

# ARC DU MÉRIDIDIEN

DE 25° 20'

ENTRE

## LE DANUBE ET LA MER GLACIALE,

MESURÉ,

DEPUIS 1816 JUSQU'EN 1855,

SOUS LA DIRECTION

DE

**C. DE TENNER,**

GÉNÉRAL D'INFANTERIE DE L'ÉTAT-MAJOR IMPÉRIAL  
DE RUSSIE,

**CHR. HANSTEEN,**

DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT GÉOGRAPHIQUE ROYAL  
DE NORVÈGE,

**N. H. SELANDER,**

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE ROYAL  
DE STOCKHOLM,

**F. G. W. STRUVE,**

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE-CENTRAL-NICOLAS  
DE RUSSIE

OUVRAGE COMPOSÉ SUR LES DIFFÉRENTS MATÉRIAUX ET RÉDIGÉ

PAR

**F. G. W. STRUVE.**

PUBLIÉ PAR L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE ST. PÉTERSBOURG.

**TOME SECOND,**

OPÉRATIONS GÉODÉSIQUES ENTRE LE GOLFE DE FINLANDE ET LA MER GLACIALE.

ST. PÉTERSBOURG, 1857.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des sciences:

à **St.-Petersbourg**

MM. Eggers et C<sup>ie</sup>,

à **Riga**

M. Samuel Schmidt,

à **Leipzig**

M. Léopold Voss.

Prix des deux volumes avec atlas de 26 planches: 10 Roub. arg. = 11 Thlr. 3 Ngr.



Imprimé par ordre de l'Académie.

Décembre 1860.

C. Vessélofski, Secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.

# TABLE DES MATIÈRES.

## TOME SECOND.

### ARC SEPTENTRIONAL. OPÉRATIONS GÉODÉSIQUES ENTRE LE GOLFE DE FINLANDE ET LA MER GLACIALE.

	Page.
CHAP. I. Terrain. Forme et dimensions des triangles. Comparaison des triangles des deux arcs, méridional et septentrional .....	1 à 10
§ 69. Notices générales .....	1
§ 70. Le terrain entre le Golfe de Finlande et la Mer Glaciale .....	4 à 9
a. Région des triangles de Finlande, 645 verstes.....	4
b. " " " de Laponie, 336 verstes.....	6
c. " " " du Finmarken, 183 verstes.....	7
§ 71. Comparaison des triangles des 4 régions de l'arc méridional et des 3 régions de l'arc septentrional .....	9
CHAP. II. Les signaux .....	11 et 12
§ 72. Les signaux de Finlande.....	11
§ 73. Les signaux de Laponie et du Finmarken .....	12
CHAP. III. Instruments employés à la mesure des angles terrestres .....	13 à 16
§ 74. Instruments employés dans les opérations de Finlande .....	13
§ 75. Instrument employé dans les opérations de Laponie .....	15
§ 76. Instrument employé dans les opérations du Finmarken .....	15
CHAP. IV. § 77. Valeurs définitives des quatre bases de l'arc septentrional, réduites au niveau de la mer	17
CHAP. V. § 78. Finlande. Méthodes d'observation, employées pour la mesure des angles .....	20
CHAP. VI. Finlande. Calcul des deux côtés fondamentaux, Mustila — Korsmalm et Sarvi-kangas — Linnunsilmä .....	23 à 32
§ 79. Jonction entre la base d'Elimä et le côté fondamental Mustila — Korsmalm .....	23
§ 80. Jonction entre la base d'Uleaborg et le côté fondamental Sarvi-kangas — Linnunsilmä .....	29
CHAP. VII. Finlande. Triangles de continuation primitifs, déduits des journaux d'observation .....	33 à 58
§ 81. Dispositions .....	33
§ 82. Tableau K. A. des 7 triangles excédants, au sud du côté fondamental $L^{VII}$ .....	34
§ 83. Tableau K. B. des 54 triangles principaux de Finlande entre $L^{VII}$ et $L^{VIII}$ . (Comparaison entre les côtés fondamentaux $L^{VII}$ et $L^{VIII}$ .) .....	36
§ 84. Tableau K. C. des 9 triangles principaux au nord du côté fondamental $L^{VIII}$ , (jusqu'au côté commun avec les triangles de Laponie) .....	46
§ 85. Analyse des triangles compensés des tableaux K. n. et K. c. ....	48 à 56
1. Les triangles No. 177, 178 et 179 .....	48
2. Les triangles No. 183 et 184 .....	48
3. Le triangle No. 224. (Comparaison du côté Tornea — Kemi, d'après les opérations de Svanberg et les nôtres.) .....	49
4. Le triangle No. 225 .....	52
a. Triangulation auxiliaire .....	52
b. Le triangle No. 225 .....	54

	Page.
§ 86. Exactitude des mesures angulaires en Finlande. (Comparaison avec les mesures de l'arc Baltique.)	56
CHAP. VIII. Laponie. Communications de M. Selander .....	59 à 74
§ 87. Notices générales.....	59
§ 88. Première communication de M. Selander, datée du 27 juillet 1853. Directions observées sur les différentes stations de Laponie.....	60
1. Directions moyennes observées pour la jonction de la base d'Öfver-Tornea avec le côté de triangle Avasaksa — Pullinki.....	60
2. Directions moyennes observées sur les stations des triangles principaux.....	62
§ 89. Seconde communication de M. Selander, datée du 10 août 1855. Résultats des opérations de Laponie .....	65
1. Renseignements donnés par M. Selander .....	65
2. La base (d'Öfver-Torneå).....	66
3. Directions observées et compensées, et logarithmes des distances entre les stations des triangles principaux .....	67
4. Distance des deux points astronomiques, (Torneå et Stuor-oivi), et direction de la ligne géodésique qui les joint .....	72
5. Détermination de la latitude de Stuor-oivi.....	73
6. Observations de l'azimut à Stuor-oivi .....	74
CHAP. IX. Laponie. Détermination du côté fondamental, Avasaksa — Pullinki.....	75 à 80
§ 90. Notices préliminaires.....	75
§ 91. Résultats du calcul de M. Lindhagen .....	76
§ 92. Comparaison des deux résultats obtenus, pour le côté fondamental Avasaksa — Pullinki, par les calculs de MM. Selander et Lindhagen. Résultat adopté.....	79
CHAP. X. Laponie. Les triangles principaux, depuis Tornea jusqu'à Atjik et Bäljatz-vaara.....	81 à 98
§ 93. Notices préliminaires.....	81
§ 94. Tableau des résultats obtenus, pour les triangles principaux, par les calculs de compensation de MM. Selander et Lindhagen .....	82
§ 95. Considérations sur le tableau du paragraphe précédent.....	88
§ 96. Motifs pour faire un autre calcul des triangles principaux de Laponie, en partant des angles de la plus courte durée comme données primitives.....	91
§ 97. Tableau L. a. des 5 triangles de continuation situés entre le dernier côté des triangles de Finlande et le côté fondamental $L^A$ . (Comparaison entre les côtés fondamentaux $L^{III}$ et $L^A$ ) .....	93
§ 98. Tableau L. b. des 17 triangles principaux de Laponie, depuis le côté fondamental $L^A$ jusqu'au côté Bäljatz-vaara — Atjik .....	95
CHAP. XI. § 99. Finmarken. Introduction .....	99 et 100
CHAP. XII. Finmarken. Détermination du côté fondamental, Lohdizhokki — Nuppi-vaara.....	101 à 106
§ 100. Résultats obtenus par le calcul de M. Lindhagen .....	101
§ 101. Résultat pour le côté fondamental $L^X$ .....	105
CHAP. XIII. Finmarken. Triangles de continuation depuis Atjik jusqu'au point extrême septentrional Fuglenæs.....	107 à 118
§ 102. Calcul de compensation de M. Lindhagen .....	107
§ 103. Tableau M. a. des 5 triangles principaux, entre le dernier côté des triangles de Laponie et le côté fondamental $L^X$ (Comparaison entre les côtés fondamentaux $L^A$ et $L^X$ ) .....	113
§ 104. Tableau M. n. des 7 triangles de continuation excédants, au nord du côté fondamental $L^X$ .....	115
§ 105. Exactitude des mesures angulaires du Finmarken. Conséquences.....	116



	Page.
CHAP. XIV. Calcul de compensation pour les 89 triangles principaux No. 163 à No. 251, en dépendance des quatre côtés fondamentaux $L^{VII}$ à $L^X$ .....	119 à 132
§ 106. Formation et résolution des trois équations finales qui déterminent les coefficients indéterminés $x^{VII}$ , $x^{VIII}$ , $x^{IX}$ .....	119
§ 107. Bases et côtés fondamentaux, compensés .....	120
§ 108. Compensation des triangles principaux des tableaux § 83, § 84 et 97, § 98 et 103	121
1. Calcul de compensation pour les triangles entre $L^{VII}$ et $L^{VIII}$ .....	121
2. Calcul de compensation pour les triangles entre $L^{VIII}$ et $L^{IX}$ .....	128
3. Calcul de compensation pour les triangles entre $L^{IX}$ et $L^X$ .....	130
CHAP. XV. § 109. Tableau des angles et des côtés définitifs, des 103 triangles qui produisent la jonction entre les 5 points astronomiques de l'arc septentrional, compris entre le Golfe de Finlande et la Mer Glaciale .....	133 à 148
CHAP. XVI. Les azimuts observés .....	149 à 164
§ 110. Latitudes des 5 points astronomiques. Instruments et méthodes d'observation .....	149
§ 111. Les 5 azimuts déterminés .....	150
1. Azimut à Mäki-päälys, déduit des azimuts observés par M. Woldstedt à Ristisaari et à Kokko-vuori .....	150
a. Azimut déterminé à Ristisaari par M. Woldstedt, 1843 .....	150
b. Azimut déterminé à Kokko-vuori, par M. Woldstedt, 1843 .....	151
c. Transport des azimuts observés à Ristisaari et à Kokko-vuori sur Mäki-päälys .....	152
2. Azimut observé à Kilpi-mäki par M. Fedorenko, 1852 .....	154
3. Azimut à Tornea, (église du district), déduit de l'azimut observé par M. Wagner à Kokko-mäki, 1851 .....	156
4. Azimut observé à Stuor-oivi par M. Selander, 1851 .....	161
5. Azimut observé à Fuglenaes par M. Lindhagen, 1850 .....	161
§ 112. Azimuts et distances des stations voisines des points astronomiques .....	164
CHAP. XVII. Triangles polaires et coordonnées polaires dans les différents arcs partiels .....	165 à 200
§ 113. Triangles polaires et coordonnées polaires depuis Mäki-päälys jusqu'à Kilpi-mäki .....	165
§ 114. Triangles polaires et coordonnées polaires depuis Kilpi-mäki jusqu'à Tornea .....	178
§ 115. Triangles polaires et coordonnées polaires depuis Tornea jusqu'à Stuor-oivi .....	189
§ 116. Triangles polaires et coordonnées polaires depuis Stuor-oivi jusqu'à Fuglenaes .....	196
CHAP. XVIII. Longueurs des différents arcs partiels. Azimuts déterminés aux deux points extrêmes de chaque arc. Comparaison et compensation des deux azimuts .....	201 à 206
§ 117. Longueurs des lignes géodésiques entre les couples de points extrêmes des 4 arcs partiels. Azimuts de ces lignes géodésiques, déterminés aux points extrêmes .....	201
§ 118. Comparaison des azimuts déterminés aux deux points extrêmes de chaque arc partiel .....	203
§ 119. Compensation des azimuts déterminés aux points extrêmes des arcs partiels. (Tableau des azimuts compensés et des distances définitives) .....	205
CHAP. XIX. Distances des parallèles pour les quatre arcs partiels .....	207 à 210
§ 120. Calcul des distances des parallèles .....	207
§ 121. Résultats que donne le calcul des distances des parallèles. (Distances définitives entre les parallèles des 5 points astronomiques de l'arc compris entre l'île de Hogland et Fuglenaes .....	209
§ 122. Résumé des deux arcs. (Distances définitives entre les parallèles des 13 points astronomiques de l'arc total, compris entre le Danube et la Mer Glaciale) .....	210

## PIÈCES JUSTIFICATIVES RELATIVES A L'ARC SEPTENTRIONAL.

	Page.
I. Angles horizontaux et verticaux observés en Finlande .....	211 à 323
Avant-propos .....	215
I. Description des stations trigonométriques .....	215
II. Altitudes au-dessus de la Mer Baltique, directement déterminées .....	227
III. Mesure des angles horizontaux .....	228
IV. Mesure des angles verticaux .....	230
V. Arrangement du tableau .....	233
VI. Tableau des angles mesurés .....	234
II. Journal des opérations géodésiques exécutées, par ordre du gouvernement Norvégien, au Finmarken et sur les fles de la Mer Glaciale .....	325 à 483
A. Journal des opérations du Finmarken .....	327 à 389
Avant-propos .....	329 à 336
I. Notices générales. (Contrôle de la base d'Alten) .....	329
II. Explication du journal imprimé .....	333
Tableaux des mesures angulaires horizontales .....	337 à 377
Mesures angulaires verticales .....	378 à 389
B. Études relatives aux mesures angulaires horizontales du Finmarken etc. Par W. Struve 391 à 422	
1. Mesure des angles horizontaux en 1846, 47; exactitude individuelle .....	393
2. Mesure des angles horizontaux en 1850; exactitude individuelle .....	398
3. Exactitude linéaire des divisions et des lectures .....	401
4. Comparaison de l'exactitude individuelle des mesures faites en 1846, 1847 et en 1850 .....	402
5. Promptitude de la mesure des angles horizontaux .....	403
6. Exactitude des angles observés, déduite des écarts que présentent les déterminations multiples .....	405 à 412
a. Écarts dans les angles mesurés en 1846 et 1847 .....	405
b. " " " " " en 1850 .....	407
c. Différences entre les valeurs des angles obtenus, en 1850, par les mouvements opposés de l'instrument .....	411
7. Comparaison entre l'erreur probable d'un angle déterminé par 12 mises, et les erreurs probables indiquées par les écarts .....	412
8. Exactitude des angles observés, déduite à l'aide des corrections que fournit le calcul de compensation .....	413 à 415
a. Les triangles de continuation, mesurés en 1846, 47 .....	413
b. Les triangles de rattachement, mesurés en 1850 .....	414
c. Comparaison des erreurs probables des angles minimes de 1846, 47 et de 1850 .....	415
9. Résumé et conclusions .....	415 à 422
C. (Mémoire de M. Lindhagen sur la partie géodésique des opérations du Finmarken) Über den geodätischen Theil der norwegischen Gradmessungs-Operationen. Von D. G. Lindhagen 423 à 483	
Erste Abtheilung. Bestimmung der absoluten Länge der Hauptdreiecksseite Nuppi-vaara — Lohdizhjokki .....	425
Zweite Abtheilung. Ausgleichung des Hauptdreiecksnetzes .....	454
Anhang. Höhen der Norwegischen Dreieckspunkte über der Meeresfläche ... 479 à 483	
Höhen der Dreieckspunkte im Hauptdreiecksnetze .....	480
Höhen der Dreieckspunkte im Verbindungsdreiecksnetze .....	482

## CHAPITRE I.

### TERRAIN. FORME ET DIMENSIONS DES TRIANGLES. COMPARAISON DES TRIANGLES DES DEUX ARCS, MÉRIDIONAL ET SEPTENTRIONAL. LES SIGNAUX.

#### § 09. Notices générales.

Notre arc septentrional est compris entre MÄKI-PÄÄLYS, sur l'île de Hogland,  $\varphi = 60^{\circ} 4' 29''$ , et FUGLENAES,  $\varphi = 70^{\circ} 40' 11''$ , sur l'île de Kval-øe dans la Mer Glaciale. Il s'étend sur  $10^{\circ} 35' 42''$  de latitude et forme, entre ses points extrêmes, une ligne de 1113 verstes de long. Cette longueur est de 429 verstes plus courte que celle de l'arc méridional qui contient, entre STARO-NEKRASSOWKA et MÄKI-PÄÄLYS, une ligne de 1542 verstes.

Les deux arcs, l'arc septentrional et l'arc méridional, se rencontrent au point MÄKI-PÄÄLYS qui forme le sommet commun des triangles No. 155 et No. 156, sans qu'il existe une jonction complète entre ces deux triangles, par un côté commun. Des opérations exécutées plus tard, pour la levée trigonométrique du Golfe de Finlande, par M. le général W. de Wrangell, mon ancien collaborateur dans la mesure de l'arc Baltique, présentent bien une telle jonction, dans des triangles qui, en traversant le Golfe, ont l'île de Hogland pour centre commun. Mais cette jonction n'a pu être effectuée que par un nombre considérable de triangles, en partie de forme très-désavantageuse, et dans lesquels la mesure des angles était sujette à des difficultés graves, par la petite élévation des sommets des triangles situés sur de bas îlots; sans compter l'accès difficile et le désagrément d'un séjour prolongé sur ces îlots. Il fallait

être marin et avoir en vue l'intérêt hydrographique, pour vaincre tous ces obstacles, comme M. de Wrangell l'a fait. L'exécution d'une telle opération était d'autant moins dans l'intérêt de la mesure de l'arc du méridien, qu'il n'y avait que 6 triangles de continuation excédants au nord de la base de SIMONTS en Ehstonie, et 7 triangles au sud de la base d'ELIMÄ en Finlande, pour atteindre, des deux côtés, le point commun sur Hogland. En outre, j'avais à considérer le sacrifice de temps qu'aurait réclamé cette opération.

1) *Triangles de Finlande.* Ces triangles s'étendent depuis le point méridional MÄKI-PÄÄLYS, sur Hogland, jusqu'au côté TORNEA—KAAKAMA-VAARA, en Laponie. La distance des points extrêmes est de 645 verstes. Les opérations de Finlande commencèrent, en 1830, par la reconnaissance du terrain pour le choix des stations trigonométriques; mais ce ne fut qu'en 1845 que la mesure des angles atteignit TORNEA. Le dernier triangle boréal, formé par les trois stations TORNEA, KIVALO et KAAKAMA-VAARA fut ajouté en 1851, pour produire la jonction géodésique des triangles de Finlande et de Laponie, par le côté commun TORNEA—KAAKAMA-VAARA. Les triangles de Finlande ont été mesurés sous ma direction et d'après mes instructions détaillées. Deux officiers distingués de l'État-major Impérial, Melan et Oberg, actuellement décédés, qui avaient été préparés pour ces travaux par le cours de haute géodésie, tenu à cette époque à l'Observatoire de Dorpat pour des officiers de l'État-major et de la Flotte, travaillèrent à ces mesures pendant les années 1832 à 1835. Depuis, ces officiers étant appelés à diriger eux-mêmes des travaux géodésiques à l'intérieur de l'Empire, je chargeai de la continuation des opérations M. Fr. Woldstedt, élève de M. Argelander, et alors adjoint de l'Observatoire de Helsingfors dont il est aujourd'hui le digne directeur. M. Woldstedt eut pour assistants, dans ses travaux, le géodésiste M. Hällström et d'autres. La mesure des deux bases finlandaises se fit en 1844 et 1845, en commun par MM. Sabler, astronome de Poulkova, et Woldstedt.

2) *Triangles de Laponie.* Ces triangles vont depuis TORNEA jusqu'à BÄLJATZ-WAARA, point situé dans le Finmarken norvégien, par une étendue de 336 verstes. C'est M. Selander, membre de l'Académie des sciences de Suède et directeur de l'Observatoire de Stockholm, qui, avec l'autorisation Royale, avait été chargé par l'Académie de Stockholm de la direction des travaux géodésiques de l'arc de Laponie, et qui les exécuta personnellement, assisté dans cette tâche par M. Skogman, officier de la marine Royale, et par M. Agardh, professeur d'astronomie à l'Université de Lund. La reconnaissance du terrain avait été faite par MM. les académiciens Baron Wrede et Selander en 1845. La mesure des angles, commencée en 1846, fut terminée en 1852. La base, située sur le terrain des triangles de Laponie, fut mesurée par M. Selander, en 1851, à l'aide de l'appareil de Poulkova, et avec l'assistance de nos astronomes, MM. Lindhagen et Wagner.

3) *Triangles du Finmarken norvégien.* Ces triangles s'étendent à 185 verstes, depuis le point le plus méridional ATJIK jusqu'à FUGLENAES, la station la plus septentrionale de notre arc entier. Cette station, située sur l'île de Kval-øe, est à une distance d'à peu près deux verstes au nord-ouest de la ville de Hammerfest, la plus septentrionale des villes de la Terre. FUGLENAES se trouve de l'autre côté de la baie qui forme l'excellent port de cette ville commerçante. Les opérations norvégiennes ont été dirigées par M. Hansteen, directeur du Dépôt géographique de Norvège et de l'Observatoire Royal de Christiania. Il chargea MM. Klouman et Lundh, officiers du génie norvégien, de l'exécution des opérations du Finmarken. Ces deux officiers entreprirent en commun la reconnaissance du terrain, en 1845, simultanément avec celle du terrain de Laponie de la part des géomètres suédois. Il commencèrent la mesure des angles en 1846. M. Klouman ayant terminé, en 1847, les angles qui appartenaient aux triangles principaux, cette partie des opérations fut achevée dans le courant des années 1846 et 1847, malgré la courte durée de la saison qui n'est que de deux à trois mois dans ces régions arctiques. La mesure de la base fut exécutée en 1850, sur les bords de l'Alten-fjord, près d'Alten et de Bosekop, en commun par MM. Lindhagen et Klouman, opération terminée par l'observation des angles terrestres, dans les triangles qui devaient effectuer la jonction entre la dite base et un des grands côtés d'un triangle de continuation.

Les opérations de l'arc septentrional se distinguent, quant à la mesure des angles, de celles de l'arc méridional, en ce que les angles de toutes les stations, à l'exception de quatre, ont pu être mesurés, le statif de l'instrument étant établi directement sur le sol. En effet, les forêts qui, sur la majeure partie du terrain de l'arc méridional, avaient opposé des obstacles presque insurmontables à l'établissement des triangles, diminuent à mesure que l'on avance, du littoral septentrional du Golfe de Finlande, vers le nord. En Finlande il y a bien encore de vastes forêts, mais elles occupent par préférence les bas-fonds, et n'atteignent guères les sommets des rochers granitiques, choisis pour stations de triangles. En tout cas, s'il y a sur ces sommets des arbres, ayant leurs racines dans les crevasses des rochers, ils ne forment plus une forêt épaisse, mais un bois tellement clair, qu'il suffit d'abattre un petit nombre d'arbres, pour avoir l'horizon libre. Au nord de TORNEA, dès qu'on dépasse le cercle polaire, la végétation disparaît sur les points dominants, et nous y avons des rochers nus, ou tout au plus couverts de quelques buissons rabougris épars et de mousses. Cependant, en Finlande, M. Woldstedt a été forcé, sur deux des stations continentales, STRÖMFORS et REVONPESÄMAA, et sur deux des îles basses du Golfe Bothnique, à ULKOGRUNNI et à HYPEN-MÄKI, de donner à son instrument une élévation de 2 à 6 toises au-dessus du sol, à l'aide de fortes poutres, réunies en un statif colossal, entouré d'une galerie isolée du statif. Nous rencontrons encore, parmi les stations de Finlande, trois églises, dont les flèches ou plutôt les barres de fer qui sortaient des flèches, ont servi de points de mire. Ce sont les églises de KEMBELE, de TORNEA et

de KEMI. L'instrument cependant avait été établi à KEMBELE et à TORNEA sur le sol. A KEMI, M. Woldstedt n'a point fait d'observations. Mais cette église, étant visible et observée de plusieurs des stations voisines des triangles de continuation, présentait par là une vérification pour ces triangles. KEMI avait été en outre une des stations des opérations de Svanberg en 1802.

Il y a, sur l'arc septentrional, en tout 5 points astronomiques, auxquels la latitude et l'azimut ont été déterminés par l'observation. L'arc septentrional se subdivise par conséquent en 4 arcs partiels.

1. *L'arc de la Finlande méridionale*, depuis MÄKI-PÄÄLYS jusqu'à KILPI-MÄKI,  
 $\varphi^x = 60^\circ 4' 29''$ ,  $\varphi^x = 62^\circ 38' 5''$ ; donc de  $2^\circ 33' 36''$ .
2. *L'arc de la Finlande septentrionale*, depuis KILPI-MÄKI jusqu'à TORNEA,  
 $\varphi^x = 62^\circ 38' 5''$ ,  $\varphi^{x'} = 65^\circ 49' 45''$ , donc de  $3^\circ 11' 40''$ .
3. *L'arc de Laponie*, depuis TORNEA jusqu'à STUOR-OIWI,  
 $\varphi^{x'} = 65^\circ 49' 45''$ ,  $\varphi^{x''} = 68^\circ 40' 58''$ , donc de  $2^\circ 51' 13''$ .
4. *L'arc du Finmarken*, depuis STUOR-OIWI jusqu'à FUGLENAES,  
 $\varphi^{x''} = 68^\circ 40' 58''$ ,  $\varphi^{x'''} = 70^\circ 40' 11''$ , donc de  $1^\circ 59' 13''$ .

### § 70. Le terrain entre le Golfe de Finlande et la Mer Glaciale.

a. Région des triangles de Finlande entre Mäki-päälys et Kaakama-vaara, depuis  $60^\circ 4'$  jusqu'à  $66^\circ 9'$ ;  
 645 verstes.

Le terrain des triangles de Finlande est très-varié. Le point initial, le rocher MÄKI-PÄÄLYS, est élevé de  $h = 64,7$  toises au-dessus du Golfe. Entre ce point et la terre ferme de Finlande la distance est d'environ 40 verstes. Les îlots RISTISAARI et SVARTVIRA, situés à une distance de 25 verstes au nord de Hogland, quoique très-bas, présentaient cependant des stations de triangle convenables. A partir de ces îles, les triangles, en passant par la station TUSKAS sur l'île de Mogenpört-öe, atteignaient le continent dans les deux côtés formés par les stations KOKKO-VUORI, STRÖMFORS et LOVISA. En partant des bords du Golfe vers le nord, le sol de la Finlande s'élève graduellement, et présente une multitude de plaines, plus ou moins grandes, interposées entre un nombre immense de rochers de granit. Les plus grandes de ces plaines contiennent cette multitude de nappes d'eau qui, en couvrant une grande partie des bas-fonds, distinguent la Finlande des autres pays de l'Europe. A 70 verstes au nord de LOVISA, nos opérations rencontrent la suite de lacs qui se prolongent, dans la direction de la méridienne, presque sans interruption depuis  $61^\circ 0'$  jusqu'à  $63^\circ 40'$ . Parmi ces lacs, le PÄJÄNE est le plus considérable. Les stations trigonométriques sont placées ici sur les rocs dominants, des deux côtés des lacs; et l'on conçoit

que l'établissement des triangles a dû être favorisé par cette nature du terrain, quant aux vues libres, quoiqu'entravé assez souvent par la difficulté des communications. En quittant les bords de ces lacs, les triangles traversent, au sud de la ville de Kajane,  $\varphi = 64^{\circ} 14'$ , un espace de peu d'étendue moins riche en eau. Au nord de cette ville nos triangles franchissent le grand lac Ulea-träsk et atteignent, à la station TEIRI-HARJU la plus grande altitude  $h = 171$  toises. La chaîne des triangles établie entre MÄKI-PÄÄLYS et TEIRI-HARJU suit d'assez près la direction de la méridienne de DORPAT, quoique déclinant d'abord du côté occidental, mais puis revenant et coupant cette méridienne près de KILPI-MÄKI, point astronomique central de Finlande, sous  $62^{\circ} 38'$ . A partir de TEIRI-HARJU, par le côté TEIRI-HARJU—KIVES-VAARA, les triangles prennent, dans une étendue de 110 verstes, jusqu'au milieu du côté LATON-MÄKI—SARVI-KANGAS, une direction inclinée au méridien de près de  $70^{\circ}$ . Dans des deux points notre opération gagne les bords septentrionaux du Golfe Bothnique, près de la ville d'Uleaborg,  $\varphi = 65^{\circ} 0'$ . Entre TEIRI-HARJU et LATON-MÄKI le terrain descend rapidement, car il y a, entre les deux points, une différence du niveau de 158 toises, LATON-MÄKI n'étant qu'à 13 toises au-dessus du Golfe. Sur ce court espace de 110 verstes l'établissement des triangles avait présenté les plus grandes difficultés; et c'est un mérite distingué de M. Woldstedt d'avoir pénétré, par sa persévérance dans les reconnaissances, et à l'aide de percées quelquefois très-longues, à travers les immenses forêts qui couvrent un terrain sans points dominants. Ses triangles sont établis ici des deux côtés de la rivière Ulea-elf, par laquelle les eaux de l'Ulea-träsk s'écoulent dans le Golfe Bothnique. A partir de LATON-MÄKI, les stations se trouvent sur les îles du Golfe. Deux de ces îles, Karl-öe et Ajos, s'élèvent bien encore à 15 et 12 toises au-dessus de la mer, mais RONTTI et ULKOGRUNNI ne sont qu'à une hauteur de 1,2 et 3,2 toises. C'est ce manque de points dominants, qui a rendu l'exécution de la mesure des angles, sur cette partie du Golfe, extrêmement difficile. M. Woldstedt a dû très-souvent profiter des réfractions extraordinaires pour atteindre son but; aussi voyons nous, dans ses journaux, que pour achever les observations d'une seule de ces stations, ULKOGRUNNI, il a dû faire un séjour de près de deux mois sur cette île déserte. Par ces circonstances les travaux géodésiques, entre ULEABORG et TORNEA, ont exigé un travail de trois saisons entières, des années 1840 à 1842, et d'une partie de la saison de 1844 \*).

\*) Les difficultés indiquées avaient fait renoncer Maupertuis et ses collaborateurs à leur plan primitif d'une mesure de l'arc sur les îles du Golfe, en 1735. Voici ce que dit l'académicien de Paris, dans son ouvrage *Figure de la terre*. Paris 1738, p. 9. «Notre espérance avait toujours été de faire nos opérations sur les côtes du Golfe de Botnie. La facilité de nous rendre par Mer aux différentes stations, d'y transporter les instruments dans des chaloupes, l'avantage des points de vüe, que nous promettoient les Isles du Golfe, marquées en quantité sur toutes les cartes; tout cela avait fixé nos idées sur ces côtes et sur ces Isles. Nous allâmes aussi-tôt avec impatience les reconnaître; mais toutes nos navigations nous apprirent qu'il falloit renoncer à notre premier dessein. Ces Isles qui

L'élévation moyenne du sol des stations de Finlande est de 79,4 toises, la plus grande étant  $h = 171$  toises pour TEIRI-HARJU, la plus petite  $h = 1,2$  toises pour RONTTI.

Les 70 triangles de continuation de la Finlande présentent, à côté des 3 angles mesurés dans chaque triangle, deux directions diagonales observées, et dans le triangle No. 224 un surplus de mesures angulaires, fourni par une station intermédiaire et par un point accessoire vu des quatre stations. Abstraction faite de ce surplus, nous trouvons, pour les dits 70 triangles, la longueur moyenne d'un côté de triangle de 12846 toises = 23,4 verstes. Le progrès moyen, dans le sens de la méridienne, pour un triangle de Finlande, est  $F = 4956$  toises = 9,0 verstes.

Pour la forme des triangles nous avons  $\mathfrak{S} = 32273$ , donc le  $\mathfrak{S}$  moyen = 461,0, et le poids de continuation moyen  $\rho = \frac{295,5}{461,0} = 0,641$ . Le poids géométrique se trouve  $\sigma = \frac{4956}{7500} \rho = 0,424$ , voir T. I, p. 2 et p. 11.

**b. Région des triangles de Laponie, entre Tornea et Bäljatz-vaara, depuis 65° 50' jusqu'à 69° 2' ;**

**336 verstes.**

La rivière Tornea-elf et son grand affluent le Muonio-elf forment la frontière entre la Russie et la Suède, depuis 65° 50' jusqu'à 68° 40'. Des deux côtés de ces fleuves se trouvent 49 des triangles de Laponie mesurés par M. Selander. Les deux triangles les plus septentrionaux, et qui ne sont point coupés par la rivière, entrent déjà sur le terrain du Finmarken norvégien. Il y a ici en tout 14 stations situées en Russie, 7 en Suède et 2 en Norvège. Une ligne géodésique tirée entre TORNEA et BÄLJATZ-VAARA tombe entièrement à l'intérieur des triangles, et fait à Tornea un angle de 7° avec le méridien, vers l'ouest.

Nous n'avons pas à nous occuper ici en détail de la nature du terrain de ces triangles; car M. Selander prépare, sur ses opérations, un ouvrage séparé que publiera l'Académie de Stockholm. On voit cependant, par la direction uniforme des triangles et par leurs dimensions, que le terrain a singulièrement favorisé l'établissement des triangles de Laponie, en offrant partout des points dominants de hauteur considérable. L'élévation moyenne des stations de Laponie est certainement plus grande que celle des stations de Finlande. Au moins les triangles de Laponie se terminent, du côté septentrional, aux

---

bordent les côtes du Golfe, et les côtes du Golfe même, que nous nous étions représentées comme des Promontoires, qu'on pourroit apercevoir de très-loin et d'où l'on en pourroit apercevoir d'autres aussi éloignées, toutes ces Isles étaient à fleur d'eau; par conséquent bien-tôt cachées par la rondeur de la Terre; elles se cachoient même l'une l'autre vers les bords du Golfe etc. Après nous être opiniâtres dans plusieurs navigations à chercher dans ces Isles ce que nous n'y pouvions trouver, il fallut perdre l'espérance et les abandonner».



stations ATJIK et BÄLJATZ-VAARA, élevées de 310 et de 290 toises au-dessus de la Mer Glaciale, le point extrême méridional TORNEA se trouvant à peu de toises au-dessus du Golfe Bothnique. Nous pouvons par conséquent regarder 150 toises comme une valeur approximative de la hauteur moyenne des stations de Laponie, chiffre qui est près du double de la hauteur moyenne = 79,4 toises des stations de Finlande.

Les opérations de M. Selander présentent 21 triangles principaux qui forment la jonction directe la plus avantageuse des points extrêmes. En sus des 86 directions propres à ces triangles, il y a encore 11 directions diagonales observées sur 7 des stations. En négligeant ces diagonales, nous trouvons la longueur moyenne d'un côté de triangle de 17254 toises = 31,5 verstes, donc de 2254 toises = 4,1 verstes plus grande que la longueur adoptée = 15000 toises pour le triangle normal, voyez T. I, p. 2.

Le progrès moyen dans le sens de la méridienne, produit par un triangle de Laponie, est  $F = 8721$  toises = 15,9 verstes.

Pour la forme des triangles, nous trouvons  $\mathfrak{S} = 11036$ , et le  $\mathfrak{S}$  moyen = 525,5, d'où se déduit le poids de continuation moyen  $\rho = \frac{295,5}{525,5} = 0,562$ , et le poids géométrique  $\sigma = \frac{8721}{7500} \rho = 0,653$ .

c. Région des triangles du Finmarken, entre Atjik et Fuglenaes, depuis  $68^{\circ} 57'$  jusqu'à  $70^{\circ} 4'$ ;

183 verstes.

Notre carte générale, pl. I, nous présente entre les églises de Muonioniska,  $\varphi = 68^{\circ} 0'$ , et de Kautokeino,  $\varphi = 68^{\circ} 57'$ , un terrain d'où découlent les eaux dans deux directions opposées. Le Muonio-elf descend du versant méridional de ce terrain et jette ses eaux, mêlées à celles du Tornea-elf dans le Golfe Bothnique. La rivière Alten-elv qui descend du versant septentrional, dans une direction opposée, porte ses eaux au Golfe de la Mer Glaciale, nommé Alten-fiord. Les triangles du Finmarken suivent le cours de l'Alten-elv jusqu'à son embouchure, sous  $\varphi = 69^{\circ} 58'$ . Puis ils continuent jusqu'à FUGLENAES,  $\varphi = 70^{\circ} 40'$ , par plusieurs stations intermédiaires dont trois sont situées sur les îles Seiland, Kval-øe et Haajen. Les deux premiers points trigonométriques du Finmarken, identiques avec les deux dernières stations de Laponie, sont, comme nous l'avons déjà indiqué, à une hauteur de 300 toises au-dessus du niveau de l'océan; le point extrême FUGLENAES ne s'élève qu'à  $h = 7$  toises.

L'Alten-elv elle-même parcourt un terrain incliné vers le nord, et qui présente de grandes plaines marécageuses, couvertes de mousse et de quelques broussailles de bouleaux nains, mais presque désertes et même inhabitables. Un grand nombre de lacs se sont formés dans les endroits les plus bas de ces marais, lacs qui sont presque tous en communication avec l'Alten-elv, par un grand nombre de petites

rivières qui s'étendent d'un lac à l'autre et jusqu'à la rivière principale. De ces plaines marécageuses s'élèvent, en grand nombre, des rochers d'une hauteur considérable, et qui fournissaient aux géomètres norvégiens la possibilité d'un établissement avantageux des triangles. Les bords de l'Alten-fiord et les îles situées au nord du fiord offraient également des montagnes dominantes. Pour ces stations voisines de la mer, il y avait une communication facile en chaloupe, au moins jusqu'aux pieds des rochers. Mais il n'en était point ainsi pour les stations de l'intérieur du pays. La seule voie de communication était ici en caravane, à pied et à cheval, caravane qui avait à transporter les hommes, les instruments, les tentes et même les bois pour la construction des signaux. Toujours cette caravane ne pouvait conduire qu'aux pieds des rochers, dont l'ascension présentait partout de grandes difficultés, soit à l'intérieur du pays, soit aux bords de la mer. En effet, l'élévation des stations trigonométriques ne diminuait point à mesure que l'on approchait de la mer, mais elle augmentait plutôt, et sur l'île de Seiland la station ЈЕДКИ, éloignée à peu près de 1800 toises = 3,2 verstes de la mer, était sur un roc élevé de 552 toises, ce qui donne un angle moyen d'élévation de  $17^\circ$ . Pour les 13 stations situées au sud de FUGLENAES, la hauteur moyenne est de 369 toises, chiffre qui n'est que de 90 toises plus petit que la hauteur de la limite inférieure des neiges perpétuelles sous  $\varphi = 69^\circ 45'$ , déterminée par Buch et Wahlenberg dans ces régions mêmes à 458 toises. Trois des stations occidentales en Finmarken dépassaient même la ligne des neiges perpétuelles, savoir HALDI,  $h = 464$  toises, KAAVEN,  $h = 490$  toises, et ЈЕДКИ,  $h = 552$  toises.

Les difficultés indiquées du transport avaient engagé M. Hansteen à choisir, pour la mesure des angles en Norvège, un instrument de dimensions plus petites que celles des instruments employés de la part des géomètres russes et suédois; et ce choix a essentiellement contribué au succès des travaux de MM. Klouman et Lundh. La mesure des triangles du Finmarken a certainement été une des opérations les plus difficiles, que présentent les annales de la géodésie. MM. Klouman et Lundh, n'ayant point reculé, ni devant les difficultés multipliées, ni devant les privations que leur imposait ce travail, se sont acquis le mérite d'avoir rendu possible la prolongation de notre arc jusqu'à l'extrémité septentrionale de l'Europe.

Les 12 triangles qui forment la jonction directe entre АТЈІК et FUGLENAES contiennent 50 directions. Il y a en sus 14 directions diagonales observées, et 6 directions relatives à la station supplémentaire HAAJEN. Abstraction faite de ces 20 directions accessoires, nous avons, dans les dits 12 triangles, la longueur moyenne d'un côté de 16050 toises = 29,3 verstes, de 1050 toises = 1,9 verste plus forte que la longueur du triangle normal adopté.

Le progrès moyen, dans le sens de la méridienne, produit par un de ces triangles, est  $F = 8200$  toises = 15,0 verstes.

La forme des triangles s'énonce par  $\mathcal{S} = 6703$ , d'où le  $\mathcal{S}$  moyen = 558,6, et le poids moyen de continuation  $\rho = \frac{295,5}{558,6} = 0,529$ . Le poids géométrique se trouve  $\sigma = \frac{8200}{7500} \rho = 0,578$ .

D'après une recherche analogue à celle du Chap. X, T. I, p. 144 à 156, et qui sera détaillée plus tard, nous avons pour les triangles des trois régions de l'arc boréal, tels qu'ils sont effectivement employés dans cette seconde section, les  $\tau$  suivants. Voir T. I, p. 11.

*Poids moyen trigonométrique, ou poids de la mesure des angles :*

triangles :	de Finlande	de Laponie	du Finmarken
$\tau =$	1,312	0,639	0,242.

Dans le  $\tau$  du Finmarken, l'augmentation du poids qu'a effectuée l'observation des diagonales, est introduite.

Ces  $\tau$  combinés aux  $\sigma$  nous conduisent enfin aux

*poids généraux des triangles*

	de Finlande	de Laponie	du Finmarken
$p =$	0,556	0,417	0,140.

Sur l'unité de ces poids voyez T. I, p. 12.

**§ 71. Comparaison des triangles des 4 régions de l'arc méridional et des 3 régions de l'arc septentrional.**

Le tableau ci-joint réunit les différentes quantités, T. I, p. 4 à 11 et T. II, p. 4 à 9, qui se rapportent aux qualités des triangles des 7 régions, situées entre le Danube et la Mer Glaciale. Il nous donne ainsi un certain coup-d'œil comparatif sur les qualités moyennes des triangles de ces régions.

