

M A R E E S T E R R E S T R E S

B U L L E T I N d ' I N F O R M A T I O N S

N° 3

15 février 1957

C S A G I

GROUPE XIII (GRAVIMETRIE)

COMMISSION POUR L'ETUDE DES MAREES TERRESTRES

Editeur: Dr. Paul MELCHIOR
 Observatoire Royal de Belgique
 3 ,Avenue Circulaire
 UCCLE BELGIQUE

THEORITICAL VALUES OF THE BODILY TIDE NUMBERS

Harold Jeffreys - Cambridge

Central Particle Model Core

Speed rel. to Earth	Tide compt.	h	k	l	l-h+k	l+h- $\frac{3}{2}$ k
ω +2n	00	.590	.244	.082	.654	1.224
ω +2n'		.523	.218	.084	.695	1.196
ω	K1	.492	.206	.086	.714	1.183
ω -2n'	P	.555	.231	.082	.676	1.209
ω -2n	0	.584	.242	.082	.658	1.221
Slow	Mf.Ssa etc	.585	.289	.082	.704	1.152

Roche Model Core

ω +2n	00	.597	.258	.070	.661	1.210
ω +2n'		.710	.298	.072	.588	1.263
ω	K1	.551	.244	.082	.693	1.185
ω -2n'	P	.568	.264	.084	.696	1.172
ω -2n	0	.603	.261	.078	.658	1.211
	Mf.Ssa etc	.598	.273	.082	.675	1.188

ω = Earth's rotation, n = Moon's mean motion, n' = Sun's mean motion

For the C.P. model there is (besides the variation of latitude) a free speed in space of $-.00224/1^d$. For the R.M. there are two, of $-.00403/1^d$ and $+0.00699/1^d$.

Since these are of the order of 1/1 year their proximity would have considerable effects on tides of speeds $\omega \pm 2n'$ and $\omega \pm n'$. But observations of these would probably be ruined by meteorological effects.

The most likely to show important deviations from the static value is 0.

I should expect the time values to lie about midway those for the C.P. and R.M. models, except for the tides of speeds $\omega \pm n'$, $\omega \pm 2n'$.

PROTOKOLL

über die Sitzung betr. Erdgezeitenarbeiten in Rahmen des AGI
in Mitteleuropa am 1.12.1956 in Freiberg.

Teilnehmer: Prof. Dr. BUCHHEIM, Freiberg
 Prof. Dr. PESCHEL, Dresden
 Prof. Dr. REICHENEDER, Potsdam
 Prof. Dr. TOMASCHEK, Breitbrunn/ Chiemsee
 Dr. PICHA, Prag.
 Dr. ELLENBERGER, München
 Dr. HAHN, Hannover
 Dipl. Geophys. UHLIG, Freiberg
 DOUFFET, Freiberg, zum Protokoll

Nach der Begrüssung der Teilnehmer durch Herrn Prof. BUCHHEIM wurde Prof. TOMASCHEK gebeten, den Vorsitz in dieser Sitzung zu übernehmen. Einleitend stellte er fest, dass die Messungen in zwei Richtungen gingen, die verschiedene Anforderungen an die Genauigkeit der Gangbestimmung stellen:

- 1) Feststellung nur der Flutglieder
- 2) Einschliessung der Neigungsgänge infolge ozeanischer, meteorologischer und tektonischer Einflüsse.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Einschliessung des zweiten Programmpunktes wesentliches geophysikalisches Interesse, vielleicht noch mehr als der erste Programmpunkt, besitzt. Die Wichtigkeit der Koordinierung der Arbeiten wird betont, da sie nur in grossem Rahmen den vollen Erfolg versprechen.

Als Tagesordnung wird festgelegt:

- 1) Erörterung der zur Verfügung stehenden Apparate
 - a) Horizontalpendel
 - b) Gravimeter
- 2) Stationen und Fragen der Aufstellung
- 3) Organisation der Registrierungen und Analyse.

1 a) Horizontalpendel.

DDR: Zuerst berichtet Prof. BUCHHEIM über die in der DDR zur Verfügung stehenden Pendel. Das Institut für theoretische Physik und Geophysik besitzt zwei Lettau-Pendel, die dem von Lettau selbstbauten Pendel nachgebaut sind. Sie waren bis jetzt in Berggieshübel eingesetzt und sollen in Sondershause Verwendung finden. Weiter existieren die seinerzeit von TOMASCHEK in Pillnitz verwendeten Pendel. Davon befindet sich das eine in Freiberg, das andere auf dem Collm-Observatorium. Erfahrungen mit ihnen liegen noch nicht vor. Weiterhin wird von Prof. BUCHHEIM zur Diskussion gestellt, weitere kleine Einfachpendel im Institut zu erstellen.

Prof. REICHENEDER sagt zu, den klassischen Schweydarschen Pendelapparat, der sich in Potsdam befindet, zur Verfügung zu stellen. Gemäss Mitteilung von Herrn UHLIG ist auf dem Collm ausserdem noch das ursprüngliche Lettau-Doppelpendel vorhanden und könnte eventuell eingesetzt werden.

Abschliessend wird festgestellt:

- 1) Die im Institut für theoretische Physik und Geophysik befindlichen Doppelpendel sind fertig und können in Betrieb genommen werden. Als Aufstellungsort ist Berggiesshübel oder Sonderhausen vorgesehen.
- 2) Die beiden Tomaschek-Pendel könnten in Berggiesshübel eingesetzt werden, insbesondere da sie luftdicht abgeschlossen werden können.
- 3) Das Schweydarpendel wäre gegebenenfalls in Freiberg einzusetzen, zusammen mit dem alten Lettau-Pendel.

Westdeutschland: Es wird einleitend festgestellt, dass erst nach der Zusammenkunft am 15. Dezember in München genauen Aussagen gemacht werden können.

Wichtig ist, dass Dr. HAHN, der zwei Paare von Lettau-Pendeln zur Verfügung hat, die Harz arbeiten werden, mit Herren Uhlig in Sonderhausen Verbindung zu Vergleichszwecken und gemeinsamer Eichung der Apparate aufnehmen kann. Dr. HAHN beabsichtigt seine Pendel in zwei etwa 40 m voneinander entfernten Kammern aufzustellen, um die Parallelität der Registrierungen sicherzustellen. Dr. ELLENBERGER berichtet über die Absicht, zwei Drei-Komponentenapparate in Berchtesgaden etwa ab Mitte 1957 registrieren zu lassen.

Tschechoslowakei: Dr. PICHA erklärte, dass in Pribram ein Apparat mit zwei Komponenten in 1000 m Tiefe seit 3 Jahren arbeitet/ Pendel von CECHURA/. Ein weiterer analoger von FECHNER umgebauter Apparat arbeitet dort in 1450 m Tiefe. Ein dritter Apparat mit einer Komponente, wozu die zweite Komponente noch gebaut wird, soll in 1300 m Tiefe aufgestellt werden. Alle drei Stationen befinden sich entlang der dort auftretenden Lettenkluft. Weitere Geräte werden nicht zur Verfügung stehen. Auf der Frage Dr. PICHAS, ob sie richtig sei, alle Geräte in einem Bergwerk aufzustellen, meint Prof. TOMASCHEK, dass im Rahmen der für das AGI gestellten Ziele es besser sein würde, sie zu verteilen, insbesondere auch eine Station in der Slowakei zu errichten, da Messungen im Inneren des Kontinentes sehr wichtig sind.

