

Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 15 (1884-1886)

Vereinsnachrichten: Procès-verbal de la 29e séance de la commission géodésique suisse tenue à l'Observatoire de Neuchâtel, le 13 Juin 1886

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: 21.07.2025

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

PROCÈS-VERBAL

DE LA 29^e SÉANCE DE LA

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

TENUE A

l'Observatoire de Neuchâtel, le 13 Juin 1886

Présidence de M. le professeur Wolf.

La séance est ouverte à 1 heure.

Sont présents : M. le professeur *Hirsch*, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, secrétaire de la Commission ; M. le colonel *Lochmann*, chef du Bureau topographique fédéral.

M. le colonel *Dumur*, ancien membre de la Commission, a été invité par M. le Président à prendre part à la séance, dans laquelle il s'agira du calcul définitif de nos bases, auxquelles M. Dumur veut bien continuer à s'intéresser.

M. *Scheiblauer*, ingénieur de la Commission, assiste à la séance, avec voix consultative.

M. le *Président* communique une lettre de M. le colonel *Gautier*, directeur de l'Observatoire de Genève, qui excuse

son absence par les suites d'un accident de voiture qui lui est arrivé il y a peu de temps. M. le Président explique également l'absence de M. le conseiller d'Etat *Rohr*, par son état de convalescence dans lequel il se trouve, ensuite de la grave maladie dont il a été atteint.

La Commission exprime ses regrets de voir ces deux membres empêchés d'assister à la séance par des raisons de santé, ainsi que ses vœux pour leur prompt rétablissement.

M. le *Président* présente ensuite les comptes de l'année dernière, qui ont été approuvés par le Comité central de la Société helvétique des Sciences naturelles, et reçus par le Département fédéral de l'Intérieur.

COMPTES DE LA COMMISSION GÉODÉSIQUE POUR 1885

Recettes.

Solde actif de 1884 .	Fr.	152,52	
Allocation fédérale			
pour 1885 . . .	»	15000,00	
	Total . .		Fr. 15152,52

Dépenses.

1. Traitements d'ingénieurs . . .	Fr.	4116,00
2. Frais de bureau et de voyage de M. Scheiblauser . .	»	85,75
3. Frais de réparation d'instruments . . .	»	11,90
A reporter	Fr.	4213,65

	Report	Fr.	4213,65
4. Frais d'impression du procès-verbal, carnets, etc. . . .	»		277,60
5. Contribution aux frais de la trian- gulation du ré- seau de rattachement des bases . . .	»		4000,00
6. Campagnes d'ob- servation au Gä- bris et au Sim- plon	»		1332,40
7. Nivellement d'essai pour rattacher les stations de che- min de fer entre Berne et Thoune . . .	»		327,50
8. Frais de séance et de voyage.	»		266,35
9. Divers	»		16,15
Total . . .			Fr. 10433,65
Solde actif de 1885 . . .			Fr. 4718,87

M. le *Président* ajoute que ce solde relativement considérable s'explique par le fait, que les frais des expéditions au Gäbris et au Simplon sont restés sensiblement au-dessous du devis, que la session de la Commission géodésique internationale qui devait avoir lieu à Nice, a dû être renvoyée, par suite de la mort du général Baeyer, à l'année prochaine, de sorte qu'il n'y a pas eu, en 1885, de frais de

délégation, et enfin parce que l'impression, aussi bien du 3^e volume de la triangulation que celle de la dernière livraison du nivellement, n'a pu être commencée, avant que la comparaison de la règle des bases et de l'étalon de 3^m de Berne avec le nouveau prototype international du mètre, au Bureau international des poids et mesures, permettent d'exprimer nos résultats en unités définitives. Du reste, ce solde est le bienvenu, attendu que les dépenses de la Commission dans l'année courante seront probablement tellement considérables, qu'elle ne pourrait pas les couvrir sans ce solde de l'année passée, bien que, comme toujours dans les premiers mois, les dépenses aient été faibles jusqu'à présent.

En effet, *la situation financière de l'année courante (1886) est la suivante :*

Recettes.

1. Allocation fédérale		
pour 1886 . . .	Fr.	15000,00
2. Solde actif de 1885	»	4718,87
Total . . .		Fr. 19718,87

Dépenses faites jusqu'au moment actuel.

1. Traitement de l'ingénieur pour les quatre premiers mois	Fr.	1332,00
2. Frais de bureau de l'ingénieur . . .	»	5,00
3. Divers	»	2,20
Total . . .		Fr. 1339,20
Fonds disponibles en ce moment . . .	Fr.	18379,67

Avec ce solde disponible il y aura à couvrir tous les frais d'observation (dans le Tessin), de calculs et de publication.

M. le Président se réserve d'établir la prévision des dépenses, lorsque la discussion et les résolutions de la Commission sur les différents travaux seront terminés.

Pour la discussion des différentes questions à l'ordre du jour, M. le Président propose de suivre l'ordre ordinaire; seulement comme il n'y a pas eu en 1885, et qu'il n'y aura pas en 1886 de travaux de triangulation proprement dits, qui sont terminés pour le moment, on procédera dans l'ordre suivant : 1. *Travaux astronomiques*; 2. *Nivellement*; 3. *Bases*.

Sur toutes ces matières, M. le *Secrétaire* a bien voulu se charger du rapport. M. le Président lui donne la parole.

1. Travaux astronomiques.

M. *Hirsch* rend d'abord compte des observations de latitude et d'azimut, accomplies dans les deux stations du Gäbris et du Simplon, par MM. Scheiblaue et Haller, d'après le rapport que M. Scheiblaue a adressé le 1^{er} mai à la Commission géodésique.

Au *Gäbris*, les observations ont duré vingt jours (du 9 au 29 juillet), à cause surtout du mauvais temps et parce que les observateurs ont poussé un peu trop loin le nombre d'observations individuelles dans les séries. On a modifié l'ancien pilier de Plantamour, qui porte maintenant, comme repère de hauteur NF_{15 bis} lequel, d'après M. Scheiblaue, est de 422^{mm} plus haut que l'ancien NF₁₅.

Ces Messieurs se sont servis du théodolite astronomique de Repsold, prêté par M. le général Ibañez. La valeur des deux niveaux a été déterminée au cercle méridien de Zurich, où l'on a trouvé pour une partie du niveau de l'axe $1^p = 2'',06$, et pour celle du niveau du cercle de hauteur $1^p = 1'',67$. On a répété à Neuchâtel ces déterminations dernièrement, et on a trouvé $1^p = 2'',00 \pm 0'',018$ pour le premier, et pour l'autre $1^p = 1'',59 \pm 0'',03$.

Comme baromètre, on s'est servi d'un anéroïde de Goldschmidt qui malheureusement a manqué de thermomètre, ce qui est surtout regrettable dans les montagnes où les températures varient souvent subitement. D'après M. Scheiblaue, l'accord de l'anéroïde avec les baromètres à mercure était incertain à $\pm 0^{\text{mm}},25$ près.

La détermination de l'heure, qui n'exerce heureusement pas de très grande influence sur la détermination de latitude et d'azimut, montre une incertitude assez considérable.

D'après un premier calcul de M. Scheiblaue, qui doit être répété, on trouve pour la latitude du Gäbris :

1. Obs. Scheiblaue $47^\circ 22' 54'',69 \pm 0'',12$ (Erreur moyenne d'obs.).
2. » Haller $53,64 \pm 0,12$ » » »

D'après les observations que M. Plantamour a faites dans le temps au Gäbris et qui se trouvent calculées dans les portefeuilles que M^{me} Plantamour a bien voulu livrer à la Commission, il avait obtenu :

3. Obs. Plantamour $47^\circ 22' 53'',28 \pm 0'',17$.

Attendu que les erreurs indiquées par M. Scheiblaue

sont simplement les erreurs d'observation, déduites de leurs écarts avec la moyenne dans les mêmes conditions, et que le désaccord des deux observateurs avec le même instrument est de $0'',92$, tandis que l'erreur de Plantamour est l'erreur totale, comprenant aussi l'incertitude des corrections instrumentales, de réfraction, etc.; mais que, d'autre part, l'instrument dont s'est servi M. Plantamour était inférieur, il semble à M. Hirsch qu'il faut réunir les trois déterminations, pour le moment du moins, en simple moyenne arithmétique, ce qui donne pour la

latitude du Gäbris $\varphi = 47^\circ 22' 54'',53 \pm 0'',44$.

Pour l'*azimut de la direction Gäbris-Pfænder*, où l'on avait établi un héliotrope, ces deux Messieurs ont trouvé :

Scheiblaue	$58^\circ 50' 40'',93 \pm 0'',21$	(Erreur d'observation).
Haller	$58^\circ 50' 41'',47 \pm 0'',25$	»
Azimut moyen	$58^\circ 50' 41'',20 \pm 0'',27$	

Cette moyenne est assez d'accord avec les mesures que M. Hirsch a faites en 1868 et qu'il n'a pas publiées, parce qu'elles étaient trop peu nombreuses, le mauvais temps continu ayant forcé M. Hirsch d'interrompre ses observations après deux jours assez mauvais; ces quelques mesures lui avaient donné $58^\circ 50' 41'',0 \pm 0'',5$.