*Tableau des qualités moyennes dans les triangles des 7 régions.*

Région.	Étendue.	Nombre des triangles.	Hauteur moyenne h.	Longueur moyenne d'un côté de triangle.	Progrès moyen d'un triangle.	Poids de contin. $\rho$ .	Poids géométr. $\sigma$ .	Poids trigonom. $\tau$ .	Poids général p.
1. Bessarabie.....	verstes. 335	43	loises. 107	loises. 11967	loises. 4505	0,670	0,402	0,938	0,378
2. Volynie.....	356	33	146	(21,9 verstes.) 13975	(8,2 verstes.) 5423	0,766	0,554	0,632	0,350
3. Lithuanie.....	482	49	99	(23,3 verstes.) 13583	(10,0 verstes.) 5380	0,697	0,500	0,749	0,374
4. Prov. Baltiques	384	28	80	(24,8 verstes.) 15318	(9,8 verstes.) 7315	0,400	0,390	3,040	1,186
5. Finlande.....	645	70	79	(28,0 verstes.) 12846	(13,4 verstes.) 4956	0,641	0,424	1,312	0,556
6. Laponie.....	336	21	150?	(23,4 verstes.) 17254	(9,0 verstes.) 8721	0,562	0,653	0,639	0,417
7. Finmarken....	183	12	343	(31,5 verstes.) 16050	(13,9 verstes.) 8200	0,529	0,578	0,242	0,140
				(29,3 verstes.)	(15,0 verstes.)				

Nous voyons :  $\rho$  est un *maximum*, en Volynie un *minimum* dans les prov. Balt.  
 $\sigma$  » » » » Laponie » » » » » »  
 $\tau$  » » » dans les prov. Balt. » » en Finmarken  
 $p$  » » » » » » » » » » » »

Dès que nous nous rappelons que l'unité du poids  $p$  se rapporte, T. I, p. 12, à un triangle équilatéral de 15000 toises de côté, placé avec un des côtés dans la méridienne, et dans lequel la mesure des angles est sujette à une erreur moyenne de 1"0; ces  $p$  nous font juger des qualités moyennes des triangles dans nos 7 régions, et nous avons à placer :

en première ligne les triangles Baltiques,  
 » seconde » » » de Finlande,  
 » troisième » » » de Laponie,  
 » quatrième » » » de la Russie méridionale,  
 » cinquième » » » du Finmarken.

Mais ce jugement ne suffit pas pour apprécier les exactitudes relatives dans les différents résultats à déduire des opérations partielles, tels que les longueurs des lignes géodésiques entre les points astronomiques successifs, ou les distances des parallèles voisins. Cette appréciation ne peut être gagnée qu'en considérant l'exactitude et la dépendance de toutes les quantités données par l'observation, nommément encore l'exactitude de la mesure des bases, la jonction des bases aux triangles de continuation et la disposition des bases sur la ligne des opérations. Par une recherche, qui comprend tous ces points, les erreurs probables des distances entre les parallèles de l'arc méridional, ont été trouvées, T. I, § 68, et une seconde recherche nous donnera pareillement les erreurs probables dans les distances des parallèles de l'arc septentrional. Par conséquent, le jugement général sur les qualités des triangles ne conduit guères à une détermination de l'exactitude des résultats d'une opération achevée. Mais celui qui exécute une opération géodésique, pourra tirer profit des considérations qui nous ont conduits à la détermination des quantités moyennes  $\rho$ ,  $\sigma$ ,  $\tau$ ,  $p$ . Supposons p. e. qu'entre deux stations éloignées la jonction puisse se faire par deux différentes chaînes de triangles et qu'il faille choisir l'une des deux. La question ne sera pas toujours décidée par l'inspection des deux figures. Néanmoins la décision est simple, car celle des deux jonctions sera préférable, dans laquelle le [E] c. à d. la somme des différents  $\beta^2 + \gamma^2 + (\beta + \gamma)^2$ , T. I, p. 2, est plus petite.

## CHAPITRE II.

### LES SIGNAUX.

---

#### § 72. Les signaux de Finlande.

Ces signaux sont analogues à ceux des provinces Baltiques, représentés planche XX, fig. 3 et 4. Voyez § 6. Seulement les signaux de Finlande ont été plus petits, la hauteur moyenne n'étant que de 12 pieds. La poutre du milieu était travaillée, dans la partie qui sortait des contrefiches, en forme de cylindre, de 4 pieds de haut sur 7 pouces de diamètre. Tous les signaux étaient peints en noir. Il y avait cependant un petit nombre de signaux de plus grandes dimensions, sur les stations où il fallait élever l'instrument au-dessus du sol, pour voir les objets. Ces signaux plus élevés servaient plutôt de statifs pour l'instrument et pour l'emplacement d'un héliotrope, que pour objets de pointé. Les journaux des opérations de Finlande indiquent, que l'héliotrope a été assez souvent employé, pour rendre visibles, soit les stations très-lointaines, soit celles des stations qui ne se projetaient pas sur le ciel, mais sur le terrain foncé. Dans ces derniers cas, nous voyons qu'à côté de l'emploi de l'héliotrope, nos géomètres ont fait usage de tables verticales, peintes en blanc à la chaux, et placées derrière les signaux, surtout si la distance n'était pas trop grande. Les 70 triangles principaux de Finlande présentent 282 directions. Pour 37 de ces directions l'héliotrope a été employé. Aussi la mesure des triangles sur le Golfe Bothnique, depuis LATON-MÄKI jusqu'à TORNEA, n'aurait-elle guères réussi, sans l'application de ce puissant moyen de rendre visibles les stations les plus éloignées, même à travers les brouillards couchés à la surface de la mer.

### § 73. Les signaux de Laponie et du Finmarken.

Nous attendons des notices détaillées sur les signaux de Laponie dans l'ouvrage de M. Selander. Pour effectuer la jonction entre les triangles de Finlande et de Laponie, par le côté commun TORNEA—KAAKAMA-VAARA, les astronomes russes ont observé, de la station près de TORNEA et sur KIVALO, le signal construit par M. Selander à KAAKAMA-VAARA. Ce signal consistait en un arbre vertical, arrêté par des contrefiches, et qui portait à son bout supérieur un tonneau cylindrique, solidement fixé dans cette place. L'héliotrope n'a pas été employé dans les opérations de Laponie.

En Finmarken, l'érection des signaux présentait de grandes difficultés. Il fallait, comme il a déjà été dit, transporter le bois nécessaire du district d'Alten, où se trouve la forêt de sapins la plus septentrionale en Europe; car sur le reste du terrain norvégien que notre arc traverse, il n'existe que des arbres rabougris et des bouleaux nains. Naturellement MM. Klouman et Lundh ont dû donner à leurs signaux une construction des plus simples. Un poteau rond, de 12 pieds de long et de 4 pouces de diamètre, était placé sur le roc en position verticale, et retenu dans cette position par trois contrefiches et surtout par un amas de pierres qui s'élevait en cylindre jusqu'à la demi-hauteur du poteau. Les signaux qui devaient être vus d'une très-grande distance, portaient à leur extrémité supérieure un demi-tonneau, placé concentriquement à l'axe du poteau et bien affermi dans cette position. Ce demi-tonneau avait 3 pieds de diamètre sur 2 pieds de haut, et un pied de la hauteur était peint en blanc, l'autre en noir. Cette diversité de couleur était nécessaire, parce que les signaux des stations orientales, vues des stations occidentales considérablement plus élevées en général, se projetaient assez souvent sur le terrain. Les tonneaux furent composés sur les lieux, à l'aide de douves préparées à Alten; car le transport des tonneaux composés aurait été impossible. Ce que je viens de dire se rapporte aux signaux des triangles principaux.

La jonction entre la base d'ALTEN et le côté fondamental NUPPI-VAARA—LONDIZHOKKI a été faite à l'aide de 10 stations auxiliaires. Sur toutes ces stations des signaux furent placés d'une construction soignée et dont la charpente avait été faite à Altengaard. Plusieurs de ces signaux portaient des tonneaux. Le transport des bois de charpente sur les 10 stations n'était sujet qu'à des difficultés moins graves, tant par les petites distances des stations, que par leurs élévations moins considérables. La distance d'Altengaard à la station auxiliaire la plus éloignée, VUOSGOL-VAARA, n'est que de 20 verstes en ligne droite, et l'élévation moyenne des 8 stations intermédiaires entre la base et le côté fondamental est de 125 toises au-dessus du terrain de la base.

## CHAPITRE III.

### INSTRUMENTS EMPLOYÉS A LA MESURE DES ANGLES TERRESTRES.

---

#### § 74. Instruments employés dans les opérations de Finlande.

Le même instrument universel, dont je m'étais servi dans la mesure de l'arc des provinces Baltiques, voyez T. I, p. 17, a été employé sur la plupart des stations de Finlande. Je le désigne ici par  $A'$ . A côté de ce  $A'$ , deux autres instruments universels, construits également dans les ateliers de Munich, par M. Ertel, et que je nomme  $A''$  et  $A'''$ , ont été employés. Un renfort de moyens d'observation devint indispensable, en 1835, pour faire marcher les opérations de cette année d'un pas plus rapide. MM. Oberg et Melan qui, auparavant, avaient observé avec un seul instrument qui réclamait deux observateurs, l'un à la lunette supérieure, l'autre à la lunette inférieure, furent chargés, cette année, de travailler séparément, chacun ayant obtenu son instrument et un aide pour l'observation dans la lunette de vérification. Plus tard, après 1835, M. Woldstedt étant le seul dirigeant de la mesure des angles, l'observation simultanée sur différentes stations, à l'aide de deux instruments, n'eut plus lieu, à l'exception d'une seule fois, en 1845, à l'occasion du rattachement de la base d'ULEABORG, pour lequel M. Sabler exécuta la mesure des angles à KEMBELE.

En tout il y a en Finlande 83 stations trigonométriques, y compris les triangles de rattachement entre les bases et les triangles principaux. Une énumération fait voir que :

l'instrument  $A'$  a servi sur 64 stations,  
 »  $A''$  » » » 9 »  
 »  $A'''$  » » » 10 » .

Les trois instruments, de mêmes dimensions, d'égale force optique et construits sur les mêmes principes, ne différaient que dans quelques détails peu essentiels d'arrangement et d'exécution. Aussi l'expérience n'a-t-elle guères donné à l'un des instruments une supériorité décidée. L'instrument  $A''$ , qui était un peu moins commode pour l'usage que les deux autres, n'a été employé qu'en 1835 par Melan. En 1841 et 1842 M. Woldstedt fit usage de  $A'''$ . Il revint cependant en 1843 à son ancien instrument  $A'$ , qu'il préférait par suite d'une longue habitude, et parce qu'il était un peu moins pesant que l'autre, et par là plus facile à manier pour l'emplacement. Plus tard, l'instrument  $A'''$  a fait avec M. Lindhagen le trajet de Pétersbourg en Finmarken, où il fut employé, en 1850, pour la mesure des angles aux trois premières stations de rattachement de la base d'ALTEN, et pour l'observation de l'azimut à FUGLENAES. En 1851 le même instrument  $A'''$  servit à la mesure des angles dans les triangles de jonction entre les opérations de Finlande et de Laponie, ainsi qu'à la détermination de l'azimut à TORNEA. L'instrument  $A'$  fit sa dernière campagne en 1852, voyez T. I, p. 17, à l'intérieur de Finlande, où M. Fedorenko l'employa, à КИЛПИ-МÄKKI, pour une détermination de l'azimut. Tous les trois instruments sont actuellement, en état d'excellente conservation, dans la collection d'instruments géodésiques de l'Observatoire-Nicolas. Même l'instrument  $A'$ , dont j'avais fait l'acquisition en 1820, est si bien conservé, malgré un usage peu interrompu pendant 35 ans, et malgré les longs transports dans les expéditions successives, qu'il peut servir encore aujourd'hui aux opérations géodésiques les plus exactes.

Je crois devoir mentionner ici le statif, que j'ai donné à cet instrument et qui a contribué essentiellement à le bien conserver. Trois pieds de bois dur, de  $3\frac{1}{2}$  pieds de haut, réunis en bas et en haut par de forts triangles de fer, en forment le corps essentiel, et l'instrument se place sur les bouts de ces trois pièces. Le triangle en fer d'en bas, couvert de petites planches, recevait des pierres pour augmenter la stabilité du statif avec l'instrument dessus. Le triangle en fer d'en haut portait une assiette carrée, en bois solide, sur laquelle on pouvait placer, dans des rainures voisines de la périphérie, 4 cadres doublés à l'intérieur de toile forte, à l'extérieur de toile cirée et qui, joints à rainures, formaient un coffre fermé d'en haut par une table solide également à rainures. Des courroies réunissaient la table et l'assiette. Ce coffre, aisément soit placé, soit ôté pour l'observation, renfermait l'instrument pendant tout le temps, où les observations cessaient, et le mettait alors à couvert d'humidité et de poussière. C'est que l'instrument sur son statif se trouvait au milieu d'une tente à double toit, pourvue de parois verticales



en toile, de 6 pieds de haut, qui se prêtaient, dans la hauteur des lunettes, à des ouvertures convenables pour l'observation des objets terrestres. L'instrument, une fois établi, restait en sa place jusqu'à ce que les observations fussent entièrement achevées. La tente offrait l'avantage d'abriter l'instrument, pendant l'observation, contre les rayons solaires et contre le vent. Dans les observations de l'azimut, pour voir l'étoile polaire, le toit supérieur fut soulevé au besoin, et dans le toit intérieur une petite ouverture fut coupée, chaque fois recousue après l'usage. L'emploi de cette tente a contribué, soit à la conservation de l'instrument, soit surtout à l'exactitude des observations.

### § 75. Instrument employé dans les opérations de Laponie.

C'est un théodolite construit par M. Littmann à Stockholm, semblable à celui dont Bessel avait fait usage dans la mesure du degré de Prusse. La division avait un diamètre de 12 pouces. La lecture des divisions se faisait les premières années par 4 verniers, plus tard par autant de microscopes. Le même changement avait été fait, après l'achèvement de la mesure du degré de Prusse, dans l'instrument de Bessel. Voyez *Bayer, die Küstenvermessung*, Berlin 1849, p. 50. Pour apprécier l'instrument, il suffit de savoir que M. Littmann est élève de l'école de Munich, et qu'il est pourvu d'une machine à diviser d'Ertel, dont la division est une copie de la division-mère, tracée par Reichenbach sur sa grande machine à diviser qui est encore aujourd'hui la pièce la plus précieuse de l'atelier de M. Ertel.

Nous espérons trouver une description détaillée de ce théodolite dans l'ouvrage de M. Selander, et nous n'avons qu'à mentionner que cet instrument, comme celui de Bessel, n'avait point de lunette de vérification.

### § 76. Instrument employé dans les opérations du Finmarken.

M. Hansteen destina à la mesure des angles terrestres en Finmarken, un instrument universel de Repsold de la collection des instruments de l'Observatoire Royal de Christiania. Cet instrument, également propre pour la mesure des angles terrestres soit horizontaux, soit verticaux, avait deux cercles, le cercle horizontal de 7 pouces, le cercle vertical de 6 pouces de diamètre, chacun divisé immédiatement de 10' à 10'. Deux microscopes à micromètre, pour chaque cercle, placés aux deux extrémités d'un diamètre, donnaient les subdivisions, le tambour de chaque micromètre étant divisé en 60 parties, dont chacune valait 10". L'estime des dixièmes donnait la seconde. La lunette avait une ouverture de 12.5 lignes et 12 pouces de longueur focale; le grossissement en était de 25 à 30 fois. Une lunette infé-

rière, pour vérifier l'invariabilité du porte-microscope, pendant le mouvement azimutal de la lunette supérieure avec le cercle divisé, n'existe pas dans cet instrument qui, abstraction faite de ce manque, était de cette perfection d'exécution qui distingue tous les instruments des frères Repsold. Un statif de construction très-solide, en bois de chêne, servait à l'établissement de l'instrument sur le lieu d'observation.

Sur les extrémités *A* et *B* de la base d'ALTEN, et sur le point voisin *C*, pl. XIX, l'observation des angles a été faite à l'aide de l'instrument universel *A'''* de l'Observatoire-central-Nicolas.



## CHAPITRE IV.

### VALEURS DÉFINITIVES DES QUATRE BASES DE L'ARC SEPTENTRIONAL, RÉDUITES AU NIVEAU DE LA MER.

#### § 77.

J'ai donné, T. I, p. 61, les longueurs définitives des quatre bases, entre les points extrêmes sur le terrain, et T. I, p. 67, les erreurs probables auxquelles ces longueurs sont sujettes. Voici le tableau de ces chiffres, auxquels j'ai ajouté les hauteurs moyennes  $H$  de ces bases, au-dessus de la mer, et les erreurs probables  $\delta H$ .

Base de	Longueur entre les points extrêmes, $K =$	Erreur probable $\frac{\delta K}{K} =$	$H =$ $\delta H$
ELIMÄ . . . . .	1348,75014 toises	$\mp 0,793 \mu$	$+ 10,72 \mp 0,5$ toises
ULEABORG. . . . .	1505,31781 »	$\mp 0,789 \mu$	$+ 0,71 \mp 0,5$ »
ÖFVER - TORNEA	1519,85006 »	$\mp 0,729 \mu$	$+ 24,63 \mp 0,5$ »
ALTEN . . . . .	1154,74458 »	$\mp 0,793 \mu$	$+ 1,84 \mp 0,5$ »

Comme antérieurement,  $\mu$  indique un millionième. Les  $H'$ , ou hauteurs moyennes des deux extrémités, et les réductions  $\delta H'$ , pour avoir  $H = H' + \delta H'$ , T. I, p. 75, les latitudes  $\varphi$  et les azimuts des bases.

les rayons de courbure correspondants  $R$ , les réductions  $\psi$  au niveau de la mer et les erreurs probables  $b\psi$  des réductions sont :

	Elimä.	Uleaborg.	Öfver-Tornea.	Alten.
$H' =$	+ 11,13	+ 1,46	+ 24,43	+ 3,16 toises
$dH' =$	— 0,41	— 0,75	+ 0,20	— 1,32 »
$H =$	+ 10,72	+ 0,71	+ 24,63	+ 1,84 »
$\varphi =$	60° 50'	65° 0'	66° 22'	69° 55'
$\alpha =$	12° 5	40° 0	23° 0	84° 0
$\lg R =$	6,51527	6,51568	6,51564	6,51610
réductions $\psi =$	— 0,00441	— 0,00032	— 0,01142	— 0,00065 toise
erreur prob. $b\psi =$	∓ 0,00021	∓ 0,00023	∓ 0,00023	∓ 0,00018 »
$\frac{b\psi}{R} =$	∓ 0,153 $\mu$	∓ 0,153 $\mu$	∓ 0,153 $\mu$	∓ 0,153 $\mu$
et $\frac{bR}{R} + \frac{b\psi}{R} = \frac{bR}{R} =$	∓ 0,808 $\mu$	∓ 0,804 $\mu$	∓ 0,745 $\mu$	∓ 0,808 $\mu$

Deux de nos bases se trouvaient dans la proximité de la mer, celle d'ULEABORG près du Golfe Bothnique, et celle d'ALTEN tout près de la Mer Glaciale. La détermination des  $H' = \frac{h + h''}{2}$ , voyez T. I, p. 75, se fit ici par une voie très-simple, et ces deux  $H'$  ne sont sujettes qu'à la petite incertitude dans le niveau de la mer, produite par l'effet accidentel du vent, vu que l'effet de la marée à Alten pouvait être aisément éliminé par une comparaison de la haute et de la basse mer. Les deux autres bases sont, celle d'ELIMÄ à 22 verstes du Golfe de Finlande, et celle d'ÖFVER-TORNEA à 65 verstes du Golfe Bothnique. Dans ces Golfs la marée n'existe pas. Pour les distances indiquées, l'erreur probable de la hauteur des termes des bases, comme l'indiquent les déterminations multiples de ces hauteurs, devait être au-dessous de 0,5 toise. En mettant pour les 4 bases  $bH = \mp 0,5$  toise, nous avons déjà pris un chiffre trop fort. Le terrain de la base d'ÖFVER-TORNEA, mesurée par M. Selander, est à peu près identique avec celui des mesures de Maupertuis et de Svanberg. Maupertuis paraît avoir négligé la hauteur de sa base. Svanberg attribue, *Exposition des opérations* etc. Stockholm. 1805, p. 22, à sa base une hauteur de 48,58 mètres = 25,13 toises, sans cependant indiquer, comment ce chiffre a été trouvé; car il n'y a nulle part, dans son ouvrage un calcul hypsométrique détaillé, sur les distances des signaux au zénith indiquées en tête de chaque station, p. 44 à 89, et qui lui ont servi pour réduire à l'horizon les angles inclinés, observés à l'aide du cercle de BORDA. L'altitude = 25,13 toises ne diffère de celle trouvée par M. Selander = 24,63 que de 0,5 toise.

En ajoutant les  $\psi$  aux  $K$ , et en remplaçant les  $\mu$  par leurs valeurs linéaires en fraction de toise, nous parvenons aux :

*Valeurs définitives  $K^{VII}$  à  $K^X$  des 4 bases de l'arc septentrional réduites au niveau de la mer.*

Base de	Erreur prob.	Erreur prob.	Carré de l'erreur moyenne en $\lg K$ .
ELIMÄ . . . . .	$K^{VII} = 1348,74573 \mp 0,00109$ toises	$\lg K^{VII} = 3,1299300.82 \mp 3,15$	$E^{VII} = 27,1$
ULEABORG . . . . .	$K^{VIII} = 1505,31749 \mp 0,00121$ »	$\lg K^{VIII} = 3,1776281.08 \mp 3,49$	$E^{VIII} = 26,7$
ÖFVER-TORNEA . . . . .	$K^{IX} = 1519,83864 \mp 0,00113$ »	$\lg K^{IX} = 3,1817974.82 \mp 3,23$	$E^{IX} = 22,8$
ALTEN . . . . .	$K^X = 1154,74393 \mp 0,00093$ »	$\lg K^X = 3,0624856.88 \mp 3,51$	$E^X = 27,1$

## CHAPITRE V.

### F I N L A N D E.

#### MÉTHODES D'OBSERVATION, EMPLOYÉES POUR LA MESURE DES ANGLES.

---

##### § 78.

Pour toute l'étendue de l'arc septentrional, la mesure des angles horizontaux a été faite par répétition des angles simples. Voyez T. I, § 12 et suiv. La répétition ne s'y trouve plus. J'ai donné, T. I, p. 33, les détails qui concernent l'application de la méthode de répétition dans les triangles de l'arc Baltique. L'instruction que j'avais dressée pour les travaux de Finlande, ne contient aucun changement essentiel dans la méthode d'observation. Seulement je remplaçai les 6 mises, adoptées pour l'arc Baltique, par 5 mises, distantes de  $18^\circ$  à  $18^\circ$  sur le limbe, chaque mise étant partagée en deux moitiés, relatives aux deux positions de l'axe horizontal, le cercle vertical étant ou à l'est, ou à l'ouest. Dans ces moitiés chaque objet fut observé deux fois de suite, par les deux mouvements opposés de la vis de rappel. Pour quatre objets *A, B, C, D*, la succession des pointés était celle-ci.

##### *Mise I.*

cercle à l'est : *A, B, C, D*; cercle à l'ouest : *D, C, B, A*.

##### *Mise II.*

cercle à l'ouest : *A, B, C, D*; cercle à l'est : *D, C, B, A*.

etc

Par cette disposition les observations deviennent de très-près simultanées pour les différents objets, et par conséquent indépendantes des changements dans l'instrument qui sont proportionnels au temps. Si la première mise avait, pour l'objet *A*, le point de départ  $0^{\circ} 0' 0''$ , la suite des départs dans les 5 mises devait être :

I,  $0^{\circ} 0' 0''$ ; II,  $18^{\circ} 1' 0''$ ; III,  $36^{\circ} 2' 0''$ ; IV,  $54^{\circ} 3' 0''$ ; V,  $72^{\circ} 4' 0''$ .

Enfin l'instruction fixait, que toute observation était inadmissible, si les images des objets étaient indistinctes ou trop ondulantes.

Cette instruction a été suivie en Finlande à telle rigueur, qu'il ne se trouve que deux cas, où un objet manque entièrement dans une des mises à faire. Cependant les journaux présentent des mises d'abord incomplètes, l'un et l'autre des objets étant invisible pour le moment. Mais ces mises furent complétées, dès que l'objet redevint visible, par des observations supplémentaires entre l'objet et les deux objets voisins \*).

L'arrangement des observations en Finlande présente quelques avantages sur celui dans l'arc Baltique. En Finlande, chaque objet était pointé 4 fois dans chaque mise, donc en tout 20 fois, au lieu de 12 fois dans la mesure Baltique. Dans celle-ci il y avait eu 3 mises, le cercle vertical étant à droite, et 3 mises, le cercle vertical étant à gauche. En Finlande, l'observation de chaque objet dans les deux positions de l'axe horizontal, pour chaque mise, élimine, comme dans l'autre cas, l'effet d'un défaut des images produit par un objectif imparfaitement centré, défaut qui peut être sensible pour un angle entre deux objets d'un éclat très-différent, héliotrope et signal. Mais, en outre, le procédé employé en Finlande double, en quelque sorte, par l'effet d'une petite collimation dans l'axe optique, le nombre des points de départ, en tant qu'ils se rapportent aux verniers.

Tous les angles de Finlande ont été mesurés excentriquement, l'instrument étant placé, sous sa tente, à une distance de quelques toises du centre de la station. Cette distance soigneusement mesurée, et la direction du centre, comparée aux directions des points trigonométriques, fournissaient les données complètes pour trouver la réduction au centre à appliquer à chaque direction observée. Dans les cas, où le point de mire ne coïncidait pas avec le centre de la station, nous trouvons dans les journaux les données requises pour cette seconde réduction. Les calculs définitifs de réduction, qui ne pouvaient se faire qu'après la mesure d'une des bases, furent remises jusqu'à la fin des opérations trigonométriques en

\*) Dans ce cas il faut faire un petit calcul de compensation. Car si nous avons les trois données, d'un poids égal,  $x = a$ ,  $y = b$  et  $x + y = a + b + c$ , les valeurs compensées seront  $x = a + \frac{1}{3}c$ ,  $y = b + \frac{1}{3}c$ .

1845. C'est alors que M. Woldstedt se chargea de ce travail et l'exécuta avec cette précision qui est propre à tous ses calculs. La réduction d'une direction montant assez souvent à une minute et au delà, les observateurs eux-mêmes étaient, pendant et après l'exécution des mesures angulaires, dans une complète ignorance sur l'accord entre la somme des trois angles et  $180^\circ +$  l'excès.

M. Woldstedt ayant achevé en 1846 le calcul des réductions au centre, les appliqua aux directions relatives moyennes, obtenues par les 5 mises, et me fournit ainsi le tableau complet des angles moyens, déterminés sur les différentes stations de Finlande, tous réduits au centre. Ce tableau des *angles observés réduits* a servi de base aux calculs ultérieurs relatifs aux opérations géodésiques de Finlande.





## CHAPITRE VI.

### F I N L A N D E.

#### CALCUL DES DEUX COTÉS FONDAMENTAUX, MUSTILA—KORSMALM ET SARVI-KANGAS—LINNUNSILMÄ.

##### § 79. Jonction entre la base d'Elimä et le côté fondamental Mustila—Korsmalm.

Pl. XV, fig. 1.

La longueur définitive de la base d'Elimä, réduite au niveau de la mer, se trouve, p. 19 :

$$K''' = 1348,74573 \mp 0,00109 \text{ toises, } \lg K''' = 3,1299300.8 \mp 3.2; E''' = 27,1.$$

La première figure de la planche XV représente les 7 stations qui produisent la jonction entre la base d'ELIMÄ = *AB* et le côté fondamental *FG* = MUSTILA—KORSMALM, côté transversal des deux triangles No. 162 et 163, pl. XI. Le tableau sus-mentionné de M. Woldstedt contient les directions moyennes, déterminées aux centres des 7 stations. Le rapport entre *AB* et *FG* étant plus que déterminé par ces directions, il s'agit d'un calcul de compensation pour trouver la valeur la plus probable du côté *FG*. Ce calcul peut être fait dans deux hypothèses. Si les directions observées sur chaque station ont cette qualité, que l'angle compris entre deux directions quelconques jouit toujours de la même précision, nous avons à résoudre le problème de sorte, que la somme des carrés des corrections, à porter sur les différentes directions primitives, devienne un *minimum*. Mais cette qualité n'existe pas en toute rigueur; car l'angle

compris entre deux objets, pointés dans l'espace de peu de minutes, est plus exactement déterminé que l'angle formé par deux directions dont l'observation est séparée par un plus long intervalle de temps. Cela nous conduirait à regarder les *angles de la plus courte durée*, et ce sont ici sans exception les angles entre les objets voisins, comme les données primitives. Dans cette seconde hypothèse, le calcul de compensation aurait pour but, de rendre un *minimum* la somme des carrés des corrections à porter sur ces angles. Donc, en désignant par  $a, b, c, d, \dots$  les corrections à porter sur les directions  $A, B, C, D, \dots$ , nous aurions

$$\begin{aligned} \text{dans la première hypothèse,} \quad & a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + \dots = \textit{minimum}, \\ \text{» » seconde} \quad & , (b-a)^2 + (c-b)^2 + (d-c)^2 + \dots = \textit{minimum}. \end{aligned}$$

Or, ni l'une ni l'autre des deux hypothèses ne correspond entièrement aux observations effectives; mais, en tout cas, les compensations faites dans les deux hypothèses s'écartent dans des sens opposés, du résultat que fournirait une solution rigoureuse du problème. Par cette considération on se sent engagé, à résoudre le problème dans les deux hypothèses, et à regarder la moyenne des deux valeurs de l'inconnue  $FG$  qu'elles fournissent, comme le résultat définitif. Ce procédé se justifie encore de ce que la solution rigoureuse du problème est à peu près impossible, car nous manquons de toute expression analytique pour le changement probable dans l'état de l'instrument pendant la durée d'une mise, changement qui sera même très-variable dans les différentes mises. En outre, les deux calculs donnent des résultats tellement rapprochés l'un de l'autre, que la différence en est inférieure à l'erreur probable, à laquelle chaque résultat est sujet.

Les voies par lesquelles les compensations des deux espèces s'achèvent, étant connues, j'omettrai ici les détails des calculs et je ne présenterai que les données complètes de départ et les résultats principaux des calculs. M. Peters s'était chargé du calcul de compensation qui part des directions; M. Woldstedt a fait les calculs de compensation relatifs aux angles de la plus courte durée. Dans les deux tableaux suivants, les corrections déduites de l'opération de compensation sont placées à côté des quantités observées.

1. Directions observées, et corrections *c* de ces direction.

A. TERME SEPT. DE LA BASE.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>B</i>	0° 0' 0,000	— 0,629
<i>D</i>	23 41 1,918	— 0,259
<i>C</i>	79 42 10,982	+ 0,888

B. TERME MÉRID. DE LA BASE.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>D</i>	0'' 0' 0,000	— 0,044
<i>C</i>	103 6 16,063	— 0,625
<i>A</i>	139 18 6,382	+ 0,669

C. LINNAN-KALLIO.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>A</i>	0° 0' 0,000	— 0,943
<i>B</i>	64 5 54,429	+ 0,529
<i>D</i>	107 40 43,819	+ 0,212
<i>G</i>	148 26 54,234	— 0,286
<i>E</i>	186 16 2,482	— 0,414
<i>F</i>	233 42 16,468	+ 0,900

D. BREFBERG.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>G</i>	0° 0' 0,000	+ 0,121
<i>E</i>	74 50 43,986	— 0,397
<i>F</i>	90 54 11,972	— 0,206
<i>C</i>	124 49 35,144	— 0,070
<i>A</i>	141 7 39,596	+ 0,316
<i>B</i>	158 8 30,309	+ 0,237

E. LÄHDET-KALLIO.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>F</i>	0° 0' 0,000	— 0,248
<i>C</i>	95 47 9,702	+ 0,330
<i>D</i>	147 13 0,406	+ 0,167
<i>G</i>	224 35 35,633	— 0,250

F. MUSTILA.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>C</i>	0° 0' 0,000	— 0,419
<i>D</i>	20 3 3,127	— 0,106
<i>E</i>	36 46 34,202	— 0,128
<i>G</i>	67 36 31,521	+ 0,654

G. KORSMALM.

Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>F</i>	0° 0' 0,000	+ 0,164
<i>E</i>	13 45 38,436	— 0,595
<i>C</i>	27 8 4,119	+ 0,380
<i>D</i>	41 42 19,720	+ 0,052

2. Angles observés entre les objets voisins et corrections  $k$  et  $k'$  de ces angles.

Les corrections  $k'$  de ce second tableau sont celles qu'a fournies le calcul de compensation qui part des angles. A côté de ces corrections  $k'$  j'ai placé les corrections  $k$  que donne, pour les mêmes angles, la compensation des directions du tableau précédent. Ces  $k$  sont les différences des couples de  $c$  successifs du premier tableau, et la correction  $k$  du premier des angles  $BAD$  p. e. s'est trouvée par  $k = + 0,629 - 0,259 = + 0,370$ .

## A. TERME SEPT. DE LA BASE.

Angle.	Observ.	Corr. $k'$ .	Corr. $k$ .
$BAD$	$23^{\circ} 41' 1,918$	$+ 0,774$	$+ 0,370$
$DAC$	$56 \quad 1 \quad 9,064$	$+ 1,327$	$+ 1,147$

## B. TERME MÉRID. DE LA BASE.

$DBC$	$103^{\circ} 6' 16,063$	$- 0,379$	$- 0,581$
$CBA$	$36 \quad 11 \quad 50,319$	$+ 0,890$	$+ 1,294$

## C. LINNAN-KALLIO.

$ACB$	$64^{\circ} 5' 54,429$	$+ 1,291$	$+ 1,472$
$BCD$	$43 \quad 34 \quad 49,390$	$+ 0,106$	$- 0,317$
$DCG$	$40 \quad 46 \quad 10,415$	$- 0,199$	$- 0,498$
$GCE$	$37 \quad 49 \quad 8,248$	$- 0,054$	$- 0,128$
$ECF$	$47 \quad 26 \quad 13,986$	$+ 1,045$	$+ 1,314$

## D. BREFBERG.

Angle.	Observ.	Corr. $k'$ .	Corr. $k$ .
$GDE$	$74^{\circ} 50' 43,986$	$- 0,535$	$- 0,518$
$EDF$	$16 \quad 3 \quad 27,986$	$+ 0,080$	$+ 0,191$
$FDC$	$33 \quad 55 \quad 23,172$	$- 0,128$	$+ 0,136$
$CDA$	$16 \quad 18 \quad 4,452$	$- 0,037$	$+ 0,386$
$ADB$	$17 \quad 0 \quad 50,713$	$- 0,282$	$- 0,079$

## E. LÄRDET-KALLIO.

$FEC$	$95^{\circ} 47' 9,702$	$+ 0,455$	$+ 0,578$
$CED$	$51 \quad 25 \quad 50,704$	$- 0,161$	$- 0,163$
$DEG$	$77 \quad 22 \quad 35,227$	$- 0,441$	$- 0,417$

## F. MUSTILA.

$CFD$	$20^{\circ} 3' 3,127$	$+ 0,474$	$+ 0,313$
$DFE$	$16 \quad 43 \quad 31,075$	$+ 0,212$	$- 0,022$
$EFG$	$30 \quad 49 \quad 57,319$	$+ 0,866$	$+ 0,782$

## G. KORSMALM.

Angle.	Observ.	Corr. $k'$ .	Corr. $k$ .
$FGE$	$13^{\circ} 45' 38,436$	$- 0,990$	$- 0,759$
$EGC$	$13 \quad 22 \quad 25,683$	$+ 0,923$	$+ 0,975$
$CGD$	$14 \quad 24 \quad 15,601$	$- 0,236$	$- 0,328$

Les différences  $k' - k$  entre les corrections des angles, trouvées par les deux compensations, vont depuis 0,000 jusqu'à  $\mp 0,423$ . La somme des  $(k' - k)^2 = 1,257$  conduit à une différence probable  $(k' - k) = \mp 0,158$ , qui est de beaucoup inférieure à l'erreur probable à laquelle reste sujet l'angle, après avoir été compensé, erreur dont le montant se trouve entre 0,5 et 0,6.

Si nous ajoutons maintenant les corrections  $k$  et  $k'$  aux angles observés du second tableau, nous parvenons à deux systèmes d'angles compensés, qui effectuent la jonction définitive entre la base  $AB$  et le côté fondamental  $FG$ . Le tableau qui suit contient ces deux systèmes I et II, relatifs aux corrections  $k$  et  $k'$ .

3. Angles définitifs dans les deux systèmes I et II.

A. TERME SEPT. DE LA BASE.				D. BREFFBERG.			
		I.	II.		I.	II.	
<i>BAD</i>	23° 41'	2,288	2,692	<i>GDE</i>	74° 50'	43,468	43,451
<i>DAC</i>	56 1	10,211	10,391	<i>EDF</i>	16 3	28,177	28,066
B. TERME MÉRID. DE LA BASE.				<i>FDC</i> 33 55 23,308 23,044			
		I.	II.	<i>CDA</i>	16 18	4,838	4,415
<i>DBC</i>	103° 6'	15,482	15,684	<i>ADB</i>	17 0	50,634	50,431
<i>CBA</i>	36 11	51,613	51,209	E. LÄHDET-KALLIO.			
C. LINNAN-KALLIO.					I.	II.	
		I.	II.	<i>FEC</i>	95° 47'	10,280	10,157
<i>ACB</i>	64° 5'	55,901	55,720	<i>CED</i>	51 25	50,541	50,543
<i>BCD</i>	43 34	49,073	49,496	<i>DEG</i>	77 22	34,810	34,786
<i>DCG</i>	40 46	9,917	10,216	F. MUSTILA.			
<i>GCE</i>	37 49	8,120	8,194		I.	II.	
<i>ECF</i>	47 26	15,300	15,031	<i>CFD</i>	20° 3'	3,440	3,601
				<i>DFE</i>	16 43	31,053	31,287
				<i>EFG</i>	30 49	58,101	58,185
G. KORSMALM.							
		I.	II.				
<i>FGE</i>	13° 45'	37,677	37,446				
<i>EGC</i>	13 22	26,658	26,606				
<i>CGD</i>	14 24	15,273	15,365.				

Dans chacun des deux systèmes, les angles jouissent de cette qualité, que les différentes combinaisons possibles et qui forment une suite de triangles, depuis la base  $AB$  jusqu'au côté  $FG$ , donnent le même rapport  $AB : FG$ , ou des valeurs identiques de  $\dot{F}G$  en partant de  $AB$ , abstraction faite des petites inexactitudes que produit l'accumulation des erreurs tabulaires. Cette identité sert de contrôle pour l'exactitude de l'opération de compensation. Des dites combinaisons, j'ai choisi deux, pour lesquelles le calcul était le plus avantageux, et j'ai regardé, dans chaque système, la moyenne des deux valeurs obtenues comme la valeur finale de  $FG$ . Les corrections  $k$  et  $k'$  conduisent encore à la détermination de l'erreur probable d'une direction observée pour le système I, et d'un angle observé pour le système II. Cette recherche a donné :

dans le système I, l'erreur probable d'une direction observée = 0,458  
 » » » II, » » d'un angle observé = 0,586.

Nous déduisons du premier chiffre l'erreur probable d'un angle observé quelconque  $0,458 \sqrt{2} = 0,648 > 0,586$ . Par conséquent l'expérience a confirmé, ce qui a été dit T. II, p. 24, que les angles entre deux objets voisins sont un peu plus exacts que les angles formés par deux directions quelconques.

L'opération de compensation fournit à côté de la valeur définitive de  $FG$  encore la détermination de l'erreur probable de cette quantité, en tant qu'elle dépend de l'imperfection de la mesure angulaire.

Par ces voies sont obtenus les chiffres suivants relatifs à la longueur du côté  $FG = L'''$ , dans les deux systèmes.

	err. pr.	err. pr.
Système I, $L''' = 9304,2264$	$\mp 0,0526$ toises;	$\lg L''' = 3,9686802.7 \mp 24.5$
» II, $= 9304,2626$	$\mp 0,0520$ »	$= 3,9686819.6 \mp 24.3$
Différence	<u>0,0382</u> toise	<u>0,0000016.9.</u>

Nous prenons à présent la moyenne des deux valeurs, et à cette moyenne nous attribuons également une erreur probable moyenne entre les deux, quoiqu'elle doive être tant soit peu plus petite que cette moyenne. Cette erreur moyenne doit être combinée avec l'erreur probable de la base elle-même, T. II, p. 19. C'est ainsi que nous parvenons au résultat que voici :

*Longueur du côté fondamental.*

MUSTILA — KORSMAALM . . . . .	$L''' = 9304,2445 \mp 0,0529$ toises :
	$\lg L''' = 3,9686811.2 \mp 24.7.$
Carré de l'err. moy. en $\lg L'''$ :	$F''' = 1310,2 + 27,1 = 1337,3$

§ 80. Jonction entre la base d'Uleaborg et le côté fondamental  
Sarvi-kangas—Linnunsilmä.

Planche XV, fig. 2.

Il y a dans cette jonction également 7 stations *A* à *G*. Mais les angles du dernier triangle *EFG* ont été mesurés séparément, et le calcul de compensation ne s'étend que de la base *AB* jusqu'au côté *EF*. Le tableau 1. ne contiendra par conséquent que les directions observées, relatives à cette compensation. Les trois angles du triangle *EFG* rentreront dans les tableaux 2 et 3, et les corrections des angles de ce triangle seront identiques dans les deux systèmes I et II. Les calculs de compensation ont été faits, pour cette jonction, également par MM. Peters et Woldstedt.