Polen: Dr. PICHA hatte im Juli eine Besprechung mit Prof. OLCZAK. Es ist vorgesehen

- 1) eine Station in Borowiec mit Pendeln und Askania-Gravimetern
/von Posen aus/
- 2) eine Station in Wielicka/ von Krakau aus /.

Ungarn: Dr. PICHA sagt dass in Ungarn noch keine Horizontalpendel zur Verfügung stünden, man habe die Absicht, welche zu bauen. Infolge der politischen Verhältnisse sei bisher noch nichts geschehen.

Rumänien: Keine Apparate für Messungen vorhanden.

1 b) Gravimeter

Es wird darauf hingewiesen, dass kontinuierliche gleichzeitige Gravimetermessungen unbedingt notwendig sind, um die beobachteten Horizontalpendelgänge interpretieren zu können. Photographische Registrierung ist unbedingt notwendig, da okulare Ablesungen auf die Dauer nicht durchgehalten werden können und ein viel zu grosses Beobachterpersonal erfordern.

DDR: Prof. REICHENEDER will das alte Schweydarsche Instrument wieder herrichten lassen.

Die beiden in Pillnitz seinerzeit aufgestellten Tomaschek-Gravimeter/ Bifilar-und Doppel feder / sind nicht ohne langwierige Einarbeitung wieder verwendbar. Prof. REICHENEDER soll ein Askaniagravimeter GS 12 für das AGI noch erhalten, es ist aber erst Ende 1957 mit seinem Einsatz zu rechnen. Ein von Dr. BODDIN bestelltes Instrument wird vielleicht noch später erst zur Verfügung stehen.

Zwei Askania-Gravimeter älterer Konstruktion, die aber jüngst überholt worden sind, werden z.Zt. in geodätischen Dienst eingesetzt.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass wohl kein Gravimeter rechtzeitig zur Verfügung stehen wird, dass aber durch Abstimmung des Arbeitsplans des Geodätischen Kommission mit den des AGI durch Vermittlung von Prof. PESCHEL vielleicht in den Wintermonaten Messungen möglich sein werden. Prof. REICHENEDER will sich wegen eines Registrierungssatzes bemühen.

Der Nachbau des Ellenbergerschen Gravimeters wird besprochen, wofür voraussichtlich Zeichnungen zur Verfügung gestellt werden könnten. Auch dies würde/ohne Montage und Eichung/ nach Klärung der Liefermöglichkeit bei Prof. KNEISSL etwa ein halbes Jahr in Anspruch nehmen. Vielleicht kann ein fertiges Instrument nach seiner Erprobung vorübergehend in der DDR ausprobiert werden.

Tschechoslowakei: Es stehen keine Gravimeter der notwendigen Empfindlichkeit zur Verfügung.

Ungarn: Es stehen nur zwei Heiland-Gravimeter zur Verfügung, die aber nur in den Wintermonaten eingesetzt werden können. Ob sie für Registrierung eingerichtet sind, scheint nicht bekannt.

2) Stationen und Aufstellung des Apparate

DDR: Berggiesshübel scheint für die Ausstellung sehr geeignet. Infolge der Feuchtigkeit müssten spezielle Massnahmen getroffen werden, um Askania-Gravimeter zu verwenden / Einbau in Glaskästen /.

Sonderhausen zeigt noch Schwierigkeiten wegen der Gebirgsbewegung. Es ist noch nicht ganz gelungen, einen befriedigenden Ort dort zu finden. Prof. REICHENEDER empfiehlt als Möglichkeiten Dorndorf oder das

Werra-Gebiet.

Eine Station in Freiberg zur Kontrolle der Schweydarschen Messungen wird befürwortet.

Es wird auch die Notwendigkeit hingewiesen, mit Hinsicht auf die beobachtete Diskrepanz der Ergebnisse in Pillnitz mit denen in Freiberg, eine Station östlich der Elbe in Gebiet des Lausitzer Granits aufzustellen. Kohlenbergwerke kommen aber für Gangbestimmungen nicht in Frage.

Tschechoslowakei. Auf die schon oben als wünschenswert bezeichnete Verteilung der Apparate wird hingewiesen. Vielleicht könnte auch statt auf der Lausitzer Platte eine Station im Riesengebirge deren Funktion erfüllen.

3) Organisation der Registrierungen und Analyse.

Prof. TOMASCHEK weist darauf hin, dass die Doodsonsche Methode der Analyse durch Angabe des zweckmässig korrigierten S_1 Tide, die in der theoretischen Tidenentwicklung nicht vorkommt, aber in der Pendel- und Gravimetermessungen eine grosse Rolle spielt, erweitert werden sollte. Das S_1 -Glied ist zur Beurteilung der Ungestörtheit einer Messung und dadurch auch für die wahrscheinliche Unsicherheit der S_2 -Tide sehr wichtig.

Es wird darauf hingewiesen, dass die englische und die amerikanische Analysenmethode auf das gleiche Material angewandt zu verschiedenen Ergebnissen geführt hat. Es wird empfohlen, das Hydrographische Institut in Hamburg einzuschalten und sich mit den Herren BOEHNICKE und HORN in Verbindung zu setzen.

Es wird ferner darauf aufmerksam gemacht, dass der Beobachter womöglich selbst den Gang seines Instrumentes nach der Doodsonschen Methode mit 32 stündigen Mitteln aufzeichnet, um die auf sein Instrument wirkenden Einflüsse abschätzen und gegebenenfalls korrigieren zu können. Temperatur, Feuchtigkeit und Druck sind laufend zu registrieren. Prof. REICHENEDER empfiehlt auch die Registrierung der Windstärke. Es ist wünschenswert, halbstündige Ablesungen zu Grunde legen. Dr. HAHN weist darauf hin, dass er die magnetischen Störungen gleichfalls registriert und als Zeitmarken benutzt.

Daraufhin werden die einzelnen Daten des von Uccle versandten Fragebogens durchgesprochen. Ferner wird die Möglichkeit einer gemeinsamen Eichregistrierung aller oder mehrerer Gravimeter auf einer geologisch günstigen Station erörtert.

Es wird ferner festgestellt, dass es wegen der Unsicherheit der gegenwärtigen Kenntnis des Zahl Q , die die lateralen Verschiebungen charakterisiert, empfehlenswert wäre, die Gezeitenänderung des Volumens einer eingeschlossenen Flüssigkeit/z.B. konzentrierte Sole in etwa 1 m^3 Hohlraum/ zu messen.

Eine Diskussion des in München entworfenen Horizontalpendels und der von den Herren UHLIG und Dr. HAHN erhaltenen Kurven beschliesst die Sitzung.

Freiberg 21.12.1956

Im Entwurf unterzeichnet

W. BUCHHEIM
(Prof.Dr. W. BUCHHEIM)

Im Entwurf unterz.

R. TOMASCHEK
(Prof.Dr. R. TOMASCHEK)

=====

Information about Hawaii Station

As part of a study of earth tides to be undertaken by Dr. Louis B. SLICHTER, Institute of Geophysics, University of California, under the U.S. - IGY Seismology program, a La Coste-Romberg high-sensitivity earth tidal gravimeter was put into operation from October 22 to November 22, 1956, at Hawaii. Dr Alan DAY set up the instrument in the Physics Department of the University of Hawaii. Drs SLICHTER and DAY reported to the U.S. National Committee that the initial test of their instrument was highly successful; the drift had an average value of about $\pm 0,5$ microgals/hour, and the instrument was unaffected by microseismic disturbances and recovered quickly after a minor local earthquake. The instrument was returned to the Institute for some modifications and improvements based on this trial.

