Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 30 (1901-1902)

Vereinsnachrichten: Procès-verbal de la 46e séance de la commission géodésique suisse tenue au palais fédéral à Berne le 19 Avril 1902

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: 14.12.2025

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

PROCÈS-VERBAL

DE LA 46e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE

AU PALAIS FÉDÉRAL A BERNE

LE 19 AVRIL 1902

46e séance de la Commission géodésique suisse, le 19 avril 1902.

Présidence de M. le Colonel Lochmann, Président.

La séance est ouverte à 11 heures 5 minutes.

Présents : M. *Rebstein*, professeur au Polytechnicum de Zurich ; M. le professeur *R. Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, secrétaire de la Commission ; M. *A. Riggenbach*, professeur à l'Université de Bâle ; M. *M. Rosenmund*, ingénieur au Bureau topographique à Berne ; M. le professeur *A. Wolfer*, directeur de l'Observatoire de Zurich.

M. le professeur *Geiser*, président du Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles, assiste à la première partie de la séance.

En ouvrant la séance, le *Président* rappelle qu'il y a aujourd'hui une année et un jour que les membres de la Commission géodésique suisse ont accompagné à sa dernière demeure leur regretté président Adolphe Hirsch, décédé le 16 avril 1901. Le 11 mai suivant, la Commission a tenu sa séance annuelle, dans laquelle elle s'est reconstituée en s'adjoignant deux nouveaux membres. Le Président souhaite la bienvenue à MM. Rosenmund et Wolfer qui siègent pour la première fois dans une séance, mais qui ont, depuis plusieurs mois, été tenus au courant des travaux de la Commission.

Le Président salue aussi, avec reconnaissance, la présence dans le sein de la Commission de M. le Président

du Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles qui veut bien assister à une partie de nos délibérations.

Sur la proposition du Président, l'ordre du jour de la séance est fixé comme suit : 1° Affaires administratives. — 2° Travaux géodésiques. — 3° Nivellement de précision. — 4° Rapport financier et budgets.

I. — Affaires administratives.

Sur l'invitation du président, le secrétaire rappelle d'abord quelques points qui ont été liquidés ou décidés par correspondance durant l'exercice écoulé :

1) Le volume IX des Publications de la Commission a été terminé l'automne dernier et distribué vers la fin de 1901 d'après des listes d'expédition provisoires établies par MM. Rebstein et Gautier. Il y aura lieu, pour l'avenir, de charger l'ingénieur d'établir des listes définitives. Il conviendra aussi de rechercher un mode meilleur pour l'expédition des publications futures.

2) Au cours d'une correspondance échangée l'automne dernier entre M. Gautier et M. le professeur Helmert, directeur du Bureau central de l'Association géodésique internationale, celui-ci a recommandé à la Commission géodésique suisse, pour les mesures de pendule, l'emploi d'un pendule auxiliaire lourd, du système du Dr Schumann. La Commission a décidé, par correspondance, de suivre ce conseil et M. Helmert a bien voulu se charger de commander cet appareil à M. Töpfer, mécanicien à Potsdam.

3) Vers la même époque, sur l'indication de M. Riggenbach, M. Gautier a demandé à M. Helmert si, éventuellement, M. Niethammer, ingénieur de la Commission, pourrait, au cours de cette année, aller travailler quelque temps à l'Institut géodésique de Potsdam. La réponse de M. Helmert ayant été favorable et notre ingénieur pouvant aller au mois de mai à Potsdam, la Commission est appelée à statuer sur ce point.

La Commission vote d'abord des remerciements à M. le professeur Helmert pour sa complaisance. Elle décide ensuite de déléguer M. Niethammer à Potsdam pour un mois environ avec le programme sommaire suivant : étudier les méthodes en usage à l'Institut géodésique ; déterminer à nouveau les constantes des pendules de Sterneck appartenant à la Commission ; faire des observations de pendule avec l'appareil du Dr Schumann qui sera prêt en mai. La Commission donne pleins pouvoirs à M. Riggenbach pour établir le programme détaillé et pour fixer l'indemnité à accorder à M. Niethammer pour son voyage.

4) Le Président rappelle que M. Niethammer a été nommé définitivement ingénieur de la Commission géodésique suisse dans la séance du 12 mai 1900. Il avait été décidé alors qu'une convention détaillée serait rédigée entre la Commission et M. Niethammer. En réalité, il n'y avait jusqu'à présent, pour régler les relations entre la Commission et son ingénieur, qu'une lettre officielle du 11 juin 1899 adressée par M. Hirsch à M. Niethammer après sa nomination provisoire. Il convenait de donner suite à la décision du 12 mai 1900. M. Riggenbach a eu l'obligeance de préparer un projet de convention qu'il a élaboré d'accord avec M. Niethammer. Le Président y a fait un cer-

tain nombre d'adjonctions. Ce projet est soumis à la Commission qui y apporte quelques modifications de détail et l'approuve. La Convention sera rédigée définitivement et signée par le Président, pour la Commission, et par l'ingénieur.

5) Le secrétaire signale à nouveau l'importance pour la Commission de se constituer une Bibliothèque géodésique propre. La Commission charge son président et son secrétaire de s'occuper de cette question avec l'assistance de l'ingénieur. M. Niethammer a déjà établi le catalogue des livres que possède la Commission. M. Rosenmund déclare à ce propos que, en ce qui concerne les archives de la Commission, un catalogue détaillé a été établi cet hiver. Enfin le Président rappelle que dans le bâtiment qui va bientôt être construit pour le Bureau topographique fédéral, une salle spéciale est réservée pour les archives et la bibliothèque de la Commission géodésique.

La séance est interrompue à midi 25 minutes et reprise à 2 heures 40 minutes.

M. *Niethammer,* ingénieur de la Commission, assiste à la séance de l'après-midi.

II. — Travaux géodésiques.

M. *Rebstein* résume brièvement le rapport présenté par M. Niethammer, rapport qui a été mis en circulation auprès des membres de la Commission.

Extrait du rapport de M. Niethammer sur les travaux astronomiques et géodésiques de l'année 1901.

I. Introduction.

Conformément au programme fixé par la Commission le 11 mai 1901, les travaux ont commencé par des observations de pendule à Bâle et à Zurich à la fin de mai et au commencement de juin. Puis, dans la dernière moitié de juin, M. Niethammer a gagné le sommet de l'Arpille au-dessus de Martigny. Il y a séjourné du 26 juin au 19 juillet avec une courte interruption pour aller chercher à Berne le nouveau théodolite de la Commission et à Bâle un accumulateur pour l'éclairage électrique des instruments. A la fin de juillet il s'est transporté, par Brigue, à la station de Rosswald où il a observé jusqu'au 24 août. M. Niethammer devait ensuite faire des mesures de pendule dans les vallées de Zermatt et de Saas. Mais un accident arrivé au thermomètre des pendules a obligé de changer le programme. M. Riggenbach s'est entendu à ce sujet avec le Président et la saison s'est achevée par des observations astronomiques dans une autre station de la triangulation du Simplon, à Oberried. M. Niethammer y a séjourné du 7 septembre au 13 octobre. Les observations ont été fort entravées par le mauvais temps pendant tout l'été, mais spécialement durant cette dernière période.

Au commencement de décembre, des observations de pendule ont été faites dans le tunnel du Simplon du côté de Brigue.

Les *constantes de l'instrument de Repsold* ont été déterminées à nouveau et se sont manifestées comme constan-

tes. C'est spécialement le cas pour les *distances des fils* et pour le *run*.

Pour le *niveau de l'axe*, M. Niethammer a trouvé cette année que la division a une valeur de 1".151 ; c'était 1".156 en 1900. Quant au *niveau du cercle des hauteurs*, l'ancien était insuffisant et a été remplacé par un nouveau de chez Repsold. Les divisions de celui-ci ont été déterminées par M. Niethammer qui a trouvé que leur valeur moyenne est de 1".246.

II. Observations astronomiques.

1° Les *déterminations du temps* ont été faites comme précédemment par des observations dans le vertical de la Polaire. Il a été fait neuf déterminations de l'heure à la station d'Arpille, douze à celle de Rosswald et douze à celle d'Oberried. Les marches du chronomètre ressortant de périodes d'une certaine durée, accusent une avance assez sensible, surtout dans la dernière station d'Oberried. Cette avance ne s'explique que comme une fonction de la température, laquelle a été souvent basse à Oberried par le fait des chutes de pluie et de neige. Il en a été de même à Brigue, en décembre, pendant les observations à l'Observatoire de l'extrêmité nord du tunnel et dans le tunnel.

