

MAREES TERRESTRES.

BULLETIN d' INFORMATIONS .

. N° 15

30 mars 1959.

Association Internationale de Géodésie
Commission Permanente des Marées Terrestres.

Editeur : Dr. Paul MELCHIOR
Centre International des Marées Terrestres.
Observatoire Royal de Belgique
3, Avenue Circulaire
Bruxelles 18

Belgique.

Circulaire concernant l'activité de la Commission Permanente des

Marées terrestres.

La Commission Permanente des Marées terrestres est entrée en activité le 1^{er} janvier 1959. Elle poursuit les travaux de la Commission restreinte du CSAGI pour l'étude des marées terrestres.

1) La Commission Permanente s'intègre dans le cadre général de l'Association Internationale de Géodésie. Elle a son propre "Bureau" et un "Organisme central" chargés de susciter, coordonner et exploiter les travaux exécutés dans les différents pays. La création de cette Commission Permanente a été décidée à Toronto et le Colloque International de juillet 1958 à Munich en a fixé comme suit la composition du Bureau, laquelle a été ratifiée par l'Association Internationale de Géodésie et par l'UGGI.

Président d'honneur : W.D. Lambert
Président : R. Tomaschek
Vice Président : Y. Boulanger
Secrétaire et
Directeur du Centre International : P. Melchior

Le Secrétariat et le Centre International sont installés à l'Observatoire Royal de Belgique à Bruxelles 18 (Uccle) .

L'Organisme comprendra les délégués de chaque Sous-Section des Marées terrestres à désigner par les Comités nationaux. Les Comités Nationaux sont donc priés de procéder à ces nominations au plus tôt

2) Le Centre International continuera la publication du Bulletin d'Informations des Marées Terrestres (B.I.M.). Les intéressés

sont priés de contribuer à cette publication en communiquant au Directeur du Centre leurs observations et informations.

3) Les Comités nationaux des pays où il n'existe pas de stations effectives d'observation sont invités à envisager l'installation de telles stations et cela tout particulièrement dans des régions extra-européennes.

4) Il a été jugé utile de constituer plusieurs Sous-Commissions restreintes dont la composition et les buts sont indiqués ci-dessous. On proposera des membres suppléants, mais leur nombre doit néanmoins demeurer restreint. Les membres du Bureau sont d'office membres des Sous-Commissions.

Deux de ces Sous-Commissions ont été d'ailleurs déjà constituées :

A) Sous-Commission pour l'Analyse harmonique (établie au Colloque d'Uccle): Prof. Gougenheim est proposé comme président avec les membres du Bureau et MM. Doodson, Horn, Lecolazet, Lennon, Pariskii, Pertsev, Picha, Rinner, Suthons, Zetler.

B) Sous-Commission des Méthodes gravimétriques et techniques d'étalonnage (établie au Colloque de Munich) qui devra se mettre en rapport avec la Commission Gravimétrique Internationale : le Prof. Boulanger est proposé comme président avec les membres du Bureau et MM. Brein, Gerke, Graf, Jones, Lecolazet, Morelli, Schulze, Slichter.

En outre deux autres Sous-Commissions sont constituées:

C) Sous-Commission de Clinométrie. M. Tomaschek est proposé comme président avec les membres du Bureau et MM. Buchheim, Graf, Jobert, Lennon, Marussi, Nishimura, Ostrovsky, Picha.

D) Sous-Commission de Documentation et Bibliographie. M. Melchior est proposé comme président avec les membres du Bureau et MM. Lambert, Meisser, Tardi.

5) Pour l'établissement d'une bibliographie complète il est indispensable que notification des publications nouvelles soit faite par chaque délégué national au fur et à mesure au Directeur du Centre International et que deux exemplaires de chaque publication nouvelle (et si possible ancienne) soient envoyés à celui-ci.

6) Le prochain Symposium international aura lieu à Trieste
du 6 au 11 juillet 1959.

7) Les pays qui participent aux travaux des Marées terrestres et qui sont membres de l'UGGI sont priés d'envoyer leurs représentants à ce Colloque. Quant aux autres pays qui s'intéressent à ces travaux, ils sont invités à y participer.

Gotthard U h l i g - (Freiberg)

Einfluss von Luftturbulenz und Lufttemperaturschwankungen auf Horizontalpendel.

Zusammenfassung:

An einigen Registrierbeispielen wird gezeigt, wie sich Temperaturschwankungen in verschiedenen Messräumen auf den Registrierkurven von Horizontalpendeln schädlich bemerkbar machen. Dabei können bei Verwendung von Zeitmarkenlampen bereits merkliche Störungen durch Strahlungswärme entstehen.

Bei zu grossen Messkammern besteht die Gefahr, dass bereits geringe Luftturbulenz grosse Verfälschungen der Gezeitenkurven hervorrufen können. Dabei wirkt weniger der Staudruck der bewegten Luft als vielmehr die verschiedene Temperatur der herangeführten Luftquanten. Möglichkeiten zur Ausschaltung dieser Effekte werden angeführt.

