

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Herausgeber:** Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Band:** 23 (1894-1895)

**Vereinsnachrichten:** Procès-verbal de la 38e séance de la commission géodésique suisse tenue à l'Observatoire de Neuchâtel

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **PROCÈS-VERBAL**

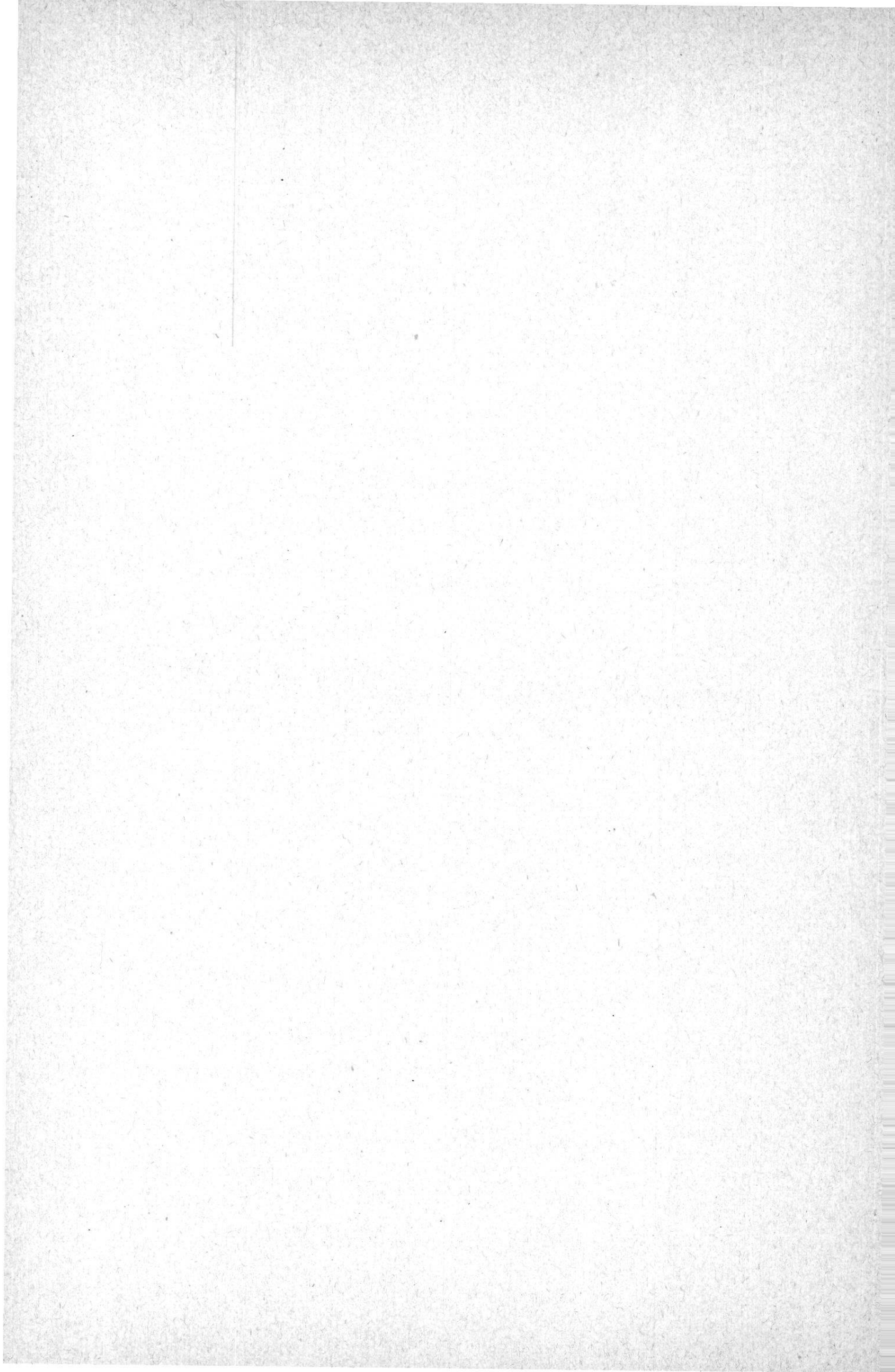
**DE LA 38<sup>e</sup> SÉANCE DE LA**

## **COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE**

**TENUE**

**A L'OBSERVATOIRE DE NEUCHÂTEL**

**LE 5 MAI 1895**





## 38<sup>e</sup> séance de la Commission géodésique suisse.

---

*Présidence de M. le professeur A. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel.*

La séance est ouverte à 1 heure 50 minutes.

Sont présents : M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral ; M. *Rebstein*, professeur de mathématiques à l'École cantonale de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission ; M. le professeur *A. Riggenschbach* de Bâle.

M. *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission, assiste à la séance comme invité. M. le professeur *F.-A. Forel*, président du Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles et M. le professeur *Léon Du Pasquier*, qui avaient été invités à la séance, ont écrit pour exprimer leurs regrets de ne pouvoir y assister.

En ouvrant la séance, le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Riggenschbach*, dont l'entrée dans la Commission est d'autant plus en place que les travaux de celle-ci tendent à s'éloigner des mesures trigonométriques pour entrer toujours davantage dans le domaine de la physique du globe.

Sur la proposition du Président, le programme de la séance est fixé comme suit :

1<sup>o</sup> rapport financier ; 2<sup>o</sup> travaux géodésiques de 1894 et fixation du programme pour 1895 ; 3<sup>o</sup> nivellements de 1894 et fixation du programme pour 1895 ; 4<sup>o</sup> rapport de M. Hirsch sur la session de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale à Innsbruck en septembre 1894 ; 5<sup>o</sup> rectification du budget de l'année 1895 et prévisions budgétaires pour l'exercice de 1896.



		<i>Recettes.</i>	Fr. Cent.	Fr. Cent.
1894				
10 janvier	Solde actif de 1893 . . . . .			440 56
31 déc.	Allocation fédérale pour 1894 du Département de l'Intérieur . . . . .	15000 —		
»	Divers et imprévu :			
	Intérêt, pour 1894, sur un dépôt fait à la Banque populaire suisse à Berne . . . . .	74 90		
	Vente de publications de la Commission, par Georg et Cie, Genève . . . . .	30 35		
»	Participation au bénéfice de la compagnie d'assurances Zurich pour 1893 . . . . .	5 90		45444 45
<hr/>		<hr/>		
				45254 71
1895				
1 <sup>er</sup> janv.	Solde actif de 1894 . . . . .			42 26

géodésique suisse pour l'exercice de 1894.

1894	Dépenses.	Fr. Cent.	Fr. Cent.
31 déc.	Pour l'Ingénieur de la Commission (M. J.-B. Messerschmitt) :		
	Traitement pour 1894 . . . . .		4000 —
	Indemnité de logement pour 1894 . . . . .		500 —
	Frais de voyage et de bureau :		
	Indemnités de déplacements . . . . .	4650 25	
	Frais de voyage . . . . .	344 55	
	Frais de bureau, petits achats, réparations, etc.	256 45	2248 25
	Frais des stations :		
	Aides et dépenses des aides . . . . .	4248 55	
	Transport des instruments, établissement de stations . . . . .	988 20	2236 75
	(Ingénieur: Total Fr. 8955.)		
	Frais de nivellements (Bureau topographique)		3000 —
	Acquisition et réparations d'instruments (Hawelk, Schneider, Kern, Peyer-Favarger et Cie, Bureau topographique) . . . . .		488 50
	Frais d'impression: Tome VI: Dreiecksnetz et procès-verbal, 1894 (Zürcher et Furrer, fr. 4400; Attinger, fr. 108, 50). . . . .		4508 50
	Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale:		
	Séance à Neuchâtel (Hirsch, Gautier, Rebstein, Lochmann) . . . . .	244 80	
	Conférence à Innsbruck (Hirsch) . . . . .	580 —	794 80
	Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1894 . . . . .		237 50
	Imprévu et divers:		
	Assurance de l'ingénieur (Compagnie d'assurances Zurich) . . . . .	48 —	
	Achats de cartes et de livres (Bureau topogr. Georg et Cie) . . . . .	49 80	
	Expédition des imprimés de la Commission (Fäsi et Beer) . . . . .	404 55	
	Frais de bureau (Bureau topogr. Hartmann) . . . . .	55 80	225 45
	Total . . . . .		45209 45
31 déc.	Solde actif à nouveau . . . . .		42 26
			45251 71
	Berne, le 8 janvier 1895.		
	J.-J. LOCHMANN.		
	Neuchâtel, le 11 janvier 1895.		
	Le Président, Dr Ad. HIRSCH.		



## I. RAPPORT FINANCIER

M. le colonel *Lochmann* présente le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1894. Ces comptes ont été visés par le président, puis approuvés par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles.