2° *Station d'Arpille.*

Les observations ont été faites sur un pilier placé excentriquement à 17m.895 du signal, dans l'azimut de 170° 56′ 40″. La *latitude* a été, comme d'habitude, déterminée par des mesures de distances zénithales et par des observations dans le premier vertical ; les résultats sont :

		° ′ ″
Distances zénithales .	φ =	46 4 54.99
Premier vertical. . .	φ =	54.35
Moyenne	φ =	46 4 54.67
Réduction au centre .	—	0.57
Latitude astronomique.	φ =	46 4 54.10

Pour déterminer l'*azimut*, M. Niethammer s'est servi du signal de la Dent de Morcles au nord, en observant dans douze positions du cercle, moitié le matin et moitié le soir. L'azimut a été trouvé de 21° 24′ 29.″76 en tenant compte de la réduction au centre.

Sur la demande du Bureau topographique, M. Niethammer a aussi mesuré les angles des directions : Dent du Midi, Dent de Morcles et Catogne. Ces mesures ont été faites avec le nouveau théodolite de Hildebrand dans huit positions du cercle. Les angles ainsi déterminés ont les valeurs suivantes, en tenant compte de la réduction au centre :

	° ′ ″
Dent de Morcles-Catogne. . .	86 6 46.59
Dent du Midi-Catogne. . . .	142 4 57.17
Dent du Midi-Dent de Morcles .	55 58 9.55

Pour déduire les valeurs de la *déviation de la verticale*, il suffit d'employer les valeurs suivantes des coordonnées géodésiques telles qu'elles résultent de la triangulation du Valais exécutée par le Bureau topographique :

	° ′ ″
Latitude géodésique Arpille . .	46 4 42.05
Azimut Arpille-Dent de Morcles .	21 24 16.80

On trouve alors dans le sens astr. — géod. :

Déviation en latitude		+ 12.05
» azimut.		+ 12.96
Déviation totale .	17.35	$\alpha = 46° \; 0'$

3° *Station de Rosswald.*

Cette station, de même que celle d'Oberried, est pourvue d'un signal spécial semblable à tous ceux de la triangulation du tunnel du Simplon et combiné de façon à ce que l'instrument de mesures puisse être placé au centre du pilier. Les mesures de latitude ont été faites suivant les mêmes méthodes qu'à Arpille. Elles ont donné :

		° ′ ″
Distances zénithales . .	$\varphi =$	46 18 33.25
Premier vertical . . .	$\varphi =$	33.20
Latitude astronomique .	$\varphi =$	46 18 33.22

Pour la mesure de l'*azimut*, M. Niethammer s'est servi du signal situé sur le Spitzhorn qu'il avait été reconnaître préalablement. Il a trouvé pour cet azimut la valeur moyenne : 229° 50′ 10.″12.

Il y a à remarquer à ce propos la sensible différence des mesures faites le matin et le soir, puis les différences entre les résultats fournis dans une même soirée par les diverses positions du cercle.

Les coordonnées géodésiques sont :

	° ′ ″
Latitude géodésique Rosswald	46 18 34.38
Azimut » Rosswald-Spitzhorn .	229 50 25.08

Il en résulte pour la déviation dans le sens astr. — géod. :

Déviation en latitude	—	1.16″
» en azimut	—	14.96
Déviation totale : 14″.34 α	=	265° 22′

4° *Station d'Oberried.*

Le signal semblable à celui de Rosswald se trouve tout à fait au bord de l'arête de la Voralp Oberried. Il aurait fallu aménager les environs pour y placer la cabane d'observation ; mais cela n'a pas été nécessaire, l'observateur et son aide ayant pu trouver un abri dans un chalet vide voisin ; les observations ont donc été faites en plein air et l'éclairage électrique a rendu ici de signalés services. L'instrument a été préservé dans l'intervalle des observations par un manteau en fer-blanc qui se vissait au signal.

Les observations ont montré que le signal n'était pas d'une fixité absolue et que la position de l'observateur n'était pas sans influence. M. Niethammer a donc établi tout autour un plancher primitif et il a fait les mesures de distances zénithales dans douze positions du cercle au lieu de huit. Pour les mesures dans le premier vertical, il s'est manifesté que, sous l'influence de l'insolation, puis du refroidissement nocturne, la partie sud du pilier s'abaissait pendant chaque nuit d'observation. On n'a pu obvier que partiellement à cet inconvénient en garantissant le pilier pendant le jour au moyen de couvertures. Les résultats des observations sont :

Distances zénithales . .	φ =	46°	20′	35″.20
Premier vertical . . .	φ =			34.35
Latitude astronomique .	φ =	46	20	34.78

Pour l'*azimut*, M. Niethammer s'est servi du signal de

la station de Rosswald et il a trouvé pour cet azimut la valeur : 142° 44′ 29″.53.

Les coordonnées géodésiques ayant les valeurs :

		°	′	″
Latitude géodésique	Oberried	46	20	53.39
Azimut »	Oberried-Rosswald .	142	44	26.95

On trouve pour la déviation de la verticale :

Déviation en latitude	. . . .	— 18″.61
» en azimut	. . . . .	+ 2.58
» générale :	18″.79	α = 172° 28′

Si l'on réunit toutes les valeurs obtenues pour la déviation de la verticale dans la région du Simplon, on obtient le petit tableau suivant :

STATION	ρ ″	α °
Oberried	18.8	172.5
Brigue (Observatoire) . .	7.7	223.7
Rosswald.	14.3	265.4
Hospice du Simplon . .	9.6	316.6
Iselle (Observatoire) . .	11.6	106.7

III. — Observations de pendule.

Suivant la méthode adoptée l'année précédente, les observations ont été faites en 1901 sans employer de pilier. Le support des pendules a reposé directement sur le sol. A Bâle, les mesures ont été faites à l'endroit accoutumé ; à Zurich, dans la cave sous la bibliothèque de l'Observatoire ; à Arpille, M. Niethammer a fixé le support directement sur le rocher; à Rosswald sur le soubassement du signal en ciment.

Partout les observations ont été faites avec l'aide du chronomètre de Nardin n° 34. Sa marche a été obtenue

par comparaison avec les pendules fondamentales à Bâle et à Zurich. Pendant la campagne, sa marche a été déterminée par des observations de l'heure. Les observations de pendule ont été répétées à Bâle au mois de novembre, mais elles ne peuvent pas être comparées à celles du commencement de l'été, parce que le thermomètre des pendules a été cassé dans le transport à Charlottenburg où il était envoyé précisément pour déterminer ses constantes. D'après les indications de son constructeur, M. Fuess, sa correction était inférieure à $\pm$ 0°1. On peut cependant se servir des observations du mois de novembre à Bâle pour y rapporter celles faites en décembre à Brigue et dans le tunnel, le même thermomètre ayant été employé pour ces observations.

Lors des observations de pendule à Brigue et dans le tunnel, afin d'obtenir des valeurs aussi certaines que possible pour les marches du chronomètre, il a été procédé de la façon suivante, après entente entre MM. Riggenbach et Gautier : On a employé, outre le chronomètre de Nardin n° 34 appartenant à la Commission, trois autres chronomètres : l'ancien chronomètre de Dubois de la Commission, un chronomètre de Nardin n° 53 appartenant à l'Observatoire de Genève et un chronomètre de Nardin n° 24 appartenant au Bernoullianum et réglé sur le temps moyen. Pour éviter les changements de température et surtout les températures basses de la saison pour ces chronomètres auxiliaires, ils ont été placés, non à l'Observatoire, mais dans un des bureaux de l'entreprise du tunnel où régnait une température très constante de 15° à 18°. Tous ces chronomètres étaient comparés régulièrement à plusieurs reprises entre eux par la méthode des coïncidences, ainsi qu'au chronomètre de Nardin, avant et après les détermi-

nations de l'heure à l'Observatoire et pendant les observations de pendule à l'Observatoire et dans le tunnel à la 19e traverse au kilomètre 3.5. M. Pidoux, astronome à l'Observatoire de Genève, a prêté son concours pour toutes ces observations. Il se tenait en permanence au bureau qui servait de station chronométrique, station qui était reliée téléphoniquement et télégraphiquement avec la station de pendule dans le tunnel.

La marche du chronomètre n° 34 qui servait aux observations, a naturellement varié le plus à cause des transports et des changements de température. Les autres ont fourni des marches meilleures et, en tenant compte de toutes les marches et de toutes les comparaisons, M. Niethammer a obtenu des résultats beaucoup meilleurs qu'au printemps de 1901.

