Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 7 (1864-1867)

Artikel: Sur les progrès des travaux géodésiques en Europe
Autor: Hirsch, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88030

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: 08.07.2025

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

SUR LES

PROGRÈS DES TRAVAUX GÉODÉSIQUES

EN EUROPE.

Communiqué à la Société des sciences naturelles de Neuchâtel
dans ses séances du 19 avril et du 17 mai 1866,

par M. le Dr A. HIRSCH.

L'association géodésique internationale pour la mesure des degrés de méridiens et de parallèles dans l'Europe centrale, comprend actuellement les vingt-et-un pays suivants: l'*Autriche*, le *Grand-Duché de Baden*, la *Bavière*, la *Belgique*, le *Danemark*, l'*Espagne*, la *France*, le *Hanovre*, la *Hesse-Electorale*, le *Grand-Duché de Hesse*, la *Hollande*, l'*Italie*, le *Meklenbourg*, l'*Oldenbourg*, la *Prusse*, la *Russie*, la *Saxe*, la *Saxe-Cobourg-Gotha*, la *Scandinavie*, la *Suisse* et le *Würtemberg*.

On voit ainsi que l'entreprise, qui dans l'origine n'avait eu en vue que la partie centrale de l'Europe, s'étend déjà sur presque tout le continent, depuis le Cap Nord jusqu'en Sicile et à Gibraltar, et depuis les côtes de l'Atlantique jusqu'à l'Oural,

La commission permanente, chargée de la direction scientifique des travaux, s'est réunie dernièrement à Neuchâtel, et a pu se convaincre par les rapports des différents pays, que les travaux trigonométriques aussi bien qu'astronomiques avancent presque partout à souhait. — Le gouvernement prussien ayant enfin réalisé la promesse donnée à la conférence des délégués à Berlin en 1864, en organisant le bureau cen-

tral, destiné à coordonner tous ces travaux et à les utiliser pour la mesure des degrés, la réussite de cette grande œuvre de longue durée, paraît aujourd'hui complètement assurée.

Notre société qui a suivi avec intérêt les progrès de cette entreprise scientifique depuis son origine, et qui publie dans ses bulletins les procès-verbaux de la commission géodésique suisse, voudra me permettre de lui rendre compte aussi, en substance, des délibérations de la commission internationale, et de lui donner ainsi un aperçu général de la marche de l'entreprise. Pour donner une idée exacte de l'état actuel des travaux, je les suivrai dans les différents pays, en procédant pas ordre alphabétique:

1) En *Autriche,* le général de *Fligely*, directeur de l'institut géographique militaire de Vienne, a fait faire en 1865 les reconnaissances pour relier la station astronomique de Vienne (*le Laarberg)*, à l'observatoire de *Cracovie* et à la base de *Vienne-Neustadt*, ainsi que pour relier le réseau autrichien à la Bavière. Les observations trigonométriques sont terminées par quatre officiers, dans toutes les 27 stations de la *Bohême*, où l'on a mesuré en même temps les angles de hauteur. En outre, le major *Ganahl* a déterminé astronomiquement la latitude de *Cerkow*, dans la forêt de Bohême, par 360 distances zénithales, et 25 passages au premier vertical. Enfin, l'azimut a été mesuré dans deux points principaux du réseau, au moyen de 18 comparaisons complètes avec l'étoile polaire. — Les calculs de tous ces travaux sont assez avancés, et seront publiés sous peu.

D'un autre côté, M. de *Littrow*, directeur de l'observatoire de Vienne, a fait déterminer la différence de longitude entre son observatoire et celui de Leipzig. A cause de la longueur du trajet et de l'interruption fréquente de la ligne, on a renoncé à l'enregistrement simultané des mêmes étoiles aux deux stations, et l'on a employé les signaux télégraphiques et la méthode des coïncidences pendant neuf nuits du mois de juillet. L'équation personnelle entre M. *Bruhns,* directeur de l'observatoire de Leipzig, et *Weiss*, l'observateur de Vienne, a été déterminée avant et après l'opération, à Leipzig et à Vienne, où les deux observateurs ont changé d'instruments,

chacun observant d'abord au sien, et ensuite à celui de l'autre. — Au mois de septembre, on a fait pendant neuf nuits, la même opération entre *Vienne* et *Berlin*, et l'on a obtenu ainsi un contrôle précieux pour les déterminations analogues, exécutées entre Leipzig-Vienne et Leipzig-Berlin. Cette fois, les signaux télégraphiques n'ont pas été observés à l'ouïe, mais enregistrés sur les deux chronographes. Dans la détermination de l'équation personnelle qu'on a faite cette fois également à Berlin et à Vienne, sans toutefois transporter les instruments qui étaient les mêmes qu'on avait employés entre Vienne et Leipzig, on a trouvé qu'avec l'ancienne méthode d'observer par l'ouïe, l'équation personnelle change considérablement, jusqu'à $0^s,1$, selon le mouvement apparent de l'étoile dans le champ de la lunette brisée au milieu, c'est-à-dire, selon que le cercle et par conséquent l'observateur se trouve à l'ouest ou à l'est. Et chose curieuse, le sens de cette différence dans la manière de saisir les passages, a été l'inverse chez les deux observateurs. La réduction de tous ces travaux ainsi que des mesures d'azimut et de latitude de l'année dernière avance rapidement.