Nos ingénieurs ont trouvé par un nouveau centrage du signal des résultats sensiblement différents de ce que M. Jacky avait indiqué dans le temps; car tandis que MM. Scheiblaue et Haller ont trouvé pour la distance entre le signal et le pilier d'observation, $158^m,9$, exactement d'accord avec la mesure de Jacky, ces messieurs indiquent :

Signal à l'Ouest du Pilier 20^m,065, tandis que Jacky donnait 24^m,127
Signal au Nord du Pilier 457, 626, » 457, 059

Avant d'admettre les conséquences qui résultent de ces différences, comme M. Jacky était un géomètre trop habile et consciencieux, pour commettre une grossière erreur de 4^m dans une pareille mesure, il paraît à M. Hirsch que ce centrage doit être vérifié une troisième fois, et au besoin des renseignements pris sur un déplacement, peu probable, il est vrai, du signal.

Quant à la *station du Simplon*, nos ingénieurs ont cru également devoir changer l'ancien pilier d'observation, parce que celui-ci aurait été placé simplement sur le gazon, de sorte qu'il a fallu l'installer sur une fondation solide, ce qui a eu pour conséquence de rehausser le nouveau pilier de 115^{mm} par rapport à l'ancien. La méthode d'observation a été la même qu'au Gæbris; la détermination de l'heure a laissé ici encore plus à désirer, car on rencontre des variations de marche diurne allant jusqu'à 0^s,80 et même à 2^s,25.

La détermination de la latitude par les distances zénithales ont donné à nos ingénieurs, d'après un premier calcul, pour la latitude du Simplon,

d'après Scheiblaue $\varphi = 46^{\circ} 44' 59'',83 \pm 0'',11$ (erreur moyenne d'obs.)

» Haller $\varphi = 46^{\circ} 44' 60'',22 \pm 0'',12$ »

Moyenne arithmét. $\varphi = 46^{\circ} 45' 0'',02 \pm 0'',19$

Nos ingénieurs ont aussi exécuté une détermination complète de la latitude par la méthode des passages au premier vertical; mais la réduction définitive n'en est pas encore terminée; M. Scheiblaue croit qu'il sera d'accord avec celui des distances zénithales.

Pour la mesure *d'azimut* au Simplon, ils ont jugé ne pas pouvoir déterminer directement celui d'un des signaux situés autour du Simplon, parce qu'ils sont trop rapprochés et trop gros; ils ont préféré déterminer la direction d'une fente apparente dans les rochers, laquelle se projetant sur le ciel, formait dans la lunette une image semblable à celle d'une étoile, un peu allongée, et ensuite de relier cette fente aux signaux par des mesures d'angles. Il résulte du rapport de M. Scheiblaueur pour

l'azimut de la fente, d'après Scheiblaueur	235° 33' 9",48 ± 0",23
» » Haller	8",56 ± 0",49
Moyenne arithmétique	235° 33' 8",87 ± 0",31

Ensuite le rattachement par mesures d'angles donne les directions :

Fente du rocher	0° 0' 0",00
Signal du Schienhorn	67 21 2, 39
» Wasenhorn (B)	187 35 9, 47
» Grieserhorn	325 19 5, 71
» Mattenwaldhorn	351 9 43, 59

avec une erreur moyenne d'une direction compensée de $\pm 0",15$.

Comparant ces directions avec celles du Tome II de la Triangulation, p. 203, qui diffèrent des nouvelles en moyenne de $\pm 1",8$, M. Scheiblaueur en conclut, pour les azimuts N.-E., des signaux vus du Simplon :

Fente du Rocher	235° 33' 8",87
Schienhorn	302 54 11, 36
Wasenhorn (B)	63 8 18, 43
Grieserhorn	200 52 14, 94
Mattenwaldhorn	226 42 51, 96

Ici encore M. Haller a rattaché de nouveau le pilier au bâtiment de l'Hospice, et a trouvé quelques-unes des données sensiblement différentes des anciennes, mesurées en 1870 par M. Lechner. Comme pour le Gäbris, les preuves données par M. Scheiblaue pour rejeter simplement les anciennes données, ne semblent pas suffisantes à M. Hirsch; d'abord parce que les données supplémentaires, au moyen desquelles M. Scheiblaue a fait la compensation des mesures, étant empruntées surtout aux nouvelles mesures de M. Haller, il est naturel que celles-ci, compensées, s'accordent mieux avec les mesures originales, que ce n'est le cas pour les anciennes. Ensuite M. Hirsch fait observer que, pour les mesures des distances, les cordes ou les bandes en acier dont se servent les différents ingénieurs, ont souvent des équations assez fortes et varient assez avec l'humidité ou la température, pour donner sur des distances de 40 à 50^m des différences sensibles; une preuve que c'est là la source principale du désaccord signalé entre les anciennes et les nouvelles distances, mesurées au Simplon, est donnée par le fait que pour les trois mesures dont il s'agit, les écarts ont tous le même signe, et sont à peu près proportionnels à la longueur, savoir :

S A, nouvelle mesure — ancienne	=	+ 0 ^m ,50	=	+ 4,47 ‰
S B » »		+ 0 ^m ,49	=	+ 4,26 ‰
S C » »		+ 0 ^m ,60	=	+ 4,24 ‰

M. Hirsch conclut qu'ici encore il faudra, à l'occasion, répéter ces mesures de centrage au Simplon, et cela avec une cheville qui aura été vérifiée, avant le départ, au Bureau fédéral des poids et mesures.

Quant aux travaux astronomiques à exécuter au Tessin,

pendant cette année, pour déterminer les déviations de la verticale dans les principales stations du réseau de jonction de la base de Bellinzona, les ingénieurs auraient aimé entrer en campagne déjà au commencement de juin, et M. Haller, sans doute avec la permission de son chef, est réellement déjà parti pour prendre les mesures d'installation nécessaires. Mais non-seulement la Commission s'est réservé expressément (voir P. V. de 1885, p. 16) de fixer le programme de ces observations dans cette séance, mais, en outre, M. Hirsch n'a pas cru convenable de commencer la campagne de cette année avec le théodolite de Repsold, que M. le général Ibañez nous avait prêté jusqu'en 1885, sans lui avoir demandé s'il pouvait le mettre à notre disposition pour la sixième année. M. Hirsch ayant adressé cette demande au commencement de mai à M. le général Ibañez, celui-ci, avec la gracieuse générosité dont il nous a donné une preuve si éclatante lors des mesures de nos bases, nous a accordé l'usage du théodolite Repsold pour la campagne de cette année, « très heureux, comme il écrit dans sa lettre du 10 mai à M. Hirsch, de pouvoir rendre ce petit service à la Commission géodésique suisse ». — M. Scheiblauer, dans son deuxième rapport sur le réseau du Tessin (mars 1886), conclut de ses études, très complètes, de ce réseau, qu'il serait nécessaire de déterminer astronomiquement la latitude et un azimut sur les quatre stations suivantes : *Cadenazzo, Gubiasco, Tiglio et Mognone*.

M. Hirsch appuie ce projet, à condition toutefois que les ingénieurs s'abstiennent cette fois réellement du luxe inutile des observations individuelles, en ne dépassant pas le nombre employé par l'Institut géodésique prussien (M. Albrecht). Comme l'expérience de l'année dernière montre

que ces messieurs ont besoin, pour mesurer la latitude et l'azimut d'une station, de 25 jours, cela ferait donc, pour les quatre stations du Tessin, un total de 100 jours, lesquels, en vue du climat plus clair du côté Sud des Alpes et de l'habitude déjà plus grande des observateurs, pourront peut-être se réduire à trois mois, de sorte qu'elles seraient terminées vers le 20 septembre.

En résumant cette partie de son rapport, M. *Hirsch* propose :

1^o Lorsqu'on publiera, après une réduction complète, les travaux exécutés en 1885 au Gäbris et au Simplon, il faudra y tenir compte rationnellement des anciennes observations de M. Plantamour; et il faudra contrôler les contradictions dans les centrages par une troisième opération faite avec une cheville métallique étalonnée.

2^o MM. Scheiblaue et Haller sont chargés de mesurer, dans le courant de cet été, (jusqu'à fin septembre à peu près) la latitude (autant que possible par les deux méthodes des distances zénithales et des passages au 1^{er} vertical) et l'azimut aux quatre stations de Cadenazzo, Gubiasco, Tiglio et Mognone dans l'ordre qui leur semblera indiqué par le temps, mais aux conditions mentionnées ci-dessus quant au nombre d'observations.