Le petit tableau suivant contient le résumé des résultats obtenus pour les mesures de pendule en 1901 en prenant, comme précédemment, $g = 9^{m}.80799$ à Bâle :

STATION	g (valeur observée) :
	m
Zurich.	9.80678
Arpille	160
Rosswald	165
Brigue (Observatoire) .	440
» (tunnel, km. 3.5)	373

Pour Zurich, on trouve au vol. VII des Publications, p. 201, la valeur $g = 9^{m}.80674$ qui concorde bien. Pour l'Observatoire de Brigue, les mesures exécutées en 1900 avaient donné, en très bonne concordance, $9^{m}.80443$. Quant aux mesures exécutées à la 19e traverse, dans des conditions de temps déplorables, au printemps de 1901, elles avaient donné $9^{m}.80342$.

Sur la demande de MM. Gautier et Riggenbach, M. *Niethammer* donne les indications verbales suivantes sur les observations de pendule qu'il vient d'exécuter à Pâques 1902 dans le tunnel à l'occasion de la vérification de l'axe par M. Rosenmund :

Il a été procédé d'une façon analogue à ce qui avait été fait en décembre 1901, en employant les mêmes chronomètres qu'alors, sauf celui de Dubois qui était remplacé par la nouvelle pendule de Riefler récemment livrée à la Commission. M. Pidoux, de l'Observatoire de Genève, a de nouveau prêté son concours pour cette détermination. La pendule de Riefler a été installée à l'Observatoire de Brigue, mais comme la communication téléphonique entre l'Observatoire et le tunnel n'a pas pu être obtenue, il a fallu constituer, au moyen des chronomètres de Nardin n°s 24 et 53, une station chronométrique dans le bureau de l'entreprise, de même qu'en décembre 1901. Malheureusement, la jonction téléphonique entre le bureau et le tunnel fonctionnait très difficilement et les comparaisons entre la station de pendule au kilomètre 5.4 et la station chronométrique, ont été très intermittentes.

A cause du mauvais temps, M. Niethammer n'a pu faire qu'une détermination de l'heure dans la nuit du 28 au 29 mars, avant les observations de pendule. La marche du chronomètre n° 34 qui servait aux observations a donc dû être déterminée soit par des comparaisons avec les autres chronomètres et la pendule de Riefler, soit par les durées d'oscillation des pendules dans les deux séries d'observations faites à l'Observatoire avant et après les observations dans le tunnel où règnait une température de 29°.

En tenant compte de toutes les conditions dans lesquelles les observations ont été faites, M. Niethammer conclut à

la valeur suivante de la pesanteur au kilomètre 5.4 du tunnel.

Brigue (tunnel, km. 5.4) $g = 9^{m}.80332$.

M. *Rebstein* constate que M. Niethammer a bien rempli le mandat qui lui avait été confié par la Commission en 1901. Le programme a été partiellement modifié, mais il n'a pas été raccourci. Les mesures faites par l'ingénieur présentent l'exactitude voulue. M. Rebstein a soumis les chiffres du rapport à quelques vérifications et les erreurs moyennes des résultats sont petites. La seule divergence un peu forte est celle de 0".85 entre les valeurs de la latitude astronomique de la station d'Oberried obtenues par les deux méthodes. Mais le calcul des erreurs moyennes montre que cette divergence dépend des erreurs accidentelles et n'infirme en rien la valeur des observations. M. Rebstein conclut que les travaux de l'ingénieur sont satisfaisants.

Si l'on compare les valeurs trouvées par M. Niethammer pour les déviations de la verticale dans les stations du réseau du Simplon avec celles que M. Rosenmund avait calculées au moyen des masses visibles, on constate une bonne concordance. Il n'y a donc pas de défaut de masse dans cette région des Alpes.

M. *Rosenmund* a été tout spécialement intéressé par la partie du rapport qui traite des déviations de la verticale dans les stations de la triangulation du Simplon en raison du travail qu'il a consacré à cette triangulation. [1]

[1] Special-Berichte der Direktion der Jura-Simplon-Bahn an das schweiz. Eisenbahndepartement über den Bau das Simplontunnels. Erster Teil : Die Bestimmung der Richtung, der Länge und der Höhenverhältnisse. Bearbeitet von M. Rosenmund, Ingenieur des eidg. topographischen Bureau. — Bern, 1901.

Si l'on compare les valeurs de la déviation de la verticale obtenues par M. Niethammer avec celles qui résultent du calcul des masses visibles, on peut établir le tableau suivant qui accuse certainement une concordance satisfaisante :

	DÉVIATION EN LATITUDE			DÉVIATION EN LONGITUDE		
	mesurée.	calculée sur les masses.	différence.	mesurée.	calculée sur les masses.	différence.
	"	"	"	"	"	"
Oberried .	— 18.6	— 20.5	— 1.9	+ 2.5	+ 5.4	+ 2.9
Brigue .	— 5.7	— 7.2	— 1.6	— 3.0	— 2.5	+ 0.5
Rosswald .	— 1.2	— 5.0	— 3.8	— 14.3	— 13.0	+ 1.3
Iselle . .	— 3.3	— 6.5	— 3.2	+ 11.1	+ 14.2	+ 3.1
		Écart max.	2.2		Écart max.	2.6
Arpille .	+ 12.0	+ 15.8	+ 3.8	+ 12.5	+ 4.5	— 8.0
		(+ 20.7)	(+ 8.7)		(+2.6)	(— 9.9)

Pour la station d'Arpille, qui n'est pas située dans le massif du Simplon, les chiffres entre parenthèses ont été obtenus en calculant les masses jusqu'à une distance de 86 kilomètres ; les autres résultent d'un calcul pour lequel il n'a été tenu compte des masses que jusqu'à une distance de 40 kilomètres. La différence est très sensible. Les calculs de la déviation de la verticale au moyen des masses visibles ont été exécutés pour cette station par M. Wild, ingénieur au Bureau topographique.

La faible variation des différences pour les stations du Simplon confirme ce que M. Scheiblauer[1] disait, il y a quelques années, à savoir que « pour certains usages on peut estimer les déviations de la verticale avec un degré suffisant d'exactitude en tenant compte de la forme du terrain ». M. Rosenmund range donc dans le nombre des cas où

[1] *Das schweizerische Dreiecknetz*, vol. V, p. 100.

cette assertion se justifie, une triangulation d'étendue limitée dans la haute montagne.

En ce qui concerne la station d'Arpille, la concordance est moins bonne, surtout dans le sens du parallèle. On peut l'expliquer en partie par l'incertitude de la détermination de l'azimut géodésique. En effet, les triangles adjacents au côté Arpille-Dent de Morcles, lesquels ont été mesurés il y a douze ans, présentaient un écart de clôture de 6″ à 8″. C'est pour cela que le Bureau topographique a demandé que M. Niethammer mesurât à nouveau les angles à Arpille, pendant que M. Wild faisait un travail analogue à la Dent de Morcles. Ce travail de vérification n'a pas révélé d'erreur ; la clôture est aussi peu satisfaisante qu'avant, et l'on ne peut faire que des hypothèses en ce qui concerne la cause de l'écart.

Quant aux communications télégraphiques et téléphoniques dans le tunnel du Simplon, elles sont défectueuses. Les ingénieurs de l'entreprise en souffrent eux-mêmes. Il y aura lieu de demander, au nom de la Commission, que ces communications soient améliorées pour le moment de la prochaine vérification de l'axe et des observations de pendule.

Les autres membres de la Commission ayant également donné leur approbation au rapport de M. Niethammer, le *Président* conclut que les travaux de l'ingénieur sont bons et sont acceptés comme tels par la Commission.

Programme des travaux pour la campagne de 1902.

M. *Riggenbach* rappelle l'accident du thermomètre des pendules, qui a obligé de renoncer à une partie du programme de l'année dernière. Il en est résulté que, au lieu

de faire des observations de pendule dans les vallées des Vièges de Zermatt et de Saas, M. Niethammer a déterminé une station astronomique de plus, celle d'Oberried. D'accord avec M. Rebstein, avec lequel il a correspondu à ce sujet, M. Riggenbach propose de reprendre au programme de cette année ce qui avait été prévu à celui de 1901. M. Niethammer aura prochainement l'occasion d'étudier à Potsdam les nouvelles méthodes de mesure, et il pourra les appliquer, à son retour, dans une série de stations. Il y aura lieu d'y joindre une mesure de latitude au-dessus de Zermatt, au Riffelberg ou au Gornergrat. M. Riggenbach ne croit pas qu'il y ait, durant l'été, place pour un programme beaucoup plus étendu, M. Niethammer ayant un service militaire au mois de septembre. Mais, après ce service, il pourrait encore faire des observations astronomiques à la station de Rämel, qui est facilement accessible d'après une reconnaissance faite récemment.

