

Procès-verbal de la 28e séance de la commission géodésique suisse tenue au bureau topographique de l'état-major fédéral à Berne, le 28 Juin 1885

Objekttyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel**

Band (Jahr): **15 (1884-1886)**

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

PROCÈS-VERBAL

DE LA 28^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE AU

Bureau topographique de l'état-major fédéral à Berne,
le 28 Juin 1885.



Présidence de M. le professeur Wolf.

La séance est ouverte à 11 heures.

Sont présents : M. le colonel *Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève; M. le professeur *Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel; M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral; M. *Rohr*, conseiller d'Etat de Berne.

MM. *Haller* et *Scheiblauer*, ingénieurs, assistent à la séance, comme invités, avec voix consultative.

M. le *Président* explique les raisons qui ont motivé cette fois la convocation un peu tardive de la Commission, exceptionnellement à Berne; il est heureux de la voir réunie au complet.

Il communique à la Commission les comptes de l'année 1884, qui, après avoir été, comme d'habitude, soumis au Comité central de la Société helvétique des sciences naturelles et approuvés par celui-ci, ont été reçus par le département fédéral de l'Intérieur.

Voici les comptes de l'année passée :

Recettes.

1. Solde actif de 1883	Fr.	87 02
2. Allocation fédérale .	»	15 000 —
3. Vente de nos publications	»	217 90
Total . . .	Fr.	15 304 92

Dépenses.

1. Traitements d'ingénieurs	Fr.	4 546 80
2. Frais de réparation d'instruments (chronomètre enregistreur)	»	203 40
3. Frais d'impression (2 ^{me} volume de la triangulation et procès-verbal)	»	1 722 80
4. Nivellement des stations astronomiques	»	2 508 20
5. Séances et frais de voyages	»	170 —
6. Contribution aux frais de triangulation	»	6 000 —
7. Divers	»	31 20
Total . . .	Fr.	15 152 40
Solde actif à la fin de 1884	Fr.	152 52

M. le *Président* explique que les frais de nivellement des stations astronomiques ont dépassé, essentiellement par suite du mauvais temps, les prévisions de fr. 508 20; par contre, la Commission permanente de l'Association géodésique internationale n'ayant pas siégé l'année dernière, on a épargné les frais de délégation, de sorte que nous avons pu verser au Bureau topographique fédéral toute la contribution prévue de fr. 6000 et cependant solder par un léger boni de fr. 152 52. Il est vrai que celui-ci se trouve chargé encore des frais de brochage et de port des exemplaires distribués du deuxième volume de la triangulation. Le nombre des exemplaires de nos publications que nous distribuons, par l'intermédiaire du Bureau central de Berlin, aux commissaires des différents Etats pour l'Association géodésique internationale, s'est accru, par suite de l'extension de l'Association, de soixante à soixante-seize, et par ce même motif, il a fallu envoyer au Bureau central vingt-quatre exemplaires supplémentaires du premier volume de la triangulation.

Passant ensuite à la situation financière de l'exercice actuel, M. le président expose que sur les

Recettes

1. Solde actif de 1884	Fr.	152 50
2. Crédit de la Confédération		
ration	Fr. 15 000	—
	Total	Fr. 15 152 50

On a dépensé jusqu'au moment actuel :

1. Traitement de cinq mois à l'ingénieur	Fr. 1 665 —
2. Frais de voyage et de bureau de l'ingé- nieur »	85 75
3. Frais de réparation d'instrum ^{ts} (Kern) »	11 90
4. Lithographie et re- liure des carnets d'observation . . . »	78 —
5. Brochage et port du volume II »	118 90
6. Divers »	6 55

Total . . . Fr. 1 966 10

Reste disponible en ce moment . . . Fr. 13 186 40

Sur cette somme, on peut prévoir
comme dépense inévitable :

D'abord le reste du trai- tement de l'ingénieur	Fr. 2 335 —
Frais de voyages et de séances (Berne et Nice) »	1 000 —

» 3 335 —

De sorte qu'il reste à disposer de . . . Fr. 9 851 40

somme avec laquelle il faudra subvenir aux frais, soit de campagne pour les stations astronomiques, soit aux frais d'impression, soit au remboursement que nous devons encore au Bureau topographique. Il sera plus facile d'évaluer la répartition à faire, lorsqu'on aura traité des travaux à exécuter cette année.

Dans ce but, M. le président propose et la Commission accepte l'ordre du jour suivant :

1. *Triangulation*. Résumé des rapports de M. Haller sur l'achèvement des observations en 1884, et de M. Scheiblauser sur l'état actuel des calculs de compensation du réseau tessinois.

2. *Travaux astronomiques*. Stations astronomiques à compléter et de nouvelles à exécuter au sud des Alpes. Etat actuel des jonctions de longitudes avec l'Autriche et la France.

3. *Nivellement*. Rapport sur les jonctions exécutées l'année dernière et sur l'état actuel des calculs de compensation.

Communication du département fédéral des Chemins de fer et rapport de M. Hirsch sur le projet de rattacher toutes les stations de chemin de fer au réseau du nivellement de précision.

4. Affectation des fonds disponibles pour le reste de l'exercice courant, et projet de budget pour 1886.

1. Triangulation.

On se rappelle de la dernière séance de la Commission que M. Haller, aidé par M. Pianca, a recommencé, le 27 mai 1884, les observations du réseau du Tessin. Comme il était encore trop tôt dans la saison pour s'établir sur les hautes stations de Tamaro ou de Pizzorotondo, M. Haller a d'abord repris les mesures dans les stations de la base,

en terminant avant tout à Giubiasco la deuxième série d'observations nocturnes et en exécutant avec ses aides une troisième série de 135 mesures, soit de jour, soit de nuit.