La valeur définitive de la base d'Uleaborg, *AB*, réduite au niveau de la mer est donnée T. II, p. 19 :

$$K^{VIII} = 1505,31749 \mp 0,00121 \text{ toises; } \lg K^{VIII} = 3,1776281.1 \mp 3.5; E^{VIII} = 26,7.$$

1. Directions observées et corrections *c* de ces directions.

A. ORITKAARI.			D. INTION-KANGAS.		
Objet.	Observ.	Corr. c.	Objet.	Observ.	Corr. c.
<i>D</i>	0° 0' 0,000	+ 0,184	<i>E</i>	0° 0' 0,000	— 0,551
<i>C</i>	76 49 3,432	+ 0,605	<i>C</i>	80 56 52,343	+ 0,289
<i>B</i>	91 55 23,493	+ 0,448	<i>F</i>	84 0 52,481	+ 0,706
<i>F</i>	120 23 3,881	— 1,237	<i>A</i>	128 44 20,423	— 0,444
B. KLEMOLA.			E. SARVI-KANGAS.		
<i>F</i>	0° 0' 0,000	— 0,258	<i>F</i>	0° 0' 0,000	+ 0,078
<i>A</i>	139 17 50,270	— 0,173	<i>C</i>	30 34 42,078	— 0,296
<i>C</i>	224 4 10,273	+ 0,429	<i>D</i>	66 46 46,954	+ 0,219
C. LÄNKISEN-KANGAS.			F. KEMBELE.		
<i>F</i>	0° 0' 0,000	+ 0,184	<i>A</i>	0° 0' 0,000	— 0,101
<i>B</i>	39 45 12,400	— 0,358	<i>B</i>	12 14 29,739	+ 1,142
<i>A</i>	119 52 32,037	— 0,501	<i>D</i>	14 53 30,743	— 0,024
<i>D</i>	175 16 0,639	— 0,286	<i>C</i>	16 33 30,141	— 0,153
<i>E</i>	238 7 0,873	+ 0,962	<i>E</i>	44 5 50,905	— 0,866

2. Angles entre les objets voisins observés et corrections  $k$  et  $k'$  de ces angles.

## A. ORITKAARI.

Angle	Obserr.	Corr. $k'$ .	Corr. $k$ .
<i>DAC</i>	76° 49' 3,432	— 0,025	+ 0,421
<i>CAB</i>	15 6 20,061	— 0,449	— 0,157
<i>BAF</i>	28 27 40,388	— 1,445	— 1,685

## B. KLEMOLA.

<i>FBA</i>	139° 17' 50,270	+ 0,154	+ 0,085
<i>ABC</i>	84 46 20,003	+ 0,587	+ 0,602

## C. LÄNKISEN-KANGAS.

<i>FCB</i>	39° 45' 12,400	— 0,281	— 0,542
<i>BCA</i>	80 7 19,637	+ 0,167	— 0,143
<i>ACD</i>	55 23 28,602	+ 0,484	+ 0,215
<i>DCE</i>	62 51 0,234	+ 1,122	+ 1,248

## D. INTION-KANGAS.

<i>EDC</i>	80° 56' 52,343	+ 1,041	+ 0,840
<i>CDF</i>	3 4 0,138	— 0,079	+ 0,417
<i>FDA</i>	44 43 27,942	— 0,469	— 1,150

## E. SARVI-KANGAS.

Angle	Obserr.	Corr. $k'$ .	Corr. $k$ .
<i>FEC</i>	30° 34' 42,078	+ 0,520	— 0,374
<i>CED</i>	36 12 4,876	+ 0,441	+ 0,515
<i>GEF</i>	44 1 53,097	— 0,785	

## F. KEMBELE.

<i>AFB</i>	12° 14' 29,739	+ 0,927	+ 1,243
<i>BFD</i>	2 39 1,004	— 1,039	— 1,166
<i>DFC</i>	1 39 59,398	— 0,460	— 0,129
<i>CFE</i>	27 32 20,764	— 0,897	— 0,713
<i>EFG</i>	92 56 19,762	— 0,785	

## G. LINNUNSILMÄ.

<i>FGE</i>	43° 1' 49,864	— 0,785	
------------	---------------	---------	--



Les 18 différences  $k' - k$  sont ici en général plus fortes qu'elles dans l'opération relative à la base d'ELIMÄ, T. II, p. 26. La somme des  $(k' - k)^2 = 2,413$  donne la montant probable d'un  $(k' - k)$  égal à  $\mp 0,247$ , qui était  $\mp 0,158$  pour l'autre opération. Ce  $(k' - k) = \mp 0,247$  est cependant bien inférieur à l'erreur probable d'un angle compensé, qui est  $0,70$  dans le système I, et  $0,55$  dans le système II.

3. Angles définitifs dans les deux systèmes I et II.

A. ORITKAARI.				E. SARVI-KANGAS.			
		I.	II.			I.	II.
<i>DAC</i>	76° 49'	3,853	3,407	<i>FEC</i>	30° 34'	41,704	42,598
<i>CAB</i>	15 6	19,904	19,612	<i>CED</i>	36 12	5,391	5,317
<i>BAF</i>	28 27	38,703	38,943	<i>GEF</i>	44 1	52,312	
B. KLEMOLA.				F. KEMBELE.			
		I.	II.			I.	II.
<i>FBA</i>	139° 17'	50,355	50,424	<i>AFB</i>	12° 14'	30,982	30,666
<i>ABC</i>	84 46	20,605	20,590	<i>BFD</i>	2 38	59,838	59,965
C. LÄNKISEN-KANGAS.				G. LINNUNSILMÄ.			
		I.	II.			I et II.	
<i>FCB</i>	39° 45'	11,858	12,119	<i>DFC</i>	1 39	59,269	58,938
<i>BCA</i>	80 7	19,494	19,804	<i>CFE</i>	27 32	20,051	19,867
<i>ACD</i>	55 23	28,817	29,086	<i>EFG</i>	92 56	18,977	
<i>DCE</i>	62 51	1,282	1,356	<i>FGE</i>	43° 1'	49,079	
D. INTION-KANGAS.							
		I.	II.				
<i>EDC</i>	80° 56'	53,183	53,384				
<i>CDF</i>	3 4	0,555	0,059				
<i>FDA</i>	44 43	26,792	27,473				

Voici maintenant les résultats des calculs de compensation, obtenus par la voie indiquée T. II, p. 28.

$$\begin{aligned} \text{Système I, erreur probable d'une direction observée} &= 0,570 \\ \text{» II, » » d'un angle observé} &= 0,640. \end{aligned}$$

Le premier chiffre donne l'erreur pr. d'un angle observé quelconque  $= 0,570 \sqrt{2} = 0,806 > 0,640$ . L'expérience énonce ici une seconde fois, que les angles entre deux objets voisins sont plus exacts, que les angles formés par deux directions quelconques.

Système I,	$L''' = 8989,0112 \mp 0,0509$	err. pr.	toises; $\lg L''' = 3,9537119.1 \mp 24.6$	err. pr.
» II,	$= 8989,0379 \mp 0,0491$	»	$= 3,9537132.1 \mp 23.7$	
Différence	$0,0267$		$0,0000013.0$	

La moyenne des deux valeurs, eu égard pour l'erreur probable à l'incertitude de la base elle-même, se trouve enfin :

*Longueur du côté fondamental*

$$\begin{aligned} \text{LINNUNSIIMÄ — SARVI-KANGAS.. } L''' &= 8989,0245 \mp 0,505 \text{ toises} \\ \lg L''' &= 3,9537125.6 \mp 24,4 \\ \text{Carré de l'err. moy. en } \lg L''' : F''' &= 1283,0 + 26,7 = 1309,7. \end{aligned}$$



## CHAPITRE VII.

### F I N L A N D E.

#### TRIANGLES DE CONTINUATION PRIMITIFS, DÉDUITS DES JOURNAUX D'OBSERVATION.

---

##### § 51. Dispositions.

Le tableau des angles primitifs composé par M. Woldstedt, et dont j'ai fait mention à la fin du § 78, T. II, p. 22, a fourni pour chacun des triangles les trois angles observés. La série des 70 triangles de continuation en Finlande forme les trois tableaux différents.

*Tableau K. A.*, contenant les 7 triangles de continuation excédants, No. 156 à No. 162, pl. XI, situés au sud du côté fondamental MUSTILA—KORSMALM, jusqu'à MÄKI-PÄÄLYS.

*Tableau K. B.*, contenant les 54 triangles principaux, No. 163 à No. 216, pl. XI à XIV, situés entre les deux côtés fondamentaux de Finlande MUSTILA—KORSMALM et SARVI-KANGAS—LINNUN-SILMÄ.

*Tableau K. C.*, qui contient les 9 triangles principaux, No. 217 à No. 225, pl. XIV, situés au nord du côté SARVI-KANGAS—LINNUN-SILMÄ jusqu'au côté TORNEA—KAAKAMA-VAARA, commun aux opérations de Finlande et de Laponie.

Dans les triangles du tableau K. B, pl. XII, nous rencontrons deux diagonales observées, une entre WILLAMIN-VUORI et TAMMI-MÄKI, l'autre entre WATER-VUORI et LAJA-VUORI. Nous avons pris ces dia-

gonales en considération, et les triangles No. 177, 178, 179 et No. 183 et 184 ont été dûment compensés pour ce surplus de données. Des compensations pareilles ont eu lieu dans les triangles No. 224 et No. 225. Les quatre notes du § 85 donneront l'analyse de ces compensations.

Pour l'explication des colonnes que contiennent les tableaux suivants, voyez T. I, p. 95 et p. 112.

**§ 82. Tableau K. A. des 7 triangles de continuation excédants, au sud du côté fondamental  $L'''$ .**

Les triangles partent du côté fondamental MUSTILA—KORSMALM =  $L'''$ , T. II, p. 28,

$$L''' = 9304,2445 \mp 0,0529 \text{ toises.}$$

$$\lg L''' = 3,9686811.2, \text{ avec le carré de l'erreur moyenne } F''' = 1337,3.$$

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. A. 1. No. 162.	STRÖMFORS.....	52° 0' 42",38	42",24	3,9686811.2	$\mathcal{S} = 836,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 637,1$
	KORSMALM.....	86 58 7,64	7,49	4,0714714.6	
	MUSTILA.....	41 1 10,42	10,27	3,8891925.6	
	Somme	180 0 0,44	0,00		
		Corr. + 0,25	0,691 Exc.		
K. A. 2. No. 161.	LOVISA.....	60 41 4,27	3,35	3,8891925.6	$\mathcal{S} = 384,4$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 292,9$
	STRÖMFORS.....	66 13 37,42	36,51	3,9102000.5	
	KORSMALM.....	53 5 21,06	20,14	3,8515642.6	
	Somme	180 0 2,75	0,00		
		Corr. — 2,27	0,484 Exc.		
K. A. 3. No. 160.	TUSKAS.....	44 41 5,97	6,22	3,8515642.6	$\mathcal{S} = 584,6$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 445,3$
	STRÖMFORS.....	76 5 12,72	12,98	3,9915474.9	
	LOVISA.....	59 13 40,55	40,80	3,9385789.4	
	Somme	180 0 —0,76	0,00		
		Corr. + 1,34	0,575 Exc.		

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. A. 4. No. 159.	KOKKO-VUORI . . . . .	51° 59' 0,60	0,28	3,9385789.4	$\mathcal{S} = 626,5$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 477,4$
	TUSKAS . . . . .	79 56 24,82	24,50	4,0354162.6	
	STRÖMFORS . . . . .	48 4 35,54	35,22	3,9137395.8	
	Somme	180 0 0,96	0,00		
		Corr. — 0,29	0,673 Exc.		
K. A. 5. No. 158.	RISTISAARI . . . . .	58 28 3,42	3,11	3,9137395.8	$\mathcal{S} = 311,5$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 237,4$
	TUSKAS . . . . .	61 16 40,46	40,14	3,9261046.1	
	KOKKO-VUORI . . . . .	60 15 17,06	16,75	3,9217640.4	
	Somme	180 0 0,94	0,00		
		Corr. — 0,36	0,576 Exc.		
K. A. 6. No. 157.	SVÄRTVIRA . . . . .	83 15 37,85	37,04	3,9217640.4	$\mathcal{S} = 257,3$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 196,0$
	RISTISAARI . . . . .	47 41 26,75	25,93	3,7937255.0	
	TUSKAS . . . . .	49 2 57,85	57,03	3,8028791.9	
	Somme	180 0 2,45	0,00		
		Corr. — 2,07	0,376 Exc.		
K. A. 7. No. 156.	MÄKI-PÄÄLYS . . . . .	24 3 8,32	8,57	3,8028791.9	$\mathcal{S} = 1504,1$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 1146,1$
	SVÄRTVIRA . . . . .	67 42 17,32	17,57	4,1589305.7	
	RISTISAARI . . . . .	88 14 33,62	33,86	4,1924709.1	
	Somme	180 0 — 0,74	0,00		
		Corr. + 1,62	0,879 Exc.		

§ 83. Tableau K. B. des 54 triangles principaux de Finlande entre  $L^{III}$  et  $L^{VIII}$ .

$L^{III} = \text{MUSTILA—KORSMALM} = 9304,2445 \mp 0,0529$  toise, p. 28.

$\text{Lg } L^{III} = 3,9686811.2$ , avec le carré de l'erreur moyenne  $F^{III} = 1337,3$ .

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 1. No. 163.	PORLOM I.....	59° 29' 48",56	49,04	3,9686811.2	$\text{S} = 205,0$ $\text{Q} = 0,762$ $\text{T} = 156,2$
	MUSTILA.....	50 28 48,14	48,61	3,9206564.7	
	KORSMALM.....	70 1 21,88	22,35	4,0064232.5	
	Somme	180 0 —1,42	0,00		
		Corr. + 2,12	0,699 Exc.		
K. B. 2. No. 164.	PORLOM II.....	91 1 22,44	22,38	4,0064232.5	$\text{S} = 0,4$ $\text{Q} = 0,762$ $\text{T} = 0,3$
	MUSTILA.....	1 23 22,42	22,35	2,3911988.3	
	PORLOM I.....	87 35 15,33	15,27	4,0061073.8	
	Somme	180 0 0,19	0,00		
		Corr. — 0,17	0,024 Exc.		
K. B. 3. No. 165.	PERDENIEMI.....	66 20 52,26	51,79	4,0061073.8	$\text{S} = 204,1$ $\text{Q} = 0,762$ $\text{T} = 155,5$
	PORLOM II.....	51 8 39,18	38,72	3,9355980.1	
	MUSTILA.....	62 30 29,96	29,49	3,9921745.3	
	Somme	180 0 1,40	0,00		
		Corr. — 0,65	0,745 Exc.		
K. B. 4. No. 166.	WILLIKKALA.....	93 40 25,79	26,78	3,9921745.3	$\text{S} = 232,9$ $\text{Q} = 0,762$ $\text{T} = 177,5$
	PERDENIEMI.....	38 53 14,17	15,17	3,7908851.5	
	PORLOM II.....	47 26 17,05	18,05	3,8602702.9	
	Somme	180 0 —2,99	0,00		
		Corr. + 3,42	0,429 Exc.		
K. B. 5. No. 167.	HUTMAR.....	65 59 47,19	46,92	3,8602702.9	$\text{S} = 332,1$ $\text{Q} = 0,762$ $\text{T} = 253,1$
	WILLIKKALA.....	61 24 16,78	16,51	3,8430574.3	
	PERDENIEMI.....	52 35 56,84	56,57	3,7995940.8	
	Somme	180 0 0,81	0,00		
		Corr. — 0,43	0,385 Exc.		

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 6. No. 168.	ÄMMÄNÄURÄS.....	36° 22' 20,75	20,08	3,7995940.8	$\Sigma = 430,4$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 328,0$
	HUHTMAR.....	31 26 15,35	14,68	3,7438282.3	
	WILLIKKALA.....	112 11 25,91	25,24	3,9930984.3	
	Somme	180 0 2,01	0,00		
		Corr. — 1,70	0,311	Exc.	
K. B. 7. No. 169.	MESSILÄ.....	41 35 35,23	35,28	3,9930984.3	$\Sigma = 565,1$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 430,6$
	HUHTMAR.....	71 1 7,32	7,37	4,1467561.2	
	ÄMMÄNÄURÄS.....	67 23 17,30	17,35	4,1363004.8	
	Somme	180 0 — 0,15	0,00		
		Corr. + 1,37	1,223	Exc.	
K. B. 8. No. 170.	WAHTERISTO.....	86 14 35,54	35,31	4,1363004.8	$\Sigma = 265,7$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 202,5$
	MESSILÄ.....	46 10 21,06	20,82	3,9954273.7	
	HUHTMAR.....	47 35 4,10	3,87	4,0054510.0	
	Somme	180 0 0,70	0,00		
		Corr. + 0,26	0,960	Exc.	
K. B. 9. No. 171.	WESIVEHMAIS.....	75 13 54,54	53,70	4,0054510.0	$\Sigma = 104,0$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 79,2$
	MESSILÄ.....	37 19 15,07	14,24	3,8027101.3	
	WAHTERISTO.....	67 26 52,89	52,06	3,9854919.3	
	Somme	180 0 2,50	0,00		
		Corr. — 1,93	0,570	Exc.	
K. B. 10. No. 172.	KURHILA.....	53 54 2,30	2,51	3,9854919.3	$\Sigma = 673,3$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 513,0$
	WESIVEHMAIS.....	81 16 10,54	10,75	4,0730208.9	
	MESSILÄ.....	44 49 46,53	46,74	3,9262721.2	
	Somme	180 0 — 0,63	0,00		
		Corr. + 1,40	0,774	Exc.	
K. B. 11. No. 173.	SOITIN-KALLIO.....	41 20 24,24	23,94	3,9262721.2	$\Sigma = 514,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 392,3$
	KURHILA.....	65 55 46,19	45,88	4,0668739.4	
	WESIVEHMAIS.....	72 43 50,48	50,18	4,0863490.9	
	Somme	180 0 0,91	0,00		
		Corr. — 0,01	0,903	Exc.	

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 12. No. 174.	WIRMALA . . . . .	55° 12' 2,68	2,40	4,0863490.9	$\sigma = 479,0$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 365,0$
	SOITIN-KALLIO . . . . .	72 33 24,76	24,49	4,1514785.3	
	KURHILA . . . . .	52 14 33,36	33,11	4,0698856.7	
	Somme	180 0 0,82	0,00		
		Corr. + 0,49	1,312 Exc.		
K. B. 13. No. 175.	WILJAMIN-VUORI . . . . .	46 17 40,42	39,88	4,0698856.7	$\sigma = 347,3$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 264,7$
	WIRMALA . . . . .	56 12 8,85	8,31	4,1304122.4	
	SOITIN-KALLIO . . . . .	77 30 12,34	11,81	4,2003946.1	
	Somme	180 0 1,61	0,00		
		Corr. — 0,13	1,486 Exc.		
K. B. 14. No. 176.	KYLMÄ-KANGAS . . . . .	93 18 35,73	35,52	4,2003946.1	$\sigma = 257,1$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 195,9$
	WILJAMIN-VUORI . . . . .	40 31 26,26	26,04	4,0138760.6	
	WIRMALA . . . . .	46 9 58,66	58,44	4,0592670.4	
	Somme	180 0 0,65	0,00		
		Corr. + 0,48	1,134 Exc.		
K. B. 15. No. 177. Tr. compensé.	KAMMIO . . . . .	90 48 34,31	34,10	4,0592670.4	$\sigma = 185,5$ $\Omega = 0,623$ $\mathcal{I} = 115,6$
	KYLMÄ-KANGAS . . . . .	37 49 43,56	43,36	3,8469854.2	
	WILJAMIN-VUORI . . . . .	51 21 42,74	42,54	3,9520194.7	
	Somme	180 0 0,61	0,00		
			0,604 Exc.		
K. B. 16. No. 178. Tr. compensé.	RAPPU-VUORI . . . . .	51 49 45,32	45,05	3,9520194.7	$\sigma = 416,1$ $\Omega = 0,623$ $\mathcal{I} = 259,2$
	KAMMIO . . . . .	68 14 56,06	55,80	4,0244252.3	
	KYLMÄ-KANGAS . . . . .	59 55 19,41	19,15	3,9936907.7	
	Somme	180 0 0,79	0,00		
			0,787 Exc.		
K. B. 17. No. 179. Tr. compensé.	TANMI-MÄKI . . . . .	39 34 38,29	37,94	3,9936907.7	$\sigma = 408,1$ $\Omega = 0,623$ $\mathcal{I} = 254,2$
	RAPPU-VUORI . . . . .	46 11 35,76	35,41	4,0478146.4	
	KAMMIO . . . . .	94 13 47,00	46,65	4,1882868.9	
	Somme	180 0 1,05	0,00		
			1,053 Exc.		



Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plus.	Log des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. D. 18. No. 180.	PUOLAKKA . . . . .	90° 39' 12,84	12,45	4,1882868.9	$\Sigma = 86,5$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{L} = 65,9$
	TAMMI-MÄKI . . . . .	28 0 35,92	35,53	3,8600651.0	
	RAPPU-VUORI . . . . .	61 20 12,41	12,02	4,1315391.5	
	Somme	180 0 1,17	0,00		
		Corr. — 0,23	0,941	Exc.	
K. D. 19. No. 181.	WAATER-VUORI . . . . .	57 45 0,02	0,25	4,1315391.5	$\Sigma = 288,4$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{L} = 219,8$
	PUOLAKKA . . . . .	59 10 45,91	46,15	4,1381884.1	
	TAMMI-MÄKI . . . . .	63 4 13,37	13,60	4,1544607.9	
	Somme	180 0 —0,70	0,00		
		Corr. + 2,29	1,592	Exc.	
K. D. 20. No. 182.	JYVÄSKYLÄ . . . . .	56 47 3,08	2,24	4,1544607.9	$\Sigma = 849,8$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{L} = 647,6$
	WAATER-VUORI . . . . .	85 1 1,57	0,72	4,2302926.2	
	PUOLAKKA . . . . .	38 11 57,88	57,04	4,0232046.6	
	Somme	180 0 2,53	0,00		
		Corr. — 1,09	1,439	Exc.	
K. D. 21. No. 183. Tr. compensé.	RUUHI-MÄKI . . . . .	55 3 56,64	56,31	4,0232046.6	$\Sigma = 226,9$ $\Omega = 0,623$ $\mathcal{L} = 141,8$
	JYVÄSKYLÄ . . . . .	48 49 5,94	5,61	3,9970598.6	
	WAATER-VUORI . . . . .	78 6 58,41	58,08	4,1110721.0	
	Somme	180 0 0,99	0,00		
			0,984	Exc.	
K. D. 22. No. 184. Tr. compensé.	LAAJA-VUORI . . . . .	69 27 39,86	39,75	4,1110721.0	$\Sigma = 31,2$ $\Omega = 0,623$ $\mathcal{L} = 19,5$
	RUUHI-MÄKI . . . . .	10 48 37,66	37,56	3,4127356.6	
	JYVÄSKYLÄ . . . . .	99 43 42,80	42,69	4,1333042.9	
	Somme	180 0 0,32	0,00		
			0,316	Exc.	
K. D. 23. No. 185.	MULTA-MÄKI . . . . .	53 17 35,64	34,65	4,1333042.9	$\Sigma = 220,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{L} = 168,4$
	RUUHI-MÄKI . . . . .	48 6 34,36	33,37	4,1011090.5	
	LAAJA-VUORI . . . . .	78 35 52,97	51,98	4,2206340.4	
	Somme	180 0 2,97	0,00		
		Corr. — 1,36	1,613	Exc.	

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 24. No. 186.	OHI-MÄKI . . . . .	72° 43' 52,34	52,56	4,2206340.4	$\zeta = 581,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 442,9$
	MULTA-MÄKI . . . . .	67 56 18,07	18,28	4,2076426.5	
	RUCHI-MÄKI . . . . .	39 19 48,95	49,16	4,0426113.2	
	Somme	180 0 — 0,64	0,00		
		Corr. + 2,27	1,630	Exc.	
K. B. 25. No. 187.	SILMUT-MÄKI . . . . .	41 9 49,90	49,80	4,0426113.2	$\zeta = 314,7$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 239,8$
	MULTA-MÄKI . . . . .	32 58 10,32	10,22	3,9599965.5	
	OHI-MÄKI . . . . .	105 51 60,07	59,98	4,2073741.3	
	Somme	180 0 0,29	0,00		
		Corr. + 0,64	0,929	Exc.	
K. B. 26. No. 188.	ILA-MÄKI . . . . .	69 23 37,02	36,00	4,2073741.3	$\zeta = 269,5$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 205,3$
	SILMUT-MÄKI . . . . .	55 57 36,08	35,06	4,1544578.2	
	MULTA-MÄKI . . . . .	54 38 49,96	48,94	4,1475679.4	
	Somme	180 0 3,06	0,00		
		Corr. — 1,26	1,800	Exc.	
K. B. 27. No. 189.	LISTON-MÄKI . . . . .	68 52 5,07	5,29	4,1475679.4	$\zeta = 196,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 149,5$
	SILMUT-MÄKI . . . . .	49 55 50,03	50,25	4,0616133.6	
	ILA-MÄKI . . . . .	61 12 4,24	4,46	4,1204625.2	
	Somme	180 0 — 0,66	0,00		
		Corr. + 2,02	1,361	Exc.	
K. B. 28. No. 190.	WESA-MÄKI . . . . .	52 59 33,42	32,64	4,1204625.2	$\zeta = 183,8$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 140,0$
	SILMUT-MÄKI . . . . .	40 44 59,77	58,98	4,0329081.5	
	LISTON-MÄKI . . . . .	86 15 29,17	28,38	4,2172303.4	
	Somme	180 0 2,36	0,00		
		Corr. — 1,00	1,363	Exc.	
K. B. 29. No. 191.	KILPI-MÄKI . . . . .	61 18 21,49	21,14	4,2172303.4	$\zeta = 128,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 98,2$
	WESA-MÄKI . . . . .	39 15 45,14	44,79	4,0754508.7	
	SILMUT-MÄKI . . . . .	79 25 54,41	54,07	4,2667038.2	
	Somme	180 0 1,04	0,00		
		Corr. + 0,81	1,851	Exc.	

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires
K. n. 30. No. 192.	HONKA-MÄKI . . . . .	58° 49' 42,62	41,47	4,2667038.2	$\mathcal{S} = 480,3$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{T} = 366,0$
	WESA-MÄKI . . . . .	71 50 58,30	57,16	4,3122567.2	
	KILPI-MÄKI . . . . .	49 19 22,52	21,37	4,2143168.8	
	Somme	180 0 3,44	0,00		
	Corr. — 0,68	2,760	Exc.		
K. n. 31. No. 193.	LEHTO-MÄKI . . . . .	45 7 30,30	28,23	4,2143168.8	$\mathcal{S} = 311,4$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{T} = 237,3$
	HONKA-MÄKI . . . . .	48 17 35,52	33,46	4,2369505.7	
	WESA-MÄKI . . . . .	86 34 60,37	58,31	4,3631173.3	
	Somme	180 0 6,19	0,00		
	Corr. — 3,48	2,707	Exc.		
K. n. 32. No. 194.	PÖLLÖ-MÄKI . . . . .	62 51 23,17	21,52	4,3631173.3	$\mathcal{S} = 442,1$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{T} = 336,9$
	LEHTO-MÄKI . . . . .	68 36 5,47	3,82	4,3827732.7	
	HONKA-MÄKI . . . . .	48 32 36,32	34,66	4,2885384.6	
	Somme	180 0 4,96	0,00		
	Corr. — 0,96	4,005	Exc.		
K. n. 33. No. 195.	PIHLAJAN-MÄKI . . . . .	64 53 12,78	11,87	4,2885384.6	$\mathcal{S} = 167,4$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{T} = 127,5$
	PÖLLÖ-MÄKI . . . . .	46 53 24,72	23,81	4,1950125.3	
	LEHTO-MÄKI . . . . .	68 13 25,23	24,32	4,2995107.5	
	Somme	180 0 2,73	0,00		
	Corr. — 0,02	2,712	Exc.		
K. n. 34. No. 196.	II-MÄKI . . . . .	73 5 32,24	31,42	4,2995107.5	$\mathcal{S} = 448,6$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{T} = 341,8$
	PÖLLÖ-MÄKI . . . . .	63 21 1,72	0,91	4,2699251.0	
	PIHLAJAN-MÄKI . . . . .	43 33 28,49	27,67	4,1569741.7	
	Somme	180 0 2,45	0,00		
	Corr. 0,00	2,453	Exc.		
K. n. 35. No. 197.	KIVI-MÄKI . . . . .	54 41 11,12	10,33	4,1569741.7	$\mathcal{S} = 2033,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{T} = 1549,3$
	II-MÄKI . . . . .	100 49 49,24	48,45	4,2374797.9	
	PÖLLÖ-MÄKI . . . . .	24 29 2,02	1,22	3,8627401.8	
	Somme	180 0 2,38	0,00		
	Corr. — 1,39	0,986	Exc.		

Renroi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 36. No. 198.	SALLISEN-MÄKI . . . . .	36° 29' 0,44	1,33	3,8627401.8	$\zeta = 1133,7$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 863,8$
	KIVI-MÄKI . . . . .	95 18 8,93	9,82	4,0866569.0	
	H-MÄKI . . . . .	48 12 47,96	48,85	3,9610451.7	
	Somme	180 0 — 2,67	0,00		
		Corr. + 3,31	0,637	Exc.	
K. B. 37. No. 199.	KULVEN-MÄKI . . . . .	57 25 51,21	51,39	3,9610451.7	$\zeta = 302,7$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 230,7$
	SALLISEN-MÄKI . . . . .	60 25 5,92	6,09	3,9746960.3	
	KIVI-MÄKI . . . . .	62 9 2,35	2,52	3,9818902.9	
	Somme	180 0 — 0,52	0,00		
		Corr. + 1,25	0,732	Exc.	
K. B. 38. No. 200.	NAARAS-MÄKI . . . . .	39 15 44,02	43,63	3,9818902.9	$\zeta = 399,8$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 304,6$
	SALLISEN-MÄKI . . . . .	43 11 42,53	42,13	4,0159396.4	
	KULVEN-MÄKI . . . . .	97 32 34,64	34,24	4,1768020.8	
	Somme	180 0 1,19	0,00		
		Corr. — 0,24	0,946	Exc.	
K. B. 39. No. 201.	MURTO-MÄKI . . . . .	86 11 4,88	4,45	4,1768020.8	$\zeta = 231,4$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 176,3$
	NAARAS-MÄKI . . . . .	44 10 27,15	26,72	4,0208993.2	
	SALLISEN-MÄKI . . . . .	49 38 29,26	28,83	4,0597240.3	
	Somme	180 0 1,29	0,00		
		Corr. — 0,14	1,152	Exc.	
K. B. 40. No. 202.	LEBTO-VAARA . . . . .	76 3 10,75	9,78	4,0597240.3	$\zeta = 263,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 200,5$
	MURTO-MÄKI . . . . .	52 25 3,55	2,57	3,9717058.7	
	NAARAS-MÄKI . . . . .	51 31 48,62	47,65	3,9664450.6	
	Somme	180 0 2,92	0,00		
		Corr. — 2,11	— 0,807	Exc.	
K. B. 41. No. 203.	OTAN-MÄKI . . . . .	35 54 3,89	4,02	3,9664450.6	$\zeta = 477,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 364,2$
	LEUTO-VAARA . . . . .	39 35 44,89	45,02	4,0026501.5	
	MURTO-MÄKI . . . . .	104 30 10,83	10,96	4,1841955.2	
	Somme	180 0 — 0,39	0,00		
		Corr. + 1,26	0,865	Exc.	

Ren voi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. n. 42. No. 204.	KIVES-VAARA.....	40° 23' 48",30	47",32	4,1841955.2	$\sigma = 599,9$ $\omega = 0,762$ $\tau = 457,1$
	LEHTO-VAARA.....	71 50 23,79	22,81	4,3503810.9	
	OTAN-MÄKI.....	67 45 50,85	49,87	4,3390099.0	
	Somme	180 0 2,94	0,00		
		Corr. + 0,10	3,041	Exc.	
K. n. 43. No. 205.	RUPUKKA-VAARA.....	105 8 26,06	25,65	4,3390099.0	$\sigma = 222,3$ $\omega = 0,762$ $\tau = 169,4$
	KIVES-VAARA.....	29 0 16,18	15,77	4,0399839.2	
	LEHTO-VAARA.....	45 51 18,99	18,58	4,2102240.1	
	Somme	180 0 1,23	0,00		
		Corr. + 0,42	1,647	Exc.	
K. n. 44. No. 206.	SAUKKO-VAARA.....	65 5 33,16	32,83	4,2102240.1	$\sigma = 174,8$ $\omega = 0,762$ $\tau = 133,2$
	KIVES-VAARA.....	47 50 14,25	13,91	4,1225813.1	
	RUPUKKA-VAARA.....	67 4 13,60	13,26	4,2168742.1	
	Somme	180 0 1,01	0,00		
		Corr. + 0,89	1,901	Exc.	
K. n. 45. No. 207.	TEIRI-MARJU.....	64 38 48,01	47,87	4,2168742.1	$\sigma = 214,1$ $\omega = 0,762$ $\tau = 163,2$
	KIVES-VAARA.....	52 18 20,35	20,20	4,1591895.8	
	SAUKKO-VAARA.....	63 2 52,08	51,93	4,2109226.6	
	Somme	180 0 0,44	0,00		
		Corr. + 1,59	2,032	Exc.	
K. n. 46. No. 208.	PUOKIO-VAARA.....	58 59 34,83	33,70	4,2109226.6	$\sigma = 256,0$ $\omega = 0,762$ $\tau = 195,0$
	KIVES-VAARA.....	56 12 60,35	59,22	4,1975666.8	
	TEIRI-MARJU.....	64 47 28,21	27,08	4,2344233.3	
	Somme	180 0 3,39	0,00		
		Corr. — 1,17	2,223	Exc.	
K. n. 47. No. 209.	ROKUA-VAARA.....	39 42 5,99	5,65	4,2344233.3	$\sigma = 731,4$ $\omega = 0,762$ $\tau = 557,3$
	PUOKIO-VAARA.....	80 14 8,28	7,94	4,4227284.9	
	KIVES-VAARA.....	60 3 46,75	46,41	4,3668715.0	
	Somme	180 0 1,02	0,00		
		Corr. + 2,76	3,775	Exc.	

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 48. No. 210.	PALO-VAARA . . . . .	101° 17' 17,44	16,80	4,3668715.0	$\zeta = 167,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 128,0$
	ROKUA-VAARA . . . . .	28 31 40,40	39,77	4,0544045.2	
	PUOKIO-VAARA . . . . .	50 11 4,07	3,43	4,2607771.9	
	Somme	180 0 1,91	0,00		
		Corr. $\rightarrow$ 0,03	1,943 Exc.		
K. B. 49. No. 211.	REVONPESÄMAA . . . . .	107 39 28,72	27,65	4,2607771.9	$\zeta = 117,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 89,3$
	ROKUA-VAARA . . . . .	18 17 50,30	49,23	3,7785870.0	
	PALO-VAARA . . . . .	54 2 44,20	43,12	4,1899433.3	
	Somme	180 0 3,22	0,00		
		Corr. $\rightarrow$ 2,37	0,850 Exc.		
K. B. 50. No. 212.	REPO-KANGAS . . . . .	63 50 34,16	33,75	4,1899433.3	$\zeta = 163,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 124,9$
	ROKUA-VAARA . . . . .	46 15 3,44	3,04	4,0956288.6	
	REVONPESÄMAA . . . . .	69 54 23,61	23,21	4,2095937.5	
	Somme	180 0 1,21	0,00		
		Corr. $\rightarrow$ 0,53	1,739 Exc.		
K. B. 51. No. 213.	HALOSEN-VAARA . . . . .	68 1 8,24	7,72	4,2095937.5	$\zeta = 1362,2$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 1038,0$
	REPO-KANGAS . . . . .	84 25 51,66	51,15	4,2403155.3	
	ROKUA-VAARA . . . . .	27 33 1,64	1,13	3,9075077.2	
	Somme	180 0 1,54	0,00		
		Corr. $\rightarrow$ 0,29	1,250 Exc.		
K. B. 52. No. 214.	PITKÄSELKÄ . . . . .	44 14 58,11	57,86	3,9075077.2	$\zeta = 330,3$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 251,7$
	HALOSEN-VAARA . . . . .	49 6 51,83	51,59	3,9423189.9	
	REPO-KANGAS . . . . .	86 38 10,80	10,55	4,0630384.9	
	Somme	180 0 0,74	0,00		
		Corr. $\rightarrow$ 0,06	0,678 Exc.		
K. B. 53. No. 215.	LINNUNSILMÄ . . . . .	92 48 42,98	42,25	4,0630384.9	$\zeta = 468,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 357,2$
	PITKÄSELKÄ . . . . .	49 15 29,10	28,36	3,9430329.6	
	HALOSEN-VAARA . . . . .	37 55 50,12	49,39	3,8522273.6	
	Somme	180 0 2,20	0,00		
		Corr. $\rightarrow$ 1,60	0,598 Exc.		

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
K. B. 54.	SARVI-KANGAS.....	47° 6' 56",93	56",10	3,8522273.6	$\mathfrak{G} = 416,7$ $\mathfrak{Q} = 0,762$ $\mathfrak{T} = 317,6$
No. 216.	LINNUNSIILMÄ.....	65 7 25,62	24,79	3,9449957.5	
	PITKÄSELKÄ.....	67 45 39,94	39,11	3,9537136.6	
	Somme	180 0 2,49	0,00		
		Corr. — 1,93	0,557 Exc.		

COMPARAISON ENTRE LES CÔTÉS FONDAMENTAUX  $L^{VII}$  et  $L^{VIII}$ .

La jonction entre ces deux lignes a été effectuée par 54 triangles. Le dernier côté du triangle No. 216, dans le tableau précédent, est la valeur du côté  $L^{VIII}$  calculée sur la valeur effective de  $L^{VII}$ . Nous avons :

Valeur calculée de  $L^{VIII} = 8989,0472$  toises;  $\lg = 3,9537136.6$

» effective » » = 8989,0245 » » = 3,9537125.6, avec  $F^{VIII} = 1309,7$

Correction de la longueur calculée = — 0,0227 » »  $U^{VIII} = - 11.0$

$$(U^{VIII})^2 = 121,0.$$

*Somme des carrés des erreurs moyennes :*

$$\Sigma^{VIII} = F^{VIII} + (\mathfrak{I}1 + \mathfrak{I}2 + \dots + \mathfrak{I}54) + F^{VIII} = 18409,3.$$

§ 84. Tableau K. c, des 9 triangles principaux de Finlande, au nord du côté  
fondamental  $L'''$ .

$L''' = \text{SARVI-KANGAS—LINNUNSIILMÄ}$ ;  $\lg L''' = 3,9537125.6$ , avec  
le carré de l'erreur moyenne  $F''' = 1309,7$ .

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
No. 217.	LATON-MÄKI . . . . .	35° 59' 25,58	25,55	3,9537125.6	$\mathcal{S} = 599,4$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 456,7$
	SARVI-KANGAS . . . . .	59 8 29,40	29,36	4,1183019.3	
	LINNUNSIILMÄ . . . . .	84 52 5,12	5,09	4,1828493.8	
	Somme	180 0 0,10	0,00		
		Corr. + 1,03	1,128 Exc.		
No. 218.	HYYPÄN-MÄKI . . . . .	48 15 11,19	10,56	4,1828493.8	$\mathcal{S} = 292,9$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 223,2$
	SARVI-KANGAS . . . . .	52 2 15,63	14,99	4,2068114.0	
	LATON-MÄKI . . . . .	79 42 35,08	34,45	4,3030148.6	
	Somme	180 0 1,90	0,00		
		Corr. + 0,41	2,314 Exc.		
No. 219.	ISONIEMI . . . . .	108 23 44,56	43,93	4,3030148.6	$\mathcal{S} = 524,3$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 399,5$
	HYYPÄN-MÄKI . . . . .	37 18 27,56	26,94	4,1083328.5	
	SARVI-KANGAS . . . . .	34 17 49,75	49,13	4,0766745.1	
	Somme	180 0 1,87	0,00		
		Corr. — 0,48	1,393 Exc.		
No. 220.	ULKOGRUNNI . . . . .	39 21 20,67	20,72	4,0766745.1	$\mathcal{S} = 766,6$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 584,2$
	ISONIEMI . . . . .	81 53 5,67	5,73	4,2701230.6	
	HYYPÄN-MÄKI . . . . .	58 45 33,50	33,55	4,2064579.6	
	Somme	180 0 —0,16	0,00		
		Corr. + 1,98	1,823 Exc.		
No. 221.	RONTTI . . . . .	103 28 43,50	43,10	4,2064579.6	$\mathcal{S} = 432,6$ $\mathcal{Q} = 0,762$ $\mathcal{I} = 329,6$
	ULKOGRUNNI . . . . .	39 11 44,70	44,31	4,0192843.2	
	ISONIEMI . . . . .	37 19 32,99	32,59	4,0013077.0	
	Somme	180 0 1,19	0,00		
		Corr. — 0,21	0,978 Exc.		



Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
No. 222.	KIVALO.....	20° 57' 39",16	37",51	4,0013077.0	$\sigma = 2465,9$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 1879,0$
	ULKOGRUNNI.....	95 16 52,26	50,62	4,4459136.8	
	RONTTI.....	63 45 33,51	31,87	4,4005247.7	
	Somme	180 0 4,93	0,00		
	Corr. — 2,52		2,409 Exc.		
No. 223.	AJOS.....	106 51 16,69	17,06	4,4005247.7	$\sigma = 645,0$ $\Omega = 0,762$ $\mathcal{I} = 491,5$
	KIVALO.....	41 13 23,20	23,57	4,2384749.8	
	ULKOGRUNNI.....	31 55 18,99	19,37	4,1428559.7	
	Somme	180 0 —1,12	0,00		
	Corr. + 3,33		2,208 Exc.		
No. 224. Tr. compensé.	TORNEA.....	43 59 15,05	14,47	4,1428559.7	$\sigma = 292,9$ $\Omega = 0,653$ $\mathcal{I} = 191,3$
	KIVALO.....	41 6 1,02	0,44	4,1189983.8	
	AJOS.....	94 54 45,67	45,09	4,2995856.7	
	Somme	180 0 1,74	0,00		
			1,746 Exc.		
No. 225. Tr. compensé.	KAANKAMA-VAARA.....	49 29 51,46	50,33	4,2995856.7	$\sigma = 832,8$ $\Omega = 0,508$ $\mathcal{I} = 423,1$
	TORNEA.....	87 41 36,20	35,06	4,4182054.9	
	KIVALO.....	42 48 35,74	34,61	4,2507881.8	
	Somme	180 0 3,40	0,00		
			3,402 Exc.		

## § 85. Analyse des triangles compensés des tableaux K. b. et K. c.

## 1. LES TRIANGLES No. 177, 178 et 179, p. 38. Planche XII.

Dans ces trois triangles, nous avons les angles observés, réduits au centre, que voici.

No. 177.	Corr.	No. 178.	Corr.	No. 179.	Corr.
90° 48' 34",43	— 0",12	51° 49' 45",67	— 0",35	39° 34' 38",73	— 0",44
37 49 43,65	— 0,09	68 14 56,49	— 0,43	46 11 36,03	— 0,27
51 21 42,65	+ 0,09	59 55 19,64	— 0,23	94 13 47,49	— 0,49
Somme 180 0 0,73	— 0,12	180 0 1,80	— 1,01	180 0 2,25	— 1,20
Excès	0,604		0,787		1,053

Les journaux d'observation présentaient, en outre, les deux angles formés par la diagonale WILJAMIN-VUORI—TAMMI-MÄKI avec les côtés voisins des triangles No. 177 et 179, ou :

dans le triangle	les angles observés	Corr.	Angles compensés.
WILJAMIN-VUORI	46° 14' 9",38	+ 0",06	46° 14' 9",44
KAMMIO . . . . .			106 42 42,63
TAMMI-MÄKI . . .	27 3 8,34	+ 0,31	27 3 8,65
		Somme	180 0 0,72
		Excès	0,722

Il y avait, par conséquent, pour la détermination des triangles No. 177 à 179, onze angles à la place de neuf angles mesurés. Le calcul de compensation a conduit aux corrections qui sont placées à côté des angles observés, et les angles ainsi compensés sont entrés dans le tableau p. 38. La compensation ayant dû augmenter l'exactitude des trois triangles de continuation, j'ai remplacé le  $\Omega = 0,762$ , qui convient aux triangles non compensés, par  $\Omega = \frac{9}{11} \cdot 0,762 = 0,623$ ; approximation plus que suffisante pour l'emploi que nous avons à faire des  $\Omega$ , dans le calcul qui fait concourir toutes les bases à la détermination définitive des triangles.

## 2. LES TRIANGLES No. 183 et 184, p. 39. Planche XII.

La diagonale WATER-VUORI—LAAJA-VUORI, observée à ses deux extrémités, fournit ici le surplus de données. Voici les angles observés.

No. 183.		Corr.	No. 184.		Corr.	Triangle accessoire.	Corr.
53°	3' 55,76	+ 0,88	69° 27'	40,74	— 0,88	LAAJA-VUORI. 44° 2' 53,33	+ 0,10
48	49 5,89	+ 0,05	10 48	38,54	— 0,88	RUUHI-MÄKI.. 63 52 34,30	+ 0,00
78	6 56,04	+ 2,37	99 43	43,47	— 0,67	WATER-VUORI. 72 4 32,72	+ 0,71
Somme 180 0 -2,31		+ 3,30	180 0 2,75		— 2,43	180 0 0,35 + 0,81	
Excès		0,984			0,316	1,163	

La compensation a été faite en prenant les angles entre les objets voisins pour données primitives. Les angles corrigés des deux triangles No. 183 et No. 184 se trouvent dans le tableau p. 39. J'ai attribué à ces triangles le même  $\Omega = 0,623$ , que j'avais donné aux triangles No. 177 à 179.

3. LE TRIANGLE No. 224, p. 47.

Pl. XIV et XVI, fig. 1.

Ce triangle formé entre les stations principaux AROS, KIVALO et TORNEA est représenté pl. XVI, fig. 1. Il y a deux églises qui portent le nom de Tornea. L'une, construite en bois, appartient à la ville de Tornea (*Torneå-Stadskyrkan*). L'autre (*Torneå-Landskyrkan*), construite en pierres, se trouve au sud de la ville et appartient au grand district de Neder-Tornea. C'est notre point *T*. La circonstance d'une plus grande solidité a fait choisir la tour de l'église *T* pour point principal; aussi est-elle une station commune aux opérations de Maupertuis, de Svanberg et aux nôtres. La tour se termine en une pyramide en bois, qui a présenté, sur les différentes stations voisines ou plus éloignées, un point de mire propre à une observation précise. Quoiqu'il ait été possible d'établir l'instrument, pour la mesure des angles terrestres, sur la maçonnerie de la tour, comme M. Selander l'a fait, M. Woldstedt préféra cependant de placer l'instrument sur la colline de KOKKO-MÄKI, station auxiliaire, éloignée de *T* d'au-delà d'une verste, où il fit construire un signal. Nous trouvons dans notre figure encore deux autres points auxiliaires, savoir

- 1) un signal en *E*, sur la colline de KALLIN-KANGAS près de l'église de KEMI;
- 2) l'église de KEMI elle-même.

KALLIN-KANGAS et KEMI sont encore d'anciennes stations de l'opération de Svanberg, en 1802; mais il a été impossible de retrouver l'endroit exact du signal antérieur de KALLIN-KANGAS. Sur KEMI il n'y avait aucune incertitude, de sorte que le côté TORNEA-KEMI est commun aux opérations de Svanberg et aux nôtres. M. Woldstedt ayant fait, sur chacune des stations *B*, *C*, *D*, *E*, l'observation des autres points visibles, le triangle No. 224, *TDC*, qui a le côté *DC* en commun avec le triangle No. 223, est

plus que déterminé. Voici les angles observés, avec les corrections à porter sur les angles par suite du calcul de compensation, basé sur ces angles comme données primitives.

D. Ajos.			C. KIVALO.		
	Angles observés.	Corr.		Angles observés.	Corr.
<i>BDT</i>	0° 16' 19,896	+ 0,163	<i>DCF</i>	36° 28' 59,522	— 0,115
<i>TDE</i>	40 18 49,485	— 0,087	<i>FCE</i>	1 56 30,996	+ 0,383
<i>EDF</i>	3 26 54,411	— 0,367	<i>ECT</i>	2 40 30,724	— 0,487
<i>FDC</i>	51 9 2,336	— 0,106			
B. KOROKO-MÄKI.			E. KALLIN-KANGAS.		
<i>TBE</i>	130° 48' 9,205	+ 0,012	<i>CEF</i>	35° 20' 56,753	+ 0,078
<i>EBF</i>	2 12 34,790	— 0,134	<i>FED</i>	51 37 36,938	+ 0,110
<i>FBD</i>	41 0 3,877	— 0,100	<i>DEB</i>	96 12 12,679	+ 0,109
			<i>BET</i>	3 0 56,946	+ 0,200.

Dans les triangles *CDE* et *EDB* les trois angles ont été observés, et ces triangles conduisent immédiatement à *DB*, en partant de *DC*. Quant au triangle principal *TDC*, il n'y a que les deux angles en *C* et *D* directement observés. Mais la relation entre les points *T* et *B* est abondamment déterminée par les angles entre *T* et *B* mesurés en *D*, *C* et *E*, et par les angles, observés en *B*, que forme la ligne *BT* avec les directions des autres objets. Un renfort de détermination se trouve encore dans l'observation de *F* faite en *B*, *D*, *C* et *E*. Les angles sphériques en *C* et *D* du triangle No. 224, p. 47, sont directement les angles corrigés de notre tableau. Le troisième de ces angles se trouve à l'aide de la somme des trois angles =  $180^{\circ} 0' 1,746$ . J'ai attribué au triangle No. 224 un  $\Omega = \frac{6}{7} \cdot 0,762 = 0,653$ .

L'église de *KEMI* étant un des points trigonométriques de *Svanberg*, il me parut intéressant de comparer la distance *TORNEA-KEMI* selon *Svanberg*, avec la valeur que présente notre opération. En partant de la ligne *TD* comme connue,  $\lg TD = 4,1189927.5$ , d'après la détermination définitive par le triangle No. 224, § 109, nous avons, pour parvenir à la distance *TF* de notre figure, à résoudre les trois triangles *DTE*, *DEF* et *TEF*, pour lesquels notre tableau des angles observés et corrigés contient les données requises.

Triangle *TDE*; excès 0,707.

	Angles sphériques compensés.	Angles plans.	Log. des distances.
<i>E</i>	99° 13' 9,93	9,70	Lg <i>TD</i> = 4,1189927.5
<i>D</i>	40 18 49,40	49,16	lg <i>TE</i> = 3,9355246.3
<i>T</i>	40 28 1,38	1,14	lg <i>DE</i> = 3,9368906.7.
Somme	180 0 0,71	0,00	

Triangle *DEF*; excès 0,041.

<i>F</i>	124° 55' 28,95	28,94	lg <i>DE</i> = 3,9368906.7
<i>E</i>	51 37 37,05	37,03	lg <i>DF</i> = 3,9174351.3
<i>D</i>	3 26 54,04	54,03	lg <i>EF</i> = 2,8023525.3
Somme	180 0 0,04	0,00	

Triangle *TEF*; excès 0,025.

Les deux côtés *TE* et *EF*, avec l'angle sphérique compris *TEF* = 150° 50' 46,98, conduisent à lg *TF* = 3,9628221.8, et à l'angle sphérique *ETF* = 1° 55' 45,50. L'azimut de la ligne *TD*, en *T*, se trouvera, § 112, égal à 134° 42' 22,27. Donc l'azimut, en *T*, de *TF* = 134° 42' 22,27 — 40° 28' 1,38 + 1° 55' 45,50 = 96° 10' 6,4.

Comparaison du *TF* de Svanberg.

Nous avons par nos opérations..... *TF* = 9179,566 toises;  
 laquelle distance a été trouvée par Svanberg = 9178,960 »  
 Correction + 0,606 »

Voyez Svanberg, *Exposition des opérations faites en Laponie*, Stockholm 1805, p. 100, où cette ligne est désignée par *θq*.

Une autre distance qui présente un intérêt particulier, est celle de TORNEA à KOKKO-MÄKI, ou la ligne *TB*. Nous avons dans

le triangle *ETB*, excès 0,036,

<i>B</i>	130° 48' 9,22	9,21	lg <i>TE</i> = 3,9355246.3
<i>T</i>	46 10 53,67	53,66	
<i>E</i>	3 0 57,14	57,13	lg <i>TB</i> = 2,7775375.1
Somme	180 0 0,03	0,00	

*TB* = 599,153 toises.

La résolution du triangle  $TBD$  nous donne encore l'angle  $DTB = 5^{\circ} 42' 52''_{10}$ . Donc, en employant l'azimut, en  $T$ , de la ligne  $TD$  égal à  $134^{\circ} 42' 22''_{27}$ , nous avons

en  $T$ , distance  $TB = 599,153$  toises, sous un azimut de  $140^{\circ} 25' 14''_4$ .

4. LE TRIANGLE No. 225, p. 47.

Pl. XIV et XVI, fig. 2 et 3.

Ce triangle a été mesuré par MM. Lindhagen et Wagner, en 1851. M. Lindhagen choisit, comme l'avait fait antérieurement M. Woldstedt, la colline de KOKKO-MÄKI pour y établir ses instruments, tant pour la mesure des angles terrestres, que pour les observations astronomiques. L'ancien signal de M. Woldstedt, bâti en 1842, n'existait plus; mais le centre s'en retrouva, marqué sur une pierre enfouie dans le terrain. M. Lindhagen fit construire un nouveau signal, plus haut que celui de 1842, afin qu'il pût être vu de KIVALO et de KAAKAMA-VAARA. Ce signal n'était point exactement au-dessus du centre marqué de l'ancien signal. Cependant ce centre resta toujours en vigueur, et toutes les directions, dans lesquelles KOKKO-MÄKI a été pointé, ou qui ont été observées à KOKKO-MÄKI, ont été réduites à ce centre primitif. Sur le terrain de la colline de KOKKO-MÄKI la mesure d'une petite base et une triangulation auxiliaire furent exécutées.

a. *Triangulation auxiliaire.* Pl. XVI, fig. 2.

Le but de cette triangulation était de fournir les relations exactes entre les différents points voisins de TORNEA, sans qu'elles fussent en dépendance des côtés des triangles de continuation.

Dans notre figure,

$T$  est l'église du district de TORNEA,

$T'$  l'église de la ville,

$B$  est le centre du signal sur KOKKO-MÄKI,

$A$  et  $M$  sont les extrémités de la petite base  $AM$ ,

$N$  est un point auxiliaire.

Mais  $A$  est en même temps l'endroit où fut placé le centre de l'instrument universel, à l'aide duquel les observations azimutales furent exécutées par M. Wagner.

La base  $AM$  a été mesurée à deux reprises. La longueur horizontale en fut trouvée :

1851, le 12 juillet,  $AB = 87,1657$  toises

» » 14 » » = 87,1617 »

Moyenne = 87,1637 » ;  $\lg = 1,9403359$ .

La hauteur de *A* n'étant que de 13 toises au-dessus du niveau du Golfe Bothnique, la réduction de la base au niveau de la mer = — 0,0003 toise a été négligée comme entièrement insignifiante. L'inspection et l'examen des journaux prouvent que les deux mesures de cette base ont été exécutées avec un soin et une précision distingués. Une échelle à traits, en fer, étalonnée à Poulkova, servait d'unité linéaire. L'opération de la mesure se fit par deux règles en bois de sapin, de 3,5 toises de long, et qui furent étalonnées sur l'échelle en fer, avant et après chaque mesure de la base.

Les angles observés à l'aide de l'instrument universel d'Ertel, en *A*, *M*, *N* et *B*, fournissent une détermination abondante pour la jonction entre la base *AM* et les points *N*, *T*, *B*, *T'*. Je donne ici les différentes directions observées, réduites aux centres, les corrections des directions observées et les distances de chaque station aux différents points visibles; lesquelles, corrections et distances, sont provenues du calcul de compensation fait par M. Lindhagen, en partant des directions comme données primitives.

Objets.	Directions observées.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.	Distances en toises.
<b>A. STATION ASTRONOMIQUE ET TERME DE LA BASE.</b>					
<i>T</i>	0° 0' 0,00		0° 0' 0,00	2,1559799	143,2122
<i>M</i>	1 58 18,08	0,00	1 58 18,08	1,9403359	87,1637
<i>T'</i>	5 16 16,83	— 0,04	5 16 16,79	3,1260035	1336,6062
<i>N</i>	79 21 1,95	+ 0,09	79 21 2,04	2,2755823	188,6177
<i>B</i>	156 25 6,83	— 0,34	156 25 6,49	2,6676140	465,1724
<b>M. TERME DE LA BASE.</b>					
<i>N</i>	0° 0' 0,00		0° 0' 0,00	2,2780878	189,7090
<i>A</i>	75 58 57,94	— 0,11	75 58 57,83	1,9403359	87,1637
<b>N. POINT AUXILIAIRE.</b>					
<i>B</i>	0° 0' 0,00		0° 0' 0,00	2,6638739	461,1836
<i>A</i>	79 26 26,44	— 0,14	79 26 26,30	2,2755823	188,6177
<i>M</i>	106 4 44,52	— 0,02	106 4 44,50	2,2780878	189,7090
<i>T</i>	120 23 53,15	+ 0,08	120 23 53,23	2,3318628	214,7152
<i>T'</i>	177 19 33,86	+ 0,27	177 19 34,13	3,1131431	1297,6069
<b>B. KOKKO-MÄKI.</b>					
<i>A</i>	0° 0' 0,00		0° 0' 0,00	2,6676140	465,1724
<i>T</i>	5 29 13,98	— 0,80	5 29 13,18	2,7775506	599,1707
<i>T'</i>	21 31 7,96	— 0,83	21 31 7,13	3,2451169	1758,3968
<i>N</i>	23 29 29,57	— 0,31	23 29 29,26	2,6638739	461,1836

L'azimut, en  $A$ , de la ligne  $AT$  étant déterminé =  $338^{\circ} 31' 2''$ , comme nous le verrons dans un article suivant, § 111, nous avons en partant du point  $A$  les trois relations directes que voici.

$A =$  STATION ASTRONOMIQUE.

	Distance.	Azimut.
$T =$ tour de l'église du district de TORNEA	143,212 toises	$338^{\circ} 31' 2''$
$T' =$ tour de l'église de la ville » »	1336,606 »	343 47 18,8
$B =$ signal de КОККО-МÄКІ.....	465,172 »	134 56 8,5.

De ces chiffres se déduisent, pour

$T =$  TORNEA, ÉGLISE DU DISTRICT.

$T' =$ tour de l'église de la ville.....	1194,072 toises	$344^{\circ} 25' 4''$
$A =$ station astronomique.....	143,212 »	158 30 54,6
$B =$ signal de КОККО-МÄКІ.....	599,172 »	140 25 14,3
D'après les mesures de M. Woldstedt.....	599,153 »	140 25 14,4, T. II, p. 52.

L'accord des deux résultats pour  $TB$  ne laisse rien à désirer, surtout si l'on considère que pour la partie terrestre, des distances et des angles, les deux opérations sont entièrement indépendantes l'une de l'autre. La distance  $TT'$ , entre les tours des deux églises, ne peut être aussi axacte que  $TB$ , à cause du petit angle sous lequel les deux lignes  $AT'$  et  $NT'$  se coupent, qui n'est que de  $8^{\circ} 2' 7''$ . Cependant l'erreur de  $TT'$  ne s'éleva point à 0,1 toise.

b. *Le triangle* No. 225. Pl. XVI, fig. 3.

Dans le pentagone formé par les points  $C, K, T, A, B$ , l'observation des objets terrestres a été faite sur les quatre points  $K, C, B$  et  $A$ , mais non pas en  $T$ . Déjà par ces mesures angulaires il y avait un surplus de données pour la détermination du triangle No. 225 =  $KTC$ , la distance  $TC$  étant donnée dans le triangle No. 224, p. 47, par  $\lg TC = 4,2995856.7$ . En outre, la longueur de la ligne  $TA$  est connue par  $\lg TA = 2,1559799$ , trouvé plus haut. M. Lindhagen a fait le calcul de compensation, en regardant les directions observées sur les quatre stations comme données primitives, et sous la condition que le  $\lg \frac{TA}{TC} = 7,8563942$  ne fût sujet à aucune altération. Voici les directions observées, réduites aux centres, pour les 4 stations, et les corrections à porter sur ces directions, par suite du calcul de compensation. Dans ce calcul un poids plus petit a été attribué aux directions de courte distance,  $BA, BT$  et  $AB, AT$ ,



qui n'avaient été déterminées que par un petit nombre d'observations, mais toujours suffisant, en considération de ce que, par suite de la proximité des objets, une observation plus précise n'en était guères possible.

C. KIVALO.			
Objets.	Directions observées.		Corr.
<i>B.</i> KOKKO-MÄKI...	0° 0'	0,000	— 0,855
<i>T.</i> TORNEA.....	1 20	20,284	+ 0,780
<i>K.</i> KAAKAMA-VAARA	44 8	57,053	— 0,245

B. KOKKO-MÄKI.			
<i>K.</i> KAAKAMA-VAARA	0° 0'	0,000	— 0,139
<i>C.</i> KIVALO.....	87 37	37,555	— 1,091
<i>A.</i> .....	313 10	49,417	+ 1,535
<i>T.</i> TORNEA.....	318 40	1,879	+ 0,925

K. KAAKAMA-VAARA.			
Objets.	Directions observées.		Corr.
<i>C.</i> KIVALO.....	0° 0'	0,000	+ 0,239
<i>T.</i> TORNEA.....	49 29	51,938	— 0,239

A. STATION ASTRONOMIQUE.			
<i>K.</i> KAAKAMA-VAARA	0° 0'	0,000	+ 0,369
<i>C.</i> KIVALO.....	87 30	3,216	+ 0,484
<i>B.</i> KOKKO-MÄKI...	132 5	54,642	— 2,569
<i>T.</i> TORNEA.....	335 40	47,812	— 0,845

Par les directions corrigées nous avons, dans le triangle  $KTC = \text{No. 225}$ ,

$$\begin{aligned} \text{l'angle à KAAKAMA-VAARA ou } K &= 49^\circ 29' 51,460 \\ &\text{à KIVALO} \qquad C = 42 \ 48 \ 35,744 \end{aligned}$$

Pour satisfaire à la somme des trois angles  $= 180^\circ + \text{l'excès} = 180^\circ 0' 3,402$ , nous trouvons l'angle à TORNEA  $T = 87^\circ 41' 36,198$ .

Ce sont les trois angles du triangle No. 225, reçus dans le tableau p. 47. J'ai attribué à ce triangle  $\Omega = \frac{6}{9} \cdot 0,762 = 0,508$ , en considérant que, abstraction faite des réductions, les observations présentent, au lieu des 6 directions indispensables pour les trois angles, en tout 9 directions principales, savoir deux directions observées en  $K$ , trois en  $C$ , deux en  $B$  et deux en  $A$ .

Pour avoir un contrôle, j'ai calculé, en partant du côté connu  $TC$  et des directions corrigées de M. Lindhagen, à l'aide du triangle  $CTB$ , la distance  $TB$ , qui se trouve  $c = 599,220$  toises. Cette distance a été déterminée indépendamment, par la triangulation auxiliaire,  $c' = 599,172$ . La différence  $c - c' = 0,048$  toise  $= 3,5$  pouces, est assez petite pour le  $c$  déterminé par l'angle  $C$  de  $1^\circ 20'$ , observé à Kivalo dans une distance de près de 20000 toises. Nous voyons cependant que la compensation de notre triangle No. 225 aurait pu, et même dû se faire, en supposant non seulement  $TA$ , comme il a été fait par M. Lindhagen, mais également  $TB$  exactement connu. J'ai fait le calcul de

compensation dans cette seconde supposition. Ce calcul conduit aux trois angles suivants de No. 225, que je compare avec les angles trouvés par M. Lindhagen.

TRIANGLE No. 225.

D'après le calcul de compensation de

	Struve.	Lindhagen.	$s - L$
KAAKAMA-VAARA	49° 29' 51,38	51,46	— 0,08
TORNEA . . . . .	87 41 36,27	36,20	+ 0,07
KIVALO . . . . .	42 48 35,75	35,74	+ 0,01.

Les différences des deux calculs étant des centièmes de seconde, donc indifférentes vis-à-vis des erreurs probables de ces angles, j'ai retenu les résultats du calcul de M. Lindhagen.

§ 86. Exactitude des mesures angulaires en Finlande.

Il s'agit ici de l'exactitude de la mesure des angles qui appartiennent aux 70 triangles de continuation No. 156 à No. 225; car l'exactitude des angles qui appartiennent aux triangles de rattachement entre les deux bases de Finlande et les côtés fondamentaux, a déjà été discutée, T. II, Chap. VI, p. 26 et 32.

Les motifs qui m'avaient autorisé à baser, dans les triangles Baltiques, T. I, p. 145 et p. 91, la détermination de l'exactitude de la mesure angulaire sur les écarts entre les sommes des trois angles et  $180^\circ$  — l'excès, sont également valables pour les opérations de Finlande. Voyez T. II, p. 22. La somme des carrés de ces écarts, donnés pour les 70 triangles de continuation T. II, p. 34 à 47, étant 160,03, nous obtenons :

le carré de l'erreur moyenne d'un triangle	=	2,286
• • • • • angle observé	=	0,762
l'erreur moyenne • • •	=	0,873
• probable • • •	=	0,589.

Nous rencontrons par conséquent  $\Omega = 0,762$  inscrit dans la colonne des quantités auxiliaires, pour tous les triangles des tableaux T. II, p. 34 à 47, à l'exception des triangles compensés No. 177 à 179, No. 182, 184, No. 224 et No. 225. Pour ces 7 triangles,  $\Omega$  doit être, par suite de la compensation faite, plus petit que 0,762. Les  $\Omega$  attribués à ces triangles sont motivés § 85.

Chaque angle ayant été déterminé par 5 mises, on peut encore évaluer l'exactitude des angles observés par l'accord des différentes valeurs données, pour chaque angle, par les 5 mises. Les 210 angles à 5 mises auraient dû donner 1050 mises à comparer avec 210 moyennes. De ce nombre j'ai employé 965 mises à 193 moyennes, en omettant les angles dans lesquels l'objet d'observation n'était pas identique dans toutes les cinq mises, tantôt le signal tantôt l'héliotrope ayant été pointé. La somme des carrés des écarts entre les mises isolées et leurs moyennes respectives s'est trouvée 1421,9. Ce chiffre divisé par  $965 - 193 = 772$  donne :

le carré de l'erreur moyenne d'une mise isolée	=	1,842
» » » » » pour 5 mises	=	0,368
l'erreur moyenne d'un angle observé par une mise	=	1,357
» probable » » » » »	=	0,915
» » » » » par 5 mises, ou de l'angle moyen }	=	0,409.

Cette erreur probable d'un angle moyen, déduit par 5 mises avec 20 pointages,  $\lambda = \mp 0,409$  est de près identique avec l'erreur  $\lambda = \mp 0,390$  trouvée, dans les triangles Baltiques, pour 6 mises avec 12 pointages, T. I, p. 147. Il se manifeste cependant ici une autre différence notable. Nous avons :

L'erreur probable d'un angle moyen

	par l'écart de la somme des 3 angles	l'accord des mises
dans les triangles Baltiques..	0,387	0,390
» » » de Finlande	0,589	0,409.

Les triangles Baltiques présentent ici un accord en dedans de l'incertitude des deux chiffres, tandis que dans les angles de Finlande nous sommes forcés à supposer une perturbation des angles, en dehors de l'observateur et de l'instrument, dont le montant probable est  $= \sqrt{(0,589^2 - 0,409^2)} = \mp 0,424$ , ou de  $0,424 : \sqrt{2} = \mp 0,300$  pour chacune des deux directions qui renferment l'angle. Cette perturbation ne peut avoir été produite que par deux causes, savoir une imperfection dans la forme des signaux et une centration de l'instrument, relativement moins précise en Finlande. Voyez aussi T. I, p. 148.

J'ai encore examiné les angles de l'arc Baltique et de Finlande sous un point de vue qui n'a pas été considéré jusqu'ici. Il s'agit de savoir si ces angles sont en général trop petits ou trop grands. En cherchant les moyennes des écarts relatifs à  $180^\circ \pm$  l'excès, eu égard aux signes, nous trouvons :

*pour les 31 triangles de l'arc Baltique*

la correction moy. d'un triangle observé = + 0,062 ± 0,068

» » » » angle » = + 0,021 ± 0,023 ;

*pour les 68 triangles de Finlande*

la correction moy. d'un triangle observé = + 0,053 ± 0,071

» » » » angle » = + 0,018 ± 0,024.

Ces corrections moyennes trouvées sont tout à fait insignifiantes, parce qu'elles sont inférieures à leurs erreurs probables; d'où suit que l'instrument universel, employé dans ces mesures, donne des angles exempts de toute erreur d'un sens constant.



## CHAPITRE VIII.

# L A P O N I E.

COMMUNICATIONS DE M. SELANDER.

### § 87. Notices générales.

Planches XVII et XVIII.

La planche XVIII représente la jonction entre la base d'ÖFVER-TORNEA et le côté fondamental AVASAKSA—PULLINKI. Elle nous fait voir qu'il y a une jonction abondante entre la base *AB* et les deux côtés *GI* et *GF* des deux triangles *IGH* et *FGH*, à l'aide desquels le point *H* se détermine par l'intersection des trois lignes *GH*, *IH* et *FH*.

La planche XVII contient la chaîne des 21 triangles, No. 226 à No. 246, qui font la jonction entre TORNEA et le côté BÄLJATZ-VAARA—ÅTJIK, qui est le côté commun des triangles de Laponie et du Finmarken norvégien. Dans ces triangles il y a plusieurs diagonales observées. La détermination des trois angles, pour chacun des 21 triangles, aurait exigé 86 directions observées. A ce nombre sont survenues :

pour la diagonale	TORNEA—HUITAPERI . . . . .	2	direct.
» » »	TORNEA—AVASAKSA . . . . .	1	»
» » »	KAAKAMA-VAARA—NIEMI-VAARA	2	»
» » »	OLLOS-VAARA—KERROJUPUKKA .	1	»
» » »	KUIVASKERO—PESSINKI . . . . .	2	»
» » »	KUIVASKERO—OUNAS-TUNTURI..	2	»
» » »	OUNAS-TUNTURI—STUOR-OIVI..	2	»
» » »	KERSTI-VAARA—ÅTJIK . . . . .	2	»

Somme 14 directions.

Il y a par conséquent en tout 100 directions observées.

L'exposé suivant, sur les opérations de Laponie, est basé sur deux communications que m'a faites M. Selander.

Je reçus la première communication le 27 juillet 1853, à Stockholm où je m'étais rendu pour consulter avec MM. Hansteen et Selander, sur la publication de l'ouvrage qui devait contenir l'exposé général des opérations, exécutées pour la mesure de l'arc du méridien compris entre le Danube et la Mer Glaciale. Ce document contenait le tableau des directions relatives moyennes, observées

- 1) sur les 9 stations qui servent à rattacher la base d'ÖFVER-TORNEA aux triangles de continuation,
- 2) sur les 23 stations des 21 triangles de continuation No. 226 à No. 246.

La seconde communication me parvint deux ans plus tard, le 24 août 1855, ayant été expédiée de Stockholm le 10 août. Dans cet envoi M. Selander me fit part des résultats de ses calculs relatifs aux triangles de Laponie. Il avait ajouté les résultats obtenus pour la latitude du point astronomique STUOR-OIVI, et l'azimut du côté STUOR-OIVI—PAJTAS-VAARA déterminé à STUOR-OIVI.

Ces deux documents sont exactement rendus dans les deux paragraphes suivants § 88 et § 89.

**§ 88. Première communication de M. Selander, datée du 27 juillet 1853.**

**Directions observées sur les différentes stations de Laponie,  
réduites aux centres des stations.**

*1. Directions moyennes observées pour la jonction de la base d'ÖFVER-TORNEA avec le côté  
de triangle AVASAKSA—PULLINKI.*

Planche XVIII.

B. KESKI-RAHTA,		A. IVARI,	
TERME MÉRIDIONAL DE LA BASE.		TERME SEPTENTRIONAL DE LA BASE.	
Objet	Direction.	Objet.	Direction.
C. SÄRKÄ-VAARA..	0° 0' 1,766	I. AVASAKSA . . . . .	0° 0' 3,964
D. HIIRI-VAARA... 24 37 32,963		B. KESKI-RAHTA... 30 54 16,415	
A. IVARI . . . . .	65 59 11,351	C. SÄRKÄ-VAARA.. 66 28 38,242	
E. LAMMI-VAARA.. 66 42 56,505		D. HIIRI-VAARA... 142 26 45,454	
I. AVASAKSA . . . . .	156 1 42,040	E. LAMMI-VAARA.. 212 1 44,400	
		F. HIMO-VAARA... 270 23 21,227	

I. AVASAKSA.

Objet.	Direction.
B. KESKI-RAHTA...	0° 0' 19,847
C. SÄRKÄ-VAARA..	11 56 23,896
D. HIIRI-VAARA...	38 9 49,923
A. IVARI.....	59 3 35,340
G. KUORA-VAARA..	70 14 34,007
E. LAMMI-VAARA..	78 46 59,053
F. HIMO-VAARA...	117 9 15,491
H. PULLINKI.....	118 43 6,821

D. HIIRI-VAARA.

E. LAMMI-VAARA..	0° 0' 43,485
F. HIMO-VAARA...	35 35 26,867
A. IVARI.....	65 1 12,724
I. AVASAKSA.....	81 40 41,982
B. KESKI-RAHTA ..	92 7 5,257
C. SÄRKÄ-VAARA..	101 28 12,564

F. HIMO-VAARA.

I. AVASAKSA.....	0° 0' 44,513
C. SÄRKÄ-VAARA..	24 21 9,741
A. IVARI.....	32 18 23,005
D. HIIRI-VAARA...	54 55 59,972
E. LAMMI-VAARA..	92 57 3,957
G. KUORA-VAARA..	107 50 51,180
H. PULLINKI.....	182 2 59,779

C. SÄRKÄ-VAARA.

Objet.	Direction.
D. HIIRI-VAARA...	0° 1' 7,065
G. KUORA-VAARA..	25 25 52,062
E. LAMMI-VAARA..	44 33 10,224
A. IVARI.....	67 35 58,115
F. HIMO-VAARA...	83 33 30,831
I. AVASAKSA.....	134 0 9,483
B. KESKI-RAHTA...	146 2 26,097

E. LAMMI-VAARA.

F. HIMO-VAARA...	0° 0' -9,269
I. AVASAKSA.....	48 41 9,372
B. KESKI-RAHTA ..	60 35 45,742
A. IVARI.....	60 59 28,573
C. SÄRKÄ-VAARA..	72 23 35,983
D. HIIRI-VAARA...	106 24 4,922
G. KUORA-VAARA..	207 59 22,971

G. KUORA-VAARA.

H. PULLINKI.....	0° 0' 10,566
F. HIMO-VAARA...	75 40 16,797
E. LAMMI-VAARA..	88 46 0,957
I. AVASAKSA.....	100 55 23,854
C. SÄRKÄ-VAARA..	114 2 57,102

H. PULLINKI.

I. AVASAKSA.....	0° 0' -3,955
F. HIMO-VAARA...	0 28 20,629
G. KUORA-VAARA..	30 36 6,024

## 2. Directions moyennes observées sur les stations des triangles principaux.

Planche XVII.

## 1. TORNEÅ, LANDSKYRKAN.

Objet.	Direction.
PERRA-VAARA . . . .	0° 0' 0,000
HUITAPERI . . . . .	7 4 3,087
KAAKAMA-VAARA . .	29 54 30,691

## 2. PERRA-VAARA.

Objet.	Direction.
HUITAPERI . . . . .	0° 0' 0,000
KAAKAMA-VAARA . .	55 53 45,318
TORNEÅ . . . . .	166 38 41,093

## 3. KAAKAMA-VAARA.

TORNEÅ . . . . .	0° 0' 0,000
PERRA-VAARA . . . .	39 20 33,820
HUITAPERI . . . . .	119 46 34,187
HORRILANKERO . . .	163 31 42,343
NIEMI-VAARA . . . .	173 13 15,891

## 4. HUITAPERI.

AVASAKSA . . . . .	0° 0' 0,000
HORRILANKERO . . .	30 58 6,145
KAAKAMA-VAARA . .	131 12 50,767
TORNEÅ . . . . .	168 35 50,068
PERRA-VAARA . . . .	174 53 8,193

## 5. HORRILANKERO.

AVASAKSA . . . . .	0° 0' 0,000
PULLINKI . . . . .	94 56 51,623
NIEMI-VAARA . . . .	144 8 38,889
KAAKAMA-VAARA . .	287 16 29,153
HUITAPERI . . . . .	323 16 38,534

## 6. AVASAKSA.

PULLINKI . . . . .	0° 0' 0,000
HORRILANKERO . . .	53 42 34,239
TORNEÅ . . . . .	157 30 8,077
HUITAPERI . . . . .	166 1 9,958

## 7. PULLINKI.

KITTIS-VAARA . . . .	0° 0' 0,000
NIEMI-VAARA . . . .	87 49 52,403
HORRILANKERO . . .	125 14 20,829
AVASAKSA . . . . .	156 34 53,668
PALJUKKA-VAARA . .	304 28 18,193
OLLOS-VAARA . . . .	354 50 33,747

## 8. NIEMI-VAARA.

HORRILANKERO . . . .	0° 0' 0,000
PULLINKI . . . . .	93 23 41,894
KITTIS-VAARA . . . .	145 19 55,211
KAAKAMA-VAARA . .	332 49 19,640



9. KITTIS-VAARA.

Objet.	Direction.
NIEMI-VAARA.....	0° 0' 0,000
PULLINKI.....	40 13 56,765
PALJUUKA-VAARA..	133 46 31,188

11. OLLOS-VAARA.

PULLINKI.....	0° 0' 0,000
PALJUUKA-VAARA..	66 27 58,226
KERROJUPUKKA ...	107 55 57,410
YLINEN-VAARA ...	133 37 18,464

13. KERROJUPUKKA.

LUMI-VAARA.....	0° 0' 0,000
KUIVASKERO.....	51 21 36,103
YLINEN-VAARA ...	124 11 33,456
PALJUUKA-VAARA..	184 54 53,171

15. LUMI-VAARA.

PESSINKI.....	0° 0' 0,000
OLLÓS-TUNTURI...	56 33 55,307
KUIVASKERO.....	108 39 45,517
KERROJUPUKKA ...	186 9 1,049

10. PALJUUKA-VAARA.

Objet.	Direction.
KERROJUPUKKA ...	0° 0' 0,000
YLINEN-VAARA ...	54 29 36,824
OLLÓS-VAARA ....	98 11 9,642
KITTIS-VAARA ....	130 25 6,600
PULLINKI.....	161 20 56,739

12. YLINEN-VAARA.

OLLÓS-VAARA ....	0° 0' 0,000
PALJUUKA-VAARA..	69 9 7,733
KERROJUPUKKA ...	133 56 13,258
KUIVASKERO.....	196 31 21,981

14. KUIVASKERO.

LUMI-VAARA.....	0° 0' 0,000
PESSINKI.....	41 52 2,389
OLLÓS-TUNTURI...	90 31 8,447
OUNAS-TUNTURI..	91 9 38,055
YLINEN-VAARA ...	264 15 50,114
KERROJUPUKKA ...	308 50 49,685

16. OLLÓS-TUNTURI.

PESSINKI.....	0° 0' 0,000
OUNAS-TUNTURI...	92 29 20,054
KUIVASKERO.....	271 5 8,683
LUMI-VAARA ....	308 28 13,626

## SECTION II. ARC SEPTENTRIONAL. OPÉRATIONS GÉODÉSIQUES.

## 17. PESSINKI.

Objet.	Direction.
PAJTAS-VAARA....	0° 0' 0,000
OUNAS-TUNTURI...	35 45 58,988
OLLOS-TUNTURI...	71 56 57,370
KUIVASKERO.....	114 23 5,568
LUMI-VAARA .....	143 51 21,947

## 18. OUNAS-TUNTURI.

Objet.	Direction.
OLLOS-TUNTURI...	0° 0' 0,000
PESSINKI.....	51 19 42,359
PAJTAS-VAARA....	92 54 29,302
STUOR-OIVI.....	137 37 33,185
KERSTI-VAARA....	172 53 0,743
KUIVASKERO.....	359 14 15,031

## 19. PAJTAS-VAARA.

STUOR-OIVI.....	0° 0' 0,000
KERSTI-VAARA....	45 15 49,776
OUNAS-TUNTURI...	104 51 13,964
PESSINKI.....	207 30 33,674

## 20. KERSTI-VAARA.

OUNAS-TUNTURI ..	0° 0' 0,000
PAJTAS-VAARA....	40 26 7,966
STUOR-OIVI.....	101 43 24,928
ÄTJIK.....	136 0 0,263
BÄLJATZ-VAARA ..	164 53 46,411

## 21. STUOR-OIVI.

ÄTJIK.....	0° 0' 0,000
BÄLJATZ-VAARA...	30 13 26,324
KERSTI-VAARA....	95 9 56,113
OUNAS-TUNTURI...	138 11 3,713
PAJTAS-VAARA....	168 36 51,626

## 22. BÄLJATZ-VAARA.

KERSTI-VAARA....	0° 0' 0,000
STUOR-OIVI.....	51 53 15,157
ÄTJIK.....	87 57 8,757

## 23. ÄTJIK.

Objet.	Direction.
BÄLJATZ-VAARA...	0° 0' 0,000
KERSTI-VAARA....	63 9 10,748
STUOR-OIVI.....	113 42 39,453

---

§ 80. **Seconde communication de M. Selander, datée du 10 août 1855.**  
**Résultats des opérations de Laponie.**

*1. Renseignements donnés par M. Selander \*)*

«Tous les calculs ont été faits par moi-même, à l'exception de ceux qui sont relatifs aux observations de latitude faites par M. le professeur Agardh, lesquels ont été exécutés par lui.»