M. le *Président* ouvre la discussion sur cette partie du rapport de M. Hirsch. Après une courte discussion sur la manière de déterminer l'erreur d'une moyenne de deux déterminations, faites à la fois par deux observateurs, on décide de prendre pour l'incertitude d'une telle moyenne, d'après la règle établie, si les deux valeurs obtenues par les deux observateurs ont à peu près la même erreur d'observation, la moitié de la différence entre ces valeurs.

M. le Président ayant ensuite mis aux voix les conclusions de M. Hirsch, celles-ci sont adoptées par la Commission, qui décide en outre de renvoyer à l'année prochaine les opérations analogues pour les bases d'Aarberg et de Weinfelden, lorsqu'on se sera convaincu de leur nécessité et de leur utilité, d'après les résultats obtenus au Tessin.

2^o *Passant aux longitudes, M. Hirsch avait espéré jusqu'aux derniers jours que M. le colonel Gautier serait assez rétabli de son accident de voiture pour pouvoir assister à la séance, et présenter lui-même le rapport sur le résultat de l'opération entre Genève et Vienne. Malheureusement M. Gautier est encore trop souffrant pour pouvoir se déplacer, et a envoyé à M. Hirsch le rapport succinct suivant :*

« Conformément aux conclusions exposées l'an dernier à la Commission géodésique, les données nécessaires relatives aux observations de Genève en 1881 ont été transmises à M. v. Oppolzer, pour lui permettre de faire ses calculs complets de la détermination dont il s'agit.

« Dans le courant de décembre 1885, le résultat de ces calculs a été transmis au soussigné, aboutissant à une différence entre Vienne et Genève = $40^m 44^s,617 \pm 0^s,012$. Le résultat annoncé il y a 2 ans, auquel nous étions parvenus, était = $40^m 44^s,676 \pm 0^s,022$.

« La concordance peut être envisagée comme satisfaisante et la valeur acceptée correspondant à la valeur géodésique cherchée.

« Je déplore d'être empêché, par des circonstances de force majeure, de ne pouvoir entendre l'avis de mes collègues, messieurs les membres de la Commission géodési-

que, sur l'opportunité de publier les conclusions de ce travail et sur la forme à donner à cette publication.

« Cologny, le 11 juin 1886.

« (signé) E. GAUTIER. »

M. Hirsch croit avec M. Gautier cet accord des deux calculs indépendants très satisfaisant, puisqu'ils ne diffèrent que de $0^s,06$, et leur moyenne probable $40^m 44^s,63 \pm 0^s,05$ est assez acceptable.

Quant à la publication de ce travail, si la Commission géodésique d'Autriche veut s'en charger, comme il paraît, M. Hirsch ne verrait pas d'utilité à la faire aussi de notre côté; tout au plus pourrions-nous entrer pour une certaine part dans les frais de publication; il propose de prier MM. v. Oppolzer et Gautier de s'entendre aussi sur ce point. Mise au vote, cette manière de voir est adoptée par la Commission.

A la demande de M. le président, M. Hirsch passe aux *Longitudes Franco-Suisses*. M. Hirsch expose qu'il est en correspondance à ce sujet avec M. le colonel Perrier qui, malheureusement, a été malade et absent de Paris pendant plusieurs mois. M. Perrier avait d'abord proposé de déterminer cette année la longitude Neuchâtel-Lyon, et, pour obtenir l'identité des instruments, il proposa de faire faire toute l'opération, à Neuchâtel aussi bien qu'à Paris, avec ses instruments transportables et par ses officiers. Naturellement M. Hirsch n'a pas cru devoir accepter cet offre généreuse qui aurait eu l'inconvénient de contrôler les opérations internationales de 1878 par des travaux exclusivement français; du reste, M. Hirsch ne peut pas admettre l'utilité de remplacer le magnifique cercle méridien

de son Observatoire par un instrument inférieur, non-seulement de dimensions, mais aussi de stabilité, comme le sont, quoi qu'on en dise, tous les instruments transportables et à lunette brisée. Pourvu que l'équation personnelle des observateurs se détermine au moyen des deux instruments différents, il n'y a aucune nécessité d'avoir des instruments méridiens identiques. Enfin M. Hirsch aurait préféré la répétition du côté Paris-Neuchâtel, à la mesure d'une des diagonales de notre quadrilatère, Lyon-Neuchâtel.

Toutes ces questions ont été renvoyées à l'arrière-plan, lorsque M. le colonel Perrier a communiqué, dans une de ses dernières lettres à M. Hirsch, le résultat d'une nouvelle détermination, faite en 1855 par les officiers de l'état-major français, de la différence de longitude de Paris-Lyon; ce résultat diffère notablement de celui de 1877 et s'accorde, par contre, à $0^s,05$ près avec l'ancienne opération de Villarceau. M. Perrier voulait donc rejeter tout simplement la valeur de 1877, comme entachée d'une erreur constante inconnue; ce qui aurait versé le char de l'autre côté, en produisant pour l'erreur de clôture du polygone Franco-Suisse, au lieu de l'ancienne valeur $+ 0^s,41$, une nouvelle en sens contraire, savoir $- 0^s,27$.

M. Hirsch n'a pas pu partager cette manière de voir de son collègue; car enfin les deux opérations de 1877 et de 1885 entre Paris-Lyon ont été faites avec les mêmes instruments, d'après les mêmes méthodes et, sauf erreur, en partie du moins, par les mêmes observateurs. Quel droit a-t-on, dans un cas pareil, de faire abstraction complètement de la première opération et de ne tenir compte que de la seconde?

M. Perrier, sans préciser la grande erreur constante qui aurait été commise en 1877, à Lyon, indique comme raison l'azimut variable de la mire du Nord en 1877, qui, en trois mois, aurait changé de $0^s,27$. Mais d'après les expériences concluantes, faites depuis 25 ans, à l'Observatoire de Neuchâtel, cela n'aurait rien d'impossible, ni même de suspect, suivant les mouvements du sol qui existent dans certaines régions. Et surtout une telle variabilité à longue période d'une mire de Lyon ne saurait en rien compromettre la différence de longitude, pourvu que — comme il n'y a pas de doute — on eût suivi à Lyon la règle, convenue dès l'origine de l'Association géodésique, savoir que dans ces opérations de longitudes l'azimut de l'instrument doit toujours être déterminé directement par des observations célestes (Polaires et Equatoriales), et non pas par interpolation au moyen d'une mire.

Par ces considérations, M. Hirsch a cru devoir accepter pour la valeur de Lyon-Paris une moyenne probable déduite des deux opérations de l'état-major français de 1877 et de 1885, en donnant toutefois à celle-ci le double poids, à cause de son accord avec l'ancienne mesure de Villarceau de 1864, que M. Hirsch n'a pas pu directement introduire dans le calcul, parce qu'il ignorait la réduction de l'ancienne station de Villarceau à la nouvelle. En procédant ainsi, non seulement notre polygone Franco-Suisse se clôt à $+ 0^s,04$ près; mais d'après une compensation, que M. Hilfiker a exécutée, de toute la région du réseau qui intervient dans nos longitudes, en y introduisant pour Paris-Lyon la valeur $9^m 47^s,28$, obtenue comme il a été dit, on trouve les valeurs probables suivantes :

	Différence de longitude		
	calculée.	observée.	Différence.
Paris-Lyon. . .	9 ^m 47 ^s , 36	47 ^s , 28	+ 0 ^s , 08
» Puy-de-Dôme	2 31, 16	31, 11	+ 0, 05
» Marseille .	12 13, 81	13, 62	+ 0, 19
» Neuchâtel .	18 28, 57	28, 53	+ 0, 04
Lyon-Puy-de-Dôme	7 16, 20	16, 15	+ 0, 05
» Marseille .	2 46, 45	26, 63	— 0, 18
» Genève . .	5 28, 28	28, 32	— 0, 04
Genève-Neuchâtel .	3 12, 93	12, 97	— 0, 04

On voit par cette petite compensation que toutes les différences de longitude, dans lesquelles entrent nos observatoires suisses, sont représentées avec une erreur de 0^s,04, parfaitement admissible, tandis que les seules déterminations qui soient encore affectées d'erreurs trop grandes, se trouvent sur terrain français, savoir : Paris-Marseille et Lyon-Marseille.

Dans ces conditions, il semble à M. Hirsch qu'il serait indiqué par les faits, que d'abord nos collègues français vérifiassent ces deux différences de longitude, et qu'avec ces nouvelles données on s'entendît sur la meilleure ligne franco-suisse à exécuter de nouveau. Car M. Hirsch reconnaît parfaitement que la valeur probable, d'après son hypothèse, de Paris-Lyon, ne saurait rester le fondement définitif des longitudes franco-suisse ; mais si, par hasard, les nouvelles opérations Paris-Marseille et Lyon-Marseille donnaient, pour Paris-Lyon, une valeur en accord avec la valeur actuellement la plus probable, cela suffirait et tout serait en règle. Dans le cas contraire, une nouvelle compensation indiquera alors si c'est Neuchâtel-Paris, Lyon-Genève ou Neuchâtel-Lyon qu'il serait le plus utile d'exé-

cuter en 1887; peut-être sera-t-il indiqué alors d'exécuter à la fois le triangle Neuchâtel-Genève-Lyon, dans ce sens que dans ces trois stations on n'aurait qu'à faire, dans chaque nuit claire, une seule détermination complète de l'heure, et qu'on échangerait dans chaque observatoire des séries de signaux avec chacune des deux autres stations. Les équations personnelles devraient être déterminées, dans ce cas, d'abord par la mesure des temps physiologiques des trois observateurs au moyen des étoiles artificielles, et ensuite, par des étoiles naturelles, observées par tous les observateurs aux trois instruments employés.