A Cadenazzo, on n'avait, en 1883, observé que cinq directions; comme on s'était convaincu plus tard de l'utilité d'y intercaler aussi la direction sur Pizzorotondo, on l'a ajoutée en 1884, au moyen d'observations nocturnes exclusivement, et ensuite on a terminé jusqu'au 20 juillet une deuxième série de 135 mesures nocturnes, et jusqu'au 21 juillet une troisième de 90 mesures de jour, en répartissant le travail parmi les trois observateurs Haller, Pianca et Beyeler.

La comparaison des résultats des observations de jour et de nuit a montré en général une si faible différence qu'on pouvait leur donner le même poids. Les erreurs de clôture dans le quadrilatère Giubiasco-Cadenazzo-Tiglio-Mognone n'ont pas été sensiblement diminuées par les résultats de ces séries supplémentaires d'observations faites aux stations de base.

La station de Tamaro, avec un ensemble de 147 mesures d'angles, n'a pu être terminée, par suite de la fréquence des brouillards, que le 22 août, et celle de Pizzorotondo, avec autant de mesures, le 14 septembre seulement.

Enfin, dans la troisième décade de septembre, on a répété à Cadenazzo les mesures de jour qui comprenaient la direction de Ghiridone, et on a vérifié ainsi les premières valeurs de cette direction.

Comme on ne pouvait plus chercher la cause des mauvaises fermetures de triangles dans les mesures aux stations de base et que, par contre, une erreur systématique

commise, en 1883, dans l'observation de la direction de Cadenazzo, à partir de Tiglio, aurait rendu compte des contradictions, on a répété sur Tiglio une deuxième série de 120 angles, toutefois sans arriver à une meilleure clôture. On a donc renoncé à faire à Mognone également une nouvelle série de contrôle, et on a employé le reste du temps de la campagne à augmenter les angles sur Giubiasco et Cadenazzo, qui entrent dans le quadrilatère Giubiasco-Cadenazzo-Tiglio-Mognone, en faisant de jour pour les groupes de 3 angles 12 séries de 4 mesures, ce qui a conduit les observateurs jusqu'à la fin d'octobre, sans obtenir encore par ce moyen une clôture sensiblement améliorée.

Enfin on a exécuté, jusqu'au 8 novembre, des mesures analogues de contrôle à la station de Mognone, sans qu'on ait découvert une erreur systématique quelconque dans les anciennes observations de 1883.

Les observations sur le terrain terminées ont été toutes remises à M. Scheiblaue, pour les soumettre au calcul. Malheureusement, M. Scheiblaue n'a pas pu terminer complètement les calculs de compensation jusqu'au point de pouvoir déduire des observations mêmes le montant probable des déviations de la verticale; il a remis sur son travail un rapport qui a circulé parmi les membres de la Commission et dont M. Hirsch résume les résultats essentiels de la manière suivante :

A cause des différences de niveau très fortes qui, dans ce petit réseau, vont de 220^m (cote de la base) jusqu'à 2218^m, altitude moyenne du côté de jonction Menone-Ghiridone et qui, à cause des faibles distances horizontales, donnent des inclinaisons de plus de 20° pour cer-

tains côtés, il avait été décidé de lire le niveau de l'axe du théodolithe à chaque visée et, dans la seconde campagne, de retourner le niveau chaque fois pour éliminer son erreur. Il est regrettable que la valeur d'une partie du niveau n'ait été déterminée par M. Haller qu'une seule fois au commencement, où il avait trouvé $2'',12$; car M. Scheiblaue, en introduisant cette valeur du niveau comme inconnue dans la compensation des quatre premières stations, a trouvé des valeurs assez différentes, dont la moyenne probable donne $2'',67$. Pour éclaircir l'influence des corrections pour inclinaison, M. Scheiblaue a exécuté la compensation soit avec les valeurs non corrigées, soit avec les observations corrigées pour inclinaison.

De même, puisque M. Haller, partout où un calcul provisoire lui avait montré des écarts dépassant notablement l'erreur moyenne des angles, avait fait des mesures de contrôle, M. Scheiblaue a exécuté la compensation séparément des observations originales et ensuite celle des observations de contrôle. En moyenne, il a trouvé l'erreur moyenne d'une direction compensée $= \pm 0'',2$, et en tenant compte des séries de contrôle, cette erreur devient $\pm 0'',16$, comme dans le réseau d'Aarberg.

On n'a pas pu constater une différence sensible de qualité entre les observations de jour et celles de nuit.

Ces faibles erreurs des directions, calculées par la compensation des stations, se vérifient sensiblement aussi par celles qu'on peut déduire de la compensation des triangles; et malgré cela, on a pu constater des erreurs de clôture des triangles, surtout de ceux du quadrilatère intérieur, assez fortes, comme on peut le voir par le petit tableau suivant :

	Erreur de clôture.	Erreur moyenne des directions, conclues par les triangles. par les stations.	
Cadenazzo-Giubiasco-Tiglio .	— 2",953	± 0",44	± 0",26
Cadenazzo-Giubiasco-Mognone .	— 4, 439	± 0, 43	± 0, 25
Cadenazzo-Tiglio-Mognone .	— 2, 348	± 0, 49	± 0, 24
Giubiasco-Tiglio-Mognone .	— 4, 575	± 0, 25	± 0, 24
Quadrilatère	— 6, 893	± 0, 45	± 0, 25

Ces erreurs de clôture considérables et systématiques sont attribuées par MM. Haller et Scheiblaueur à l'influence des déviations de la verticale qui, dans ce terrain au pied de la haute chaîne des Alpes, sont assez probables et dont l'effet sur les directions est naturellement renforcé par la forte inclinaison de ces dernières; car d'après la formule $\Delta \alpha = v. \operatorname{tg} h. \sin \alpha$, où α signifie l'azimut de la direction, h l'angle de hauteur et v la déviation de la verticale, on trouve que pour $\alpha = 90^\circ$ et $h = 20^\circ$, inclinaison qui se rencontre bien souvent dans notre réseau, une déviation de 10" de la verticale, valeur assez fréquente dans de pareilles conditions, suffirait pour produire une erreur de 3",64.