Dans ces comptes ne figure pas la première annuité pour le chronomètre de Nardin, de sorte que le prix total de cet instrument figurera au budget de 1895. D'autre part, les frais prévus pour les stations astronomiques et de pendule, ainsi que les frais de voyage de l'ingénieur, ont notablement dépassé les sommes prévues au budget rectifié.

Le colonel *Lochmann* a dû, comme précédemment, demander, au commencement de l'année, un à compte de 5000 fr. sur l'allocation annuelle fédérale. Sur cette somme, il a été dépensé à ce jour : 4249 fr. 95. Si l'on tient compte du solde actif de l'année 1894 : 42 fr. 26 et du complément de l'allocation fédérale : 10 000 fr., il reste disponible, à ce jour, une somme de 10 792 fr. 31 pour l'exercice courant.

La Commission remercie M. le colonel *Lochmann* de sa gestion financière et renvoie à la fin de la séance l'établissement du budget définitif pour l'année 1895 et du budget provisoire pour l'année 1896.

## II. TRAVAUX GÉODÉSIQUES

Comprenant :

- 1° Les travaux géodésiques proprement dits ;
- 2° La question de la mesure du magnétisme terrestre en Suisse.



1° M. *Rebstein* donne un aperçu rapide du rapport de M. *Messerschmitt*, ingénieur de la Commission, rapport qui a déjà circulé auprès des membres de la Commission.

Les circonstances atmosphériques ont été beaucoup moins favorables en 1894 qu'en 1893. Il en résulte que deux stations astronomiques seulement ont pu être déterminées. D'autre part, des mesures de l'intensité de la pesanteur ont été faites dans 14 stations de pendule.

M. *Rebstein* estime que toutes les mesures ont été bien faites et que les résultats obtenus sont très satisfaisants.

Voici le compte-rendu sommaire des travaux de la dernière campagne et des calculs exécutés durant l'hiver 1894-1895 :

#### A. Déterminations astronomiques.

1° *Station de Recketschwand*. — 845<sup>m</sup>.

Latitude astronomique . . . . .	$\varphi = 47^{\circ} 5' 42,1''$
» géodésique . . . . .	$B = \underline{39,4''}$
Déviatiou de la verticale. . . . .	$\varphi - B = + 2,7''$

2° *Station de Homberg*. — 791<sup>m</sup>.

Latitude astronomique . . . . .	$\varphi = 47^{\circ} 16' 31,4''$
» géodésique . . . . .	$B = \underline{39,1''}$
Déviatiou de la verticale . . . . .	$\varphi - B = - 7,7''$

Ces valeurs sont calculées en admettant que la déviation de la verticale est nulle à Berne.

Ces deux stations sont intermédiaires entre trois stations du réseau géodésique : *Lägern*, *Napf* et *Rigi*. Si l'on fait le tableau des déviations obtenues aux cinq stations, on trouve :

	Longitude.	Latitude.	Déviation en latitude. (0" à Berne) (+ 4" à Berne)	
	° ' "	° ' "	"	"
Lägern	+ 0 57,7	47 29,0	— 9,4	— 5,4
Homberg	44,7	16,7	— 7,7	— 3,7
Recketschwand	43,3	5,7	+ 2,7	+ 6,7
Napf	30,1	0,3	+ 3,6	+ 7,6
Rigi	+ 1 2,8	3,5	+ 12,4	+ 16,4

On peut donc reconnaître de nouveau ici la marche des attractions. Le Jura marque son action jusqu'à un point situé un peu plus au sud que Homberg, puis l'attraction des Alpes se manifeste comme prédominante assez rapidement jusqu'au Rigi. Au sud de ce point, cette attraction augmente encore un peu, puis diminue, car on n'a trouvé à Göschenen et à Andermatt qu'une déviation de la verticale de + 5" (en supposant la déviation nulle à Berne).

### B. Observations de pendule.

Les mesures effectuées en 1893 avaient accusé l'existence d'un excès de masse dans les environs de Rheinfelden et de Bâle. Il était par conséquent important de poursuivre l'étude de l'extension de cet excédant plus au sud, à Liestal et à Waldenburg. Puis, conformément au programme, M. Messerschmitt a continué les observations dans la direction du Gothard. Enfin, pour rattacher les nouvelles mesures à celles qui avaient été déjà faites, il a continué les observations de pendule à Zurich, puis dans la direction du lac de Constance.

Au début de la campagne, M. Messerschmitt a eu l'occasion de faire des observations comparatives avec M. le professeur Haid, à Zurich et à Bâle, observations qui ont confirmé les résultats précédemment obtenus. Puis les



observations ont été répétées également à l'Observatoire de Genève au moyen des trois anciens pendules (N<sup>os</sup> 30, 31 et 32). En comparant les résultats obtenus en 1892 et en 1894, on trouve :

En 1892 (2 séries). Durée d'oscillation	
moyenne . . . . .	= 0 <sup>s</sup> ,507 8623
En 1894 (4 séries). Durée d'oscillation	
moyenne . . . . .	= 8635
Différence . . . . .	= 12

Cette différence est minime et s'explique facilement par la différence de température et surtout par l'incertitude de la marche de l'ancien chronomètre Dubois. Cette différence ne représente d'ailleurs que 4 unités de la 5<sup>me</sup> décimale de la valeur de  $g$ .

L'expérience ayant démontré que les couteaux d'agate des trois pendules subissaient des détériorations, on a commandé, en 1893, un nouveau pendule avec couteaux d'acier. Il n'a été livré qu'en 1894, parce que le lieutenant-colonel de Sterneck a eu l'extrême obligeance de déterminer les constantes de ce nouvel appareil.

Pour toutes les observations ultérieures on a employé les quatre pendules et le nouveau chronomètre de Nardin, ce qui augmente certainement la valeur de ces déterminations.

Le quatrième pendule a fourni un contrôle pour la nouvelle valeur donnée par von Oppolzer pour la pesanteur à Vienne transportée à Zurich. On trouve en effet :

Par les trois pendules N <sup>os</sup> 30, 31 et 32 .	$g = 9,806 \overset{m}{88}$
Par le nouveau pendule N <sup>o</sup> 64 . . . .	84
Différence . . . . .	= 4



En donnant à la première valeur le poids 3 et à la deuxième le poids 1, on trouve :

$g$  Zurich = 9,80687, en partant de la valeur de  $g$  pour Vienne. En se servant de la valeur trouvée pour  $g$  à Munich par le colonel *von Orff*, on obtient  $g$  Zurich = 9,80680, valeur qui concorde très suffisamment avec la valeur précédente.

En adoptant pour Zurich la première valeur et en s'appuyant sur la formule de M. Helmert :

$$g = 9^m,7800 (1 + 0,005310 \sin.^2B) \left(1 - \frac{2H}{R}\right)$$

on trouve le tableau suivant pour les valeurs de la pesanteur aux différentes stations.

Station.	$g$ <sup>m</sup>	Observation—calcul.
Liestal . . . . .	9,80780	+ 62
Waldenburg . . . . .	672	+ 29
Zofingue . . . . .	652	— 18
Burgdorf . . . . .	617	+ 9
Escholz matt . . . . .	513	+ 8
Lucerne . . . . .	624	— 16
Amsteg . . . . .	464	— 130
Göeschenen . . . . .	365	— 41
Andermatt . . . . .	351	+ 54
Mettmenstetten . . . . .	642	— 15
Recketschwand . . . . .	534	+ 11
Homberg . . . . .	597	+ 39
Effretikon . . . . .	664	+ 7
Saint-Gall . . . . .	603	— 5

Ces chiffres devraient encore être réduits au niveau de la mer et affranchis des influences locales du terrain. Ces

réductions n'ont pas encore pu être opérées pour différents motifs. Il est cependant possible de représenter d'une façon provisoire les résultats obtenus, de la manière suivante :

L'attraction de la Forêt-Noire se manifeste en ce que l'intensité de la pesanteur observée est plus faible que l'intensité calculée, depuis le lac de Constance en aval jusque près de Säckingen. Cela correspond donc dans cette région à un défaut de masse. Puis, il se produit un excès de masse qui s'étend jusque dans les environs de Bâle et qui correspond à une densité plus grande des masses souterraines. Cet excès se manifeste encore à Liestal, mais, à 11 kilomètres au sud de cette station, à Waldenburg, l'excès se transforme en défaut de masse.

Le défaut de masse est encore plus accusé dans les stations suivantes situées plus au sud : Zofingue, Burgdorf, Homberg, Mettmensletten et Lucerne ; puis il augmente encore à Escholz matt et à Recketschwand, en raison des masses soulevées, et croît jusqu'à Amsteg, où se trouve le maximum du défaut de masse constaté. Il est encore très fort, mais un peu moins, à Göschenen et à Andermatt.

