

16
1886-87

VERHANDLUNGEN

DER VOM 21. BIS ZUM 29. OCTOBER 1887 AUF DER STERNWARTE ZU NIZZA ABGEHALTENEN

CONFERENZ DER PERMANENTEN COMMISSION

DER

INTERNATIONALEN ERDMESSUNG

Redigirt vom ständigen Secretär

A. HIRSCH.

Zugleich mit den Berichten mehrerer Special-Referenten über die Haupt-Fächer, und den Berichten über die Fortschritte der Erdmessung in den einzelnen Ländern im letzten Jahre.

MIT ELF LITHOGRAPHISCHEN TAFELN

COMPTES-RENDUS

DES SÉANCES

DE LA COMMISSION PERMANENTE

DE

L'ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE

RÉUNIE DU 21 AU 29 OCTOBRE 1887, A L'OBSERVATOIRE DE NICE

RÉDIGÉS PAR LE SECRÉTAIRE PÉPÉTUEL

A. HIRSCH.

Suivis des Rapports spéciaux sur plusieurs branches principales, et des Rapports sur les travaux géodésiques, accomplis dans les différents pays en 1887.

AVEC ONZE PLANCHES

1888

VERLAG VON GEORG REIMER IN BERLIN
IMPRIMÉ PAR ATTINGER FRÈRES, A NEUCHÂTEL

P 370

PREMIÈRE SÉANCE

21 Octobre 1887.

Etaient présents :

Messieurs les membres de la Commission permanente :

- 1^o M. le général *Ibáñez*, Directeur de l'Institut géographique et statistique de Madrid, *Président*.
- 2^o M. le Professeur *Hirsch*, *Secrétaire perpétuel*, Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.
- 3^o M. le Professeur *Helmert*, Directeur de l'Institut Géodésique de Prusse et Directeur du Bureau central international, à Berlin.
- 4^o M. van de Sande *Bakhuisen*, Directeur de l'Observatoire de Leyde.
- 5^o M. *Faye*, membre de l'Institut et Président du Bureau des longitudes à Paris.
- 6^o M. le général *Ferrero*, Directeur de l'Institut géographique militaire, à Florence.
- 7^o M. le Professeur *Førster*, Directeur de l'Observatoire de Berlin.
- 8^o M. le lieutenant-colonel *Zachariac*, Directeur des travaux géodésiques, à Copenhague.

Messieurs les délégués :

- 1^o M. le major *Antonio José d'Avila*, Pair du royaume de Portugal, à Lisbonne.
- 2^o M. *C.-A. Beltoechi*, Inspecteur général du génie civil, à Rome.
- 3^o M. le commandant *Bassot*, de Paris.
- 4^o M. le capitaine *Defforges*, de Paris.
- 5^o M. le colonel *de Steffanis*, de l'Institut géographique militaire, à Florence.
- 6^o M. le capitaine de vaisseau *Kalmár*, Directeur des triangulations, à Vienne.
- 7^o M. *Tisserand*, membre de l'Institut, à Paris.

Messieurs les invités :

- 1^o M. *H. Bischoffsheim*, de Paris.
- 2^o M. *E. Brunner*, mécanicien, de Paris.

- 3^o M. *Cornu*, membre de l'Institut, de Paris.
- 4^o M. *Charles Lallemant*, ingénieur, de Paris.
- 5^o M. *Perrotin*, Directeur de l'Observatoire de Nice.
- 6^o M. *Stéphan*, Directeur de l'Observatoire de Marseille.

La séance est ouverte à 2 heures 20 minutes, sous la présidence de M. le général *Ibáñez*.

M. le *Président* souhaite la bienvenue à Messieurs les membres de la Commission permanente, à Messieurs les délégués qui ont bien voulu se rendre à cette session de la Commission permanente, ainsi qu'à Messieurs les invités qui assistent à la réunion géodésique que nous tenons sous le beau ciel de Nice, grâce à l'aimable invitation de M. *Bischoffsheim*, qui a bien voulu nous offrir la plus généreuse hospitalité dans le splendide observatoire dont il a doté son pays et la science.

M. le *Président* constate que sept membres sur dix de la Commission permanente étant présents, l'Assemblée est en nombre pour délibérer valablement. Il donne la parole à M. le *Secrétaire* pour le dépouillement de la correspondance et la lecture du rapport sur l'exercice 1886-1887.

M. le *Secrétaire*, avant de communiquer les lettres des collègues qui se sont excusés d'avoir été empêchés de venir, demande la permission de lire une courte nécrologie en l'honneur du collègue que la mort a si cruellement enlevé à l'Association géodésique internationale :

« Vous vous souvenez tous, Messieurs, qui étiez présents à la dernière Conférence de Berlin, de cette grande et belle figure, à la carrure forte, aux traits énergiques et fins, au regard à la fois perçant et doux, de notre célèbre et aimable collègue *Theodor von Oppolzer*.

Qui de nous se serait douté alors, en regardant ce puissant homme dans la fleur de l'âge, en écoutant sa parole ferme, claire et énergique, que la mort viendrait l'enlever, dans quelques semaines, à l'amour de sa famille, à l'attachement de ses nombreux amis et collègues, à l'admiration du monde savant, enfin au progrès des sciences astronomiques et géodésiques, qu'il a cultivées de préférence, avec passion et succès, bien qu'il eût aussi étudié la médecine, pour satisfaire au désir de son père, un des plus célèbres pathologistes de l'époque. Et chose curieuse, *Oppolzer* qui, pendant ses études médicales, avait trouvé le temps de publier 56 mémoires astronomiques (calculs d'orbites et éphémérides), a cependant fait en 1865, à l'âge de vingt-quatre ans, son doctorat en médecine d'une manière brillante. — Toutefois, à partir de cette époque, *Oppolzer* s'est exclusivement voué à l'astronomie, soit comme observateur dans le bel observatoire que son père a fait construire pour lui en 1862, soit et surtout comme théoricien, calculateur et professeur à l'Université de Vienne.

Mais il ne nous appartient pas, dans cette Conférence géodésique, de développer les mérites extraordinaires d'*Oppolzer* pour l'astronomie ; d'autant moins que M. le Dr *Rob.*

Schramm vient de publier dans la *Vierteljahrsschrift de la Société astronomique*, Vol. 22, Cah. 3, une nécrologie très complète de son maître, à laquelle j'ai emprunté la plus grande partie des détails sur la vie et les travaux d'Oppolzer.

Il convient plutôt de rendre compte, dans cette assemblée, des travaux, également exceptionnels par leur valeur et par leur nombre, que notre regretté collègue a accomplis en géodésie. Ces travaux commencent avec l'année 1872, où il fut nommé, le 18 mai, délégué de l'Autriche à la « Gradmessung ». Dans la même année, il a déterminé les coordonnées astronomiques du Pfänderberg (près Bregenz) et a rattaché cette station au réseau suisse, en déterminant avec mon collègue Wolf la différence de longitude avec l'observatoire de Zurich.

Nommé, en 1873, président de la Commission géodésique d'Autriche, Oppolzer a su donner aux travaux de cette Commission un élan extraordinaire, faisant preuve non seulement, comme en astronomie, de sa profonde science de théoricien et de ses aptitudes hors ligne d'observateur et de calculateur, mais aussi de son talent d'inventeur d'instruments et d'organisateur d'institutions scientifiques. Tandis que pendant les dix ans de 1863-1872 que l'Autriche avait participé à l'Association géodésique on y avait exécuté 6 déterminations de longitudes, Oppolzer a dirigé, avec de nombreux coopérateurs qu'il avait formés, dans le court espace de quatre ans (1873-1876), l'exécution de 40 mesures de différences de longitudes, soit à l'intérieur de l'empire d'Autriche-Hongrie, soit avec l'étranger, entre autres avec Munich, Paris, Padoue, Milan, Varsovie, Pulkowa, Strasbourg, Leipzig, Greenwich, Berlin. C'est donc à Oppolzer qu'on doit le plus grand nombre de différences de longitudes dans le réseau des longitudes déterminées par le télégraphe. Il faut remarquer, pour se faire une idée juste de cette étonnante activité que, dans la plupart des stations autrichiennes, Oppolzer a déterminé ou fait déterminer en même temps la latitude, l'azimut et la pesanteur. Plus tard, il a ajouté encore en 1881 la longitude Vienne-Genève avec feu notre collègue Plantamour. Pour pouvoir exécuter cette énorme masse de travaux en si peu de temps, Oppolzer a dû développer non seulement une activité et une énergie extraordinaires, mais faciliter les observations par d'ingénieux appareils, parmi lesquels je cite, entre autres, son releveur pour les chronographes à bande, et toute l'organisation électrique sur son « Schaltbrett », qui ont été adoptés par de nombreux observatoires et commissions géodésiques, entre autres en France.

Après des travaux si remarquables, il n'a été que naturel que Oppolzer fût nommé à la Conférence générale de Dresde (en 1874) membre de la Commission permanente. En 1882, après la mort de Bruhns, Oppolzer le remplaça comme l'un des secrétaires de l'Association géodésique. Bien que j'eusse été lié d'amitié depuis longtemps avec Oppolzer, c'est surtout à partir de ce moment que j'ai appris à apprécier dans mon éminent collègue, à côté du grand savant, les qualités de l'homme aimable et bon et de caractère noble et ferme. Aussi, lorsque le télégraphe m'a appris la mort si inattendue et si prématurée de notre cher collègue autrichien, j'ai été profondément ému, non seulement par la grande perte que venait d'essuyer la science et, en particulier, notre Association géodésique et le Comité international des poids et mesures, dans lequel il siégeait depuis 1885, mais j'ai pleuré la disparition du cher et noble ami, que j'avais embrassé il y avait à peine deux mois, à Berlin, où,

par reconnaissance pour ses éminents services, il avait été nommé Vice-Président de l'Association géodésique internationale.

Messieurs et chers collègues, nous serons appelés à remplacer la vacance que la mort d'Oppolzer a créée dans notre Commission permanente; mais jamais on ne pourra combler la lacune que sa disparition a laissée dans le cœur de ses nombreux amis. »

M. le Secrétaire fait connaître à l'Assemblée que M. le Lieutenant-Général *Stebnitzki* l'a prévenu déjà à la fin de juillet, qu'il lui serait impossible de prendre part cette année à la session de la Commission permanente. Voici sa lettre :

« Monsieur et très honoré Collègue,

« Je viens de recevoir la circulaire du 15 juillet et, à mon grand regret, je suis obligé de vous prévenir qu'il me sera impossible de profiter de l'aimable invitation de M. Bischoffsheim et de prendre part, cette année, aux séances de la Commission permanente. Je suis bien fâché de manquer cette occasion de témoigner mon grand intérêt aux travaux éminents de la Commission qui, je n'en doute pas, contribueront beaucoup au progrès de notre Association géodésique.