Mais il s'agit non seulement de prouver l'existence, mais de déterminer la valeur de ces déviations de la verticale; en attendant qu'on le fasse pour quelques stations, par la comparaison des coordonnées astronomiques et géodésiques, M. Scheiblaueur a essayé d'introduire ces déviations comme inconnues dans le calcul de compensation et d'en chercher les valeurs qui réduisent au minimum les contradictions du réseau. Comme le réseau du Tessin contient 9 stations, parmi lesquelles les deux extrémités de la base sont données, il reste 14 corrections à trouver pour les coordonnées des 7 autres, et comme en projetant le réseau sur l'horizon de Cadenazzo, la direction de la

verticale de Cadenazzo est également donnée, il y a encore 16 corrections pour les coordonnées zénithales des 8 autres points à trouver; il s'agit donc de résoudre un système de 30 équations. Ces 30 équations sont formées, mais n'ayant pas eu le temps de les résoudre, M. Scheiblauser s'est borné, pour la séance de la Commission, à compenser le réseau de la manière habituelle, sans tenir compte des déviations de la verticale. De cette manière, il trouve, pour la longueur du côté de jonction, réduite au niveau de la mer :

Ghiridone-Menone = $38387^m,64 \pm 0^m,20$, en partant de la base de Bellinzone.

Le même côté devient = $38386,94 \pm 0,56$, en la déduisant de la base d'Aarberg.

» » = $38385,95 \pm 0,62$, en la déduisant de la base de Weinfelden.

En la déduisant de la valeur de Chasseral-Röthi, adoptée par Eschmann pour notre réseau géodésique, on trouve $38386^m,28$ et par l'ancien réseau de la *Landesvermessung*, $38387^m,67$. Enfin, partant de la base de Bonn et employant les réseaux rhénan et suisse, on trouve pour le même côté $38386^m,60$.

Ces comparaisons montrent que les bases du Tessin et d'Aarberg, ou plutôt les côtés des jonctions qui les rattachent au réseau, sont trop grands et celui de Weinfelden trop petit. Pour les mettre d'accord, il faudrait apporter les corrections suivantes :

Au côté Chasseral-Röthi — $0^m,06$, et à la base d'Aarberg — 3^m
 » Hörnli-Hersberg + $4^m,07$, et à la base de Weinfelden $\pm 60^m$
 » Ghiridone-Menone — $0^m,77$, et à la base de Bellinzone — 65^m

Or, des erreurs de cette grandeur ne sont guère probables, ni pour les mesures des bases, ni pour les côtés de jonction; il est aussi peu probable que l'erreur moyenne de l'unité du poids devienne 4, au lieu de 1, ainsi que cela résulte de cette compensation; de même que pour le réseau d'Aarberg on avait trouvé pour l'erreur moyenne de l'unité du poids 2,9, au lieu de 1.

Il est donc en effet probable qu'on se trouve en présence d'une perturbation constante, et sans pouvoir donner encore une valeur pour les déviations de la verticale qui existent dans ces stations, on peut affirmer que les corrections qu'elles comportent pour les angles auraient pour effet de diminuer la longueur de Ghiridone-Menone, ainsi que cela doit être pour la mettre d'accord avec les autres bases.

En attendant que le calcul de compensation fournisse ces valeurs, M. Scheiblauer propose de les déterminer directement par des observations astronomiques qu'on exécuterait cet été à Mognone et à Tiglio, et ensuite, il faudrait revenir sur la compensation du réseau.

M. *Hirsch* admet parfaitement la nécessité de faire quelques déterminations directes de la déviation de la verticale au sud des Alpes, et particulièrement dans la région du réseau de la base du Tessin. Mais avant de discuter l'époque et les méthodes pour ces déterminations, il aimerait qu'on examinât un autre élément perturbateur dont on ne s'est pas occupé suffisamment jusqu'à présent, savoir la réfraction latérale, et qu'on tâche de se rendre compte jusqu'à quel point il a pu fausser les directions mesurées.

M. *Scheiblauer* ne croit pas cette source d'erreur suf-

fisante pour expliquer les erreurs de clôture des triangles et à peine assez importante pour en tenir compte. D'abord, il rappelle que la réfraction latérale systématique provenant de la forme éllipsoïdale des couches atmosphériques de densité égale, est, d'après Helmert, tellement petite, qu'en supposant même un écart momentané de la forme éllipsoïdale par rapport à la valeur normale, en d'autres mots en calculant avec huit fois e au lieu de e , l'influence de la déviation sur nos directions très courtes est encore insignifiante. Si l'on adopte la valeur que Struve donne pour l'influence de la réfraction latérale sur une direction, égale à $\pm 0,128 \left(\frac{s^{\text{km}}}{10} \right)$ on trouve, par exemple, pour notre quadrilatère Cadenazzo-Tiglio-Giubiasco-Mognone, seulement une correction de $\pm 0'',2$, tandis que l'erreur de clôture y est de $6'',6$.

Quant à l'influence de la réfraction latérale irrégulière que M. Jordan croit, d'après les isobares, pouvoir évaluer à $\pm 0'',1$ ou $\pm 0'',2$ pour les longs côtés, M. Scheiblaue, tout en croyant cette évaluation trop faible, l'envisage cependant insuffisante pour expliquer, pour les courts côtés de nos triangles, les erreurs réellement constatées par le calcul. Cette petite étendue des côtés qui diminue forcément l'influence de la réfraction latérale, ainsi que le fait que les erreurs de clôture de nos triangles diminuent à mesure que la longueur de la composante horizontale des côtés augmente, ce qui est naturel lorsqu'il s'agit de la déviation du zénith, parce que les angles de hauteurs diminuent avec la distance, obligent à chercher plutôt dans cette dernière cause l'explication des erreurs. En effet, par exemple, pour le triangle Cadenazzo-Giubiasco-Mo-

gnone, dont l'erreur de clôture est de $-3''{,}7$, il suffit d'admettre, pour la déviation du zénith dans les trois stations $10''$, ce qui est parfaitement légitime d'après d'autres cas nombreux, pour expliquer jusqu'à $3''$ de cette erreur.