«Les directions ont été observées à l'aide d'un théodolite de 12 pouces, sur lequel la lecture se faisait, pendant les premières années par des verniers, mais plus tard par des microscopes. Les déterminations de latitude sont déduites des distances zénithales observées de l'étoile polaire. M. le professeur Agardh a employé pour ses observations un bel instrument universel de Repsold, de la nouvelle construction, pourvu d'un cercle vertical de 9½ pouces. Moi, j'ai fait usage d'un instrument des passages, également de Repsold, auquel M. Littmann avait ajouté un cercle vertical de 12 pouces. La lecture se faisait sur les deux instruments à l'aide de microscopes. Les observations sont très-régulièrement distribuées, soit au-dessus soit au-dessous du pôle. L'éphéméride de Berlin a été employée dans le calcul. La différence des deux (latitudes) moyennes me paraît plus grande, qu'on n'aurait dû l'attendre d'après l'accord des déterminations isolées. Probablement cette différence est produite par les erreurs de division que je n'ai point eu l'occasion d'examiner. Mais j'ai tâché d'en diminuer les effets au possible, en observant l'étoile polaire presque sur tous les points entre ses deux culminations. Je ne puis croire que la différence soit produite par une flexion des tubes, car nous avons fait des essais pour déterminer les distances zénithales d'un objet situé dans l'horizon, ayant ajouté un poids à l'objectif, et sans ce poids. Aucune différence n'a été trouvée dans ces deux cas. J'ai cru devoir attribuer aux deux séries d'observations le même poids, vu que la préférence des microscopes sur l'instrument de M. Agardh compensait le rayon plus grand de mon instrument. L'étoile polaire a été également employée pour l'azimut. Ces observations ont été faites par le dit instrument universel; dont le cercle azimutal était également pourvu de microscopes.»

---

\*) Ces renseignements sont tirés et verbalement traduits de la lettre de M. Selander qui accompagnait sa communication.

## 2. La base (d'ÖFVER-TORNEÅ).

La longueur de la base a été trouvée :

	journal de M. Selander	journal de M. Lindhagen
par la première mesure	1519,85097 toises	1519,85092
» » seconde »	<u>1519,84940</u> »	<u>1519,84892</u>
Moyenne	1519,85018 »	1519,84992
Moyenne des deux	1519,85005 toises <sup>1)</sup> .	

Des distances au zénith, réciproques et simultanées, observées à TORNEÅ, PERRA-VAARA, HUITAPERI et AVASAKSA ont donné

la hauteur d'AVASAKSA au-dessus du niveau de la mer. = 123,595 toises.

Par des distances au zénith observées à AVASAKSA et aux deux extrémités de la base, j'ai obtenu :

AVASAKSA est au-dessus de l'extrémité sept.....	99,163	»
» » » » » mérid. ....	<u>99,172</u>	»

Donc, la hauteur de l'extrémité septentr. au-dessus du niveau de la mer..... = 24,432 »

la hauteur de l'extrémité mérid. au-dessus du niveau de la mer..... = 24,423 »

Moyenne = 24,427 »

La hauteur moyenne de la base au-dessus de la hauteur moyenne des deux extrémités a été dans la première mesure..... = 0,174

» » seconde » ..... = 0,232

Moyenne = 0,203 »

La hauteur moyenne de la base au-dessus

du niveau du Golfe Bothnique est par conséquent..... = 24,63 » <sup>2)</sup>.

D'où se déduit la réduction de la base mesurée au niveau de la mer

= 0,01142 toise, et finalement

la longueur de la base réduite au niveau de la mer = 1519,83863 toises <sup>3)</sup>.

3. Directions observées et compensées, et logarithmes des distances entre les stations des triangles principaux <sup>4</sup>).

O b j e t s.	Directions observées.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
1. TORNEÅ.				
PERRA-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,623	0° 0' +0,623	4,0819581.8
HUITAPERI . . . . .	7 4 3,087	— 1,441	7 4 1,646	4,4059958.3
KAAKAMA-VAARA . . .	29 54 30,691	+ 0,240	29 54 30,931	4,2507750.2
2. PERRA-VAARA.				
HUITAPERI . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,859	0° 0' +0,859	4,1324022.2
KAAKAMA-VAARA . . .	55 53 45,318	— 0,751	55 53 44,567	3,9776616.6
TORNEÅ . . . . .	166 38 41,093	— 0,109	166 38 40,984	4,0819581.8
3. KAAKAMA-VAARA.				
TORNEÅ . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,020	0° 0' +0,020	4,2507750.2
PERRA-VAARA . . . . .	39 20 33,820	+ 0,504	39 20 34,324	3,9776616.6
HUITAPERI . . . . .	119 46 34,187	+ 0,094	119 46 34,281	4,0565228.1
HORNILANKERO . . . . .	163 31 42,343	+ 0,313	163 31 42,657	4,2802988.5
NIEMI-VAARA . . . . .	173 13 15,891	— 1,260	173 13 14,631	4,3987703.1
4. HUITAPERI.				
AVASAKSA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,894	0° 0' +0,894	3,9375431.2
HORNILANKERO . . . . .	30 58 6,145	+ 0,470	30 58 6,615	4,1270973.0
KAAKAMA-VAARA . . .	131 12 50,767	— 0,046	131 12 50,721	4,0565228.1
TORNEÅ . . . . .	168 35 50,068	— 1,202	168 35 48,866	4,4059958.3
PERRA-VAARA . . . . .	174 53 8,193	— 0,113	174 53 8,080	4,1324022.2
5. HORNILANKERO.				
AVASAKSA . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,790	0° 0' —0,790	3,8723242.0
PULLINKI . . . . .	94 56 51,623	+ 0,088	94 56 51,711	4,0625450.1
NIEMI-VAARA . . . . .	144 8 38,889	+ 0,867	144 8 39,756	3,8468456.7
KAAKAMA-VAARA . . .	287 16 29,153	+ 0,152	287 16 29,305	4,2802988.5
HUITAPERI . . . . .	323 16 38,534	— 0,269	323 16 38,265	4,1270973.0

O b j e t s.	Directions observées.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
6. AVASAKSA.				
PULLINKI . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,341	0° 0' —0,341	4,1545729.9
HORRILANKERO . . . . .	53 42 34,239	+ 0,779	53 42 35,018	3,8723242.0
TORNEÄ . . . . .	157 30 8,077	+ 0,648	157 30 8,725	4,5314884.1
HUITAPERI . . . . .	166 1 9,958	— 1,033	166 1 8,925	3,9375431.2
7. PULLINKI.				
KITTIS . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,784	0° 0' —0,784	4,0283769.3
NIEMI-VAARA . . . . .	87 49 52,403	— 0,856	87 49 51,547	3,9423789.5
HORRILANKERO . . . . .	125 14 20,829	+ 0,027	125 14 20,856	4,0625450.1
AVASAKSA . . . . .	156 34 53,668	+ 0,150	156 34 53,818	4,1545729.9
PALJUKKA-VAARA . . . . .	304 28 18,193	+ 0,254	304 28 18,447	4,3165886.3
OLLOS-VAARA . . . . .	354 50 33,747	+ 1,414	354 50 35,161	4,3048107.0
8. NIEMI-VAARA.				
HORRILANKERO . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,478	0° 0' —0,478	3,8468456.7
PULLINKI . . . . .	93 23 41,894	+ 0,863	93 23 42,757	3,9423789.5
KITTIS . . . . .	145 19 55,211	— 0,668	145 19 54,543	4,1319098.9
KAAKANA-VAARA . . . . .	332 49 19,640	+ 0,635	332 49 20,275	4,3987703.1
9. KITTIS.				
NIEMI-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,938	0° 0' +0,938	4,1319098.9
PULLINKI . . . . .	40 13 56,765	+ 0,953	40 13 57,718	4,0283769.3
PALJUKKA-VAARA . . . . .	133 46 31,188	— 1,891	133 46 29,297	4,2335576.1
10. PALJUKKA-VAARA.				
KERROJUPUKKA . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,241	0° 0' —0,241	4,2506987.7
YLINEN-VAARA . . . . .	54 29 36,824	— 0,505	54 29 36,319	4,2348330.7
OLLOS-VAARA . . . . .	98 11 9,642	— 0,464	98 11 9,178	4,2409011.2
KITTIS . . . . .	130 25 6,600	+ 0,718	130 25 7,318	4,2335576.1
PULLINKI . . . . .	161 20 56,739	— 0,020	161 20 56,719	4,3165886.3

O b j e t s.	Directions observées.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
11. OLLOS-VAARA.				
PULLINKI . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,930	0° 0' —0,930	4,3048107.0
PALJUKKA-VAARA . . .	66 27 58,226	— 0,323	66 27 57,903	4,2409011.2
KERROJUPUKKA . . . .	107 55 57,410	+ 3,030	107 56 0,440	4,4252688.9
YLINEN-VAARA . . . . .	133 37 18,464	+ 0,212	133 37 18,676	4,1096510.5
12. YLINEN-VAARA.				
OLLOS-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	— 0,391	0° 0' —0,391	4,1096510.5
PALJUKKA-VAARA . . .	69 9 7,733	+ 0,465	69 9 8,198	4,2348330.7
KERROJUPUKKA . . . .	133 56 13,258	+ 0,369	133 56 13,627	4,2048377.0
KUIVASKERO . . . . .	196 31 21,981	— 0,273	196 31 21,708	4,3387446.0
13. KERROJUPUKKA.				
LUMI-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,155	0° 0' +0,155	4,2086822.1
KUIVASKERO . . . . .	51 21 36,103	+ 0,318	51 21 36,421	4,3068043.9
YLINEN-VAARA . . . . .	124 11 33,456	— 0,591	124 11 32,865	4,2048377.0
PALJUKKA-VAARA . . .	184 54 53,171	+ 0,091	184 54 53,262	4,2506987.7
14. KUIVASKERO.				
LUMI-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,300	0° 0' +0,300	4,2099413.9
PESSINKI . . . . .	41 52 2,389	— 1,763	41 52 0,626	4,4045297.3
OLLOS-TUNTURI . . . .	90 31 8,447	+ 0,338	90 31 8,785	4,3237475.5
OUNAS-TUNTURI . . . .	91 9 38,055	— 1,136	91 9 36,919	4,5888377.5
YLINEN-VAARA . . . . .	264 15 50,114	+ 0,777	264 15 50,891	4,3387446.0
KERROJUPUKKA . . . .	308 50 49,685	— 0,344	308 50 49,341	4,3068043.9
15. LUMI-VAARA.				
PESSINKI . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,763	0° 0' +0,763	4,3423703.0
OLLOS-TUNTURI . . . .	56 33 55,307	— 0,487	56 33 54,820	4,4266235.7
KUIVASKERO . . . . .	108 39 45,517	— 0,042	108 39 45,475	4,2099413.9
KERROJUPUKKA . . . .	186 9 1,049	— 0,345	186 9 0,704	4,2086822.1

O b j e t s.	Directions observées.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
16. OLLOS-TUNTURI.				
PESSINKI.....	0° 0' 0,000	+ 0,110	0° 0' +0,110	4,3700793.7
OUNAS-TUNTURI....	92 29 20,054	+ 0,389	92 29 20,443	4,2486940.1
KUIVASKERO.....	271 5 8,683	+ 0,137	271 5 8,820	4,3237475.5
LUMI-VAARA.....	308 28 13,626	- 0,670	308 28 12,956	4,4266235.7
17. PESSINKI.				
PAJTAS-VAARA.....	0° 0' 0,000	+ 0,599	0° 0' +0,599	4,3097868.1
OUNAS-TUNTURI....	35 45 58,988	- 0,503	35 45 58,485	4,4771629.6
OLLÓS-TUNTURI....	71 56 57,370	+ 1,158	71 56 58,528	4,3700793.7
KUIVASKERO.....	114 23 5,568	- 1,755	114 23 3,813	4,4945297.3
LUMI-VAARA.....	143 51 21,947	+ 0,069	143 51 22,016	4,3423703.0
18. OUNAS-TUNTURI.				
OLLÓS-TUNTURI....	0° 0' 0,000	- 0,608	0° 0' -0,608	4,2486940.1
PESSINKI.....	51 19 42,359	+ 0,638	51 19 42,997	4,4771629.6
PAJTAS-VAARA.....	92 54 29,302	+ 0,480	92 54 29,782	4,2546077.9
STUOR-OIVI.....	137 37 33,185	- 2,571	137 37 30,614	4,5352804.6
KERSTI-VAARA.....	172 53 0,743	+ 1,262	172 53 2,005	4,3783654.9
KUIVASKERO.....	359 14 15,031	+ 0,784	359 14 15,815	4,5888377.5
19. PAJTAS-VAARA.				
STUOR-OIVI.....	0° 0' 0,000	+ 0,677	0° 0' +0,677	4,3973661.1
KERSTI-VAARA.....	45 15 49,776	- 0,859	45 15 48,917	4,4359620.0
OUNAS-TUNTURI....	104 51 13,964	+ 0,552	104 51 14,516	4,2546077.9
PESSINKI.....	207 30 33,674	- 0,399	207 30 33,275	4,3097868.1



O b j e t s.	Directions observées.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
20. KERSTI-VAARA.				
OUNAS-TUNTURI . . . . .	0° 0' 0",000	— 0",482	0° 0' —0",482	4,3783654.9
PAJTAS-VAARA . . . . .	40 26 7,966	— 2,220	40 26 5,746	4,4359620.0
STUOR-OIVI . . . . .	101 43 24,928	+ 1,577	101 43 26,505	4,3058103.4
ATJIK . . . . .	136 0 0,263	+ 1,454	136 0 1,717	4,4162734.0
BÄLJATZ-VAARA . . . . .	164 53 46,411	+ 0,341	164 53 46,752	4,3670184.3
21. STUOR-OIVI.				
ATJIK . . . . .	0° 0' 0",000	— 0",377	0° 0' —0",377	4,1686900.5
BÄLJATZ-VAARA . . . . .	30 13 26,324	+ 0,165	30 13 26,489	4,3604927.1
KERSTI-VAARA . . . . .	95 9 56,113	+ 0,561	95 9 56,674	4,3058103.4
OUNAS-TUNTURI . . . . .	138 11 3,713	— 0,886	138 11 2,827	4,5352804.6
PAJTAS-VAARA . . . . .	168 36 51,626	+ 0,688	168 36 52,314	4,3973661.1
22. BÄLJATZ-VAARA.				
KERSTI-VAARA . . . . .	0° 0' 0",000	+ 0",704	0° 0' +0",704	4,3670184.3
STUOR-OIVI . . . . .	51 53 15,157	— 0,859	51 53 14,298	4,3604927.1
ATJIK . . . . .	87 57 8,757	+ 0,144	87 57 8,901	4,1006912.0
23. ATJIK.				
BÄLJATZ-VAARA . . . . .	0° 0' 0",000	+ 0",128	0° 0' +0",128	4,1006912.0
KERSTI-VAARA . . . . .	63 9 10,748	— 1,041	63 9 9,707	4,4162734.0
STUOR-OIVI . . . . .	113 42 39,453	+ 0,838	113 42 40,291	4,1686900.5

4. *Distance des deux points astronomiques (TORNEÅ et STUOR-OIVI) et direction de la ligne géodésique qui les joint.*

La distance entre TORNEÅ et STUOR-OIVI a été calculée par moi, pour avoir un contrôle, par deux voies différentes, savoir une fois en allant par les stations occidentales, TORNEÅ, AVASAKSA, PULLINKI, PALJUKKA-VAARA etc., une autre fois par les stations orientales, TORNEÅ, KAAKAMA-VAARA, NIEMI-VAARA etc. J'ai trouvé :

	par les stations occidentales.	par les stations orientales.
la distance entre TORNEÅ et STUOR-OIVI....	166173,1199 toises	166173,1180 toises
l'angle à TORNEÅ entre	{ PERRA-VAARA et STUOR-OIVI..	16° 41' 44",491
		16° 41' 44",465
l'angle à STUOR-OIVI entre	{ PAJTAS-VAARA et TORNEÅ.....	0 7 47,631
		0 7 47,625.

La moyenne des résultats obtenus par les deux voies est :

distance entre TORNEÅ et STUOR-OIVI..... = 166173,119 toises

l'angle à TORNEÅ entre

{ PERRA-VAARA  
 et  
 STUOR-OIVI.. = 16° 41' 44",478

l'angle à STUOR-OIVI entre

{ PAJTAS-VAARA  
 et  
 TORNEÅ..... = 0 7 47,628.

5. Détermination de la latitude de STUOR-OIVI.

Observations de Selander faites avec un cercle méridien de 12 pouces.

Observations de M. Agardh faites avec un cercle de 9 1/2 pouces.

1850. Juillet 11.  $\varphi = 68^{\circ} 40' 59,71$

1850. Juillet 11.  $\varphi = 68^{\circ} 40' 60,15$

12.	57,08
	58,09
	57,48
14.	57,35
	57,08
	57,13
15.	56,36
	56,66
	57,59
	56,01
	58,20
	58,88
	59,06
	60,56
	59,65
	56,00
	56,35
16.	57,35
	58,94
	56,99
	57,81
	57,51
	58,51
	57,57
	57,86
	59,73
18.	58,38
	56,94
19.	58,11
21.	57,79
	56,21
	57,11
	57,62
	56,93
	58,25
	57,09
	56,01
	56,28
	58,04
	58,97
	58,84
	59,36
	58,45
22.	57,78
	56,46
23.	58,78
	57,94
	56,98
	56,94
	59,67
	60,17

	58,64
	57,70
12.	60,19
	59,92
	57,72
	60,29
	57,96
14.	56,67
	56,31
15.	58,40
	57,79
	59,95
	57,82
	56,78
	58,10
	57,73
	58,23
	61,35
	60,96
16.	56,24
	58,94
	58,48
	59,05
	59,87
	58,05
21.	59,65
	59,00
	59,51
	57,45
	59,75
	58,47
	59,02
	58,40
	57,49
	58,35
	58,24
	59,94
	60,35
	59,63
	59,63
	59,30
	59,85
	59,69
	60,48
22.	56,39
	59,97
	58,65
	59,22
	59,24

Moyenne  $68^{\circ} 40' 57,813$   
 Réduction au centre de la station  $+ 0,066$   
 $\varphi = 68^{\circ} 40' 57,879$

Moyenne  $68^{\circ} 40' 58,818$   
 $+ 0,101$   
 $\varphi = 68^{\circ} 40' 58,919$

Moyenne des deux  $\varphi = 68^{\circ} 40' 58,399$ .

Chaque latitude est la moyenne de 10 observations dont 5 ont été faites le cercle étant à l'ouest, et 5 le cercle étant à l'est.

6. Observations de l'azimut à *STUOR-OIVI*, faites à l'aide de l'instrument universel de *Repsold*.

Azimut de la mire.	Angle entre <i>PAJTAS-VAARA</i> et la mire.
179° 57' 42,73	11° 34' 48,83
43,86	50,99
40,60	52,57
41,68	48,62
39,69	44,88
39,69	44,19
51,73	44,97
46,61	44,73
45,94	47,25
47,55	51,42
47,89	47,82
42,86	47,91
42,49	46,68
41,55	44,23
42,20	48,89
46,33	48,25
45,33	48,20
41,00	45,20
42,81	47,15
43,61	50,15
47,42	45,63
42,44	50,66
49,39	48,40
44,41	48,45
47,55	48,86
46,92	50,56
43,80	51,56
43,14	48,00
42,74	48,94
42,74	
<hr/> Moyenne = 179° 57' 44,223	<hr/> Moyenne = 11° 34' 48,069
Azimut de la mire.....	= 179 57 44,223
Donc, du lieu de l'instrument, azimut de <i>PAJTAS-VAARA</i> .....	= 168° 22' 56,154
Réduction au centre de la station.....	+ 3,236
Du centre de la station, azimut de <i>PAJTAS-VAARA</i> .....	= 168° 22' 59,390
Plus haut, l'angle <i>PAJTAS-VAARA-STUOR-OIVI-TORNEÅ</i> =	0 7 47,628
Donc enfin azimut de <i>TORNEÅ</i> à <i>STUOR-OIVI</i> .....	= 168° 30' 47,018.

Chaque azimut donné est la moyenne de deux observations, faites une fois le cercle étant à l'Ouest l'autre fois le cercle à l'Est.

## REMARQUES DE STRUVE.

- 1) Ce chiffre de *M. Selander* est identique, à 0,00001 toise près, avec celui que j'ai donné *T. II, p. 17*.
- 2) J'ai fait usage de ce chiffre *T. II, p. 17*.
- 3) Cette longueur s'est trouvée, par mon calcul,  $K^{IX} = 1519,83864$  toises, *T. II, p. 10*; les deux logarithmes de ces chiffres :

$$\begin{array}{r} \log. \text{ du chiffre de } M. \text{ Selander } 3,1817974.78 \\ \text{ " " " de Struve } 3,1817974.82 \end{array}$$

sont identiques dans la huitième place décimale.

- 4) Les chiffres de la seconde colonne, avec l'inscription directions observées, sont identiques avec les chiffres du § 88, *T. II, p. 62 à 64*.

## CHAPITRE IX.

### L A P O N I E.

#### DÉTERMINATION DU CÔTÉ FONDAMENTAL AVASAKSA — PULLINKI.

##### § 90. Notices préliminaires.

En printemps 1854, je chargeai M. Lindhagen qui venait d'achever ses calculs relatifs aux opérations exécutées dans le Finmarken norvégien, de s'occuper également du calcul des triangles de Laponie, en partant de la longueur connue de la base d'ÖFVER-TORNEÅ, qu'il avait mesurée avec M. Selander en 1851, et des directions, observées sur les différentes stations de Laponie, que nous avait communiquées M. Selander en 1853, § 88, T. II, p. 60 à 64. Pour les parties du calcul, surtout d'élimination, qui réclamaient un contrôle suivi, j'avais adjoint à M. Lindhagen un aide habile, dans la personne de M. Hübner, astronome cadet surnuméraire de l'Observatoire.

M. Lindhagen me remit en automne 1854 un mémoire détaillé sur les résultats de ses calculs, divisé en deux sections distinctes, dont

*la première* était relative à la jonction entre la base d'ÖFVER-TORNEÅ et le côté fondamental AVASAKSA — PULLINKI;

*la seconde* avait pour objet le calcul des triangles principaux depuis TORNEÅ jusqu'à BÄLJATZ-VAARA et ATJIK, en regardant le côté fondamental AVASAKSA — PULLINKI comme connu.

Le vaste travail de M. Lindhagen est un calcul rigoureux de compensation, d'après la méthode des moindres carrés, fait en deux sections, pour les deux systèmes de directions, § 88, 1 et § 88, 2, T. II, p. 60 à p. 64. Dans chacun de ces systèmes, une exactitude égale fut attribuée à toutes les directions données, supposition qui était de nécessité, parce que les deux tableaux de M. Selander ne contenaient aucune indication, relative à une différence de poids dans les directions.

Le § 91 contiendra les résultats de la première section du mémoire de M. Lindhagen.

### § 91. Résultats du calcul de M. Lindhagen.

M. Lindhagen dans ses calculs n'avait fait usage de la longueur de la base que pour la détermination des différents excès sphériques. Il exprima par conséquent les différentes distances géodésiques en chiffres, pour lesquels l'unité est égale à la longueur de la base, réduite au niveau de la mer.  $\text{Lg } K^{11}$  étant = 3,1817974.8, T. II, p. 19, j'ai ajouté ce chiffre constant aux logarithmes des distances trouvés par M. Lindhagen, pour avoir les logarithmes des distances exprimées en toises. Le tableau suivant contient, pour chaque station mise en tête, quatre colonnes.

*La première colonne* donne les objets observés.

- » *seconde* » contient les directions observées. Les chiffres de cette colonne sont déduits du tableau § 88, 1, en mettant  $0^{\circ} 0' 0''000$  pour la première direction.
- » *troisième* » présente les corrections à appliquer aux directions observées, par suite de l'opération de compensation. La somme des chiffres de cette colonne doit être  $0''0000$ , pour chaque station à part, vu que le même poids a été attribué à toutes les directions observées.
- » *quatrième* » donne les logarithmes des distances exprimées en toises, comme l'inscription l'indique. Ces logarithmes ont été trouvés par la résolution des triangles compensés, formés successivement entre les 9 différentes stations. Chaque logarithme se trouve deux fois dans le tableau.

Objet.	Direction observée.	Correction.	Log. de la distance en toises.	Objet.	Direction observée.	Correction.	Log. de la distance en toises.
<b>B. KESKIRAHTA.</b>				<b>A. IVARI.</b>			
C	0° 0' 0",000	-0",2739	lg BC = 2,9554221.1	J	0° 0' 0",000	-1",0467	lg AJ = 3,2484834.5
D	24 37 31,197	-0,3206	lg BD = 3,4918559.1	B	30 54 12,451	-0,0542	lg AB = 3,1817974.8
A	65 59 9,585	+0,3483	lg BA = 3,1817974.8	C	66 28 34,278	+0,0751	lg AC = 3,1513793.2
E	66 42 54,739	+0,5357	lg BE = 3,6360653.5	D	142 26 41,490	+0,6233	lg AD = 3,3433717.0
J	156 140,274	-0,2896	lg BJ = 2,9591061.4	E	212 140,436	-0,8127	lg AE = 3,4481093.5
	Somme	-0,0001		F	270 23 17,263	+1,2152	lg AF = 3,4495895.6
					Somme	0,0000	
<b>J. AVASAKSA.</b>				<b>C. SÄRKÄ-VAARA.</b>			
B	0° 0' 0",000	-0",4469	lg JB = 2,9591061.4	D	0° 0' 0",000	-0",4838	lg CD = 3,3643476.6
C	11 56 4,049	-0,3316	lg JC = 3,2487250.3	G	25 24 44,997	+0,6061	lg CG = 3,8223689.1
D	38 9 30,076	+0,3839	lg JD = 3,5760884.3	E	44 32 3,159	-0,2169	lg CE = 3,6079579.8
A	59 3 15,493	+0,5793	lg JA = 3,2484834.5	A	67 34 51,050	+0,0805	lg CA = 3,1513793.2
G	70 14 14,160	-1,4205	lg JG = 3,8692986.8	F	83 32 23,766	-0,9123	lg CF = 3,6181584.1
E	78 46 39,206	-0,2578	lg JE = 3,6444186.1	J	133 59 2,418	+0,9789	lg CJ = 3,2487250.3
F	117 8 55,644	+0,1942	lg JF = 3,5207129.6	B	146 1 19,032	-0,0526	lg CB = 2,9554221.1
H	118 42 46,974	+1,2993	lg JH = 4,1545707.0		Somme	-0,0001	
	Somme	-0,0001					
<b>D. HIIRI-VAARA.</b>				<b>E. LAMMI-VAARA.</b>			
E	0° 0' 0",000	-0",0429	lg DE = 3,4626268.4	F	0° 0' 0",000	-1",5841	lg EF = 3,4379110.4
F	35 34 43,382	+0,9980	lg DF = 3,6550708.6	J	48 41 18,641	+2,0178	lg EJ = 3,6444186.1
A	65 0 29,239	-0,6216	lg DA = 3,3433717.0	B	60 35 55,011	+1,5826	lg EB = 3,6360653.5
J	81 39 58,497	+1,3710	lg DJ = 3,5760884.3	A	60 59 37,842	+0,6383	lg EA = 3,4481093.5
B	92 6 21,772	-1,8974	lg DB = 3,4918559.1	C	72 23 45,252	-0,2090	lg EC = 3,6079579.8
C	101 27 29,079	+0,1928	lg DC = 3,3643476.6	D	106 24 14,191	-1,8259	lg ED = 3,4626268.4
	Somme	-0,0001		G	207 59 32,240	-0,6198	lg EG = 3,4927576.9
					Somme	-0,0001	
<b>F. HIMO-VAARA.</b>				<b>G. KUORA-VAARA.</b>			
J	0° 0' 0",000	-1",8721	lg FJ = 3,5207129.6	H	0° 0' 0",000	-0",7011	lg GH = 4,0368057.3
C	24 20 25,228	+0,2892	lg FC = 3,6181584.1	F	75 40 6,231	-0,2469	lg GJ = 3,7541944.6
A	32 17 38,492	-0,5574	lg FA = 3,4495895.6	E	88 45 50,391	+0,3150	lg GE = 3,4927576.9
D	54 55 15,459	+1,9203	lg FD = 3,6550708.6	J	100 55 13,288	+0,2946	lg GC = 3,8692986.8
E	92 56 19,444	-0,3636	lg FE = 3,4379110.4	C	114 24 46,536	+0,3384	lg GJ = 3,8223689.1
G	107 50 6,667	+0,9355	lg FG = 3,7541944.6		Somme	0,0000	
H	182 2 15,266	-0,3522	lg FH = 4,0397979.1				
	Somme	-0,0003		<b>II. PULLINKI.</b>			
				J	0° 0' 0",000	-0",2467	lg HJ = 4,1545707.0
				F	0 28 24,584	-0,4676	lg HF = 4,0397979.1
				G	30 36 9,979	+0,7143	lg HG = 4,0368057.3
					Somme	0,0000	

Le chiffre  $\lg HJ = 4,1545707.0$  est le résultat principal du tableau précédent. J'ai contrôlé ce chiffre par un nouveau calcul, en passant, du côté *AB* donné au côté *HJ* cherché,

une fois par les triangles compensés *JAB, FJA, GJF* et *HJG*,  
la seconde » » » » » *CAB, DCA, FCD, GFC, HGF* et *JHG*.

Ces deux suites de triangles donnent les calculs les plus favorables pour la jonction entre *AB* et *HJ*, vu qu'ils présentent les plus petites valeurs  $\mathfrak{S} = \frac{1}{3}(\beta^2 + \gamma^2 + (\beta + \gamma)^2)$ , parmi les différentes combinaisons possibles. Elles ont conduit à deux valeurs identiques du  $\lg HJ = 4,1545707.6$ , donc *HJ* = 14274,8240 toises; et je regarde ces chiffres comme le résultat définitif du travail de compensation exécuté par M. Lindhagen. Aussi ce  $\lg HJ$  ne diffère-t-il du chiffre trouvé par M. Lindhagen lui-même,  $\lg HJ = 4,1545707.0$ , que de  $\overset{-7}{0.6}$ .

La fin du mémoire de M. Lindhagen est vouée à la détermination de l'exactitude du résultat obtenu. La somme des carrés des corrections données dans notre tableau est 41,866. Le nombre des directions observées étant 54, celui des directions indispensables, pour la résolution du problème relatif aux 9 stations, étant  $2(9 - 2) + 9 = 23$ , M. Lindhagen donne :

$$\begin{aligned} \text{le carré de l'erreur moyenne d'une direction observée} &= \frac{41,866}{54 - 23} = 1,3505 \\ \text{l'erreur moyenne} &= \mp 1,1621 \\ \text{» probable} &= \mp 0,7838. \end{aligned}$$

De ce dernier chiffre M. Lindhagen a déduit, par un calcul particulier relatif au poids du  $\lg HJ$ ,

$$\text{l'erreur probable du } \lg HJ = \mp 0,7838 \cdot \sqrt{2615,45} = \mp \overset{-7}{40.09}.$$

Avec ce chiffre il faut encore combiner l'incertitude dans le log. de la base  $K^{IX}$  elle-même exprimée par  $\mathfrak{v}K^{IX} = \mp 3.23$ , T. II, p. 19, et c'est ainsi que nous parvenons à

$$\begin{aligned} \lg HJ &= 4,1545707.60 \mp 40.21 \\ HJ &= 14274,8240 \mp 0,1322 \text{ toises.} \end{aligned}$$



**§ 92. Comparaison des deux résultats obtenus, pour le côté fondamental AVASAKSA — PULLINKI, par les calculs de MM. Selander et Lindhagen. Résultat adopté.**

Dans la communication faite par M. Selander en août 1853, nous rencontrons la longueur de la base réduite au niveau de la mer, T. II, p. 66. Cette longueur est identique avec celle qui est employée pour le calcul de M. Lindhagen, voyez T. II, p. 74, note 3. Le même document nous présente, T. II, p. 68, la valeur du côté fondamental  $IJ = AVASAKSA — PULLINKI$ , trouvée par M. Selander, mais sans indication sur la voie par laquelle elle a été déduite de la base, et sur l'erreur probable à laquelle elle est sujette. Le calcul de compensation, exécuté par M. Lindhagen, était par conséquent de nécessité, parce qu'il s'agissait de me procurer les données, analogues à celles que j'avais employées dans l'investigation de l'arc méridional, et qui étaient indispensables pour faire concourir toutes les bases mesurées à la détermination finale des arcs partiels, et pour en fixer le degré de précision. Le travail de M. Lindhagen me portait encore un second avantage celui d'un contrôle de calcul, au moins approximatif. En effet comme les deux calculs portaient des mêmes données, les deux résultats auraient dû être identiques, si les deux savants avaient employé les mêmes principes de compensation. Voici maintenant la comparaison de ces résultats :

AVASAKSA — PULLINKI

d'après M. Selander	$S = 14274,8973$ toises	;	$\lg S = 4,1545729.9.$
» M. Lindhagen	$L = 14274,8240 \mp 0,1322$ toises		$\lg L = 4,1545707.6 \mp 40.2$
	Différence $S - L = + 0,0733$ toises		$\lg S - \lg L = + 22,3.$

Les deux valeurs ne sont pas entièrement identiques; mais vu qu'elles ne diffèrent que d'une quantité qui s'élève seulement à 0,55 de l'erreur probable qu'attribue le second calcul au résultat, j'ai regardé la moyenne des deux valeurs  $S$  et  $L$  comme le résultat final, en lui attribuant l'erreur probable que présente le calcul fait à *POULKOVA*. C'est ainsi que nous avons :

LONGUEUR DU CÔTÉ FONDAMENTAL AVASAKSA — PULLINKI :

$$L^{IX} = 14274,8607 \mp 0,1322 \text{ toises}$$

$$\lg L^{IX} = 4,1545718.8 \mp 40.2.$$

$$\text{Carré de l'erreur moyenne en } \lg L^{IX}, F^{IX} = 3555.4.$$

La différence entre les valeurs  $S$  et  $L$  s'explique par la circonstance, que M. Lindhagen a dû assigner à toutes les directions données un même poids, tandis que M. Selander a attribué à chaque direction un poids correspondant au nombre d'observations qui l'avaient déterminée. Sous ce point de vue la valeur  $S$  est préférable à  $L$ . On peut cependant contester l'exactitude parfaite du principe d'après lequel le poids d'une direction serait proportionnel au nombre d'observations. Car si dans des observations il y a, pour chaque objet, une source d'erreurs particulières, le principe n'est plus rigoureux et, dans ce cas, le vrai poids relatif se trouve entre le poids égal et le poids proportionnel au nombre d'observations. C'est cette considération qui m'a engagé à choisir la moyenne de  $S$  et  $L$  pour le  $L''$  final qui, en outre, ne s'éloigne de  $S$ , que d'une quantité à peu près insensible, vis-à-vis de l'erreur probable en  $L''$ . J'ai dû enfin mettre l'erreur probable  $\delta L'' = \delta L$ , faute de renseignements sur  $\delta S$ . Cependant  $\delta S$  a dû être plus petit que  $\delta L$ , mais d'une quantité minimale, de sorte qu'en faisant  $\delta L'' = \delta L$  au lieu de  $\frac{1}{2}(\delta S + \delta L)$ , l'inexactitude est à peu près évanouissante, et, si elle existe, j'ai agi conformément au principe maintenu partout, d'attribuer aux quantités déterminées plutôt une erreur trop forte que trop faible.



## CHAPITRE X.

### L A P O N I E.

LES TRIANGLES PRINCIPAUX, DEPUIS TORNEA JUSQU'A ATJIK ET BÄLJATZ-VAARA.

#### § 93. Notices préliminaires.

La seconde communication de M. Selander, T. II, p. 65 à 72, comprend les résultats du vaste calcul de compensation qu'il a exécuté, en regardant comme données primitives les 100 directions, observées aux 23 stations des 21 triangles principaux, depuis TORNEA jusqu'à BÄLJATZ-VAARA, et en prenant  $\lg L^{17} = 4,1545729.9$ . J'ai changé les logarithmes des distances donnés par M. Selander, en ajoutant — 11.1, pour les faire répondre au logarithme du côté fondamental.  $\lg L^{17} = 4,1545718.8$ , que j'ai adopté, T. II, p. 79. Les logarithmes des distances ainsi changés se trouvent placés dans la sixième colonne verticale du § 94.

Les raisons qui avaient occasionné le calcul séparé de M. Lindhagen sur les triangles de rattachement entre la base et le côté fondamental, firent naître un travail semblable, sur les triangles principaux des opérations de Laponie, dont s'est chargé encore M. Lindhagen, assisté de M. Huebner. J'avais en outre senti une espèce de conscience, de faire usage des communications précieuses que j'attendais de la part du géomètre suédois, sans pouvoir, non pas les contrôler, mais au moins en constater en termes généraux l'exactitude, ce que l'immensité des calculs d'élimination rendait désirable. Le calcul de M. Lindhagen, relatif aux triangles principaux, fut encore exécuté, en supposant pour toutes les directions le même

pois. Si cette supposition n'était point rigoureuse, certaines différences des résultats devaient paraître, mais probablement peu considérables, et j'avais dans ce cas, pour persévérer dans les principes énoncés T. II, p. 80, à prendre un résultat moyen entre les résultats obtenus par les deux savants.

Le tableau du § 94 donne les deux résultats. Voici le contenu des différentes colonnes verticales I à VIII dont il est composé.

La colonne I contient les *noms des objets* pointés de la station en tête. Dans cette colonne j'ai ajouté un *astérisque* aux noms des stations qui forment avec la station en tête une diagonale ; et je distingue ainsi les *directions diagonales* des autres qui seront nommés *directions principales*.

» » II donne les *directions observées* par M. Selander. Les chiffres qui s'y trouvent sont identiques avec ceux du tableau T. II, p. 67 et suivantes.

Les colonnes III, IV et V présentent les *corrections s* et *l* des directions observées, d'après les deux calculs de compensation, et les *différences s — l*.

» » VI, VII et VIII donnent les *logarithmes des distances S* et *L*, déduits des deux calculs et leurs différences  $\lg S - \lg L$ .