La Commission, après avoir échangé quelques explications de détail, charge M. Hirsch de s'entendre avec ses collègues de Paris et de Genève sur les opérations à exécuter encore, s'il le faut, en 1887, pour compléter cette importante partie du réseau des longitudes¹.

2. Nivellement.

M. le *Président* constate que, contrairement à l'espoir exprimé dans la dernière séance, il n'a pas été possible de publier, jusqu'à présent, la 9^e et dernière livraison du *Nivellement de précision*, sans qu'on puisse en attribuer la faute à notre collègue, M. Hirsch, qui dirige seul ce grand travail depuis le décès de M. Plantamour, ni à M. Scheiblaue qui l'a aidé efficacement dans les calculs

¹ Jusqu'au moment de l'impression de ces procès-verbaux, MM. les colonels Perrier et Gautier sont tombés d'accord avec M. Hirsch, pour renvoyer en tout cas les opérations entre la France et la Suisse à l'année prochaine.

de compensation et de réduction. Il prie M. Hirsch de présenter le rapport sur les progrès accomplis et sur l'état actuel de cette entreprise.

M. *Hirsch* rappelle que le gros travail de la compensation du réseau, comme il l'a annoncé déjà dans la dernière séance, a été terminé en 1885; il le met aujourd'hui de nouveau sous les yeux de la Commission. Mais, en attendant, il y a eu de nouvelles lignes de nivellement, exécutées en 1884 pour rattacher au réseau de nivellement nos trois stations astronomiques de Weissenstein, Righi et Gäbris, dont il fallait terminer la réduction pour la 9^e livraison. Or, M. Scheiblaue, occupé pendant tout l'hiver à la réduction de ses observations astronomiques de 1885, et à la rédaction du rapport sur ces dernières, n'a pu venir à Neuchâtel qu'au mois de mai, pour s'occuper des calculs de nivellement.

La seconde raison de retard se trouve dans la vérification de l'étalement et de la dilatation de la règle de 3^m en fer, du Bureau fédéral des poids et mesures, dont on n'a pu obtenir également les résultats qu'au mois de mai. Or, comme M. Hirsch l'a expliqué déjà dans plusieurs de ses rapports, il fallait nécessairement attendre la nouvelle équation de cette règle, avec laquelle nos mires ont été comparées, avant de pouvoir exprimer les altitudes suisses définitives en véritable unité métrique; tandis qu'il était parfaitement loisible de terminer tous les autres calculs avec les anciennes valeurs des mires, déterminées dans les 5^e et 8^e livraisons.

Maintenant, d'après le certificat obtenu du Bureau international des poids et mesures, l'équation de la règle en fer de 3^m de Berne est celle-ci :

$S(0 - 2900^{\text{mm}}) = 2900^{\text{mm}},4919 (1 + 0,000\,01168 \times t^{\circ})$,
ou dans cette autre forme :

$S(0 - 2900^{\text{mm}}) = 2900^{\text{mm}},9899 + 0^{\text{mm}},03388 (t^{\circ} - 14,^{\circ}7)$,
tandis que l'ancienne valeur, déterminée par M. Wild et
que nous avons employée pour tout notre nivellement jus-
qu'à présent, était :

$S(0 - 2900^{\text{mm}}) = 2901^{\text{mm}},102 + 0^{\text{mm}},029 (t^{\circ} - 14^{\circ},7)$.
par conséquent une différence de $- 0^{\text{mm}},112$ pour l'étalon
de Berne ¹.

Il en résulte donc pour nos mires et pour notre nivelle-
ment l'équation suivante :

$$A^{\text{m}} (\text{nouvelle valeur}) = A^{\text{m}} (\text{anc. valeur employée}) - 0^{\text{mm}},039 + 0^{\text{mm}},0017 (t - 14^{\circ},7).$$

Heureusement on a reconnu que l'influence de la cor-
rection pour température était presque partout considéra-
blement plus faible que les écarts des anciennes déter-
minations des mires, par rapport à leur moyenne; et
comme il a été démontré qu'on pouvait négliger ces écarts,
et employer une seule valeur pour chaque mire, on est
d'autant plus justifié de faire abstraction des températures
des dix-huit comparaisons successives. En effet on trouve
dans les cas extrêmes en 1873, avec une différence de
niveau de 2000^m, l'influence des températures de compa-
raison est de 30^{mm}, respectivement de 26^{mm} (suivant qu'il
s'agit de l'une ou de l'autre des deux mires), tandis que

¹ M. le Directeur du Bureau fédéral des poids et mesures, à Berne,
a bien voulu communiquer cette correction aux nombreux Etats qui
avaient envoyé leurs mires au Bureau de Berne, et auxquels on avait
naturellement donné, dans le temps, la valeur de leurs mires d'après
l'ancienne équation de l'étalon en fer.

Le Secrétaire.

l'écart de la détermination spéciale de cette année avec la moyenne générale produirait 244^{mm} ou 222^{mm} d'influence.

Si l'on réduit maintenant toutes les anciennes comparaisons de mires, suivant l'équation donnée ci-dessus, en d'autres mots : si l'on déduit la longueur des mires suisses, des dix-huit comparaisons faites avec l'étalon de Berne, d'après sa valeur définitive actuellement connue, on obtient par mètre de la

Mire I = 1 ^m ,000669 et de la Mire II = 1 ^m ,000296 ; tandis qu'on a employé jusqu'ici 1 ^m ,000697	1 ^m ,000317, donc <i>correction par</i>
<i>mètre</i> — 0 ^{mm} ,028	— 0 ^{mm} ,021.

Cette différence de 7^u entre les deux réductions des deux mires est comprise dans l'incertitude des déterminations et elle est du rang des autres quantités négligées, de sorte qu'il n'est évidemment pas nécessaire de recommencer tout le travail de compensation, en employant deux réductions, suivant les mires employées.

En outre, si à côté des comparaisons de Berne on voulait encore tenir compte des comparaisons des mires sur les repères fondamentaux de Neuchâtel, on obtiendrait pour la Mire I une correction de + 0^{mm},002 et pour la Mire II de — 0^{mm},002 ; on arriverait donc pour la moyenne au même résultat.

M. Hirsch tire de toutes ces recherches et considérations la conclusion, qu'on est parfaitement justifié de multiplier toutes les altitudes, résultant de la compensation, avec ce seul facteur moyen : 1^m — 0^{mm},025.

C'est ce que M. Scheiblauer vient de faire, avec l'aide de M. Redard, que M. Hirsch a engagé comme aide calculeur, d'abord pour contrôler les calculs de M. Scheib-

lauer par un second calcul indépendant, ensuite pour transcrire des anciennes livraisons les cotes, ainsi corrigées, de tous les repères avec leur description, et pour préparer ainsi, comme couronnement de toute notre œuvre de nivellement, le *Tableau des altitudes suisses, d'après le Nivellement de précision*.

Mais ici surgit de nouveau la grave difficulté dont il a été question déjà à plusieurs reprises, savoir : Faut-il dans ce tableau hypsométrique rapporter nos altitudes *au niveau de la mer*, ou à notre point de départ fondamental suisse (la Pierre du Niton)? Ou, en d'autres mots : Pouvons-nous donner dès à présent les cotes soi-disant *absolues*, ou devons-nous nous contenter provisoirement encore de donner les altitudes suisses, rapportées à notre horizon fondamental?

M. Hirsch se bornera aujourd'hui à récapituler brièvement la situation : Il rappelle à la Commission que notre nivellement de précision n'est pas un travail isolé, mais une partie intégrante d'une grande opération, entreprise, sur notre proposition, dans toute l'Europe, sous la direction générale de l'Association géodésique internationale. Cette dernière a décidé de rapporter toutes les altitudes de l'Europe à *un seul niveau fondamental*. Pour pouvoir choisir ce dernier, elle a insisté, il y a bien des années, pour qu'on entreprenne, dans un grand nombre de ports disséminés sur toutes les côtes des différentes mers, des observations régulières de la hauteur, de préférence par enregistrement au moyen de maréographes, afin d'établir, avec une exactitude suffisante, la véritable hauteur moyenne de la mer dans tous ces ports; et elle a recommandé, à plusieurs reprises, aux différents pays, de faire

avancer autant que possible les rattachements de leurs réseaux de nivellements entre eux et avec les ports en question.