« Veuillez agréer, Monsieur et très honoré collègue, l'assurance de ma haute considération.

« Le Chef de la Section topographique,
« Général-Lieutenant J. STEBNITZKI.

P. S. « Dans peu de temps j'aurai l'honneur de vous envoyer le rapport sur les travaux exécutés en Russie. »

M. Stebnitzki a envoyé en effet le 28 septembre au secrétaire le rapport sur les travaux exécutés en Russie par la section topographique militaire de l'Etat-Major pendant les années 1886-1887.

Ce rapport sera lu dans une séance ultérieure avec ceux des autres pays.

M. le professeur *Nagel*, de Dresde, a informé le secrétaire par lettre du 9 octobre, que pour différentes raisons il regrette de se voir empêché de prendre part aux travaux de cette session. Sa lettre est ainsi conçue :

« Hochgeehrter Herr Kollege !

« Mit grossem Bedauern sehe ich mich genöthigt, Ihnen mitzuthellen, dass ich aus mannigfachen Gründen nicht den Sitzungen der permanenten Commission der internationalen Erdmessung beiwohnen kann. Meine in Folge des unersetzlichen Verlusts meines theuern Sohnes immer noch angegriffene Gesundheit, sowie meine Unabkömmlichkeit wegen der zu derselben Zeit hier stattfindenden Diplomprüfungen — da jedes Fach am Polytechnikum nur durch eine Lehrkraft vertreten ist — gestatten mir nicht, die weite Reise zu unternehmen.

« Ich bitte daher sehr, mich bei dem Herrn Präsidenten und den übrigen Herren Mitgliedern der Commission gütigst zu entschuldigen und denselben meine herzlichsten Grüsse freundlichst zu überbringen.

« In Folge des erwähnten schweren Trauerfalls bin ich bisher unfähig gewesen, an meiner Publikation des sächsischen Gradmessungsnetzes zu arbeiten, so dass dieselbe nun vor nächstem Frühjahr nicht erscheinen kann.

« Mit hochachtungsvollem Gruss ganz der Ihrige,

« NAGEL.

« Dresden, am 9. October 1887. »

M. le professeur *Weiss*, directeur de l'Observatoire de Vienne, s'est excusé par lettre du 23 septembre de ne pas pouvoir profiter de l'invitation d'assister à la réunion de Nice.

« Waidhofen a. d. Ybbs, Sept. 23.

« Verehrtester Herr Kollege!

« Ich danke Ihnen bestens für Ihren freundlichen Brief, und die Einladung, zur permanenten Commission in Nizza mich einzufinden. Ich möchte auch gewiss sehr gern daran theilnehmen: aber da ich heuer schon zweimal länger von Wien abwesend war, (im Frühjahr in Paris, und jetzt in Kiel), wird es mir leider unmöglich sein, in der letzten Hälfte von October abermals abzukommen, und so muss ich denn auf das Vergnügen verzichten, Sie dort zu sehen.

« Meine Ernennung zum österr. Erdmessungscommissär werde ich Ihnen sowie ich nach Wien zurückkehre, was in zwei bis drei Tagen geschehen wird, officiel anzeigen lassen.

« Mit besten Grüssen zeichnet sich achtungsvoll Ihr ergebenster

« ED. WEISS. »

M. le *Secrétaire* donne lecture du rapport suivant par lequel il rend compte de la gestion du Bureau de la Commission pendant l'exercice qui vient de finir et il communique en même temps la correspondance que le Bureau a échangée avec quelques gouvernements et plusieurs établissements scientifiques:

Faute de temps, pendant le dernier mois, et pour ne pas occuper plusieurs séances de la Commission avec un compte-rendu détaillé de toute la correspondance, qui comprend entre autres plus de 60 lettres échangées avec le Bureau central et avec l'honorable Président de la dernière Conférence générale, M. Færster, correspondance qui remplit à peu près complètement un copie de lettres de 400 pages, je me bornerai à vous donner un résumé substantiel des principaux faits.

La nouvelle organisation que s'est donnée l'Association géodésique internationale,

surface de la terre à presque tout le continent et de changer son nom en celui de « Européische Gradmessung. » Cependant les frontières européennes mêmes furent bientôt dépassées: La France y adhéra en 1871, non seulement avec son territoire européen, mais aussi pour ses possessions africaines; j'avais eu moi-même la grande satisfaction de persuader le célèbre Thiers, alors Président de la République française, de l'utilité pour la France d'entrer dans l'Association. Quelques années plus tard, le rattachement géodésique des deux continents fut réalisé par les déterminations bien connues des différences des longitudes et de l'azimut entre les côtes de l'Espagne et de l'Algérie, exécutées par le Général Ibañez et le Colonel Perrier.

« D'un autre côté, notre Association entra, déjà en 1877, en étroite relation avec l'Amérique, lorsque nous avons le plaisir de voir l'assistant distingué de U. S. Coast Survey, M. Ch. S. Peirce, se présenter à notre réunion à Stuttgart, introduit par une lettre de votre prédécesseur, M. Carlyle P. Patterson (voir Compte-Rendu de la Cinquième Conférence, p. 100).

« Nous avons publié dans les Comptes Rendus de cette Conférence le Mémoire remarquable de M. Peirce sur l'influence de la flexibilité du trépied sur les oscillations du pendule à reversion (Voir dans le même volume, p. 172-187).

« Un an plus tard, en 1878, à la réunion du Comité permanent, qui a eu lieu à Hambourg, nous avons eu le plaisir de recevoir le professeur *Hilgard* comme représentant officiel du United States Coast and Geodetic Survey, et autorisé par le Secretary of the Treasury de représenter directement le Coast-Survey auprès de l'Association géodésique (Voir Verhandlungen der Versammlung in Hamburg, 1878, p. 7). Dans le même volume, nous avons publié comme Rapport des Etats-Unis, de même que ceux de tous les autres Etats, une nouvelle note de M. Peirce sur ses observations de pendule pendant la dernière année, ainsi qu'une petite communication de M. l'Assistant *Schott* sur l'Equation personnelle dans l'emploi de l'oculaire double construit par Sagemüller (Voir p. 116-121).

« En 1880, M. Peirce, qui était venu en Europe pour assister à notre sixième Conférence générale à Munich, mais qui avait été obligé, pour affaires de famille, de retourner en Amérique avant l'ouverture de la Conférence, envoyait une lettre que M. Faye nous a communiquée, et dans laquelle il traite de nouveau différents points de la question du pendule (Voir Procès-verbaux de la Sixième Conférence générale, 1880, p. 30-32).

« Dans la septième Conférence enfin, tenue à Rome en 1883, le U. S. Coast and Geodetic Survey était représenté par le Général *Richard D. Cullis*, premier assistant of the Coast and Geodetic Survey, officiellement introduit sous l'autorité du Secretary of the Treasury, par M. *Hilgard*, superintendent of the Survey (Voir Procès-verbaux de la Septième Conférence générale à Rome, 1883, p. 134).

« D'après tous ces faits, il paraît évident que l'Association géodésique internationale, non seulement se propose de s'occuper des opérations géodésiques sans limites locales, mais que cette Association a déjà agi en ce sens dans le passé, et que les Etats-Unis ont, depuis nombre d'années, participé à l'Œuvre de l'Association par l'organe du Coast and Geodetic Survey, tout aussi bien que les autres Etats l'ont fait par de semblables corporations scienti-

liques; de sorte que si les autorités scientifiques et politiques d'Amérique se retiraient maintenant de notre entreprise scientifique internationale, cette décision constituerait une rupture d'anciennes relations, d'autant moins compréhensible, juste au moment où, par suite de la réorganisation de l'Association, son caractère cosmopolite a été formellement indiqué en changeant le nom « Europäische Gradmessung en Internationale Erdmessung ».

« Si, ce que j'ignore, le Gouvernement prussien, au mois d'août dernier, n'a pas adressé au Gouvernement des États-Unis, ainsi qu'il l'a fait aux autres Gouvernements, le projet de la réorganisation de l'Association, en même temps que l'invitation d'envoyer un délégué américain à la Conférence de Berlin, je suis sûr que ce n'était qu'une simple et involontaire omission, due à un employé administratif, mais qu'il ne s'agit nullement d'une exclusion intentionnelle. Il vous serait facile de vous en convaincre par le fait que le Président de notre Association, M. le Général Ibañez, dans la troisième réunion du Comité permanent, avait exprimé le désir que, dans l'intérêt de l'Association, le Gouvernement prussien voulût bien faire des démarches diplomatiques à Washington, afin d'engager le Gouvernement des États-Unis à rester membre de l'Association géodésique internationale, en adhérant formellement à la Convention d'octobre 1886, et que cette proposition a été ratifiée par la Conférence. Vous trouverez les passages en question dans le Procès-verbal de la Huitième Conférence générale, réunie à Berlin en 1886. J'ai le plaisir de vous envoyer par le même courrier une copie de cette publication, qui vient de paraître.

« Si le passage des : « Ergebnisse IV, p. 4, » a été cité comme preuve de l'intention de vouloir restreindre nos études à l'Europe, ce n'est qu'un simple malentendu; en réalité, les termes allemands : « Fortführung, beziehungsweise Erweiterung der wissenschaftlichen Thätigkeit der Europäischen Gradmessung » veulent dire d'abord que la future Association internationale doit continuer l'œuvre commencée par la « Europäische Gradmessung, » et ensuite qu'elle s'efforcera de l'étendre géographiquement et quant aux branches de notre science.