On constate donc, en concordance avec les résultats obtenus par M. de Sterneck dans le Tyrol, que la variation maximum de la pesanteur ne coïncide pas avec la forme apparente du terrain, mais se trouve déplacée vers le nord.

Au bord du lac de Constance et dans la vallée du Rhin, le défaut de masse est plus faible. Il augmente un peu à Saint-Gall et atteint son maximum au Hörnli, où les masses soulevées sont aussi plus considérables.

Le chronomètre de Nardin, qui a servi durant cette campagne pour toutes les observations, a donné des résultats



satisfaisants. Sa marche, qui n'était que de  $+ 0^s,14$  à Neuchâtel avant la période d'observation, a été un peu plus forte pendant celle-ci. Mais la variation moyenne est suffisamment faible, surtout si l'on tient compte du fait que le courant électrique était employé environ 12 heures par jour. A noter aussi que, pour le chronomètre de Nardin, le courant nécessaire est beaucoup plus intense que pour l'ancien chronomètre de Dubois.

### C. Recherches sur la précision des observations astronomiques.

M. Messerschmitt avait fourni dans le vol. VI des « Publications de la Commission géodésique suisse » un tableau des différences entre les valeurs de la latitude pour huit stations, suivant si la latitude est déterminée par des mesures de distances zénitales ou par des mesures dans le 1<sup>er</sup> vertical. Il complète cette année ce tableau, en y ajoutant les stations déterminées depuis et il obtient les chiffres suivants :

Station.	Différence des valeurs de la latitude par distances zénitales — par 1 <sup>er</sup> vertical.
Simplon . . . . .	+ 0,96
Giubiasco . . . . .	+ 0,15
Tiglio . . . . .	— 0,08
Mognone . . . . .	— 0,08
Cadenazzo . . . . .	+ 0,38
Lüscherz . . . . .	+ 0,57
Chaumont . . . . .	+ 0,04
Tête-de-Ran . . . . .	— 0,14
Portalban . . . . .	+ 0,58
Berra . . . . .	0,00



Station.	Différence des valeurs de la latitude par distances zénitales — par 1 <sup>er</sup> vertical.
	"
Chasseral . . . . .	+ 0,85
Middes. . . . .	+ 0,22
Gurten . . . . .	+ 0,37
Gurnigel . . . . .	+ 0,21
Napf . . . . .	+ 1,00
Frienisberg . . . . .	+ 0,61
Naye . . . . .	— 0,08

La différence est presque partout positive. Les mesures de distances zénitales fournissent donc en général, pour la latitude, une valeur plus grande que les mesures dans le 1<sup>er</sup> vertical. Cela concorde avec les résultats conclus par le professeur Albrecht pour plusieurs observateurs de l'Institut géodésique prussien (Astr. geod. Arbeiten I. Ordnung, Berlin 1889), quoique M. Albrecht ait fait porter ses recherches sur des séries plus étendues et pour lesquelles on avait employé un plus grand nombre d'étoiles. L'incertitude dans la position des étoiles ne peut expliquer à elle seule ces différences.

M. Messerschmitt soumet ensuite à une très intéressante discussion toutes les circonstances qui pourraient expliquer cette différence assez constante. Il est impossible de résumer ici cette étude, qui n'amène du reste l'auteur du rapport à aucune conclusion positive.

### Propositions pour les travaux de la campagne de 1895.

L'été de l'année 1894 ayant été consacré à l'étude de la pesanteur sur le côté nord du passage des Alpes par le Saint-Gothard, il convient de poursuivre cette étude sur

le revers sud, jusqu'à la frontière italienne. A cet effet il y aurait avantage à commencer les travaux de bonne heure, afin d'opérer dans le canton du Tessin avant la grande chaleur et afin de consacrer les mois d'été aux observations de la haute montagne. Il serait bon d'étudier aussi de plus près la distribution de l'excès de masse dans les environs de Bâle. Enfin, il faudrait exécuter cette année les observations astronomiques qui ont été empêchées l'an dernier par le mauvais temps.

M. Messerschmitt demande en outre l'acquisition par la Commission d'un niveau de rechange pour l'instrument universel. Il désirerait aussi que la Commission commandât un pendule à fil, du modèle construit par le Dr Schumann, aux fins d'étudier la stabilité des supports de pendules. Cet instrument est recommandé par le professeur Helmert.

M. Messerschmitt attire encore l'attention de la Commission sur l'intérêt qu'il y aurait, pour la détermination de la pesanteur à Zurich, à effectuer une comparaison directe entre Zurich et Potsdam où  $g$  a été déterminé avec une grande exactitude. A cet effet, il faudrait que M. Messerschmitt fit un séjour un peu prolongé à Potsdam. Il profiterait de cette occasion pour déterminer les erreurs de division du cercle de l'instrument universel de la Commission, et il se mettrait au courant des méthodes employées à Potsdam pour la mesure du magnétisme terrestre.

M. *Rebstein* appuie dans son ensemble le programme proposé par l'ingénieur de la Commission. Les stations où il y aurait lieu de faire des observations astronomiques sont le Hundstock et le Pizzo Rotondo. Il est possible cependant que le premier soit difficile à atteindre avec nos



instruments. Dans ce cas, M. Rebstein opinerait pour que l'on déterminât la station du Nollen ou celle de Hohen-tannen qui, moins élevées, pourraient être déterminées même dans l'arrière-saison.

M. Rebstein recommande à la Commission l'achat des instruments que demande M. Messerschmitt. En ce qui concerne le séjour de l'ingénieur à Potsdam, il le juge fort utile à tous les points de vue, mais il craint que la question financière ne permette pas de donner suite à cette proposition.

La discussion est ensuite ouverte sur le rapport sommaire présenté par M. *Rebstein*.

A une question de M. *Gautier*, qui demande pourquoi il n'est plus question du Gütsch sur Andermatt comme station astronomique, M. Messerschmitt répond que le sommet du Gütsch n'est pas favorable pour installer l'instrument. On pourrait y déterminer la latitude, mais toute mesure d'azimut y est impossible.

Le colonel *Lochmann* exprime l'étonnement que lui cause cette déclaration relative au Gütsch. Puis, revenant sur un sujet traité dans la séance de l'année dernière (Procès-verbal de la 37<sup>me</sup> séance, p. 15), le colonel Lochmann fait observer qu'il estime que les triangulations faites dans le canton de Bâle-Campagne offrent assez d'exactitude pour pouvoir servir de base aux observations astronomiques.

La Commission est d'accord pour la station du Pizzo Rotondo.

En ce qui concerne le Hundstock, d'après les renseignements fournis par MM. *Hirsch* et *Lochmann*, les opinions sont contradictoires. Les uns estiment qu'il est parfaite-



ment accessible, les autres le jugent difficile à atteindre avec les instruments.

Sur la proposition du *Président*, la Commission décide de réserver la décision en ce qui concerne le Hundstock. M. Messerschmitt est chargé de faire une reconnaissance de la station aussi tôt que les circonstances le permettront. Si l'on doit renoncer au Hundstock comme inaccessible, il y aurait lieu d'étudier si le Bürgenstock pourrait être pris en considération. Il faudrait pour cela qu'on pût le rattacher à deux points du réseau principal, le Rigi et le Titlis, si ce dernier est visible du Bürgenstock.

M. *Rebstein* ajoute qu'on pourrait peut-être le rattacher à Lucerne, où l'on fait actuellement des mesures trigonométriques très précises.

La Commission décide que, à défaut du Hundstock, il y aurait lieu d'utiliser le Bürgenstock. Après une reconnaissance préliminaire, M. Messerschmitt aurait à s'entendre avec le *Président* et M. *Rebstein*.

Le *Président* désirerait beaucoup que l'on pût déterminer cette année trois ou quatre stations astronomiques, afin de compenser les effets du temps défavorable de l'année dernière, qui n'a permis de faire des mesures qu'en deux stations. Il y aurait grand avantage à obtenir, au sud du Saint-Gothard, un deuxième point outre le Pizzo Rotondo.

Le choix de cette nouvelle station est difficile et doit être subordonné à une reconnaissance que M. Messerschmitt est chargé de faire.

La Commission décide que M. Messerschmitt cherchera un point qui satisfasse à la condition de pouvoir être rattaché à des stations du réseau principal. Il se mettra d'accord pour cela avec le *Président* et M. le colonel *Lochmann*.

La Commission décide enfin que, à défaut d'une deuxième

station au sud du Gothard, il y aurait lieu de déterminer les coordonnées astronomiques du Nollen ou de Hohen-tannen.

Revenant sur quelques points du rapport de M. Messerschmitt, le *Président* constate que la Commission a fait une bonne acquisition en achetant le chronomètre de Nardin. Le *Président* estime en effet qu'une valeur de  $\pm 0^s14$  seulement pour la variation moyenne est très satisfaisante. Il faut remarquer tout particulièrement que les chronomètres de M. Nardin ne présentent qu'un changement de marche insensible suivant que le courant électrique passe ou ne passe pas. M. *Hirsch* a trouvé la discussion des résultats des observations astronomiques faite par M. Messerschmitt très intéressante, mais elle exige encore d'être complétée avant d'aboutir à des résultats concluants.