(letter from Dr. H. ODISHAW to Vice Admiral Sir Archibald DAY, Coordinator, CSAGI).

REUNION DU GROUPE DE TRAVAIL EUROPEEN POUR L'ETUDE
DES MAREES TERRESTRES

La Commission organise à Bruxelles les 23, 24, et 25 avril 1957, dans les locaux de l'Observatoire Royal de Belgique, 3, Avenue Circulaire Uccle, un colloque international qui sera consacré à un examen des problèmes d'ordre technique et théorique qui se posent dans les étapes successives de l'observation et de la discussion des divers aspects de la marée terrestre.

L'ORDRE DU JOUR provisoire est le suivant:

1. Rapports sur la mise en service des stations d'observations prévues pour l'A.G.I.
2. Instructions pour l'usage des pendules horizontaux; construction de ces appareils.
3. Instructions spéciales pour les gravimètres.
4. Etude des dérives instrumentales et confrontation des données des pendules horizontaux et des gravimètres.
5. Comparaison des diverses méthodes d'analyse harmonique; élimination des dérives.
6. Problèmes posés par la séparation des effets directs et indirects.
7. Organisation des centres mondiaux de rassemblement des données. Forme de la documentation à leur fournir par les stations. Publications des données et des analyses.
8. Communications concernant des résultats nouveaux non encore publiés.
9. Divers (notations; bulletin d'informations; etc...)

Les Institutions Scientifiques qui entreprennent des mesures de marées terrestres sont instamment invitées à se faire représenter à ce colloque. Une invitation personnelle sera, d'ailleurs, adressée sous peu à toutes les personnalités scientifiques intéressées. On est prié d'aviser M. Melchior des communications que l'on compte présenter et de lui envoyer un résumé au moins huit jours à l'avance. L'Observatoire d'Uccle pourra se charger de la réservation des chambres d'hôtel.

Stations Japonaises

JAPON

Adresse Postale

Disaster Prevention Research
Institute
Kyoto Imperial University
KYOTO - JAPON

ASO - KENKYUSHO.

Latitude 32° 53' N
Longitude 131° 0' E
Altitude 540 m
Profondeur cave : 22m.

Station en service de 1937 à 1940; réouverte en 1953.
Située dans la galerie de la petite colline du Laboratoire Volcanologique Aso à 7 km à l'W du cratère du volcan. - roche volcanique.

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner.

ASO - SENRIGAHAMA

Latitude 32° 53' N
Longitude 131° 3' E
Altitude 1130 m
Profondeur cave 10m

Station en service de 1937 à 1940
Située au sommet de la crête montagneuse à 3 km à l'W du cratère du volcan.

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner.

ASO - MIYAZI

Latitude 32° 57' N
Longitude 131° 7' E
Altitude 520
Profondeur cave 3

Station en service de 1937 à 1940
Située au sommet du plateau et à 8 km au nord du cratère du volcan

Equipement: 2 pendules horizontaux Zöllner.

ASO - HONDO

37.

Latitude 32° 53' N
Longitude 131° 5' E
Altitude 1150m
Profondeur Cave 1m

Station en service de 1937 à 1943, réouverte en mai 1953
Située à 800m au SW du cratère.

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
1 gravimètre Ichinohe
1 Variomètre pour la déclinaison magnétique
1 variomètre pour la composante verticale de l'intensité magnétique.

MAKIMINE

Latitude 32° 37' N
Longitude 131° 27' E
Altitude 130m
Profondeur cave 165m

Station en service depuis 1942
Située dans une galerie de la mine de cuivre
Argile schisteuse du système Paléozoïque Chichibu

Equipement : 4 pendules horizontaux Zöllner
1 extensomètre Sassa
2 variomètres pour la déclinaison magnétique.

BEPPU

Latitude 33° 16' N
Longitude 131° 30' E
Altitudes 4 à 110m
Profondeurs caves 2 à 3 m.

Six stations dans la ville de Beppu ont été sélectionnées pour observer les anomalies dans les effets indirects dus aux marées dans la baie de Beppu.

Sables alluvionnaires; laves et boues volcaniques.
en service de 1937 à 1939

Equipement : 8 pendules horizontaux Zöllner.

KOCHI

Latitude 33° 34' N
 Longitude 133° 32' E
 Altitude 10m
 Profondeur cave 40m

Station en service depuis 1949 jusqu'à présent
 Système paléozoïque.

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 1 extensomètre de Sassa
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique

BESSI

Latitude 33° 52' N
 Longitude 133° 19' E
 Altitude 660m
 Profondeur cave 750m
 Station en service de 1949 à 1951
 Située dans une galerie de la mine de cuivre
 Schistes chlorites

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 1 extensomètre de Sassa
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique.

IKUNO

Latitude 35° 10' N
 Longitude 134° 50' E
 Altitude 440m
 Profondeur cave 719m
 326m
 237m

Stations en service depuis 1943 jusqu'à présent
 Liparite

Equipement : 6 pendules horizontaux Zöllner
 1 extensomètre de Sassa
 1 gravimètre Ichinohe
 2 variomètres pour la déclinaison magnétique

SUSAMI

Latitude 33° 32' N
 Longitude 135° 30' E
 Altitude 5m
 Profond. Cave 10 m

Station en service depuis 1943 jusqu'à présent
 Paléogène

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner

KISHYU

Latitude 33° 52' N
 Longitude 135° 53' E
 Altitude 90m
 Profond. cave 60m

Station en activité depuis 1947 jusqu'à présent
 Grès tertiaire et argile schisteuse

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner

YURA

Latitude 33° 57' N
 Longitude 135° 7' E
 Altitude 10m
 Profond. cave 30m

Station en service depuis 1951 jusqu'à présent
 Située dans une galerie en U de la montagne
 Grès mésozoïque et argile schisteuse

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 2 clinomètres à mercure
 1 gravimètre Ichinohe
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique
 1 balance à torsion pour la gravité
 1 balance magnétique de torsion

IIMORI

Latitude 34° 15' N
 Longitude 135° 26' E
 Altitude 220m
 Profond.cave 40m

Station en activité de 1943 à 1945
 Située dans une galerie de la mine de cuivre
 Schistes, chlorites

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner

IDE

Latitude 34° 48' N
 Longitude 135° 49' E
 Altitude 150 m
 Profond.cave 15 m

Station en service depuis 1951 jusqu'à présent
 Située dans une galerie de l'ancienne mine de cuivre
 Système paléozoïque

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 6 extensomètres Sassa

TAMAMIZU

Latitude 34° 48' N
 Longitude 135° 49' E
 Altitude 250m
 Profond. cave 30m

Station en service de 1949 à 1951
 Située dans une galerie de la mine de manganèse Taga
 Système paléozoïque

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner

ABUYAMA

Latitude 34° 52'N
 Longitude 135° 34'E
 Altitude 200 m
 Profond. cave 20 m

Station en service depuis 1938 jusqu'à présent
 Située dans une galerie de la montagne rocheuse à l'Observatoire
 séismologique d'Abuyama
 Système paléozoïque