« Je serai plus court pour répondre à votre seconde question, en affirmant de la manière la plus péremptoire que, ni dans le passé, ni dans l'avenir, l'Association géodésique n'a essayé ou voudrait jamais essayer d'exercer une influence autoritaire ou obligatoire sur les opérations géodésiques dans les différents pays dont les Gouvernements adhèrent à la Convention. Quant au passé, le U. S. Coast Survey sait par expérience que, comme le Dr Gould l'a exposé, le but que l'Association a exclusivement en vue est de faciliter par des discussions, des consultations et des délibérations une certaine uniformité dans les méthodes et publications, comme c'est désirable dans l'intérêt de la science géodésique. Je défie qui que ce soit de trouver dans nos publications de 1864 à 1886 un simple fait qui se trouve en contradiction avec le caractère purement consultatif et nullement autoritaire de l'Association géodésique. Que dans l'avenir aussi l'Association poursuivra le même système, cela résulte du fait que la Convention d'octobre 1886 ne contient pas d'article, pas un mot qui puisse être interprété d'une autre manière; que si jamais une parole d'autoritarisme se faisait entendre dans l'Association, — ce qui, d'après vingt-deux ans d'expérience, est peu probable — ce fait n'aurait aucune conséquence, par la simple raison que l'Association géodésique ne possède

pas trace de pouvoir pour imposer ses résolutions à un Etat ou à une corporation scientifique quelconque contre leur gré. Je vous prie de bien vouloir fixer votre attention, quant à ce point, sur l'art. 2 de la Convention, qui maintient l'ancienne compétence de la Commission permanente (Voir p. 1 du dernier volume) et l'art II, 4 des anciens statuts de 1864 (Voir p. 18) qui démontrent avec évidence la compétence strictement consultative de cette Commission.

« Sûr de vous avoir donné, suivant mon savoir et ma conscience, des réponses satisfaisantes à tous vos doutes et questions, j'espère, Monsieur, que, comme vous avez eu la bonté de me l'indiquer, l'affaire sera prise de nouveau en considération, et que vous-même, ainsi que les géodésiens de votre Office, vous voudrez concourir en recommandant au Gouvernement des États-Unis d'adhérer à la Convention, se basant sur la raison que vous avez donnée dans une forme expressive et élevée, « que le Gouvernement américain ne peut pas convenablement décliner sa participation à une entreprise d'un tel intérêt général pour le monde scientifique ».

« J'ai l'honneur, Monsieur, d'être, avec la plus parfaite considération, votre dévoué.

« A. HIRSCH. »

Cette lettre a reçu la réponse suivante que nous donnons ici également en traduction :

« U. S. Coast and Geodetic Survey Office.

« Washington, le 31 mai 1887.

« Monsieur le professeur Dr Hirsch, directeur de l'Observatoire à Neuchâtel.

« Monsieur,

« J'ai l'honneur d'accuser réception de votre lettre en réponse à la mienne du 23 avril courant, qui contenait certaines questions concernant les fonctions et les buts de l'Association Géodésique Internationale. Je vous remercie également de l'exemplaire de la « Achte Allgemeine Conferenz der Internationalen Erdmessung, » que vous avez eu l'obligeance d'envoyer à notre bureau; veuillez accepter mes remerciements pour cette aimable attention.

« Quant au sujet principal de votre lettre, il sera sous peu pris en considération avec toute l'attention qu'il mérite.

« Veuillez accepter l'assurance de ma considération et croyez-moi,

« Votre très respectueux,

« F. THORN, Superintendent. »

J'ai encore écrit dernièrement à M. Thorn dans les termes suivants :

BERICHT

über die in den letzten Jahren ausgeführten

PENDELMESSUNGEN

VON

F. R. HELMERT

THEIL

Mit dem Bericht über die Pendelmessungen hatte die letzte Allgemeine Konferenz Herrn von Oppolzer seinen Tode dieses ausgezeichneten Mitgliedes unserer Geodätischen Vereinigung von Seiten der Permanenten Commission die Berichterstattung überwiesen. Soweit ich es habe aus Publicationen und durch einige briefliche Mittheilungen in Erfahrung bringen können, ist darnach der gegenwärtige Stand der neueren Pendelmessungen folgender:

In Frankreich hat Capitän Delforges 1883 mit einem neuen Repsold'schen Reversionspendelapparate (kleinerer Art) die Pendellänge zu Paris beobachtet; vergl. die Angaben in den *Verhandlungen 1883 in Rom*, p. 232. Sein Resultat stimmt bis auf Hundertmillimeter sowohl mit dem wenige Jahre früher von Peirce erzielten, als mit den neu reducirten, alten Messungen von Borda und Biot überein. In den Jahren 1884/86 hat Capitän Delforges mit einem neuen Pendelapparat eigener Construction Beobachtungen auf dem Pic du Midi, in Lyon und Dunkerque angestellt, sowie in Paris Versuche mit Villarceau's Apparat ausgeführt (vergl. *Verhandlungen 1886 in Berlin*, p. 129).

In Spanien hat Colonel Barraquer in Madrid und an einigen anderen Orten mit einem neuen Repsold'schen Reversionspendelapparate beobachtet. Gegenwärtig ist derselbe mit der Vorbereitung einer bezüglichen Publikation beschäftigt. Ueber die Madrider Messungen ist kurz in den *Verhandlungen 1883 zu Rom*, p. 288, berichtet.

In Italien beobachtete Lorenzoni zu Padua mit einem Repsold'schen Reversionspendel, welches zur Zeit in Breteuil untersucht wird (*Verhandlungen 1886 zu Berlin*, p. 142), so dass Resultate noch nicht vorliegen. Die Herren G. Pisati und E. Pucci haben ihre Messungen von 1882 zu Rom, bei denen sie einen Bessel'schen Fadenpendelapparat anwandten, in einer Abhandlung 1883 bekannt gegeben.

Die in der Schweiz und Oesterreich mit älteren Repsold'schen Reversionspendeln auf zahlreichen Stationen angestellten Messungen gehen der definitiven Reduktion und Publikation entgegen, nachdem in Breteuil die Untersuchung der Apparate beendet sein wird.

Gewissermaassen im Anschluss an die eben erwähnten in Oesterreich angestellten Messungen hat 1877 General von Orff zu München in Bayern die Pendellänge mit demselben Apparate gemessen. Seine Untersuchungen sind 1883 in den Abhandlungen der bayerischen Akademie veröffentlicht worden.

Nächstdem hat in Oesterreich und Ungarn Major von Sterneck mit besonderen Apparaten und nach ihm eigenthümlichen Methoden mehrere Reihen von relativen Schwere-messungen angestellt, welche in den seit einigen Jahren erscheinenden *Mittheilungen des Militär-geographischen Instituts* publicirt worden sind. Diese Messungen verfolgen theils den Zweck, die Aenderung der Schwerkraft in grossen Tiefen unter der Erdoberfläche kennen zu lernen, theils die Absicht, die Variabilität der Schwerkraft in geringen Horizontalabständen nahe der Erdoberfläche zu studiren, zum Theil endlich beziehen sie sich aber auch auf eine Anzahl weiter von einander entfernter Orte.

In Norddeutschland sind in den letzten Jahren keine Messungen der Pendellänge angestellt worden. Es hat aber die in Sachsen mit dem preussischen Reversionspendel angestellte Reihe durch Prof. Albrecht eine Bearbeitung gefunden und ist 1885 durch die sächsische Gradmessungs-Commission veröffentlicht worden.

In Russland sind in Transkaukasien die Pendelmessungen an mehreren Orten fortgesetzt worden. Auch ist das Ergebniss einer Bestimmung der Pendellänge von Moskau durch Prof. Bredichin an die Oeffentlichkeit gelangt (vergl. *Verhandlungen 1883 zu Rom*, p. 29 des Oppolzer'schen Berichts über Pendelmessungen). Der Akademiker Lenz hat ferner 1886 mit einem neuen Repsold'schen Reversionspendelapparat (kleinerer Art) eine Beobachtungsreihe begonnen und zunächst Anschlussmessungen in Berlin ausgeführt.

Mit den beiden indischen Reversionspendeln, sowie einem dritten gleicher Art hat Major Herschel 1881 und 1882 in Kew, Greenwich und Langham, sowie in Washington und Hoboken beobachtet und dadurch Nordamerika und Grossbritannien mit der grossen indischen Reihe in Verbindung gebracht. Bekanntlich hatte bereits Peirce Mitte der 70^{er} Jahre Hoboken mit Kew, Paris und Berlin verbunden, so dass eine Controle entstanden ist.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind 1879 und 1880 von Peirce mit dem früher von ihm benutzten Reversionspendel weitere Messungen, nämlich in Allegheny, Ebensburgh und York angestellt und bereits publicirt worden. Ausserdem sind mit den oben genannten drei invariablen Pendeln Messungen von E. Smith in Washington, Auckland, Sidney, Singapore, Tokio und San Francisco gelegentlich der Venusexpedition von 1882 ausgeführt worden, so dass Ostasien und Australien mit Nordamerika, Europa und Indien in Verbindung gebracht sind. Auch diese Messungen sind, wie die vorher erwähnten, in den Reports der Coast and Geodetic Survey zur Veröffentlichung gebracht.

Nach gefälliger Mittheilung des Direktors der deutschen Seewarte, Herrn Neumayer, liegen auch Messungen von deutscher Seite vor für Melbourne, Aucklands Inseln, Kerguelen und Süd-Georgien. Die Beobachtungen am erstgenannten Orte wurden von ihm selbst mit dem Lohmeier'schen Reversionspendel angestellt, welches später C. F. W. Peters 1869 auf drei preussischen Stationen schwingen liess. Die Beobachtungen auf den Aucklands Inseln und Kerguelen sind gelegentlich der Venusexpedition 1874 gewonnen, und diejenigen auf Süd-Georgien bei dem Aufenthalt des Dr. Schrader für die Internationale Polarforschung 1882/83.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass für Portugal und Norwegen Pendelbeobachtungen in Aussicht gestellt sind. Im erstgenannten Lande ist bereits ein Reversionspendel angeschafft. Es macht sich sonach ein erfreuliches Leben auf dem Gebiete der Schwere-messungen geltend; binnen Kurzem werden wir weit genauer als bisher wissen, wie die Schwerkraft in begrenzten Gebieten verläuft, namentlich, ob sich neben lokalen Anomalien auch regionale Anomalien zeigen, d. h. solche, die sich in gleichem Sinne über weitere Gebiete erstrecken. Für den gegenwärtigen Bericht musste ich mich allerdings auf nur wenige specielle Mittheilungen beschränken, da von den neueren Messungen noch zu wenig fertig reducirt vorliegt. Eine neue Zusammenstellung dessen, was zur Zeit überhaupt an alten und neuen Messungen veröffentlicht ist, würde mich zu keinen andern Ergebnissen führen, als ich in II. Bande meiner mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, 3. Kapitel, p. 202-222, 1884, dargelegt habe.