M. *Rebstein* appuie les propositions de M. Riggenbach.

M. *Rosenmund* propose de faire les observations de latitude de préférence au Riffelberg, point pour lequel les mesures trigonométriques sont faites avec une exactitude suffisante. Ce n'est pas le cas pour le Gornergrat.

Avec l'assentiment du Président et des autres membres de la Commission, le programme des travaux de l'ingénieur pour 1902 est établi comme suit : 1° Travaux à l'Institut géodésique de Potsdam et raccordement à une station de pendule suisse. 2° Observations de pendule dans les vallées de Zermatt et de Saas ; les stations de pendule dont les noms sont mis en avant et qui pourront être éventuellement modifiées après étude sur place sont : Viège, Stalden, Saint-Nicolas, Randa, Zermatt, Riffelberg, Gorner-

grat, Lac Noir, Cabane Bétemps, Cabane du Trift, puis Saas-Grund ou Saas-Fee, Mattmark. Il sera fait une détermination de la latitude au Riffelberg. 3° Détermination de la latitude et de l'azimut à la station de Rämel.

Plan des travaux futurs de la Commission.

MM. *Gautier* et *Riggenbach* proposent que le plan général des travaux de la Commission pour l'avenir soit mis en discussion dans la séance de ce jour au moins sous la forme d'un tour de préconsultation.

M. *Rebstein* est d'accord pour une discussion préliminaire, mais croit qu'il faudra établir une sous-commission dont ferait partie M. Rosenmund, sous-commission qui aurait le mandat de présenter un rapport à la prochaine séance de la Commission. On pourrait aussi charger M. Rosenmund seul de présenter ce rapport, car il connaît à fond les travaux trigonométriques déjà faits en Suisse.

M. *Rosenmund* approuve beaucoup l'idée d'un programme de travaux pour un certain nombre d'années, auquel on pourrait se tenir dans la fixation des travaux de chaque campagne. Puisque son nom a été mis en avant, il demande seulement, vu son entrée toute récente dans la Commission, la collaboration de un ou deux de ses collègues. Il appuie donc la proposition de nommer une sous-commission de deux ou trois membres. Il croit aussi qu'une discussion dans cette séance serait fort utile, afin de guider la sous-commission dans son travail.

Sur la proposition du *Président*, la discussion générale est ouverte en présence de la carte générale au $^1/_{250000}$ confectionnée l'année dernière par M. Niethammer et

tenue à jour par lui. Les résultats de cette discussion peuvent être résumés comme suit, en ce qui concerne les différentes régions de la Suisse où les travaux devront être dirigés dans les années suivantes:

Suisse orientale. — M. *Rebstein* rappelle que la Commission a toujours en vue des travaux dans la vallée du Rhin. On avait parlé de mesures à la station de Dreischwestern et sur d'autres points.

M. *Rosenmund* a été mis au courant des stations du canton des Grisons par M. Reber, ingénieur du Bureau topographique. M. Reber recommande comme station astronomique le point Frastenzersand, situé aussi dans la principauté de Lichtenstein, d'où on voit le Gäbris, le Pfänder et le Säntis, et qui est facilement accessible. Une reconnaissance de l'ingénieur sera cependant nécessaire.

M. *Gautier* rappelle que les observations de pendule dans l'Engadine et environs n'ont pas encore été réduites. Il faudra probablement retourner dans ces régions-là.

Suisse méridionale. — MM. *Gautier* et *Rebstein* ont été très intéressés par les détails que M. Rosenmund a donnés précédemment (p. 18) sur les mesures d'angles dans le Valais. Ils estiment qu'il faudrait tirer au clair les causes de l'écart de clôture de quelques secondes dans les triangles entre les stations : Dent de Morcles, Dent du Midi, Arpille et Catogne.

Quelques noms de stations sont mis en avant et M. *Rosenmund* estime que les mesures pourraient être reprises prochainement par le Bureau topographique sur la Dent du Midi. Il suggère aussi que la Commission pourrait faire faire des mesures de latitude et d'azimut à la station de Catogne, qui fournirait ainsi un point de repère sûr pour les mesures de l'avenir dans toute cette région. Il im-

porterait, à cette station, de mesurer à nouveau l'angle entre Arpille et Dent de Morcles.

Le *Président* résume la discussion, puis fait voter sur la proposition de nommer une sous-commission.

La Commission décide de constituer une sous-commission de deux membres chargée de l'étude d'un programme général de travaux pour les années prochaines. Sur la proposition du Président, cette sous-commission est composée de MM. Rebstein et Rosenmund qui rapporteront soit en automne, soit dans la prochaine séance annuelle ordinaire de 1903.

Instruments et nouveaux appareils.

M. *Riggenbach* présente à la Commission le dessin de l'appareil du Dr Schumann qui a été commandé à M. Töpfer, à Potsdam, par l'entremise de M. Helmert.

La pendule de Riefler est arrivée à temps pour pouvoir être utilisée pour les observations de pendule à Brigue, à Pâques. Elle semble fonctionner normalement depuis qu'elle est installée à l'Observatoire du Bernoullianum à Bâle.

Pour remplacer les thermomètres des pendules de Sterneck cassés l'année dernière, M Riggenbach a pris sur lui d'en commander trois nouveaux. Il demande pour cela un bill d'indemnité qui lui est immédiatement accordé. M. Niethammer rapportera ces instruments à son retour de Potsdam.

M. *Riggenbach* rappelle aussi que, sur l'avis conforme de la Commission, l'instrument universel de Repsold a, l'hiver dernier, été expédié à ses constructeurs pour subir

différentes réparations et modifications. L'instrument est de retour, et les réparations semblent, d'après une première inspection, avoir très bien réussi.

Au cours de sa correspondance avec MM. Repsold, il avait été question de transformations plus importantes encore à l'instrument. MM. Repsold avaient proposé l'installation de l'éclairage électrique pour les cercles de l'instrument, puis d'y introduire un micromètre impersonnel qui rendrait de nombreux services. Mais comme les constructeurs ne pouvaient pas s'engager à livrer l'instrument muni de ces nouvelles installations pour le commencement de juin, M. Riggenbach a renoncé à soumettre ces améliorations à ses collègues avant la séance et elles seront remises à plus tard si la Commission les approuve.

M. *Wolfer* recommande vivement l'application à l'instrument de Repsold d'un micromètre impersonnel, qui pourrait être facilement adapté à l'oculaire actuel de la lunette. Le coût doit être de 500 francs environ. Si la Commission se décidait à reprendre des mesures de différences de longitude, cette transformation de l'instrument serait très précieuse.

Après une courte discussion, la Commission décide que M. Riggenbach continuera l'étude de cette transformation avec MM. Repsold, et que la décision sera prise par correspondance à la fin de la campagne.

M. *Riggenbach* rappelle encore que le chronomètre de Nardin N° 34 a, durant les deux dernières observations de pendule à Brigue, accusé d'assez fortes variations suivant la température. Il demande à se mettre en rapports avec M. Nardin pour étudier la substitution au balancier

du chronomètre d'un nouveau balancier en acier-nickel, système Guillaume, qui a donné déjà de bons résultats pour d'autres chronomètres de Nardin.

Cette proposition, appuyée par M. Gautier, est adoptée par la Commission.

M. *Gautier* signale à ses collègues les nouveaux appareils pour la mesure des bases qu'il a eu l'occasion de voir l'automne dernier à Paris, au Bureau international des poids et mesures, lors de la réunion de la troisième Conférence générale des poids et mesures.

Le premier appareil est une règle de base de 4 mètres de longueur destinée au service géographique de l'armée française et construite par la Société genevoise pour la construction d'instruments de physique, sur les indications de MM. Benoît, directeur, et Guillaume, directeur-adjoint du Bureau international des poids et mesures. Elle est en acier-nickel très peu dilatable, à section en H avec talons, de 40^{mm} de côté et enfermée dans une boîte en aluminium. La description de cet appareil se trouvait déjà dans les comptes-rendus de la XIIIme Conférence géodésique internationale[1], et se retrouve plus complète dans ceux de la IIIme Conférence des poids et mesures[2].