Le *Président* ajoute que M. Léon Du Pasquier, qui regrettait beaucoup de ne pouvoir assister à cette séance, se propose toujours de compléter son intéressant travail sur l'attraction des masses visibles dans les stations astronomiques de Berra et de Naye. Il se remettra à l'œuvre dès que les cartes dont il a besoin seront terminées par le Bureau topographique.

En ce qui concerne les autres demandes du rapport de M. Messerschmitt, la Commission décide l'acquisition d'un niveau de rechange et d'un pendule à fil du système Schumann. Elle estime d'autre part que le moment n'est pas favorable pour envoyer M. Messerschmitt à Potsdam, l'état de ses finances ne le permettant pas.



2<sup>o</sup> *Mesure du magnétisme terrestre.*

Au cours de son rapport sur les travaux géodésiques, M. *Rebstein* avait rappelé l'intérêt que présenterait, pour la Commission géodésique, l'extension de ses travaux dans le domaine des mesures du magnétisme terrestre, d'accord avec la Commission météorologique suisse.

M. *Riggenbach*, que le Président avait prié de préparer un rapport à la Commission sur ce sujet, résume d'abord l'état de la question telle qu'elle avait été traitée l'année dernière et telle qu'elle se présente actuellement. La Commission météorologique suisse se préoccupe depuis quelques années d'acquérir un magnétomètre qui permette des mesures plus exactes. Elle a demandé la collaboration de la Commission géodésique, pour que les mesures magnétiques se fassent en même temps que les observations astronomiques par l'ingénieur de cette dernière Commission.

Il résulte d'une lettre de M. *Billwiller*, adressée à M. *Riggenbach*, que la Commission météorologique désirait l'établissement en Suisse d'une station centrale permanente. A cet effet M. *Billwiller* avait été chargé, l'année dernière, d'étudier les Observatoires magnétiques existant à Potsdam et à Copenhague. La Commission estimait que l'installation de cette station ne comporterait pas de grandes dépenses, si l'on se bornait à un bâtiment en bois dans l'enceinte de l'Institut de physique du Polytechnicum de Zurich. Mais, depuis lors, les circonstances ont changé. L'installation de deux chemins de fer électriques dans le voisinage de l'Institut rendent cet emplacement impossible. L'établissement d'un véritable Observatoire magnétique entraînerait de grands frais et le moment ne semble pas, à M. *Billwiller*, être venu de demander cette création.

Il estime d'autre part qu'il ne faut point renoncer à poursuivre les observations magnétiques sur le terrain, dans de meilleures conditions instrumentales, afin d'accumuler des matériaux en vue d'un travail ultérieur plus complet. M. Billwiller désire vivement qu'une entente à ce sujet intervienne promptement entre les deux Commissions.

M. *Riggenbach* est absolument d'accord avec les conclusions de cette lettre et il a recherché comment on pourrait entreprendre le levé de la carte magnétique de notre pays, sans station centrale. Il ne fera pas de propositions à la Commission géodésique, mais il lui communique les résultats de son étude dans le sens du

### **Levé d'une carte magnétique complète de la Suisse.**

Il faut résoudre tout d'abord les trois questions suivantes :

- I. Quelle densité doit-on donner au réseau des stations magnétiques ?
- II. Quelle exactitude peut-on demander aux observations en campagne ?
- III. Quel serait le matériel nécessaire en instruments ?

I. La question de la *densité d'un réseau de stations magnétiques* a été étudiée à fond par M. le Dr Neumayer, dans son rapport au Congrès géographique de Vienne en 1891<sup>1</sup>, intitulé : « Ueber die Bedeutung und Ziele erdmagnetischer Landesvermessungen ». On peut résumer ses propositions de la manière suivante :

Il faut en premier lieu couvrir le pays d'un réseau de stations à larges mailles. Les résultats des observations obtenues dans ces stations doivent être compensés, par le

<sup>1</sup> Verhandlungen des 9. deutschen Geographen-Tages, p. 12-27.



calcul ou graphiquement, aux fins de donner un aperçu général de la marche des lignes isomagnétiques. Les variations locales seront éliminées par ce travail de compensation.

M. Neumayer appelle ce levé : *levé de premier ordre*. La distance moyenne des stations ne doit pas dépasser 40 kilomètres. Les lignes que l'on peut tracer d'après ce levé s'appellent *lignes magnétiques terrestres*.

Au levé de premier ordre doit en succéder un de deuxième ordre avec une distance moyenne, de 18 kilomètres environ, entre les stations. Ce deuxième levé a pour but de faire ressortir dans les lignes isomagnétiques des variations qui s'étendent sur une étendue de terrain un peu considérable. On les appelle *variations de districts* ; ce sont, par exemple, celles du bassin de la Seine près Paris, ou celles de l'escarpement de l'Alb de Souabe. Ce levé montrera quelles recherches plus complètes devront être entreprises ultérieurement.

Un levé de troisième ordre avec des distances moyennes de 12 kilomètres entre les stations suffira pour le tracé des *lignes isomagnétiques vraies*. Il permettra aussi de faire les levés de détail des variations locales.

Il y aurait lieu de publier les cartes des lignes terrestres et celles des lignes isomagnétiques vraies.

Après l'achèvement du levé de troisième ordre, il y aurait aussi lieu de refaire des observations à quelques stations de premier ordre pour obtenir le calcul des éléments de la variation séculaire.

M. Neumayer calcule le nombre des stations de chaque réseau en se basant sur la superficie de 540 000 kilomètres carrés de l'empire d'Allemagne. En réduisant ces chiffres à la surface de la Suisse, qui est de 41 346 kilomètres carrés, M. Riggenbach obtient les chiffres suivants :

Réseau de 1<sup>er</sup> ordre: 26 stations distantes en moyenne de 40 kilom.

»	II <sup>e</sup>	»	443	»	»	47	»
»	III <sup>e</sup>	»	244	»	»	43	»

Au nombre des 143 stations de deuxième ordre sont comptées les 26 de premier ordre et dans les 244 de troisième ordre, les 169 des deux précédents réseaux.

A cause de la forme dentelée de la frontière orientale et méridionale de la Suisse et dans le but de placer les stations de la circonférence aussi près que possible de cette frontière, il y aurait lieu d'augmenter le nombre des stations de premier ordre. M. Riggensbach en a prévu 40, avec une distance moyenne de 32 kilomètres, ce qui correspond d'ailleurs à la densité du nouveau réseau français.

Combien de temps faudrait-il pour faire les observations aux stations du réseau de premier ordre? Si l'on tient compte des expériences faites par divers observateurs en Allemagne et en France, on peut répondre que ce travail pourrait être exécuté en une année. Quant au travail complet, si l'on prend en considération que dans notre pays l'observation dans certaines stations entraînera souvent des difficultés d'ordre matériel et que l'on ne pourra travailler qu'une partie de l'année, il faudrait fixer un délai de sept années pour l'achèvement des réseaux des trois ordres.

Il faudrait admettre pour le réseau de premier ordre les prescriptions suivantes :

1<sup>o</sup> Dans chaque station on doit mesurer les trois éléments du magnétisme terrestre : la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité horizontale ; éventuellement et, à défaut de l'inclinaison, l'intensité verticale.

2<sup>o</sup> Il serait absolument contraire aux traditions de la Commission géodésique de vouloir faire des mesures sans



y apporter toute la précision que comporte actuellement l'observation en campagne.

3<sup>o</sup> Pour achever le réseau aussi rapidement que possible et surtout pour éviter les variations locales, il faut choisir les stations dans des points d'un accès facile et d'une altitude relativement faible. On devrait donner la préférence aux localités possédant des instituts scientifiques dont on pourrait attendre aide et concours. Il y aura avantage à intercaler, dans le polygone des stations de vallées, quelques stations placées sur des sommets aisément accessibles, afin de se rendre compte, durant l'achèvement du réseau de premier ordre, de l'utilité qu'auraient ces stations pour les réseaux de deuxième et de troisième ordre. Il faudra donner la préférence aux stations dans lesquelles des mesures antérieures ont été exécutées.

Une petite difficulté réside dans la manière de marquer les stations sur le terrain, afin qu'elles puissent être réoccupées ultérieurement. Des points trigonométriques avec signaux en fer sont défavorables. Le résultat pourrait être atteint par l'inscription dans l'Atlas Siegfried et en prenant quelques photographies de chaque emplacement de station.