Die speciellen Mittheilungen, welche ich im Nachstehenden geben kann, sind folgende:

1. Ergebnisse der Untersuchungen über lokale Störungen der Schwerkraft aus den Jahren 1883 und 1884 durch Herrn Major von Sterneck, Tabelle I.
2. Beobachtungen mit drei unveränderlichen Pendeln, durch Edwin Smith u. a. nach den Publikationen der Coast Survey, Tabelle II.
3. Kurzer Bericht über die im Kaukasus angestellten Beobachtungen, von Herrn Generalleutnant Stebnitzki gefälligst mitgetheilt als Antwort auf das noch auf Verlangen Oppolzer's versandte Circular des Centralbüreaus vom 25. November 1886, Tabelle III^a und III^b.
4. Zusammenstellung von 26 Pendellängen an 23 Orten, Tabelle IV, auf Grund folgender Messungen:

A. Beobachtungen mit dem Reversionspendel des Preussischen Geodätischen Instituts. Da, wie erwähnt, neuerdings die Beobachtungen in Sachsen veröffentlicht sind, so liegt die Reihe der mit diesem Apparate beobachteten Pendellängen jetzt vollständig vor. Weitere Beobachtungen werden mit dem Apparate in seiner jetzigen Gestalt nicht ausgeführt werden.

B. Beobachtungen von Neumayer und C. F. W. Peters mit Lohmeier's Reversionspendel in Melbourne und an drei deutschen Orten.

C. Beobachtungen von Peirce mit einem Reversionspendel an drei Orten in Europa und an vier Orten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, nach den Publikationen der Coast Survey.

D. Zusammenstellung von vereinzelt Angaben über Pendellängen an verschiedenen Orten.

Diese vier Specialmittheilungen umfassen:

Relative Messungen an 27 Orten, in 6 Gruppen.
Absolute » 23 »

Von diesen 50 Orten sind gegen 40 in allgemeinen Uebersichten bisher nicht enthalten gewesen.

Die Reduktionen auf den Meereshorizont sind überall in zweifacher Weise gegeben, nämlich:

- a) ohne Terrainattraktion (Methode Faye).
- b) mit Terrainattraktion (Methode Bouguer).

Wie hier angedeutet, sind die betreffenden Columnen mit den Namen Faye und Bouguer überschrieben, letzteres auch dann, wenn die Specialform des Terrains berücksichtigt ist. Denn obgleich die Reduktion auf den Meeresspiegel nach Bouguer's Formel nur für ebenes Terrain gilt, so kann man doch, wo es sich um den Gegensatz der Reduktionen mit und ohne Terrainanziehung handelt, die Namen Bouguer und Faye als charakterisirend für die angewandte Methode betrachten. Von einer Reduktion der Pendellängen auf das Meeresniveau nach meiner Kondensationsmethode habe ich bei dieser vorläufigen und nur theilweisen Zusammenstellung abgesehen und der Ergebnisse dieser Methode nur in einigen Fällen gedacht.

Behufs Vergleichung der Pendellängen für verschiedene Stationen war es noch erforderlich, sie auf gleiche Breite zu reduciren. Ich habe dazu die von mir selbst abgeleitete Formel¹ benutzt:

$$L = 0,993549 - 0,002631 \cos 2 B,$$

worin B die geographische Breite ist, auf welche sich die Länge L des einfachen Sekundenpendels bezieht.

¹ Helmert, Die mathematischen und physikalischen Theorien der höheren Geodäsie, II. Theil. Leipzig, 1884, p. 240 (8).

Einige Ergebnisse, welche sich bei Betrachtung der Tabellen darbieten, sind folgende:

Lokale Anomalien der Länge L des einfachen Sekundenpendels sind von grösserem Umfange (sowohl nach Faye's wie Bouguer's Reduktionsweise) angedeutet an nachstehenden Orten.

Nr.	Höhe in Metern.		
25 Tokio in Japan	6	L zu klein um ca.	50 Mikron
30 Duschett im Kaukasus	846	» » »	114 »
35 Baku am Kaspischen Meer	7	» » »	117 »
37 Mannheim in Deutschland	125	» » »	50 »
42 Gotha in Deutschland	315	» » »	80 »
59 Rom	59	L zu gross »	93 »

wobei ich die Abweichungen für Faye's Reduktionsmethode angesetzt habe.

In einigen Fällen lässt die Reduktion nach Bouguer Anomalien übrig, die bei denjenigen nach Faye verschwinden — auch bestehen einige umgekehrte Fälle, bei denen aber zum Theil die Anomalie für die Faye'sche Reduktion wieder verschwindet, wenn man die Anziehung der betreffenden Bergkuppen unterhalb der Station in Abzug bringt (was sowohl der Ansicht von Faye und anderen über die Constitution der Erdkruste, wonach nur die generellen Erhebungen derselben durch Dichtigkeitsdefekte kompensirt sind, wie auch meiner Kondensationsmethode ¹ annähernd entspricht). Diese Fälle habe ich in der folgenden Uebersicht des Verhaltens der beiden Reduktionsmethoden hervorgehoben.

Kapellenberg in Siebenbürgen (Tabelle I, Nr. 1-3) zeigt gegen den Schlossberg daselbst nach Faye's Reduktion ein L um 29 Mikrons zu gross, welche nach Abzug der Anziehung der Bergkuppen bis auf 3^u verschwinden, da alsdann die Pendellängen annähernd 0,993623 und 626 werden. Die verbleibende Differenz mit der benachbarten Station Zwinger ist bei einem Betrage von noch nicht 20^u zwar klein, aber doch grösser als bei Bouguer's Reduktion. Immerhin ist ihr wegen der Unsicherheit der Schätzung der Dichtigkeit unterhalb Station Zwinger (die ganze Schicht von 573^m bis zum Meeresniveau dürfte wohl kaum aus Löss bestehen) wenig Bedeutung beizumessen.

Entschieden vortheilhaft zeigt sich die Faye'sche Reduktionsmethode, namentlich nach weiterer Verbesserung im Sinne der Kondensation, bei den Stationen der Lokaluntersuchung in Krusná hora in Böhmen und am Saghegy in Ungarn (Nr. 4-8 und 12-16) sowie bei den Stationen der Reihe V v. Sternecks (Nr. 17-21). Ein bemerkenswerther Kondensationseinfluss dürfte bei Nr. 19, Schöckl, und bei Nr. 20, Pfelders, vorhanden sein, beide im Sinne einer Vermehrung der Uebereinstimmung, ersterer gleich — 33^u, letzterer gleich einem nicht ohne Weiteres angebbaren, positiven Werthe.

Bei den Stationen der Determinations with the Katers Pendulum, Tabelle II, wo nur geringe Höhen auftreten, ist auch kein bemerkenswerther Unterschied im Erfolg der

¹Helmert, II, p. 449, 472, etc.

Reduktionsmethoden; um so evidenter ist der Erfolg der Faye'schen Methode im Kaukasus, Tabelle III^a und III^b.

Unter den 23 Orten der Tabelle IV sind zwei bemerkenswerthe Fälle, wo die Faye'sche Methode die Uebereinstimmung vermindert: Nr. 39, Inselsberg, und Nr. 52, Ebensburgh. Aber wenigstens im ersten Falle geht die Anomalie durch die Kondensationsreduktion, welche L auf 0,993370 herabdrückt, weg.

Behufs weiterer Vergleichung der Reduktionsmethoden habe ich für die verschiedenen Reihen die *Quadratsumme der Abweichungen* entweder gegen den Mittelwerth der auf 45° reducirten Pendellängen der betreffenden einzelnen Reihen, oder, wo es mir passender schien, gegen meinen oben angegebenen Formelwerth 0,993549 gebildet. Das Ergebniss dieser Rechnung zeigt folgende Tabelle.

Quadratsumme der Abweichungen.

Tabelle.	Nummer.	Anzahl der unabhängigen Fehler.	Methode		
			Faye.	Kondensation.	Bouguer.
I.	1-3	2	1209	209	8
»	4-8	4	14	25	334
»	9-11	2	26	26	26
»	12-16	4	1113	1090	1419
»	17-21	4	15741	11583	38854
II.	22-27	4	1254	1254	1274
III.	28-36	7	9126	9126	90816
IV.	37-57	18	42994	14132	10224
»	58-62	4	4818	4818	4542
	Summen:	49	46205	39263	147497

Bei dieser Berechnung sind die oben angezeigten 6 Orte mit grossen lokalen Abweichungen ausgeschlossen worden. Für die Nummern 28-36 und 58-62 sind die Abweichungen gegen den Formelwerth 0,993549 gebildet, im ersten Falle, weil der Mittelwerth der nach Bouguer reducirten L für die betreffende Reihe entschieden viel zu klein ausfällt, im zweiten Falle, weil es sich um vier von einander ganz unabhängige Bestimmungen handelt, die ausserdem gerade für Faye's Methode untereinander wenig abweichen, so dass die Benutzung der Abweichungen vom Mittel für dieselbe nur eine sehr kleine Quadratsumme giebt, deren Einführung leicht als ungerechtfertigte Begünstigung der Faye'schen Methode aufgefasst werden könnte.

Dass diese letztere, und noch mehr die Kondensationsmethode im Grossen und Gan-

zen aber zu übereinstimmenderen Ergebnissen führt als Bouguer's Methode, zeigt obige Tabelle, insbesondere mittelst der aus den obigen Colonnensummen durch Division mit 49 und Wurzelziehung sich bildenden mittleren Abweichungen der Stationen (im Sinne mittlerer wahrer Fehler). Dieselben betragen für

Faye's Methode :	±	31 ^u
Kondensationsmethode :	±	28
Bouguer's Methode :	±	55

Auf p. 244 des 2. Bandes meiner Geodäsie habe ich anstatt des ersten Werthes aus einer Reihe von 122 Bestimmungen 34^u gefunden, also etwas mehr. In der That sind alle drei Ergebnisse streng genommen (wenn man sie nicht gerade wie hier unter sich vergleichen will) noch wegen der ausgeschlossenen Extreme zu vergrößern.