**§ 94. Tableau des résultats obtenus, pour les triangles principaux, par les calculs de compensation de MM. Selander et Lindhagen.**

Objets.	Directions observées par M. Selander.	Corrections des directions		<i>s — l</i> .	Logarithmes des distances		$\lg S - \lg L$ .
		Selander <i>s =</i>	Lindhagen <i>l =</i>		Selander $\lg S =$	Lindhagen $\lg L =$	
1. TORNEA.							
PERRA-VAARA . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,623	+ 0,868	— 0,245	4,0819570.7	583.5	— 12.8
* HUITAPERI . . . . .	7 4 3,087	— 1,441	— 1,187	— 0,254	4,4059947.2	952.4	— 5.2
KAAKAMA-VAARA . .	29 54 30,691	+ 0,240	+ 0,319	— 0,079	4,2507739.1	747.6	— 8.5
	Sommes	— 0,578	0,000	— 0,578			
2. PERRA-VAARA.							
HUITAPERI . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,859	+ 0,928	— 0,069	4,1324011.1	010.0	+ 1.1
KAAKAMA-VAARA . .	55 53 45,318	— 0,751	— 0,786	+ 0,035	3,9776605.5	608.1	— 2.6
TORNEA . . . . .	166 38 41,093	— 0,109	— 0,142	+ 0,033	4,0819570.7	583.5	— 12.8
	Sommes	— 0,001	0,000	— 0,001			

Objets.	Directions observées par M. Selander.	Corrections des directions		$s - l$ .	Logarithmes des distances		$\lg s - \lg L$ .
		Selander $s =$	Lindhagen $l =$		Selander $\lg s =$	Lindhagen $\lg L =$	
3. KAAKAMA-VAARA.							
TORNEA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,020	- 0,022	+ 0,042	4,2507739,1	747.6	- 8.5
PERRA-VAARA . . . .	39 20 33,820	+ 0,504	+ 0,626	- 0,122	3,9776605.5	608.1	- 2.6
HUITAPERI . . . . .	119 46 34,187	+ 0,094	+ 0,171	- 0,077	4,0565217.0	214.6	+ 2.4
HORRILANKERO . . . .	163 31 42,343	+ 0,313	+ 0,388	- 0,075	4,2802977.4	974.1	+ 3.3
* NIEMI-VAARA . . . .	173 13 15,891	- 1,260	- 1,163	- 0,097	4,3987692.0	690.8	+ 1.2
	Sommes	- 0,329	0,000	- 0,329			
4. HUITAPERI.							
AVASAKSA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,894	+ 0,827	+ 0,067	3,9375420.1	416.4	+ 3.7
HORRILANKERO . . . .	30 58 6,145	+ 0,470	+ 0,461	+ 0,009	4,1270961.9	958.3	+ 3.6
KAAKAMA-VAARA . . .	131 12 50,767	- 0,046	- 0,089	+ 0,043	4,0565217.0	214.6	+ 2.4
* TORNEA . . . . .	168 35 50,068	- 1,202	- 1,192	- 0,010	4,4059947.2	952.4	- 5.2
PERRA-VAARA . . . .	174 53 8,193	- 0,113	- 0,008	- 0,105	4,1324011.1	010.0	+ 1.1
	Sommes	+ 0,003	- 0,001	+ 0,004			
5. HORRILANKERO.							
AVASAKSA . . . . .	0° 0' 0,000	- 0,790	- 0,785	- 0,005	3,8723230.9	228.5	+ 2.4
PULLINKI . . . . .	94 56 51,623	+ 0,088	+ 0,168	- 0,080	4,0625439.0	438.7	+ 0.3
NIEMI-VAARA . . . .	144 8 38,889	+ 0,867	+ 0,786	+ 0,081	3,8468445.6	447.7	- 2.1
KAAKAMA-VAARA . . .	287 16 29,153	+ 0,152	+ 0,108	+ 0,044	4,2802977.4	974.1	+ 3.3
HUITAPERI . . . . .	323 16 38,534	- 0,269	- 0,278	+ 0,009	4,1270961.9	958.3	+ 3.6
	Sommes	+ 0,048	- 0,001	+ 0,049			
6. AVASAKSA.							
PULLINKI . . . . .	0° 0' 0,000	- 0,341	- 0,320	- 0,021	4,1545718.8	718.8	0.0
HORRILANKERO . . . .	53 42 34,239	+ 0,779	+ 0,789	- 0,010	3,8723230.9	228.5	+ 2.4
* TORNEA . . . . .	157 30 8,077	+ 0,648	+ 0,626	+ 0,022	4,5314873.0	876.1	- 3.1
HUITAPERI . . . . .	166 1 9,958	- 1,033	- 1,095	+ 0,062	3,9375420.1	416.4	+ 3.7
	Sommes	+ 0,053	0,000	+ 0,053			

Objets.	Directions observées par M. Selander.	Corrections des directions		$s - l$ .	Logarithmes des distances		$\lg S - \lg L$ .
		Selander $s =$	Lindhagen $l =$		Selander $\lg S =$	Lindhagen $\lg L =$	
7. PULLINKI.							
KITTIS-VAARA . . . .	0° 0' 0,000	-0,784	-0,738	-0,046	4,0283758.2	755.5	+ 2.7
NIEMI-VAARA . . . .	87 49 52,403	-0,856	-0,890	+ 0,034	3,9423778.4	775.3	+ 3.1
HORRILANKERO . . . .	125 14 20,829	+ 0,027	+ 0,069	- 0,042	4,0625439.0	438.7	+ 0.3
AVASAKSA . . . . .	156 34 53,668	+ 0,150	+ 0,129	+ 0,021	4,1545718.8	718.8	0,0
PALJUKKA-VAARA . . .	304 28 18,193	+ 0,254	+ 0,140	+ 0,114	4,3165875.2	900.3	-25.1
OLLOS-VAARA . . . .	354 50 33,747	+ 1,414	+ 1,291	+ 0,123	4,3048095.9	114.4	-18.5
	Sommes	+ 0,205	+ 0,001	+ 0,204			
8. NIEMI-VAARA.							
HORRILANKERO . . . .	0° 0' 0,000	-0,478	-0,635	+ 0,157	3,8468445.6	447.7	- 2.1
PULLINKI . . . . .	93 23 41,894	+ 0,863	+ 0,790	+ 0,073	3,9423778.4	775.3	+ 3.1
KITTIS-VAARA . . . .	145 19 55,211	-0,668	-0,693	+ 0,025	4,1319087.8	084.5	+ 3.3
* KAAKAMA-VAARA . .	332 49 19,640	+ 0,635	+ 0,537	+ 0,098	4,3987692.0	690.8	+ 1.2
	Sommes	+ 0,352	- 0,001	+ 0,353			
9. KITTIS-VAARA.							
NIEMI-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,938	+ 0,693	+ 0,245	4,1319087.8	084.5	+ 3.3
PULLINKI . . . . .	40 13 56,765	+ 0,953	+ 0,738	+ 0,215	4,0283758.2	755.5	+ 2.7
PALJUKKA-VAARA . . .	133 46 31,188	- 1,891	- 1,431	- 0,460	4,2335565.0	593.4	-28.4
	Sommes	0,000	0,000	0,000			
10. PALJUKKA-VAARA.							
KERHOJUUKKA . . . .	0° 0' 0,000	-0,241	-0,745	+ 0,504	4,2506976.6	974.9	+ 1.7
YLINEN-VAARA . . . .	54 29 36,824	-0,505	-0,261	- 0,244	4,2348319.6	332.3	-12.7
OLLOS-VAARA . . . .	98 11 9,642	-0,464	-0,285	- 0,179	4,2409000.1	022.2	-22.1
KITTIS-VAARA . . . .	130 25 6,600	+ 0,718	+ 1,431	- 0,713	4,2335565.0	593.4	-28.4
PULLINKI . . . . .	161 20 56,739	- 0,020	- 0,140	+ 0,120	4,3165875.2	900.3	-25.1
	Sommes	- 0,512	0,000	- 0,512			

Objets.	Directions observées par M. Selander.	Corrections des directions		$s - l$ .	Logarithmes des distances		$\lg S - \lg L$ .
		Selander $s =$	Lindhagen $l =$		Selander $\lg S =$	Lindhagen $\lg L =$	
11. OLLOS-VAARA.							
PULLINKI . . . . .	0° 0' 0,000	-0,930	-1,291	+0,361	4,3048095.9	114.4	-18.5
PALJUKKA-VAARA . .	66 27 58,226	-0,323	-0,374	+0,051	4,2409000.1	022.2	-22.1
* KERROJUPUKKA . .	107 55 57,410	+3,030	+2,140	+0,890	4,4252677.8	694.0	-16.2
YLINEN-VAARA . . .	133 37 18,464	+0,212	-0,476	+0,688	4,1096499.4	517.0	-17.6
	Sommes	+1,989	-0,001	+1,990			
12. YLINEN-VAARA.							
OLLÓS-VAARA . . . .	0° 0' 0,000	-0,391	-0,268	-0,123	4,1096499.4	517.0	-17.6
PALJUKKA-VAARA . .	69 9 7,733	+0,465	+1,050	-0,585	4,2348319.6	332.3	-12.7
KERROJUPUKKA . . .	133 56 13,258	+0,369	-0,120	+0,489	4,2048365.9	386.0	-20.1
KUIVASKERO . . . . .	196 31 21,981	-0,273	-0,662	+0,389	4,3387434.9	450.4	-15.5
	Sommes	+0,170	0,000	+0,170			
13. KERROJUPUKKA.							
LUMI-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+0,155	+0,346	-0,191	4,2086811.0	837.5	-26.5
KUIVASKERO . . . . .	51 21 36,103	+0,318	+0,316	+0,002	4,3068032.8	050.9	-18.1
YLINEN-VAARA . . . .	124 11 33,456	-0,591	-0,835	+0,244	4,2048365.9	386.0	-20.1
PALJUKKA-VAARA . .	184 54 53,171	+0,091	+0,173	-0,082	4,2506976.6	974.9	+ 1.7
	Sommes	-0,027	0,000	-0,027			
14. KUIVASKERO.							
LUMI-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+0,300	+0,758	-0,458	4,2099402.8	419.0	-16.2
* PESSINKI . . . . .	41 52 2,389	-1,763	-1,094	-0,669	4,4945286.2	305.5	-19.3
OLLÓS-TUNTURI . . .	90 31 8,447	+0,338	+0,744	-0,406	4,3237464.4	497.9	-33.5
* OUNAS-TUNTURI . .	91 9 38,055	-1,136	-0,754	-0,382	4,5888366.4	389.4	-23.0
YLINEN-VAARA . . . .	264 15 50,114	+0,777	+0,662	+0,115	4,3387434.9	450.4	-15.5
KERROJUPUKKA . . .	308 50 49,685	-0,344	-0,316	-0,028	4,3068032.8	050.9	-18.1
	Sommes	-1,828	0,000	-1,828			

Objets.	Directions observées par M. Selander.	Corrections des directions		$s - l$	Logarithmes des distances		$\lg S - \lg L$ .
		Selander $s =$	Lindhagen $l =$		Selander $\lg S =$	Lindhagen $\lg L =$	
15. LUMI-VAARA.							
PESSINKI . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,763	+ 0,970	— 0,207	4,3423691.9	716.3	—24.4
OLLOS-TUNTURI . . .	56 33 55,307	— 0,487	— 0,815	+ 0,328	4,4266224.6	248.7	—24.1
KUIVASKERO . . . . .	108 39 45,517	— 0,042	+ 0,192	— 0,234	4,2099402.8	419.0	—16.2
KERROJUPEUKKA . . .	186 9 1,049	— 0,345	— 0,347	+ 0,002	4,2086811.0	837.5	—26.5
	Sommes	— 0,111	0,000	— 0,111			
16. OLLOS-TUNTURI.							
PESSINKI . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,110	— 0,016	+ 0,126	4,3700782.6	797.1	—14.5
OUNAS-TUNTURI . . .	92 29 20,054	+ 0,389	+ 0,618	— 0,229	4,2486929.0	939.5	—10.5
KUIVASKERO . . . . .	271 5 8,683	+ 0,137	+ 0,357	— 0,220	4,3237464.4	497.9	—33.5
LUMI-VAARA . . . . .	308 28 13,626	— 0,670	— 0,959	+ 0,289	4,4266224.6	248.7	—24.1
	Sommes	— 0,034	0,000	— 0,034			
17. PESSINKI.							
PAJTAS-VAARA . . . . .	0° 0' 0,000	+ 0,599	+ 0,618	— 0,019	4,3097857.0	877.2	—20.2
OUNAS-TUNTURI . . .	35 45 58,988	— 0,503	— 0,488	— 0,015	4,4771618.5	634.7	—16.2
OLLOS-TUNTURI . . .	71 56 57,370	+ 1,158	+ 0,962	+ 0,196	4,3700782.6	797.1	—14.5
* KUIVASKERO . . . . .	114 23 5,568	— 1,755	— 1,339	— 0,416	4,4945286.2	305.5	—19.3
LUMI-VAARA . . . . .	143 51 21,947	+ 0,069	+ 0,247	— 0,178	4,3423691.9	716.3	—24.4
	Sommes	— 0,432	0,000	— 0,432			
18. OUNAS-TUNTURI.							
OLLOS-TUNTURI . . .	0° 0' 0,000	— 0,608	— 0,614	+ 0,006	4,2486929.0	939.5	—10.5
PESSINKI . . . . .	51 19 42,359	+ 0,638	+ 0,488	+ 0,150	4,4771618.5	634.7	—16.2
PAJTAS-VAARA . . . . .	92 54 29,302	+ 0,480	+ 0,538	— 0,058	4,2546066.8	081.6	—14.8
* STUOR-OIVI . . . . .	137 37 33,185	— 2,571	— 2,777	+ 0,206	4,5352793.5	798.5	— 5.0
KERSTI-VAARA . . . . .	172 53 0,743	+ 1,262	+ 1,620	— 0,358	4,3783643.8	655.3	—11.5
* KUIVASKERO . . . . .	359 14 15,031	+ 0,784	+ 0,744	+ 0,040	4,5888366.4	389.4	—23.0
	Sommes	— 0,015	— 0,001	— 0,014			



O b j e t s.	Directions observées par M. Selander.	Corrections des directions		s - t.	Logarithmes des distances		Lg S - lg L.
		Selander s =	Lindhagen t =		Selander - lg S =	Lindhagen lg L =	
19. PAJTAS-VAARA.							
STUOR-OIVI.....	0° 0' 0,000	+ 0,677	+ 0,676	+ 0,001	4,3973650.0	648.6	+ 1.4
KERSTI-VAARA....	45 15 49,776	- 0,859	- 0,592	- 0,267	4,4359608.9	625.1	- 16.2
OUNAS-TUNTURI...	104 51 13,964	+ 0,552	+ 0,535	+ 0,017	4,2546066.8	081.6	- 14.8
PESSINKI.....	207 30 33,674	- 0,399	- 0,618	+ 0,219	4,3097857.0	877.2	- 20.2
	Sommes	- 0,029	+ 0,001	- 0,030			
20. KERSTI-VAARA.							
OUNAS-TUNTURI...	0° 0' 0,000	- 0,482	+ 0,121	- 0,603	4,3783643.8	655.3	- 11.5
PAJTAS-VAARA....	40 26 7,966	- 2,220	- 1,627	- 0,593	4,4359608.9	625.1	- 16.2
STUOR-OIVI.....	101 43 24,928	+ 1,577	+ 1,108	+ 0,469	4,3058092.3	108.9	- 16.6
* ATJIK.....	136 0 0,263	+ 1,454	+ 0,654	+ 0,800	4,4162722.9	733.2	- 10.3
BÄLJATZ-VAARA...	164 53 46,411	+ 0,341	- 0,256	+ 0,597	4,3670173.2	180.9	- 7.7
	Sommes	+ 0,670	0,000	+ 0,670			
21. STUOR-OIVI.							
ATJIK.....	0° 0' 0,000	- 0,377	- 0,712	+ 0,335	4,1686889.4	889.4	0.0
BÄLJATZ-VAARA...	30 13 26,324	+ 0,165	+ 0,081	+ 0,084	4,3604916.0	924.8	- 8.8
KERSTI-VAARA....	95 9 56,113	+ 0,561	+ 0,213	+ 0,348	4,3058092.3	108.9	- 16.6
* OUNAS-TUNTURI..	138 11 3,713	- 0,886	- 0,719	- 0,167	4,5352793.5	798.5	- 5.0
PAJTAS-VAARA....	168 36 51,626	+ 0,688	+ 1,136	- 0,448	4,3973650.0	648.6	+ 1.4
	Sommes	+ 0,151	- 0,001	+ 0,152			
22. BÄLJATZ-VAARA.							
KERSTI-VAARA....	0° 0' 0,000	+ 0,704	+ 0,567	+ 0,137	4,3670173.2	180.9	- 7.7
STUOR-OIVI.....	51 53 15,157	- 0,859	- 0,602	- 0,257	4,3604916.0	924.8	- 8.8
ATJIK.....	87 57 8,757	+ 0,144	+ 0,035	+ 0,109	4,1006900.9	918.3	- 17.4
	Sommes	- 0,011	0,000	- 0,011			
23. ATJIK.							
BÄLJATZ-VAARA...	0° 0' 0,000	+ 0,128	+ 0,191	- 0,063	4,1006900.9	918.3	- 17.4
* KERSTI-VAARA...	63 9 10,748	- 1,041	- 1,207	+ 0,166	4,4162722.9	733.2	- 10.3
STUOR-OIVI.....	113 42 39,453	+ 0,838	+ 1,016	- 0,178	4,1686889.4	889.4	0.0
	Sommes	- 0,075	0,000	- 0,075			

## § 95. Considérations sur le tableau du paragraphe précédent.

1. Sur chacune des 23 stations, la somme des corrections  $l$  est zéro, comme elle doit l'être pour des poids supposés égaux des directions.
2. La somme des corrections  $s$  n'est zéro que deux fois, stations 2 et 9. Mais il saute aux yeux, que cette somme s'écarte de zéro par préférence dans les stations, où des directions diagonales ont été observées. Car nous trouvons, abstraction faite du signe,

l'écart moyen de zéro = 0",104, pour une des 11 stations sans diagonales,

» » » » = 0,540 » » » 12 » avec des »

Ces deux chiffres nous montrent qu'en général les diagonales n'ont été observées qu'exceptionnellement, ou plutôt que l'observation en a dû être très-souvent entravée, par la difficulté d'apercevoir les objets éloignés.

3. La somme des carrés des corrections se trouve

pour la compensation de M. Selander  $[s^2] = 72,86$

» » » » » Lindhagen  $[l^2] = 64,80$ .

C'est conforme à la théorie que  $[s^2]$  est plus grand que  $[l^2]$ ; car pour avoir la juste somme  $[s^2]$ , il aurait fallu multiplier les différents  $s^2$  par leurs poids respectifs, et ces poids des directions diagonales doivent avoir été en moyenne inférieurs à l'unité, attribuée au poids moyen des directions principales. En séparant les directions diagonales des principales, nous trouvons pour les 14 directions diagonales

$$[s^{*2}] = 33,78 \quad \text{et} \quad [l^{*2}] = 23,66;$$

et en soustrayant ces chiffres des  $[s^2]$  et  $[l^2]$ , nous parvenons pour les 86 directions principales à

$$[s'^2] = 39,08 \quad \text{et} \quad [l'^2] = 41,14.$$

Ici  $[l'^2]$  est un peu plus grand que  $[s'^2]$ , et c'est encore conforme à la théorie, de sorte que nous avons, dans les relations des  $s$  et  $l$ , une confirmation intrinsèque de l'exactitude des deux calculs de compensation.

La différence  $[l'^2] - [s'^2] = 2,06$  n'étant que d'un vingtième de ces sommes, il s'en suit que l'identité des poids existe de très-près pour les directions principales. De l'autre côté, une

diversité notable s'énonce, dès que nous comparons les corrections des directions diagonales avec celles des directions principales, ou soit les  $s^*$  avec les  $s'$ , soit les  $l^*$  avec les  $l'$ . En effet les chiffres,

$$[s'^2] = 39,08 \text{ et } [l'^2] = 41,14 \text{ pour les 86 directions principales,}$$

$$[s^{*2}] = 33,78 \text{ » } [l^{*2}] = 23,66 \text{ » » 14 » diagonales,}$$

nous donnent

*le carré de l'erreur moyenne*

	par les $s$	par les $l$	moyenne
pour les 100 directions indistinctement,		$\Lambda = \frac{64,80}{100 - 65} = 1,851$	
dans » 86 » principales,	$\Sigma' = \frac{39,08}{86} \cdot \frac{100}{35} = 1,298$	$\Lambda' = \frac{41,14}{86} \cdot \frac{100}{35} = 1,367$	1,333
» » 14 » diagonales,	$\Sigma^* = \frac{33,78}{14} \cdot \frac{100}{35} = 6,894$	$\Lambda^* = \frac{23,66}{14} \cdot \frac{100}{35} = 4,829$	

Donc, en attribuant aux directions principales observées le poids  $p' = 1$ , nous trouvons

*le poids d'une direction diagonale*

$$\text{par les } s^*, \quad p^* = 0,188$$

$$\text{» » } l^*, \quad q^* = 0,283.$$

Le  $p^* = 0,188$  nous indique que, pour les directions diagonales, le nombre d'observations n'est pas même un cinquième du nombre d'observations pour les directions principales; ce qui prouve encore que les diagonales n'ont été observées par M. Selander que très-exceptionnellement. En outre  $\frac{q^*}{p^*} = 1,5$  met en évidence que les poids réels ne sont pas proportionnels au nombre d'observations, mais que l'expérience attribuée à un nombre plus petit d'observations, réunies en une direction moyenne, un poids plus fort que ne l'indique ce nombre. Nous avons enfin

*l'erreur probable*

	par les $s$ ,	par les $l$ ,
d'une direction observée, indistinctement,		0,918
» » principale observée	0,768	0,789
» » diagonale »	1,771	1,483.

4. L'inspection de la colonne VIII du § 94 nous fait voir, que les distances linéaires données par le calcul de M. Lindhagen sont en général un peu plus grandes que celles du calcul de M. Selander. En excluant les 14 distances diagonales qui, en effet, ne sont que des combi-

naisons de deux ou de trois distances principales, le nombre des distances principales distinctes de notre tableau est  $\frac{1}{2} \cdot 86 = 43$ . Parmi les 43 différences  $\lg S - \lg L$  il y a deux = zéro, dont une est le côté fondamental, 12 sont positives et 29 négatives. Les extrêmes se trouvent  $+ 3.7$  et  $- 33.5$ . La moyenne arithmétique de tous les  $\lg S - \lg L$ , qui est  $= - 10.5$ , correspond à  $\frac{1}{4000000}$  de la longueur. Pour mieux juger de la signification de ces différences, examinons la valeur que donne l'un ou l'autre des calculs à la longueur de la ligne géodésique qui joint les deux points astronomiques de l'arc de Laponie, TORNEA et STUON-OIVI. Nous avons, T. II, p. 72, d'après le calcul primitif de M. Selander, cette distance  $D = 166173,119$  toises,  $\lg D = 5,2205607.7$ . De ce logarithme il faut retrancher 11.1, T. II, p. 81, pour avoir  $\lg D$ , de la distance selon M. Selander, en partant de  $\lg L'' = 4,1545718.8$ , T. II, p. 79. Maintenant il s'agit de trouver le changement de ce logarithme que produisent les  $l - s$  et les  $\lg L - \lg S$  de notre tableau § 94. En désignant par  $D'$  la distance que donne le calcul de M. Lindhagen, un calcul très-simple m'a donné  $\lg D' - \lg D = + 11.6$ . Par conséquent

$$\begin{array}{l} \lg D = 5,2205596.6, \quad D = 166172,694 \text{ toises} \quad \text{selon M. Selander} \\ \lg D' = 5,2205608.2, \quad \underline{D' = 166173,138} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{Lindhagen} \\ \text{Différence } D' - D = \quad \quad \quad 0,444 \text{ toises.} \end{array}$$

Cette différence n'est pas même un tiers de l'incertitude que produit sur  $D$  la seule inexactitude du côté fondamental dont le logarithme est sujet à une erreur probable de 40.2, T. II, p. 79, incertitude qui s'exprime par une erreur probable de  $\mp 1,54$  toises en  $D$ . Elle est encore plus insignifiante, si nous considérons l'erreur complète  $\delta D$ , produite par l'action réunie du défaut de la base et du défaut qu'engendre l'imperfection de la mesure angulaire, et qui est de  $\mp 2,2$  toises.

5. En conservant à présent le principe énoncé, T. II, p. 80, à l'occasion de la valeur finale de  $L''$ , nous serions autorisés à regarder les corrections moyennes  $\frac{s+l}{2}$  et les distances moyennes  $\frac{s+l}{2}$  comme résultats définitifs du calcul des triangles principaux de Laponie, si ce calcul devait partir des directions observées comme données primitives. Pour le rattachement de la base  $K''$  au côté fondamental  $L''$ , il était de nécessité pour nous de regarder les directions comme données primitives, parce que la complexité des opérations le rendait impossible de

distinguer les diagonales des directions principales. Mais cette distinction s'étant aisément opérée dans les triangles principaux de Laponie, je me vis en état d'examiner, si effectivement les directions présentent les données primitives les plus avantageuses pour le calcul de compensation à faire.

**§ 96. Motifs pour faire un autre calcul des triangles principaux de Laponie, en partant des angles de la plus courte durée comme données primitives.**

J'ai énoncé, T. I, p. 89 et, avec plus de détail, T. II, p. 24, que l'angle entre deux objets pointés dans l'espace de peu de minutes, jouit nécessairement d'une plus grande exactitude que l'angle formé par deux directions dont l'observation est séparée par un plus long intervalle de temps. Cet axiome m'avait engagé, dans les opérations de l'arc méridional et de Finlande, où l'instrument universel avait été employé, à prendre, non pas les directions elles-mêmes, mais les angles entre les objets voisins, ou les *angles de la plus courte durée* pour données de départ. Si cet axiome est valable déjà dans des mesures exécutées à l'aide d'un instrument pourvu de la lunette de vérification, tel que l'instrument universel, il doit être encore plus valable pour tout instrument qui n'est point pourvu d'une telle lunette, et dans lequel l'invariabilité du cercle divisé n'est pas vérifiée dans chaque observation des différentes directions \*).

Par suite des considérations précédentes, j'ai recherché d'abord, pour les 21 triangles de Laponie, les erreurs dans les sommes des trois angles, en formant ces angles, d'après les données de M. Selander, par les couples de directions voisines réunies en angles, et en rejetant entièrement les diagonales. Voici le tableau de ces erreurs.

---

\*) A ce que j'ai dit sur cette matière, T. I, p. 29 et 33, j'ajoute la remarque suivante. Dans des opérations de grande étendue sur un pays presque inhabité, la construction de piliers solides en pierres ou en briques, sur toutes les stations, devient impossible et, pour placer l'instrument, il faut employer un statif transportable. Quelque ferme que soit un tel statif, il est sujet à une tension variable durant l'observation, et à un dérangement, produit par le changement de position de l'observateur dont le poids agit sur le sol, et par là sur le statif. On se plaît bien à regarder comme une preuve de la constance de l'instrument, qu'en revenant une seconde fois à la première direction observée, on retrouve de très-près l'ancienne indication des verniers ou microscopes. Mais cette preuve n'est point rigoureuse. Car si la pression, exercée sur le sol par l'observateur, agit sur la position de l'instrument, l'identité de deux directions observées n'est qu'une suite de l'identité de la position de l'observateur, et rien ne documente que le limbe de l'instrument ait conservé sa position pour les directions intermédiaires.

Corrections à  $180^\circ$  + l'excès.

Triangle.	Correction.	Triangle.	Correction.	Triangle.	Correction.
No. 226	+ 0,74	No. 233	— 4,62	No. 240	— 1,56
227	— 2,09	234	+ 2,21	241	+ 3,19
228	— 0,72	235	+ 1,19	242	— 2,21
229	— 2,76	236	+ 0,32	243	+ 0,46
230	+ 2,12	237	— 2,67	244	+ 2,39
231	+ 3,00	238	+ 0,50	245	— 2,40
232	— 1,59	239	— 0,32	246	+ 2,26

La somme des carrés de ces 21 corrections étant 98,57, nous avons :

$$\begin{aligned} \text{le carré de l'erreur moyenne d'un triangle} &= 4,693 \\ \text{» » » » » d'un angle observé} &= 1,564 \\ \text{l'erreur moyenne d'un angle observé} &= 1,250 \\ \text{» probable » » »} &= 0,843. \end{aligned}$$

Nous avons trouvé, T. II, p. 89, dans l'hypothèse de l'exactitude égale entre deux directions quelconques, le carré de l'erreur moyenne d'une direction principale = 1,333, d'où se déduit le carré de l'erreur moyenne pour un angle quelconque, renfermé par deux de ces directions = 2,665. Ce chiffre comparé au carré 1,564, qu'a donné, pour un angle, l'examen des sommes des angles dans les 21 triangles, met en évidence, que non pas les directions, mais les angles entre les objets voisins sont les données primitives les plus avantageuses, pour former les triangles de Laponie. Je me sentis par conséquent obligé à faire le calcul définitif de ces triangles, en partant des angles formés entre les directions principales voisines. En outre je me crus autorisé à exclure entièrement les directions diagonales observées, dont le poids moyen relatif était seulement de 0,188 du poids moyen des directions principales, voir T. II, p. 89, quoique j'eusse considéré, en Finlande, le petit nombre de directions diagonales, mais qui avaient été déterminées en commun avec les autres directions, et toujours par le nombre complet de mises stipulées.

Les paragraphes suivants § 97 et § 98 donneront deux tableaux des triangles de Laponie, formés en partant des angles, savoir

le tableau L. A., contenant les 5 triangles de continuation No. 226 à No. 230, qui vont du côté TORNEA—KAAKAMA-VAARA, commun aux triangles de Finlande et de Laponie, jusqu'au côté fondamental AVASAKSA—PULLINKI.

» » L. B., qui contient les 17 triangles de Laponie depuis le dit côté fondamental jusqu'au côté BÄLJATZ-VAARA—ÄTJIK, commun aux opérations de Laponie et du Finmarken.

Pour tous ces triangles nous avons, dans la colonne des quantités auxiliaires,  $\Omega = 1,564$ .

§ 97. Tableau L. A. des 5 triangles de continuation situés entre le dernier côté des triangles de Finlande et le côté fondamental L'.  
.

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plaus.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
<p>Les triangles suivants partent de la longueur du côté TORNEA—KAAKAMA-VAARA, donnée dans le triangle No. 225, T. II, p. 47, par son logarithme = 4,2507881.8. Ils forment la continuation des triangles K. c., T. II, p. 46 et 47.</p>					
L. A. 1. (K. c. 10.) No. 226.	PERRA-VAARA . . . . . KAAKAMA-VAARA . . . . . TORNEA . . . . .	110° 44' 55,78 39 20 33,82 29 54 30,69	55,68 33,72 30,60	4,2507881.8 4,0819703.9 3,9776768.4	$\Theta = 741,3$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{L} = 1159,4$
	Somme	180 0 0,29	0,00		
		Corr. + 0,74	1,029	Exc.	
L. A. 2. (K. c. 11.) No. 227.	HUITAPERI . . . . . KAAKAMA-VAARA . . . . . PERRA-VAARA . . . . .	43 40 17,42 80 25 60,37 55 53 45,32	16,39 59,33 44,28	3,9776768.4 4,1324186.8 4,0565406.7	$\Theta = 669,3$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{L} = 1046,8$
	Somme	180 0 3,11	0,00		
		Corr. — 2,09	1,023	Exc.	
L. A. 3. (K. c. 12.) No. 228.	HORHILANKERO . . . . . HUITAPERI . . . . . KAAKAMA-VAARA . . . . .	36 0 9,38 100 14 44,62 43 45 8,16	8,66 43,90 7,44	4,0565406.7 4,2803160.9 4,1271136.3	$\Theta = 1307,1$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{L} = 2044,3$
	Somme	180 0 2,16	0,00		
		Corr. — 0,72	1,440	Exc.	

Ren voi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
L. A. 4. (K. c. 13.) No. 229.	AVASAKSA.....	112° 18' 35,72	34,61	4,1271136.3	$\mathfrak{S} = 668,5$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 1045,5$
	HORRILANKERO.....	36 43 21,47	20,36	3,9375591.3	
	HUITAPERI.....	30 58 6,14	5,03	3,8723395.2	
	Somme	180 0 3,33	0,00		
		Corr. — 2,76	0,573	Exc.	
L. A. 5. (K. c. 14.) No. 230.	PULLINKI.....	31 20 32,84	33,27	3,8723395.2	$\mathfrak{S} = 757,2$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 1184,2$
	AVASAKSA.....	53 42 34,24	34,67	4,0625576.8	
	HORRILANKERO.....	94 56 51,62	52,06	4,1545863.7	
	Somme	180 0 — 1,30	0,00		
		Corr. + 2,12	0,822	Exc.	

*Comparaison entre les côtés fondamentaux  $L^{VIII}$  et  $L^{IX}$ .*

La jonction entre ces deux lignes a été effectuée par 14 triangles. Le dernier côté du triangle No. 230 dans le tableau précédent est la valeur du côté  $L^{IX}$  calculée sur la valeur effective de  $L^{VIII}$ . Nous avons :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Valeur calculée de } L^{IX} & = & 14275,3371 \text{ toises; } \lg = 4,1545863.7 \\
 \text{» effective » »} & = & 14274,8607 \text{ » } \text{ » } = 4,1545718.8 \\
 \hline
 \text{Correction de la longueur calculée} & = & - 0,4764 \text{ » } U^{VIII} = - 144.9 \\
 & & (U^{VIII})^2 = 20996,0.
 \end{array}$$

*Somme des carrés des erreurs moyennes :*

$$\Sigma^{VIII} = F^{VIII} + (\mathfrak{I}_1 + \mathfrak{I}_2 + \dots + \mathfrak{I}_{14}) + F^{IX} = 16323,4.$$



§ 98. Tableau L. D. des 17 triangles principaux de Laponte, depuis le côté fondamental  $L^{IX}$  jusqu'au côté BÄLJATZ-VAARA - ATJIK.

$L^{IX} = AVASAKSA-PULLINKI = 14274,8607 \mp 0,1322$  toises, T. II, p. 74

$\lg L^{IX} = 4,1545718.8$ , avec le carré de son erreur moyenne  $F^{IX} = 3555,4$ .

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
L. D. 1. = L. A. 5.	HORRILANKERO.....	94° 56'	52,06	4,1545718.8	$\odot = 142,9$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 223,5$
	PULLINKI.....	31 20	33,27	3,8723250.3	
	AVASAKSA.....	53 42	34,67	4,0625431.9	
	Somme	180 0	0,00		
L. D. 2. No. 231.	NIEMI-VAARA.....	93 23 41,89	42,70	4,0625431.9	$\odot = 206,2$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 322,5$
	PULLINKI.....	37 24 28,43	29,23	3,8468441.8	
	HORRILANKERO.....	49 11 47,27	48,07	3,9423774.9	
	Somme	180 0 — 2,41	0,00		
		Corr. + 3,00	0,589 Exc.		
L. D. 3. No. 232.	KITTIS-VAARA.....	40 13 56,77	55,94	3,9423774.9	$\odot = 867,9$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 1357,4$
	PULLINKI.....	87 49 52,40	51,57	4,1319098.0	
	NIEMI-VAARA.....	51 56 13,32	12,49	4,0283785.2	
	Somme	180 0 2,49	0,00		
		Corr. — 1,59	0,896 Exc.		
L. D. 4. No. 233.	PALJUKKA-VAARA.....	30 55 50,14	48,02	4,0283785.2	$\odot = 794,3$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 1242,3$
	PULLINKI.....	55 31 41,81	39,68	4,2335612.0	
	KITTIS-VAARA.....	93 32 34,42	32,30	4,3165928.2	
	Somme	180 0 6,37	0,00		
		Corr. — 4,62	1,749 Exc.		
L. D. 5. No. 234.	OLLOS-VAARA.....	66 27 58,23	57,93	4,3165928.2	$\odot = 365,2$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 571,2$
	PALJUKKA-VAARA.....	63 9 47,10	46,81	4,3048150.7	
	PULLINKI.....	50 22 15,55	15,26	4,2409044.5	
	Somme	180 0 0,88	0,00		
		Corr. + 2,21	3,089 Exc.		

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
L. B. 6. No. 235.	YLINEN-VAARA.....	69° 9' 7,73	7,47	4,2409044.5	$\mathcal{S} = 142,8$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 223,3$
	PALJUKKA-VAARA.....	43 41 32,82	32,55	4,1096555.8	
	OLLOS-VAARA.....	67 9 20,24	19,98	4,2348366.5	
	Somme	180 0 0,79	0,00		
		Corr. + 1,19	1,981	Exc.	
L. B. 7. No. 236.	KERROJUPUKKA.....	60 43 19,72	19,03	4,2348366.5	$\mathcal{S} = 364,1$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 565,2$
	YLINEN-VAARA.....	64 47 5,53	4,84	4,2507032.5	
	PALJUKKA-VAARA.....	54 29 36,82	36,13	4,2048425.1	
	Somme	180 0 2,07	0,00		
		Corr. + 0,32	2,387	Exc.	
L. B. 8. No. 237.	KUIVASKERO.....	44 34 59,57	57,69	4,2048425.1	$\mathcal{S} = 539,5$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 843,8$
	KERROJUPUKKA.....	72 49 57,35	55,47	4,3387489.2	
	YLINEN-VAARA.....	62 35 8,72	6,84	4,3068084.1	
	Somme	180 0 5,64	0,00		
		Corr. — 2,67	2,976	Exc.	
L. B. 9. No. 238.	LUMI-VAARA.....	77 29 15,53	14,88	4,3068084.1	$\mathcal{S} = 255,8$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 400,1$
	KUIVASKERO.....	51 9 10,32	9,67	4,2086852.1	
	KERROJUPUKKA.....	51 21 36,10	35,45	4,2099451.9	
	Somme	180 0 1,95	0,00		
		Corr. + 0,50	2,454	Exc.	
L. B. 10. No. 239.	OLLOS-TUNTURI.....	37 23 4,94	3,74	4,2099451.9	$\mathcal{S} = 502,5$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 785,9$
	LUMI-VAARA.....	52 5 50,21	49,01	4,3237479.4	
	KUIVASKERO.....	90 31 8,45	7,25	4,4266248.2	
	Somme	180 0 3,60	0,00		
		Corr. — 0,32	3,276	Exc.	
L. B. 11. No. 240.	PESSINKI.....	71 54 24,58	22,49	4,4266248.2	$\mathcal{S} = 224,3$ $\Omega = 1,564$ $\mathcal{T} = 350,8$
	OLLOS-TUNTURI.....	51 31 46,37	44,29	4,3423690.4	
	LUMI-VAARA.....	56 33 55,31	53,22	4,3700812.9	
	Somme	180 0 6,26	0,00		
		Corr. — 1,56	4,700	Exc.	

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles plans.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
L. B. 12. No. 241.	OUNAS-TUNTURI.....	51° 19' 42,36	42,09	4,3700812.9	$\sigma = 179,7$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 281,0$
	PESSINKI.....	36 10 58,38	58,12	4,2486945.0	
	OLLOS-TUNTURI.....	92 29 20,05	19,79	4,4771650.7	
	Somme	180 0 0,79	0,00		
		Corr. + 3,19	3,982	Exc.	
L. B. 13. No. 242.	PAJTAS-VAARA.....	102 39 19,71	17,83	4,4771650.7	$\sigma = 492,7$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 770,6$
	OUNAS-TUNTURI.....	41 34 46,94	45,06	4,3097876.3	
	PESSINKI.....	35 45 58,99	57,11	4,2546110.2	
	Somme	180 0 5,64	0,00		
		Corr. — 2,21	3,431	Exc.	
L. B. 14. No. 243.	KERSTI-VAARA.....	40 26 7,97	6,77	4,2546110.2	$\sigma = 477,2$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 746,3$
	PAJTAS-VAARA.....	59 35 24,19	22,99	4,3783624.9	
	OUNAS-TUNTURI.....	79 58 31,44	30,24	4,4359603.0	
	Somme	180 0 3,60	0,00		
		Corr. + 0,46	4,055	Exc.	
L. B. 15. No. 244.	STUOR-OIVI.....	73 26 55,51	54,76	4,4359603.0	$\sigma = 403,6$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 631,2$
	KERSTI-VAARA.....	61 17 16,96	16,21	4,3973604.9	
	PAJTAS-VAARA.....	45 15 49,78	49,03	4,3058131.0	
	Somme	180 0 2,25	0,00		
		Corr. + 2,39	4,639	Exc.	
L. B. 16. No. 245.	BÄLJATZ-VAARA.....	51 53 15,16	13,01	4,3058131.0	$\sigma = 374,8$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 586,2$
	STUOR-OIVI.....	64 56 29,79	27,65	4,3670187.3	
	KERSTI-VAARA.....	63 10 21,48	19,34	4,3604946.5	
	Somme	180 0 6,43	0,00		
		Corr. — 2,40	4,028	Exc.	
L. B. 17. No. 246.	ATJIK.....	113 42 39,45	39,66	4,3604946.5	$\sigma = 704,9$ $\Omega = 1,564$ $\mathfrak{I} = 1102,5$
	BÄLJATZ-VAARA.....	36 3 53,60	53,81	4,1686912.9	
	STUOR-OIVI.....	30 13 26,32	26,53	4,1006939.5	
	Somme	180 0 —0,63	0,00		
		Corr. + 2,26	1,632	Exc.	

Il paraît intéressant de comparer les trois différentes résolutions des triangles de Laponie, dans le résultat qu'elles présentent pour la ligne géodésique entre TORNEA et STUOR-OIVI; voir T. II, p. 90. Nous avons, en partant, dans les trois calculs, de la même valeur du côté fondamental  $L^{L'}$ , donnée, T. II, p. 79, par  $\lg L^{L'} = 4,1545718.8$ , pour

## TORNEA à STUOR-OIVI:

log. de la distance	=	5,2205596.6;	distance	=	166172,69,	calcul de	Selander
» » » »	=	5,2205608.2	»	=	166173,14	» »	Lindhagen
» » » »	=	5,2205612.4	»	=	166173,30	» »	Struve.

## CHAPITRE XI.

# FINMAREN.

### INTRODUCTION.

—

#### § 00.

L'Observatoire-central-Nicolas étant en possession de tous les documents originaux qui se rapportent à la prolongation de l'arc du méridien à travers le Finmarken norvégien, j'engageai M. Lindhagen qui avait pris, en 1850, une part active très-importante à ces opérations, à s'occuper successivement du calcul des matériaux que présentaient ces documents. Dans ce travail, il eut un aide dans la personne de M. Lindelöf de Helsingfors, pour les calculs d'élimination, lesquels ont été conduits indépendamment par les deux savants, pour fournir les contrôles continuels indispensables. L'exposé suivant est basé sur un mémoire détaillé de M. Lindhagen, achevé au printemps 1854, et qui était divisé en deux sections. La première de ces sections discute la jonction entre la base et le côté fondamental, la seconde a pour objet le calcul des mesures angulaires, exécutées sur les 15 stations principales, depuis ATIK jusqu'au point extrême septentrional de notre arc, FUGLENAES. Une addition donne les déterminations hypsométriques.

Notre planche XIX représente du côté droit la jonction entre la base d'ALTEN = *AB* et le côté fondamental *LM* = LOHDIZHJOKKI—NUPPI-VAARA. Nous y voyons que cette jonction se fait le plus simplement par les 10 triangles consécutifs *CAB*, *DAC*, *EDA*, *FED*, *GFE*, *HFG*, *IHF*, *KIH*, *MKI* et *LMK*, pour lesquels tous les angles seraient donnés par 42 directions observées sur les 12 stations. Mais la

figure indique en tout 68 directions observées, et présente une détermination abondante du rapport recherché  $AB : LM$ , par 26 diagonales ajoutées qui traversent les triangles cités.

Du côté gauche de la planche est représentée la chaîne des 12 triangles principaux No. 247 à 258, qui, en partant du côté commun avec les triangles de Laponie, conduisent les opérations jusqu'au point extrême, FUGLENAES.

Tous ces triangles sont, à l'exception d'un seul, No. 257, coupés par des diagonales, et il y a encore une station accessoire HAAJEN, qui donne, indépendamment du triangle No. 258, une seconde jonction du point extrême FUGLENAES avec le côté JEDKI-TYVEN. Les trois angles des 12 triangles principaux réclament 50 directions observées sur les 14 stations, mais le nombre des directions observées sur les 15 stations, y compris HAAJEN, est 72.

L'addition d'un si grand nombre de directions diagonales observées est un mérite particulier des opérations du Finmarken, vu qu'il était important d'augmenter au possible l'exactitude de résultats qui étaient obtenus par un instrument de petites dimensions, employé sous des circonstances quelquefois des plus défavorables.

