February, they represent the greatest release of seismic energy at intermediate depth in any year since 1903, when adequate instrumental data first began to be available.

The shock on December 2, at a depth of about 40 km., had an extraordinarily long series of recorded aftershocks which are being investigated by Dr. Benioff.

An exceptional swarm of shocks of magnitudes up to 5½ originated in the northern Imperial Valley near Calipatria and Niland from July 27 to August 1.

The following Laboratory publications appeared during 1950 :

BENIOFF (H.), GUTENBERG (B.) and RICHTER (C. F.), Progress Report, Seismological Laboratory, California Institute of Technology, 1949, *Trans. Amer. Geophys. Union*, Vol. 31, pp. 463-467.

GUTENBERG (B.), Structure of the Earth's Crust in the Continents, *Science*, Vol. 3, N° 2872, pp. 29-30.

GUTENBERG (B.), Earthquakes in North America, *Science*, Vol. 3, N° 2883, pp. 319-324.

GUTENBERG (B.) and RICHTER (C. F.), Géographie des Tremblements de Terre et Dynamique de la Croûte Terrestre, *Annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg*, vol. 5, 11 pp.

MARTNER (S. T.), Observations on Seismic Waves reflected at the Core Boundary of the Earth, *Bull. Seis. Soc. Amer.*, Vol. 40, 95-109.

RICHTER (C. F.), History and Applications of the Magnitude Scale, *Publ. du Bureau Central Séismolog. Internat.*, Série A., Travaux Scientifiques, Fasc. 17, pp. 217-224.

RICHTER, (C. F.), Velocities of P at Short Distances, *Bull. Seis. Soc. Amer.*, Vol. 40, pp. 281-289.

## IV. — THE SEISMOGRAPHIC STATIONS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Since the 1948 meeting of the International Union three new stations have been added to the University of California network. The station *Arcata* is located on the campus of the Humboldt State College, Arcata, Calif., latitude 40°52.6' north, longitude 124°04.5' west, elevation 60 meters. The equipment consists of three short-period (1.5 sec.) Sprengnether seismometers. This station is on rock but near the coast and is much disturbed by microseisms.

The station *Reno* is located on the campus of the University of Nevada, latitude 39°32.3' north, longitude 119°48.8' west, elevation

1386 meters. The equipment is the same as that at Arcata. The station is on an alluvial fan.

The third station is at *Corvallis,* Oreg, on the campus of the Oregon State College. It is not yet in successful operation due to difficulties in receiving radio time signals. It is equipped with a three-component Slichter seismometer, period 1 second, bow-string magnification of 10,000.

Activities of the station other than those reported in the bibliography below include :

(a) Studies of the energies in earthquakes from a summation of the recorded waves.

(b) Studies of peculiar slow speed surface waves in the San Joaquin Valley alluvium. There are several groups of Love and Rayleigh waves observed here.

(c) Theory of the seismograph with tilts.

(d) Study of Rayleigh waves by Dr. Jack Evernden indicating that the direction of approach of Rayleigh waves into the area of the San Francisco Bay stations varies with time. In particular for earthquakes from South America much of the shorter period coda is pure Rayleigh motion arriving from the southwest. These waves have been refracted through the Pacific due to the higher wave velocity in that region. They arrive after the longer waves which have come on a direct path. There is considerable variation in direction of approach as observed from the « tripartite » stations, Berkeley, San Francisco, and Palo Alto. For a given wave period the velocity so found, i. e. the velocity across the net, is independent of direction of approach. Scattering or refraction and not dispersion alone accounts for the length of the Rayleigh train.

(e) We have found that for all the larger earthquakes in Hawaii strong T waves, water-borne, are recorded at the San Francisco Bay stations even though earth waves are absent or very weak.

The following articles have been published in the Bulletin of the Seismological Society of America during the 3-year period of this report :

ROBINSON (Harry B.) and BYERLY (Perry), Earthquake Swarm in Lassen Volcanic National Park, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 38, N° 3, pp. 179-193, 1948.

STANLEY Voigt (Dorothy) and BYERLY (Perry), The Intensity of Earthquakes as rated from Questionnaires, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 39, N° 1, pp. 21-26, 1949.