Ich möchte zum Schlusse noch darauf hinweisen, dass unter den in diesem Berichte vorkommenden Pendelstationen sich drei von der südlichen Hemisphäre vorfinden :

	Breite.	Red. Pendellänge.
Nr. 22	Auckland — 37°	0,993591
Nr. 23	Sydney — 34	0,993565
Nr. 24-27	nördliche Stationen, Mittel	0,993542
Nr. 47	Melbourne — 38°	0,993605
Nr. 48-50	nördliche Stationen, Mittel	0,993568

Die hier aufgeführten, nach Faye reducirten Pendellängen zeigen im Mittel 36^u Ueberschuss gegen die entsprechenden nördlichen Stationen. Hiervon ist aber über die Hälfte, wenn nicht das Ganze, dem Küstencharakter der drei Stationen zuzuschreiben und kann durch Massenkondensation beseitigt werden; somit ist eine Anomalie der südlichen Halbkugel auch durch diese Messungen nicht angedeutet (cfr. Helmert, Geodäsie, II, p. 242).

brieflichen Mittheilung. Das Achatlager befand sich 18^m64 über dem Meere, der sehr günstige Beobachtungsort im Keller (eines Gebäudes Namens Montpellier Parade) ist 0,4 Statute Miles südöstlich vom neuen Observatorium gelegen.

Mit demselben Pendel beobachtete sodann Herr Dr. C. F. W. Peters 1869 in Altona und Berlin, sowie 1870 in Königsberg an derselben Stelle, wo Sabine in Altona und Bessel in Berlin und Königsberg beobachtet hatten. Ueber diese Messungen sind zu vergleichen die *Astronomischen Nachrichten*, Nr. 2305, 2333, 2361 und 2376 (Band 97, 98 und 99).

Obwohl zufolge der Art und Weise der Befestigung der die Achatplatte tragenden Konsole bei sämmtlichen vier Stationen irgend ein erhebliches Mitschwingen des Aufhängepunktes des Pendels während der Pendelbewegung ausgeschlossen ist, geben doch die Peters'schen Beobachtungen an allen drei Stationen kleinere Werthe, als nach den älteren Messungen daselbst zu erwarten sind. Vermuthlich ist eine Unsicherheit des Maassstabes die Ursache (vergl. *Astronom. Nachr.* Nr. 2376). Da die Ergebnisse aller vier Stationen auf dieselben wahrscheinlichsten Maassstabconstanten reducirt sind, so kann man hoffen, dass die Unterschiede der Ergebnisse zum grösseren Theile von dieser Unsicherheit frei sind. Um annähernd absolut richtige Werthe zu erhalten, habe ich für Berlin den Bessel'schen Werth der Länge des einfachen Sekundenpendels eingeführt und demgemäss die Angaben der 7. Columne beim Uebergang zur 9. mit der Verbesserung + 0^m0000460 versehen.

C. Beobachtungen mit dem Reversionspendel der U. S. Coast and Geodetic Survey.

N^o 54-57 der Tabelle IV.

Bekanntlich führte C. S. Peirce mit einem Repsold'schen Reversions-Sekundenpendel in den Jahren 1875 und 1876 auf den vier europäischen Stationen Genf, Paris, Berlin und Kew Bestimmungen der Länge des einfachen Sekundenpendels aus, welche den in Vergessenheit gerathenen Einfluss der Bewegung des Aufhängepunktes durch Mitschwingen des Stativs aufs Neue erkennen liessen. Den Beobachtungen in Europa folgten in den nächsten beiden Jahren Beobachtungen in Hoboken, später an drei Orten in Pennsylvanien. Ueber die Ergebnisse sind zu vergleichen die *Reports of the Superintendent of the U. S. Coast and Geodetic Survey* 1876, 1881 und 1883, nämlich :

- 1876, Appendix 15 « Methods and Results, Measurements of Gravity at initial Stations in America and Europe »;
- 1881, p. 461-463, Appendix 17 « On the value of Gravity at Paris »;
- 1883, p. 473-486, Appendix 19 « Determinations of Gravity at Allegheny, Ebensburg and York Pa. in 1879 and 1880 ».

Da sich an diesen Orten kein Endergebniss für Hoboken abgeleitet findet, so habe ich noch die Note von Peirce in dem *American Journal of Science* 1880, 2. Hälfte, p. 327 benutzt, worin die Pendellängen für Hoboken, Paris, Kew und Berlin mitgetheilt sind. Ebenso

wie an diesem Orte, dessen Angaben ich als Schlussresultate der Peirce'schen Reihe von 1875-77 auffassen zu müssen glaube, das Resultat für Genf unterdrückt ist, habe ich dasselbe nicht mit in die Tabelle aufgenommen.

Jene Angaben für die Länge des Sekundenpendels sind entsprechend dem *Report of 1881*, p. 461-463 um $-0,0162^{\text{mm}}$ infolge verbesserter Kenntniss der Längeneinheit corrigirt. Im *Report 1883*, p. 476 ist noch eines geringen Irrthums in der Berechnung der Schwerpunktslage bei den Beobachtungen der Abhandlung von 1876, p. 114 bezw. 313 gedacht. Da derselbe indessen nur die 7. Decimale der Pendellänge um einige Einheiten beeinflusst, habe ich dies nicht berücksichtigt.

Obgleich das Pendel ein Reversionspendel ist, so reducirt doch Peirce für Paris, Berlin und Kew die Schwingungszeiten auch noch, um eine grössere Sicherheit zu erzielen, auf diejenigen eines invariablen Pendels im Vacuum. Die hierzu erforderlichen Reduktionskonstanten wurden in Hoboken bestimmt. Für jeden der genannten drei Orte ergaben sich hiermit drei Werthe der Pendellänge, einer aus der Berechnung der Beobachtungen nach der Methode des Reversionspendels und zwei weitere aus der Uebertragung der entsprechenden Resultate für die andern beiden Orte mittelst der Schwingungszeiten des invariablen Pendels (1876, p. 121). An diesen drei Orten wurde der Repsold'sche Support des Pendels angewandt und der Einfluss seines Mitschwingens als gleich gross angenommen, was, wie Peirce selbst sagt, allerdings nicht ganz zutreffend ist (1876, p. 81).

In Hoboken wurde für die Bestimmungen der Schwerkraft ein fester Support mit Vacuumkammer, in welcher das Pendel schwang, benutzt. Wie aber der 1880 angegebene Endwerth abgeleitet ist, brachte ich nicht in Erfahrung, kann indessen bemerken, dass man auf denselben geführt wird, wenn man von der aufs invariable Pendel reducirten Schwingungszeit ausgeht (p. 118 und 145, $T^2 = 1,0128464$). Die Berechnung nach der Theorie des Reversionspendels, welche Peirce wegen eines mir nicht verständlichen Schneideneinflusses verwirft (p. 117), giebt mir $0,032^{\text{mm}}$ mehr.

Derselbe Support mit Vacuumkammer gelangte auch in Allegheny Observatory zur Benutzung; bei Ebsenburgh und York verhinderten dies jedoch die Umstände, weshalb dasselbst der Repsold'sche Support angewandt wurde, in York ausserdem noch ein besonders versteiftes Stativ.

Eingehende Versuche über die Elasticität der Stative und ihren Einfluss auf die Pendellänge sind in Hoboken, Ebsenburgh und York angestellt worden, weniger umfangreiche in Genf, Paris, Berlin und Allegheny Observatory. Die Resultate derselben sind dargestellt in der Abhandlung *On the flexure of pendulum support*, Report 1881, Appendix Nr. 14.

Die Beobachtung der Schwingungsdauer ist überall durch Registrirung von Passagen des Pendels am Faden eines Beobachtungsfernrohres erhalten (1876, p. 6; vergl. auch über andere Methoden, p. 484 und 1881, p. 457).

Tableau IV. LISTE DES DIFFÉRENCES DE LONGITUDE, A PARTIR DE 1850.

STATION.	DIFF. DE LONGITUDE		OBSERVATEUR.	Instruments employés.
	en temps.	Erreur probable.		
AUTRICHE.				
1 Prague (Dablitz). Point géodésique. Leipzig. Centre de l'Observatoire.	+ 8 ^m 17,835	± 0,020	Weiss, Bruhns.	Instruments des passages à lunette brisée.
2 Vienne (Laaerberg). Point géodésique. Berlin. Centre de l'Observatoire.	+ 12 1,344	± 0,016	Weiss, Förster.	.
3 Vienne (Laaerberg). Point géodésique. Leipzig. Centre de l'Observatoire.	+ 16 2,226	± 0,015	Weiss, Bruhns.	.
4 Vienne (Laaerberg). Point géodésique. Fiume.			Herr, v. Ganahl.	.
5 Vienne (Ecole polytechnique). Kremsmünster.			Herr, Karlinski.	.
6 Bregenz (Pfänder). P. géodésique. Zurich. Lunette méridienne.	+ 4 53,691	± 0,007	v. Oppolzer, Wolf.	A Bregenz. Instrument des passages à lunette brisée, à Zurich, cercle méridien.
7 Bregenz (Pfänder). P. géodésique. Gäbris. Point géodésiq.	+ 1 13,621	± 0,009	v. Oppolzer, Plantamour.	A Bregenz. Instrument des passages à lunette brisée, à Gäbris théodolite astronomique d'Ertel.

LISTE DES DIFFÉRENCES DE LONGITUDE, A PARTIR DE 1850.

Année et mois.	Eliminations des équations personnelles.	TITRE DE LA PUBLICATION.	REMARQUES.
1863 septembre, octobre.	Echange des observateurs et déterminat. directe.	C. v. Littrow. Bestimmung der Meridiendifferenz Leipzig-Dabitz-Wien 1868. (Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften, vol. 28.)	
1865.	Détermination directe.	Publication des K. Preuss. Geod. Institut. Bestimmung der Längendifferenz zwischen Berlin und Wien. von Prof. Förster und Prof. Weiss, Leipzig 1871. C. v. Littrow. Bericht über die Bestimmungen des Meridiendifferenz Berlin-Wien-Leipzig. Wien 1868 (Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften, vol. 32.)	D'après une détermination géodésique, le cercle méridien de l'ancien observatoire de Vienne est 4,563 à l'Est du point géodésique de Laaerberg.
1865 juin et juillet.		Bestimmung der Längendifferenz zwischen Leipzig u. Wien von Prof. C. Bruhns und Prof. L. Weiss. (Abth. der K. sächs. Gesells. d. Wiss. Bd XV.)	
1868.		Pas encore publiée.	
1871 août.	Echange des observateurs.		
1872 juillet, août.	Détermination directe.	Plantamour et Wolf. Détermination de la différence de longitude entre l'Observatoire de Zurich et les stations astronomiques du Pfänder et du Gäbris. Genève. Bâle, Lyon 1877.	Opérations simultanées à Bregenz, Zurich et Gäbris. Les trois différences de longitude reposent en grande partie sur les mêmes observ.; en outre on les a compensées par la clôt. du triangle.
1872 juillet, août.			La longitude Bregenz-Gäbris n'a pas été déterminée par des signaux entre ces deux stations, mais en prenant la différence des longitudes Bregenz-Zurich et Zurich-Gäbris, aux jours où il y avait des obs.-aux trois stations.