M. *Hirsch* ne conteste pas qu'il faut chercher dans la déviation de la verticale un élément essentiel, sinon le principal, pour l'explication des erreurs des directions; mais il ne peut admettre, malgré les autorités citées par M. Scheiblauer, l'exiguité des réfractions latérales, provenant des surfaces limites irrégulières des couches d'air à température différentes, parcourues par le rayon; car l'expérience de vingt-six ans, pendant lesquels il observe la mire méridienne de son observatoire, tous les jours où le temps le permet, lui prouve le contraire. Sans pouvoir entrer ici dans des détails qui seront publiés autre part, M. Hirsch veut seulement exposer en grand les faits essentiels. La mire dont il s'agit est située de l'autre côté du lac, à une distance de 7^{km} , donc plus petite que la moyenne des côtés du réseau du Tessin, et à la même hauteur de l'observatoire, de sorte que le rayon est horizontal; comme l'observatoire ainsi que la mire sont situés tout près du lac, les rayons lumineux allant de la mire à la lunette méridienne passent donc presque complètement au-dessus du lac, à une hauteur de 60^{m} environ, donc dans des conditions exceptionnellement favorables au point de vue optique, et qui prêtent moins que le sol de la terre ferme aux irrégularités de température et aux courants ascendants et descendants juxtaposés. En outre, la détermination de l'azimut de la mire se fait avec une grande précision au moyen d'une lunette

de cinquante-deux lignes d'ouverture et d'un grossissement de deux cent huit, avec un micromètre dont une partie du tambour équivaut à $0''{,}5$. On mesure, au moyen de ce micromètre, la distance entre la mire et le fil du milieu de la lunette, et des milliers d'observations donnent pour l'erreur probable d'une mesure de cette distance $\pm 0^s{,}009 = \pm 0''{,}132$. Ensuite on détermine, par la combinaison des passages d'une étoile polaire avec ceux de trois équatoriales, l'azimut de l'axe optique de la lunette avec une erreur probable de $\pm 0^s{,}004 = \pm 0''{,}06$. En combinant l'observation de la mire avec celles des étoiles qui se suivent à un intervalle de quelques heures, on trouve l'azimut de la mire avec une erreur probable de $\pm 0''{,}145$. Malgré cette exactitude des observations, nous avons constaté, en ne parlant que de cinq ans, pour lesquels le relevé des registres et tous les calculs sont terminés, une variation moyenne par an de l'azimut de la mire égale à $\pm 1''{,}109$ déduite de deux cents déterminations, et le maximum de déplacement, arrivé le 24 mai 1882 $= + 4''{,}62$, et trente-six jours après l'écart de l'azimut de la mire fut de $- 4''{,}18$ à l'ouest de la position moyenne de l'année. Les déviations de $2''$ à $3''$ sont assez fréquentes. Et ces déviations de l'azimut normal ne peuvent être attribuées qu'à la réfraction latérale; car étant mesurées avec la lunette méridienne dont l'azimut est déterminé par les étoiles quelques heures avant ou après les observations de la mire, les mouvements azimutaux périodiques si curieux et beaucoup plus intenses du sol de l'observatoire se trouvent éliminées; et, d'autre part, on reconnaît à l'irrégularité des déviations de la mire, qu'elles ne sont pas dues à un mouvement semblable du sol de la mire,

du reste de toute une autre nature géologique que celui de l'observatoire; car, en ce cas, elles devraient montrer le même caractère alternant et régulier en hiver et en été, ce qui n'est nullement le cas.

M. Hirsch envisage ainsi comme un fait scientifique, démontré par ses longues et nombreuses observations exactes que le rayon visuel d'une longueur de 7^{km} est sujet, dans les conditions optiques les plus favorables, à des déviations, par suite de la réfraction latérale, qui en moyenne vont à $\pm 1'',11$ et qui peuvent aller au moins jusqu'à $4'',62$. Par conséquent, les erreurs de clôture de nos triangles, du réseau du Tessin, si ses côtés n'avaient que 7^{km} de longueur, s'expliqueraient en supposant, d'après les lois de la probabilité, que la déviation dans chaque station aura lieu tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, jusqu'à $\pm 1'',92$, et cela sans tenir compte de ce que les conditions optiques sont certainement plus défavorables dans les montagnes tessinoises qu'à Neuchâtel. Dans le cas exceptionnel où, dans les trois stations, le sens des réfractions latérales conspirerait pour augmenter l'effet sur l'erreur de clôture du triangle, celle-ci serait de cette seule source de $3'',33$. Si l'on a à faire à des réfractions latérales maxima, l'erreur de clôture pourrait aller de ce chef jusqu'à $7'',98$. Dans les quadrilatères, la valeur moyenne de la réfraction latérale explique une erreur de clôture probable de $\pm 2'',22$ et, si l'effet a lieu dans les trois stations dans le sens favorable, de $4'',44$; et enfin si le maximum de la réfraction latérale, constatée à Neuchâtel ($4'',62$), s'était rencontrée dans les observations des stations d'un triangle tessinois, son erreur de clôture monterait de ce chef à la valeur probable de $7'',98$.

La commission peut se convaincre par cet exposé que la moitié, jusqu'aux deux tiers des erreurs de clôture trouvées par M. Scheiblaue, peut s'expliquer sans avoir recours à la déviation de la verticale. Toutefois, M. Hirsch ne s'oppose nullement à la détermination de ces déviations par des observations astronomiques, d'autant moins que ces déterminations ont de l'importance pour la géodésie suisse sous d'autres points de vue, et qu'elles font partie de notre programme dès l'origine. Seulement, M. Hirsch demande qu'elles fussent renvoyées à l'année prochaine, d'autant plus que les calculs de compensation du réseau du Tessin ne sont pas encore entièrement terminés et que d'autres observations astronomiques plus pressantes devaient être faites cet été au Simplon et au Gäbris. La commission pourrait alors fixer dans la prochaine séance le programme des observations à faire en 1886 dans le Tessin, pour la détermination de la déviation de la verticale.