La deuxième catégorie d'appareils[3] sont des fils également en invar, destinés, d'après le procédé de M. Jäderin, à la mesure rapide des bases. Des fils semblables ont déjà servi à la mesure des bases au Spitzberg. Ils mesurent 24 mètres de longueur et ont donné des résultats très satisfaisants d'après les renseignements fournis à M. Guillaume par MM. Jäderin et Hansky. On trouve d'ailleurs des indications sur leur emploi pour la mesure des bases au Spitzberg, dans le rapport de M. O. Back-

[1] Comptes-rendus des séances de la XIIIme Conférence générale de l'Association géodésique internationale. IIme volume, p. 436.

[2] Comptes-rendus des séances de la IIIme Conférence générale des poids et mesures, p. 93. — Mémoires du Bureau international. Volume XII.

[3] Id., p. 97.

lund, directeur de l'Observatoire de Poulkowo [1]. Il en résulte que la base principale du Spitzberg, longue de 6225 mètres, a été mesurée deux fois (aller et retour), en quatre jours, et que les mesures isolées ne diffèrent de la moyenne que de 8mm. On a constaté également que les fils d'invar n'avaient subi aucune modification entre les deux étalonnages auxquels ils avaient été soumis.

A l'occasion de la séance, M. *Rosenmund* avait préparé dans la salle une exposition d'instruments trigonométriques et de nivellement que les membres de la Commission ont examinés avec intérêt.

Ce sont d'abord des instruments, propriété de la Commission géodésique suisse :

1° Le théodolite à microscopes de 21 cm. des ateliers de M. Hildebrand, à Freiberg.

2° Un instrument de nivellement de précision des ateliers de MM. Kern et Ce, à Aarau.

Puis, appartenant au Bureau topographique fédéral :

3° Un théodolite à microscopes de 21 cm., à répétition, des ateliers de MM. Kern et Ce.

4° Un théodolite à microscopes de 21 cm., à répétition, des ateliers de M. Hildebrand.

5° Un instrument de nivellement de précision des ateliers de MM. Breithaupt et fils, à Cassel.

6° Une mire de nivellement à compensation, du système des mires du nivellement général de la France.

Publications.

M. *Gautier* a eu l'occasion de s'entretenir avec quelques-uns de ses collègues du prochain volume des publications de la Commission. Il résulte de ces entretiens

[1] Jahresbericht über die Thätigkeit der K. Nicolaï Hauptsternwarte. 1900 Aug. 1 bis 1901 Aug. 1. Saint-Pétersbourg, 1901, p. 28.

qu'il y aurait avantage à attendre, pour commencer la publication des travaux faits au Simplon, que ceux-ci soient achevés, de manière à en faire un volume spécial. M. Gautier se rangerait assez volontiers à cet avis, ce qui modifierait les décisions prises dans la dernière séance [1], mais la question demande à être étudiée.

M. *Rosenmund* appuie vivement cette idée. Il estime que toutes les mesures faites dans les environs du Simplon devraient être réunies en un volume et que, d'une façon générale, il vaudrait mieux réunir pour la publication les travaux faits dans une même région.

L'examen de cette question est renvoyée à la sous-commission qui vient d'être constituée.

M. *Rosenmund* fait la communication rectificative suivante à un passage du volume IX des publications de la Commission :

Aux pages 184-187 du volume IX de « *Das schweizerische Dreiecknetz* », M. le Dr Messerschmitt a publié un travail intéressant sur la détermination de la longueur du tunnel du Saint-Gothard. Dans cette étude, M. Messerschmitt fait la comparaison entre la longueur du tunnel calculée par M. le Dr Koppe d'après la triangulation qu'il avait faite et au moyen de la base mesurée par M l'ingénieur Gelpke dans la plaine d'Andermatt, et la longueur qu'il obtient en se servant des triangulations plus récentes du Bureau topographique fédéral, lesquelles sont rattachées au réseau géodésique de premier ordre. M. Messerschmitt en déduit, pour le côté Loitascia-Boggia projeté sur la surface de niveau de 1100m d'altitude, une longueur de 4414m.92. M. le professeur Rebstein fournit pour cette même longueur, à la page 239 du même volume, la valeur : 4415m.01 projeté sur l'horizon de la mer, ce qui correspond à 4415m.77

[1] Procès-verbal de la 45me séance, p. 22.

projeté sur le niveau de 1100^{m}. Il est à remarquer que M. Rebstein s'est servi des mêmes données figurant à la page 151 du volume IX. C'est la valeur de M. Rebstein qui est exacte. Elle correspond, à 7 cm. près, à celle qu'on obtient au moyen des coordonnées des points trigonométriques du Bureau topographique calculées avec une compensation moins complète.

Il y a donc là un désaccord de 0^{m}.85. Si l'on admet les résultats plus sûrs de la page 239 du volume IX, la longueur du tunnel du Saint-Gothard ressort plus faible de 3^{m}.7 que la longueur calculée par le Dr Koppe. Le calcul de M. Messerschmitt donnait une longueur trop faible de 6^{m}.8.

Il faut également rectifier la remarque de M. Messerschmitt à la page 187 du dit volume disant que la base d'Andermatt avait été mesurée avec un ruban d'acier de 20 mètres. Il est vrai que, en 1869, M. Gelpke a mesuré de cette façon une base de 1450^{m}.44. Ses publications de 1870 dans le *Civil-Ingénieur* et son rapport de 1871 [1] se rapportent à cette base. Mais, en 1872, M. Gelpke a répété cette opération avec un appareil construit tout exprès sur les indications du professeur J. Wild. M. Rosenmund n'a pas eu connaissance de publications se rapportant à cette seconde mensuration, mais la description soit de l'appareil employé, soit des opérations exécutées, se trouve dans les archives de l'administration des chemins de fer du St-Gothard, et le Bureau topographique a pu en prendre copie.

Il en résulte que, en 1872, M. Gelpke a obtenu pour sa base, par deux mensurations successives, les valeurs : 1430^{m}.535 et 1430^{m}.510; il a adopté finalement la deuxième valeur. C'est sur ces résultats de 1872 et sur les rattachements qui s'y rapportent que M. le Dr Koppe avait fondé ses calculs, et il avait calculé la longueur du tunnel à 15852^{m}.6.

La différence de 20^{m} entre les deux bases de 1869 et 1872 montre qu'elles n'étaient pas identiques. Si l'on s'en tient à la base et aux rattachements de 1869, on obtient pour la longueur du tunnel : 15849^{m}.5, valeur de 3^{m}.1 plus courte et qui est presque identique à celle que fournissent les nouvelles triangula-

[1] Bericht über die Bestimmung der St-Gotthard-Tunnelaxe, 1871.

tions rattachées au réseau géodésique. On en conclura donc que la base de 1869, quoique mesurée par des moyens assez primitifs, donne de meilleurs résultats que la base de 1872, dont la valeur semble entachée de fortes erreurs de mensuration ou de calcul

III. — Nivellement de précision.

M. *Rosenmund* résume brièvement les conclusions du rapport rédigé par lui pour le Bureau topographique et qui a été mis en circulation auprès des membres de la Commission. Voici le texte de ce rapport :

Rapport du Bureau topographique fédéral à la Commission géodésique suisse sur les travaux de nivellement exécutés en 1901.

A part quelques nivellements de raccordement destinés à déterminer l'altitude de signaux trigonométriques, le Bureau topographique n'a pas nivelé de lignes nouvelles en 1901. En revanche, le repérage des anciennes lignes de nivellement et leur revision par des opérations de contrôle ont été poursuivis avec d'autant plus d'intensité.

1° *Nivellements de contrôle.*

a) Bienne-Sonceboz-Saint Imier. — Nivellement exécuté par M. l'ingénieur H. Frey, avec deux mires. Comme cela a déjà été signalé, ce nivellement de contrôle a été rendu nécessaire par une série de différences, provenant de nivellements récents, qui avaient été constatées lors du raccordement avec la France à Morteau, puis à La Chaux de Fonds, Saint Imier, Neuchâtel et Bienne. La nouvelle

ligne de contrôle ferme le polygone Saint Imier-Hauts Geneveys-Neuchâtel-Bienne-Sonceboz-Saint Imier qui s'appuie au polygone Saint Imier-La Chaux de Fonds-Vue des Alpes-Hauts Geneveys-Saint Imier, établi dans les années 1897 à 1899. Ces deux polygones ont été nivelés à nouveau avec deux mires simultanément, tandis qu'en 1865 le second polygone, le plus petit, n'avait été nivelé à double que sur de courts tronçons et que le premier polygone, le plus grand, avait été en majeure partie nivelé à double (1865-1867).