Annexe II^e.

RAPPORT

SUR

LES MESURES DE PENDULE

exécutées dans les dernières années

PAR

F. R. HELMERT

I. PARTIE GÉNÉRALE

La dernière Conférence générale avait confié à M. von Oppolzer la rédaction du rapport sur les mesures de pendule effectuées jusqu'à ce jour; après la mort subite de ce membre distingué de notre Association géodésique, j'ai été désigné par la Commission permanente pour entreprendre ce travail. Autant que j'ai pu conclure des publications sur la matière et de quelques communications écrites qui m'ont été adressées, l'état actuel des plus récentes mesures de pendule est le suivant :

En France, M. le capitaine *Defforges* a observé en 1883 la longueur du pendule à Paris au moyen d'un nouvel appareil de pendule à réversion de Repsold (le plus petit modèle); voir les données dans les *Comptes rendus de la Conférence de Rome, 1883*, p. 232. Ses résultats concordent, à un centième de millimètre près, aussi bien avec ceux obtenus par *Pierce* quelques années auparavant, qu'avec les anciennes mesures de *Borda* et *Biot* réduites récemment. Dans les années 1884-1886, le capitaine *Defforges* a fait des observations au Pic du Midi, à Lyon et à Dunkerque avec un nouvel instrument construit par lui-même; en outre, il a fait des expériences à Paris avec l'appareil de *Villarceau* (Voir *Comptes rendus de la Conférence de Berlin, 1886*, p. 129).

En Espagne, le colonel *Barraquer* a observé à Madrid et dans quelques autres localités avec un nouvel appareil de pendule à réversion de Repsold. Il est occupé actuellement

à rassembler les matériaux nécessaires à la publication d'un de ses travaux. Les *Comptes rendus de la Conférence de Rome, 1883*, p. 288, contiennent un court résumé des mesures faites à Madrid.

En *Italie*, Lorenzoni a observé à Padoue avec un pendule à réversion de Repsold, dont on fait actuellement la détermination à Breteuil (*Comptes rendus de la Conférence de Berlin, 1886*, p. 142), de sorte que les résultats ne peuvent pas encore être consignés ici. MM. G. Pisati et E. Pucci ont fait connaître, dans un Mémoire publié en 1883, les résultats des mesures qu'ils ont effectuées à Rome, dans l'année 1882, pour lesquelles ils ont employé un pendule à fil de Bessel.

Les mesures exécutées en *Suisse* et en *Autriche* sur de nombreuses stations, avec d'anciens pendules à réversion de Repsold, ne tarderont pas à être réduites définitivement et publiées dès que la vérification des instruments à Breteuil sera terminée.

En se rattachant pour ainsi dire aux opérations exécutées en Autriche et mentionnées ci-dessus, M. le Général von Orff a mesuré la longueur du pendule en 1887 à Munich en *Bavière* avec le même appareil. Ses recherches ont été publiées en 1883 dans les Dissertations de l'Académie de Bavière.

Ensuite, M. le Major von Sterneek a entrepris en *Autriche* et en *Hongrie*, avec des instruments particuliers et d'après des méthodes personnelles, plusieurs séries de mesures relatives de la pesanteur, qui ont paru depuis quelques années dans les *Communications de l'Institut militaire géographique*. Ces mesures ont pour but en partie l'étude des changements de la gravitation dans de grandes profondeurs au-dessous de la surface terrestre, en partie l'étude de la variabilité de la gravitation à de faibles distances horizontales près de la surface, et enfin ces mesures se rapportent aussi partiellement à un certain nombre de localités plus éloignées les unes des autres.

Il n'a pas été effectué de mesures de longueur du pendule dans l'*Allemagne du Nord* pendant les dernières années. Toutefois la série de déterminations exécutées en *Saxe* avec le pendule à réversion prussien a été calculée par M. le professeur Albrecht; ce travail a été publié en 1885 par la Commission pour la mesure des degrés en Saxe.

En *Russie*, les mesures de pendule ont été continuées dans plusieurs localités de la Transcaucasie. Le résultat d'une détermination de la longueur du pendule à Moscou par le professeur *Bredichin* a aussi été publié (Voir *Comptes rendus de la Conférence de Rome, 1883*, p. 29 du rapport de von Oppolzer sur les Mesures de pendule). L'académicien Lenz a, en outre, commencé en 1886 une série d'observations avec un nouvel appareil de pendule à réversion de Repsold (le plus petit modèle), et exécuté d'abord des mesures de rattachement à Berlin.

En 1881 et 1882, le Major *Herschel* a fait des observations à Kew, Greenwich et Langham, ainsi qu'à Washington et à Hoboken, avec les deux pendules à réversion de l'Inde, et un troisième pendule du même genre; par ce moyen, l'*Amérique du Nord* et la *Grande-Bretagne* ont été reliées à la grande série de l'Inde. On sait qu'entre 1860 et 1870 *Peirce* avait déjà relié Hoboken avec Kew, Paris et Berlin, de sorte qu'il en résulte un contrôle.

Dans les *Etats-Unis de l'Amérique du Nord*, et au moyen du pendule à réversion qu'il avait employé auparavant, *Peirce* a effectué de nouvelles mesures, à Allegheny, à Ebensburg et à York, dont les résultats ont déjà été publiés. En outre, *E. Smith* a fait des mesures avec les trois pendules invariables cités plus haut à Washington, Auckland, Sidney, Singapore, Tokio et San-Francisco, à l'occasion de l'expédition pour le passage de Vénus en 1882, de sorte que l'*Asie orientale* et l'*Australie* sont reliées à l'*Amérique du Nord*, à l'*Europe* et à l'*Inde*. Ces mesures, de même que celles mentionnées précédemment, ont été publiées dans les Rapports du *Coast and Geodetic Survey*.

D'après une bienveillante communication du directeur de l'Observatoire maritime allemand, M. Neumayer, il existe aussi des mesures d'origine allemande pour Melbourne, les îles d'Auckland, Kerguelen et la Géorgie du Sud. Les observations effectuées dans la première de ces localités l'ont été par M. Neumayer même au moyen du pendule à réversion de Lohmeier, que C.-F.-W. Peters fit osciller plus tard, en 1869, dans trois stations de la Prusse. Les observations aux îles d'Auckland et à Kerguelen ont été faites à l'occasion de l'expédition pour le passage de Vénus en 1874, et celles dans la Géorgie du Sud ont été obtenues pendant le séjour du Dr Schrader à l'occasion de l'expédition polaire internationale en 1882-1883.

Pour terminer, il faut encore mentionner le fait qu'au Portugal et en Norvège des observations de pendule sont sur le point d'être effectuées. Dans le premier de ces pays, on a déjà fait l'acquisition d'un pendule à réversion. Il résulte de ce qui précède qu'on fait de louables efforts dans le domaine des mesures de la pesanteur; il s'écoulera peu de temps jusqu'à ce que nous ayons des connaissances beaucoup plus précises que celles que nous possédons actuellement sur la manière dont la gravitation se comporte dans des territoires limités, en particulier si, à côté d'anomalies locales, il se produit aussi des anomalies régionales, c'est-à-dire qui s'étendent, dans le même sens, sur de plus vastes contrées. J'ai dû, pour la rédaction du présent rapport, me restreindre sans doute à un petit nombre de communications spéciales, car la réduction des mesures récentes est encore trop peu avancée. Un nouveau relevé de tout ce qui a été publié jusqu'à ce jour des anciennes et des nouvelles mesures de pendule ne m'aurait pas conduit à d'autres résultats qu'à ceux que j'ai exposés en 1884 dans mon traité: «*Théories mathématiques et physiques de la Géodésie supérieure*, » Tome II, chapitre 3, p. 202-222.

Les communications spéciales que je puis insérer ici sont les suivantes :

- 1^o Résultats des recherches faites dans les années 1883 et 1884 sur des perturbations locales de la gravitation, par M. le Major von Sterneek, tableau I.
- 2^o Observations avec trois pendules invariables faites par Edwin Smith et d'autres, d'après les publications du *Coast Survey*, tableau II.

série d'observations de pendule avec un pendule à réversion et à seconde, dont les couteaux peuvent être échangés, construit par Lohmeier d'après les indications de Bessel. Les données relatives à ces observations sont tirées des communications écrites que M. Neumayer m'a adressées. Le plateau en agate était à 18^m64 au-dessus de la mer; l'endroit, très favorable pour l'observation, situé dans la cave d'un bâtiment portant le nom de Montpellier-Parade, est à 0,4 Statute Miles au sud-est du nouvel observatoire.

C'est avec ce même pendule que M. le Dr C.-F.-W. Peters a observé en 1869 à Altona et Berlin, de même qu'à Königsberg, aux mêmes endroits où Sabine avait fait des observations à Altona, à Berlin et Königsberg. Sur ces mesures, on peut comparer les « Astronomische Nachrichten, » Nos 2305, 2333, 2361 et 2376 (tomes 97, 98 et 99).

Bien que, par suite de la fixation de la console qui porte la plaque en agate, une oscillation appréciable simultanée du point de suspension du pendule pendant le mouvement de celui-ci soit exclue dans toutes les quatre stations, les observations de Peters donnent toutefois, dans toutes les trois stations, des valeurs plus faibles que celles auxquelles on pouvait s'attendre d'après les anciennes mesures. La cause existe probablement dans une incertitude de l'échelle (Cf. « Astron. Nachr., » N° 2376). Comme les résultats de toutes les quatre stations sont réduits aux mêmes constantes d'échelle les plus vraisemblables, on peut espérer que les différences de ces résultats sont pour la majeure partie exemptes de cette incertitude. Afin d'obtenir des valeurs à peu près absolument justes, j'ai introduit pour Berlin la valeur de Bessel pour la longueur du pendule simple à seconde et j'ai appliqué en conséquence la correction $- 0^m0000460$ aux données de la septième colonne pour passer à la neuvième.