BYERLY (Perry), MEI (Alexis I.) and ROMNEY (Carl), Dependence on Azimuth of the Amplitudes of P and PP, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 39, N° 4, pp. 269-284, 1949.

BYERLY (Perry) and EVERNDEN (Jack F.), First Motion of Earthquakes recorded at Berkeley, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, Vol. 40, N° 4, pp. 291-298, 1950.

## MISCELLANEOUS ACTIVITIES

Seismological station changes not previously mentioned include: *Seattle.* Wash. Installed three short-period Sprengnethers and two long-period horizontals. *Lawrence,* Kans. A short-period Sprengnether vertical and two long-period horizontals were installed at the University of Kansas. *Palisades,* N. Y. Twelve instruments were installed at the Lamont Geological Observatory, including long- and short-period Benioffs. *Hartford,* Conn. A three-component Leet-Blumberg assembly was installed at Trinity College. *Morgantown,* W. Va. A three-component Sprengnether assembly was installed at West Virginia University.

*Lamont Geological Observatory.* — This group of geologists and geophysicists under Dr. Maurice Ewing directed its efforts chiefly toward seismic surveys of the ocean bottom in certain areas of the Atlantic, in theoretical and observational investigations pertaining to the transmission of seismic waves through oceanic sediments and bedrock, and to the transmission of elastic waves through the ocean, especially those generated by earthquakes.

*Microseism investigations.* — The greatest effort in this field was made by the Aerological Service of the United States Navy which continued its microseism-meteorological investigations. The chain of stations in the West Indies was continued in operation and new stations were set up in the western Pacific area. Instrumentation was improved and special studies were undertaken to analyse in more precise detail the relation between the direction of microseismic vibrations and hurricane positions.

*Organizations :* — The following are the principal active seismological organizations : (1) The Section of Seismology, American Geophysical Union, (2) The Seismological Society of America, (3) The Eastern Section of the Seismological Society of America, (4) The Jesuit Seismological Association, and (5) The Northeastern Seismological Association. All of these groupe held annual meetings except the last mentioned which is a working group engaged mainly in locating earthquakes in the northeastern section of the United States and eastern Canada.

*Cooperation with American Republics :* — The first meeting of the Subcommittee on Seismology of the Pan American Institute of Geography and History was held in Santiago, Chile, in October 1950. Captain E. B. Roberts of the U. S. Coast and Geodetic Survey acted as reprensentative of the United States. Ing. Federico Greve, President of the Subcommittee, and Director of the Seismological Institute of the University of Chile prior to the meeting, collected considerable literature for a library of seismological information and the subcommittee at its first meeting recommended a broad program of seismological investigation for adhering countries.

*Engineering-seismology investigations :* — In the Pacific Coast area an Earthquake Engineering Research Institute was formally

incorporated to aid in the solution of engineering-seismology problems. The operation of a laboratory is one of the primary objectives of the organization. Within the last few months a joint committee of two engineering groups issued a report recommending the introduction into building codes of a new information regarding earthquake stresses on structures.

*Seismological literature.* — The principal periodicals devoted to seismological investigation continued to be the Transactions of the American Geophysical Union, the Bulletin of the Seismological Society of America, and Earthquake Notes, the organ of the Eastern Section of that Society. Papers of seismological interest also appeared in the Journal of the Geological Society of America and other periodicals. Outstanding among books on seismology was *Seismicity of the Earth* by Gutenberg and Richter, published in 1950. This is the most comprehensive work yet published on this subject and is especially valuable because of its treatment of the earthquake-magnitude problem. L. Don Leet published a book entitled « *Earth Waves* » dealing largely with seismology.

Progress Reports for the Seismological Laboratory, Pasadena and its auxiliary stations have been published in the *Transactions of the American Geophysical Union* as follows :

« Earthquake Study in Southern California, 1948 », *Trans. A.G.U.*, vol. 30, N° 4, Aug. 1949, pp. 595-597.

« Progress Report, Seismological Laboratory, California Institute of Technology, 1949 », *Trans. A.G.U.*, vol. 31, N° 3, June 1950, pp. 463-467.

ANNEXE

## *TELESEISMIC STATIONS OF THE UNITED STATES AND OUTLYING AFFILIATED STATIONS*

*as of June 30, 1951.*

(Additifs et Correctifs à la liste publiée dans les Comptes Rendus des Séances de la 8e Conférence, Oslo 1948, p. 139-147.)