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 2 clinomètres à mercure
 3 extensomètres Sassa
 1 gravimètre Ichinohe
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique
 1 variomètre géomagnétique du type à induction

OSAKAYAMA

Latitude 34° 59'N
 Longitude 135° 51'E
 Altitude 130 m
 Profond. cave 150m

Station en activité depuis 1947 jusqu'à présent
 Située dans le vieux tunnel du chemin de fer
 système paléozoïque

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 4 tubes d'eau type Michelson
 6 extensomètres Sassa
 1 gravimètre Ichinohe
 1 balance de torsion pour la gravité
 1 balance de torsion magnétique

KAMIGAMO

Latitude 35° 04'N
 Longitude 135° 46'E
 Altitude 190m
 Profond. cave 10m
 9m

Stations en service depuis 1937 jusqu'à présent
 Situées l'une dans une galerie de la montagne, l'autre dans le sous-sol
 de l'Observatoire géophysique
 Système paléozoïque

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 2 clinomètres à mercure
 1 gravimètre Ichinohe
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique

TSUCHIKURA

Latitude 35° 36'N
 Longitude 136° 18'E
 Altitude 400m
 Profond. cave 170 m

Station en service depuis 1953 jusqu'à présent

Située dans une galerie de la mine de cuivre

Système paléozoïque

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 1 gravimètre Ichinohe
 1 balance de torsion pour la gravité
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique
 1 balance de torsion magnétique

OGOYA

Latitude 36° 17'N
 Longitude 136° 33'E
 Altitude 210 m
 Profond. cave 300 m

Station en service depuis 1948 jusqu'à présent

Située dans une galerie de la mine de cuivre

Tuff tertiaire

Equipement : 8 pendules horizontaux Zöllner
 8 clinomètres à mercure
 1 extensomètre Sassa
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique

KAMIOKA

Latitude 36° 21'N
 Longitude 137° 19'E
 Altitude 920 m
 Profond. cave 800 m

Station en service depuis 1952 jusqu'à présent

Située dans une galerie de la mine de plomb et de zinc

Gneiss

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
 1 gravimètre Ichinohe
 1 variomètre pour la déclinaison magnétique
 1 variomètre pour la composante verticale de l'intensité magnétique

HOSOKURA

Latitude 38° 48'N

Longitude 140° 54'E

Altitude 130 m

Profond. cave 160 m

Station en service depuis 1944 jusqu'à présent

Située dans une galerie de la mine de plomb et de zinc

Système tertiaire

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
1 variomètre pour la déclinaison magnétique

OSARIZAWA

Latitude 40° 11'N

Longitude 140° 45'E

Altitude 320 m

Profond. cave 300 m

Station en activité de 1944 à 1946

Située dans une galerie de la mine de cuivre

Tuff tertiaire et argile schisteuse

Equipement : 2 pendules horizontaux Zöllner
1 extensomètre Sassa
1 variomètre pour la déclinaison magnétique.

Les pendules horizontaux ont une sensibilité moyenne : $0.001/\text{mm}/4\text{m}_g$
Les extensomètres sont du type de Sassa, sensibilité moyenne : $1.10^{-8}/\text{mm}/2\text{m}$.

Les gravimètres d'Ichinohe sont du type double bifilaire, sensibilité moyenne : $1.10^{-8}\text{g}/\text{mm}/2\text{m}$.

Avec deux gravimètres Askania Gs11 enregistreurs, l'un appartenant au Disaster Prevention Institute, l'autre au Geographical Survey Institute on projette d'observer les variations de g en environ 40 points au cours de cinq années. Le période d'observations sera en chaque point d'un mois. Ces points seront sélectionnés en fonction des conditions géologiques, topographiques, d'anomalies de gravité, d'épaisseur de la croûte, de distance à l'océan.

Des gravimètres à très haute sensibilité du type Ichinohe seront placés en deux stations particulièrement choisies. L'appareil placé dans un vide de 10^{-2}mm Hg sera placé dans une salle profonde où la variation diurne de la température sera moindre que 0.01C . La sensibilité sera élevée à environ $5.10^{-10}\text{g}/\text{mm}/5\text{m}$ grâce à des réflexions multiples.

(lettre du prof. Eiichi NISHIMURA au Dr. Melchior. juin 1, 1956)

STATION BERGGIESSHÜBEL

Rép; Dém. ALLEMAGNE

Latitude 50° 52' N
Longitude 13° 57' E
Altitude 295 m
Profondeur cave 40 m

Adresse Postale

Institut für Theoretische
Physik und Geophysik
Bergakademie Freiberg
Akademiestrasse 6
FREIBERG, SACHSEN, D.D.R.

Directeur : Prof. Dr. W. BUCHHEIM
Personnel
scientifique : Ing. H.W. PERTHEN
Dipl. Geophys. G. UHLIG

Station permanente
Début des observations : 1 juillet 1957
Nature du sol et du sous-sol : schiste de contact, filon de porphyre.

Equipement :
2 pendules horizontaux type Lettau (pendules doubles)
aluminium et laiton
fil d'acier au tungstène
distance enregistreur : 3m
sensibilité : 0" ool /mm
1 Gravimètre Askania Gs 8
avec enregistreur Askania

Remarques : On se propose d'appliquer la méthode de Corkan-Doodson pour la séparation des effets directs et indirects.

(s) W. BUCHHEIM (19-- 1 - 57)

Station CAGIGAL

VENEZUELA

45.

Latitude 10° 30'N
Longitude 66° 56'W
Altitude 1035 m
Profondeur cave 3 m

Adresse postale

Observatorio Astronomico Seismologico
y Geomagnetico
Cagigal
(Instituto Seismologico)
Apartado 1855
CARACAS VENEZUELA

Directeur : Dr. Eduardo RÖHL

Personnel

Scientifique : Dr. Günther FIEDLER

Station permanente en construction

Nature du sol et du sous-sol : schiste calcaire micacé
Station choisie pour des motifs topographiques et géologico-tectoniques

Equipement

1 Gravimètre Askania Gs 11 n°99
enregistreur

sera installé dès la construction terminée

(s) E RÖHL (-I - 57)

Station POTSDAMRép. Dém. ALLEMAGNE

Observatorien, Tiefbrunnen

Adresse postale

Latitude 50° 23' 2"34N
 Longitude 13° 4' 4"36E
 Altitude 75,5 m
 Profond.cave 26,4 m

Deutsche Akademie der Wissenschaften
 Geodätisches Institut Potsdam
POTSDAM, Observatorien
 Telegrafenberg
D.D.R.

Directeur : Prof. Dr. Karl REICHENEDER

Personnel
 scientifique : Wiss. Ass. J. BYL

On projette une station permanente; au début des observations : 1958.

Nature du sol : sable avec gravier
 Nature du sous-sol : dépôts de sables glaciaires avec fragments de
 moraines terminales

Le puits profond a été construit vers 1890 pour l'approvisionnement
 en eau de l'observatoire et se trouve tout près de l'Institut Géodésique
 Une chambre de mesure fut, de son côté, déjà prévue et construite pour
 les mesures de marées terrestres.

Equipement : 1 Gravimètre Askania Gs 11 enregistreur sera livré
 début 1958.