C. Observations avec le pendule à réversion du U.-S. Coast and Geodetic Survey.

Nos 51-57 du tableau IV.

On sait que C.-S. Peirce a exécuté dans les années 1875 et 1876, sur les quatre stations européennes de Genève, Paris, Berlin et Kew, avec un pendule de réversion à seconde de Repsold, des déterminations de la longueur du pendule simple à seconde, déterminations qui ont fait reconnaître de nouveau l'influence, tombée en oubli, du mouvement du point de suspension par l'oscillation simultanée du support. Aux observations faites en Europe succédèrent, dans les deux années suivantes, des observations à Hoboken et plus tard dans trois localités de la Pensylvanie. Pour se rendre compte des résultats obtenus, on peut consulter les *Reports of the Superintendent of the U.-S. Coast and Geodetic Survey*, 1876, 1881 et 1883; savoir :

1876, Appendix 15 « Methods and Results, Measurements of Gravity at initial Stations in America and Europe; »

1881, p. 461-463, Appendix 17 : « On the value of Gravity at Paris; »

1883, p. 473-486, Appendix 19 : « Determination of Gravity at Allegheny, Ebensburgh and York, Paris in 1879 and 1880.

Comme aucun résultat définitif pour Hoboken ne se trouve déduit aux endroits indiqués, j'ai encore utilisé la note de Peirce publiée dans le *American Journal of Science*, 1880, 2^e partie, p. 327, dans lequel les longueurs de pendule pour Hoboken, Paris, Kew et Berlin sont indiquées. Comme dans cet endroit, dont les données me semblent représenter les résultats définitifs de la série de Peirce de 1875-77, le résultat pour Genève ne se trouve pas compris, je ne l'ai pas admis non plus dans le tableau.

Ces indications pour la longueur du pendule à seconde ont reçu, d'après le « Report of 1881 », p. 461-463, une correction de $- 0^m0000162$, ensuite d'une connaissance plus exacte de l'unité de longueur. Dans le « Report of 1883 », p. 476, il est encore fait mention d'une erreur minime commise dans le calcul de la situation du centre de gravité lors des observations du Mémoire de 1876, p. 114 et p. 313. Cependant, comme l'erreur n'influence que la septième décimale de la longueur du pendule et seulement de quelques unités, je n'en ai pas tenu compte.

Quoique l'instrument soit un pendule à réversion, Peirce réduit néanmoins encore les durées d'oscillation pour Paris, Berlin et Kew à celles d'un pendule invariable oscillant dans le vide, dans le but d'atteindre une sûreté plus grande. Les constantes de réduction nécessaires ont été déterminées à Hoboken. Pour chacune des trois localités indiquées, il en est résulté trois valeurs de longueur du pendule, l'une par le calcul des observations d'après la méthode du pendule à réversion, et les deux autres par le transport des résultats obtenus pour les deux autres localités au moyen des durées d'oscillation du pendule invariable (1876, p. 124). Dans ces trois endroits on a employé le support de pendule imaginé par Repsold, et l'on a supposé l'influence de son oscillation simultanée comme étant de même grandeur, ce qui n'est pas tout à fait le cas, ainsi que Peirce le dit lui-même (1876, p. 84).

À Hoboken, on a employé, pour les déterminations de la gravitation, un support solide avec une cage vide dans laquelle oscillait le pendule. Mais je n'ai pu apprendre de quelle manière a été déduite la valeur définitive indiquée en 1880; je puis cependant faire observer qu'on y est amené, si l'on prend pour point de départ la durée d'oscillation réduite au pendule invariable (p. 118 et 145, $T^2 = 1,0128464$). Le calcul d'après la théorie du pendule à réversion, que Peirce rejette à cause d'une influence du couteau que je ne comprends pas (p. 117), me donne $0^m000032$ de plus.

Le même support avec cage vide a aussi été employé dans l'observatoire d'Allegheny; à Ebensburgh et à York, les circonstances s'y sont opposées, c'est pourquoi on eut recours dans ces deux localités au support de Repsold, et à York, en outre, à un support spécialement solidifié.

Des expériences sérieuses sur l'élasticité des supports et sur leur influence quant à la longueur du pendule ont été faites à Hoboken, Ebensburgh et York; des essais moins complets à Genève, Paris, Berlin et à l'observatoire d'Allegheny. Les résultats en sont exposés dans la dissertation « On the flexure of pendulum support », Report 1881, Appendix n° 14.

L'observation de la durée d'oscillation est obtenue partout au moyen de l'enregistrement des passages du pendule au fil d'une lunette d'observation (1876, p. 6; comparez aussi, sur d'autres méthodes, p. 484 et 1881, p. 457).

D. Renseignements isolés sur des longueurs de pendule en diverses localités.

N^{os} 58-62 du tableau IV.

1. *Madrid*. Observatoire, d'après les *Comptes rendus de la Conférence de Rome, 1883*, p. 288. La donnée de la valeur d'observation est la moyenne de deux calculs des observations faites avec un long pendule à réversion de Repsold; l'oscillation simultanée du support y est prise en considération, soit d'après des mesures directes, soit par l'emploi d'un léger pendule, les deux moyens s'accordant très bien.

2. *Rome*. Détermination avec un pendule à fil de Bessel, d'après G. Pisati et E. Pucci, « Sulla lunghezza del pendolo a secondi, Roma, 1883 » (*Reale Accademia dei Lincei 1882/83*).

3. *Munich*. Observatoire de Bogenhausen. Etude très soignée et complète avec le pendule à réversion de Repsold appartenant à la Commission autrichienne pour la mesure des degrés. Publiée dans les *Dissertations de l'Académie royale des sciences du royaume de Bavière, II^e classe, tome XIV, 3^e partie*. « Détermination de la longueur du pendule simple à seconde à l'Observatoire de Bogenhausen », 1883.

4. *Paris*. Observatoire, d'après les *Comptes rendus de la Conférence de Rome, 1883*, p. 232. Détermination au moyen d'un pendule court à réversion de Repsold sur un support neuf et stable; méthode des coïncidences. L'échelle a été comparée à Breteuil et la légère influence de l'oscillation simultanée du support est prise en considération d'après des expériences statiques.

5. *Moscou*. Observatoire, d'après les *Comptes rendus de la Conférence de Rome, 1883*, p. 29 du Rapport sur les observations de pendule de von Oppolzer, publiés dans les « *Annales de l'Observatoire de Moscou, VIII, livr. 1 et XI, livr. 1* ». On a appliqué les corrections dues à l'oscillation simultanée du support.

Signé : HELMERT.

Tableau IV.

Numéros.	PAYS.	NOMS des STATIONS.	Latitude géographique.	Longitude géograph. de Greenwich.	Altitude en mètres.	Valeur d'observation en mètres.	Erreur probable.	Longueur du pendule seconde au niveau de la mer	
								9 - sans égard à l'attraction du terrain. Faye.	10 - en tenant compte l'attraction du terrain. Bouguer.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
37	Allemagne	Mannheim . .	49 29 11	8 28	125	0,993 6902	± 16	0,993 911	0,993 911
38	"	Bonn	50 43 45	7 6	62	0,993 8726	± 33	0,994 074	0,994 074
39	"	Inselsberg . .	50 51 11	10 28	910	0,993 6855	± 73	0,994 152	0,994 152
40	"	Freiberg . . .	50 55 11	13 20	431	0,993 8117	± 16	0,994 128	0,994 128
41	"	Seeburg . . .	50 56 6	10 44	353	0,993 8028	± 96	0,994 095	0,994 095
42	"	Gotha	50 56 38	10 43	315	0,993 7317	± 63	0,994 012	0,994 012
43	"	Dresde	51 3 14	13 44	121	0,993 8787	± 15	0,994 099	0,994 099
44	"	Leipzig	51 20 6	12 24	119	0,993 9594	± 56	0,994 178	0,994 178
45	Pays-Bas	Leyde	52 9 20	4 29	2	0,994 0252	± 33	0,994 208	0,994 208
46	Allemagne	Berlin	52 30 17	13 24	36	0,994 0415	± 46	[0,994 235]	[0,994 235]
47	Australie	Melbourne . .	-37 49 53	144 59	18	0,992 9020		0,992 954	0,992 954
48	Allemagne	Berlin	52 30 17	13 24	36	0,994 1779		[0,994 235]	[0,994 235]
49	"	Altona	53 32 45	9 56	31	0,994 2933		0,994 349	0,994 349
50	"	Kœnigsberg . .	54 42 50	20 30	22	0,994 3989		0,994 452	0,994 452
51	Etats-Unis	York, Pa. . . .	39 58	- 76 29	122	0,993 057		0,993 095	0,993 095
52	de	Ebensburgh, Pa.	40 27	- 78 43	651	0,993 0244		0,993 227	0,993 227
53	l'Amérique du	Obs. Allegheny	40 27 42	- 80 1	348	0,993 0308		0,993 140	0,993 140
54	Nord	Hoboken	40 44 30	- 74 2	10	0,993 1890		0,993 192	0,993 192
55	Europe	Paris	48 50 14	2 20	74	0,993 9175		0,993 940	0,993 940
56	"	Kew	51 28 6	- 0 19	7	0,994 1614		0,994 164	0,994 164
57	"	Berlin	52 30 17	13 24	38	0,994 2237		0,994 236	0,994 236
58	Espagne	Madrid	40 24 30	- 3 41	657	0,992 954		0,993 159	0,993 159
59	Italie	Rome	41 53 36	12 30	59	0,993 339		0,993 357	0,993 357
60	Bavière	Munich	48 8 45	11 36	529	0,993 694		0,993 859	0,993 859
61	France	Paris	48 50 14	2 20	74	0,993 903		0,993 926	0,993 926
62	Russie	Moscou	55 45 20	37 34	142			0,994 567	0,994 567

Tableau IV.