II. *Exactitude des observations en campagne.* Les cartes de Lamont<sup>1</sup> fournissent les indications suivantes : La déclinaison magnétique augmente d'environ 2° de la frontière orientale de la Suisse (Grisons) jusqu'à la frontière occidentale (Genève). L'inclinaison magnétique augmente de presque  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  de Côme à Bâle. Et, pour la même distance, l'intensité horizontale diminue de 0,0080, en unités C. G. S. Il en résulte que, pour un déplacement de 40 kilomètres perpendiculairement à une ligne isomagnéti-

<sup>1</sup> Lamont, *Magnetische Karten von Deutschland und Bayern*, 1854.

que, la déclinaison change de  $15'$ , l'inclinaison de  $16'$  et l'intensité horizontale de  $0,0016$ . Les chiffres correspondants pour un déplacement de 12 kilomètres sont :  $4', 5'$  et  $0,0005$ . Si donc les variations locales ne doivent pas être dissimulées par les erreurs d'observation dans le levé du réseau de troisième ordre, il faut que l'erreur probable d'une mesure d'angle ne dépasse pas  $2'$  et celle d'une mesure de l'intensité de la pesanteur,  $0,0002$ .

Les mesures effectuées par le Dr Eschenhagen dans l'Allemagne du nord-ouest prouvent surabondamment que l'on peut rester au-dessous de ces limites. On trouve en effet que, pour une mesure de l'inclinaison avec une seule aiguille, l'erreur probable était de  $\pm 2',1$  et que la même erreur pour la moyenne des mesures faites avec deux aiguilles était de  $\pm 1',5$ . Le même observateur estime l'erreur probable de ses déterminations de l'intensité horizontale à  $\pm 0,00014$ .

Les observations de M. Moureaux en France donnent des résultats semblables. Les mesures d'azimuts au moyen d'observations solaires fournissent la direction de la méridienne avec une approximation de  $0',3$  à  $0',6$ ; ce qui assure une exactitude de  $\pm 1'$  pour les mesures de déclinaison.

Il semblerait cependant que l'erreur probable accusée par les mesures de l'intensité horizontale serait un peu faible. M. Mascart <sup>1</sup> fait remarquer en effet qu'il faut, pour obtenir des mesures exactes, déterminer avec précision le coefficient magnétométrique et tenir compte de l'aimantation induite par la terre dans les barreaux aimantés.

Pour contrôler les mesures en campagne, il est nécessaire d'avoir la coopération d'un *observatoire magnétique per-*

<sup>1</sup> Annales du Bureau central météorologique, 1890, vol. 1.



*manent*. Ce n'est qu'ainsi que l'on peut éliminer les variations périodiques et les perturbations, et réduire toutes les observations à la même date. On se trouve donc en présence de la question suivante : La construction d'un observatoire magnétique central est-elle *nécessaire* pour que l'on puisse faire le levé de la carte magnétique de notre pays, ou bien peut-on s'en passer et utiliser les données fournies par les observatoires magnétiques des pays voisins, pour opérer les réductions nécessaires ?

Une recherche faite en 1888 par M. Moureaux permet de répondre catégoriquement à cette question. M. Moureaux<sup>1</sup> a fait toute une série d'observations dans le sud-ouest de la France et les a réduites, d'abord d'après les indications du magnétographe de Saint-Maur près Paris, puis d'après un instrument analogue fonctionnant à Perpignan. Prenant comme exemple la station de Bayonne, distante de 660 kilomètres de Paris et de 360 kilomètres de Perpignan, et un certain nombre d'autres stations, on trouve que l'excédent des valeurs réduites au moyen des observations de Paris sur les valeurs réduites au moyen des observations de Perpignan donne le tableau suivant :

Station.	Déclinaison.	Intensité horizontale.	Inclinaison.
Angoulême	0,0	— 0,00002	0,1
Bayonne	— 0,2	+ 2	0,0
Dax	1,0	— 8	— 1,4
Hendaye	0,8	+ 1	— 1,0
Libourne	1,3	— 3	— 0,3
St-Jean-de-Luz	0,0	— 4	— 1,0
St-Martin-de-Hinx	0,6	— 10	— 0,5
Moyenne :	0,56	0,000043	0,61

<sup>1</sup> Annales du Bureau central météorologique, 1888, vol. I.

On voit donc que les deux modes de réduction donnent des valeurs qui ne diffèrent que rarement de plus de 1' pour l'inclinaison et de moins encore pour la déclinaison. Quant à l'intensité horizontale, sur sept stations, la différence n'atteint 0,0001 que pour une seule. On peut donc conclure comme M. Moureaux : « L'accord est absolument satisfaisant. Le tableau comparatif montre que dans l'étendue de la France, au moins, les mesures magnétiques en campagne peuvent s'appuyer indifféremment sur tel ou tel magnétographe, pourvu qu'on puisse compter sur ses indications. »

Si l'on prend Lucerne comme centre de la Suisse, on trouve pour les distances à vol d'oiseau de Lucerne aux observatoires magnétiques des États voisins les valeurs suivantes : Nice 380 kilom., Paris 480, Vienne 600, Utrecht 620, Perpignan 650, Rome 660, Potsdam 690, Wilhelms-hafen 730. Ces distances ne sont pas sensiblement plus grandes que celles qui ont été trouvées admissibles en France. M. Rigggenbach estime donc qu'il serait parfaitement justifié d'entreprendre le levé de premier ordre, même en l'absence de tout observatoire central dans notre pays.

L'absence de cet observatoire se fera d'autre part sentir d'une manière fâcheuse au point de vue de la vérification des instruments servant aux mesures en campagne. Les instruments transportables doivent être comparés à des instruments fixes, au début et à la fin de la campagne ; et même au cours des mesures, il peut être utile de faire des vérifications lorsque, par exemple, les barreaux aimantés ont subi des chocs. On peut cependant compter pour satisfaire en partie à ces besoins sur certains instituts scientifiques existant en Suisse. Mais s'il s'agit de recherches



approfondies relatives aux instruments, il faudra forcément avoir recours à l'assistance d'instituts scientifiques de l'étranger. Or, il n'est pas douteux que cette aide pourra être facilement obtenue; on insiste en effet depuis quelque temps, dans les milieux compétents, sur l'utilité que les instruments servant aux levés magnétiques dans les différents pays soient soigneusement comparés les uns avec les autres.

III. La question du *matériel nécessaire en instruments* est moins facile à résoudre que les deux premières.

En Autriche, on emploie pour les observations en campagne le théodolite magnétique de Lamont; en Allemagne, c'est le même instrument transformé suivant le modèle fourni par le Dr Neumayer <sup>1</sup>. Les objections à l'emploi de cet instrument sont, d'abord, que leur ancien constructeur ne peut plus en livrer et que le modèle futur en sera un peu différent. Puis le poids de cet instrument, 22 kilogrammes, emballage compris, est trop considérable pour l'emploi dans un pays montagneux. Il n'y aurait cependant pas lieu de se préoccuper de ce poids si, conformément à l'exemple donné par M. Liznar pour ses levés en Autriche, on employait, pour les observations, une hutte en bois qui porte à 336 kilogrammes le total du poids de l'équipement de l'observateur magnétique.

En Suède, on a commencé les travaux avec le théodolite de Lamont, on les a continués avec l'instrument de Wild-Edelmann.

Les instruments français sont très légers, tout au contraire des instruments austro-allemands. Le théodolite à

<sup>1</sup> A. Kirchhoff, *Anleitung zur deutschen Landes- und Volksforschung*, p. 118.

boussole pèse, tout compris, 4 kilogrammes, la boussole d'inclinaison, 2 kilogrammes. Aux deux instruments les cercles mesurent 8 centimètres de diamètre et sont divisés en demi-degrés. Un vernier permet d'obtenir la lecture à la minute et, par estimation, à la demi-minute près. La hauteur de l'instrument est, au total, de 24 centimètres environ. M. Riggenbach a appris indirectement que l'ancien constructeur de ces instruments n'en livre plus, mais qu'une autre maison en construit d'analogues d'après un modèle légèrement modifié par M. Teisserenc de Bort.

M. Chistoni emploie, pour les mesures en Italie, un instrument semblable qui, avec le même poids de 4 kilogrammes, possède un volume de  $28 \times 12 \times 18$  centimètres. Les cercles ont la même dimension et les mesures de la déclinaison se font avec une exactitude de  $\pm 3'$ .

Il existe une différence essentielle entre les instruments allemands et les instruments français. Dans les premiers, l'aiguille de déclinaison repose sur une pointe ; dans les seconds, elle est suspendue à un fil de soie. Ce dernier système offre évidemment l'avantage d'une plus grande sensibilité, mais il exige une assez grande perte de temps à cause de la nécessité de laisser le fil se détordre.