Le petit tableau suivant donne les erreurs de clôture, P, des polygones, pour les anciens et les nouveaux nivellements :

	1865—1867			1897—1901		
	Polygone		Erreur admise	Polygone		Erreur admise
	km.	P		km.	P	
		m/m	m/m		m/m	m/m
NF 6 Saint Imier — NF 7 Chaux de Fonds — ⊙ 55 Hauts Geneveys — NF 6	60.6	6	23	49.6	8	21
NF 6 — NF 2 Neuchâtel — NF 21, Bienne — NF 22 Sonceboz — NF 6 . .	88.5	60	28	95.2	18	29

Pour les opérations de 1897 à 1901, on obtient dans le petit polygone, en calculant séparément les résultats des deux mires, une différence de 8^{mm} sur 49.6 km. Sur le parcours Saint Imier-Hauts Geneveys du grand polygone, cette différence est de 8^{mm} sur 21.5 km. et, pour le reste de ce polygone, de 10^{mm} sur 73.7 km. (On a séparé le grand polygone en deux parties parce que les mires employées avant 1899 étaient différentes de celles employées plus tard, ce qui rendait inadmissible une comparaison pour le

parcours total.) Les sections des nivellements de 1865-1867 qui ont été nivelées à double présentent une bonne concordance ; mais l'erreur de clôture du grand polygone est plus grande que le double de la tolérance. Après la compensation des erreurs sur le parcours des deux nouveaux polygones et en considérant le NF2 à Neuchâtel comme intact (le repère NF2 est scellé dans le roc et plusieurs nivellements ont démontré que sa différence de niveau par rapport au NF168 (Neuchâtel, Hôtel de Ville), concorde avec celle qui est indiquée dans le « Catalogue des hauteurs »), on obtient, pour les résultats, le tableau suivant :

REPÈRES	Hauteur au-dessus de la Pierre du Niton		Différence
	Nivellement 1865/1867	Nivellement 1897/1901	
	m	m	m/m
NF 2, Neuchâtel (gare)	+ 106.959	+ 106.959	0
⊙ 5, Neuveville . .	+ 61.588	+ 61.544	— 44
NF 21, Bienne . . .	+ 65.865	+ 65.820	— 45
⊙ 14, Taubenloch . .	+ 169.741	+ 169.680	— 61
⊙ 18, La Hutte-Sonceboz	+ 255.532	+ 255.445	— 87
NF 22, Sonceboz . . .	+ 279.210	+ 279.118	— 92
NF 6, Saint-Imier . .	+ 437.686	+ 437.491	— 195
⊙ 18, Cibourg . . .	+ 700.284	+ 700.143	— 141
NF 7, Chaux-de-Fonds.	+ 615.356	+ 615.259	— 97
⊙ 43, Vue des Alpes .	+ 792.517	+ 792.380	— 137
NF 5, Pâquier . . .	+ 523.960	+ 523.877	— 83
⊙ 48, Malvilliers . .	+ 476.259	+ 476.185	— 74

L'augmentation de la différence entre les résultats des deux nivellements marche de pair avec l'accroissement de l'altitude des repères. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que l'on ne possède pas de données exactes sur la longueur effective des mires du premier nivellement, par

suite du manque de comparaisons avec l'étalon. La forte différence entre Neuchâtel et Bienne, qui est aussi forte entre Neuchâtel et Neuveville, reste néanmoins inexplicable. Elle doit provenir d'une erreur systématique ou grossière dans l'exécution du nivellement, plutôt que d'un changement local. Le NF6, Saint Imier, paraît avoir subi un tassement.

En calculant les raccordements avec le nivellement de la France, au Locle et au Col de France, sur la base des nouveaux nivellements, on obtient comme altitude de la Pierre du Niton, 373^{m}.648.

Les autres raccordements à la France avaient fourni une valeur moyenne de 373^{m}.640. (Voir procès-verbal de 1901, p. 31.)

En prenant les chiffres du « Catalogue des hauteurs », le raccordement du Locle aurait donné 373^{m}.537.

Pour rechercher les causes de cette forte différence, on avait, en 1892, refait à double le nivellement entre La Chaux de Fonds et le Col de France et une fois celui de Col de France à Morteau (voir procès-verbaux de 1892 et 1893). Après cette revision, les raccordements avaient fourni, pour la Pierre du Niton, une altitude de 373^{m}.549.

Dans le calcul de ces chiffres, il a été tenu compte, pour les nivellements suisses, de la correction orthométrique.

Ce n'est donc qu'à l'aide de la nouvelle mensuration des deux polygones reliant Neuchâtel et Saint Imier à La Chaux de Fonds et de la nouvelle détermination du NF7 à La Chaux de Fonds, que le raccordement avec la France, entre le Locle et Morteau, a pu trouver une solution satisfaisante.

b) Brienz-Grimsel-Gletsch. — Nivellement exécuté par

M. le Dr J. Hilfiker, avec deux mires. — En 1880, la Commission géodésique suisse avait fait exécuter, sur cette ligne, un double nivellement par M. l'ingénieur Autran. Comme les résultats des deux nivellements différaient d'une trop forte quantité l'un de l'autre (400mm sur 40 km.) et comme les polygones de raccordement présentaient des différences inadmissibles (281 et 101mm), on n'a pas fait entrer cette ligne dans le calcul général de répartition des erreurs. Après la construction de la nouvelle route du Grimsel, on a eu la possibilité de procéder à un contrôle et d'opérer avec plus de sûreté que sur l'ancien chemin muletier. Le nouveau nivellement a été exécuté en partant de Brienz dans la direction du col du Grimsel. A cause du mauvais temps persistant, la dernière section, sur territoire valaisan, a été exécutée en sens contraire, donc en partant de Gletsch pour aboutir au col.

Sur le versant bernois, on a pris comme point de départ le ⊙ 46 au « Halteli » près du pont de « Wyler » ; ce repère est taillé dans le roc. Les résultats obtenus séparément, au moyen des deux mires, concordent, sur tout le parcours nivelé, à quelques millimètres près, et ferment à leur point extrême sans aucune discordance.

Le tableau suivant donne la comparaison entre les anciens et les nouveaux nivellements :

REPÈRES	Distances	NIVELLEMENTS 1880				NIVELLEMENT 1901	Diff. 1901 avec	
		Aller	Retour	Moyenne	Date	Moyenne	Aller 1880	Retour 1880
	km.	m	m	m		m	m/m	m/m
⊙ 46, Halteli	7.3	+ 19.363$_2$	+ 19.312$_0$	+ 19.338	18-25 VI	+ 19.357	— 6	+ 45
NF 236, Meiringen	3.6	+ 63.263$_4$	+ 63.231$_9$	+ 63 248	28-29 VI	+ 63.263	± 0	+ 31
⊙ 3, Willigen	1.0	+ 42 720$_7$	+ 42 699$_8$	+ 42.710	28-29 VI	+ 42.710	— 11	+ 10
⊙ 4, Kirchet	1.3	— 39.861$_6$	— 39.871$_5$	— 39.867	1-3 VII	— 39.861	+ 1	+ 11
⊙ 5, Kirchet	3.6	— 2.450$_8$	— 2.483$_0$	— 2.467	5-10 VII	— 2 465	— 14	+ 18
⊙ 7, Innertkirchen	1.6	+ 91.056$_2$	+ 91.051$_0$	+ 91.054	6-9 VII	+ 91.047	— 9	— 4
⊙ 9, Urweid	7.3	+ 330.520$_7$	+ 330.451$_7$	+ 330.486	9-30 VII	+ 330 522	+ 1	+ 70
⊙ 15, Guttannen	1.1	+ 59.296$_6$	+ 59.280$_5$	+ 59.289	6-11 VII	+ 59.285	— 12	+ 4
⊙ 16, Tschingelbrücke. . .	1.7	+ 71.969$_0$	+ 71.945$_8$	+ 71.957	7-18 VII	+ 71.959	— 10	+ 14
⊙ 18, Schwarzbrunnenbrücke	0.9	+ 64.666$_7$	+ 64 660$_9$	+ 64.664	12-18 VII	+ 64 667	± 0	+ 6
⊙ 19	0.9	+ 35.331$_5$	+ 35.319$_8$	+ 35 326	12-17 VII	+ 35.322	— 10	+ 2
⊙ 20	1.3	+ 105.037$_4$	+ 105.029$_3$	+ 105.033	13-17 VII	+ 105 027	— 10	— 2
⊙ 21, Handegg	7.4	+ 396.942$_6$	+ 396.875$_6$	+ 396.909	18 VII - 9 IX	+ 396.912	— 31	+ 36
⊙ 28, Spitalboden	0.7	+ 61.803$_0$	+ 61.801$_7$	+ 61.802	7-10 IX	+ 61.801	— 2	— 1
NF 238, Grimsel, hospice . .	5.0	+ 299.383$_4$	+ 299.386$_7$	+ 299.385	17-29 IX - 4-13 X	+ 299.387	+ 4	± 0
NF 239, Grimsel, col . . .	6.8	— 460.718$_1$	— 460.769$_9$	— 460.744	18 IX - 2 X	— 460 702	+ 16	+ 68
NF 159, Gletsch								
NF 159 — ⊙ 46 .	51.5	+ 1138.323$_9$	+ 1137.921$_7$	+ 1138.123		+ 1138.232	— 93	+ 108