N ^o	Longitudo géograph. de Greenwich.	Altitude en mètres.	Valeur d'observation en mètres.	Erreur probable.	Longueur du pendule à seconde au niveau de la mer			Longueur du pendule à seconde au niveau de la mer pour 45° de latitude d'après		Observateurs.	Année de l'observation.	REMARQUES.
					sans égard à l'attraction du terrain. Faye.	en tenant compte de l'attraction du terrain. Bouguer.	à la latitude 45°.	Faye.	Bouguer.			
11	8 28	125	0,993 6902	± 16	0,993 911	0,993 903	- 411	0,993 500	0,993 492	Albrecht	1870	Densité de la couche de terre $\sigma = 2$, partout, exc. 2,69 près de Freiberg. Observations faites sur une tour haute de 25 ^m ; par conséquent une couche de terre de 100 ^m d'épaisseur. Les observations ont été faites dans le rez-de-chaussée de l'Observatoire. Observations faites sur une sommité parabolique dont la hauteur $h = 585^m$ au-dessus de la base a a été supposée égale à 45 h . Le lieu de l'observation est situé dans le voisinage immédiat de la fosse d'Abraham. Observations faites sur une sommité parabolique de 18 ^m de hauteur au-dessus de la couche plate du terrain. Le rayon de la base a été supposé égal à 45 h . L'instrument était installé dans la chambre méridienne de l'Observatoire au 1 ^{er} étage. L'instrument se trouvait dans la salle principale du salon de mathématiques. L'instrument était installé dans la chambre sud de l'Observatoire. On a observé dans un local au rez-de-chaussée de l'Observatoire. Les observations ont eu lieu dans l'ancien Observatoire magnétique, exactement à l'endroit utilisé par Bessel en 1835. La densité σ de la couche de terre supposée égale à 2. Endroit de Bessel en 1835; $\sigma = 2$. L'instrument se trouvait dans une chambre au rez-de-chaussée de l'Observatoire, dans laquelle Sabine avait aussi fait ses observations en 1824. $\sigma = 1,8$. Place de Bessel 1820/27. σ supposé égal à 2. Aux n ^{os} 51-53, σ a été supposé égal à 2,8; aux n ^{os} 54-57, σ a été supposé égal à 2. A l'est des Alleghany, assez plat. Dans la cave de la factorerie de M. Farquhar, Duke street. Dans les monts Alleghany, comté de Cambria. Dans la cave de la maison de M. Frances S. Mc Donald, Centre street. A une distance de quelques mètres se trouve une pente escarpée dans la vallée de l'Ohio, une vallée d'érosion. Une prise en considération exacte est pour le moment impossible. Dans la cave de l'Institut technologique de Stevens. Dans l'Observatoire, salle méridienne, non loin des endroits où ont eu lieu d'anciennes mesures. Dans l'Observatoire. Dans la vaste salle des comparateurs du bâtiment de la Commission des Poids et Mesures, à quelques mètres de l'endroit où l'on a effectué d'anciennes mesures. La densité σ de la couche de terre est supposée en général = 2,8. Près de Munich, von Orff admet cependant $\sigma = 2,15$ et aux environs de Paris, σ est supposé égal à 2.
15	7 6	62	0,993 8726	± 33	0,994 074	0,994 063	- 524	550	545	"	1870	
11	10 28	910	0,993 6855	± 73	0,994 152	0,994 075	- 535	617	540	"	1869	
11	13 20	431	0,993 8117	± 16	0,994 128	0,994 081	- 541	587	539	"	1871	
6	10 44	353	0,993 8028	± 96	0,994 095	0,994 066	- 542	553	524	"	1869	
38	10 43	315	0,993 7317	± 63	0,994 012	0,993 980	- 543	469	443	"	1869	
14	13 44	121	0,993 8787	± 15	0,994 099	0,994 088	- 553	546	535	"	1870	
6	12 24	119	0,993 9594	± 56	0,994 178	0,994 168	- 578	600	590	"	1869	
20	4 29	2	0,994 0252	± 33	0,994 208	0,994 208	- 652	556	556	"	1870	
17	13 24	36	0,994 0415	± 46	[0,994 235]	[0,994 232]	- 683	[0,993 552]	[0,993 549]	"	1869	
53	144 59	18	0,992 9020		0,992 954	0,992 952	+ 651	0,993 605	0,993 603	Neumayer	1863	
17	13 24	36	0,994 1779		[0,994 235]	[0,994 232]	- 683	[0,993 552]	[0,993 549]	C. F. W. Peters	1869	
15	9 56	31	0,994 2933		0,994 349	0,994 347	- 773	576	574	"	1869	
50	20 30	22	0,994 3989		0,994 452	0,994 450	- 875	574	575	"	1870	
	- 76 29	122	0,993 057		0,993 095	0,993 081	+ 460	0,993 555	0,993 541	Farquhar	1880	
	- 78 43	651	0,993 0244		0,993 227	0,993 151	+ 416	643	567	Peirce	1879	
12	- 80 1	348	0,993 0308		0,993 140	0,993 099	+ 415	555	514	"	1879	
30	- 74 2	10	0,993 1890		0,993 192	0,993 191	+ 390	582	581	"	1877	
14	2 20	74	0,993 9175		0,993 940	0,993 934	- 352	588	582	"	1876	
6	- 0 19	7	0,994 1614		0,994 164	0,994 163	- 589	575	574	"	1876	
17	13 24	38	0,994 2237		0,994 236	0,994 232	- 683	553	549	"	1876	
30	- 3 41	657	0,992 954		0,993 159	0,993 082	+ 420	0,993 579	0,993 502	Barraquer	1883	
36	12 30	59	0,993 339		0,993 357	0,993 350	+ 285	642	635	Pisati et Pucci	1882	
45	11 36	529	0,993 694		0,993 859	0,993 811	- 288	571	523	v. Orff	1877	
14	2 20	74	0,993 903		0,993 926	0,993 920	- 352	574	568	Defforges	1883	
20	37 34	142			0,994 567	0,994 559	- 965	602	585	Bredichin		

N ^o	Longitudo géograph. de Greenwich.	Altitude en mètres.	Valeur d'observation en mètres.	Erreur probable.	Longueur du pendule à seconde au niveau de la mer			Longueur du pendule à seconde au niveau de la mer pour 45° de latitude d'après		Observateurs.	Année de l'observation.	REMARQUES.
					sans égard à l'attraction du terrain. Faye.	en tenant compte de l'attraction du terrain. Bouguer.	à la latitude 45°.	Faye.	Bouguer.			
1			0,993 900	- 411	0,993 500	0,993 492				Albrecht	1870	Densité de la couche de terre $\sigma = 2$, partout, exc. 2,69 près de Freiberg. Observations faites sur une tour haute de 25 ^m ; par conséquent une couche de terre de 100 ^m d'épaisseur. Les observations ont été faites dans le rez-de-chaussée de l'Observatoire. Observations faites sur une sommité parabolique dont la hauteur $h = 585^m$ au-dessus de la base a a été supposée égale à 45 h . Le lieu de l'observation est situé dans le voisinage immédiat de la fosse d'Abraham. Observations faites sur une sommité parabolique de 18 ^m de hauteur au-dessus de la couche plate du terrain. Le rayon de la base a été supposé égal à 45 h . L'instrument était installé dans la chambre méridienne de l'Observatoire au 1 ^{er} étage. L'instrument se trouvait dans la salle principale du salon de mathématiques. L'instrument était installé dans la chambre sud de l'Observatoire. On a observé dans un local au rez-de-chaussée de l'Observatoire. Les observations ont eu lieu dans l'ancien Observatoire magnétique, exactement à l'endroit utilisé par Bessel en 1835. La densité σ de la couche de terre supposée égale à 2. Endroit de Bessel en 1835; $\sigma = 2$. L'instrument se trouvait dans une chambre au rez-de-chaussée de l'Observatoire, dans laquelle Sabine avait aussi fait ses observations en 1824. $\sigma = 1,8$. Place de Bessel 1820/27. σ supposé égal à 2. Aux n ^{os} 51-53, σ a été supposé égal à 2,8; aux n ^{os} 54-57, σ a été supposé égal à 2. A l'est des Alleghany, assez plat. Dans la cave de la factorerie de M. Farquhar, Duke street. Dans les monts Alleghany, comté de Cambria. Dans la cave de la maison de M. Frances S. Mc Donald, Centre street. A une distance de quelques mètres se trouve une pente escarpée dans la vallée de l'Ohio, une vallée d'érosion. Une prise en considération exacte est pour le moment impossible. Dans la cave de l'Institut technologique de Stevens. Dans l'Observatoire, salle méridienne, non loin des endroits où ont eu lieu d'anciennes mesures. Dans l'Observatoire. Dans la vaste salle des comparateurs du bâtiment de la Commission des Poids et Mesures, à quelques mètres de l'endroit où l'on a effectué d'anciennes mesures. La densité σ de la couche de terre est supposée en général = 2,8. Près de Munich, von Orff admet cependant $\sigma = 2,15$ et aux environs de Paris, σ est supposé égal à 2.
1			0,994 003	- 524	550	545				"	1870	
1			0,994 073	- 535	617	540				"	1869	
1			0,994 080	- 541	587	539				"	1871	
1			0,994 066	- 542	553	524				"	1869	
1			0,993 986	- 543	469	443				"	1869	
1			0,994 088	- 553	546	535				"	1870	
1			0,994 168	- 578	600	590				"	1869	
1			0,994 200	- 652	556	556				"	1870	
1			[0,994 231]	- 683	[0,993 552]	[0,993 549]				"	1869	
1			0,992 952	+ 651	0,993 605	0,993 603				Neumayer	1863	
1			[0,994 231]	- 683	[0,993 552]	[0,993 549]				C. F. W. Peters	1869	
1			0,994 347	- 773	576	574				"	1869	
1			0,994 450	- 875	574	575				"	1870	
1			0,993 081	+ 460	0,993 555	0,993 541				Farquhar	1880	
1			0,993 151	+ 416	643	567				Peirce	1879	
1			0,993 099	+ 415	555	514				"	1879	
1			0,993 191	+ 390	582	581				"	1877	
1			0,993 934	- 352	588	582				"	1876	
1			0,994 163	- 589	575	574				"	1876	
1			0,994 231	- 683	553	549				"	1876	
1			0,993 082	+ 420	0,993 579	0,993 502				Barraquer	1883	
1			0,993 350	+ 285	642	635				Pisati et Pucci	1882	
1			0,993 811	- 288	571	523				v. Orff	1877	
1			0,993 920	- 352	574	568				Defforges	1883	
1			0,994 550	- 965	602	585				Bredichin		