Remarques : C'est dans cette salle de mesures que les enregistrements
 de marées terrestres ont été réalisés par Hecker de 1902 à 1909.

Publications : O. HECKER (Veröff. Geod. Inst. Potsdam Heft 1 ,1907
 Heft 2 ,1911)

(s) Reicheneder (- I - 57)

Station AUSTIN, Texas

U.S.A.

47.

Latitude 30° 21' N
Longitude 97° 44' W
Altitude 190 m
Profond.cave : surface

Adresse postale

La Coste & Romberg
6606 North Lamar
AUSTIN Texas U.S.A.

Directeur : Dr. Lucien LA COSTE

Personnel

Scientifique : Dr. Lucien LA COSTE
Dr. Arnold ROMBERG
Dr. Neal CLARKSON

Station permanente

Les enregistrements ont commencé en avril 1954, mais dans les premières années, la haute précision n'a pas toujours été maintenue quand elle n'était pas nécessaire pour les objectifs poursuivis qui étaient de fournir aux prospecteurs les données des marées terrestres pour la correction des levés.

On a maintenant construit un pilier de béton pour que l'instrument soit constamment nivelé avec précision.

Equipement : 1 Gravimètre La Coste & Romberg (Tidal Gravity Meter n°1)
(instrument commercial spécialement adapté
enregistrement entraîné par moteur synchrone)

sensibilité : 1 microgal

Remarques : l'instrument a été calibré en occupant des stations connues et aussi par comparaison avec un autre appareil calibré séparément (Tidal Gravity Meter n°2). La courbe enregistrée devra être corrigée d'une légère dérive.

Publications : 1) Clarkson et La Coste (Trans. Amer. Geoph. U. 37, n°3
p. 266)
2) sous presse dans idem February 1957.

(s) A. Romberg (4-I-57)

Station POZNAN

POLOGNE

Latitude 52° 16',9N
 Longitude 17° 5' E
 Altitude 80 m
 Profond. cave 10 m

Adresse postale

Station Astronomique de
 l'Académie Polonaise des
 Sciences
 Stacja Astromiczna Polskiej Akademii
 Nauk
 Borowiec , k
 POZNANIA POLOGNE

Directeur : J. WITKOWSKI

Personnel

Scientifique : J. DOBRZYCKI
 M. STANIEWSKA-DOBRZYCKA
 J. DOMINSKI
 H. HURNIK
 F. KOEBCKE

Station permanente en construction

Observations pendant toute la durée de l'A.G.I., le début est fonction de la date d'achèvement de la cave et de l'installation des appareils (le commencement des observations astronomiques est prévu pour mai 1957 les observations de marées ultérieurement)

Nature du sol : sableux et argileux; argile morainique
 Nature du sous-sol : sables et graviers fluvio glaciaires.

La position géographique a été déterminée par le projet de collaboration astronomique (variation des latitudes) avec l'observatoire d'Irkoutsk (même latitude, différence de longitude : 90°)

Equipement : Pendules horizontaux de Lettau ou de Tomashek à commander
Gravimètres Askania Gs 11 enregistreur à commander

(s) J. Witkowski (8-I-57)

BIBLIOGRAPHIE

- (32) P. CALOI Il Pendolo orizzontale come clinometro
(Annali di Geofisica, 3, pp 451 - 457, 1950)
- (33) H. HAALCK Die Gezeitenbewegungen des festen Erdkörpers
und die dadurch für sehr genaue Gravimetermes-
sungen notwendig werdenden Korrekturen
(Gerl. Beitr. Geoph. 64, 1, pp 11-15, 1954)
- (34) J. METZGER Marées de l'écorce: l'effet du déphasage dans
l'analyse des observations
(Geofisica pura e applicata Milano
vol 29, pp 71 - 83 1954)
- (35) R.P. Louis CATTALA Mesures de la marée gravimétrique à Madagascar
(Bull. Acad. Malgache, nouv. Série XXXIII
pp 3 - 8 1955)
- (36) K. LASSOVSKY et S. OSZLACZKY The Tidal Variation of Gravity II
(Geofizikai Közlemények III, 2, pp 27- 30, 1954)
- (37) K. LASSOVSKY Die Bestimmung des Amplitudenverhältnisses des
luni-solaren Effektes auf Grund der in Budapest
im Jahre 1951, 37 Tage hindurch ausgeführten
Gravimeterbeobachtungen.
(Geofizikai Közlemények V, 3, pp 9 à 20, 1956)
- (38) H.N. CLARKSON L.J.B. LA COSTE An improved Instrument for measurement of
Tidal Variations in Gravity
(Trans. Amer. Geoph. Union 37 n°3 pp 266 à 272
1956)
- (39) K. SPERLING Gibt es Gezeiteneinflüsse im Erdölförderbetrieb?
(Erdöl und Kohle 6, n°8 pp 446 à 449, 1953)
- (40) E.P. FEDOROV Sur la nature des variations bimensuelles de
latitude
(Astr. Tsirk. 110-p6, 1951)
- (41) E.I. EVTUSENKO Ondes lunaires dans les variations de latitude
de la station d'Ukiah
(Ast. Tsirk. 113 - 114 p 14, 1951)
- (42) E.I. EVTUSENKO Onde lunaire bimensuelle dans les observations
de latitude de la station de Caploforte de 1922
à 1934
(Astr. Tsirk 116, p 16, 1951)

L'organisation de stations de marées terrestres pour les mesures durant l'AGI.

1.- Remarques préliminaires.

Le Prof. R. Tomaschek et le Dr. H. Ellenberger ont développé, devant la première section de l'Institut Allemand de recherches géodésiques les principes et critères d'installation des pendules horizontaux pour l'observation des marées terrestres.

Le Président du Comité allemand pour l'AGI, Prof. J. BARTELS a offert son aide pour que les travaux projetés soient menés à bonne fin.

La direction centrale de l'Institut Allemand de Recherches Géodésiques mettra une subvention à la disposition de la Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Les Instituts ci-après se sont, jusqu'à présent intéressés à la construction des instruments de mesure pour les marées (pendules horizontaux):

Amt für Bodenforschung	Hannover
Geodätisches Institut	Aachen
"	Bonn
"	Hannover
"	Karlsruhe
Institut für Angewandte Geodäsie	Frankfurt
Institut für theoretische Physik und Angewandte Geophysik	Freiberg (Saxe)
Institut für Geophysik	Kiel
Observatoire Royal de Belgique	Uccle
Institut Royal Météorologique de Belgique	Uccle
Prof. C. Morelli	Italie

On projette d'installer des stations de marées terrestres coopérant avec les Instituts ci-dessus en Autriche (Bad Gastein), Italie (Tolmezzo), Belgique, USA (Californie et à proximité de l'Observatoire Yerkes). Les deux stations des USA constitueront un contrôle pour les stations européennes.

Dans l'hypothèse où les moyens nécessaires seront accordés par la société allemande de recherches, la première section de l'Institut allemand de recherches géodésiques réunira les dispositifs de mesure pour les diverses stations et les mettra à la disposition des Instituts et des savants intéressés.

Il va de soi que les Instituts ou savants qui s'intéressent aux mesures de marées terrestres et qui ne sont pas cités ci-dessus pourront aussi se fournir en appareils.

2.- Choix et Installation d'une station.