2) Dans le *Grand-Duché de Baden*, rien encore n'a été fait. Sur la demande du bureau central, le gouvernement badois a envoyé les données existantes, sous forme de coordonnées des sommets de triangle par rapport au méridien et au premier vertical de Mannheim. Une comparaison avec les triangles français de Tronchot, a montré au général *Bœyer* des différences qui ont engagé la commission permanente à demander au gouvernement de Carlsruhe l'envoi des mesures originales. En même temps on a insisté sur la nécessité de pourvoir aux observations astronomiques, le Grand-Duché ne possédant pas d'observatoire en état de les faire.

3) La *Bavière*, qui avait refusé d'abord son concours à l'œuvre commune, s'est ralliée; mais comme son délégué, M. le Dr *Lamont*, n'avait encore rien fait parvenir à la commission, elle a fait une recharge auprès du gouvernement bavarois, pour obtenir au moins communication des matériaux existants.

4) En *Belgique*, les travaux ont été malheureusement in-

terrompus par la mort regrettable de leur chef, le colonel *Diedenhoven*, officier de grand mérite, qui s'intéressait beaucoup à notre entreprise.

5) Le *Danemark* a envoyé tout le réseau qui relie Copenhague aux triangles prussiens d'un côté, et de l'autre à ceux de la Suède. L'exactitude des travaux danois est très satisfaisante; l'erreur moyenne de la base n'est que $^1/_{599700}$; celle des côtés varie entre $^1/_{214500}$ et $^1/_{153200}$. Le côté Darserort-Hiddensö ne diffère de la valeur prussienne, trouvée par le général Bæyer pour le même côté, que de $^1/_{60243}$.

6) L'*Espagne*, qui a envoyé M. le colonel *Ibannez*, à Neuchâtel, comme délégué à la commission, pour lui offrir le concours de l'Espagne à l'œuvre commune, travaille activement à un grand réseau de 520 triangles de premier ordre, qui suivent les quatre méridiens, de *Salmanca*, de *Madrid*, de *Pampelune* et de *Lérida*, les trois parallèles, de *Palencia*, de *Madrid* et de *Badajos*, et enfin qui longent les côtes de la péninsule. Parmi ces 520 sommets, 485 sont déjà choisis et signalés; dans 380, on a déjà élevé les piliers en pierre, sur lesquels on place les théodolites réitérateurs d'Ertel, de Repsold et de Pistor, qui au moyen de microscopes micrométriques permettent d'évaluer 1″ ou 2″. Le nombre des observations que l'on fait aux sommets des chaînes, dépasse ordinairement 48 pour chaque direction azimutale, et 12 pour les distances zénithales. Selon la grandeur des côtés et suivant les autres circonstances, on emploie comme signaux soit des héliotropes, soit des mires rectangulaires noires de 6 à 9 mètres carrés; sur les montagnes élevées on fait des constructions coniques en maçonnerie ou en charpente.

Pour 224 stations, les observations sont déjà terminées et les calculs des directions les plus probables, par la méthode de Bæyer, presque achevés.

En 1858, les officiers espagnols ont mesuré dans la plaine de *Madridejos*, une base de 14,7 kilomètres. Cette mesure, exécutée au moyen d'un appareil, construit par M. Brunner, de Paris, est parmi les opérations de ce genre une des plus parfaites qui aient été effectuées jusqu'à présent; grâce à l'idée heureuse, d'employer conjointement deux règles, une en pla-

tine et l'autre en laiton, qui, après qu'on en a déterminé avec le plus grand soin les coëfficients de dilatation, ainsi que la température pour laquelle elles ont la même longueur, forment une espèce de thermomètre métallique; grâce à la perfection avec laquelle toutes les parties de l'appareil ont été construites, grâce enfin aux soins consciencieux et à l'esprit de précision qui ont présidé à toute l'opération, le résultat jouit d'une exactitude remarquable. Ainsi la partie centrale de la base, qui a été mesurée deux fois, n'a donné qu'une différence de $0^{mm},19$ sur $2766^{m},909$; et les quatre autres parties de la base, ayant été déduites de la partie centrale au moyen d'une triangulation spéciale, ont été retrouvées d'accord avec la mesure directe à 4^{mm} près. De sorte que par cette expérience la question entre les grandes et les petites bases se trouve tranchée en faveur des dernières. On prépare du reste la mesure de nouvelles bases de vérification dans plusieurs parties du pays.

En même temps, on entreprend un nivellement géodésique spécial qui traversera la péninsule, depuis l'Océan à la Méditerranée. Des observations astronomiques doivent en outre être faites sur différents sommets du réseau. M. Aguilar, directeur de l'observatoire de Madrid, et ses adjoints, ont déjà réuni les données nécessaires à la détermination de la longitude et de la latitude de 17 capitales de provinces, dont la position est également rattachée aux côtés des grands triangles. Enfin, le gouvernement espagnol a l'intention de refaire la partie du grand méridien de Dunkerque, qui tombe sur territoire espagnol et qui a été mesurée au commencement du siècle, par Biot et Arago, parce que la plupart des signaux d'alors sont perdus.

7) En *France*, l'observatoire de Paris a fait la détermination astronomique des latitudes et longitudes des 11 points suivants: Dunkerque, Strasbourg, Brest, Talmay (Côte-d'or), Biarritz, Madrid, Nantes, Marennes, Rodez, Carcassone, Lyon. Dans quatre de ces stations on a en outre mesuré des azimuts; enfin, une détermination de latitude et d'azimut a été effectuée à Saligny-le-Vif (Cher).