Les conclusions que nous pouvons tirer de ce tableau comparatif sont les suivantes :

1) La meilleure des deux opérations de 1880 était sans contredit l'opération d'aller (dans le sens Brienz-Gletsch). Par conséquent, il y avait avantage à n'employer que les résultats de cette opération pour le calcul des cotes publiées dans le « Catalogue des hauteurs » (voir « Catalogue des hauteurs », page 53, remarque). Néanmoins, cette opération d'aller présente aussi, par rapport au nouveau nivellement, des différences trois à quatre fois plus grandes que l'erreur admissible. L'opération de retour de 1880 présente même des différences huit à neuf fois plus fortes que l'erreur admissible.

2) Dans le nivellement de 1880, l'opération d'aller, Brienz-Gletsch, et l'opération de retour, Gletsch-Brienz, n'ont pas été exécutées chacune en une fois d'un bout à l'autre. Les carnets d'observation montrent que les opérations d'aller et de retour ont été exécutées par tronçons de un ou de quelques kilomètres, nivelés à double les uns après les autres. Par conséquent, les fortes différences qui existent entre le nivellement total d'aller et celui de retour ne sauraient être attribuées exclusivement aux variations de longueur des mires, comme on pourrait le supposer d'après la variation systématique des différences et comme on l'a déjà conclu [1].

3) Entre les nivellements de 1901 et ceux de 1880, les différences sont presque uniformément négatives par rapport à l'opération d'aller de 1880 et positives par rapport à l'opération de retour. Cela pourrait provenir d'une erreur systématique, peut-être d'un tassement de la mire

[1] Dr Messerschmitt. « Ueber die Veränderlichkeit der Nivellirlatten. » *Schweiz. Bauzeitung*, vol. 23, nos 5 et 6.

et de son pied dans l'intervalle entre la visée d'avant et la visée d'arrière.

4) Les différences trop grandes sur certains parcours peuvent être attribuées au fait que l'exécution du nivellement du Grimsel de 1880 avait été confiée à un ingénieur qui n'avait encore jamais fait de nivellements étendus et qui ne possédait par conséquent pas l'expérience nécessaire pour mener à bien un travail aussi difficile que l'est un nivellement de montagne sur de mauvais chemins.

c) Lucerne-Meggen. — Nivellement fait par M. le Dr Hilfiker. Le nivellement de contrôle, exécuté en 1899 sur ce parcours, avait donné, par rapport aux chiffres du « Catalogue des hauteurs », une différence de 20^{mm} sur 12.5 km. qui indiquait un affaissement du ⊙ 29 à Meggen. On a estimé pouvoir donner à cette constatation un caractère absolu de sûreté. Le dernier nivellement de contrôle concorde à $5^{mm}.6$ près avec celui de 1900 (tolérance $8^{mm}.4$).

d) Saint-Blaise-Morat. — Un nivellement de contrôle, exécuté en 1892 sur le parcours Neuchâtel-Morat, avait montré que tous les repères bien conservés situés dans ce bas fond, s'étaient affaissés par suite de la correction des eaux du Jura. Comme on peut le constater par le tableau ci-dessous, le nivellement de 1901 démontre qu'il s'est produit un nouvel affaissement dans cette région depuis 1892 :

REPÈRES	Hauteur au-dessus de la Pierre du Niton		
	D'après le catalogue des hauteurs	Nivellement 1892	Nivellement 1901
NF 168, Neuchâtel . . .	+ 63.389	+ 63.389	+ 63.389
⊙ 12, Anet.	+103.019	—	+103.000
⊙ 17, Sugy.	+ 59.898	+ 59.807	+ 59.766
⊙ *b*, » (extrémité de la base) . .	+ 59.266	+ 59.180	—
⊙ *b**, Sugy (extrémité de la base) . .	—	+ 59.262	+ 59.205
NF 17, Morat	+ 80.639	+ 80.639	+ 80.639

2° *Revision des repères d'anciens nivellements.*

Le tableau suivant renseigne sur l'état des lignes de nivellement repérées en 1901 et sur le nombre des nouveaux repères qui y ont été placés :

LIGNE	Nombre des repères de catalogue des hauteurs	Anciens repères jugés			REPÈRES contrôlés, trouvés		Repères nouveaux
		Intacts	Douteux et à contrôler	Perdus	intacts	changés	
Bienne-Saint Imier . .	19	—	11=58 %	8=42 %		11	49
Saint Blaise-Morat . .	23	1= 4 %	12=52 %	10=44 %		12	20
Neuchâtel-Chasseral . .	44	5=11 %	—	39=89 %		—	7
Chaumont-Pâquier . .	8	—	—	8=100 %		—	—
Pierrabot-Dombresson .	9	—	1=11 %	8=89 %		1	2
Morat-Portalban-Payerne-Rue . .	81	52=64 %	9=11 %	20=25 %		9	55
Nyon-La Cure. . . .	22	7=32 %	2= 9 %	13=59 %		2	16
Morges-Neuchâtel . .	56	10=18 %	—	46=82 %		—	13
Sachseln-Brünig-Interlaken-Thoune .	63	29=46 %	13=21 %	21=33 %		—	77
Aarburg-Lucerne . .	37	7=19 %	2= 5 %	28=76 %		—	71

3° *Remarques diverses.*

En 1901, le Bureau topographique fédéral a publié la livraison 12 du recueil : « Les Repères du nivellement de précision de la Suisse » qui contient les lignes Brigue-Furka-Andermatt-Schwyz-Pfäffikon, Schwyz-Lucerne, Goldau-Rigi. Les lignes suivantes sont en préparation pour être publiées : Martinsbruck-Silvaplana, Tiefencastel-Julier-Silvaplana-Maloja, Chiavenna-Splügen-Thusis ; puis Lucerne-Zoug-Sattel, Cham-Bremgarten-Brugg, Aarburg-Lucerne.

Dans le but de fixer les bases hypsométriques nécessaires à la publication d'une nouvelle carte de la Suisse, le Bureau topographique fédéral a chargé M. le Dr Hilfiker d'étudier la question du point de départ des altitudes, ainsi que la question de l'altitude du NF (RPN) scellé sur la Pierre du Niton à Genève. Ce travail, rédigé avec le plus grand soin, se base sur de nombreuses publications (de l'Association géodésique internationale, etc.) relatives à ces questions. Il sera publié prochainement par le Bureau topographique fédéral.

4° *Programme pour les travaux de nivellement de l'année 1902.*

Pour l'année 1902, le Bureau topographique fédéral a prévu l'exécution des travaux de nivellement suivants :

Repérage des points sur toutes les lignes établies sous la direction de la Commission géodésique qui n'ont pas encore été revisées jusqu'à présent. Ce sont les lignes suivantes :

Andermatt-Oberalp-Reichenau, Hospenthal-Saint Gothard-Bellinzone, Bellinzone-Chiasso, Bellinzone-Locarno-Domodossola-Iselle, Morat-Fribourg. — Longueur totale : 340 km. environ.

En outre, le Bureau a l'intention d'exécuter un nouveau nivellement à partir de Spiez, par le Simmenthal à Gessenay (Saanen)-Château d'Œx-Bulle et Romont.

M. *Rebstein* a lu le rapport de M. Rosenmund avec le plus grand intérêt. Les résultats obtenus en 1901 sont très réjouissants et concluants. Il a été particulièrement intéressé par les résultats obtenus en ce qui concerne le niveau du repère de la Pierre du Niton. La cote de $373^{m}.64$ peut-elle, dans l'opinion de M. Rosenmund, être considérée comme à peu près définitive, et remplacera-t-elle la cote $373^{m}.54$ indiquée comme la plus probable dans la 9e livraison du « Nivellement de précision de la Suisse » ?

M. Rebstein rappelle aussi la question soulevée par lui l'année dernière de l'opportunité de publier les nouveaux résultats obtenus pour les hauteurs des repères de la Suisse, en complément au « Catalogue des hauteurs suisses ».