Le Soleil exerce son attraction sur la Terre et y provoque des marées semi-diurnes et diurnes. En outre, par son rayonnement calorifique il cause des tensions thermiques dans la croûte terrestre.

Ces tensions thermiques provoquent des variations d'inclinaison

de la surface jusqu'à la profondeur de 50 mètres qui n'ont rien 52.
à voir avec le phénomène des marées.

Cet effet thermique indirect du Soleil a la même période que les marées et doit être éliminé des pendules horizontaux.

Cette influence thermique indirecte se manifeste même aux profondeurs où la température est absolument constante.

Par conséquent les stations de marée doivent être choisies à une profondeur d'au moins 30 mètres sous la surface terrestre. Les profondeurs de 100 m à 150 m sont les meilleures. Aux plus grandes profondeurs il est possible que la pression de la montagne provoque des déformations plastiques et introduit ainsi des variations d'inclinaison perturbatrices. Il est souhaitable de placer les stations à l'écart des exploitations humaines car ces exploitations peuvent perturber l'inclinaison de la station. Par contre une explosion dans ces exploitations ne perturbe guère les stations de marées pour autant qu'entre la station et le lieu de l'explosion il y ait une épaisseur rocheuse d'au moins 20 m d'épaisseur.

Sur la base de l'expérience acquise il est recommandable de disposer d'une assez grande salle pour l'installation des appareils. Cette salle doit être mise à l'abri des intempéries. Un endroit d'installation utilisable peut être par exemple une caverne à sol horizontal lorsqu'entre la station et la surface il y a une épaisseur de roches d'au moins 30 mètres.

La première section de l'Institut Allemand de recherches géodésiques groupe les dispositifs de mesures pour les déviations à la verticale. L'installation se compose de deux pendules horizontaux avec commande à distance, un dispositif d'enregistrement photographique, un thermomètre de précision avec commande à distance et un microbaromètre enregistreur.

En outre, il y a une batterie de 6 volts et une caisse de matériel. Les dimensions des divers appareils et une disposition convenable sont représentés sur la figure ci-jointe. La galerie est orientée de l'Ouest vers l'Est. Dans ce cas les pendules donnent la marée avec le même signe que les marées terrestres calculées à l'avance par l'Institut Hydrographique Allemand.

La station de marées terrestres peut aussi être orientée autrement.

La latitude doit être connue avec une précision de $\pm 1'$; l'orientation avec une précision de $\pm 30'$; l'altitude avec une précision de ± 1 m et dans le cas de techniques de mesure insuffisantes ± 5 m suffisent.

La station de marées sera séparée par un mur en une salle I et une salle II. Le mur est pourvu d'une porte pour l'observateur et une fenêtre pour le faisceau lumineux de même que, le cas échéant une fenêtre d'observation.

Cette division de la station en deux salles est fort recommandable; on peut ainsi laisser travailler les pendules à température constante et sans perturbations.

Le gardien préposé à l'entretien de la station aura accès exclusivement à la salle I, ceci afin de protéger les pendules de l'influence de la température corporelle. C'est pour cette même raison que l'on prévoit une commande à distance pour les pendules et le thermomètre.

Dans la figure on a indiqué une prise de courant et un éclairage électrique dans les salles I et II. Lorsque les circonstances s'y

prêtent, une installation d'éclairage électrique est très recommandable.

La station de marées terrestres est cependant indépendante de la liaison à un réseau pendant 8 jours grâce à une batterie d'auto de 6 volts. Le gardien doit échanger cette batterie avec une batterie chargée. En cas de liaison au réseau, la station sera quand même dotée d'une batterie, à laquelle le dispositif d'alimentation est relié en charge permanente.

La figure montre en outre une lampe rouge (lumière pour chambre noire) qui est nécessaire pour changer le papier de l'enregistreur. Selon l'installation réalisée dans la station, cette lampe peut être branchée sur le réseau ou sur la batterie.

Dans le choix d'une station il faut particulièrement prendre garde qu'un gravimètre muni de son dispositif enregistreur puisse être placé et mis en service. Sur la figure, on n'a pas représenté ce gravimètre étant donné que les Instituts intéressés se chargeront eux-mêmes de l'installation de cette partie de l'équipement.

Les pendules et l'enregistreur reposent sur la roche ferme. Celle-ci devra avoir la même hauteur à ± 10 cm près pour les pendules et pour l'enregistreur.

La distance convenable entre les pendules et l'enregistreur sera de 5 mètres mais au cas où les dimensions de la salle ne s'y prêtent pas, on peut se limiter à une distance de 2,5 mètres. Pour éprouver la valeur d'une station, on devra à l'occasion faire tourner les pendules de 90° ou de 180° (voir paragraphe 3). Dans ces conditions, il devra y avoir suffisamment de place pour pouvoir placer l'enregistreur à une distance minimum de 2,5 mètres au moment de l'essai de la station.

D'après la figure, la station ne peut par exemple être testée qu'en tournant les pendules de 180° et en même temps en les échangeant avec l'enregistreur. Lors de l'essai de la station, le pendule peut prendre la place de l'enregistreur et celui-ci celle du pendule.

Par contre il est souhaitable de prévoir une salle II assez grande pour que lors des essais de station le pendule seul doive être tourné sur lui-même, à son emplacement, tandis que l'enregistreur trouve encore place dans la salle II.

Toute l'installation doit être protégée contre l'humidité et les vapeurs et peut travailler par une température de 5° C à 30° C. L'humidité relative de la salle peut atteindre 100 %.

3.- Essai des stations et mesures en cours.

Les déviations de la verticale atteignent environ $0''02$. Ces déviations sont masquées par des variations d'inclinaison de période annuelle ou consécutives à des mouvements de la croûte; en certains cas agissent aussi des variations d'inclinaison dues aux conditions locales.

Les variations dues aux conditions locales peuvent dans certaines circonstances faire avorter les mesures projetées. C'est pourquoi chaque station doit être essayée lors de la mise en marche afin de voir si elle convient pour la mesure des marées.

Les variations à période annuelle ont une amplitude de l'ordre de $5''$. Les variations les plus fortes se produisent aux équinoxes.

Il s'ensuit que la courbe des marées est très fortement perturbée. Ces perturbations apparentes peuvent par exemple s'introduire en l'espace de peu de jours à fin septembre ou au début octobre et persister longtemps. Les mesures effectuées au cours de l'AGI mettront donc aussi en évidence le comportement annuel des différentes stations.

Les variations d'inclinaison dues aux mouvements de la croûte sont de l'ordre de grandeur des déviations de la verticale dues aux marées et doivent être séparées des inclinaisons dues aux conditions locales du même ordre de grandeur. Cette séparation peut être obtenue lorsque, en même temps que les variations d'inclinaison, on mesure la composante verticale des marées avec un gravimètre.

Lors de mouvements de la croûte, le gravimètre met en évidence des désaccords atteignant 100 microgals avec les marées tandis qu'en cas de variations locales, le gravimètre n'est pas perturbé et indique seulement les marées.

Lorsqu'on équipe une nouvelle station, on fera un enregistrement de 8 à 14 jours. Lorsque les pendules dérivent (présentent une marche), il faut établir s'il s'agit d'un effet inhérent au pendule ou à la station. Pour cela on fait pivoter le pendule de 90° ou de 180° et l'on reprend l'observation. D'après le comportement du pendule dans cette nouvelle position, on pourra décider si la dérive provient de l'appareil ou si la station n'est pas stable.