M. Riggenbach ne possède pas encore de données détaillées sur les instruments anglais ni sur ceux qu'emploie M. Wild et qui ont été imaginés par lui, mais il espère pouvoir fournir sous peu des indications plus précises à la Commission.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dans le courant du mois de juin, M. Riggenbach a eu l'occasion de voir fonctionner les instruments de MM. le Dr Ryckevorsel et le Dr van Bemmelen. Ces instruments sont construits sur le modèle de ceux de Kew. Dans un rapport ultérieur, M. Riggenbach a précisé



Le magnétomètre de montagne de Meyer, qui se trouve entre les mains de l'ingénieur de la Commission, ne pourrait pas servir pour le levé de la carte magnétique de la Suisse. Il ne permet pas en effet de déterminer l'inclinaison avec toute la précision voulue, puis il ne donne la valeur de l'intensité horizontale que moyennant certaines conventions qui ne sont pas encore absolument prouvées théoriquement.

Pour la détermination de l'inclinaison, M. Riggenbach préfère la mesure directe au moyen de l'aiguille d'inclinaison plutôt que la mesure indirecte par l'influence exercée par des barreaux de fer placés verticalement. Dans la première méthode on travaille dans des conditions de plus grande clarté ; dans la deuxième il faut éliminer des influences secondaires par la réitération des observations.

Les instruments nécessaires pour un levé magnétique de la Suisse seraient donc :

1° Un théodolite magnétique pour les mesures de la déclinaison et de l'intensité horizontale ;

2° Une boussole d'inclinaison ;

3° Deux chronomètres pour les mesures d'azimuts. L'un des deux pourrait être remplacé par un chronomètre de poche de haute précision ;

4° Un appareil-abri contre le soleil et contre la pluie ;

5° Éventuellement, un instrument pour les mesures des variations de la déclinaison, pour faire des observations correspondant à celles qui seraient enregistrées dans un institut permanent.

ses propositions dans le sens de l'acquisition d'une boussole d'inclinaison du modèle anglais pour les mesures de l'inclinaison, et d'un théodolite magnétique de voyage du modèle de M. Wild pour les mesures de la déclinaison et de l'intensité horizontale.

Mais ce n'est pas tout d'avoir de bons instruments, il faut encore que l'observateur soit absolument au courant des méthodes d'observation et des instruments qu'il aura à employer. A l'appui de cette assertion, M. Riggenbach cite les réflexions de MM. Neumayer, Liznar et Moureaux. Il en résulte que les résultats obtenus par des observateurs qui n'ont pas été exercés avec soin dans un observatoire magnétique permanent sont sujets à caution. Il faut, pour faire des observations magnétiques utiles, une préparation longue et attentive; M. Moureaux relève le fait qu'il s'est préparé durant deux années au service en campagne.

M. le *Président* remercie M. Riggenbach de son très intéressant rapport. S'il ne fait pas de propositions formelles, il ne résulte pas moins de son exposé que l'on devrait faire un relevé systématique magnétique de la Suisse et que, provisoirement du moins, on pourrait se passer d'un institut central magnétique en rattachant les mesures des différentes stations suisses aux stations principales des pays voisins.

M. *Hirsch* ajoute que l'Association géodésique internationale doit, dans la Conférence qui aura lieu en septembre prochain à Berlin, traiter du renouvellement de la Convention entre les États contractants. Elle doit en même temps étudier l'extension des travaux de l'Association à plusieurs champs d'activité nouveaux et en particulier aux mesures magnétiques. Il est donc à présumer qu'il n'y aurait aucune difficulté à obtenir le rattachement des levés faits en Suisse à ceux des pays environnants. Il faut tenir compte également de la question financière qui dépend des autorités fédérales et il convient d'établir une entente avec la Commission météorologique suisse.



M. Hirsch n'estime donc pas qu'il y ait lieu de décider cette année l'organisation immédiate d'un levé magnétique systématique de notre pays. La Commission géodésique pourrait cependant prendre une résolution favorable en principe à ce levé, tout en réservant les voies et moyens, lesquels dépendront des circonstances.

En résumé, il y aurait lieu d'abord d'attendre la solution des questions qui se discuteront à la Conférence de Berlin. Il faudrait établir également, et au préalable, une entente entre la Commission météorologique et la Commission géodésique pour l'organisation des travaux magnétiques suivant un programme dont le rapport de M. Riggenschbach fournirait les éléments. Cette entente établie, et l'organisation des travaux ayant été ratifiée par les deux Commissions, le programme devrait être soumis aux autorités fédérales pour qu'elles accordent un crédit spécial en faveur du levé magnétique de la Suisse. C'est une nouvelle branche d'activité que la Commission géodésique se créerait ainsi; elle doit en garder la direction, mais elle ne peut exécuter ce travail sur son budget ordinaire qui suffit à peine à ses besoins actuels.

Pour cette année, tout commencement de cet intéressant travail est impossible. Il y aurait lieu cependant de charger M. Messerschmitt de continuer à faire quelques observations magnétiques, là où ses autres occupations le lui permettront.

La discussion étant ouverte, MM. le colonel *Lochmann*, *Rebstein* et *Gautier* appuient vivement les propositions du Président dans le sens de l'application du programme des travaux tel que l'a exposé M. Riggenschbach. Ils sont unanimes à approuver l'entente avec la Commission météorologique et à attendre, pour présenter des propositions fermes au

Conseil fédéral, que des résolutions aient été prises à la Conférence de Berlin.

M. *Riggenbach* n'avait pas voulu formuler de propositions, mais il est très heureux d'avoir entendu celles du Président appuyées par ses autres collègues. Il est absolument d'accord avec eux et est également partisan d'une entente avec la Commission météorologique.

La Commission géodésique se prononce à l'unanimité en faveur du principe d'un levé magnétique complet de la Suisse.

Elle décide que le Bureau se mettra en rapport avec la Commission météorologique pour provoquer une conférence où l'entente s'établirait entre les deux Commissions. Dans cette séance, la Commission géodésique serait représentée par son Président et par M. *Riggenbach*.

Après la Conférence de Berlin, les membres de la Commission géodésique se réuniraient de nouveau en séance ou bien seraient consultés par circulaire sur la suite à donner à cette question.

Dans la campagne de l'été 1895, M. *Messerschmitt* continuera à faire, dans la mesure du possible, des mesures avec le magnétomètre de montagne de Meyer.

### III. NIVELLEMENT DE PRÉCISION.

Le rapport du Bureau topographique fédéral sur les travaux de nivellement en 1894, rapport rédigé par M. *Rosenmund*, a déjà circulé auprès des membres de la Commission. M. le colonel *Lochmann* se borne donc à en donner un bref résumé. Voici un aperçu général des points traités dans ce rapport :



### 1<sup>o</sup> Contrôle de la ligne Rheineck-Sargans.

C'est la continuation du travail opéré en 1893 de Zurich à Rheineck par Steckborn. Cette ligne suit de près le cours du Rhin et on y a joint le *contrôle des limnimètres du Rhin*. On s'est écarté de l'ancienne ligne de nivellement sur une section. Au lieu de passer de Oberried à Herbrugg par Altstätten on a suivi la route par Dieboldsau afin de rester plus près du fleuve.

On trouve dans le tableau suivant la proportion des repères intacts, de ceux qui ont disparu et de ceux pour lesquels le travail de contrôle a permis de constater un changement dû, soit à des causes inconnues, soit à des réparations sur la ligne du chemin de fer.

	Repères en bronze	Points secondaires	Total	Remarque
Nombre des anc. repères	7	41	48	
» des repères disparus	1=14,3 %	13=31,7 %	14=29,2 %	NF. 140
» » déplacés				
sans cause connue	1=14,3 %	15=36,6 %	16=33,3 %	NF. 146
» des repères déplacés par suite de répa- rations	1=14,3 %	7=17,1 %	8=16,7 %	NF. 144
» des repères intacts	4=57,1 %	6=14,6 %	10=20,8 %	

Aux 28 anciens points secondaires s'ajoutent maintenant :

81	points du bureau topographique
69	» » » hydrométrique
6	» du nivellement autrichien
<hr/>	
Total,	156

Le contrôle de la ligne secondaire d'Altstätten au Gäbris a permis de constater que, sur les 16 anciens points, 5 ont disparu, 1 a été changé, 4 sont douteux parce qu'ils étaient placés sur des objets mal choisis et 6 seulement,

soit le 37,5 % peuvent compter comme intacts. La ligne a été assurée au moyen de 5 nouveaux points.