M. le *Président* ayant mis aux voix cette proposition du renvoi à l'année prochaine, elle est votée par la commission à l'unanimité.

2. Travaux astronomiques.

M. le *Président* rappelle que feu M. Plantamour a eu l'intention de répéter et de compléter la détermination de la latitude du Simplon, qu'il n'avait pas eu le temps de terminer, et que M. Hirsch a signalé depuis longtemps la nécessité de la mesure de l'azimut au Gäbris, le mauvais temps ne lui ayant pas permis d'en faire un nombre suffisant d'observations, lorsqu'il avait rejoint au Gäbris M.

Plantamour qui y mesurait la latitude et déterminait la différence de longitude avec Zurich et Bregenz. Il faut donc refaire ces deux déterminations.

M. *Hirsch* est d'autant plus d'accord avec M. le Président sur l'urgence de combler ces lacunes pendant cet été, que nous disposons encore de l'excellent théodolithe espagnol de Repsold, que nous ne pouvons cependant pas garder indéfiniment. M. *Hirsch* proposerait donc de charger M. *Scheiblaue*r de ces deux déterminations astronomiques au Gäbris et au Simplon pendant cet été. Toutefois, dans le projet que M. *Scheiblaue*r lui a remis pour les observations astronomiques dans le Tessin, M. *Scheiblaue*r se propose d'employer pour la détermination de l'heure les observations en dehors du méridien, parce qu'il serait, dans le Tessin, impossible de placer des mires méridiennes; non seulement cette impossibilité n'existe pas pour le Simplon et le Gäbris, si l'on renonce à les faire projeter sur le ciel, mais de telles mires ne sont point indispensables ni pour la détermination de l'azimut, ni pour celle de la collimation de l'instrument; pour celle-ci une mire quelconque suffit. Pour la détermination de l'heure, aussi bien que pour celle de la latitude et de l'azimut, les observations des étoiles équatoriales et zénithales aussi bien que des polaires, dont on a maintenant un assez grand nombre disponibles, même pour un faible instrument, valent mieux dans le méridien que dans d'autres cercles verticaux. Enfin, M. *Hirsch* s'oppose formellement au luxe exagéré d'observations; certainement, les nombres employés par le bureau central sont plus que suffisants, et il ne s'agit en aucun cas de les augmenter encore.

La commission charge M. *Scheiblaue*r de mesurer dans

le courant de cet été l'azimut au Gäbris et la latitude au Simplon, en approuvant les recommandations de M. Hirsch.

Pour les travaux astronomiques au Tessin, on réserve les décisions à la séance du printemps prochain.

M. le *Président* prie MM. Gautier et Hirsch de rapporter sur l'état des longitudes avec Vienne et Paris-Lyon.

M. *Gautier* regrette que les travaux de calcul, tout en ayant été avancés à Vienne et à Genève, ne soient pas encore définitivement terminés. Il donne quelques détails sur les calculs de réduction commencés par M. Plantamour et conduits par lui jusqu'à la réduction au fil du milieu, tandis que M. Gautier a commencé avec la réduction des passages au méridien, par l'application des corrections instrumentales en partie déjà déterminées par M. Plantamour. Pour l'azimut, on a pris la moyenne des valeurs données par la combinaison de la polaire avec les étoiles équatoriales et par les lectures de la mire. Les données fournies par le niveau auraient parfois dû être plus concordantes, pendant les premiers jours de l'opération surtout. Après avoir enfin réduit les passages à l'instant moyen en se servant d'une table de marche horaire de la pendule, que M. Gautier suppose déduite des observations ordinaires, servant à Genève à la détermination de l'heure, on a obtenu les secondes corrigées qui, comparées aux ascensions droites des éphémérides, ont fourni la correction de la pendule, donnée par chaque étoile. Comme l'échange des signaux se trouvait ordinairement intercalé entre les observations des étoiles, la réduction de la correction de la pendule à l'instant de l'échange ne pouvait être influencée que faiblement par les irrégularités éventuelles de la mar-

che de cette pendule. En général, les résultats donnés par les étoiles individuelles s'accordent assez bien, ainsi que la différence de longitude déduite par la comparaison des pendules de Genève et de Vienne, sauf pour les trois premiers jours où le nombre des étoiles observées était insuffisant, de sorte que les résultats des trois jours diffèrent de $0^s,1$, ce qui se retrouve dans les derniers jours. On se trouve également en présence d'anomalies inexplicables dans les marches de la pendule, déduites des variations moyennes obtenues dans les diverses séries. Si l'on calcule ces marches d'un jour à l'autre en se servant des séries consécutives faites dans une même position du cercle, les résultats concordent beaucoup mieux avec les marches adoptées primitivement et fondées sur les observations ordinaires pour la fixation de l'heure.

M. Gautier pense donc être justifié d'employer pour les réductions à l'instant moyen ces marches primitives et de renoncer à toute recherche ultérieure de perfectionnement du dit travail au moyen de coefficients nécessairement entachés d'une erreur dont l'origine n'est pas encore connue. L'emploi des corrections de la pendule pour l'évaluation de sa marche, nous amène, en effet, à des variations absolument incompatibles avec la régularité bien constatée de ses indications habituelles.

M. Gautier espère arriver, dans le courant de cette année, à terminer tout le travail avec son collègue M. v. Oppolzer.

M. *Hirsch* n'a que peu de renseignements à ajouter aux détails qu'il a donnés l'année dernière et qu'il peut confirmer par suite d'une nouvelle compensation que son assistant, M. le Dr Hilfiker, vient d'exécuter pour tout le réseau des longitudes d'Europe, et d'où résultent à très peu

près les mêmes corrections pour les longitudes franco-suisse. M. le colonel Perrier, auquel M. Hirsch a communiqué ces résultats ainsi que les décisions de la commission suisse, vient de lui répondre qu'à cause de la transformation de l'organisation du service géographique de l'Etat-Major, il ne pourra pas entreprendre cette année la nouvelle détermination de notre quadrilatère, qu'il faudra donc renvoyer à l'année prochaine; en attendant, il se propose de faire déterminer cet été de nouveau la différence Paris-Lyon, pour simplifier la tâche internationale l'année prochaine. Quant aux calculs de réduction, M. le colonel Perrier affirme que, par une révision attentive, aucune erreur n'y a été découverte.