Ensuite M. Villarceau, astronome adjoint de l'observatoire

de Paris, a repris une grande partie des calculs des positions géographiques que la « commission royale pour la nouvelle carte de France » avait établies, afin d'y apporter certaines corrections devenues nécessaires depuis qu'on a reconnu dans les triangles entre Rhodez et Perpignan une partie défectueuse de la grande méridienne de Dunkerque, qui fait que les bases de Melun et de Perpignan, dont on croyait avoir établi l'accord parfait, montrent en réalité une discordance intolérable de $1^{m},82$ sur $11^{k},71$, c'est-à-dire, $^{1}/_{6440}$ environ. M. Villarceau a été obligé aussi d'apporter des corrections aux positions géodésiques du dépôt de la guerre, pour les ramener à une origine commune. Car les officiers du dépôt de la guerre, sans assujettir la triangulation à la concordance des bases et des côtés communs aux chaînes principales, ont calculé les longitudes, latitudes et azimuts géodésiques avec les éléments empruntés à la méridienne de Dunkerque; et cependant ils ont substitué en plusieurs points aux côtés de cette méridienne des longueurs empruntées à d'autres chaînes, pour tenir compte des nouvelles données fournies par la mesure de la méridienne de Fontainebleau, mais qui étaient en désaccord avec la partie correspondante de la grande méridienne.

Après avoir ainsi corrigé les positions géodésiques, M. Villarceau les a comparées aux résultats astronomiques, et trouvant des différences systématiques, il a recalculé les éléments géodésiques employés par les anciens géodésistes français. M. Villarceau arrive aux résultats suivants: pour l'aplatissement de l'ellipsoïde, il trouve $^{1}/_{285,8}$ au lieu de $^{1}/_{313,8}$; et pour le quart du méridien 10,001,334 mètres au lieu de 10,000,000, On voit que ces valeurs s'approchent déjà beaucoup plus des résultats de Bessel ($^{1}/_{298}$), et des autres géomètres les plus dignes de confiance, que ne le sont les anciens nombres obtenus par les géodésistes français, au moyen d'instruments bien moins parfaits, et avant l'application de la télégraphie électrique à la mesure des longitudes. On voit aussi que les Français sont obligés aujourd'hui de reconnaître eux-mêmes, que le mètre n'est pas la $10{,}000{,}000^{me}$ partie du quadrant terrestre, puisqu'ils l'allongent même de plus d'un dixième de millimètre, c'est-à-dire, de la double quantité indiquée par Bessel.

Les nouveaux nombres de M. Villarceau, tout en représentant parfaitement les latitudes, laissent encore des discordances dans les longitudes et les azimuts; il est donc probable qu'ils subiront encore de nouvelles rectifications, provenant d'autres erreurs commises dans la méridienne de Dunkerque, que celles dévoilées par la méridienne de Fontainebleau.

Les déterminations des différences de longitude entre l'observatoire de Paris et ceux de Vienne et Leipzig, que M. Le Verrier avait promis de faire, n'ont pas encore été exécutées.

8) Dans le *Hanovre* on travaille à la publication de la triangulation. Pour rattacher le réseau hanovrien à la base du Holstein, la commission permanente a provoqué une conférence entre les délégués du Danemark, du Hanovre et de la Hesse-Electorale. En même temps, on a prié le gouvernement du Hanovre de rattacher le réseau hollandais aux triangles mesurés par Gauss, et de faire exécuter par un astronome les déterminations astronomiques nécessaires. On a décidé dans le Hanovre, d'exécuter un nivellement général de précision d'après les principes que j'avais proposés à la conférence de Berlin. Le point zéro à la gare de Hanovre sera relié avec la mer, et aux points zéro des pays voisins.

9) Les *deux Hesses* n'ont point envoyé de rapports.

10) En *Hollande*, où la triangulation existante de Krayenhoff n'est pas suffisante, le gouvernement a mis 20,000 florins à la disposition de M. *Kaiser*, directeur de l'observatoire de Leyden, et Stamkart, professeur à Amsterdam, pour exécuter les travaux astronomiques et géodésiques nécessaires. Les appareils sont commandés; et l'on se servira de l'appareil que Repsold construit actuellement pour les mesures d'une base à Java, pour en mesurer une aussi en Hollande.

11) En *Italie*, les travaux géodésiques avancent rapidement sous la direction du général *Ricci*. La base de *Catania* a été mesurée et rattachée au réseau de la Sicile; la base de *Foggia*, mesurée en 1860, a été également rattachée à la triangulation napolitaine; enfin, on a fini le réseau de premier ordre, depuis le parallèle de *Cosenza* jusqu'au *Cap Passaro*. Les italiens ont décidé de mesurer d'abord trois chaînes de triangles suivant les méridiens.

1) de *Cagliari* par la *Sardaigne*, la *Corse*, la *Toscane*, *Gênes* à *Milan*;

2) depuis *Ponza* par *Rome*, *Florence* à *Padoue*;

3) depuis le *Cap Passaro* par *Messine*, *Potenza* à *Spalatro*; ensuite trois autres chaînes, suivant les parallèles:

1) depuis la *Savoie* par *Padoue* à *Fiume* (parallèle moyen);

2) depuis la *Corse* par *Gargano* vers la *Dalmatie*;

3) depuis *Ponza* à *Brindisi*.