Dans le cas où le pendule a une marche, on pourra se rendre compte d'après l'enregistrement d'essai si cette marche décroît assez vite. En général il faut compter sur une dérive de 4 à 5 semaines. Les fils de suspension des pendules sont préparés de telle sorte que la durée de cette dérive soit courte. Si la marche de l'instrument est exceptionnellement trop forte, il vaut mieux installer une nouvelle suspension. A cet effet quelques bras avec suspension sont préparés afin de pouvoir être montés par l'observateur dans la station, en se conformant à une instruction particulière commode.

Dans le cas où c'est la station elle-même qui s'incline, il faut essayer de voir, à l'aide d'un gravimètre, si cette inclinaison est à attribuer à des conditions locales ou à des mouvements de la croûte.

Dans le cas d'inclinaisons perturbatrices locales, dues par exemple à des failles géologiques, on doit rechercher une nouvelle station dans la même mine, dans certains cas cependant à grande distance de la mine.

Les mesures courantes dans une station éprouvée demandent seulement de petits frais. En général il faut changer le papier d'enregistrement tous les 7 jours, vérifier l'heure de la station à 1 minute près, remonter l'horloge, échanger les batteries. A certains moments les pendules doivent être corrigés à l'aide de la commande à distance. Tous les mois il faut vérifier l'amplification des pendules; pour cela on met en oscillation le bras à l'aide de la commande à distance et l'observateur doit mesurer la durée d'oscillation à l'aide d'un chronomètre.

4. - Personnel.

Le choix et la mise en marche de la station de même que son entretien, la critique et la recherche des lectures instrumentales

demandent un personnel scientifique. Le service courant de la station en marche peut être rempli par une personne habitant les lieux, par exemple appartenant au personnel de la mine. Il suffit que le personnel scientifique visite la station à de plus grands intervalles de temps.

5.- Gravimètre.

Il est évidemment très recommandable d'observer les marées terrestres à la fois avec les pendules horizontaux et un gravimètre. Dans bien des cas on ne peut interpréter correctement les mesures des pendules que grâce aux mesures gravimétriques.

Mais cet équipement est laissé aux soins des divers Instituts intéressés à ces mesures. Il convient de disposer d'un gravimètre enregistreur car les lectures horaires ou semi-horaires par un observateur sont trop coûteuses et trop fatigantes.

Lorsque l'enregistrement continu ne peut être réalisé, on se limitera à une série de mesures couvrant 31 jours chaque trimestre.

(Traduction)

A ce sujet, le prof.M.KNEISSL, Directeur du Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut nous écrit :

'' ... Die I.Abtteilung beantragt bei der deutschen Forschungsgemeinschaft Mittel für die Herstellung der erforderlichen Pendel mit Zubehör. Unter die Voraussetzung, dass die Mittel der deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung stehen, beabsichtigt die I. Abteilung die Instrumente an interessierte Institute und Wissenschaftler zu übersenden. Der Preis für die Einrichtung einer Station beträgt etwa 9500 DM. In einzelnen Fällen, wenn Messeinrichtungen noch vorhanden sind, ist daran gedacht worden, die Instrumente leihweise zur Verfügung zu stellen. Die Instrumente könnten in diesen Fällen während des Internationalen Geophysikalischen Jahres und danach verwendet werden.

... ''
(lettre au Dr.Melchior 5.2.57)

Paul MELCHIOR (Bruxelles)

DISCUSSION DU PROCÉDE DE CORKAN POUR LA SEPARATION DES EFFETS
DIRECTS ET INDIRECTS

1. La discussion des observations de marées terrestres repose sur la possibilité de séparation des effets directs luni-solaires et des effets indirects océaniques.
La méthode théorique rigoureuse : évaluation mathématique des effets d'attraction des masses d'eau, fléchissement de la croûte (Boussinesq) et variation subséquente du potentiel terrestre se heurte à de nombreuses difficultés et soulève autant d'objections car chacune des étapes du calcul repose sur des hypothèses très simplistes. Il importe évidemment de réaliser des progrès dans ce domaine tant du point de vue théorique que du point de vue calcul. Mais la connaissance des marées en plein océan reste essentielle pour la résolution du problème par cette voie.

La seule méthode efficace est actuellement celle de CORKAN mais on lui reprochera un certain empirisme bien que les hypothèses sur lesquelles elle repose paraissent vraisemblables :

- a) les diverses ondes semi-diurnes (M2 S2 N2) présentes dans l'effet direct ont entre elles les rapports d'amplitude prévus par la théorie statique des marées :
- $$S2/M2 = 0,464 \quad N2/M2 = 0,194$$
- b) les diverses ondes semi-diurnes (M2 S2 N2) présentes dans les effets indirects ont entre elles les mêmes rapports d'amplitude que les marées dans l'Océan qui engendre ces effets indirects.
Ainsi pour l'Atlantique : $M2/S2 = 3,3$ $M2/N2 = 5,2$
(cf. Table détaillée donnée par Corkan (1))

2. Exposé de la méthode

Soient

	amplitudes	phases
l'effet observé	$K = \gamma_0 B$	ζ
l'effet direct	γB	0
les effets indirects	I	i

Les inconnues sont γ , I, i.

On a, pour chaque onde individuelle :

$$K \cos (at + \zeta) = \gamma B \cos at + I \cos (at + i)$$

ou

$$\begin{aligned} K \cos \zeta &= \gamma B + I \cos i \\ K \sin \zeta &= I \sin i \end{aligned}$$

d'où

$$\operatorname{tg} i = \frac{K \sin \zeta}{K \cos \zeta - \gamma B} = \frac{\gamma_0 \sin \zeta}{\gamma_0 \cos \zeta - \gamma} \quad (1)$$

$$I = \frac{K \sin \zeta}{\sin i} \quad (2)$$

A chaque valeur de γ correspond donc une valeur de i et par suite une valeur de I .

Portons dans un système d'axes I suivant Ox ($I = x$) et suivant Oy ($\gamma = y$). Éliminant le paramètre i de (1) et (2), on obtient la relation :

$$K^2 y^2 - \gamma_0^2 x^2 - 2 K^2 \gamma_0 \cos \zeta \cdot y + K^2 \gamma_0^2 = 0 \quad (3)$$

qui représente une hyperbole ($d = -\gamma_0^2 K^2$) dont le centre, situé sur Oy a pour ordonnée $\gamma_0 \cos \zeta$ et le sommet pour coordonnées $(K \sin \zeta, \gamma_0 \cos \zeta)$. Son axe est parallèle à Oy ($x = \gamma_0 \cos \zeta$).

Ainsi, ayant extrait par analyse harmonique des courbes observées les caractéristiques (K, ζ) pour chacune des ondes M2 S2 N2, on pourra construire une hyperbole (3) caractéristique de chacune de ces ondes. Mais ces hyperboles ne sont pas comparables entre elles car l'échelle des x diffère dans chaque cas, alors que l'échelle des y est commune (on a considéré le coefficient γ et non l'amplitude de l'onde, ce qui implique l'hypothèse a.).

Pour permettre la comparaison mutuelle, il faut donc multiplier l'amplitude ($I=x$) de l'onde S2 des effets indirects par le coefficient de réduction de cette onde dans l'océan en cause (soit 3 environ) et l'amplitude de l'onde N2 des effets indirects par le coefficient de réduction de cette onde dans l'océan en cause (soit 5,2 environ).