La nouvelle détermination des longitudes franco-suisse se trouve ainsi forcément renvoyée à l'année prochaine.

3. Nivellement.

A la demande de M. le Président, M. *Hirsch* rend compte des progrès que l'œuvre du nivellement de précision a faits depuis l'année dernière.

M. Scheiblauer a consacré une grande partie de son temps aux longs calculs de compensation du réseau hypsométrique suisse. Après de longues recherches préalables, nous sommes convenus de donner la préférence au système de compensation qui tient compte, pour les poids, de trois éléments, savoir de l'erreur d'observation kilométrique, du tassement et de l'erreur de la mire. Nous avons également décidé que ce même système de trois sources d'erreur qui servirait pour la compensation des grandes lignes du ré-

seau, devait être employé à distribuer les corrections des grandes lignes entre les sous-sections d'un repère secondaire à l'autre.

M. Scheiblaueur s'est mis de suite à l'exécution de ce travail; comme M. Hirsch n'a eu que depuis huit jours le lourd cahier de tous ces calculs sous les yeux, il ne peut pas aujourd'hui rendre compte en détail des résultats. Du reste le tout sera publié dans le courant de l'année prochaine, car la nouvelle détermination de notre étalon en fer de 3^m, déterminé dans le temps par M. Wild, qui l'a comparé au mètre normal du Bureau fédéral des poids et mesures, sera terminée en tous cas à la fin de cette année au Bureau international des poids et mesures, au comparateur géodésique qui y est installé maintenant, et par rapport au nouvel mètre prototype. Comme la correction qui en résultera pour la longueur totale de notre étalon de fer ne change que l'unité, on a pu terminer les travaux de compensation, sauf à multiplier finalement toutes les altitudes qu'elle aura fournies, par un seul coefficient, pour avoir les altitudes définitives exprimées en unités métriques exactes. Ce travail pourra se faire dans le courant de l'année, de sorte qu'au printemps prochain on peut espérer de pouvoir publier la neuvième livraison de nivellement de précision. Toutefois, comme cette livraison doit encore contenir les lignes de raccordement des stations astronomiques de Weissenstein, Righi et du Gäbris, exécutées en 1884, dont M. Scheiblaueur n'a pu réduire que les deux premières il faudra qu'il exécute aussi la réduction de la ligne de rattachement du Gäbris, pendant cet hiver, pour qu'on puisse commencer l'impression au printemps.

Il suffira de faire connaître aujourd'hui à la Commission quelques résultats principaux de la compensation. Ainsi l'erreur fortuite d'observation a été trouvée égale à $\pm 1^{\text{mm}},5$ par kilomètre, ce qui est certainement très acceptable pour un pays comme le nôtre; le tassement est trouvé également assez faible, savoir $0^{\text{mm}},055$ ce qui parle pour le bon état des routes parcourues, du moins en général; enfin la correction provenant des équations admises des mires, est de $0^{\text{mm}},035$ par mètre de hauteur.

L'erreur moyenne de clôture d'un polygone est d'après l'observation $\pm 54^{\text{mm}},2$, est d'après le calcul elle est en moyenne de $\pm 57^{\text{mm}},4$.

La correction que la compensation apporte à une sous-section, c'est-à-dire à la différence de niveau entre deux repères secondaires, dépasse rarement 1^{mm} .

En moyenne la compensation a augmenté le poids de l'unité de 15 ‰; de même les contradictions du réseau ont augmenté l'erreur moyenne d'une ligne de 15 ‰.

Enfin les corrections des altitudes de nos repères principaux au-dessus de la Pierre à Niton, indiquées par la compensation, varient entre $\pm 2^{\text{mm}}$ et 74^{mm} .

M. Hirsch croit devoir encore citer comme fait intéressant le suivant : ayant exclu de la compensation les lignes de Brienz au glacier du Rhone et retour, parce que ces deux opérations avaient donné des valeurs trop différentes, savoir en montant $1183^{\text{m}},565$ et en descendant $1183^{\text{m}},165$, nous avons trouvé, par le réseau compensé, pour la différence des deux stations en question $1183^{\text{m}},524 \pm 0^{\text{m}},054$, ce qui s'accorde parfaitement, dans les limites de l'incertitude, avec la valeur mesurée de Brienz au glacier du Rhône; de sorte que nous n'avons pas eu besoin d'entre-

prendre une nouvelle opération sur le terrain, pour rejeter simplement le résultat de la descente, comme entaché d'une grosse erreur accidentelle.

En résumé M. Hirsch croit pouvoir affirmer que la compensation du réseau hypsométrique nous permet d'être très satisfaits de la précision de notre nivellement, surtout si l'on tient compte des difficultés spéciales et exceptionnelles auxquelles ces opérations ont été exposées dans notre pays.

M. le colonel *Lochmann* fait une communication d'où il résulte que dans la gare de Weinfelden, à l'occasion d'une réparation du bâtiment qu'on y a exécutée, on a tout simplement supprimé le repère de nivellement qui avait été placé dans le temps par nous à l'entrée de la gare.