Enfin, une chaîne transversale parallèle à la direction de la péninsule. On se propose de distribuer des bases, soit déjà mesurées, soit à mesurer, par chaque groupe de 25 à 30 triangles; on a en vue pour ces bases les régions de Trapani, Catane, Tarente, Foggia, Rome, Rimini, Livourne, Somma, Turin, Cagliari. Enfin, on veut déterminer une soixantaine de points astronomiques; mais cette partie des travaux n'est pas encore sérieusement commencée.

12) Dans le *Meklembourg*, on a déterminé, par voie télégraphique, la latitude de *Schwerin*, et sa différence de longitude avec l'observatoire d'*Altona*. Les travaux trigonométriques sont terminés, calculés et prêts à être imprimés. On y a entrepris aussi les nivellements de précision, et M. *Paschen* a pu constater que leurs résultats offrent une exactitude au moins cinq à sept fois plus grande que ceux des meilleures mesures d'angles de hauteur, exécutées avec les appareils les plus parfaits. M. Paschen croit contrairement à notre expérience, que dans les opérations de nivellement, il convient de prendre les stations de la mire aussi éloignées que possible.

13) Le grand duché d'*Oldenbourg*, qui s'est associé à l'entreprise géodésique, a promis de faire sur son territoire la détermination d'un point astronomique, et a communiqué un réseau de triangles de premier ordre, mesurés en partie par *Gauss* lui-même, avec un théodolite de Reichenbach, de douze pouces. En même temps, M. de *Schrenk* poursuit activement les nivellements, pour relier les hauteurs du pays à Amsterdam et à Brême.

14) La *Prusse*, sur l'instance de la commission permanente, a enfin constitué provisoirement le bureau central sous la direction du général *Baeyer*, qui a reçu pour collègues M. le

professeur *Förster*, directeur de l'observatoire de Berlin, et M. le Dr Bremiker. Le bureau est doté provisoirement de 15,000 écus par an. La commission permanente, en remerciant le gouvernement prussien, lui a exprimé l'espoir de voir le bureau central bientôt constitué d'une manière définitive. Le général Baeyer, qui l'année dernière, a mesuré au Brocken la latitude et l'azimut, et a joint la station trigonométrique de Breslau à l'observatoire de cette ville, fera commencer sans retard les opérations trigonométriques.

Les travaux que l'état-major prussien, de son côté, a fait exécuter dans la Prusse orientale, et dont il vient de publier les triangles de premier ordre, ont été soumis à la commission permanente, qui, après les avoir examinés, a dû les déclarer impropres à concourir à ses travaux scientifiques, parce que, d'abord le point de départ est fautif, le point trigonométrique prussien de Memel n'étant pas identique avec celui des ingénieurs russes, dont la réduction au centre est perdue, de sorte qu'il n'était pas possible, comme on l'a fait, de rattacher la base de Polangen au réseau des triangles prussiens; parce que, ensuite, il y a dans ce réseau plusieurs triangles, dont on n'a pas mesuré tous les trois angles et qui manquent ainsi du contrôle exigé par la conférence de Berlin; enfin, parce que, dans la résolution des triangles, on a calculé des valeurs probables par des méthodes qui, théoriquement, ne sont pas admissibles. Parmi les travaux astronomiques exécutés en Prusse, pendant l'année dernière, il faut citer à côté de la détermination de la différence de longitude entre Berlin et Vienne dont il a déjà été question, l'opération analogue entre Berlin et Königsberg. En même temps, on a poursuivi les travaux de l'entreprise qui est intimement liée à la nôtre, et qui a pour but de déterminer télégraphiquement les longitudes à travers toute l'Europe, le long du 52e parallèle. Terminés déjà en 1864, dans la partie occidentale jusqu'à Breslau, on les a continués en 1865 vers l'est, où le colonel *Forsch* et le capitaine *Zylinski*, de l'état-major russe, et M. le Dr *Tiele*, astronome adjoint de l'observatoire de Bonn, ont déterminé les différences de longitude des stations de *Breslau*, *Varsovie*, *Grodno*, *Bobruisk*, par rapport à *Königsberg*, et celles des stations *Bobruisk*, *Orel*,

Lipetsk, *Saratow* par rapport à *Moscou*. Pour cette année, il ne reste plus que les quatre stations de *Saratow*, *Samara*, *Orenbourg* et *Orsk* à rattacher à celle de *Kasan*. Parmi toutes ces stations, Orsk seule ne possède pas encore la communication télégraphique.

15) Pour la *Russie*, le général de *Blaramberg* a envoyé la 26e partie des mémoires du dépôt des cartes, ce qui complète les matériaux pour le réseau polonais.

16) Dans le *royaume de Saxe*, on a érigé 14 signaux dans les sommets de triangles de premier ordre, et 36 pour des triangles de second ordre; de même on a fixé par des piliers la base près de Grossenhain, que l'on mesurera en 1868. M. le professeur *Nagel* a commencé les mesures trigonométriques à la station de la *Lausche*, où il a pris neuf directions au moyen de l'héliotrope.