1. Vorbemerkungen.

Um die im mitteldeutschen Raum in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts durchgeführten Erdzeitenbeobachtungen [2], [3], [5] mit Horizontalpendeln wieder aufzunehmen, wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Probeaufstellungen vorgenommen. Es sollten dabei zunächst sowohl die neugebauten Lettau-Doppelpendel [3] als auch einige wiederhergestellte, ältere Zöllnerpendel [2], [5] auf ihre Zuverlässigkeit hin überprüft werden. Gleichzeitig sollten neue Aufstellungsorte gefunden werden, die sich aufgrund der geographischen Lage und im Hinblick auf günstige Beobachtungsbedingungen besonders gut zur Errichtung von Dauerstationen eignen könnten. Die ehemaligen Messkammern waren zum Teil nicht mehr zugänglich [5], oder sie schienen nach den inzwischen mit Horizontalpendeln gemachten Erfahrungen ungeeignet zu sein [2], [3].

Aus dem umfangreichen Beobachtungsmaterial werden einige Fälle herausgegriffen und untersucht, bei denen sich Störungen zeigen, die auf Schwankungen des

Messraumklimas schliessen lassen. Schwankungen der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur, langsame Luftströmungen und andere klimatische Veränderungen in den Pendelkammern kommen als Ursachen für diese Störungen in Frage. Wenn es sich um kurzzeitige, nur hin und wieder auftretende, unperiodische Einwirkungen handelt, lassen sich die Verfälschungen in den Registrierungen meist leicht erkennen und bei der Auswertung berücksichtigen. Handelt es sich dagegen um länger anhaltende, öfter sich wiederholende oder auch um periodische Störungen, so können die Gezeitenkurven in einer Weise verfälscht werden, die eine genaue Auswertung unmöglich macht.

2. Temperatureinfluss.

Einige Abschätzungen sollen die Störanfälligkeit der Pendel gegenüber Temperaturschwankungen verdeutlichen (siehe auch [1]). Als Fusschraubenabstand in der Richtung quer zum Pendelbalken werde 500 mm angesetzt. Die Empfindlichkeit der Horizontaleinfachpendel sei $E_e = 0,010$ Bogensec/mm, beim Doppelpendel sei sie $E_d = 0,001$ Bogensec/mm, was den ungefähren Verhältnissen zur Zeit der Beobachtungen entsprach.

Um einen Registrierausschlag von 1 mm zu erhalten, müsste also das Pendelgestell um $10 \cdot 10^{-3}$ bzw. $1 \cdot 10^{-3}$ Bogensekunden geneigt werden. Diese Neigungsänderung würde bereits erreicht, wenn jeweils eine der beiden in Betracht kommenden Fusschrauben eine Längenänderung von

$$(\Delta l)_e = \frac{500 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2,06 \cdot 10^5} \text{ mm} \approx 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mm} \quad \text{bzw.}$$

$$(\Delta l)_d = \frac{500 \cdot 10^{-3}}{2,06 \cdot 10^5} \text{ mm} \approx 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$$

erführe.

Setzt man einen linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten für Messing von $\beta = 16,7 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$ und eine wirksame Fusschraubenlänge von 50 mm an, so wird,

wenn man für

$$\Delta l = 50 \text{ mm} \cdot 16,7 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1} \cdot \Delta t$$

obige Werte einsetzt, ein Registrierausschlag von 1 mm bereits erreicht, wenn sich eine Fusschraube beim Einfachpendel um

$$\Delta t = \frac{2,5 \cdot 10^{-5}}{50 \cdot 16,7 \cdot 10^{-6}} \text{ °C} \approx \frac{1}{33} \text{ °C} \approx 0,03 \text{ °C}$$

erwärmt oder abkühlt. Das Doppelpendel würde bereits bei 0,003°C einseitiger Temperaturänderung einen Ausschlag von 1 mm zeigen. Beim Doppelpendel und zum Teil auch beim Einfachpendel wird diese Temperaturanfälligkeit noch vergrößert, weil nicht allein die Fusschrauben, sondern auch Teile des Pendelgestells ihre Länge ändern können. (Bei den bislang benutzten Doppelpendeln ist das Gehäuse gleichzeitig Pendelgestell, was sich also sehr nachteilig auswirken kann).

3. Einfluss von Strahlungswärme.

Die Abschätzung zeigt, dass bereits geringe Temperaturschwankungen grosse Störungen hervorrufen können, wenn sie einseitig auf das Instrument einwirken. Besonders störend sind Strahlungsquellen. Im Folgenden seien einige Fälle angeführt.

3.1 Störungen durch Heizkörper.

Am Observatorium Collm wurde vor Jahren mit dem Lettauschen Originaldoppelpendel über einen längeren Zeitraum versuchsweise registriert. [6]. Das Doppelpendel war während dieser Messungen in der zu ebener Erde gelegenen Erdbebenwarte auf einem etwa 50 cm hohen Mauersockel aufgestellt. Die Raumtemperatur wurde mittels elektrischer Heizkörper, die sich automatisch je nach Jahres- und Tageszeit mehr oder weniger lange einschalteten, künstlich konstant gehalten.

Die aufgezeichnete Gezeitenkurve wurde dabei von einer kurzperiodischen, sägezahnförmigen Störung überdeckt, deren Amplitude die der Gezeitenkurve um das Mehrfache überstieg. Diese Störung liess sich damit erklären, dass sich die im Heizrhythmus erfolgende Wärmeausdehnung des einseitig angestrahlten Pfeilers als

Neigungsänderung auf das Doppelpendel übertrug und somit registriert wurde.