### I. UNITED STATES COAST AND GEODETIC SURVEY AND COOPERATING STATIONS.

| | |
|---|---|
| Grand Coulee Dam, Wash. | transferred to Hungry Horse Dam. (Mont.). |
| Hungry Horse, Mont. | Bureau of Reclamation and Coast and Geodetic Survey. C. H. Spencer. |
| add : | |
| Overton, Nev. | Bureau of Reclamation and Coast and Geodetic Survey. F. H. Werner. |
| Salt Lake City, Utah. | University of Utah. A. Anderson. |
| Washington, D.C. | Coast and Geodetic Survey. Elliott B. Roberts. |

### II. JESUIT SEISMOLOGICAL ASSOCIATION STATIONS.

| | |
|---|---|
| El Paso, Tex. | (out of action) |

III. PASADENA SEISMOLOGICAL LABORATORY STATIONS.

add :

| | |
|---|---|
| China Lake, Calif. | Auxiliary station on property of Naval Ordnance Test Station at Inyokern. |
| Dalton, Calif. | Auxiliary station at Big Dalton Dam of the Los Angeles County Flood Control District. |

IV. INDEPENDENT STATIONS.

| | |
|---|---|
| Adak, Finger Bay and Mitchell Field, | United States Geological Survey, 3 stations for earthquake and volcanological research. |
| Hartford, Conn. | Trinity College. E. L. Troxell. |
| Lawrence, Kans. | University of Kansas. R. E. Dreyer. |
| Morgantown, W. Va. | West Virginia University. R. W. Laird. |
| Palisades, N.Y. | Columbia University, Maurice Ewing. |
| Montezuma and Reno. | (out of action) |

## YOUGOSLAVIE

### *RAPPORT SUR LE SERVICE SEISMOLOGIQUE EN YOUGOSLAVIE POUR LA PERIODE DE 1948 A 1950.*

Les recherches séismologiques sur le territoire de la République de Yougoslavie s'effectuent en permanence d'après le programme présenté dans la déclaration de l'Institut séismologique de Beograd à la 1ère Assemblée générale de l'Association Internationale de Séismologie à la Haye (1907).

*1. Liste des observatoires séismologiques en fonctionnement, appareillage utilisé.*

Deux observatoires poursuivent des recherches séismologiques :

a) l'Institut séismologique de Beograd ;

b) l'Institut Geophysique de Zagreb.

Depuis l'année 1945 les conditions pour les recherches scientifiques sont devenues très favorables pour les études séismologiques en Yougoslavie, même pour une organisation du service séismologique propre. On avait projeté la création d'un certain nombre de stations séismologiques en Yougoslavie et l'Institut séismologique de Beograd se trouvait en des conditions favorables pour développer le réseau de stations. Par suite de quelques difficultés on a décidé de ne bâtir que 4 stations dans les capitales des républiques fédératives :

Ljubljana (Slovénie), Skoplje (Macédoine), Sarajevo (Bosnie-Herzegovine) et Titograd (Crna Gora, Montenegro). Les terrains ont été choisis et approuvés par les autorités locales. La construction des

plans des bâtiments pour les stations n'avançait pas comme on le désirait. Ces difficultés se sont accentuées et le développement des stations séismologiques a dû être arrêté; seule la station de Ljubljana a été reconstruite : le séismographe Wiechert horizontal à masse de 200 kg. y est en fonction, mais en raison de sa faible sensibilité il n'enregistre que très rarement des séismogrammes utilisables.

*L'appareillage.* — L'Institut séismologique de Beograd dispose des séismographes standards : ceux de Wiechert astatique horizontal M = 1000 kg., composantes NW et NE, Wiechert vertical M = 1300 kg., Mainka M = 450 kg., NS, EW. Nous avons envisagé d'installer une composante horizontale de Galitzine à registration galvanométrique, et un séismographe de Peterschmitt, compos. verticale à registration galvanométrique. — Au cours de l'année 1947, l'Institut a été informé par l'Académie des sciences S.S.S.R. de Moscou qu'elle mettrait à notre disposition un jeu de 3 composantes du seismographe Nikiforov à enregistrement optique, mais jusqu'à ce moment cette promesse est restée sans réalisation.