En même temps, on a projeté en Saxe un réseau de nivellement de précision, selon les décisions de la conférence de Berlin. On a choisi 22 sommets de polygones et 46 lignes de nivellement; comme il y a ainsi 25 données de plus que d'inconnues, on résoudra les données par la méthode des moindres carrés, en suivant le principe que les erreurs probables des différences de niveau sont proportionnelles aux racines carrées des distances horizontales. Ce principe est discutable; car cette erreur dépend aussi des différences de niveau elles-mêmes, du nombre des stations, et du nombre des sections nivelées. Si m est le nombre des stations, n celui des sections, p_1, p_2... p_n le nombre des stations dans chaque section, et a_1 a_2... a_n les différences de niveau, on a d'après Baeyer pour l'erreur l'expression

$$2 = \sqrt{\frac{m}{2n}\left\{\frac{a_1^2}{p_1} + \frac{a_2^2}{p_2} + \frac{a_3^2}{p_3} \cdots \cdot \frac{a_n^2}{p_n}\right\}}$$

Dans le nivellement suisse, où les erreurs de clôture des différents polygones sont excessivement petites, nous nous sommes contentés jusqu'à présent d'un procédé approximatif en distribuant les erreurs proportionnellement aux longueurs des sections. — En *Saxe* on suit, autant que possible, les chemins de fer et les grandes routes, et l'on fixe les points prin-

cipaux par des repères en bronze, comme en Suisse. Les mires ont $4^m,2$ de longueur (chez nous 3^m) et sont divisées en centimètres. On nivelle depuis le milieu et chaque lecture est répétée après avoir retourné le niveau. Toutes les sections seront nivelées à double. On pense pouvoir terminer en trois ans, par deux ingénieurs, tout le réseau, comprenant 46 lignes de 3 à 5 lieues.

L'exactitude qu'on peut attendre sera très satisfaisante, car des essais ont donné, par double nivellement, pour la différence de niveau

entre	*Dresde* et *Freiberg*	$297^m,522 \pm 0^m,008$
»	*Altenberg*	$633^m,641 \pm 0^m,009$

Quant aux travaux astronomiques, M. *Bruhns* a déterminé la différence de longitude entre l'observatoire de *Leipzig* et ceux de *Vienne* et de *Gotha;* pour cette dernière opération on a employé la méthode de l'enregistrement et celle des coïncidences, qui ont donné pour résultat $6^m43^s,485$. Enfin pour le point astronomique du *Jauernick*, près Görlitz, M. Bruhns a également déterminé la différence de longitude avec Leipzig, la latitude par des observations de passage au premier vertical et par des hauteurs circum-méridiennes, enfin l'azimut de deux points par leur comparaison avec la Polaire. Jusqu'à présent on n'a pu calculer que la latitude de Jauernick, dont le résultat est très satisfaisant.

17) En *Scandinavie* on a mesuré la différence de longitude entre les observatoires de Stockholm, Copenhague et Christiania; MM. *Lindhagen*, de Stockholm, *Fearnley*, de Christiania, et *Schjellerup*, ont comparé télégraphiquement leurs pendules par des signaux et des coïncidences, en faisant la détermination du temps par l'ancienne méthode à l'ouïe; les grandes distances rendaient l'emploi de l'enregistrement difficile. Ils ont éliminé leurs équations personnelles en changeant de stations. — En outre, M. Lindhagen a déterminé par la méthode de Struve la dilatation des perches qui servent à mesurer les bases.

En *Norvège*, il existe d'anciennes triangulations allant depuis Christiania, où en 1835 on a mesuré sur la glace une base de

3103^{m}, vers Drontheim, vers Kongsvinger et vers Bergen. Comme les signaux n'existent plus, il est douteux que l'on puisse utiliser ces triangles. En mai-juin 1864 on a mesuré deux fois une base de 2025 toises à *Egeberg* près de Christiania, et au mois d'août une autre base de 1806 toises à *Levanger* au Fjord de Drontheim; on attend le coefficient de dilatation des perches pour les réduire et les comparer; mais les deux mesures de Levanger, faites à la même température s'accordent à 1$'''$ près.

Ensuite le capitaine *Brosch* a commencé en 1864 et continué en 1865 un réseau de 28 triangles, qui s'étend depuis Christiania, vers le sud, jusqu'au triangle suédois Dragonkullen-Vagnarberg-Koster; il sera terminé dans le courant de cette année. En outre, M. *Mohn* a rattaché en 1864 l'observatoire de Christiania à la base et au côté le plus rapproché du réseau, au moyen de 26 triangles. Enfin le même observateur a mesuré, en 1865, 39 triangles, destinés à relier la base de Levanger au réseau de Drontheim. M. Mohn trouve l'erreur probable d'un angle $= \pm 0'',442$ dans le réseau du sud; et $= \pm 0'',474$ dans celui du nord. Pour points astronomiques on a choisi les observatoires de Christiania et de Bergen (où l'on en construit un nouveau) et l'extrémité sud de la base de Levanger; l'azimut et la latitude seront déterminés en outre pour deux points entre Christiania et Drontheim, et pour un point entre Christiania et Bergen. Plus tard, lorsque les moyens seront accordés, on pense pouvoir déterminer aussi la pesanteur, au moyen d'un pendule à réversion, à Christiania, Bergen et Levanger.

Quant au nivellement, il rencontre des difficultés considérables en Norvège, à cause de l'état rudimentaire des voies de communication; cependant on espère relier au moins quelques-uns des points de repère que l'on a marqués en 1839 le long de la côte sur les rochers, pour fixer la hauteur moyenne de la mer, lesquels, d'après une révision préalable faite en 1864 semblent se trouver maintenant à 3 pouces au-dessus du niveau actuel de la mer.