Après une discussion dans laquelle tous les membres témoignent de leur désapprobation d'un pareil vandalisme, surtout lorsqu'il est commis par des hommes techniques qui devraient comprendre la valeur d'un tel repère, et vu que pareils faits, quoique d'un caractère moins brutal, sont déjà arrivés assez fréquemment, la Commission décide de demander au département fédéral de l'Intérieur, qu'il veuille bien prendre les mesures qu'il jugera utiles pour la conservation des repères du nivellement fédéral, par exemple en les mettant sous la protection spéciale des gouvernements cantonaux. Il serait surtout nécessaire, que, si les autorités cantonales, communales et autres se trouvent dans la nécessité de déplacer un de ces repères ou de faire des travaux dans son voisinage, qui en pourraient compromettre la stabilité, elles fussent tenues à en donner avis au département fédéral assez tôt, pour que celui-ci puisse s'adresser soit à la Commission géodésique, soit au

bureau topographique de l'état-major, afin que le déplacement du repère puisse être exécuté par un ingénieur compétent qui en même temps déterminerait, par un nivellement de précision, la différence de niveau entre l'ancien et le nouveau repère.

La Commission exprime en même temps sa reconnaissance au département des postes et chemins de fer, d'avoir, par circulaire du 17 juin, conçue dans le sens indiqué, recommandé la protection des repères à toutes les administrations des chemins de fer suisses. A l'occasion de la partie de la circulaire mentionnée qui recommande l'extension du nivellement de précision à toutes les lignes suisses et l'établissement de repères et de tableaux d'altitude dans toutes les stations, M. *Hirsch* croit devoir donner quelques explications.

Il y a environ huit jours, il a reçu une lettre de M. Dapples, inspecteur technique du département des chemins de fer qui, en communiquant la circulaire de M. Hertenstein, développe l'importance pratique d'une telle extension du nivellement de précision à toutes les stations de chemins de fer, et désirait connaître les dispositions de la Commission géodésique à cet égard. M. Hirsch a répondu immédiatement à M. Dapples que, sans méconnaître en aucune façon l'utilité d'un tel projet, il faudrait aussi se rendre compte de ses difficultés et des frais considérables qu'il nécessiterait. Il faudrait surtout savoir s'il s'agissait d'un nivellement complet de précision de toutes les lignes suisses, ou si, après une révision systématique de tous les nivellements exécutés par les ingénieurs des chemins de fer, lors de leur construction, on entend se contenter d'augmenter convenablement le nombre des repères, placés déjà dans

des stations par la Commission, et rattacher les nouveaux repères des stations aux plus prochains repères du réseau fédéral. Enfin M. Hirsch qui s'est déclaré disposé à porter la question devant la Commission géodésique dans sa prochaine séance qui allait avoir lieu le 28 juin précisément à Berne, a proposé à M. Dapples d'avoir avec lui la veille une conférence préalable, pour discuter verbalement tous les points de la question. Cette conférence a eu lieu hier, et M. Dapples a déclaré ne pas songer à un nivellement complet de précision de toutes les lignes de chemins de fer, et de se contenter de rattacher la plupart des gares à nos repères les plus rapprochés. M. Dapples a accepté également la proposition que M. Hirsch a faite, en réservant la ratification de la Commission, de faire d'abord un essai pour les sept stations entre Berne et Thoune, surtout pour se procurer des données sur le coût d'une pareille entreprise.

En conséquence M. *Hirsch* se permet de recommander cette importante question à l'attention favorable de la Commission et en réservant la décision définitive sur tout le projet à plus tard, il propose d'accepter la proposition de faire exécuter par M. Redard, et à nos frais, le rattachement des sept stations entre Berne et Thoune à nos repères tous très rapprochés.

MM. *Wolf* et *Gautier*, tout en étant favorables au projet du département des chemins de fer, font cependant remarquer qu'une pareille entreprise a essentiellement une portée pratique et ne profite pas directement aux travaux scientifiques de géodésie dont la Commission est chargée. En tout cas ils sont d'avis que les frais d'un nivellement des chemins de fer devraient être supportés par les intéres-

sés, la Commission ne pouvant pas distraire, en faveur d'une entreprise exclusivement pratique, une partie des crédits qui lui sont alloués pour ses travaux, et qui suffisent à peine à l'exécution de son programme scientifique.

M. *Hirsch* se déclare entièrement d'accord sur ce point de vue; il estime que les frais du grand travail de rattacher la plupart des stations, s'il se réalise, devraient être supportés par les Compagnies des chemins de fer intéressées et par le département fédéral des chemins de fer. Par contre il croit que la Commission pourrait bien prendre à sa charge les frais peu importants pour l'essai entre Berne et Thoune, frais qui ne dépasseront pas quelques cents francs. En outre, si les Compagnies et le département des chemins de fer s'engagent à payer l'exécution du grand projet, la Commission pourrait bien se charger de la direction générale et prêter ses instruments, qui ne sont plus occupés, notre réseau étant terminé.

D'autres membres s'étant prononcés dans le même sens, la Commission décide :

1° La Commission se déclare en principe favorable au projet de rattacher toutes les stations des chemins de fer suisses au réseau du nivellement de précision, et elle se déclare prête, si on lui en fait la demande, à diriger ces opérations d'après la même méthode et à les faire exécuter avec les mêmes instruments et, autant que possible, par les mêmes ingénieurs qui ont été employés dans le réseau même. Par contre, comme l'intérêt de cette entreprise est essentiellement pratique et ne se rattache pas directement aux travaux scientifiques de géodésie, dont elle est chargée d'après le programme international de la mesure des degrés en Europe, la Commission ne peut pas consacrer une

notable partie des fonds qui lui sont alloués dans ce but, pour le nivellement des chemins de fer, dont elle n'acceptera la direction qu'à condition que les Compagnies et le département des chemins de fer en supportent les frais.

2° Pour pouvoir établir le devis de ces derniers, la Commission est prête à faire un essai pour les sept stations de la ligne Berne-Thoune, et cela à ses frais, à condition que le Central fournisse à notre ingénieur les aides, qu'il lui accorde la libre circulation pendant l'opération et qu'il se charge de la pose des repères dans les sept stations. M. Hirsch est invité à s'entendre avec M. Dapples sur les détails¹.