Or, à présent, les données ne sont pas encore suffisantes pour procéder au choix du niveau fondamental ; à cause surtout de la grande époque lunaire des marées, il faut encore attendre quelques années. En ce qui regarde la Suisse, nous avons bien fait une détermination de la cote de la Pierre du Niton sur la mer à Marseille, pour laquelle nous avons trouvé $374^{\text{m}},07^1$. Mais cette cote qui devient $374^{\text{m}},06$, en y appliquer la correction définitive des mires, dont il a été question, est incertaine, parce qu'elle repose sur l'ancien nivellement français — le nouveau n'a pas encore été commencé, — et surtout parce que le niveau moyen de la Méditerranée à Marseille n'est pas encore définitivement déterminé d'après les règles adoptées par l'Association géodésique. Quoi qu'il en soit, cette cote, qui ne diffère que de 7^{mm} de celle que les Français ont trouvée dans le temps, par nivellement, pour la Pierre du Niton, est certainement beaucoup plus près de la vérité que la cote $376^{\text{m}},64$ déduite dans le temps par le colonel Filhon de la hauteur de la Dôle, déterminée elle-même par voie trigonométrique, et qui a été adopté par le général Dufour ; de même elle est certainement plus sûre que la cote $376^{\text{m}},86$, déduite du Chasseral, dont la hauteur a été fournie également par des angles de hauteur, et adoptés par le colonel Siegfried et ses successeurs pour le Bureau topographique et les travaux cartographiques fédéraux. Bien qu'il soit ainsi plus que probable que les cotes de notre ancienne hypsométrie soient considérablement trop

¹ Voir 2^e livraison du *Nivellement*, pag. 147.

fortes, notre Commission doit se garder de compliquer encore davantage le terrible gâchis qui rend si incertain notre horizon fondamental par la passion qu'on a mise à exprimer nos altitudes au-dessus de la mer, avant que cela ne fût possible, même par rapport à la Méditerranée.

Quant aux autres mers, M. Scheiblaue a bien calculé les rattachements avec l'Allemagne et l'Italie. Le premier pourrait nous relier avec le port de *Swinemünde*; mais il n'est rien moins que probable, de voir adopter la Mer Baltique (à *Swinemünde*), par l'Association géodésique, pour point de départ de l'hypsométrie de l'Europe; d'abord en raison des changements séculaires assez forts de hauteur de toutes les côtes de la Baltique; ensuite parce qu'on doit envisager la Baltique plutôt comme un grand lac que comme une mer ouverte. Et quant à l'Italie, nous ne connaissons pas encore définitivement les cotes italiennes des points de rattachement à nos frontières, soit sur la Méditerranée, soit sur l'Adriatique.

Donc, au point de vue scientifique et d'après les décisions de l'Association géodésique internationale, il serait évidemment prématuré de vouloir rapporter, dès à présent, nos altitudes au niveau de la mer. Nous nous exposerions à donner des cotes soit-disant absolues qu'il faudrait, dans quelques années d'ici, changer peut-être d'une quantité considérable qui, d'après l'évaluation de M. Hirsch, pourrait bien atteindre un mètre ou plus, suivant le niveau fondamental finalement choisi. — Et, au point de vue pratique, M. Hirsch ne peut qu'affirmer de nouveau que, pour les travaux à l'intérieur de la Suisse, les ingénieurs n'ont nullement besoin de cotes absolues, c'est-à-dire rapportées à la mer, mais seulement de cotes

exactes, rapportées à un point de départ général pour toute la Suisse. C'est l'avis aussi de plusieurs praticiens qui font autorité dans cette branche, comme par exemple de M. Seitz, ingénieur en chef de l'Union-Suisse.

D'après toutes ces considérations, M. Hirsch propose d'indiquer, sur notre « *Tableau des altitudes suisses* », les cotes par rapport à la Pierre du Niton, et de laisser sur ce tableau une dernière colonne en blanc, où l'on indiquera plus tard les cotes absolues rapportées au niveau moyen de la mer qu'on aura finalement choisi pour horizon fondamental de l'Europe.

M. le *Président* ayant mis cette proposition en discussion, M. le colonel *Lochmann*, sans vouloir combattre la conclusion de M. Hirsch, aurait cependant préféré, si cela avait été possible, de publier notre hypsométrie en cotes absolues sur la mer, auxquelles les topographes et les ingénieurs sont habitués. Mais du moment qu'on s'expose ainsi à les devoir modifier de nouveau dans quelques années, il se range à la proposition de M. Hirsch; car il est d'accord avec lui qu'il faut éviter avant tout en cette matière des changements trop fréquents; toutefois il serait bien désirable que les cotes définitives absolues ne se fassent pas trop attendre.

M. *Hirsch* répond qu'il fera son possible pour hâter, autant que faire se pourra, la décision de l'Association géodésique internationale sur le niveau fondamental de l'Europe. Malheureusement la mort regrettable du général Bæyer a provoqué une crise, qu'on peut espérer passagère, dans cette organisation scientifique internationale; cependant il y a quelque chance de voir une conférence géné-

rale de l'Association se réunir de nouveau dans le courant de cet automne.

Mise aux voix, *la proposition de M. Hirsch, concernant le Tableau des altitudes suisses, est adoptée à l'unanimité par la Commission, avec cette adjonction que, dans l'introduction du Tableau, on indiquera la cote provisoire de la Pierre du Niton au-dessus de la Méditerranée à Marseille.*

Continuant son rapport, M. Hirsch soulève encore une autre question concernant ce Tableau, savoir à quelle décimale du mètre il faudra arrêter les cotes. Considérant que, pour les cotes définitives, surtout des hauteurs considérables dans les Alpes, le millimètre n'est pas sûr, M. Hirsch, suivant le principe qu'il ne faut jamais publier des décimales illusoires, se contenterait volontiers d'arrondir les cotes du Tableau au centimètre près.

M. Wolf fait observer que, lorsqu'il faudra plus tard rapporter nos cotes définitivement au niveau de la mer, les calculs multiples nécessaires pour établir la cote de la Pierre du Niton sur la mer finalement choisie, seront faits, comme tous nos calculs antérieurs, au millimètre près et fourniront un résultat exprimé aussi au millimètre près; si l'on voulait l'arrondir également au centimètre, son addition aux cotes déjà arrondies du Tableau pourrait fausser, dans certains cas, la dernière décimale conservée. Il préfère donc conserver pour le moment encore les millimètres; pour indiquer cependant qu'il ne faut pas leur attribuer la même certitude qu'aux autres décimales, il propose de les imprimer, comme on le fait souvent, en caractères plus petits.

M. Hirsch se déclare convaincu par l'argument de M.

Wolf, en ce sens qu'il admet qu'on fera bien d'attendre, pour arrondir, la fin de tous les calculs, lorsqu'il s'agira de donner les cotes définitives au-dessus de la mer. *La Commission décide de conserver dans le Tableau hypsométrique les millimètres pour les cotes relatives à la Pierre du Niton, mais d'imprimer ces troisièmes décimales en caractères plus petits que les autres.*

M. Hirsch pose la question s'il convient de comprendre tout ce qui reste à publier du nivellement, dans une seule et neuvième livraison, qui deviendrait alors très volumineuse, beaucoup plus que toutes les autres; car elle comprendrait :

1^o les trois lignes de nivellement faites en 1884, pour rattacher les trois stations astronomiques de Weissenstein, Righi et Gäbris;

2^o la compensation de tout le réseau suisse;

3^o la réduction finale de la correction des mires, provenant de la nouvelle équation de l'étalon de 3^m de Berne;

4^o le tableau des altitudes suisses.

Or, comme ce dernier n'est pas seulement le couronnement de l'œuvre scientifique, mais qu'il est en même temps d'une grande utilité pratique, il conviendra probablement de le tirer à part, pour le rendre plus accessible aux ingénieurs, topographes, géomètres, etc., que ne l'est tout l'ouvrage du nivellement de précision. Le Tableau hypsométrique comprenant environ 2200 altitudes, formera, pour lui seul, un volume assez considérable.

Pour ce motif, M. Hirsch propose de scinder le reste des matériaux de la manière indiquée en deux livraisons. La Commission est d'accord, si l'étendue de l'impression vé-

rifie les précisions de M. Hirsch; et en tout cas, *la Commission décide qu'il faut faire un tirage à part de la Table hypsométrique de la Suisse.*

M. *Hirsch* croit devoir toucher encore à une question qui doit également être décidée avant la publication de notre hypsométrie. La Commission sait déjà par des faits multiples, que malheureusement, par l'incurie des autorités, par l'insouciance des ingénieurs et géomètres ou des propriétaires, et par le vandalisme de mauvais drôles qui se trouvent plus ou moins partout, un nombre assez considérable des repères, surtout de second ordre, que nous avons placés avec grande peine et à grands frais, ont été ou entièrement détruits et enlevés, ou déplacés sans qu'on ait averti qui que ce soit. Ayant eu connaissance de plusieurs faits regrettables de ce genre, M. Hirsch a envoyé dernièrement M. Scheiblaue pour visiter les repères du canton de Neuchâtel, dans le Val-de-Ruz, le Val de Saint-Imier et la Chaux-de-Fonds. M. Scheiblaue est revenu avec un résultat tellement déplorable (sur 36 repères il n'avait retrouvé que 10 en parfait état), qu'il est impossible d'admettre sa réalité; on répètera cette vérification prochainement dans de meilleures conditions ¹.