18) En *Suisse*, la plus grande partie de la triangulation est terminée, car nos triangles réunissent déjà la base au Vorarl-

berg et le Feldberg dans la Forêt-Noire à la Lombardie. De nos 30 stations il ne reste plus à faire que le Hangendhorn, le Titlis et le Basodino; enfin les 7 stations occidentales, destinées à nous relier au Piémont, ce qui sera accompli cet été, de sorte que pour 1867 il n'y aura plus que les azimuts à mesurer. — J'ai commencé le calcul des directions probables pour les stations isolées, et aussitôt que le réseau sera complet, je le traiterai d'après la méthode des moindres carrés. Comme notre commission géodésique m'a autorisé à me faire aider au besoin par un calculateur, j'espère pouvoir terminer ces longs et pénibles calculs en 1867. M. Denzler, par un calcul approximatif et sans tenir compte des poids, a rattaché notre nouvelle chaîne au réseau de Bade et du Wurtemberg, et a obtenu un accord très satisfaisant; car le côté *Feldberg-Lägern* ne diffère de la valeur fournie par la triangulation badoise que de $0^m,22$ sur $52807^m,27$; et le côté *Feldberg-Hohentwiel* s'accorde avec le même côté du réseau wurtembergeois à $0^m,14$ près, sur une longueur de $62215^m,23$.

Quant au *nivellement*, j'ai déjà rendu compte à notre société des travaux de l'année passée et de la remarquable exactitude des résultats (l'erreur des cotes est au-dessous de 2^{mm} par kilomètre). Maintenant les calculs sont terminés aussi pour la ligne de *Genève-Neuchâtel*, qui sera répétée cette année. Sauf la rectification qui en résultera peut-être pour cette section, il paraît que toutes les hauteurs suisses, dérivées trigonométriquement du Chasseral, doivent être diminuées de $3^m,5$. — La commission a décidé de faire niveler, cette année-ci, une seconde fois la ligne *Genève-Morges*, ensuite le polygone Morges-Lausanne-Fribourg-Morat-Neuchâtel-Morges; le polygone Fribourg-Berne-Bienne-Neuchâtel-Fribourg; enfin, la ligne Bienne-St-Imier, en tout un développement de 325 kilom. Pour l'année 1867, on a projeté deux grands polygones qui, avec un développement de 370 kilom., couvriraient tout le N.-O. de la Suisse.

Les *travaux astronomiques* continuent d'abord dans les observatoires, où l'on poursuit la détermination des latitudes et pour lesquels on déterminera cette année la différence de longitude entre *Zurich* et *Neuchâtel*. En dehors des observations

on a décidé de choisir plusieurs points astronomiques: le *Righi*, le *Gäbris* et même le *Simplon*, si une reconnaissance démontre la possibilité de le rattacher au réseau des triangles. Dans ces points on déterminera, au moyen de notre théodolithe astronomique, la latitude et l'azimut, et la longitude par la voie télégraphique et la méthode chronographique, au moyen du *chronomètre enregistreur*, dont j'ai donné à la société une description détaillée. Enfin, on y mesurera aussi l'intensité de la pesanteur par les *expériences de pendule*. Cette détermination de la longueur du pendule simple a été faite déjà pour Genève, où M. Plantamour a trouvé cette longueur: = 440″,3389 ± 0″,0025 et la valeur de $g = 9^m,803768 \pm 0,000055$. Ces nombres sont susceptibles encore de légères corrections qui pourront provenir de la comparaison de l'échelle du pendule à la toise de Schumacher, qu'on exécutera aussitôt que le comparateur de Berlin sera disponible. Cet été, je déterminerai l'intensité de la pesanteur à notre observatoire.

19) Dans le *Wurtemberg* on n'a pas encore nommé de nouveau commissaire pour remplacer feu M. Zech, qui est mort en 1864.

Pour compléter ces renseignements, tirés du rapport général du bureau central et du procès-verbal des séances de la commission permanente, j'ajouterai encore que dans cette dernière M. *Baeyer* a communiqué un mémoire sur les méthodes à employer pour le calcul des mesures géodésiques, qui sera publié sous peu. De même M. *Fœrster*, de Berlin, a soumis à la commission un catalogue d'étoiles fondamentales, qui doivent servir aux déterminations de latitude.

Les comparaisons des étalons des différents pays qui ont été décidées dans la conférence de Berlin, pourront commencer cet été au comparateur de Bessel, remis en état, pour les toises et demi-toises. Pour comparer les mètres, la commission s'est adressée au gouvernement de la Saxe, pour pouvoir employer le comparateur qu'elle fait construire par Repsold pour l'école polytechnique de Dresde.

M. le professeur *Schering*, de Gœttingue, a communiqué à notre commission ses recherches théoriques, ayant pour but de calculer les mesures géodésiques et de déterminer la sur-

face qui en résulte, sans faire aucune supposition sur la forme du globe terrestre.

Enfin, la commission a reçu de la part de son président, M. *Hansen*, de Gotha, un résumé qui signale les lacunes existant encore dans les réseaux des triangles qui doivent couvrir l'Europe selon la direction des neuf parallèles et des quatre méridiens que la conférence de Berlin a décidé de mesurer. Voici les neuf parallèles choisis:

Latitude.	Parcours des chaînes de triangles.	Embrassant en longitude.
60°	Depuis Christiania, par Stockholm, Abo, Helsingfors à Pulkowa	25°
54°	Depuis Helgoland, par Altona, Schwerin, Stettin, Königsberg à Wilna	16°
52°	Depuis Leyden, par Bonn, Göttingue, Berlin à Varsovie	17°
51°	Depuis Dunkerque, par Bruxelles, Bonn, Gotha, Leipzig à Breslau	16°
50°	Depuis Dieppe, par Mannheim, Marbourg, Prague, Olmutz, Cracovie à Lemberg . .	23°
48°	Depuis Brest, par Paris, Strasbourg, Munich, Vienne à Ofen	24°
46°	Depuis Rochefort, par Lyon, Genève, Turin, Milan, Padoue, Venise, Trieste, Temesvar, Hermannstadt jusqu'à Ismaïl . .	29°
42°	Depuis Ajaccio, par Rome au Monte Gargano	8°
41°	Depuis Ponza, par Naples et Polenza à Brindisi	4°