Es ist leicht einzusehen, dass sich auch in einer un g e h e i z t e n Übertagemesskammer keine ungestörten Neigungskurven gewinnen lassen, da die Wände des Raumes den täglichen und jahreszeitlichen Aussentemperaturschwankungen mehr oder weniger stark ausgesetzt sind. Die Wandtemperaturen übertragen sich dann zum Teil durch Strahlung wiederum einseitig auf Pfeiler und Apparate und rufen Neigungsgänge hervor, die allerdings unauffälliger sind und daher selten eliminiert werden können.

Nicht zuletzt aus diesem Grunde sollte in der Erdgezeitenforschung auf Übertagemessungen mit Horizontalpendeln verzichtet werden. Dieser Hinweis sei gestattet, da gelegentlich immer wieder versucht wird, solche Stationen einzurichten.

3.2 Einfluss ungünstig aufgestellter Zeitmarkenlampen.

Bei Versuchsmessungen mit zwei neugebauten Lettau-Doppel-pendeln in der Erdbebenwarte des Observatoriums Collm trat eine weitere charakteristische Störungsform in Erscheinung, die sich grundsätzlich von der unter 3.1 beschriebenen unterschied. Bei jeder Stundenmarke wurden die Registrierkurven um mehrere Millimeter ausgelenkt. Die Lichtpunkte brauchten dann etwa 20 Minuten, um aperiodisch in ihre alte Stellung zurückzukehren. Erst dann folgten sie wieder der Gezeitenbewegung.

Ursache dieser Störung war eine Zeitmarkenlampe, die schräg hinter den Doppelpendeln aufgestellt war. Die Lampe leuchtete zur vollen Stunde etwa 30 Sekunden lang auf, wodurch auf dem Registrierfilm eine Zeitmarke angebracht werden sollte. Gleichzeitig wurden aber dabei beide Doppelpendel angestrahlt. Es erfolgte eine kurzzeitige, aber kräftige einseitige Erwärmung des Pendelgehäuses. Die infolge Wärmeausdehnung aufgetretenen Spannungen täuschten schliesslich eine nicht vorhandene Bodenneigung vor. Nach Verlöschen der Zeitmarkenlampe setzte der Abkühlungsprozess ein, der jedoch wesentlich langsamer verlief als die Erwärmung. Erst nach 20 Minuten waren die Lichtpunkte wieder zur Ruhe gekommen, und ebenso lange dürfte

die Wiederherstellung des Temperaturgleichgewichtes zwischen Pendel und Umgebung gedauert haben. Nach Abschirmung der Zeitmarkenlampe trat der beobachtete Effekt nicht mehr auf.

Verfälschungen der Registrierkurven durch Zeitmarkenlampen sind noch bei anderer Gelegenheit beobachtet worden. Durch Versagen der Zeitmarkenuhr blieb während einer Messperiode eine Zeitmarkenlampe mehrmals eine ganze Stunde lang brennen, wobei der Film zwar geschwärzt wurde, die Registrierkurve aber trotzdem noch erkennbar war. Diese Kurve war allerdings gegenüber der ungestörten um einige Zehntelmillimeter versetzt. Das Lampengehäuse hatte sich mit der Zeit erwärmt und beeinflusste durch Strahlung das in geringer Entfernung aufgestellte Einfachpendel.

3.3 Störungen durch Personen.

Es ist bekannt, dass die Horizontalpendel beim Betreten der Messkammern langsam aus ihrer augenblicklichen Lage abwandern. Das a l l m ä h l i c h e Weglaufen der Lichtpunkte, das stets nach e i n e r Richtung, nämlich von der Person weg erfolgt, lässt nur eine Deutung zu: der menschliche Körper wirkt als Strahlungsquelle und erwärmt die ihm zugewandte Seite des Pendels. Die Wärmeausdehnung bewirkt nun wie in den oben behandelten Fällen einen Ausschlag des Instrumentes nach der von ihm abgewandten Seite hin.

In zunehmendem Masse geht man deshalb dazu über, die Pendelkammern von den Registrierkammern zu trennen, um bei der wöchentlichen Wartung der Station die empfindlichen Instrumente nicht zu stören. Mit Hilfe von Fernbedienungsanlagen sollen alle während einer Messperiode am Pendel nötigen Handgriffe vom Registrierraum aus vorgenommen werden.

4. Einfluss von Konvektionswärme.

Eine völlig andere Art thermischer Beeinflussung von Horizontalpendeln konnte während des Aufbaues der Erdzeitenstation Tiefenort beobachtet und studiert werden.

4.1 Beschreibung der Erdzeitenstation.

Die Messstelle liegt in einer alten Abbaukammer des Salzbergwerks Tiefenort, 285 Meter unter der Erdoberfläche. Die Entfernung bis zum Schacht beträgt etwa 800 Meter. Die Messkammer ist 170 Meter lang, 22 Meter breit und 6 Meter hoch. Sie ist an den Längsseiten mit den Nachbarkammern durch je drei mannshohe Durchhiebe verbunden. Die vordere Öffnung ist etwa 10 Meter breit und drei Meter hoch.

Um den schwachen Wetterzug zu unterbinden, der in der Messkammer infolge der grossen Öffnungen nachzuweisen war, wurden die seitlichen Durchhiebe mit Salzbrocken und losem Salz zugesetzt. Durch eine Bespannung mit sogenanntem Wittertuch wurde die Kammer vorn vom übrigen Grubengebäude abgetrennt. Die Instrumente wurden im vorderen Teil der Kammer direkt auf das anstehende, polierte Salzgestein gesetzt. Um die Pendel herum wurde ein 10 cm tiefer und 10 cm breiter Graben herausgemeisselt.