Le mémoire de M. Lindhagen est écrit en allemand. L'importance de ce travail distingué m'a engagé à l'annexer, dans sa rédaction primitive, comme pièce justificative, aux autres documents que contiendra l'Appendice joint à ce second volume. Il s'y trouvera en avant du journal des mesures angulaires faites au Finmarken. Quant à la méthode d'observation, il suffit ici de dire, que le principe de la mesure par réitération, sans répétition, a été employé partout en Finmarken, et que toutes les mesures ont été faites dans une position excentrique de l'instrument. Pour la réduction au centre, les journaux présentent des données précises. Le premier travail de M. Lindhagen fut celui de calculer les réductions au centre pour toutes les directions observées. Les directions ou angles qui se trouvent dans le mémoire de M. Lindhagen et également dans mon exposé suivant, sont ces directions ou angles réduits au centre. Le journal des opérations norvégiennes lui-même, que je donnerai dans l'Appendice, contiendra les directions primitivement observées, les quantités linéaires et angulaires qui servent à faire les réductions aux centres des stations, et ces réductions elles-mêmes.

## CHAPITRE XII.

### F I N M A R K E N.

#### DÉTERMINATION DU CÔTÉ FONDAMENTAL LOHDIZHJOKKI—NUPPI-VAARA.

##### § 100. Tableau des résultats obtenus par le calcul de M. Lindhagen.

Les directions ont été observées sur les trois stations *A*, *B*, *C* par M. Lindhagen, à l'aide de l'instrument universel de Poulkova. M. Klouman a employé sur les 9 autres stations, *D* à *M*, le petit instrument de Repsold appartenant à l'observatoire de Christiania, voyez T. II, p. 15. Par l'accord des différentes mises, observées à l'aide de ces deux instruments, M. Lindhagen avait trouvé qu'il fallait attribuer à une direction isolée, observée par l'instrument de Poulkova, le poids 2,5, en attribuant l'unité à une direction isolée observée à l'aide de l'instrument de Christiania. C'est avec cette supposition que le calcul de compensation a été fait. Dans ce calcul, M. Lindhagen a regardé les directions observées comme données primitives, en leur attribuant des poids relatifs correspondants au nombre des pointages qu'indique la troisième colonne du tableau suivant. La quatrième colonne du tableau contient les corrections qui, d'après le calcul de compensation, sont à ajouter aux directions observées, pour parvenir aux directions compensées, corrections qui font la somme de leurs carrés, multipliés par les poids respectifs, un *minimum*, en satisfaisant en même temps aux conditions géométriques de la figure. La dernière colonne du tableau contient les logarithmes des distances, en toises, entre chaque station, en tête, et les points visibles de cette station. Ces logarithmes ont été trouvés, en partant du logarithme de la base,  $\lg K^x = 3,0624857$ , T. II, p. 19, par l'emploi des angles, formés entre les directions corrigées de l'avant-dernière colonne.

Objets.	Directions observées.	Nombre des pointages.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
A. ELVEBAKKEN.					
<i>E</i>	0° 0' 0,000	12	+ 0,435	0° 0' 0,435	lg <i>AE</i> = 3,3433104
<i>G</i>	9 30 15,261	12	— 0,895	9 30 14,366	lg <i>AG</i> = 3,6492789
<i>B</i>	77 54 45,463	12	+ 0,687	77 54 46,150	lg <i>AB</i> = 3,0624857
<i>D</i>	93 44 21,906	12	+ 0,082	93 44 21,988	lg <i>AD</i> = 3,2781633
<i>C</i>	168 22 16,937	12	— 0,308	168 22 16,629	lg <i>AC</i> = 3,3947218
	Somme		+ 0,001		
B. BUGTEN.					
<i>D</i>	0° 0' 0,000	16	+ 0,916	0° 0' 0,916	lg <i>BD</i> = 2,9279669
<i>C</i>	77 40 50,939	16	— 0,346	77 40 50,593	lg <i>BC</i> = 3,4386093
<i>A</i>	142 21 1,287	16	— 0,569	142 21 0,718	lg <i>BA</i> = 3,0624857
	Somme		+ 0,001		
C. RAFSHOLMEN.					
<i>A</i>	0° 0' 0,000	12	+ 0,155	0° 0' 0,155	lg <i>CA</i> = 3,3947218
<i>E</i>	5 28 10,617	12	— 0,310	5 28 10,307	lg <i>CE</i> = 3,6685742
<i>G</i>	13 36 32,279	12	+ 0,500	13 36 32,779	lg <i>CG</i> = 3,8346054
<i>B</i>	24 52 19,012	12	+ 0,568	24 52 19,580	lg <i>CB</i> = 3,4386093
<i>D</i>	42 45 28,748	12	— 0,915	42 45 27,833	lg <i>CD</i> = 3,4305444
	Somme		— 0,002		
D. KONGSHAVN-FJELD.					
<i>C</i>	0' 0' 0,000	12	+ 1,913	0° 0' 1,913	lg <i>DC</i> = 3,4305444
<i>A</i>	62 36 39,482	12	+ 0,155	62 36 39,637	lg <i>DA</i> = 3,2781633
<i>B</i>	84 26 7,180	12	— 3,176	84 26 4,004	lg <i>DB</i> = 2,9279669
<i>E</i>	109 45 9,758	12	+ 0,831	109 45 10,589	lg <i>DE</i> = 3,4772567
<i>G</i>	134 31 8,047	11	+ 0,311	134 31 8,358	lg <i>DG</i> = 3,6690980
<i>H</i>	144 50 2,934	12	— 0,270	144 50 2,664	lg <i>DH</i> = 3,8946596
<i>F</i>	184 21 33,586	10	+ 0,313	184 21 33,899	lg <i>DF</i> = 3,5871256
	Somme		+ 0,077		



Objets.	Directions observées.	Nombre des poin- tages.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
E. LILLE-REIPAS.					
<i>G</i>	0° 0' 0,000	12	— 0,757	0° 0' —0,757	lg <i>EG</i> = 3,3643613
<i>F</i>	60 15 6,858	12	+ 2,618	60 15 9,476	lg <i>EF</i> = 3,6250256
<i>D</i>	122 19 37,676	12	— 1,019	122 19 36,657	lg <i>ED</i> = 3,4772567
<i>C</i>	155 17 10,152	12	+ 0,376	155 17 10,528	lg <i>EC</i> = 3,6685742
<i>A</i>	161 26 45,412	12	— 1,220	161 26 44,192	lg <i>EA</i> = 3,3433104
	Somme		— 0,002		
F. SKUODDE-VAARA.					
<i>D</i>	0° 0' 0,000	12	— 0,620	0° 0' —0,620	lg <i>FD</i> = 3,5871256
<i>E</i>	43 19 11,424	12	— 2,426	43 19 8,998	lg <i>FE</i> = 3,6250256
<i>G</i>	76 31 42,086	12	+ 0,537	76 31 42,623	lg <i>FG</i> = 3,5644505
<i>K</i>	111 16 8,717	12	+ 0,112	111 16 8,829	lg <i>FK</i> = 3,9660398
<i>H</i>	113 39 16,752	12	+ 1,504	113 39 18,256	lg <i>FH</i> = 3,7365186
<i>I</i>	151 37 21,098	22	+ 0,488	151 37 21,586	lg <i>FI</i> = 3,9397870
	Somme		— 0,405		
G. STORE-REIPAS.					
<i>L</i>	0° 0' 0,000	12	+ 2,498	0° 0' 2,498	lg <i>GL</i> = 4,1715691
<i>K</i>	17 44 56,988	12	+ 0,203	17 44 57,191	lg <i>GK</i> = 3,8178754
<i>H</i>	42 49 16,768	12	+ 0,287	42 49 17,055	lg <i>GH</i> = 3,5262900
<i>M</i>	57 49 8,535	12	— 2,753	57 49 5,782	lg <i>GM</i> = 4,1586245
<i>I</i>	64 6 39,776	12	— 3,273	64 6 36,503	lg <i>GI</i> = 3,9310975
<i>F</i>	144 28 13,612	12	— 0,643	144 28 12,969	lg <i>GF</i> = 3,5644505
<i>D</i>	198 6 3,414	12	+ 0,902	198 6 4,316	lg <i>GD</i> = 3,6690980
<i>C</i>	214 26 2,381	12	+ 0,521	214 26 2,902	lg <i>GC</i> = 3,8346054
<i>A</i>	221 57 26,015	12	+ 2,035	221 57 28,050	lg <i>GA</i> = 3,6492789
<i>E</i>	231 0 28,965	12	+ 0,223	231 0 29,188	lg <i>GE</i> = 3,3643613
	Somme		0,000		

Objets.	Directions observées.	Nombre des pointages.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
H. PESKA - VAARA.					
<i>I</i>	0° 0' 0",000	12	— 0",343	0° 0' — 0",343	lg <i>HI</i> = 3,7433948
<i>F</i>	104 45 51,178	18	— 1,333	104 45 49,845	lg <i>HF</i> = 3,7365186
<i>D</i>	131 35 2,165	12	— 2,245	131 34 59,920	lg <i>HD</i> = 3,8946596
<i>G</i>	145 59 17,933	18	+ 0,477	145 59 18,410	lg <i>HG</i> = 3,5262900
<i>K</i>	278 57 37,968	12	+ 1,482	278 57 39,450	lg <i>HK</i> = 3,5806733
<i>I</i>	359 59 57,267	12	+ 2,390	359 59 59,657	
	Somme		+ 0,428		
I. VUOSGOL - VAARA.					
<i>M</i>	0° 0' 0",000	12	— 1",216	0° 0' — 1",216	lg <i>IM</i> = 3,7781869
<i>F</i>	170 42 39,921	12	+ 1,609	170 42 41,530	lg <i>IF</i> = 3,9397870
<i>G</i>	195 15 25,602	12	+ 0,793	195 15 26,395	lg <i>IG</i> = 3,9310975
<i>H</i>	207 58 49,150	12	— 0,855	207 58 48,295	lg <i>IH</i> = 3,7433948
<i>K</i>	245 14 7,630	12	— 0,004	245 14 7,626	lg <i>IK</i> = 3,7933200
<i>L</i>	276 31 35,350	12	— 0,108	276 31 35,242	lg <i>IL</i> = 4,1306946
<i>M</i>	359 59 59,000	12	— 0,216	359 59 58,784	
	Somme		+ 0,003		
K. RAUTAS - VAARA.					
<i>L</i>	0° 0' 0",000	12	+ 0",774	0° 0' 0",774	lg <i>KL</i> = 3,9451613
<i>M</i>	95 15 5,652	12	+ 2,721	95 15 8,373	lg <i>KM</i> = 4,0123349
<i>P</i>	127 13 52,316	12	+ 1,125	127 13 53,441	lg <i>KI</i> = 3,7933200
<i>H</i>	188 56 15,992	12	— 1,898	188 56 14,094	lg <i>KH</i> = 3,5806733
<i>F</i>	192 21 16,208	12	— 1,123	192 21 15,085	lg <i>KF</i> = 3,9660398
<i>G</i>	210 53 33,307	12	— 0,022	210 53 33,285	lg <i>KG</i> = 3,8178754
<i>L</i>	360 0 2,350	12	— 1,576	360 0 0,774	
	Somme		+ 0,001		

Objets.	Directions observées.	Nombre des points.	Corrections.	Directions compensées.	Log. des distances.
<b>L. LONDIZHJOKKI.</b>					
<i>M</i>	0° 0' 0,000	12	+ 1,703	0° 0' 1,703	lg <i>LM</i> = 4,1506537
<i>I</i>	24 55 29,289	12	— 1,257	24 55 28,032	lg <i>LI</i> = 4,1306946
<i>K</i>	46 24 8,615	12	— 0,447	46 24 8,168	lg <i>LK</i> = 3,9451613
	Somme		— 0,001		
<b>M. NUPPI-VAARA.</b>					
<i>I</i>	0° 0' 0,000	16	+ 1,543	0° 0' 1,543	lg <i>MI</i> = 3,7781869
<i>G</i>	8 57 53,439	7	+ 5,121	8 57 58,560	lg <i>MG</i> = 4,1586245
<i>K</i>	33 15 29,148	16	— 3,505	33 15 25,643	lg <i>MK</i> = 4,0123349
<i>L</i>	71 36 12,726	16	— 0,279	71 36 12,447	lg <i>ML</i> = 4,1506537
	Somme		+ 2,880		

§ 101. Résultat pour le côté fondamental *LM*.

Dans le calcul des distances M. Lindhagen est parti de  $\lg AB = 3,0624857$ , et a fait usage des tables de Bagay. Il trouva  $\lg LM = 4,1506537$ . Pour avoir une vérification, soit du calcul, soit des tables, j'ai déduit de nouveau  $\lg LM$  en prenant  $\lg AB = 3,0624856.9$ , T. II, p. 19. Dans ce calcul j'ai contrôlé tous les logarithmes tabulaires par la comparaison des tables de Taylor et de Bagay, comme je l'ai fait partout ailleurs, et j'ai retenu la huitième décimale donnée par l'interpolation. En passant de *AB* par les triangles *CAB*, *DAC*, *EDA*, *FED* et *GFE*, j'ai trouvé d'abord  $\lg FG = 3,5644504.6$ . Puis en partant de ce  $\lg FG$ , j'ai fait deux combinaisons,

l'une par les 5 triangles *HFG*, *IHF*, *KIH*, *MKI*, et *LMK*, qui conduisit à  $\lg LM = 4,1506534.6$ .

l'autre par les 3 triangles *IGF*, *LIG* et *MLI*, d'où provint  $\lg LM = 4,1506534.5$ .

Je regarde par conséquent  $\lg LM = 4,1506534.6$  comme le résultat définitif de la jonction entre la base et le côté fondamental.

La somme des carrés des corrections, dans notre tableau, multipliés par leurs poids, est 1851,88. Le nombre des directions observées étant 68, celui des inconnues, pour la résolution du problème de

compensation relatif aux 12 stations, étant  $2(12 - 2) + 12 = 32$  et  $\frac{1851,88}{60-32}$  étant = 51,44, M. Lindhagen parvient aux chiffres suivants :

carré de l'erreur moyenne d'une direction observée  $p$  fois

$$\begin{aligned} \text{avec l'instrument de Repsold} &= \frac{51,44}{p} \\ \text{erreur moyenne} &= \mp \frac{7,172}{\sqrt{p}} \\ \text{erreur probable} &= \mp \frac{4,838}{\sqrt{p}} \end{aligned}$$

Par un calcul spécial d'élimination, relatif au poids de  $\lg LM$ , M. Lindhagen a trouvé

$$\text{l'erreur probable du } \lg LM = \mp 4,838 \sqrt{343,2} = \mp 89,6.$$

Avec cette erreur il faut combiner celle du logarithme de la base  $K^x$  qui est  $\mp 3,51$ , T. II, p. 19; ce qui donne  $\text{dlg } LM = \mp 89,7$ . Enfin nous avons pour la

*longueur du côté fondamental LOHDIZHJOKEI — NUPPI-YAARA*

$$L^x = 14146,6453 \mp 0,2922 \text{ toises}$$

$$\lg L^x = 4,1506594.6 \mp 89,7$$

$$\text{Carré de l'erreur moyenne en } L^x, F^x = 17663,0.$$

## CHAPITRE XIII.

### F I N M A R K E N.

#### TRIANGLES DE CONTINUATION DEPUIS ATJIK JUSQU'AU POINT EXTRÊME SEPTENTRIONAL FUGLENAES.

##### § 102. Calcul de compensation de M. Lindhagen.

Les observations exécutées au Finmarken, en 1846 et 1847, fournissant des données abondantes, il s'agissait, pour les opérations comprises entre ATJIK et FUGLENAES, encore d'un calcul de compensation. Ce calcul est l'objet de la seconde section du mémoire de M. Lindhagen, mentionné T. II, p. 99. De graves motifs, exposés dans le mémoire, l'engagèrent à abandonner cette fois les directions et à prendre les angles entre deux objets observés l'un immédiatement après l'autre, ou les *angles de la plus courte durée*, pour données primitives. Si sur une station il y a  $n$  objets observés, il se forme  $n - 1$  angles des objets voisins. Pour les 15 stations il y a 57 de ces angles, observés en tout par 653 mises, ou chacun en moyenne 44,46 fois. Mais sur 8 des stations, 15 angles accessoires entre deux objets non voisins ont été mesurés comme angles de la plus courte durée, l'un ou l'autre des objets intermédiaires ayant été quelquefois invisible. Quoique le nombre des mises, pour ces angles accessoires, ne monte qu'à 30, ou en moyenne à 2,0 pour un angle, cependant ces angles n'ont pu être négligés, et ils ont été employés à renforcer la détermination des autres angles dont ils formaient des sommes, en les réunissant à ces angles par un calcul spécial de compensation. C'est ainsi que nous avons en tout 57 *angles fon-*

*damentaux*, déterminés par 683 mises, donc chacun en moyenne par 11,98 mises. Notre tableau, entièrement tiré du mémoire de M. Lindhagen, contient dans la colonne qui a l'inscription *Angles observés*, tous les angles de la plus courte durée observés. La colonne voisine présente les angles *fondamentaux*, déduits pour chaque station à part de la totalité des angles observés. A côté de cette colonne se trouve la *correction* de chaque angle fondamental, provenue du calcul de compensation. Ces corrections ajoutées aux angles fondamentaux donnent, dans la dernière colonne, *les angles fondamentaux compensés*.

Angles.	Nombre d'observations.	Angles observés.	Angles fondamentaux.	Corrections.	Angles fondamentaux compensés.	
A. FUGLENAES.						
D — G	12	61° 27' 23,278	23,278	— 0,491	61° 27' 22,787	1
B — D	12	38 43 40,214	40,214	+ 1,017	38 43 41,231	2
B. HAAJEN.						
G — A	14	20° 32' 23,484	23,484	+ 0,997	20° 32' 24,481	3
D — G	14	108 37 54,332	54,332	+ 1,741	108 37 56,073	4
C. TYVEN.						
D — G	12	39° 43' 2,940	2,940	+ 1,152	39° 43' 4,092	5
B — D	12	53 25 29,524	29,524	+ 0,471	53 25 29,995	6
A — B	12	59 16 32,161	32,161	— 0,582	59 16 31,579	7
D. JEDRI.						
A — B	9	12° 5' 56,674	56,674	+ 2,648	12° 5' 58,677	8
G — A	9	5 50 36,703	36,059	— 0,170	5 50 35,889	9
G — G	9	73 38 29,630	29,626	+ 1,338	73 38 30,964	10
G — G	8	36 35 23,316	23,751	+ 0,439	36 35 24,190	11
H — G	8	30 30 48,955	50,018	— 0,245	30 36 49,773	12
F — H	8	10 16 46,045	46,686	+ 1,945	10 16 48,631	13
G — B	1	17 56 26,29				
G — G	1	110 13 53,34				
H — G	1	67 12 17,13				
F — G	1	40 53 41,83				

Angles.	Nombre d'observations.	Angles observés.	Angles fondamentaux.	Corrections.	Angles fondamentaux compensés.	
G. JEMMELUFT-OIVI.						
§ — G	15	18° 9' 38,565	38,565	— 1,309	18° 9' 37,256	14
§ — §	15	23 9 54,111	54,111	+ 0,235	23 9 54,346	15
D — §	15	67 15 7,729	7,729	+ 0,679	67 15 8,408	16
G — D	15	66 38 25,656	25,656	+ 0,921	66 38 26,577	17
F. KAAVEN.						
G — D	10	35° 15' 52,421	51,594	— 0,752	35° 15' 50,342	18
G — G	10	37 13 19,879	19,052	— 1,548	37 13 17,504	19
§ — G	11	61 43 35,833	35,833	+ 1,826	61 43 37,659	20
§ — §	10	20 22 63,271	63,271	— 3,699	20 22 59,572	21
G — D	1	72 29 2,375				
G. BALKIS-OIVI.						
M — §	11	28° 58' 25,946	25,946	+ 2,071	28° 58' 28,017	22
§ — M	11	18 12 46,967	46,967	— 2,616	18 12 44,351	23
§ — §	10	47 34 9,513	9,513	+ 0,807	47 34 10,320	24
D — §	10	66 37 16,567	16,567	— 1,261	66 37 15,306	25
G — D	10	34 49 57,249	57,249	— 0,277	34 49 56,972	26
§. HALDI.						
D — §	12	15° 7' 29,387	28,826	— 2,142	15° 7' 26,684	27
G — D	10	35 11 47,504	47,009	+ 0,218	35 11 47,227	28
§ — G	12	97 29 44,362	44,362	— 6,999	97 29 37,363	29
M — §	12	42 58 61,856	61,856	— 2,866	42 58 58,990	30
G — D	2	22 22 48,286	47,391	— 1,253	22 22 46,138	31
G — §	3	37 30 13,971				
G — G	2	12 48 57,148				

Angles.	Nombre d'observations.	Angles observés.	Angles fondamentaux.	Corrections.	Angles fondamentaux compensés.	
R. LOHDIZHJOKKI.						
Ɔ — Ɔ	10	32° 59' 53,896	53,896	— 0,216	32° 59' 53,680	32
Ɔ — Ɔ	13	26 47 8,231	8,089	+ 1,380	26 47 9,469	33
Ɔ — Ɔ	13	58 10 56,572	56,430	— 0,567	58 10 55,863	34
Ɔ — Ɔ	13	42 30 17,888	17,505	+ 0,807	42 30 18,312	35
Ɔ — Ɔ	3	35 19 14,190	12,265	+ 1,210	35 19 13,475	36
Ɔ — Ɔ	2	127 28 20,900				
Ɔ — Ɔ	7	77 49 28,747				
M. NUPPI-VAARA.						
Ɔ — Ɔ	15	21° 18' 44,825	43,791	— 3,105	21° 18' 40,686	37
Ɔ — Ɔ	15	73 12 2,213	1,790	+ 2,117	73 12 3,907	38
Ɔ — Ɔ	15	31 55 16,787	17,398	— 0,139	31 55 17,259	39
Ɔ — Ɔ	15	52 0 56,647	56,647	— 1,699	52 0 54,948	40
Ɔ — Ɔ	2	94 30 37,824				
Ɔ — Ɔ	2	105 7 23,773				
N. ZBJARA-VAARA.						
Ɔ — Ɔ	10	0° 38' 49,737	49,737	+ 0,094	0° 38' 49,831	41
Ɔ — Ɔ	15	77 47 11,445	11,322	— 1,225	77 47 10,097	42
Ɔ — Ɔ	10	39 54 14,260	14,446	+ 1,082	39 54 15,528	43
Ɔ — Ɔ	10	48 50 48,841	48,841	— 2,377	48 50 46,464	44
Ɔ — Ɔ	10	27 53 49,418	49,635	+ 0,835	27 53 50,470	45
Ɔ — Ɔ	10	32 0 32,732	32,949	— 3,204	32 0 29,745	46
Ɔ — Ɔ	1	37 52 55,02				
Ɔ — Ɔ	1	59 54 24,75				
D. AVJO-VAARA.						
Ɔ — Ɔ	14	34° 27' 43,476	43,476	— 3,287	34° 27' 40,189	47
Ɔ — Ɔ	11	50 11 61,137	60,243	— 1,605	50 11 58,638	48
Ɔ — Ɔ	12	30 6 46,564	45,744	— 0,232	30 6 45,512	49
Ɔ — Ɔ	2	80 18 41,072				



Angles.	Nombre d'observations.	Angles observés.	Angles fondamentaux	Corrections.	Angles fondamentaux com- pensés.	
P. SPJELLEGA.						
Q — R	10	33° 16' 23,942	23,942	+ 3,174	33° 16' 27,116	50
R — R	15	124 37 18,240	18,240	+ 0,425	124 37 18,665	51
R — R	11	64 27 50,216	50,379	+ 0,675	64 27 51,054	52
Q — R	11	96 41 38,116	37,952	— 2,947	96 41 35,005	53
Q — R	3	32 13 46,974				
Q. ATJIK.						
P — R	15	28° 44' 52,839	52,839	— 2,342	28° 44' 50,497	54
R — P	15	30 19 10,275	10,275	— 0,153	30 19 10,122	55
R. BÄLJATZ-VAARA.						
R — Q	11	88° 55' 32,341	32,341	— 0,242	88° 55' 32,099	56
P — R	11	27 28 48,388	48,388	+ 3,534	27 28 51,922	57

Un second tableau de M. Lindhagen contient les distances entre chaque station et les différents points visibles de cette station. Il est inutile de répéter ce tableau ici, parce que les paragraphes suivants, § 103 et § 104, doivent contenir le calcul détaillé des triangles de continuation choisis pour la jonction entre ATJIK et FUGLENAES.

Enfin nous puisons dans le mémoire de M. Lindhagen :

le carré de l'erreur moyenne d'un angle de la plus courte durée, observé  $p$  fois, =  $\frac{56,58}{p}$

l'erreur moyenne d'un tel angle..... =  $\frac{7,522}{\sqrt{p}}$

» probable » » » ..... =  $\frac{5,073}{\sqrt{p}}$

En moyenne nous avons, pour les angles 57 fondamentaux  $p = 11,98$ , T. II, p. 108, et par conséquent

le carré de l'erreur moyenne d'un angle fondamental = 4,723

l'erreur moyenne » » » = 2,173

l'erreur probable » » » = 1,466.

Les angles fondamentaux compensés du tableau, T. II, p. 108 et suiv., jouissent par leur nature de cette qualité que les différentes combinaisons possibles, de ces angles, qui forment des suites de triangles de continuation entre ATJIK et FUGLENAES, doivent fournir des résultats identiques pour la relation entre ces points extrêmes de l'opération du Finmarken. De ces différentes combinaisons possibles, j'ai choisi celle des 12 triangles indiqués sur la planche XIX, qui présentent la jonction la plus directe des dits points et qui jouissent de l'avantage de faire la somme  $[\ominus] = \left[ \frac{1}{3} (\beta^2 + \gamma^2 + (\beta + \gamma)^2) \right]$  un *minimum*. Ces 12 triangles se divisent en deux groupes, contenus dans les § 103 et 104.

1. Les triangles No. 247 à 251 partent du dernier côté de Laponie et conduisent jusqu'au côté fondamental LOHDIZHJOKKI—NUPPI-VAARA du Finmarken.
2. Les 7 triangles, No. 252 à 258, en partant du dit côté fondamental, vont jusqu'à FUGLENAES, et sont les derniers triangles excédants de nos opérations, en ce qu'ils ne rencontrent plus de côté fondamental.

L'arrangement des tableaux M.A. et M.B. des § 103 et 104 est analogue à celui des tableaux des triangles de continuation antérieurs, T. I, p. 113 à 143, T. II, p. 34 à 47 et T. II, p. 93 à 97, avec cette différence cependant, qu'à côté des angles observés j'ai placé les angles sphériques compensés, d'où se déduisent les angles plans compensés, sur lesquels repose le calcul des côtés. Les angles observés ont été trouvés à l'aide de la colonne de ce § 102 qui a l'inscription *Angles fondamentaux*, les angles sphériques compensés sont puisés dans la dernière colonne de ce § 102, qui porte l'inscription *Angles fondamentaux compensés*.

**§ 103. Tableau M. A. des 5 triangles principaux entre le dernier côté des triangles de Laponie et le côté fondamental  $L^x$ .**

Les triangles suivants partent de la longueur du côté ATJIK—BÄLJATZ-VAARA, donnée dans le triangle No. 246, T. II, p. 97, par son logarithme = 4,1006939.5. Ils forment la continuation des triangles L. n. 1 à L. n. 17, T. II, p. 95 à 97, en les conduisant jusqu'au côté fondamental  $L^x$ .

Renvoi.	Stations.	Angles observés.	Angles sphériques compensés.	Angles plans compensés.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
M. A. 1. = L. n. 18. No. 247.	SPJELLEGA . . . . . ATJIK . . . . . BÄLJATZ-VAARA . . . . .	33° 16' 23,94 30 19 10,28 116 24 20,73	27",12 10,12 24,02	26",70 9,70 23,60	4,1006939.5 4,0645387.6 4,3135463.4	$\mathcal{S} = 535,7$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 2210,2$
	Somme	180 0—5,05	1,26	0,00		
		Corr. + 6,31	1,256	Exc.		
M. A. 2. = L. n. 19. No. 248.	ZIJARA-VAARA . . . . . SPJELLEGA . . . . . ATJIK . . . . .	59 54 22,58 91 20 54,30 28 44 52,84	20,21 51,55 50,50	19,46 50,79 49,75	4,3135463.4 4,3763103.9 4,0585261.1	$\mathcal{S} = 1393,7$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 5750,4$
	Somme	180 0 9,72	2,26	0,00		
		Corr. — 7,46	2,257	Exc.		
M. A. 3. = L. n. 20. No. 249.	AVJO-VAARA . . . . . ZIJARA-VAARA . . . . . SPJELLEGA . . . . .	34 27 43,48 48 50 48,84 96 41 37,95	40,19 46,46 35,01	39,64 45,91 34,45	4,0585261.1 4,1825913.7 4,3028586.4	$\mathcal{S} = 581,1$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 2397,6$
	Somme	180 0 10,27	1,66	0,00		
		Corr. — 8,61	1,659	Exc.		
M. A. 4. = L. n. 21. No. 250.	LOUDIZIJOKKI . . . . . ZIJARA-VAARA . . . . . AVJO-VAARA . . . . .	59 47 1,98 39 54 14,45 80 18 45,99	3,15 15,53 44,15	2,21 14,59 43,20	4,3028586.4 4,1734768.7 4,3600394.5	$\mathcal{S} = 138,3$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 570,6$
	Somme	180 0 2,42	2,83	0,00		
		Corr. + 0,41	2,830	Exc.		

Revue	Stations.	Angles observés.	Angles sphériques compensés.	Angles plans compensés.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
M. A. 5.	NUPPI-VAARA. . . .	83° 56' 14",04	12",21	11",33	4,3600394. 5	$\mathfrak{S} = 532,0$ $\Omega = 4,126$ $\mathfrak{I} = 2195,0$
= L. B. 22.	LOHDIZHJOKKI . . .	58 10 56,43	55,86	54,98	4,2917551. 5	
No. 251.	ZHJARA-VAARA. . .	37 52 56,88	54,57	53,69	4,1506666. 4	
	Somme	180 0 7,35	2,64	0,00		
		Corr. — 4,71	2,640	Exc.		

*Comparaison entre les côtés fondamentaux  $L^{IX}$  et  $L^Y$ .*

La jonction entre ces deux lignes s'est faite par 22 triangles. Le dernier côté du triangle No. 251, dans le tableau précédent, est la valeur du côté  $L^Y$  calculée sur la valeur effective de  $L^{IX}$ . Nous avons :

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Valeur calculée de } L^Y & = & 14147,0746 \text{ toises ;} \quad \lg = 4,1506666.4 \\
 \text{» effective » »} & = & 14146,6453 \text{ » ;} \quad \text{»} = 4,1506534.6 \\
 \hline
 \text{Correction de la longueur calculée} & - & 0,4293 \text{ » ;} \quad U^{IX} = - 131.8 \\
 & & (U^{IX})^2 = 17371,2.
 \end{array}$$

*Somme des carrés des erreurs moyennes :*

$$\Sigma^{IX} = F^{IX} + (\mathfrak{I}1 + \mathfrak{I}2 + \dots + \mathfrak{I}22) + F^Y = 45346.0.$$

§ 104. Tableau M. n. des 7 triangles de continuation excédants, au nord du côté fondamental  $L^x$ .

Log.  $L^x =$  NUPPI-VAARA—LOHDIZHJOKKI = 14146,6453  $\mp$  0,2922 loises

lg  $L^x = 4,1506534.6 \mp 89,7$ , T. II, p. 96.

Carré de l'erreur moyenne en  $L^x$ ,  $F^x = 17663,0$ .

Ronroi.	Stations.	Angles observés.	Angles sphériques compensés.	Angles plans compensés.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
No. 252.	HALDI . . . . .	42° 58' 61",86	58",99	58",36	4,1506534.6	$\mathcal{S} = 317,5$
	LOHDIZHJOKKI . . .	42 30 17,50	18,31	17,68	4,1467332.9	$\mathcal{O} = 4,126$
	NUPPI-VAARA . . .	94 30 45,58	44,59	43,96	4,3156611.4	$\mathcal{F} = 1310,0$
	Somme	180 0 4,94	1,89	0,00		
		Corr. — 3,05	1,895	Exc.		
No. 253.	BALKIS-OIVI . . . . .	47 11 12,91	12,37	11,30	4,3156611.4	$\mathcal{S} = 1228,2$
	HALDI . . . . .	97 29 44,36	37,36	36,30	4,4464950.5	$\mathcal{O} = 4,126$
	LOHDIZHJOKKI . . .	35 19 12,27	13,47	12,40	4,2122560.0	$\mathcal{F} = 5067,6$
	Somme	180 0 9,54	3,20	0,00		
		Corr. — 6,33	3,205	Exc.		
No. 254.	KAAVEN . . . . .	82 6 39,10	37,23	36,75	4,2122560.0	$\mathcal{S} = 243,1$
	BALKIS-OIVI . . . . .	47 34 9,51	10,32	9,83	4,0844989.6	$\mathcal{O} = 4,126$
	HALDI . . . . .	50 19 15,84	13,91	13,42	4,1026668.9	$\mathcal{F} = 1003,1$
	Somme	180 0 4,45	1,46	0,00		
		Corr. — 2,99	1,461	Exc.		
No. 255.	JEMMELUFT-OIVI . .	41 19 32,68	31,60	31,14	4,1026668.9	$\mathcal{S} = 326,4$
	KAAVEN . . . . .	37 13 19,05	17,50	17,04	4,0645846.6	$\mathcal{O} = 4,126$
	BALKIS-OIVI . . . . .	101 27 13,81	12,28	11,82	4,2741681.2	$\mathcal{F} = 1346,7$
	Somme	180 0 5,54	1,38	0,00		
		Corr. — 4,16	1,381	Exc.		

Renvoi.	Stations	Angles observés	Angles sphériques compensés.	Angles plans compensés.	Log. des côtés.	Quantités auxiliaires.
No. 256.	JEDKI . . . . .	77° 29' 0",46	2",59	1",97	4,2741681.2	$\mathcal{S} = 698,5$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 2882,0$
	JEMMELUFT-OIVI..	67 15 7,73	8,41	7,80	4,2494461.7	
	KAIVEN . . . . .	35 15 51,59	50,84	50,23	4,0460484.2	
	Somme	180 0 — 0,22	1,84	0,00		
		Corr. + 2,06	1,847	Exc.		
No. 257.	TYVEN . . . . .	39 43 2,94	4,09	3,55	4,0460484.2	$\mathcal{S} = 636,7$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 2627,0$
	JEDKI . . . . .	73 38 29,62	30,96	30,41	4,2225980.9	
	JEMMELUFT-OIVI..	66 38 25,66	26,58	26,04	4,2034037.8	
	Somme	180 0 — 1,78	1,63	0,00		
		Corr. + 3,41	1,633	Exc.		
No. 258.	FUGLENAES . . . . .	61 27 23,28	22,79	22,71	4,2034037.8	$\mathcal{S} = 71,9$ $\Omega = 4,126$ $\mathcal{T} = 296,6.$
	JEDKI . . . . .	5 50 36,06	35,89	35,81	3,2674662.2	
	TYVEN . . . . .	112 42 1,68	1,57	1,48	4,2246682.0	
	Somme	120 0 1,02	0,25	0,00		
		Corr. — 0,77	0,261	Exc.		

### § 105. Exactitude des mesures angulaires du Finmarken. Conséquences.

Les tableaux des § 103 et 104 nous présentent, pour les 12 triangles de continuation du Finmarken, 12 écarts entre la somme des trois angles observés et  $180^\circ +$  l'excès. Sa somme de ces écarts faisant 284,0, nous obtenons

le carré de l'erreur moyenne d'un triangle = 23,67

» » » » » d'un angle = 7,89.

Ce chiffre 7,89 est considérablement plus grand que le carré = 4,723 donné pour un angle de la plus courte durée, T. II, p. 111. Mais cette différence doit avoir lieu telle qu'elle s'est présentée; car parmi

les 36 angles des 12 triangles de continuation, il n'y a que 19 angles de la plus courte durée, chacun des autres 17 angles étant obtenu par la réunion de deux ou trois angles de cette espèce; de sorte que la totalité des 36 angles, dans les triangles, ont exigé 55 angles de la plus courte durée. C'est ainsi que nous trouvons, par les écarts des 12 triangles de continuation,

$$\begin{aligned} \text{le carré de l'erreur moyenne d'un angle de la plus courte durée} &= \frac{284,0}{55} = 5,164, \\ \text{l'erreur moyenne} \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright &= 2,272 \\ \text{l'erreur probable} \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright \quad \triangleright &= 1,533. \end{aligned}$$

Cette erreur de 1,533 est suffisamment voisine de l'autre 1,466, trouvée T. II, p. 111.

Il s'agissait encore de fixer le  $\Omega$  à attribuer aux 12 triangles de continuation. Cette quantité est indispensable pour le calcul de compensation, relatif à la totalité des bases, et dont l'analyse a été donnée chap. XI, T. I, p. 157 et suiv. Il est clair, que le  $\Omega$  doit être ici bien plus petit que 7,89, trouvé par les écarts des angles observés; car les angles employés sont, par l'abondance des données, des angles déjà compensés, donc d'une exactitude plus élevée. Si un angle qui appartient à un des triangles de continuation, est le résultat de la combinaison, soit par addition soit par soustraction, de  $n$  angles de la plus courte durée, observés  $a, b, c, \dots$  fois, le poids d'un tel angle sera  $\frac{abc}{ab+ac+bc}$ . Par cette voie, le poids de chaque angle de continuation observé peut être évalué. Nous avons p. e., dans le triangle No. 250, l'angle  $\mathfrak{Q} - \mathfrak{R}$  sur AVJO-VAARA =  $\mathfrak{Q}$ , déterminé, T. II, p. 111, par  $\mathfrak{Q} - \mathfrak{M}$  observé 12 fois,  $\mathfrak{M} - \mathfrak{R}$  observé 11 fois, et par deux observations de l'angle total  $\mathfrak{Q} - \mathfrak{R}$ . Par conséquent le poids de l'angle  $\mathfrak{Q} - \mathfrak{R}$  observé =  $80^\circ 18' 45,99$  est égal à  $\frac{12 \cdot 11}{12+11} + 2 = 7,7$ . Par cette voie, la somme des poids primitifs, pour les 36 angles observés des 12 triangles de continuation, a été trouvée 329,9, ou en moyenne 9,16 pour un angle, et à ce poids correspond le carré de l'erreur moyenne 7,89. Considérant maintenant que les angles compensés des mêmes 12 triangles reposent sur une totalité de 683 observations d'angles de la plus courte durée, et que par ces observations non pas 12 points, mais 13 points ont été déterminés, le treizième étant HAAJEN, j'ai pris

$$\Omega = 7,89 \cdot \frac{329,9}{683} \cdot \frac{13}{12} = 4,126.$$

Quoique cette déduction de  $\Omega$  ne soit pas de toute rigueur, elle est cependant plus que suffisamment exacte pour l'emploi que nous faisons de  $\Omega$ , vu que l'effet de la compensation entre deux côtés fondamentaux reste sensiblement le même, pour des poids un peu altérés des angles, dans les triangles qui en produisent la jonction.

Comparons encore les  $U^2$  et les  $W^2$  de l'arc septentrional, comme nous l'avons fait dans l'arc méridional, T. I, p. 155. Nous avons :

	Entre les bases	Carré effectif $U^2$ .	Carré attendu $W^2$ .
T. II, p. 45.	d'ÉLIMÄ et d'ULEABORG.....	$(U''''')^2 = 121$	$\Sigma''''' = 18409$
T. II, p. 94.	d'ULEABORG et d'ÖFVER-TORNEA....	$(U''''')^2 = 20996$	$\Sigma''''' = 16323$
T. II, p. 114.	d'ÖFVER-TORNEA et d'ALTEN.....	$(U''''')^2 = 17371$	$\Sigma''''' = 45346$
		Somme 38488	80078

Donc en moyenne :

$$\frac{U^2}{W^2} = \frac{38488}{80078} = 0,481 ; \quad \frac{U}{W} = 0,693.$$

Ces deux chiffres sont au-dessous de l'unité, comme les chiffres correspondants, relatifs à l'arc méridional, T. I, p. 156.

Si nous réunissons les 8 comparaisons que fournissent les deux grands arcs, nous parvenons aux chiffres suivants :

$$[U^2] = 113282 ; \quad [W^2] = 168323$$

$$\frac{[U^2]}{[W^2]} = \frac{113282}{168323} = 0,673 , \quad \frac{U}{W} = 0,820.$$

Cette valeur moyenne  $\frac{U}{W} < 1$ , obtenue pour l'opération totale entre le Danube et la Mer Glaciale, met le calcul de cette opération entièrement à l'abri du soupçon, que l'exactitude effective des mesures angulaires, dans les différentes opérations partielles, ait été inférieure à celle qui a été supposée.



## CHAPITRE XIV.

CALCUL DE COMPENSATION, POUR LES 89 TRIANGLES PRINCIPAUX No. 163 à No. 251.  
EN DÉPENDANCE DES QUATRE CÔTÉS FONDAMENTAUX  $L^{VII}$  A  $L^X$ .

(Voyez Section I, chapitres XI et XII, T. I, p. 157 à 189.)