De cette manière, on obtient deux déterminations indépendantes de l'effet indirect causé par une même masse d'eau (mais agissant avec des périodes et des phases différentes) : les coordonnées du point de rencontre des deux branches d'hyperboles caractéristiques de M2 et de S2 sont la valeur de $I(M2)$ et celle de γ . Il en va de même pour les points de rencontre des hyperboles (S2) et (N2) et des hyperboles (M2) et (N2).

En fait deux des branches d'hyperboles caractéristiques peuvent se rencontrer en plus d'un point et il y aurait alors deux solutions dont l'une sera à rejeter si elle donne une valeur anormale pour γ (extérieure au domaine 0 - 1). On peut aussi éliminer une des solutions si elle donne lieu à des valeurs des phases i des diverses ondes en désaccord trop flagrant avec les phases des marées océaniques qui engendrent ces effets indirects. Ceci est plus aisé pour une station côtière (telle Bidston) que pour une station continentale.

Il peut se faire aussi que deux hyperboles n'aient pas de point de rencontre dans le domaine $0 < \gamma < 1$. (Cas de l'onde S2 à Freiberg dans le sens NS).

Dans le cas d'observations effectuées tout près de l'Océan comme à Bergen et Bidston, l'effet indirect est si important ($\gamma_0 \sim 5$ à Bidston) que les parties utiles des branches d'hyperboles (domaine $0 < \gamma < 1$) sont si éloignées du sommet ($\gamma_0 \cos \zeta$) que l'on n'aura jamais qu'un point d'intersection significatif pour chaque paire d'hyperboles (rappelons ici que ces hyperboles ont leur axe transverse parallèle).

Mais il en va autrement pour les stations continentales où l'on peut trouver deux solutions dans certains cas car γ_0 est voisin de γ et l'on a à considérer les hyperboles au voisinage de leur sommet.

Les points d'intersection utiles étant déterminés, on en calcule le centre de gravité P, compte tenu de poids proportionnels aux amplitudes relatives des diverses ondes (On peut proposer M2 :5, S2:2, N2:1). Le point P donne sur le graphique les valeurs de γ et de $I(M2)$.

Mais si l'on veut obtenir les valeurs individuelles de I et i pour chaque onde, il faudra les déterminer à partir du point de chaque hyperbole qui est le plus voisin de P. (dans certains cas P se trouve dans la région du plan où l'on aurait pour l'hyperbole considérée $\sin i > 1$ et le calcul ne peut donc être fait à partir de P).

3. Critère de validité de la méthode de Corkan.

On peut se proposer comme critère de vérifier si l'application de la méthode en deux stations continentales assez voisines donne des résultats cohérents pour I et i.

Nous en avons fait l'application aux mesures effectuées dans les stations de FREIBERG (Saxe) (mesures de Schweydar) et de BREZOVE HORY (Tchécoslovaquie) (mesures de Cechura, analyse de Petr).

Caractéristiques des deux séries de mesures :

	FREIBERG	BREZOVE HORY
Latitude	50°54' N	49°41' N
Longitude	13°18' E	14° 0' N
Epoque des mesures	1910-1915	1936-1939
<u>Composante Nord-Sud</u>		
	K = 418	K = 556
M2	$\zeta = +12^\circ 5$	$\zeta = -7^\circ 15$
	$\gamma_0 = 0,540$	$\gamma_0 = 0,713$
	K = 391	K = 255
S2	$\zeta = -31^\circ 1$	$\zeta = -19^\circ 83$
	$\gamma_0 = 1,086$	$\gamma_0 = 0,704$
	K = 96	K = 115
N2	$\zeta = +16^\circ 9$	$\zeta = +7^\circ 41$
	$\gamma_0 = 0,640$	$\gamma_0 = 0,763$

FREIBERG

BREZOVE HORY

Composante Est-Ouest

	K = 605	K = 792
M2	$\zeta = -0^{\circ}8$	$\zeta = +8^{\circ}29$
	$\gamma_0 = 0,607$	$\gamma_0 = 0,774$
	K = 309	K = 295
S2	$\zeta = -4^{\circ}6$	$\zeta = +8^{\circ}63$
	$\gamma_0 = 0,667$	$\gamma_0 = 0,621$
	K = 125	K = 153
N2	$\zeta = -4^{\circ}6$	$\zeta = +4^{\circ}0$
	$\gamma_0 = 0,647$	$\gamma_0 = 0,774$

(K est exprimé en 0''00001)

L'application de la méthode de Corkan a donné les résultats suivants

Composante Nord Sud	Freiberg	Brezové Hory
	$\gamma = 0,695$	$\gamma = 0,738$
M2 :	I = 183	I = 73
	i = - 30°	i = + 70°
Composante Est Ouest		
	$\gamma = 0,747$	$\gamma = 0,686$
M2 :	I = 125	I = 104
	i = + 5°	i = + 59°

L'accord nous parait remarquable pour la composante Est Ouest. En ce qui concerne la composante Nord Sud, il faut noter que dans les deux cas l'hyperbole (S2) est en dehors du domaine où l'on peut obtenir des résultats significatifs pour γ et pour I, i. Les valeurs de K, ζ à Freiberg et de ζ à Brezové sont d'ailleurs particulièrement anormales et on doit leur attribuer cet effet. Notons que des résultats plus complets obtenus par le prof. PICHA pour Brezové Hory (l'analyse de Petr ne porte que sur les années 1936-37) donnent des valeurs de γ I i en parfait accord avec celles de Petr. Nous espérons revenir sur ce point ultérieurement. L'accord pour les ondes S2 et N2 est analogue à celui de l'onde M2 dans ces deux cas. Les valeurs de γ I, i peuvent varier légèrement selon les valeurs admises pour les rapports M2/S2 et M2/N2 dans les mers et océans jouant un rôle dans les effets indirects de la station étudiée. Ceci devra faire l'objet d'un examen attentif et il peut se faire qu'on doive admettre des rapports différents pour les composantes EW et NS.

Dans la table donnée par Corkan (1) on constate des différences sensibles entre d'une part l'Atlantique Nord, la Mer du Nord, la mer d'Irlande (où $M_2/S_2 = 3,3$ et $M_2/N_2 = 5,2$) et d'autre part l'Adriatique, la Méditerranée, la Baltique, l'Océan Arctique (où $M_2/S_2 = 2,5$ et $M_2/N_2 = 4,9$).

Le premier groupe de mers a une influence prédominante dans le sens Est Ouest tandis que le second groupe agit surtout dans le sens Nord Sud.

Nous espérons que cette discussion sera reprise à l'occasion de la prochaine réunion de Bruxelles et dans ce bulletin.

Bibliographie

- (1) R.H. CORKAN A Determination of the Earth Tide from tilt observations at two places°
(MNGS, 6 n°7 p 431 1953)
 - (2) P. MELCHIOR Application de la méthode de Corkan à la discussion des observations des marées terrestres à Freiberg (Saxe)
(Comm. Observ. Royal Belgique n°74 1954)
 - (3) V. PETR Beobachtungen der Gezeiten der Erdkruste in Brezové Hory.
(Bull. Astronomical Inst. Czechosl. VI, 2 p 27 1954).
-