*2° Nivellement de la ligne St. Margarethen-Lindau.*

Le nivellement a été entrepris sur la demande du Bureau fédéral d'inspection des travaux publics et il offre des résultats d'intérêt général parce qu'il a permis de rattacher directement le nivellement de précision de la Suisse à ceux de l'Autriche et de la Bavière. Ce nivellement a porté sur tous les points connus des nivellements de précision des trois pays. Pour l'Autriche, les cotes des points ont été empruntées aux documents fournis par l'obligeance de M. le capitaine de vaisseau von Kalmár. Pour la Bavière, les cotes ont été prises dans « Das Bayrische Präzisionsnivellement » de C.-M. de Bauernfeind. Le point de départ a été la cote du point 565 du nivellement bavarois au bâtiment de la gare à Lindau. Ce travail a donné les résultats suivants :

1° Le repère bavarois N° 565 à la gare de Lindau paraît être resté invariable, car les trois nivellements n'accusent aucune différence sensible jusqu'au port de Lindau.

2° Les repères de Unterhochsteg et de Bregenz semblent en revanche avoir subi des modifications, car les trois nivellements diffèrent sensiblement en ces deux points les uns des autres.

3° Les trois nivellements concordent bien sur la ligne de Hard à Rheineck. Il en est de même sur la ligne de Hard à Lindau pour les nivellements autrichien et bavarois, mais le nouveau nivellement suisse accuse sur cette ligne une différence de 30<sup>mm</sup>. Les observations aux limnimètres de Lindau, Bregenz, et Fussach n'ont pas, vu leur



peu d'exactitude, donné l'explication de cet écart. Il y aura donc lieu de recommencer le nivellement de cette ligne de Hard à Lindau.

### *3<sup>o</sup> Nivellement de la ligne de la Thur.*

Il s'agissait seulement du nivellement de contrôle de la ligne de Werdenberg à Wildhaus et de quelques autres portions de la ligne de la Thur, pour vérifier si les résultats obtenus, en 1893, par M. l'ingénieur Straub étaient concluants, le reste de la ligne étant déjà contrôlé par d'autres opérations. Le travail de 1894 a été confié à M. le Dr Hilfiker et le résultat en a été une concordance aussi parfaite que possible avec les chiffres fournis par M. Straub.

On peut relever comme particulièrement concordants les nivellements des sections en terrain montagneux. On doit l'attribuer au fait que les deux opérateurs ont, presque jour après jour, vérifié la longueur de leurs mires au lieu de se borner à prendre, comme autrefois, la moyenne des vérifications faites au début et à la fin des opérations.

Le résultat auquel M. Straub était arrivé, en 1893, que le nivellement de la ligne de la Thur accuse une différence inexplicquée de 89<sup>mm</sup>,4 se trouve donc confirmé. Il est à présumer qu'une partie de cet écart doit provenir de la compensation du polygone de nivellement Frauenfeld-Zurich-Sargans-Rheineck-Steckborn-Frauenfeld.

### *4<sup>o</sup> Nivellement de la ligne Pfäffikon-Siebnen-Uznach-Rapperswil-Pfäffikon (lac de Zurich supérieur).*

Cette opération servait en même temps de contrôle pour l'état de la ligne Pfäffikon-Siebnen. Le travail a été commencé par le Dr Hilfiker, mais, celui-ci ayant dû demander

un congé pour cause de santé, il a été continué et achevé par M. Straub.

On a constaté sur cette ligne plusieurs modifications des repères. Actuellement il s'y trouve 75 repères, y compris les nouveaux, et on peut y ajouter encore 29 points du Bureau hydrométrique, dont la position a été vérifiée par M. Straub.

#### 5° *Repérage de la ligne Zurich-Sargans.*

Ce travail a été empêché en grande partie par la maladie de M. le Dr Hiliker. On n'a pu terminer que la section entre Reichenburg et Wesen. Les deux repères en bronze se sont montrés douteux et sur les 12 points secondaires 6 avaient disparu, 4 étaient douteux et 2 seulement se sont montrés intacts.

#### 6° *Calcul du nivellement de la ligne Delémont-Delle.*

Ce nivellement a été fait à double en 1891, puis refait une fois en 1892. Toutes les opérations et les calculs avaient été exécutés par M. Straub. Celui-ci avait constaté d'assez fortes variations dans la longueur de la mire employée et avait cherché à en tenir compte dans ses calculs. Le travail a été complètement refait cet hiver, en admettant que les variations dans la longueur de la mire était proportionnelles au temps.

Si l'on partage la ligne en trois sections et que l'on compare les résultats obtenus dans les trois opérations, que l'on désignera ici par 1891 A, 1891 B et 1892, on trouve les résultats comparatifs suivants :

1° Pour la ligne *Delémont-Rangiers*, les deux opérations de 1891 concordent, mais donnent pour les diffé-



rences de hauteur des chiffres moindres que l'opération de 1892.

2° Pour la ligne *Rangiers-Porrentruy*, les trois opérations donnent des résultats discordants.

3° Pour la ligne *Porrentruy-Delle*, l'opération 1891 B concorde bien avec 1892, mais les différences de hauteur fournies par 1891 A sont partout plus petites.

Il y aura donc lieu de refaire le nivellement de la ligne Delémont-Delle dans son entier.

### 7° Divers.

Il a été nivelé en tout une longueur de 369 kilomètres.

La nouvelle mire livrée en 1894 par MM. Kern et Cie a donné des résultats satisfaisants.

Le Bureau topographique fédéral a commencé la publication, par livraisons successives, des croquis des Repères du Nivellement de précision de la Suisse. Ont paru jusqu'ici : les livraisons 1 et 2, contenant les lignes Berne-Zurich et Zurich-Rheineck. La livraison 3 contenant la ligne Genève-Berne est sous presse. Les livraisons 4 et 5 contenant les lignes Sargans-Rheineck-Lindau et Eglisau-Frauenfeld-Werdenberg sont en préparation.

Depuis le commencement de ces publications les renseignements relatifs aux repères, à leurs changements éventuels, etc., ont beaucoup augmenté, soit du fait des autorités, soit même du fait de particuliers et il faut espérer que le Bureau topographique arrivera bientôt à être au courant de tous les changements survenus.

8° *Programme des travaux de nivellement  
pour l'année 1895.*

1° *Repérage des lignes* : Zurich-Sargans, Steckborn-Schaffhouse-Bâle, Brugg-Stein, Olten-Bâle.

2° *Nivellement de contrôle* des lignes : La Chaux-de-Fonds-Saint-Imier, Hard-Lindau.

3° *Nivellement* (nouveau) de la ligne Ziegelbrücke-Linththal pour déterminer la hauteur de la station météorologique de Linththal et pour niveler les limnimètres le long de la Linth.

Le *Président* remercie M. le colonel Lochmann de son rapport et lui adresse les félicitations de la Commission pour la publication des livraisons 1 et 2 des *Repères du nivellement de précision*.

La Commission approuve ensuite le programme des travaux de nivellement prévu pour l'année courante. Elle décide, conformément à la proposition du Bureau topographique fédéral, que la ligne Delémont-Delle devra être nivelée à nouveau et prie M. le colonel Lochmann de faire procéder à cette opération le plus tôt qu'il sera possible.

#### IV. RAPPORT

de M. Hirsch sur la session de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, à Innsbruck, en septembre 1894.

Comme les Comptes-Rendus de la Conférence d'Innsbruck ont paru déjà au commencement d'avril et sont entre les mains des membres de la Commission, M. Hirsch peut se



borner à présenter un résumé succinct des principaux objets traités dans l'assemblée nombreuse (9 membres de la Commission permanente, 14 délégués et plusieurs invités étaient présents) réunie dans la belle et hospitalière capitale du Tyrol.

L'importante question des *variations de latitude* a fait de nouveaux progrès à Innsbruck, où l'on a pu constater que, non seulement la réalité des intéressants mouvements de l'axe terrestre n'est plus mise en doute par aucun savant, mais que la nécessité de leur étude internationale, si possible dans des stations spécialement organisées pour cela, gagne de plus en plus du terrain sur l'opinion qui voudrait se contenter de la coopération volontaire et fortuite d'un certain nombre d'observatoires où l'on veut bien s'occuper de ces recherches.

Sans vouloir entrer dans les discussions rapportées dans les Comptes-Rendus, M. Hirsch se contente de mentionner quelques faits essentiels. L'ancienne Commission spéciale, nommée à Genève, s'est prononcée en fin de compte dans sa majorité (contre l'avis dissident de M. Tisserand) pour l'utilité d'un service spécial et international. A sa demande, la société astronomique, réunie en 1894 à Utrecht, s'est déclarée également favorable à l'organisation d'un semblable service, tout en déclinant, pour le moment, sa coopération régulière et directe. Une réponse semblable a été donnée par M. Mendelhall, ancien président du « Coast and geodetic Survey » des États-Unis.

Le rapport savant et instructif que M. le professeur Albrecht, adjoint du Bureau central, a présenté « sur l'état actuel des recherches concernant les variations de latitude » et qui est publié, comme Annexe II, dans les Comptes-Rendus d'Innsbruck, conclut dans le même sens, surtout

dans le but d'éclaircir la question encore obscure d'une variation séculaire de la hauteur du pôle.