4. Prévisions pour 1885 et budget pour 1886.

M. le *Président* croit qu'après avoir épuisé les autres chapitres de l'ordre du jour, il faut entamer le dernier, savoir la distribution des fonds disponibles pour le reste de l'année et l'établissement du budget pour 1886. Pour pouvoir le faire, il prie M. le colonel Lochmann de communiquer d'abord le compte de ce que la Commission doit encore au Bureau topographique fédéral.

M. le colonel *Lochmann* expose que l'ensemble des travaux de la base du Tessin et de son rattachement au réseau a coûté 30,894 fr. ; comme la Commission en doit la

¹ L'opération a été exécutée par M. Redard dans la seconde moitié de juillet et au commencement d'août, entravée par le temps défavorable. Le coût de l'opération a été de fr. 327,50. Mais en réduisant, d'après notre longue expérience, le travail à l'avancement moyen par jour, on trouverait environ fr. 280, c'est-à-dire fr. 40 par station.

moitié, savoir 15,447 fr., et qu'elle a déjà remboursé jusqu'à présent la somme de 11,800 fr., elle doit encore au Bureau fédéral le reste de 3,647 fr. Or, il manque encore l'achèvement des travaux de bureau en 1885, ce qui peut bien porter le solde dû à 4000 fr.

M. le *Président* croit pouvoir établir avec cette donnée et les autres dépenses, soit déjà faites, soit décidées aujourd'hui, la prévision suivante de notre situation financière pour l'année actuelle :

PRÉVISION POUR 1885.

Recettes.

Solde actif de 1884 .	Fr.	152 50	
Allocation fédérale p ^r			
1885	»	15 000 —	
			Fr. 15 152 50

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur pour cinq mois .	Fr.	1 665 --	
Frais de voyages et de bureau de l'ingénieur .	»	85 75	
Réparation d'instruments de nivellement .	»	11 90	
Frais de lithographie et de reliure pour des carnets (note de Furrer)	»	78 —	
Frais de reliure et de ports pour le 2 ^{me} volume de la triangulation de la Suisse (notes de Furrer et Zürcher)	»	118 90	
Divers	»	6 55	
			» 1 966 10
<i>Reste disponible actuellement</i>	Fr.	13 186 40	

Prévisions de dépenses.

Traitement de l'ingénieur pour sept mois .	Fr. 2 335 —	
Solde de contribution dû au Bureau topographique	» 4 000 —	
Frais de nivellement des stations entre Berne et Thoune	» 300 —	
Frais des deux stations au Gäbris et au Simplon	» 3 000 —	
Députation à la séance de la Commission géodésique internationale à Nice	» 700 —	
		» 10 335 —
Reste disponible pour les autres dépenses qu'on ne peut pas encore évaluer .	Fr. 2 851 40	

M. le *Président* propose ensuite de passer à l'établissement du budget pour l'année prochaine, dont il soumet un projet à la discussion.

M. *Hirsch* fait d'abord remarquer que, au lieu des deux stations astronomiques du Gäbris et du Simplon, qui seront déjà exécutées cette année, il faudra prévoir deux ou trois stations astronomiques dans le Tessin pour la détermination de la verticale et, en outre, une ou deux stations pour la détermination de la pesanteur au moyen du pendule à réversion, dont il croit pouvoir évaluer les frais à 6000 fr.

M. *Wolf* croit, vu que toutes ces stations étant très rapprochées, qu'on pourrait en rester aux 5500 fr. de son projet.

M. Wolf ajoute, pour expliquer la somme, à première vue considérable, de 4000 fr. qu'il a comptée dans son projet pour frais d'impression, qu'il faut prévoir pour l'année prochaine à la fois la publication du troisième volume de la triangulation, contenant la compensation du réseau, la neuvième livraison du nivellement, contenant la compensation du réseau hypsométrique et la liste des cotes des altitudes suisses, et enfin l'impression des procès-verbaux.

Après quelques autres observations et explications échangées, la Commission adopte le projet suivant du budget, que M. le président est prié de présenter aux autorités fédérales :

PROJET DE BUDGET POUR 1886.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 4 000
Frais de trois stations astronomiques et d'une station de pendule	» 5 500
Frais d'impression	» 4 000
Frais de voyages, de séances, etc.	» 1 000
Imprévu	» 500
Total	Fr. 15 000

5. Communications diverses.

M. *Hirsch* attire l'attention de la Commission sur la nécessité de songer à la prochaine publication de nos importantes mesures des trois bases, qui a déjà trop tardé par suite de l'absence à l'étranger de M. le colonel *Dumur*, qui, ayant dirigé ces opérations sur le terrain, a le droit de coopérer à leur publication pour laquelle, du reste,

nous pourrions difficilement nous passer de son concours. Or, M. Hirsch a appris que M. Dumur est revenu depuis quelque temps en Suisse, et il désire être autorisé de se mettre en rapport avec M. le colonel Dumur dans ce but.

M. le colonel *Lochmann* se déclare d'accord sur la convenance de publier aussitôt que possible les mesures des bases et de demander pour cela le concours du colonel Dumur.

La Commission prie M. Hirsch de se concerter avec M. Dumur sur les mesures à prendre et d'en donner communication à la Commission ¹.

M. *Hirsch* a reçu, le mois dernier, une demande de M. Guisan, ingénieur à Lausanne, d'obtenir un exemplaire du *Nivellement de précision de la Suisse*, dont il aura besoin pour un travail sur le nivellement barométrique qu'il a entrepris. M. Hirsch recommande à la Commission d'agréer cette demande, d'autant plus que M. Guisan a publié dans le *Bulletin de la Société des ingénieurs civils de Paris* un résumé très bien fait de notre nivellement de précision.

La Commission décide de faire envoyer à M. Guisan un exemplaire des différentes livraisons du *Nivellement de précision*.

La séance est levée à 3 heures.

Le Secrétaire,
Dr AD. HIRSCH.

Le Président,
Dr R. WOLF.

¹ Peu après la séance, une entrevue a eu lieu à l'Observatoire avec M. Dumur, qui a promis sa coopération pour la publication; le détail a été réservé à une autre conférence.