Mais comme en général il ne conviendrait évidemment pas de publier, dans notre tableau hypsométrique, un nombre considérable de repères qui n'existent plus du tout ou qui ont été déplacés ou changés, M. *Hirsch* y voit la nécessité de faire entreprendre dans le courant de cet été une pareille révision pour tout notre réseau, et il espère que le

¹ En effet avec l'aide d'un géomètre du cadastre, M. Hirsch a retrouvé dans quelques heures tous les repères au-dessus de Neuchâtel jusqu'à Pierrabot.

bureau topographique fédéral, qui y est intéressé au premier chef, voudra prêter la main à un pareil travail.

M. le colonel *Lochmann* y consent d'autant plus volontiers, qu'il pourra avoir à sa disposition, pour ce travail, deux ingénieurs, MM. Benz et Autran, qui ont travaillé dans le temps pour le nivellement de précision. Il est parfaitement d'accord sur la nécessité d'une telle mesure, par suite de bien des expériences qu'il a faites. Ainsi dernièrement un propriétaire de Guttanen, sur la propriété duquel on a placé dans le temps le repère en bronze NF 237, voulant faire des constructions, en a averti le Bureau topographique pour qu'il déplacât ce repère; mais avant que M. Kuhn eût pu faire venir les instruments nécessaires de Neuchâtel et arriver à Guttanen, le repère était déjà enlevé par les ouvriers, de sorte qu'il faudra maintenant le remplacer dans le voisinage, et déterminer la cote de ce repère 237 *bis*, en le rattachant aux deux repères voisins, précédent et suivant, ce qui sera fait sous peu.

La Commission prie MM. *Lochmann* et *Hirsch*, de s'entendre sur les instructions à donner aux ingénieurs *pour cette révision qui doit se faire encore dans le courant de cette année*¹.

D'autre part elle charge son Bureau de s'adresser au *Conseil fédéral*, pour qu'il veuille bien recommander à tous les gouvernements cantonaux, de prendre les mesures nécessaires de conservation des repères du nivellement de précision, ainsi que le Département des chemins de fer l'a déjà fait auprès des Compagnies de chemin de fer; afin d'éviter qu'une grande partie de cette immense œuvre, qui a

¹ Cela a été fait et la campagne de révision commencée.

coûté à la Confédération plus de 100,000 fr. et à nous autres un travail de vingt ans, ne soit pas perdue par la négligence des autorités et par l'insouciance des particuliers.

Pour terminer le chapitre sur le nivellement, M. *Hirsch* mentionne qu'il vient de recevoir ces jours-ci une lettre de M. *Dapples*, inspecteur technique du Département des chemins de fer, qui fait savoir que le Département a proposé d'abord au Central, de faire rattacher les stations (au nombre de 70 environ) de son réseau au nivellement de précision, et qu'il a demandé à la Compagnie de se charger des frais (environ 36 fr. par station d'après l'essai fait entre Thoun et Berne.) On attend la réponse du Central, pour pouvoir commencer cette campagne, si possible encore cet été, à quoi le Département tiendrait beaucoup.

M. *Hirsch* est prié de répondre à M. *Dapples*, que, si le Central ou le Département veut se charger des frais, les ingénieurs et les instruments de la Commission seront mis à la disposition du Département, aussitôt que les deux ingénieurs auront terminé la campagne de révision des repères¹.

¹ J'ai reçu en effet le 23 juin une nouvelle lettre de M. *Dapples*, annonçant que le Central vient de consentir au paiement des frais pour le rattachement de ses stations. J'ai répondu à M. *Dapples* dans le sens décidé par la Commission, en ajoutant que j'espérais voir les deux ingénieurs terminer la révision assez à temps, pour pouvoir encore commencer cet automne le rattachement des stations de l'ancien réseau du Central; ce qui équivalait à un nivellement de 114^{km} et exigerait environ soixante jours pour les deux ingénieurs.

Le Secrétaire.

3. Les bases.

M. le *Président* prie MM. Dumur et Hirsch de renseigner la Commission sur le résultat de leurs études au sujet de la réduction définitive des bases et de l'état actuel de cette importante question.

M. *Hirsch* rappelle que, dans la dernière session, la Commission l'avait chargé de s'entendre avec M. le colonel Dumur sur les mesures à prendre pour pouvoir publier, le plus tôt possible, les mesures de nos trois bases. Peu après, il a eu avec M. Dumur une entrevue pour s'orienter d'abord sur la situation. M. Dumur ayant bien voulu promettre sa coopération active, on a reconnu cependant qu'il fallait, en tout cas, attendre pour la dernière réduction de nos bases, jusqu'à ce que la règle Espagnole fût vérifiée de nouveau au Bureau international des poids et mesures; ce qui a été fait dans le courant de ce printemps, aussitôt que le magnifique comparateur géodésique, construit par la Société de Genève pour le Bureau international, fut complètement étudié et corrigé.

En attendant, M. le colonel Dumur a entrepris une série de savantes recherches, pour déterminer, par nos observations mêmes, la valeur la plus probable du coefficient de dilatation, comme l'avait déjà tenté M. Plantamour, immédiatement après les mesures¹. M. le colonel Dumur voudra bien rendre compte lui-même, puisque la Commission a le plaisir de le voir assister à la séance, du résultat obtenu, qui ne diffère pas sensiblement de celui de Plantamour.

Au milieu du mois de Mai, M. Hirsch a reçu du Bu-

¹ Voir *Procès-verbaux* de 1882, p. 43, 44.

reau international communication des résultats de la nouvelle détermination de la règle Espagnole; et ces derniers jours, il a reçu copie du certificat officiel délivré à la règle Espagnole, dont voici la teneur :

« *Dilatation.* — La mesure de la dilatation a été faite en décembre 1885 par 20 séries de comparaisons avec la règle géodésique internationale N° 1, placée dans l'auge N° 2 et maintenue à température constante.

La règle Espagnole a été portée à des températures variables entre les limites 3°,2 et 35°,0, d'abord en montant, puis en descendant, puis en remontant et descendant une deuxième fois. Les températures de chacune des règles étaient données par huit thermomètres. Les observations ont été faites, pour les micromètres, par M. Benoît; pour les thermomètres, par M. Guillaume.

Cette série d'observation a fourni, tous calculs faits, pour la dilatation de la règle de 0° à t° la valeur suivante :

$$(45^{\mu},701 + 0^{\mu},0326 t) t \\ \pm 0,060 \pm 0,0016$$

Ce qui, en tenant compte de la longueur initiale de la règle, déduite de l'étalonnage et donnée ci-après, conduit à l'expression :

$$l_t = l_0 (1 + 0,000\,011\,426 t + 0,000\,000\,008\,15 t^2) \\ \pm 0,000\,000\,015 \quad \pm 0,000\,000\,000\,40$$

« *Etalonnage.* — L'étalonnage a été fait par M. Benoît, en prenant pour point de départ la règle géodésique internationale N° 2. A cet effet, les deux règles ont été comparées successivement par sections de 1^m, puis de 2^m, puis de 3^m et enfin dans leur longueur totale. Ces séries d'opé-

rations fournissent 10 combinaisons différentes, par conséquent 10 équations de condition pour déterminer 4 inconnues indépendantes. En tenant compte des valeurs déjà connues de la règle G_2 , on en a déduit, tous calculs faits, pour la règle Espagnole :

Longueur à zéro °.

Mètre	I (mouches [0-1])	=	1 ^m — 63 ^u , 35
»	II (» [1-2])	—	77 ,18
»	III (» [2-3])	—	92 ,10
»	IV (» [3-4])	—	77 ,21

Règle entière (mouches [0-4]) = 4^m—309^u,84

L'erreur probable du résultat des comparaisons entre les deux règles est $\pm 0^u,31$. En tenant compte de l'inexactitude de la valeur de G_2 , on peut estimer l'erreur probable de la détermination de la règle Espagnole à $\pm 1^u,2$ environ.

Le Directeur du Bureau,

(Signé) Dr O.-J. BROCH.

Pour copie conforme, le 7 juin 1886.

(Signé) Gal IBAÑEZ. »

En attendant, M. Dumur a eu l'obligeance de venir à deux autres réunions à l'Observatoire, pour s'entendre avec M. Hirsch sur les propositions à faire aujourd'hui à la Commission.