L'Institut géophysique de Zagreb dispose des séismographes Wiechert astatique horiz. M = 1000 kg., Wiechert vert. M = 1300 kg., Wiechert horiz. M = 80 kg.

### 2. *Enquêtes macroséismiques ; étude des séismes ressentis.*

L'activité séismique de tous les épicentres des séismes ressentis dans le pays est surveillée par de nombreux correspondants qui informent l'Institut sur chaque secousse ressentie. Eventuellement dans les cas exceptionnels le directeur de l'Institut séismologique se rend dans la région épicentrale ou l'Institut envoie dans la région épicentrale ses assistants pour contrôler les renseignements et suivre éventuellement l'évolution de l'énergie séismique sur le terrain même, dans les cas de séries de secousses très fréquentes et prolongées.

### 3. *Travaux de recherche : séismologie théorique et appliquée ; géographie séismologique.*

Au cours des 3 dernières années l'Institut séismologique de Beograd a effectué de nombreuses recherches et des études macroséismiques, la Yougoslavie étant sujette à de nombreux mouvements séismiques de tous les degrés d'intensité. Sur le territoire de la Yougoslavie on rencontre 6 systèmes montagneux : Alpes, Dinarides, Carpathes, Balkan, Pinde et Rhodope. Chaque système montagneux présente ses caractéristiques séismiques propres.

L'Institut séismologique de Beograd a entrepris des études et des recherches de Séismologie théorique en vue de déterminer les régions séismiques, les lignes séismogénétiques sur la base géologique, et des recherches de séismologie pratique pour étudier les modes séismiques des zones épicentrales, afin de servir les besoins des constructions des grandes entreprises industrielles, communications, etc., et de relever une topographie séismique dans les régions séismiques, surtout dans les régions aux tremblements de terre de forte intensité.

Une grande catastrophe séismique de l'an 361 a arraché une partie de l'île Pag ; une ville fut submergée sous les eaux adriatiques.

L'année 518 une catastrophe séismique désastreuse a détruit la vieille ville Skupi, métropole de la Dardanie (Macédoine) (tout près de la ville moderne de Skoplje), engloutie par une faille énorme ainsi que 20 autres villes dans la vallée du Vardar. Une autre catastrophe séismique (1879), a démembré l'île de Moldava dans le Danube et endommagé nombre d'habitations et 2 villes voisines. En 1880 Zagreb a été ruiné par les mouvements séismiques. Dans les régions centrales de Serbie, les catastrophes séismiques ont devasté en 1893 Pomoravlje englobant une surface de ca. 1200 km². En 1894 le bassin de Ljubljana a été endommagé sur une surface de 300 km², en 1922 ce fut la région de Bukulja (200 km²) et en 1927 la région de Rudnik (3000 km²). Deux secousses destructives ont dévasté en 1931 la région du bas Vardar sur une surface épicentrale de 1600 km², etc. En dehors de ces cas exceptionnels on observe des secousses ruineuses fréquentes aux épicentres qui suivent les plis montagneux du territoire central de Serbie dans la région de Pomoravlje avec 4 régions autonomes, et dans celle de Sumadija avec 8 régions présentant des épicentres autochtones.

L'Institut séismologique de Beograd a dressé la carte séismologique de Yougoslavie, distribution d'intensité de toutes les secousses dans un intervalle de 1600 années (actuellement sous presse). Nous nous occupons de dresser des catalogues généraux de tous les séismes connus du territoire, de même que des catalogues régionaux pour les groupes d'épicentres dans les plissements montagneux, et enfin des catalogues spéciaux par épicentres.

Les grands blocs de la masse cristalline la plus ancienne, les fragments du vieux continent oriental de E. Suess, c'est-à-dire le Rhodope, jouent un rôle prépondérant dans la séismicité du territoire. Les blocs de la masse du Rhodope en mouvement vers le NW, provoquent la libération de l'énergie séismique dans les épicentres des plis balkaniques et dinariques.

Dans toutes les régions à épicentres propres, l'énergie séismique se manifeste par la production de nombreuses répliques.