Zum Einsatz kamen ein Zweikomponenten-Horizontalpendelapparat nach Schweydar und zwei Horizontaldoppelpendel nach Lettau. Zu jeder Komponente des Schweydarschen Apparates wurde ein Doppelpendel parallel aufgestellt, so dass je eine Einfachpendelregistrierung mit einer parallellaufenden Doppelpendelregistrierung verglichen werden konnte.

4.2 Aufgetretene Störungen.

Die ersten Registrierungen in Tiefenort erbrachten völlig gestörte Gezeitenkurven. Besonders die Doppelpendelaufzeichnungen waren zur Auswertung nicht zu verwenden. Bei genauer Betrachtung liessen sich jedoch drei Störungstypen erkennen:

Typ a) Eine k u r z p e r i o d i s c h e Z i t t e r b e w e g u n g, die nur beim Doppelpendel in Erscheinung trat und ihre Ursache in der mikroseismischen Bodenunruhe haben dürfte. Der Registrierstrich erschien dadurch breiter und etwas verschwommen, doch dürfte diese Unsauberkeit für die Auswertung kaum Schwierigkeiten bereiten.

Typ B) Eine sägezahnförmige Störung mit Perioden von 40 bis 80 Minuten und verschieden grossen Amplituden, die etwa Neigungen von 0,01 Bogensekunde entsprächen. Auch diese Störungen sind nur in der Doppelpendelregistrierung zu finden, machen diese aber bereits unauswertbar.

Typ C) Ein spitzenförmiger Ausschlag kurzer Dauer (5 - 10 Minuten) mit wesentlich grösserer Amplitude (entsprechend 0,02 - 0,03 Bogensekunde). Diese Störung tritt sowohl beim Doppelpendel als auch beim Einfachpendel auf.

4.3 Vergleich und Deutung der Störungen.

Wenn man die Form der Störungen in den Vordergrund stellt, so drängt sich ein Vergleich mit den unter 3.1 und 3.2 beschriebenen Störungen auf. Die gezahnte Kurvenstörung (Typ B) entspräche der in 3.1 beschriebenen, bei der also ein im Heizrhythmus sich einseitig erwärmender Pfeiler für die Neigungstörung verantwortlich war. Ein spitzenförmiger Ausschlag (Typ C) trat dagegen bei 3.2 auf, wo die Instrumente infolge einseitiger Bestrahlung kräftig ausschlugen.

Es sei bemerkt, dass im Falle Tiefenort im Gegensatz zu Collm keine Wärmestrahler vorhanden waren. Wenn nun der Verlauf der Kurven derart ähnlich ist, liegt der Schluss nahe, dass dennoch auch in Tiefenort einseitige Erwärmung stattfindet. Zumindest lässt die Ähnlichkeit der beiden Fälle auf einen gleichartigen Vorgang bei der Erwärmung schliessen. Einmal wird also nur das Fundament oder der Pfeiler erwärmt, und auftretende Spannungen geben sich nur sehr langsam als Neigungsänderungen zu erkennen. Zum anderen wird das Instrument direkt erwärmt, und Spannungen treten sofort und sehr kräftig in Erscheinung.

Infolge Fehlens jeglicher veränderlicher Strahlungsquellen musste angenommen werden, dass die Wärme durch Konvektion an die Geräte herangeführt wurde.

Einige weitere Erscheinungen machten diese Annahme sehr wahrscheinlich. So unterschieden sich die Störungen vom Typ C (Spitzen) von den unter 3.2 angeführten insofern, als sich dort nur ein allmählicher Rücklauf der Lichtpunkte zeigte, während hier die Lichtpunkte sofort wieder in die Ausgangslage zurückkehrten. Das liesse sich dadurch erklären, dass die herangeführte, anders temperierte Luft zunächst auf eine Seite des Pendels traf (Spitzenausschlag), dann aber auch die andere Seite erfasste (Rückkehr in die Ausgangslage). Die Wiederherstellung des Temperaturgleichgewichts ging also in beiden Fällen verschieden vor sich.

4.4 Untersuchung der Temperaturverhältnisse.

Zur weiteren Klärung der Temperaturverhältnisse in der Umgebung der Pendel wurde ein Mikrothermograf aufgestellt, der feinste Temperaturschwankungen registrierte. Direkt am Boden schwankte die Temperatur um $0,1^{\circ}\text{C}$, in einer Höhe von einem Meter betrug die Schwankung zeitweise $0,5^{\circ}\text{C}$.

Im Temperaturverlauf spiegelte sich trotz des Wetterverschlages der Betriebsablauf im Schacht wieder. Bei vollem Förderbetrieb schwankte die Temperatur lebhaft hin und her. Während des Schichtwechsels, wenn die Förderkörbe mit verminderter Geschwindigkeit ein- und ausfahren, beruhigte sich die Kurve mehr und mehr, um sich schliesslich bei Betriebsruhe einem konstanten Wert zu nähern.

Es sei darauf hingewiesen, dass auch während der Betriebsruhe die Bewetterung in vollem Masse fortgesetzt wurde. Die starken Temperaturschwankungen zur Zeit der Förderung sind also auf eine Art Luft-Pufferung zurückzuführen, die im Schacht durch die Bewegung der Förderkörbe entstand und sich durch das ganze Grubengebäude fortsetzte.