Les quatre méridiens qu'on se propose de mesurer sont les suivants:

Longitude depuis Paris.	Parcours des chaînes de triangles.	Embrassant en latitude.
6°	Depuis le cap Spartivento, par la Corse, le Piémont, la Suisse, le Wurtemberg, la Hesse, le Hanovre, Danemark à Drontheim	25°
10°	Depuis Ponza, par Rome, Rimini, Venise, Munich, Leipzig, Berlin, Stralsund, Copenhague, Gothenbourg	16°
13°	Depuis le cap Passaro, par Messine, Cosenza, Potenza, Zara, Vienne, Görlitz jusqu'à Colberg	17°
36 ½°	Depuis Isvornik, par Theresienstadt, Pesth, Cracovie à Königsberg	10°

La commission permanente, en examinant les lacunes signalées dans ce grand réseau par M. Hansen, a fait les démarches nécessaires pour obtenir qu'elles soient comblées.

En général on peut dire que notre entreprise est en bonne voie de développement et promet de devenir un des grands monuments scientifiques de notre époque.

Séance du 7 juin 1866.

Présidence de M. L. Coulon.

M. *Favre* communique des documents émanant de la Société des sciences naturelles de Jaroslawl, entre autres la liste des oiseaux et des plantes vasculaires observés dans ce gouvernement. Sur la demande faite par cette Société, dont font partie deux anciens élèves de nos établissements d'éducation: MM. O. Clerc et Jaccard,

on décide de lui envoyer la série entière de nos Bulletins, en échange de l'herbier et d'autres objets qui nous sont annoncés.

M. le professeur *Kopp* dépose sur le bureau le résumé des observations météorologiques anciennes, encore inédites, faites à Neuchâtel, et qui rattachent, par une chaîne presque continue, les premières observations faites dans notre pays vers le milieu du siècle passé, aux observations fédérales actuelles.

Il présente ensuite un rapport fort intéressant sur les travaux de la commission fédérale d'hydrométrie. (Voir Appendice).

M. *Desor* rend hommage à l'activité de la commission préposée à l'étude de l'hydrométrie sur le territoire de la Confédération, et, si l'on doit juger des travaux subséquents par ceux qui déjà sont accomplis, on peut s'attendre à des résultats du plus haut intérêt. Pour ce qui a rapport aux mesures limnimétriques, il recommande à l'attention de M. Kopp l'appareil très-commode qu'il a vu fonctionner dernièrement chez M. Gressly, à Soleure.

M. *Kopp* annonce que l'on posera incessamment une alidade nouvelle sur la table d'orientation de la chaîne des Alpes.

M. *H. Ladame* fils, expose une méthode qu'il a trouvée pour déterminer la distance de deux points inaccessibles, sans avoir recours à des mesures angulaires, et sans avoir besoin de beaucoup d'espace au point où l'on est en station.

Les différentes méthodes pratiques de résoudre ce problème à l'aide de jalons et d'une chaîne seulement,

dit M. Ladame ; exigent toutes un énorme espace pour exécuter les différentes opérations dont elles se composent. La méthode que nous donnons aujourd'hui réduit l'emplacement nécessaire à quelques mètres. N'admettant l'échelle à laquelle on désire obtenir la ligne cherchée qu'à la fin de l'opération, aucun obstacle ne peut en entraver l'exécution ou la rendre dans certains cas impossible, ainsi que cela se présente si fréquemment avec la plupart des méthodes actuelles.

Marche de l'opération.

Admet C quelconque.

— porte sur les alignements CX, CY les distances égales et arbitraires $CO = CO'$

— détermine S milieu de OO'.

— Par le point C mène une parallèle : OO' (à cet effet détermine m milieu de CO' et porte $mO'' = mO$ sur l'alignement mO).

— détermine B et B' au moyen des alignements CX, CO'' ; CY, CO''.

— enfin calculer CX' et CY' par les formules

$$CY' = \frac{CO}{p} \frac{CB}{OS - CB} \qquad CX' = \frac{CO}{p} \frac{CB'}{CS - CB'}$$

$\frac{1}{p}$ étant l'échelle à laquelle on désire obtenir la ligne cherchée ; ayant déterminé les points X' et Y', on a

$$X'Y' = \frac{1}{p} XY$$

Si les distances devenaient considérables, on pourrait suivre la marche suivante :

Fig. 2.

Admet C quelconque.

— mesure une base C B.

— admet C′ sur l'alignement B y et détermine G avec les alignements B C et C′ X.

— mesure B G.

— En C forme le triangle a C B′ = à B C′ (la ligne C′ B′ est ainsi parallèle à C B).

— Détermine O par les alignements C Y et B′ C′ puis O′ par les alignements C X et B′ C′.

— mesure B′ O, G′ O′, C O et C O′. Enfin calculer C X′ et C y′ par les formules :

$$CY' = \frac{1}{p}\cdot\frac{CO}{B'O}\,CB \qquad CX' = \frac{1}{p}\,\frac{CO'}{G'O'}\,CG$$

On arriverait par la même opération à déterminer la distance d'un point accessible C à un autre qui ne l'est pas X. Fig. 3.