### 4. *Bibliographie :*

L'Institut séismologique de Beograd a publié dans la période 1948—1950 les articles et mémoires :

MIHAILOVIC (J.), Les mouvements séismiques dans le domaine Adriatique (*Publ. du B.C.I.S., série A.*, Travaux scientifiques, fasc. 17, Strasbourg 1948),

MIHAILOVIC (J.), Les catastrophes séismiques du littoral de Dubrovnik (Raguse), (*Publ. du B.C.I.S., série A.*, Travaux scientifiques, fasc. 17, Strasbourg 1948).

MIHAILOVIC (J.), La séismicité de la région du lac de Scutari, (*Geofisica pura e applicata*, Vol. XIV, fasc. 3-4, Milano 1949).

MIHAILOVIC (J.), Les téléséismes de la Péninsule Balkanique (en serbe, résumé français) (*Annales géologiques de la Péninsule Balkanique*, t. XVIII, Beograd 1950).

UZELAC (M.), Le caractère séismique de la région de Srem (en serbe, résumé français), (*Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*, t. XVIII, Beograd 1950).

NEDELJKOVIC (R.), La séismicité du Banat (en serbe, résumé français), (*Ann. Géol. de la Péninsule Balkanique*, t. XVIII, Beograd 1950).

*Inst. séismol. de Beograd*, Bulletins mensuels, années 1947, 1948, 1949, 1950, 1951 etc.

*Inst. séismol. de Beograd*, Annuaires microséismiques et macroséismiques pour les années 1940-1948, Beograd 1950.

*Inst. séism. de Beograd*, Bibliographie séismologique de Yougoslavie 1667-1947, Beograd 1948.

D'autres publications de l'Institut séismologique de Beograd sont sous presse en 1951.

*Situation de l'Institut séismologique de Beograd.*

Le service séismologique de Serbie a été fondé en 1906, comme section séismologique de l'Institut Géologique de l'Université de Beograd. Plus tard, en 1919, a été organisé l'Institut séismologique de l'Université de Beograd, devenu en 1935 un institut du Ministère d'enseignement et des Cultes de Yougoslavie. Depuis le 1er janvier 1949, il a pris le nom d'Institut Central Séismologique de Yougoslavie et enfin le 24 janvier 1951 celui d'Institut séismologique du Gouvernement de la République de Serbie.

Beograd, 1er juin 1951.

Prof. J. MIHAILOVIC,
Directeur de l'Institut Séismologique de Beograd.

PAYS NON-MEMBRES (1951)

## BRÉSIL

*OBSERVATORIO NACIONAL DE RIO DE JANEIRO.*

The only seismological Station in Brazil is situated in Rio de Janeiro and is operated by the National Observatory, Rue General Bruce, 586, S. Cristovao, Rio de Janeiro. Two Milne Shaw seismographs are used. Records are usually analysed and results published in the Observatory's Seismological Bulletin. Information is also supplied for the International Seismological Summary.

LELIO I. GAMA, Director.

# INDONÉSIE

## *REPORT ON SEISMOLOGY IN INDONESIA*

(1948 – 1950)

1. The Wiechert horizontal (1000 kg.) and vertical (1300 kg.) seismographs at the seismological station at *Djakarta* (formerly Batavia) have been in regular operation. This station, however, suffers seriously from traffic disturbances, which have increased in intensity manyfold in recent years.

The Wiechert horizontal (1000 kg.) seismograph which was in operation at *Amboina* (Moluccas) before World War II and which was only slightly damaged by military activities, was repaired at the Observatory in Djakarta and established at *Bandung* (Java) in June 1949. It took the place of a small Wiechert horizontal seismograph which was operated by the Volcanological Survey Section of the Geological Service of Indonesia.

A new complete set of Sprengnether (Macelwane) galvanometrically recording seismographs has been ordered. These intruments will allow the erection of a third seismological station in Indonesia, such that the gap in the network of seismological stations in South East Asia, left by the destruction of the pre-war stations at Medan, Amboina and Kupang will become less serious in the near future.

2. The relative position of the seismological stations in Djakarta and Bandung is now such that excellent use can be made of the two sets of records to study the frequent earthquakes occurring in the Priangan mountainous district and along the south coast of Java.

Probably fruitful use of both stations in this relative position can also be made in locating centres of depression in the Indian Ocean, from which meteorological information is almost completely lacking, by careful intercomparison on the records of the increase and decrease of the microseismic disturbances originating in this Ocean.