Die Verhältnisse während der Betriebsruhe konnten an zwei aufeinanderfolgenden Feiertagen studiert werden. Es zeigte sich merkwürdigerweise, dass die Registrierbedingungen während dieser Tage eher schlechter als besser waren. Die Störungen vom Typ C traten in dieser Zeit sehr häufig und besonders stark auf. Für diese an und für sich abnorme Erscheinung liesse sich folgende Erklärung angeben :

In der vom Wetterstrom nicht berührten Messkammer stellen sich allmählich stationäre Verhältnisse ein. Die Lufttemperatur wird sich der Gesteinstemperatur angleichen. Am Wetterverschlag wird wie etwa an einem geschlossenen Fenster ein Austausch mit der anders temperierten Aussenluft vonstattengehen. Im vorderen Teil der Kammer wird also das Temperaturgleichgewicht gestört. Zur Luftzirkulation in der Kammer kommt es aber erst dann, wenn durch äussere Einflüsse die Luftmassen in Bewegung geraten.

Es ist klar, dass es bei Betriebsruhe zu beträchtlichen Energieanhäufungen und zu anschliessender Luftturbulenz kommen kann, wodurch die erwähnten Störungen entstehen. Während des Grubenbetriebes hingegen werden sich durch die dauernde Pufferung kaum solche Energieansammlungen bilden können, so dass dann die Störungen vom Typ C relativ selten sind.

4.5 "Baistörungen" in den Gezeitenkurven ?

J. Picha hat Ausschnitte aus Horizontalpendelregistrierungen veröffentlicht [4], auf denen ebenfalls Neigungsstörungen zu erkennen sind. Sie werden dort in Anlehnung an die Bezeichnungsweise in der Magnetik "Baistörungen" genannt. Die Ursache solcher Störungen war bis dahin unbekannt.

Nach den bisher gemachten Erfahrungen in Tiefenort sind jedoch auch für diese Kurvenauslenkungen Temperaturschwankungen in der Messkammer verantwortlich zu machen. Der Einwand, die Temperatur in 1000 m Tiefe sei nahezu konstant, ist nicht stichhaltig, da ja nicht allein die Gesteinstemperatur massgebend ist, sondern hauptsächlich die Lufttemperatur in der Kammer.

Verfasser kennt die Beobachtungsverhältnisse in den Schächten von Brezové Hory aus eigener Erfahrung. Als Registrierlampen dienten bis Mai 1957 Benzinlampen, die genügend Wärme erzeugt haben dürften, um eine geringe Konvektionsbewegung der Raumluft hervorzurufen. Ob zusätzlich die natürlichen Grubenwetter noch eine Rolle gespielt haben, mag dahingestellt bleiben. Schliesslich sind auch die hohen Instrumentenpfeiler Anlass zu mancher Verfälschung der Registrierkurven.

Mit Hilfe eines hochempfindlichen, elektrisch-optischen Temperaturschreibers

liesse sich der aufgedeckte Zusammenhang ohne Weiteres nachweisen.

4.6 Beseitigung der Störeffekte in der Station Tiefenort.

Gleichlaufend mit den Temperaturbeobachtungen liefen Versuche, die Instrumente gegen diese äusseren Effekte abzuschirmen. Um die Pendel herum wurde ein Schutzzelt aus Wetzertuch errichtet.

Nachdem zunächst einseitig eine etwa 3 Meter breite und 3 Meter hohe dreieckige Zeltwand aufgestellt worden war, zeigten sich bereits Teilerfolge. Auf den Registrierungen waren Störungen vom Typ B nicht mehr vorhanden, überhaupt waren die Störampplituden wesentlich kleiner geworden.

Nach der vollständigen Umkleidung des Aufstellungsplatzes sahen die Kurven wohl besser, aber noch immer nicht ganz befriedigend aus, und die Eliminierung kleiner Störungen hätte bei der Auswertung manche Schwierigkeit bereitet. Durch die Zeltwände und die Registrieröffnungen fand wohl weiterhin geringer Wärmeaustausch statt. Erst nachdem jedes Pendel für sich noch mit einem Kasten aus Hartfaserplatten abgedeckt worden war, ergaben sich glatte Registrierkurven. Störungen vom Typ A, die allerdings nur an bestimmten Tagen auftreten, liessen sich freilich damit auch nicht beseitigen, was zu der bereits oben erwähnten Annahme führte, dass es sich um Aufzeichnungen der mikroseismischen Bodenunruhe handeln könnte.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass es nunmehr auf die Pendel keinen beobachtbaren Einfluss hat, wenn sich Personen selbst längere Zeit in der Messkammer aufhalten. Nach den Untersuchungen in Tiefenort steht fest, dass auch in grossen Räumen, in denen beträchtliche Temperaturschwankungen und Luftbewegungen vorhanden sind, selbst mit hochempfindlichen Horizontaldoppelpendeln gute Erdzeitenregistrierungen zu erzielen sind.