En même temps, M. Hirsch a cru convenable de consulter M. le général Ibañez, qui nous a rendu des services si extraordinaires pour la mesure de nos bases, et qui a fait lui-même un grand nombre de déterminations, surtout de la dilatation de la règle. Car s'il était

possible, il importait évidemment de nous mettre d'accord sur les réductions finales à apporter à la règle en fer de 4^m, qui a servi en Espagne à la mesure de 8 bases, et de 3 bases en Suisse. On citera tout à l'heure l'opinion du Général.

Mais pour rendre intelligible ce qui va suivre, et pour faire comprendre les difficultés qui nous ont arrêtés, M. *Hirsch* croit devoir exposer qu'il existe pour la longueur (à 0°) de la règle, et surtout pour sa dilatation, un certain nombre de déterminations dont quelques-unes diffèrent de très petites quantités, il est vrai, mais qui peuvent cependant devenir sensibles pour la longueur de nos bases, formées en général de 600 à 800 positions de la règle.

Il y avait d'abord la détermination de 1865, faite par M. le général Ibañez à Paris, tût après la construction de la règle, dans les ateliers de MM. Brunner, et qui lui a donné l'équation :

$$1865. F = 4^m,000\,654\,2 + 0^{mm},043\,493 (t^o - 21^o,935)^1.$$

C'est celle qui a servi à nos réductions provisoires. Ensuite vient la détermination de Breteuil :

$$1886. F = 3^m,999\,690\,16 + 0^{mm},045\,700 \times t + 0^{mm},000\,032 t^2$$

Pour la mieux comparer aux autres, on peut l'écrire :

$$\begin{aligned} \text{Etalonnage de la règle à } 0^o &= 3^m,999\,690\,16 \pm 1^{\mu},2 \text{ et} \\ \text{Dilat}^n \text{ d. la règle } l_t = l_0 (1 + 0,000\,011\,426t + 0,000\,000\,00845t^2) &\pm 0^{\mu},6 \end{aligned}$$

Enfin, M. le général Ibañez a déterminé de nouveau la dilatation de la règle, après son retour de Suisse à Madrid :

$$1882. + 0^{mm},046\,635\,8 \times t + 0,000\,006\,8 \times t^2$$

¹ Voir *Trabajos geodesicos*, p. 20.

En outre, comme nous l'avons dit, M. Plantamour avait en 1882 déterminé le coefficient de dilatation, par les écarts des doubles mesures des trois bases suisses, et il aboutissait à une correction de l'ancien coefficient de $+ 3^{\text{u}}, 32$, ce qui s'accorde assez avec le premier coefficient de Breteuil. Un travail semblable a donné à M. Dumur un résultat à peu près identique.

Or, comme nos bases ont été mesurées en 1880 et 1881, il fallait nous demander : quelles données faut-il prendre pour la réduction définitive ? puisque la dilatation s'est évidemment modifiée sensiblement.

Pour mieux guider notre jugement, j'ai prié M. Scheiblaue de calculer les longueurs de nos trois bases dans les cinq hypothèses suivantes :

0) En employant les premières données de 1865.

I) En prenant pour la longueur à 0° , aussi bien que pour la dilatation, la simple moyenne des valeurs de 1865 et de 1886.

II) En interpolant la longueur et la dilatation entre les valeurs de 1865 et de 1886, proportionnellement au temps pour les deux années de 1880 et 1881.

III) En prenant pour la longueur la valeur de 1886 (Breteuil) et pour la dilatation celle de 1882 (Madrid).

IV) En prenant la détermination de 1886, faite au Bureau international, telle quelle.

Dans ces cinq hypothèses, on trouve pour nos trois bases les longueurs suivantes :

AARBERG	WEINFELDEN	BELLINZONA
0) 2400 ^m ,0852 ± 1 ^{mm} ,19	2540 ^m ,2970 ± 3 ^{mm} ,90	3200 ^m ,3456 ± 2 ^{mm} ,80
I) 4187 ± 0 ,62	3429 ± 1 ,34	4475 ± 1 ,02
II) 4245 ± 0 ,60	3435 ± 1 ,24	4473 ± 0 ,66
III) 4464 ± 0 ,64	3399 ± 1 ,29	4430 ± 0 ,76
IV) 4442 ± 0 ,60	3353 ± 1 ,44	4080 ± 0 ,98

Par conséquent, les variations, par rapport à la valeur 0), sont les suivantes :

Variation totale.	Variation produite par la dilatation.	Variation totale.	Variation produite par la dilatation.	Variation totale.	Variation produite par la dilatation.
I-0) + 33 ^{mm} ,5	+ 38 ^{mm} ,5	+ 45 ^{mm} ,9	+ 54 ^{mm} ,2	+ 74 ^{mm} ,9	+ 78 ^{mm} ,5
II-0) + 36 ,3	+ 43 ,5	+ 46 ,5	+ 54 ,5	+ 74 ,7	+ 84 ,5
III-0) + 30 ,9	+ 40 ,9	+ 42 ,9	+ 53 ,4	+ 67 ,4	+ 80 ,7
IV-0) + 26 ,0	+ 36 ,0	+ 38 ,5	+ 48 ,8	+ 62 ,4	+ 75 ,7

Il en résulte que :

1° Les valeurs des bases changent de quelques millimètres seulement, suivant le système de réduction qu'on adopte.

2° Les corrections provenant de la dilatation sont sensiblement plus fortes que celles provenant de la longueur à 0°.

3° Que les plus faibles erreurs des bases, conclues des doubles mesures par section, correspondent, pour toutes les trois bases, à l'hypothèse II d'interpolation, laquelle donne en outre les plus grands coefficients de dilatation.

Ces conclusions de nos recherches s'accordaient remar-

quablement avec les expériences analogues du général Bæyer et d'autres géodésiens sur la variabilité de la dilatation des règles, variabilité qui, de l'avis de MM. Dumur et Hirsch, serait difficile à comprendre, sans qu'elle entraîne en même temps une variation de la longueur à 0°. Toutefois puisque, dans des questions de cette nature surtout, il faut laisser la dernière parole aux faits, l'opinion d'employer pour la réduction de nos bases des valeurs interpolées (système II) des coefficients de la règle espagnole, s'est modifiée, lorsque M. le général Ibañez, en répondant à nos lettres, nous a prouvé par les faits que la longueur absolue de sa règle n'a pas sensiblement changé, puisque, comparée à Madrid en 1882, après son retour de Suisse, à la règle bimétallique restée immobile depuis 1865, elle a montré, dans les limites des erreurs d'observation, la même longueur relative, à dix-sept ans de distance; et d'autre part, que les variations réellement intervenues dans la dilatation, *ne sont pas proportionnelles au temps*, mais doivent être attribuées au voyage que l'appareil a fait, en 1880, de Madrid à Aarberg, par train exprès et spécial, en cinquante-huit heures.

En effet M. Ibañez a démontré dans le tome IV des *Mémoires de l'Institut géographique et statistique d'Espagne*, que la modification du coefficient de dilatation n'a pas encore existé lors de la mesure de la base d'Olite en 1879, c'est-à-dire donc un an, à peu près, avant la mesure de la base d'Aarberg, et que ce coefficient est resté au contraire constant pendant les quatorze ans, de 1865 jusqu'à 1879, ainsi que le général a pu le constater par les sept déterminations qu'il en a faites à Madrid en 1865, 1867, 1868, 1875, 1876, 1877 et enfin en 1879. Par con-

séquent, M. le général Ibañez prouve, chiffres en mains, que dans le cas de sa règle en fer, le coefficient de dilatation n'a pas changé avec le temps, mais bien une fois par accident, à cause de la trépidation extraordinaire que la règle a subie pendant le trajet à grande vitesse, en cinquante-huit heures, de Madrid à Aarberg.

M. le général Ibañez, tout en ayant eu la satisfaction de voir la dilatation *moyenne*, entre 0° et 35°, ainsi que l'allongement correspondant de la règle, qu'il a déterminée en 1882 à Madrid, s'accorder parfaitement avec le résultat de Breteuil, préfère cependant qu'on ne tienne compte que de ce dernier, parce qu'on possède, au Bureau international, des moyens bien supérieurs à ceux dont il dispose à son Institut à Madrid, et qu'entre les deux séries il existe cependant quelques petites différences, notamment entre 15° et 20°.

M. le général Ibañez conclut donc que pour les calculs de réduction des bases suisses, ainsi que pour ceux des autres bases qu'on pourrait mesurer avec la même règle à l'avenir, il convient d'employer la longueur, par rapport au mètre international, déterminée au Bureau de Breteuil, ainsi que le coefficient de dilatation trouvé dans le même établissement.