3. Available data have been published in the quarterly Seismological Bulletin published by the Meteorological and Geophysical Service of Indonesia.

Time has failed these years to determine provisional epicentres and focal depths within the confines of Indonesia previous to international publication. This is lamentable as such determinations can be often improved by the use of macroseismic reports, the number of which, after years of war and unsettled conditions is now rapidly increasing again.

*4. Bibliography :*

BERLAGE, (H. P.) A deep focus earthquake not far from right below Batavia, *Chronica Naturae, 105,* 326, 1949.

H. P. BERLAGE.

# ISLANDE

*NATIONAL REPORT*

The Meteorological Service of Iceland (« Vedurstofan »), has operated a seismological Observatory in Reykjavik since 1925. The Meteorological Service also issues Seismological Bulletins and collects macroseismic data. During the years 1943—1946 no bulletins were issued, and since then work has been concentrated on the issue of these missing bulletins, together with the issue of the current ones. This work has now been almost completed. Because of these and other circumstances, the Meteorological Service could not carry out any seismological research in 1948—1950.

The Seismological Observatory is situated at Reykjavik. (Coordinates : Lat. 64° 08'20" N. ; Long. 21° 54'22" W. ; Elevation 44 m.) Its instruments consist of two Mainka horizontal pendulum seismographs, mass of interia 135 kg. A Sprengnether vertical component seismograph was acquired in October 1950, and put into operation in February 1951.

Mr. J. Hospers from the Department of Geodesy and Geophysics, University of Cambridge, installed sensitive seismometers for a very short time at Akureyri in 1950. No shocks were registered.

The Meteorological Stations in Island, which are about 60, are instructed to send reports on earthquakes, when they occur. Questionnaires concerning earthquakes are also sent to various persons when necessary. This was done once in the year 1950.

No seismological research work has been done in Iceland in 1948—1950.

Vedurstofan-Reykjavik.

Hlynur SIGTRYGGSSON.

# TABLE DES MATIÈRES


Pages

Bureau et Commissions de l'Association internationale de Séismologie ..... III
Horaire des Séances ..... VI
Liste des participants ..... VIII
Presidential Address (Dr. Robert Stoneley) ..... 1

Première séance, mercredi, 22 août, matin :
1° Nécrologie ..... 14
2° Rapport du Secrétaire Général ..... 15
3° Rapport du Président de la Commission de l'I.S.S. ..... 21
4° Constitution d'une Commission des Finances ..... 31
5° Discussion sur l'avenir de l'Association ..... 31

Deuxième séance, mercredi, 22 août 1951, après-midi :
6° Discussion sur les symboles à utiliser pour la notation des phases ..... 33
7° Dictionnaire des termes séismologiques ..... 35
8° Révision des Statuts de l'Association ..... 37

Troisième séance, jeudi, 23 août 1951, après-midi :
9° Collaboration entre séismologues européens ..... 37
10° Fiches statistiques par cartes perforées ; télégrammes séismiques ..... 40

Quatrième séance, vendredi, 24 août 1951, matin :
11° Election du Bureau et du Comité Exécutif ..... 42
12° Discussion des communications : Géographie séismologique et Divers. (Mlle N. Pinar, MM. E. Lahn, N. Shalem, M. R. Madwar et Azzouz Ismail, R. P. Ramirez, E. Vesanen et J. Jones, J. Rodriguez-Navarro de Fuentes et J. Bonelli Rubio, R. P. Romana) ..... 42

Cinquième séance, vendredi, 24 août 1951, après-midi :
Communication : La Séismicité de la Belgique (M. Ch. Charlier) ..... 49
13° Visite de la station séismologique d'Uccle ..... 50

Pages

Sixième séance, lundi, 27 août 1951, matin :

Discussion des communications : Ondes, Propagation (MM. M. Ewing et Fr. Press, M. Bath, R. Stoneley, J. N. Nanda, D. V. Anderson et T. D. Northwood, F. Gassmann) .... 51

Septième séance, lundi, 27 août 1951, après-midi :