Le mouvement du pôle nord pendant les années 1891 à 1894 fait l'objet d'un intéressant travail de M. Marcuse, accompagné d'une représentation graphique (voir Annexe et planche III) qui montre distinctement une forme de spirale elliptique et qui diffère, comme l'a montré M. Helmer, très sensiblement du mouvement tel qu'il résulterait de la formule à deux termes, par laquelle M. Bakhuyzen a essayé, ainsi que l'avait fait M. Chandler, de représenter le mouvement de l'axe terrestre qui, suivant ces auteurs, aurait, à côté de la période annuelle, une autre période de 431 ou 430 jours.

Un autre résultat des recherches de M. Bakhuyzen ne manque certes pas d'intérêt ; comme théoriquement l'oscillation de l'axe terrestre ne saurait être sans influencer la hauteur moyenne de la mer, le directeur de l'Observatoire de Leyde, en examinant les données enregistrées par le maréographe du Helder pendant les années 1854-1892, y a reconnu en effet une variation d'une amplitude de  $8^{\text{mm}}2$  et une remarquable coïncidence des époques de maxima avec celles de la variation des latitudes.

On trouve enfin dans l'Annexe V, accompagnée de la planche IV, une comparaison faite par M. Marcuse des résultats obtenus dans les deux stations voisines de latitude à Honolulu, qui montrent en général un remarquable parallélisme, dont les quelques écarts semblent pouvoir s'expliquer par des irrégularités de réfraction causées par certaines particularités dans la construction et l'aménagement de l'Observatoire américain. Les curieux zigzags, presque toujours complètement parallèles, qu'on remarque dans les deux courbes de latitude à Honolulu, sont expliqués,



suivant l'auteur, également par des anomalies de réfraction dans les couches inférieures de l'atmosphère, qui résulteraient de la situation des deux stations entre la côte et une chaîne de montagne assez élevée de l'île de Hawaï, et des changements brusques des grands vents de N.-O. et Sud.

M. Hirsch ajoute que M. Fœrster, qui a eu tant de mérite pour le développement de ces recherches sur les mouvements de l'axe terrestre, a demandé et obtenu l'appui financier de la Commission permanente pour la construction d'une lunette zénitale permettant l'enregistrement photographique des passages d'étoiles ; l'étude de cet instrument, que M. Marcuse fait en ce moment, promet un perfectionnement sensible de la méthode Horrebow-Talcott, en permettant la lecture des niveaux au moment même du passage des étoiles.

Après avoir pris connaissance de ces différents travaux, la Commission permanente a été unanime à exprimer le vœu que les recherches sur les variations de latitude soient poursuivies par une organisation internationale, et à charger la Commission d'élaborer un projet détaillé, avec devis, de sorte qu'on pourra présenter des propositions précises à la prochaine Conférence générale.

Passant à un autre sujet, M. Hirsch rend compte des pourparlers qui ont eu lieu à Innsbruck entre la Commission permanente et les délégués envoyés par quelques Académies qui voudraient développer, au besoin par une organisation internationale, l'étude de l'intensité de la pesanteur au moyen du pendule, surtout dans l'intérêt de la géologie. Après une discussion, dans laquelle il a été reconnu que l'étude de la direction de la pesanteur est tout aussi importante que celle de son intensité, et que l'Asso-

ciation géodésique internationale, qui depuis longtemps s'occupe avec succès de ces deux faces de la question, est le centre naturel de ces études, on est convenu qu'il suffirait, pour le moment, d'adjoindre à la Commission permanente quelques membres qui y représenteraient spécialement l'intérêt que la géologie prend à ces recherches sur la pesanteur.

M. Hirsch rapporte ensuite que l'Institut physico-technique de Charlottenburg s'étant refusé à entreprendre l'étude de l'influence de l'humidité et de la température sur les mires en bois, la Commission permanente a voté un crédit spécial de 2000 Mk. pour favoriser des expériences au sujet des meilleurs procédés à employer en vue de diminuer l'influence de l'humidité sur les mires de nivellement.

Enfin, il rend compte des résolutions prises à Innsbruck au sujet du *renouvellement de la Convention géodésique*. Après une première discussion générale, on a nommé une Commission spéciale, chargée d'élaborer un projet et composée de MM. Bassot, Ferrero, Færster, Hirsch et von Kalmár; en même temps on a adressé une circulaire aux Commissions nationales et aux délégués pour les inviter à faire connaître les propositions éventuelles qu'ils auraient à présenter au Bureau central. Ce dernier a ensuite résumé les réponses qu'il a reçues jusqu'au mois de février et les a communiquées aux délégués.

Le projet de réunir la Commission spéciale à Neuchâtel au mois d'avril n'a pas abouti, deux des membres étant empêchés, M. le général Ferrero, parce qu'il est nommé depuis deux mois ambassadeur à Londres, et M. von Kalmár, parce qu'il était retenu par des travaux impérieux à Pola; enfin M. Bassot s'est retiré de la Commission. De cette manière la séance s'est réduite à une con-



férence entre MM. Fœrster et Hirsch, lesquels ont élaboré un avant-projet qui sera mis en circulation très prochainement parmi les autres membres de la Commission.

Le 17 avril, le Bureau de la Commission permanente a proposé de convoquer à Berlin la Conférence générale pour le 30 septembre et la Commission permanente pour le 27. On peut espérer que cette dernière, s'appuyant sur les éléments recueillis par voie de correspondance, réussira à soumettre un projet étudié à la Conférence.

Sans pouvoir, dans ce moment, prévoir exactement le résultat qui sortira de tous ces efforts, M. Hirsch ne doute pas que la Convention géodésique internationale, qui d'ailleurs reste en vigueur jusqu'à la fin de 1896, ne soit renouvelée dans ses parties essentielles ; on peut espérer même que son programme sera étendu sensiblement, surtout en vue de l'étude des mouvements de l'axe terrestre, et que les gouvernements éclairés des États contractants ne se refuseront pas à augmenter la dotation actuelle de l'Association, dans la mesure nécessaire à ce but.

## V. BUDGETS

### BUDGET RECTIFIÉ POUR 1895.

#### *Recettes.*

Solde actif de 1894 . . . . .	Fr.	42,26
Allocation fédérale pour 1895 . . . . .	»	15 000 —
		<hr/>
	Fr.	15 042,26

*Dépenses.*

Traitement de l'ingénieur . . . . .	Fr. 4000 —
Indemnité de logement au même . . . . .	» 500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur . . . . .	» 1900 —
Frais des stations astronomiques et de pendule . . . . .	» 1800 —
Frais de nivellements . . . . .	» 3000 —
Acquisition et réparations d'instruments . . . . .	» 2200 —
Frais d'impression . . . . .	» 300 —
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale . . . . .	» 800 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale pour 1895 . . . . .	» 238,35
Imprévu et divers . . . . .	» 303,91
	<hr/> Fr. 15 042,26

BUDGET PROVISOIRE POUR 1896.

*Recettes.*

Allocation fédérale pour 1896 . . . . .	Fr. 15 000 —
---	--------------

*Dépenses.*

Traitement de l'ingénieur . . . . .	Fr. 4000 —
Indemnité de logement au même . . . . .	» 500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur . . . . .	» 1900 —
Frais des stations astronomiques et de pendule . . . . .	» 1800 —
Frais de nivellements . . . . .	» 3000 —
Acquisition et réparations d'instruments . . . . .	» 1000 —
Frais d'impression . . . . .	» 1500 —
A reporter . . . . .	<hr/> Fr. 13 700 —



Report. . .	Fr. 13 700 —
Séances de la Commission suisse et de la Commission permanente internationale »	800 —
Contribution annuelle à l'Association géo- désique internationale pour 1896 . . . »	240 —
Imprévu et divers . . . . . »	260 —
	<hr/> Fr. 15 000 — <hr/>

La séance est levée à 6 heures et demie.

*Le secrétaire,*  
R. GAUTIER.

*Le président,*  
A. HIRSCH.

*Erratum au procès-verbal de la 37<sup>me</sup> séance de la Com-  
mission géodésique suisse du 27 mai 1894.*

Page 9. *Station de Hersberg*, azimuth de la direction de Hohentwiel.

Les calculs complémentaires faits par M. Messerschmitt donnent pour cet azimuth une valeur un peu différente. Il faut lire :

Azimuth astronomique . . . . . $\alpha$	=	285° 14' 28,85"
» géodésique . . . . . A	=	28,55"
Déviatiou en azimuth. . . . . $\alpha - A$	=	+ 0,30"
Il en résulte :		
Déviatiou en longitude . . . . .	=	0,41
» du zénith . . . . . $\rho$	=	10,2
correspondant à l'azimuth . . . . . $\alpha$	=	178,5 (S).

Cela ne change que peu de chose au résultat général. L'attraction du Jura souabe se manifeste clairement.