Vis-à-vis de ces faits, M. *Hirsch* convient qu'il ne peut plus être question d'interpoler entre 1865 et 1886 pour les années 1880 et 1881. Par contre, puisque les autres voyages de l'appareil à travers les Pyrénées, celui de Suisse à Madrid en 1882, et celui de Madrid à Breteuil en 1886, se sont faits en petite vitesse, il serait peut-être permis d'extrapoler de 1886 à 1882 pour 1880-1881. Mais malheureusement M. Ibañez n'a pu déterminer à Madrid

en 1882, faute d'un étalon métrique normal, que la dilatation, et non pas la longueur absolue.

M. le colonel *Dumur* ajoute à l'exposé de son collègue, qu'après avoir examiné de près la question du coefficient de dilatation et de l'étalonnage de la règle Ibañez, il lui semble que les méthodes d'interpolation ou d'extrapolation, seraient discutables, parce que les modifications que la règle a certainement subies, se sont probablement produites d'une manière absolument discontinue, soit par à-coups échappant au calcul.

En effet, en examinant les résultats des huit mesures de base, faites de 1865 à 1879 en Espagne avec la règle Ibañez, on voit que le coefficient de dilatation, adopté pour leurs réductions, est *peut-être* un peu faible, mais que la différence entre la valeur adoptée et la valeur véritable, n'a *certainement* pas changé dans le laps des quinze ans. Cela résulte avec évidence d'un tableau que M. Dumur a construit avec les données publiées par le général Ibañez.

On trouve, en outre, en examinant les 140 observations du général Ibañez qui ont servi à la détermination du coefficient en 1865 (voir *Memorias*, tome III, pag. 256), que ce coefficient était alors constant et que l'allongement de la règle était simplement proportionnel à t ; ainsi la moyenne de dix observations, formant le groupe à la plus basse température ($4^{\circ},20$), devient $\varphi = 0^{\text{mm}},0431250$; la moyenne de dix observations, formant le groupe à la plus haute température ($53^{\circ},20$), devient $\varphi = 0^{\text{mm}},0431066$.

La nouvelle détermination de 1882 indique une augmentation de sa valeur, mais elle donne encore une valeur très approximativement constante.

Enfin cette constance de φ est démontrée aussi par les

résultats des bases suisses; car on reconnaît que la rectification du coefficient doit être la même pour Aarberg avec une température moyenne de 19° , et pour Bellinzone, avec une température moyenne de 28° .

Les déterminations récentes de φ donnent au contraire un coefficient variable, c'est-à-dire croissant avec la température et indiquant que la modification dans le laps de temps entre 1882 et 1886 s'est produite essentiellement sur le coefficient de t^2 , tandis que le terme en t est resté sensiblement le même.

Dans ces conditions, il ne paraît pas possible d'extrapoler la valeur de φ pour 1880-1881 d'après les deux valeurs de 1882 et 1886. L'important pour nous serait de connaître pour l'époque de nos mesures la longueur de la règle. Une interpolation entre les valeurs de 1886 et 1865 ne semble pas non plus admissible, et cela pour les mêmes motifs que ceux avancés pour ce qui concerne φ .

Une nouvelle détermination de la longueur de la règle bimétallique de Madridejos, au Bureau international à Breteuil, serait donc bien désirable; car, si elle n'est pas utile pour la vérification de la détermination du coefficient de dilatation de 1882, elle pourrait nous renseigner sur la longueur de la règle Ibañez à cette époque et par suite lors de la mesure de nos bases.

M. *Hirsch*, tout en partageant l'opinion de M. Dumur sur l'utilité d'une telle opération, croit qu'il faut y renoncer, attendu qu'il sait par M. le général Ibañez qu'on a décidé depuis longtemps à Madrid, de conserver l'appareil bimétallique tranquille à l'Institut géographique, comme témoin, autant que possible, inaltérable.

Quoi qu'il en soit, et en raison des faibles changements

que les différentes hypothèses produisent pour la longueur des bases, MM. Dumur et Hirsch estiment qu'il ne vaudrait pas la peine de renvoyer la réduction et la publication de nos bases d'une année de plus, pour attendre une telle détermination nouvelle, si même on pouvait l'obtenir.

En conséquence, MM. Dumur et Hirsch, d'accord avec l'opinion de M. le général Ibañez, proposent de réduire à nouveau les mesures des trois bases suisses, en employant, pour la longueur aussi bien que pour la dilatation, les valeurs déterminées en dernier lieu au Bureau international des poids et mesures en 1886.

Cette proposition est approuvée à l'unanimité par la Commission.

M. Hirsch croit devoir mentionner encore un point secondaire, qui intervient dans la réduction, savoir les corrections des quatre thermomètres attachés à la règle. Ce sont des thermomètres de Baudin, en verre de cristal, qui — très bien faits et calibrés par l'habile artiste — ont malheureusement le défaut, inhérent à ce genre de verre, d'une variabilité assez grande du point zéro. Heureusement on a déterminé pour chacune de nos trois bases, d'une manière spéciale, les corrections du point zéro des quatre thermomètres, de sorte qu'on n'est pas obligé de se servir des corrections, que M. Hirsch a fait déterminer à Breteuil en 1886, pour les thermomètres de la règle, dont deux du reste ne sont plus les mêmes qu'en 1880-81.

Cette circonstance, ainsi que le fait, que la table des variations, fournie par Breteuil, montre qu'elles ne varient entre 8° et 32° que de quelques centièmes de degrés, nous engageant à employer tout simplement les anciennes cor-

rections du point zéro, c'est-à-dire les anciennes températures qui ont servi à la première réduction.

M. *Dumur* communique ces corrections des thermomètres, pour les trois bases :

	AARBERG	WEINFELDEN	BELLINZONE
	22/VII-1/IX 1880.	1/VII-8/VII 1881.	15/VII-23/VII 1881.
	D'après les indications de M. le commandant D. Blas Casado.	Moyenne de 42 observations faites le 30 juin 1881, par MM. Dumur, Martini et Günsli.	Moyenne de 42 observations faites le 14 juillet, par MM. Folly, Martinoli, Günsli et Schaffner.
N ^o 4839	— 0°,20	— 0°,21	— 0°,20
4835	— 0, 10	— 0, 19	— 0, 18
4837	— 0, 10	— 0, 21	— 0, 18
4833	— 0, 10	— 0, 20	— 0, 18

que l'on décide de conserver telles quelles.

Après discussion sur tous ces détails, MM. *Dumur et Hirsch* sont priés par la Commission de continuer les travaux de réduction et de publication des bases, après que tous les éléments de calculs ont été sanctionnés par la Commission. Malheureusement, M. le colonel Dumur doit s'absenter pendant trois mois, de sorte qu'il ne pourra reprendre les calculs qu'en septembre, date à laquelle M. Hirsch, de son côté, doit se rendre aux Comités internationaux du mètre et de l'Association géodésique. Toutefois, on espère pouvoir terminer ce travail dans le courant de cet hiver, avec le concours des ingénieurs MM. Scheibauer et Redard, lorsque ce dernier aura terminé les calculs pour le nivellement.

4. Prévision pour 1886 et budget pour 1887.

Après avoir ainsi traité les différentes questions à l'ordre du jour, et pris les décisions au sujet des travaux de

l'année courante et en partie de l'année prochaine, M. le *Président* croit pouvoir soumettre à la Commission le projet de distribution des fonds disponibles actuellement, aussi bien que le projet du budget pour l'année prochaine. La Commission adopte d'abord la distribution des dépenses pour le reste de l'année 1886 dans la forme suivante :

Prévision pour 1886.

Fonds disponibles, le 13 juin (voir pag. 4). Fr. 18379,67

Dépenses.

Traitement de l'ingénieur pour les huit mois, à partir de mai 1886. . . .	Fr. 2668,00
Frais de voyage de l'ingénieur.	» 800,00
Frais d'impression, triangulation III, nivellement IX, procès-verbal	» 6000,00
Stations astronomiques dans le Tessin.	» 5600,00
Séances et délégation à la conférence internationale	» 1200,00
Traitement d'aide-calculateur	» 1400,00
Compte du Bureau topographique pour une armoire d'archives et pour le voyage de Kuhn	» 214,65
Imprévu	» 497,02
Total.	<u>Fr. 18379,67</u>

Après avoir discuté ensuite sur les frais à supporter pour la révision des repères de nivellement sur le terrain, et la majorité des membres ayant opiné qu'ils incomberaient naturellement, pour la plus grande partie du moins, au Bureau topographique, la Commission adopte et prie son président, de présenter aux autorités fédérales le

Projet du budget de 1887.

Traitement de l'ingénieur	Fr. 4000
Frais de voyages pour l'ingénieur	» 700
Frais d'impression (triangulation Vol. IV, nivellement, livr. X, procès-verbal)	» 4500
Détermination de longitudes avec la France	» 2500
Observations de pendule.	» 1600
Séances et voyages	» 1200
Imprévu	» 500
Total.	<u>Fr. 15000</u>

La séance est levée à 6 heures du soir.

Le Secrétaire,
Dr AD. HIRSCH.

Le Président,
Dr R. WOLF.