Opération.

Sur l'alignement C X mesure C O.

— porte C O′ = C O dans une direction quelconque.

— détermine S milieu de O O′.

— mène C O″ parallèle à O O′, en déterminant m milieu de C O′ et portant sur l'alignement m O ; m O″ = m O.

— détermine B intersection des alignements S X et C O″, on a

$$CX = \frac{CO}{OS - CB}\,CB$$

M. le docteur *Clément* fait voir divers objets pêchés dans les stations de notre lac, entre autres un couteau, identique pour la forme, les ornements, les gravures, aux couteaux de l'âge du bronze, mais dont la lame est en fer: cet exemplaire est unique; des pointes de flèches en silex à tous les degrés de fabrication et revêtant des formes diverses exigeant des emmanchements variés; des ciseaux en néphrite, des perçoirs en silex et des objets en bronze dont l'usage est encore inconnu.

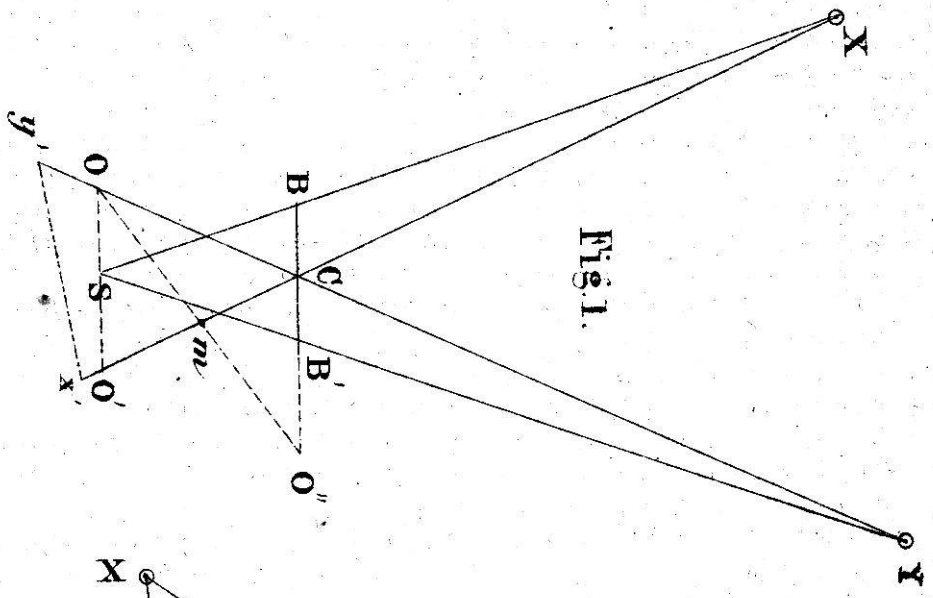

Fig. 1.

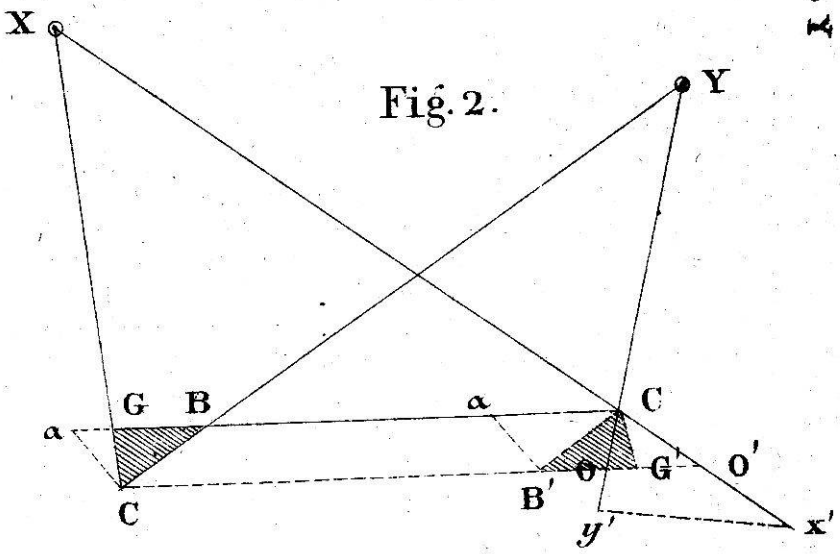

Fig. 2.

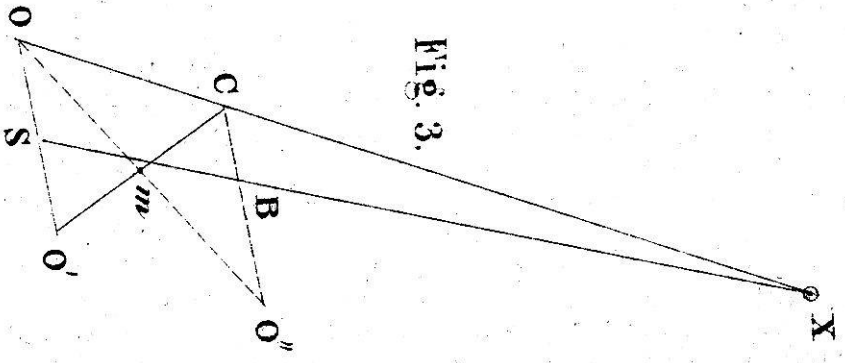

Fig. 3.