Discussion des communications : Ondes, Propagation (suite) (MM. Y. Sato, H. Takeuchi, W. Hiller, Mme Labrouste et M. J. Gilbert, MM. T. Hirono, P. Caloi) ..... 61

14° Présentation des Rapports Nationaux ..... 67

Lundi, 27 août 1951, soir :

Réunion du Comité Exécutif et de la Commission des Finances ..... 68

Huitième séance, mardi, 28 août, matin :

Discussion des communications : Divers (M. E. Wanner, Mlle I. Lehmann, M. J. G. Scholte, Mlle N. Pinar) .... 70

15° Résolution concernant la Physique de l'Intérieur de la Terre ..... 75

16° Résolution concernant la Commission Européenne ..... 76

17° Résolutions à transmettre à l'U.G.G.I. ..... 77

18° Renouvellement de la Commission de l'I.S.S. ..... 77

19° Complément à la Révision des Statuts ..... 77

20° Rapport de la Commission des symboles ..... 78

Neuvième séance, mercredi, 29 août 1951, après-midi :

Joint-Meeting on Microseisms. Discussion des communications : (MM. M. Bath, K. Wadati,, W. Inouye et T. Hirono, P. Bernard, P. Caloi, M. Giorgi, M. Bossolasco, C. W. Ylananan, A. Alcaraz et R. Kintanar). .... 82

Dixième séance, jeudi, 30 août 1951, matin :

21° Rapport sur l'unification des symboles à utiliser dans les bulletins des mouvements microséismiques ..... 91

Discussion des communications : Appareillages (MM. P. Byerly, F. Gassmann, W. Hiller, A. Zatopek, E. Vesanen, P. Bremner ..... 94

Onzième séance, vendredi, 31 août 1951, matin :

22° Résolution de l'Association d'Océanographie ..... 101

Discussion des communications : Magnitude, Intensités macroséismiques (MM. M. Bath, A. Zatopek et J. Vanek, J. Martelly, E. Peterschmitt, Ch. Charlier) ..... 101

23° Améliorations à apporter aux bulletins séismiques ..... 108

Pages

Douzième séance, vendredi, 31 août 1951, après-midi :

24° Questions administratives : a) Réunion de l'Association en 1953, b) Changement du nom de l'Association, c) Rapporteurs Généraux pour la Physique de l'Intérieur de la Terre ..... 111

Discussion des communications : Interprétations de séismes artificiels par explosions (MM. J. H. Hodgson, H. E. Tatel, P. G. Gane, The Research Group for Explosion Seismology, Tokyo, J. M. Lopez de Azcona) ; Divers (H. Kawasumi, E. Vesanen, J. W. Jones, A. Roussopoulos) ..... 112

25° Clôture de l'Assemblée ..... 123

ANNEXE I

Résolutions adoptées par l'Assemblée de Bruxelles (1951) 127

ANNEXE II

Liste des Comités Nationaux de Séismologie et des Personnalités s'intéressant à la Séismologie et à la Physique de l'Intérieur de la Terre (Additifs et Correctifs) .... 131

ANNEXE III

Statuts adoptés par l'Assemblée de Bruxelles (1951) ..... 145

ANNEXE IV

Rapports Nationaux des pays membres :

Allemagne ..... 155
Argentine ..... 163
Australie ..... 166
Autriche ..... 168
Belgique ..... 169
Canada ..... 172
Colombie ..... 174
Danemark ..... 176
Espagne ..... 177
France ..... 180
Grande Bretagne ..... 186
Grèce ..... 192
Inde ..... 193
Irlande ..... 196
Italie ..... 197
Japon ..... 208

Pages

Maroc ..... 241
Norvège ..... 242
Nouvelle Zélande ..... 243
Pays-Bas ..... 247
Pérou ..... 248
Portugal ..... 249
Suède ..... 251
Suisse ..... 253
Tchécoslovaquie ..... 255
Turquie ..... 259
Union Sud-Africaine ..... 266
United States of America ..... 267
Yougoslavie ..... 278

Rapports Nationaux des pays non-membres :

Brésil ..... 281
Indonésie ..... 282
Islande ..... 283

Société Nouvelle d'Impression MUH - LE ROUX
45, rue du Fossé-des-Treize, STRASBOURG

Dépôt légal : 4e trimestre 1952.

N° d'ordre de l'imprimeur : 824