Literatur

- 1) BONTSCHKOWSKIJ, W.F.: K metodike izmerenija naklonov zemnoj poverchnost. (Zur Methode der Neigungsmessung der Erdoberfläche) Akad.nauk SSSR, Trudy geofiz. Inst. Nr. 5 (132) (1949) S. 49-60.
- 2) GNASS, G. : Bestimmung gezeitlicher Änderungen des Schwerevektors hinsichtlich der Tide M_2 aus gleichzeitigen Horizontalpendelbeobachtungen in Pillnitz, Berchtesgaden und Beüthen. Z.f. Geophysik 16 (1940) S. 1-16.
- 3) LETTAU, H.: Das Horizontaldoppelpendel. Veröffentlichungen d. Geophys. Institutes d. Universität Leipzig. Bd. X, Anhang 2, S. 87-142.
- 4) PICHA, J.: Ergebnisse der Gezeitenbeobachtungen der festen Erdkruste in Brezové Hory in den Jahren 1936-1939. Geofysikalni sbornik Nr. 42 (1956) S. 95-311.
- 5) SCHWEYDAR, W.: Lotschwankung und Deformation der Erde durch Flutkräfte, gemessen mit zwei Horizontalpendeln im Bergwerk in 189 m Tiefe bei Freiberg in Sachsen. Zentralbüro der Internationalen Erdmessung, Neue Folge Nr. 38, Berlin 1921
- 6) Registrierungen des Observatoriums Collm.

Documents reçus aux Centres Mondiaux.

France	Strasbourg	G	North American AG1,138	août, sept, oct., nov.1957
			AG1,167	nov., déc. 1957
Italie	Monteponi	PH	74°23' E 346°34' S	oct., nov. 1958
U R S S	Krasnaya Pakhra	G	Ask. n° 126	19 mai au 20 juin 1958
	Poulkovo	G	Ask. n° 135	{ 8 mai au 8 juin 1958 13 juin au 13 juillet
			n° 124	
Venezuela	Cagigal	G	Ask. n° 99	résultats d'analyse de novembre 1958 janvier 1959

Station VESIMA
(Arenzano)

ITALIE

Latitude 44°24'43" N
Longitude 8°42'10" E
altitude 10 m
Profondeur cave 2 m

Adresse Postale.

ISTITUTO GEOFISICO E GEODETICO
Università di Genova
via Balbi 30

P.O. Box 3145 - GENOVA (Italie)

Directeur: Prof. Mario Bossolasco

Personnel Prof. I. Dagnino
scientifique : Dr. A. Elena
Dr. G. Cicconi

station temporaire à partir du 1^{er} février 1959
installée dans un "bunker" en béton

Nature du sol : béton
sous-sol : roches serpentineuses

Equipement

le gravimètre Askania GS11 n° 97
enregistreur Lange
sensibilité 1 div = 0,07 mgal

Historique de la station

L'attività svolta dall'Istituto Geofisico dell'Università di Genova nel quadro dell'Anno Geofisico Internazionale 57-58 GEOFISICA E METEOROLOGIA, Vol. VII, 1959, N.1/2 (seulement pour l'indication de l'emplacement).

(s) Prof. M. Bossolasco (25-III-1959).

Station PADOVA

Latitude 45°24'22"
Longitude 11°52'41"

ITALIE

Adresse Postale.
ISTITUTO DI GEODESIA E GEOFISICA
UNIVERSITA' DEGLI STUDI
Via VIII febbraio
PADOVA (Italie).

Directeur : Prof. Angelo BIANCHI

Personnel) Prof. Armando NORINELLI
scientifique) Dr. Carlo de CONCINI
) Dr. Angelo BERNARDI

station temporaire : au cours de 1958-59
 enregistrement d'un mois (perdu quelques jours)

Conditions d'installation: pilier de ciment isolé du pavement.

Nature du sous-sol : alluvions.

Equipement :

Le gravimètre Askania Gs 11, N° 108
 enregistreur Lange
 sensibilité environ 0,01 mgal pour 2 divisions
 (4 mm) de l'échelle de l'enregistreur.

(s) Prof. A. Norinelli (6-III-59)

" Le développement harmonique des déviations périodiques théoriques de la verticale". author R. Lecolazet.

Bulletin d'Information N° 14, 20th January 1959.

On page 217 of the above work, reference is made to an error in my original paper " The Harmonic Development of the Tide Generating Potential" 1921. In order to avoid confusion on this point I should be glad to have the opportunity to clarify the matter as follows :

Note on G'_0

It was pointed out by Mr. W. Horn, in a letter dated October 20th 1948, that the numerical factor given for this term was not correct, in that a wrong value had been taken for the maximum of the trigonometrical part of the expression. The correct value should be 0.5 and not 1.11803. If the heading of Schedule O were corrected it would be necessary to multiply all the terms in the Schedule which have the coefficient G'_0 by the factor 2.23606, that is, the ratio 1.11803 to 0.5. Actually Bartels has done this for the single term he included. The point is that Schedule O is correct as it stands but the numerical values appear to give a smaller weight than what is desirable.

A.T. Doodson.

Note: Le Dr. W. Horn nous a écrit de son côté et confirmé également cette correction.

Programmation des diverses méthodes d'analyse
harmonique sur ordinateur électronique (IBM 650)
au Centre International des Marées Terrestres.

par

Paul J. MELCHLOR.

I

Au moment où le Centre International de données A G I à Uccle est devenu le Centre International de la Commission Permanente des Marées Terrestres de l'Association de Géodésie, nous nous sommes proposés comme premier travail à réaliser, la programmation des diverses méthodes d'analyse sur l'ordinateur électronique IBM 650 de Bruxelles.