M. *Gautier* se joint aux félicitations adressées à M. Rosenmund pour les travaux de nivellement exécutés par le Bureau topographique en 1901. Il demande à M. Rosenmund pourquoi les travaux recommandés au Bureau topographique dans la séance du 11 mai 1901 ne figurent pas au programme de cette année.

M. *Rosenmund* répond à ces différentes questions :

Niveau de la Pierre du Niton. — Le travail exécuté par M. le Dr Hilfiker, en appliquant la correction orthomé-

trique, a diminué les différences qui existaient entre les raccordements de la Suisse avec la France, d'une part, et ceux avec l'Allemagne, d'autre part. MM. Helmert et Bœrsch ont reconnu que les nivellements présentent des erreurs systématiques, et que leurs erreurs moyennes sont souvent plus grandes que les différences de hauteur qui en résulteraient entre les différentes mers. Il est à présumer que, sous ce rapport, les récents nivellements exécutés en France sont supérieurs aux autres ; ils amènent en tous cas à une meilleure concordance entre le niveau de l'Océan et celui de la Méditerranée. M. Hilfiker estime actuellement qu'il conviendrait d'adopter comme cote fondamentale du repère de la Pierre du Niton le chiffre de $373^{m}.6$ sans préciser le nombre de centimètres.

Publication. — M. Rosenmund ne voit pas l'intérêt qu'aurait la Commission géodésique à publier les résultats des nivellements récents qui sont déjà contenus dans les publications du Bureau topographique. Il ne comprend pas non plus l'utilité de publier les cotes, rapportées au niveau de la mer, de tous les repères du *Catalogue des hauteurs suisses,* puisque plus de la moitié de ces repères sont perdus. Il ne voit cependant pas d'inconvénient à ce que ces questions soient discutées.

Vœux de la Commission en 1901. — Le nivellement de contrôle d'une section de la route du Simplon a été remis à plus tard. Le Bureau topographique a l'intention de procéder en même temps au nivellement à travers le tunnel, quand il sera achevé, et à un nouveau nivellement de la route par dessus la montagne.

En ce qui concerne le repère de Bienne, il a été vérifié en 1901 par le Taubenloch et Sonceboz, et ce nouveau nivellement n'a pas diminué la différence antérieurement

constatée. Il est probable que la cote du repère de Bienne, telle qu'elle figure dans le *Catalogue des hauteurs suisses*, est inexacte; il existe probablement une erreur en un point de la ligne Neuchâtel-Neuveville; au reste, il est probable que tous les nivellements de cette région sont entachés d'erreurs systématiques.

Quant au Grand Saint-Bernard, dont il a été aussi question à la séance de 1901, la route du côté italien est en construction. Elle sera probablement achevée en 1903. L'Institut géographique de Florence s'est engagé à procéder alors au nivellement sur le versant italien, et le nivellement sur le versant suisse se fera à la même époque.

M. *Rebstein* comprend les objections de M. Rosenmund à la publication de l'ensemble des derniers travaux de nivellement. On pourrait peut-être n'en publier qu'une partie. Il propose de renvoyer l'étude de cette question à la sous-commission déjà constituée pour s'occuper du programme futur des travaux géodésiques. Approuvé.

Le *Président* constate avec satisfaction que les raccordements avec les différents pays limitrophes de la Suisse ont amené à des résultats que l'on peut qualifier de très satisfaisants.

Le Président remercie aussi M. Rosenmund pour son rapport et, sur sa proposition, la Commission approuve le programme des travaux pour la campagne de nivellement de 1902.

IV. Rapport financier. Budgets.

M. *Rosenmund* présente, en qualité de trésorier, le relevé des comptes de la Commission pour l'année 1901. Les comptes bouclés à la fin de l'année ont été approuvés par le Président de la Commission et par le Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles, puis transmis au Département fédéral de l'Intérieur.

La Commission remercie M. Rosenmund de sa gestion financière.

Tableau des comptes de la Commission

1901	*Recettes.*	Fr. Cent.	Fr. Cent.
30 janvier	*Solde actif de 1900*		5341, 61
31 déc.	*Allocation fédérale pour 1901* du Département fédéral de l'Intérieur	15800,—	
»	*Divers et imprévu :* Vente des publications de la Commission géodésique en 1901 (Fæsi et Beer)	30,—	
»	Banque populaire suisse, Berne, intérêt, pour 1901, sur un dépôt fait à Berne	107,15	15937,15
			21278,76
1902			
1 fév.	*Solde actif de 1901*		3465,96

géodésique suisse pour l'exercice de 1901.

1901	*Dépenses.*	Fr. Cent.	Fr. Cent.
	Pour l'*Ingénieur de la Commission :*		
	Traitem. de l'ingénieur pour 1901 (Niethammer)	3500,—	
	Indemnités de déplacem. » »	1184,—	
	Frais de voyage » »	262,05	
	Frais de bureau, petits achats, magasinage, réparations, etc. (Niethammer).	190,55	5136,60
	Frais des stations :		
	Aides et dépenses des aides (Niethammer). .	893,20	
	Transport des instruments et de la cabane, établissement des stations (Niethammer). .	896,25	
	Indemnité pour collaboration aux travaux de l'ingénieur à Brigue (M. Pidoux)	88,—	1877,45
	Nivellement de précision (Bureau topogr.).		3000,—
	Acquisition et réparation d'instruments (Nardin, Hildebrand, Dill, Bigler, Klingelfuess, Peyer, Fuess)		2316,75
	Frais d'impression. Vol. IX, « Das schweizerische Dreiecknetz » et Procès-verbal de 1901 (Zürcher et Furrer, Attinger) . . .		1390,50
	Travaux spéciaux pour le vol. IX. « Das schweizerische Dreiecknetz. » (Messerschmitt, Suter, Rebstein.)		2315,—
	Séance de la Commission géod. suisse en 1901 (col. Lochmann, prof. Gautier, prof. Rebstein, prof. Riggenbach).		399,60
	Contribution annuelle à l'Association géodésique internationale pour 1901 (M. 800)		987,90
	Imprévu et divers :		
	Réassurance de l'ingénieur et des aides. . .	82,50	
	Frais de bureau, achat de cartes, magasinage, etc. (Bureau topogr., Hartmann, colonel Lochmann, prof. Gautier, Privat, Krieg, Zullig, commissionnaire, Grahner, Klingelfuess, frais de transport.)	306,50	389,—
	Total . . .		17812,80
1902 30 janv.	*Solde à nouveau*		3465,96
			21278,76

Berne, le 10 février 1902.

M. Rosenmund.

Vu le 12 février 1902.

Le Président
de la Commission géodésique suisse,
J.-J. Lochmann.

La Commission s'occupe ensuite à établir le budget rectifié pour 1902 et un budget provisoire pour 1903. En ce qui concerne le premier, M. *Gautier* fait remarquer que le poste de « Frais de représentation à la Conférence de l'Association géodésique internationale » disparaîtra ; MM. van de Sande Bakhuyzen et Helmert lui ont communiqué que la XIVme Conférence ne se réunira qu'en 1903.

BUDGET RECTIFIÉ POUR 1902.

Recettes.

Solde actif de 1901	Fr.	3465 96
Allocation fédérale pour 1902	»	15800 —
	Fr.	19265 96

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr.	3500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	»	3000 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	»	2800 —
Frais de nivellements	»	3000 —
Acquisition et réparation d'instruments .	»	4500 —
Frais d'impression	»	500 —
Séance de la Commission géodésique suisse	»	500 —
Contribution annuelle de la Suisse à l'Association géodésique internationale pour 1902	»	987 90
Imprévu et divers	»	478 06
	Fr.	19265 96

Budget provisoire pour 1903

Recettes.

Allocation fédérale pour 1903	Fr. 15800 —

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 3500 —
Frais de voyage et de bureau de l'ingénieur	» 1800 —
Frais des stations astronomiques et de pendule	» 2000 —
Frais de nivellements	» 3000 —
Acquisition et réparation d'instruments .	» 1000 —
Frais d'impression	» 1800 —
Séance de la Commission géodésique suisse	» 500 —
Contribution annuelle de la Suisse à l'Association géodésique internationale pour 1903	» 1000 —
Frais de représentation à la Conférence de l'Association géodésique internationale	» 1000 —
Imprévu et divers	» 200 —
	Fr. 15800 —

La séance est levée à 6 heures 5 minutes.

Le Secrétaire, R. Gautier.

Le Président, Colonel Lochmann.