Il est essentiel en effet de rendre possible une réduction très rapide des nombreuses séries d'observations qui sont maintenant accumulées. La durée de chaque opération est indiquée ci-après.

Nous avons écrit la programmation FORTRAN pour :

- 1° le calcul et l'élimination de la dérive (méthode de Pertsev),
- 2° l'application des multiplicateurs $\xi_1 \gamma_1 \xi_2 \gamma_2 \xi_4 \gamma_4 X_3$ de Doodson-Lennon,
- 3° l'application des grilles diurne et semi-diurne de Lecolazet,
- 4° l'application des multiplicateurs $d_i d_j$ de Doodson,
- 5° l'application des multiplicateurs $(K_1) \dots (\Sigma_2)$ de Lecolazet

Les programmations 1° 2° 3° ont déjà été traduites en langage machine (en passant par les phases successives IT, SOAP compilation et assemblage, transformation en 5 mots par carte). Ces programmes résultants ont été expérimentés par une application aux cinq premiers mois d'enregistrements du gravimètre Askania GS 11 n° 145 de l'Observatoire Royal de Belgique à Uccle

La durée des opérations pour 30 jours de mesures horaires est :

calcul et élimination de la dérive	10 minutes
7 multiplicateurs de Doodson Lennon	8 minutes
2 grilles de Lecolazet	6 minutes

Les programmations 4°, 5° écrites en FORTRAN sont en cours de traduction. Les calculs suivants et la méthode de Pertsev seront programmés ultérieurement. Nous donnons ci-après, en langage FORTRAN, les trois premiers programmes ainsi éprouvés.

Chaque programme résultant, sous forme de paquets de cartes perforées pourrait être fourni par le Centre International. De même le Centre peut se charger de ces calculs pour toutes les stations qui le désireraient en assurant les délais les plus brefs pour l'exécution et moyennant paiement des frais de machine.

1°

```
-----:-----:-----:
:C:   : : COMBINAISON PERTSEV           : :
: :   : :                               : :
: :   : : DIMENSION K (756)           : :
: :   : :                               : :
: :   : : READ      1, K               : :
: :   : :                               : :
: :   : : DO 1      I = 1,720          : :
: :   : :                               : :
: : 3 : : MOY 1 =  K ( I + 18) + K ( I + 20) + K ( I + 21) + K(I+23): :
: :   : :           + K ( I + 26) + K ( I + 28) + K ( I + 31) + K(I+36): :
: :   : :                               : :
: :   : : MOY 2 =  K ( I + 16) + K ( I + 15) + K ( I + 13) + K(I+10): :
: :   : :           + K ( I + 8) + K ( I + 5) + K ( I)           : :
: :   : :                               : :
: :   : : MOY = (MOY 1 + MOY 2) / 15   : :
: :   : :                               : :
: :   : : INT = K ( I + 18) - MOY + 1000 : :
: :   : :                               : :
: :   : : IP 18 = I + 18               : :
: :   : :                               : :
: : 2 : : PUNCH, IP 18, MOY, INT       : :
: :   : :                               : :
: : 1 : : CONTINUE                     : :
: :   : :                               : :
: :   : : STOP                         : :
-----:-----:-----:
```

Il faut noter que le tableau de 720 données (30 x 24) doit être complété par les 18 lectures horaires précédentes et par les 18 lectures horaires suivantes (720 + 36 = 756, d'où la dimension) afin que la combinaison Pertsev s'applique dès la première heure et jusqu'à la dernière heure du "mois" considéré.

Les calculs sont faits en virgule fixe; les ordonnées lues sont perforées en unités de mesure arbitraire (le dixième de millimètre lu sur la feuille de l'enregistreur dans le cas du gravimètre Askania). On a ajouté 1000 unités à la différence "lecture-dérive" pour conserver uniformément des nombres positifs. Sur chaque carte résultat on perfore la lecture originale IP 18, la valeur de la "dérive" Moyet leur différence INT.

```
-----:-----:
:C:   : : ANALYSE HARMONIQUE :1010:
:C:   : : METHODE DOODSON : :
: :   : : ND = NJ + INDK7 + IMETH + J1 + KD + J2 + K1 + :1040:
: :   : : K2 + K3 + K4 + K5 + K6 + K7 + K8 + K9 +
: :   : : K10 + J + I : :
: :   : : DIMENSION M(75) :1080:
: :   : : READ 1, IND K7 :1090:
: :   : : DO 1 I = 19,51 :1110:
: : 2 : : READ 1, KD :1120:
: : 1 : : M (I) = KD :1130:
: : 6 : : DO 3 I = 52,75 :1140:
: : 4 : : READ 1, KD :1150:
: : 3 : : M (I) = KD :1160:
: : : : J = 1 :1170:
: : 9 : : L = 24 :1190:
: : : : KSIND = M (L + 1) + M (L - 5) - M (L + 3) - :1200:
: : : : 2 * M (L + 7) - M (L + 9) - 2 * M (L + 13) : :
: : : : KSIND = KSIND + 2 * M (L + 15) + M (L + 19) + :1230:
: : : : 2 * M (L + 21) + M (L + 25) - M (L + 27) - : :
: : : : M (L + 33) : :
: : : : IF (KSIND) 10, 11, 11 :1270:
: : 10: : K1 = KSIND - 10 000 000 * J :1280:
: : : : GO TO 12 :1290:
: : 11: : K1 = KSIND + 10 000 000 * J :1300:
: : 12: : K2 = M (L) + M (L + 6) - M (L + 8) - 2 * M(L + 12): :
: : : : - M (L + 14) - 2 * M (L + 18) + 2 * M(L + 20) : :
: : : : K2 = K2 + M (L + 24) + 2 * M (L + 26) + M (L + 30): :
: : : : - M (L + 32) - M (L + 38) : :
```



```

:-----:
: : : : K7 = K7 - 2 * M (L + 22) - M (L + 23) + M (L + 25) + : :
: : : : 2 * M (L + 26) + M (L + 27) - M (L + 29) - 2 * M : :
: : : : (L + 30) - 2 * M (L + 31) : :
: : : :
: : : : K7 = K7 + M (L + 33) + M (L + 34) : :
: : : : K7 = K7 + 2 * M (L + 35) - M (L + 38) - 2 * M (L + 39): :
: : : : + M (L + 42) + M (L + 43) - M (L + 47) + M (L+51): :
: : : : G0 T0 8 :1850:
: : 14: : K7 = 0 :1860:
: : 8: : PAUSE :1870:
: : : : D0 5 I = 19,51 :1880:
: : 5: : M (I) = M (I + 24) :1890:
: : : : J = J + 1 :1900:
: : : : G0 T0 6 :1910:
: : 16: : STOP :1920:
:-----:

```

La correspondance des symboles est la suivante :

$$K1 = \xi_1; K2 = \eta_1; K3 = \xi_2; K4 = \eta_2; K5 = \xi_4; K6 = \eta_4; K7 = X_3$$

On a rendu l'opération $K7 = X_3$ facultative, elle sera effectuée par la machine ou non selon que $INDK7$ sera introduit comme égal à 1 ou à 2 (cf cartes 1700 et 1090).

Ces opérations s'appliquent directement aux cartes issues de l'opération 1°.

Remarquons que selon ce schéma, oh de TU correspond à (L + 1) et qu'il faut retirer les 18 premières cartes du premier jour si l'on veut centrer les observations sur oh TU du jour central (ce qui revient à commencer la lecture à 18 h TU du premier jour du mois). Les ordres de perforation ont été effectués directement en langage machine, à la sortie du programme résultant (on a réservé à cet effet la carte 1870).

Il importe de noter ici que l'on ne peut perforer sur chaque carte résultat que 7 nombres de 10 chiffres. Nous avons donc dû employer un subterfuge pour perforer en même temps le numéro d'ordre J en même temps que les sept résultats K_1 à K_7 . Ce subterfuge consiste à ajouter (si K_1 est positif ou nul) ou retrancher (si K_1 est négatif) 10.000.000 fois $10^1 J$ à la valeur de K_1 . C'est ce qu'expriment les cartes 1270 à 1300 (il fallait éviter en effet de modifier la valeur absolue de K_1). Notons encore que, par suite de la présence de X_3 dans les calculs, il faut introduire deux jours de plus pour obtenir 29 valeurs de chaque combinaison.

3°

```
-----:
:C:   : : ANALYSE HARMONIQUE
:C:   : : METHODE LECOLAZET
: :   : : I = J + L + K9 + N + KD + N1 + K10
: :   : : DIMENSION M (46)
: :   : : DO 1 I = 4,46
: : 2 : : READ 1,KD
: : 1 : : M (I) = KD
: :   : : J = 1
: : 7 : : DO 8 I = 47,67
: : 4 : : READ 1,KD
: : 8 : : M (I) = KD
: : 6 : : L = 25
: :   : : K 11 = M (L + 2) + M (L + 3) + M (L + 4) + M (L + 5) +
: :   : :           M (L + 6) + M (L + 13)
: :   : : K 12 = M (L + 7) + M (L + 8) + M (L + 9) + M (L + 10)
: :   : : K 13 = M (L - 2) + M (L - 3) + M (L - 4) + M (L - 5)
: :   : :           + M (L - 6) + M (L - 13)
: :   : : K 14 = K12 - M (L - 7) - M (L - 8) - M (L - 9) - M (L-10):
: :   : : K 15 = M (L - 1) + M (L - 15) + M (L - 18) - M (L + 1)
: :   : :           - M (L + 15) - M (L + 18) + K 14.
: :   : : K 16 = M (L - 12) + M (L - 21) - M (L + 12) - M (L + 21) :
: :   : :           - K 13 + K 11
: :   : : K 9 = K 16 + K 15
: :   : : K 10 = K 16 - K 15
: : 17: : PUNCH, K9, K10, J
: :   : : DO 5 I = 4,46
: : 5: : M (I) = M (I + 21)
: :   : : J = J + 1
: :   : : GO TO 7
: : 16: : STOP
-----:
```

Cette opération s'applique directement aux cartes issues de l'opération 1°. Si l'on désire que la première valeur calculée soit relative au 2^e jour du mois à 0h TU, il faut supprimer les trois premières cartes (qui correspondent à 0h, 1h, 2h du 1^{er} jour).

On remarquera que nous avons formé des groupements dans les ordonnées à combiner, de manière à rendre le calcul plus rapide.

K9 est la série diurne, K10 est la série semi-diurne. Le numéro d'ordre J est perforé en même temps que chaque résultat K9 K10.

Les Programmmations 4° et 5° seront données dans le BIM n° 16.