### § 106. Formation et résolution des trois équations finales qui déterminent les coefficients indéterminés $x^{VII}$ , $x^{VIII}$ , $x^{IX}$ .

Les quantités  $U$ ,  $F$ ,  $\Sigma$  sont données dans les chapitres précédents. Nous avons dans notre arc un seul triangle-coin, contigu au côté fondamental  $L^{IX}$ , et pour ce triangle il se trouve  $\mathfrak{F}_9 = -322,4$ . C'est ainsi que se forme

*le tableau des quantités numériques des trois équations.*

T. II, p. 45, $U^{VII} = -11,0$ » 94, $U^{VIII} = -144,9$ » 114, $U^{IX} = -131,8$	T. II, p. 28, $F^{VII} = 1337,3$ » 32, $F^{VIII} = 1309,7$ » 79, $F^{IX} = 3555,4$ » 106, $F^X = 17663,0$	T. II, p. 45, $\Sigma^{VII} = 18409,3$ » 94, $\Sigma^{VIII} = 16323,4$ » 114, $\Sigma^{IX} = 45346,0$	<table style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><math>\mathfrak{F}_7 = 0,0</math></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><math>\mathfrak{F}_8 = 0,0</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>-(\mathfrak{F}_8 + F^{VIII}) = -1309,7</math></td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;"><math>\mathfrak{F}_9 = -322,4</math></td> <td style="padding: 5px;"><math>-(\mathfrak{F}_9 + F^{IX}) = -3233,0</math></td> </tr> </table>	$\mathfrak{F}_7 = 0,0$		$\mathfrak{F}_8 = 0,0$	$-(\mathfrak{F}_8 + F^{VIII}) = -1309,7$	$\mathfrak{F}_9 = -322,4$	$-(\mathfrak{F}_9 + F^{IX}) = -3233,0$
$\mathfrak{F}_7 = 0,0$									
$\mathfrak{F}_8 = 0,0$	$-(\mathfrak{F}_8 + F^{VIII}) = -1309,7$								
$\mathfrak{F}_9 = -322,4$	$-(\mathfrak{F}_9 + F^{IX}) = -3233,0$								

De ces chiffres les trois équations finales, qui déterminent  $x^{VII}$  à  $x^{IX}$ , se composent ainsi :

## équations finales.

$$\begin{aligned}
 &+ 18409x^{VII} - 1309,7x^{VIII} = - 11,0 \\
 - 1309,7x^{VIII} &+ 16323x^{IX} - 3233,0x^{IX} = - 144,9 \\
 - 3233,0x^{VIII} &+ 45346x^{IX} = - 131,8.
 \end{aligned}$$

L'élimination conduit aux valeurs suivantes :

$$\begin{array}{ll}
 x^{VII} = - 0,0012871 & \lg x^{VII} = 7,10961n \\
 x^{VIII} = - 0,0096930 & \lg x^{VIII} = 7,98646n \\
 x^{IX} = - 0,0035975 & \lg x^{IX} = 7,55600n \\
 \\ 
 x^{VII} - x^{VI} = - 0,0012871 & \lg(x^{VII} - x^{VI}) = 7,10961n \\
 x^{VIII} - x^{VII} = - 0,0084059 & \lg(x^{VIII} - x^{VII}) = 7,92458n \\
 x^{IX} - x^{VIII} = + 0,0060955 & \lg(x^{IX} - x^{VIII}) = 7,78501 \\
 x^X - x^{IX} = + 0,0035975 & \lg(x^X - x^{IX}) = 7,55600.
 \end{array}$$

## § 107. Bases et côtés fondamentaux, compensés.

Les valeurs trouvées  $x^{VII}$  à  $x^{IX}$  conduisent maintenant aux valeurs compensées des bases  $K^{VII} \dots K^X$  et des côtés fondamentaux  $L^{VII} \dots L^X$ . Voir T. I, p. 168. Nous avons, T. II, p. 19, les  $K^{VII} \dots K^X$  et les carrés des erreurs moyennes  $E^{VII} \dots E^X$ . Donc

$$\begin{array}{l}
 E^{VII} = 27,1 \quad \left| \begin{array}{l} d \lg K^{VII} = - 0,04 \\ E^{VIII} = 26,7 \quad \left| \begin{array}{l} d \lg K^{VIII} = - 0,22 \\ E^{IX} = 22,8 \quad \left| \begin{array}{l} d \lg K^{IX} = + 0,14 \\ E^X = 27,1 \quad \left| \begin{array}{l} d \lg K^X = + 0,10 \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \left| \begin{array}{l} \lg \bar{K}^{VII} = 3,1299300.78 \\ \lg \bar{K}^{VIII} = 3,1776280.86 \\ \lg \bar{K}^{IX} = 3,1817974.96 \\ \lg \bar{K}^X = 3,0624856.98 \end{array} \right. \left| \begin{array}{l} dK^{VII} = - 0,01\mu = - 0,00001 \text{ toise} \\ dK^{VIII} = - 0,05\mu = - 0,00008 \text{ »} \\ dK^{IX} = + 0,03\mu = + 0,00005 \text{ »} \\ dK^X = + 0,02\mu = + 0,00003 \text{ »} \end{array} \right.
 \end{array}$$

Les corrections  $dK$  s'élevant tout au plus à  $\frac{1}{15}$  de l'erreur probable inhérente à la longueur définitive de chaque base. D'où suit que nous aurions pu, en plus forte raison encore que dans l'arc méridional, regarder les bases comme parfaitement exactes, sans porter préjudice sensible au calcul de compensation.

Les  $L$  et  $F$  nous conduisent aux résultats que voici.

$$\begin{array}{lll}
 \text{T. II, p. } 28, & F^{VII} = 1337,3 & d \lg L^{VII} = - 1,72 & \lg \bar{L}^{VII} = 3,9686809.5 \\
 \text{» » » } 32, & F^{VIII} = 1309,7 & d \lg L^{VIII} = - 11,01 & \lg \bar{L}^{VIII} = 3,9537114.6 \\
 \text{» » » } 79, & F^{IX} = 3555,4 & d \lg L^{IX} = + 21,67 & \lg \bar{L}^{IX} = 4,1545740.5 \\
 \text{» » » } 106, & F^X = 17663,0 & d \lg L^X = + 63,54 & \lg \bar{L}^X = 4,1506598.1.
 \end{array}$$

§ 108. Compensation des triangles principaux des tableaux § 83, § 84 et 97.  
§ 98 et 103.

(Voir Sect. I, § 47, T. I, p. 169 et suivantes.)

1. Calcul de compensation pour les triangles entre  $L'''$  et  $L''''$ . T. II, p. 36 à 45.

$$x''' = - 0,0012871.$$

Triangles.	$\Omega$ .	$\xi''' = \frac{1}{3}\Omega x''''$ .
K. n. 1 à 14	0,762	- 0,0003269
15 à 17	0,623	- 0,0002673
18 à 20	0,762	- 0,0003269
21 à 22	0,623	- 0,0002673
23 à 54	0,762	- 0,0003269.

Triangle.	$\begin{matrix} \gamma \\ \alpha \\ \beta. \end{matrix}$	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés
K. n. 1. No. 163. p. 36.	12,41	- 32,47 $\xi''' = + 0,011$		59° 29' 49,051	3,9686809.5
	17,37	+ 4,76	- 0,002	50 28 48,608	3,9206562.8
	7,65	+ 27,71	- 0,009	70 1 22,341	4,0064230.6
K. n. 2. No. 164. p. 36.	- 0,37	- 0,16	+ 0,000	91 1 22,380	4,0064230.6
	868,20	- 1,27	+ 0,000	1 23 22,350	2,3911986.4
	0,90	+ 1,43	- 0,000	87 35 15,270	4,0061071.8
K. n. 3. No. 165. p. 36.	9,22	- 29,40	+ 0,009	66 20 51,799	4,0061071.8
	16,97	- 1,74	+ 0,001	51 8 38,721	3,9355978.1
	10,96	+ 31,14	- 0,010	62 30 29,480	3,9921743.1
K. n. 4. No. 166. p. 36.	- 1,35	- 16,63	+ 0,005	93 40 26,785	3,9921743.1
	26,10	- 20,68	+ 0,007	38 53 15,177	3,7908849.5
	19,33	+ 37,31	- 0,012	47 26 18,038	3,8602700.4
K. n. 5. No. 167. p. 36.	9,38	- 34,86	+ 0,011	65 59 46,931	3,8602700.4
	11,48	- 6,72	+ 0,002	61 24 16,512	3,8430571.7
	16,10	+ 41,58	- 0,013	52 35 56,557	3,7995938.0

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. B. 6. No. 168. p. 37.	28,59 34,44 — 8,59	— 48,59 $\xi''' = + 0,016$ + 37,18 + 11,41	 — 0,012 — 0,004	36° 22' 20,096 31 26 14,668 112 11 25,236	3,7995938.0 3,7438278.6 3,9930981.1
K. B. 7. No. 169. p. 37.	23,72 7,25 8,77	— 56,21 + 14,95 + 41,26	+ 0,018 — 0,005 — 0,013	41 35 35,298 71 1 7,365 67 23 17,337	3,9930981.1 4,1467557.5 4,1363001.0
K. B. 8. No. 170. p. 37.	1,39 20,21 19,23	— 22,01 — 17,84 + 39,85	+ 0,007 + 0,006 — 0,013	86 14 35,317 46 10 20,826 47 35 3,857	4,1363001.0 3,9954270.0 4,0054506.0
K. B. 9. No. 171. p. 37.	5,55 27,62 8,75	— 19,85 — 3,20 + 23,05	+ 0,006 + 0,001 — 0,007	75 13 53,706 37 19 14,241 67 26 52,053	4,0054506.0 3,8027097.2 3,9854915.1
K. B. 10. No. 172. p. 37.	15,35 3,23 21,19	— 51,89 — 5,84 + 57,73	+ 0,017 + 0,002 — 0,019	53 54 2,527 81 16 10,752 44 49 46,721	3,9854915.1 4,0730204.5 3,9262716.4
K. B. 11. No. 173. p. 37.	23,93 9,41 6,55	— 54,41 + 17,38 + 37,03	+ 0,018 — 0,006 — 0,012	41 20 23,958 65 55 45,874 72 43 50,168	3,9262716.4 4,0668734.1 4,0863485.6
K. B. 12. No. 174. p. 38.	14,63 6,62 16,31	— 45,57 — 1,68 + 47,25	+ 0,015 + 0,000 — 0,015	55 12 2,415 72 33 24,490 52 14 33,095	4,0863485.6 4,1514779.8 4,0698850.8
K. B. 13. No. 175. p. 38.	20,13 14,09 4,67	— 44,93 + 15,46 + 29,47	+ 0,015 — 0,005 — 0,010	46 17 39,895 56 12 8,305 77 30 11,800	4,0698850.8 4,1304116.2 4,2003940.0
K. B. 14. No. 176. p. 38.	— 1,22 24,63 20,22	— 17,78 — 21,44 + 39,22	+ 0,006 + 0,007 — 0,013	93 18 35,526 40 31 26,047 46 9 58,427	4,2003940.0 4,0138754.6 4,0592664.0

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. B. 15. No. 177. p. 38.	— 0,30 27,12 16,83	— 16,23 $\xi'''$ — 17,13 + 33,36	= + 0,004 + 0,005 — 0,009	90° 48' 34",104 37 49 43,365 51 21 42,531	4,0592664.0 3,8469848.0 3,9520188.1
K. B. 16. No. 178. p. 38.	16,55 8,40 12,19	— 45,29 + 4,36 + 40,93	+ 0,012 — 0,001 — 0,011	51 49 45,062 68 14 55,799 59 55 19,139	3,9520188.1 4,0244245.5 3,9936900.8
K. B. 17. No. 179. p. 38.	25,48 20,20 — 1,55	— 49,41 + 27,03 + 22,38	+ 0,013 — 0,007 — 0,006	39 34 37,953 46 11 35,403 94 13 46,644	3,9936900.8 4,0478139.0 4,1882861.6
K. B. 18. No. 180. p. 39.	— 0,25 39,59 11,51	— 11,01 — 11,76 + 22,77	+ 0,003 + 0,004 — 0,007	90 39 12,453 28 0 35,534 61 20 12,013	4,1882861.6 3,8600643.9 4,1315384.2
K. B. 19. No. 181. p. 39.	13,28 12,56 10,69	— 37,25 + 2,59 + 34,66	+ 0,012 — 0,001 — 0,011	57 45 0,262 59 10 46,149 63 4 13,589	4,1315384.2 4,1381876.6 4,1544600.3
K. B. 20. No. 182. p. 39.	13,78 1,84 26,76	— 54,32 — 12,98 + 67,30	+ 0,018 + 0,004 — 0,022	56 47 2,258 85 1 0,724 38 11 57,018	4,1544600.3 4,2302918.4 4,0232038.2
K. B. 21. No. 183. p. 39.	15,83 18,42 4,43	— 36,09 + 11,40 + 24,69	+ 0,009 — 0,003 — 0,006	53 3 56,319 48 49 5,607 78 6 58,074	4,0232038.2 3,9970590.0 4,1110712.5
K. B. 22. No. 184. p. 39.	7,89 110,28 — 3,61	— 12,17 + 11,50 + 0,67	+ 0,003 — 0,003 — 0,000	69 27 39,753 10 48 37,557 99 43 42,690	4,1110712.5 3,4127347.7 4,1333034.4
K. B. 23. No. 185. p. 39.	15,70 18,89 4,25	— 35,65 + 11,45 + 24,20	+ 0,012 — 0,004 — 0,008	53 17 34,662 48 6 33,366 78 35 51,972	4,1333034.4 4,1011081.7 4,2206331.7

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. B. 24. No. 186. p. 40.	6,55 8,53 25,70	— 38,80 $\xi'''$ = — 19,15 + 57,95	+ 0,013 + 0,006 — 0,019	72° 43' 52,573 67 56 18,286 39 19 49,141	4,2206331.7 4,2076417.8 4,0426103.9
K. B. 25. No. 187. p. 40.	24,09 32,45 — 5,98	— 42,20 + 30,07 + 12,13	+ 0,014 — 0,010 — 0,004	41 9 49,814 32 58 10,210 105 51 59,976	4,0426103.9 3,9599955.5 4,2073731.7
K. B. 26. No. 188, p. 40.	7,92 14,22 14,94	— 30,78 — 7,02 + 37,80	+ 0,010 + 0,002 — 0,012	69 23 36,010 55 57 35,062 54 38 48,928	4,2073731.7 4,1544568.5 4,1475669.5
K. B. 27. No. 189. p. 40.	8,14 17,72 11,57	— 27,85 — 3,43 + 31,28	+ 0,009 + 0,001 — 0,010	68 52 5,299 49 55 50,251 61 12 4,450	4,1475669.5 4,0616123.7 4,1204615.1
K. B. 28. No. 190. p. 40.	15,87 24,44 1,38	— 33,12 + 14,49 + 18,63	+ 0,011 — 0,005 — 0,006	52 59 32,651 40 44 58,975 86 15 28,374	4,1204615.1 4,0329071.1 4,2172293.0
K. B. 29. No. 191. p. 40.	11,52 25,76 3,93	— 26,97 + 7,59 + 19,38	+ 0,009 — 0,003 — 0,006	61 18 21,149 39 15 44,787 79 25 54,064	4,2172293.0 4,0754498.1 4,2667027.7
K. B. 30. No. 192. p. 41.	12,74 6,91 18,10	— 43,58 — 5,36 + 48,94	+ 0,014 + 0,002 — 0,016	58 49 41,484 71 50 57,162 49 19 21,354	4,2667027.7 4,3122556.5 4,2143157.7
K. B. 31. No. 193. p. 41.	20,96 18,77 1,25	— 43,17 + 19,71 + 23,46	+ 0,014 — 0,006 — 0,008	45 7 28,244 48 17 33,454 86 34 58,302	4,2143157.7 4,2369494.2 4,3631161.9
K. B. 32. No. 194. p. 41.	10,79 8,25 18,60	— 40,18 — 7,81 + 47,99	+ 0,013 + 0,003 — 0,016	62 51 21,533 68 36 3,823 48 32 34,644	4,3631161.9 4,3827721.2 4,2885372.8

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. B. 33. No. 195. p. 41.	9,87 19,71 8,41	— 28,15 <sup>6</sup> / <sub>1000</sub> = + 0,009 + 1,46 — 0,000 + 26,69 — 0,009		64° 53' 11,879 46 53 23,810 68 13 24,311	4,2885372.8 4,1950113.4 4,2995095.5
K. B. 34. No. 196. p. 41.	6,40 10,56 22,14	— 34,94 + 0,011 — 15,74 + 0,005 + 50,68 — 0,016		73 5 31,431 63 21 0,915 43 33 27,654	4,2995095.5 4,2699239.0 4,1569729.3
K. B. 35. No. 197. p. 41.	14,91 — 4,03 46,24	— 76,06 + 0,025 — 31,33 + 0,010 + 107,39 — 0,035		54 41 10,355 100 49 48,460 24 29 1,185	4,1569729.3 4,2374785.2 3,8627387.5
K. B. 36. No. 198. p. 42.	28,47 — 1,97 18,82	— 75,76 + 0,025 + 9,65 — 0,003 + 66,11 — 0,022		36 29 1,355 95 18 9,817 48 12 48,828	3,8627387.5 4,0866553.9 3,9610436.3
K. B. 37. No. 199. p. 42.	13,45 11,95 11,12	— 38,02 + 0,012 + 2,33 — 0,001 + 35,69 — 0,011		57 25 51,402 60 25 6,089 62 9 2,509	3,9610436.3 3,9746944.7 3,9818887.3
K. B. 38. No. 200. p. 42.	25,76 22,43 — 2,78	— 48,74 + 0,016 + 28,54 — 0,009 + 20,20 — 0,007		39 15 43,646 43 11 42,121 97 32 34,233	3,9818887.3 4,0159380.1 4,1768004.8
K. B. 39. No. 201. p. 42.	1,40 21,67 17,89	— 20,69 + 0,007 — 16,49 + 0,005 + 37,18 — 0,012		86 11 4,457 44 10 26,725 49 38 28,818	4,1768004.8 4,0208977.2 4,0597224.0
K. B. 40. No. 202. p. 42.	5,23 16,20 16,73	— 27,19 + 0,009 — 11,50 + 0,004 + 38,69 — 0,013		76 3 9,789 52 25 2,574 51 31 47,637	4,0597224.0 3,9717042.5 3,9664434.1
K. B. 41. No. 203. p. 42.	29,08 25,46 — 5,45	— 52,71 + 0,017 + 34,53 — 0,011 + 18,18 — 0,006		35 54 4,037 39 35 45,009 104 30 10,954	3,9664434.1 4,0026484.3 4,1841938.3

Triangle.	$\frac{\gamma}{\alpha}$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plus compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. B. 42. No. 204. p. 43.	24,75 6,91 8,61	— 58,11 $\xi'''$ + 16,14 + 41,97	= + 0,019 — 0,005 — 0,014	40° 23' 47,339 71 50 22,805 67 45 49,856	4,1841938.3 4,3503793.4 4,3390081.5
K. B. 43. No. 205. p. 43.	— 5,70 37,98 20,43	— 9,03 — 26,13 + 35,16	+ 0,003 + 0,008 — 0,011	105 8 25,653 29 0 15,778 45 51 18,569	4,3390081.5 4,0399822.0 4,2102222.4
K. B. 44. No. 206. p. 43.	9,78 19,06 8,91	— 28,47 + 0,87 + 27,60	+ 0,009 — 0,000 — 0,009	65 5 32,839 47 50 13,910 67 4 13,251	4,2102222.4 4,1225795.3 4,2168724.2
K. B. 45. No. 207. p. 43.	9,98 16,27 10,71	— 30,67 — 0,73 + 31,40	+ 0,010 + 0,000 — 0,010	64 38 47,880 52 18 20,200 63 2 51,920	4,2168724.2 4,1591877.8 4,2109208.6
K. B. 46. No. 208. p. 43.	12,66 14,09 9,91	— 35,23 + 2,75 + 32,48	+ 0,011 — 0,001 — 0,010	58 59 33,711 56 12 59,219 64 47 27,070	4,2109208.6 4,1975648.6 4,2344215.0
K. B. 47. No. 209. p. 43.	25,35 3,62 12,13	— 62,83 + 13,22 + 49,61	+ 0,020 — 0,004 — 0,016	39 42 5,670 80 14 7,936 60 3 46,394	4,2344215.0 4,4227266.0 4,3668696.0
K. B. 48. No. 210. p. 44.	— 4,20 38,74 17,55	— 9,15 — 21,75 + 30,90	+ 0,003 + 0,007 — 0,010	101 17 16,803 28 31 39,777 50 11 3,420	4,3668696.0 4,0544026.5 4,2607752.8
K. B. 49. No. 211. p. 44.	— 6,70 63,68 15,27	— 1,87 — 21,97 + 23,84	+ 0,001 + 0,007 — 0,008	107 39 27,651 18 17 49,237 54 2 43,112	4,2607752.8 3,7785851.2 4,1899414.0
K. B. 50. No. 212. p. 44.	10,34 20,15 7,70	— 28,38 + 2,64 + 25,74	+ 0,009 — 0,001 — 0,008	63 50 33,759 46 15 3,039 69 54 23,202	4,1899414.0 4,0956269.2 4,2095918.0



Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. B. 51. No. 213. p. 44.	8,50 2,05 40,35	— 57,355 <sup>'''</sup> = + 0,019 — 31,85 + 0,010 + 89,20 — 0,029		68° 1' 7,739 84 25 51,160 27 33 1,101	4,2095918.0 4,2403135.7 3,9075056.4
K. B. 52. No. 214. p. 44.	21,62 18,23 1,23	— 44,47 + 0,014 + 20,39 — 0,006 + 24,08 — 0,008		44 14 57,874 49 6 51,584 86 38 10,542	3,9075056.4 3,9423168.7 4,0630363.7
K. B. 53. No. 215. p. 44.	— 1,03 18,14 27,02	— 24,96 + 0,008 — 28,05 + 0,009 + 53,01 — 0,017		92 48 42,258 49 15 28,369 37 55 49,373	4,0630363.7 3,9430308.6 3,8522252.0
K. B. 54. No. 216. p. 45.	19,56 9,76 8,61	— 47,73 + 0,016 + 10,95 — 0,004 + 36,78 — 0,012		47 6 56,116 65 7 24,786 67 45 39,098	3,8522252.0 3,9449935.6 3,9537114.6

2. Calcul de compensation pour les triangles entre  $L^{VIII}$  et  $L^{IX}$ . T. II, p. 46, 47 et p. 93, 94.

$$x^{VIII} = - 0,0096930 \quad x^{IX} = - 0,0035975.$$

Triangles.	$\Omega$ .	$\xi^{VIII} = \frac{1}{3}\Omega x^{VIII}$ .	$\xi^{IX} = \frac{1}{3}\Omega x^{IX}$ .
1 à 7	0,762	- 0,002462	
8	0,653	- 0,002110	
9	0,508	- 0,001641	
10 à 14	1,564	- 0,005053	- 0,001875.

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. c. 1. No. 217. p. 46.	28,99 12,58 1,90	- 59,88 + 27,09 + 32,79	$\xi^{VIII} = + 0,147$ - 0,066 - 0,081	35° 59' 25,697 59 8 29,294 84 52 5,009	3,9537114.6 4,1183003.2 4,1828478.4
K. c. 2. No. 218. p. 46.	18,79 16,43 3,82	- 41,40 + 14,97 + 26,43	+ 0,102 - 0,037 - 0,065	48 15 10,662 52 2 14,953 79 42 34,385	4,1828478.4 4,2068096.0 4,3030131.0
K. c. 3. No. 219. p. 46.	- 7,00 27,63 30,88	- 16,88 - 37,88 + 54,76	+ 0,042 + 0,093 - 0,135	108 23 43,972 37 18 27,033 34 17 48,995	4,3030131.0 4,1083313.7 4,0766723.7
K. c. 4. No. 220. p. 46.	25,67 3,00 12,77	- 64,11 + 12,90 + 51,21	+ 0,158 - 0,032 - 0,126	39 21 20,878 81 53 5,698 58 45 33,424	4,0766723.7 4,2701204.9 4,2064552.4
K. c. 5. No. 221. p. 46.	- 5,05 25,83 27,62	- 17,52 - 32,67 + 50,19	+ 0,043 + 0,081 - 0,124	103 28 43,143 39 11 44,391 37 19 32,466	4,2064552.4 4,0192818.2 4,0013046.7
K. c. 6. No. 222. p. 47.	54,96 - 1,94 10,38	- 120,30 + 44,58 + 75,72	+ 0,296 - 0,110 - 0,186	20 57 37,806 95 16 50,510 63 45 31,684	4,0013046.7 4,4459090.3 4,4005199.2

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
K. c. 7. No. 223. p. 47.	— 6,38 24,03 33,80	— 21,04 $\xi'''$ — 40,18 + 61,22	$= + 0,052$ $+ 0,099$ $- 0,151$	106° 51' 17",112 41 13 23,669 31 55 19,219	4,4005199.2 4,2384704.0 4,1428506.4
K. c. 8. No. 224. p. 47.	21,81 24,13 — 1,82	— 41,80 + 23,63 + 18,17	+ 0,088 — 0,050 — 0,038	43 59 14,558 41 6 0,390 94 54 45,052	4,1428506.4 4,1189927.5 4,2995801.7
K. c. 9. No. 225. p. 47.	17,99 0,85 22,73	— 58,71 — 4,74 + 63,45	+ 0,096 + 0,008 — 0,104	49 29 50,426 87 41 35,068 42 48 34,506	4,2995801.7 4,4181998.1 4,2507822.7
K. c. 10. No. 226. p. 93.	— 7,97 25,69 36,61	— 20,67 — 44,58 + 65,25	+ 0,104 + 0,225 — 0,329	110 44 55,784 39 20 33,945 29 54 30,271	4,2507822.7 4,0819651.5 3,9776698.0
K. c. 11. No. 227. p. 93.	22,05 3,55 14,26	— 58,36 + 7,79 + 50,57	+ 0,295 — 0,040 — 0,255	43 40 16,685 80 25 59,290 55 53 44,025	3,9776698.0 4,1324109.8 4,0565326.3
K. c. 12. No. 228. p. 93.	28,98 — 3,80 21,99	— 79,95 + 6,99 + 72,96	+ 0,404 — 0,035 — 0,369	36 0 9,064 100 14 43,865 43 45 7,071	4,0565326.3 4,2803068.8 4,1271036.0
K. c. 13. No. 229. p. 94.	— 8,64 28,22 35,09	— 17,81 — 43,73 + 61,54	+ 0,090 + 0,221 — 0,311	112 18 34,700 36 43 20,581 30 58 4,719	4,1271036.0 3,9375497.9 3,8723284.8
K. c. 14. No. 230. p. 94.	$\tau = 34,57$ $\sigma = 15,46$ $\rho = -1,81$	$\left\{ \begin{array}{l} - 67,33 \xi''' \\ - 17,27 \xi^{IV} \end{array} \right\} = + 0,372$ $\left\{ \begin{array}{l} + 36,38 \xi''' \\ + 29,11 \xi^{IV} \end{array} \right\} = - 0,238$ $\left\{ \begin{array}{l} + 30,95 \xi''' \\ - 11,84 \xi^{IV} \end{array} \right\} = - 0,134$		31 20 33,642 53 42 34,432 94 56 51,926	3,8723284.8 4,0625449.8 4,1545740.5

3. Calcul de compensation pour les triangles entre  $L^{IX}$  et  $L^X$ . T. II, p. 95 à 97 et p. 113, 114.

$$x^{IX} = - 0,0035975.$$

Triangles.	$\Omega$ .	$\xi^{IX} = \frac{1}{3}\Omega x^{IX}$ .
L. B. 1 à 17	1,564	- 0,001875
18 à 22	4,126	- 0,004948.

Triangle.	$\frac{\gamma}{\alpha \beta}$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
L. B. 1. p. 95. = K. c. 14.				94° 56' 51",926 31 20 33,642 53 42 34,432	4,1545740.5 3,8723284.8 4,0625449.8
L. B. 2. No. 231. p. 95.	- 1,25 27,53 18,18	- 15,68 $\xi^{IX}$ = + 0",029 - 19,43 + 35,11	+ 0,037 - 0,066	93 23 42,729 37 24 29,267 49 11 48,004	4,0625449.8 3,8468460.8 3,9423791.6
L. B. 3. No. 232. p. 95.	24,89 0,80 16,49	- 66,27 + 8,40 + 57,87	+ 0,124 - 0,016 - 0,108	40 13 56,064 87 49 51,554 51 56 12,382	3,9423791.6 4,1319111.6 4,0283797.2
L. B. 4. No. 233. p. 95.	35,15 14,46 - 1,30	- 69,00 + 36,45 + 32,55	+ 0,129 - 0,068 - 0,061	30 55 48,149 55 31 39,612 93 32 32,239	4,0283797.2 4,2335618.5 4,3165935.7
L. B. 5. No. 234. p. 95.	9,17 10,66 17,43	- 35,77 - 8,26 + 44,03	+ 0,067 + 0,016 - 0,083	66 27 57,997 63 9 46,826 50 22 15,177	4,3165935.7 4,3048157.8 4,2409050.0
L. B. 6. No. 235. p. 96.	8,02 22,04 8,87	- 24,91 - 0,85 + 25,76	+ 0,047 + 0,001 - 0,048	69 9 7,517 43 41 32,551 67 9 19,932	4,2409050.0 4,1096560.9 4,2348371.2
L. B. 7. No. 236. p. 96.	11,80 9,91 15,02	- 38,62 - 3,22 + 41,84	+ 0,072 + 0,006 - 0,078	60 43 19,102 64 47 4,846 54 29 36,052	4,2348371.2 4,2507036.5 4,2048427.8

Triangle.	$\frac{\gamma}{\alpha}$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
L. B. 8. No. 237. p. 96.	21,37 6,51 10,92	— 53,66 $\xi$ ' <sup>11</sup> + 10,45 + 43,21	= + 0,101 — 0,020 — 0,081	44° 34' 57,791 72 49 55,450 62 35 6,759	4,2048427.8 4,3387489.5 4,3068083.7
L. B. 9. No. 238. p. 96.	4,67 16,95 16,83	— 26,17 — 12,16 + 38,33	+ 0,049 + 0,023 — 0,072	77 29 14,929 51 9 9,693 51 21 35,378	4,3068083.7 4,2086851.9 4,2099450.2
L. B. 10. No. 239. p. 96.	27,55 16,40 — 0,19	— 54,91 + 27,74 + 27,17	+ 0,103 — 0,052 — 0,051	37 23 3,843 52 5 48,958 90 31 7,199	4,2099450.2 4,3237473.9 4,4266243.6
L. B. 11. No. 240. p. 96.	6,88 16,73 13,91	— 27,67 — 7,03 + 34,70	+ 0,052 + 0,013 — 0,065	71 54 22,542 51 31 44,303 56 33 53,155	4,4266243.6 4,3423685.6 4,3700807.0
L. B. 12. No. 241. p. 97.	16,85 28,80 — 0,90	— 32,80 + 17,75 + 15,05	+ 0,061 — 0,033 — 0,028	51 19 42,151 36 10 58,087 92 29 19,762	4,3700807.0 4,2486937.1 4,4771643.8
L. B. 13. No. 242. p. 97.	— 4,73 23,74 29,24	— 19,78 — 33,97 + 53,75	+ 0,037 + 0,064 — 0,101	102 39 17,867 41 34 45,124 35 45 57,009	4,4771643.8 4,3097871.1 4,2546100.4
L. B. 14. No. 243. p. 97.	24,70 12,36 3,72	— 53,12 + 20,98 + 32,14	+ 0,099 — 0,039 — 0,060	40 26 6,869 59 35 22,951 79 58 30,180	4,2546100.4 4,3783612.1 4,4359590.4
L. B. 15. No. 244. p. 97.	6,26 11,53 20,87	— 33,39 — 14,61 + 48,00	+ 0,063 + 0,027 — 0,090	73 26 54,823 61 17 16,237 45 15 48,940	4,4359590.4 4,3973592.4 4,3058116.2
L. B. 16. No. 245. p. 97.	16,52 9,84 10,65	— 43,69 + 5,87 + 37,82	+ 0,082 — 0,011 — 0,071	51 53 13,092 64 56 27,639 63 10 19,269	4,3058116.2 4,3670171.2 4,3604929.8

Triangle.	$\gamma$ $\alpha$ $\beta$ .	Corrections des angles.		Angles plans compensés.	Logarithmes compensés des côtés.
L. B. 17. No. 246. p. 97.	— 9,25 28,91 36,14	— 17,64 <sup>ex</sup> — 45,39 + 63,03	= + 0,033 + 0,085 — 0,118	113° 42' 39,693 36 3 53,895 30 13 26,412	4,3604929.8 4,1686899.0 4,1006918.8
L. B. 18. No. 247. p. 113.	32,09 36,00 — 10,46	— 53,72 + 42,55 + 11,17	+ 0,266 — 0,211 — 0,055	33 16 26,966 30 19 9,489 116 24 23,545	4,1006918.8 4,0645350.6 4,3135434.5
L. B. 19. No. 248. p. 113.	12,20 — 0,50 38,38	— 62,78 — 26,18 + 88,96	+ 0,311 + 0,129 — 0,440	59 54 19,771 91 20 50,919 28 44 49,310	4,3135434.5 4,3763071.3 4,0585211.4
L. B. 20. No. 249. p. 113.	30,68 18,41 — 2,47	— 58,89 + 33,15 + 25,74	+ 0,291 — 0,164 — 0,127	34 27 39,931 48 50 45,746 96 41 34,323	4,0585211.4 4,1825852.0 4,3028527.9
L. B. 21. No. 250. p. 113.	12,26 25,18 3,60	— 28,12 + 8,66 + 19,46	+ 0,139 — 0,043 — 0,096	59 47 2,349 39 54 14,547 80 18 43,104	4,3028527.9 4,1734707.4 4,3600334.0
L. B. 22. No. 251. p. 114.	2,23 13,07 27,07	— 31,53 — 24,84 + 56,37	+ 0,156 + 0,123 — 0,279	83 56 11,486 58 10 55,103 37 52 53,411	4,3600334.0 4,2917492.4 4,1506598.1



## CHAPITRE XV.

### TABLEAU DES ANGLES ET DES CÔTÉS DÉFINITIFS, DES 103 TRIANGLES QUI PRODUISENT LA JONCTION ENTRE LES 5 POINTS ASTRONOMIQUES DE L'ARC SEPTENTRIONAL, COMPRIS ENTRE LE GOLFE DE FINLANDE ET LA MER GLACIALE.

(Voir Sect. I, Chap. XIII, T. I, p. 190 à p. 213).

#### § 109.

Entre le terme méridional de cet arc, MÄKI-PÄÄLYS sur l'île de Hogland, et le terme septentrional, FUGLENAES sur l'île de Kval-Ö, il y a 103 triangles de continuation. Les points astronomiques KILPI-MÄKI, TORNEA, STUOR-OIVI et FUGLENAES étant identiques avec les stations trigonométriques, il n'y a pas question de triangles auxiliaires. Le tableau suivant III\* ne contient par conséquent que les 103 triangles de continuation, No. 156 à No. 258. De ce nombre 89 triangles se trouvent dans les tableaux du § 108, et nous n'avons qu'à répéter les chiffres de ce § 108 qui sont relatifs aux distances. Mais, pour avoir les angles sphériques, il faut ajouter, aux angles plans du § 108, le montant de l'excès sphérique pour chaque angle. Tous les excès sphériques sont donnés dans nos tableaux antérieurs. A ces 89 triangles se réunissent les 7 triangles excédants méridionaux que présente le § 82, T. II, p. 34 et 35, et les 7 triangles excédants septentrionaux du § 104, T. II, p. 115 et 116.

Pour parvenir aux angles sphériques définitifs des triangles excédants, nous n'avons qu'à ajouter aux angles plans, § 82 et § 104, les effets de l'excès sphérique. Puis nous avons, pour parvenir aux logarithmes définitifs des côtés de ces triangles,

dans le § 82, à échanger  $\lg L''' = 3,9686811.2$  contre  $\lg \bar{L}''' = 3,9686809.5$ ,

T. II, p. 120, ou à corriger les logarithmes des côtés de — 1.7 ;

dans le § 104, à échanger  $\lg L^V = 4,1506534.6$  contre  $\lg \bar{L}^V = 4,1506598.1$ ,

T. II, p. 120, ou à corriger les logarithmes des côtés de + 63.5 ;

**Tableau H\*, des triangles définitifs**  
**entre**  
**le Golfe de Finlande et la Mer Glaciale.**

Ren voi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 156. T. II, p. 35.	RISTISAARI .....	88° 14' 34",16	4,1924707.4
	SVARTVIRA .....	67 42 17,86	4,1589304.0
	MÄKI-PÄÄLYS .....	24 3 8,86	3,8028790.2
		180 0 0,88	
No. 157. T. II, p. 35.	TUSKAS. ....	49 2 57,16	3,8028790.2
	RISTISAARI .....	47 41 26,06	3,7937253.3
	SVARTVIRA .....	83 15 37,16	3,9217638.7
		180 0 0,38	
No. 158. T. II, p. 35.	KOKKO-VUORI .....	60 15 16,94	3,9217638.7
	TUSKAS. ....	61 16 40,34	3,9261044.4
	RISTISAARI .....	58 28 3,30	3,9137394.1
		180 0 0,58	
No. 159. T. II, p. 35.	STRÖMFORS .....	48 4 35,44	3,9137394.1
	TUSKAS .....	79 56 24,73	4,0354160.9
	KOKKO-VUORI .....	51 59 0,50	3,9385787.7
		180 0 0,67	
No. 160. T. II, p. 34.	LOVISA .....	59 13 40,99	3,9385787.7
	STRÖMFORS .....	76 5 13,17	3,9915473.2
	TUSKAS .....	44 41 6,41	3,8515640.9
		180 0 0,57	
No. 161. T. II, p. 34.	KONSMALM .....	53 5 20,30	3,8515640.9
	STRÖMFORS .....	66 13 36,67	3,9101998.8
	LOVISA .....	60 41 3,51	3,8891923.9
		180 0 0,48	



Ren voi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en loises.
No. 162. T. II, p. 34.	MUSTILA.....	41° 1' 10,50	3,8891923.9
	KORSMALM.....	86 58 7,72	4,0714712.9
	STRÖMFORS.....	52 0 42,47	3,9686809.5
		180 0 0,69	
No. 163. T. II, p. 121.	PORLON I.....	59 29 49,27	3,9686809.5
	MUSTILA.....	50 28 48,85	3,9206562.8
	KORSMALM.....	70 1 22,57	4,0064230.6
		180 0 0,69	
No. 164. T. II, p. 121.	PORLON II.....	91 1 22,39	4,0064230.6
	MUSTILA.....	1 23 22,36	2,3911986.4
	PORLON I.....	87 35 15,28	4,0061071.8
		180 0 0,03	
No. 165. T. II, p. 121.	PERHJENIEMI.....	66 20 52,05	4,0061071.8
	PORLON II.....	51 8 38,97	3,9355978.1
	MUSTILA.....	62 30 29,73	3,9921743.1
		180 0 0,75	
No. 166. T. II, p. 121.	WILLIKKALA.....	93 40 26,93	3,9921743.1
	PERHJENIEMI.....	38 53 15,32	3,7908849.5
	PORLON II.....	47 26 18,18	3,8602700.4
		180 0 0,43	
No. 167. T. II, p. 121.	HUHTMAR.....	65 59 47,06	3,8602700.4
	WILLIKKALA.....	61 24 16,64	3,8430571.7
	PERHJENIEMI.....	52 35 56,68	3,7995938.0
		180 0 0,38	
No. 168. T. II, p. 122.	ÄMMÄNÄURAS.....	36 22 20,20	3,7995938.0
	HUHTMAR.....	31 26 14,77	3,7438278.6
	WILLIKKALA.....	112 11 25,34	3,9930981.1
		180 0 0,31	

Ren voi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 169. T. II, p. 122.	MESSILÄ . . . . .	41° 35' 35,71	3,9930981.1
	HUHTMAR . . . . .	71 1 7,77	4,1467557.5
	ÄMMÄNÄURÄS . . . . .	67 23 17,75	4,1363001.0
		180 0 1,23	
No. 170. T. II, p. 122.	WAHTERISTO . . . . .	86 14 35,64	4,1363001.0
	MESSILÄ . . . . .	46 10 21,14	3,9954270.0
	HUHTMAR . . . . .	47 35 4,18	4,0054506.0
		180 0 0,96	
No. 171. T. II, p. 122.	WESIVEHMAIS . . . . .	75 13 53,90	4,0054506.0
	MESSILÄ . . . . .	37 19 14,43	3,8027097.2
	WAHTERISTO . . . . .	67 26 52,24	3,9854915.1
		180 0 0,57	
No. 172. T. II, p. 122.	KURHILA . . . . .	53 54 2,78	3,9854915.1
	WESIVEHMAIS . . . . .	81 16 11,01	4,0730204.5
	MESSILÄ . . . . .	44 49 46,98	3,9262716.4
		180 0 0,77	
No. 173. T. II, p. 122.	SOITIN-KALLIO . . . . .	41 20 24,26	3,9262716.4
	KURHILA . . . . .	65 55 46,17	4,0668734.1
	WESIVEHMAIS . . . . .	72 43 50,47	4,0863485.6
		180 0 0,90	
No. 174. T. II, p. 122.	WIRMALA . . . . .	55 12 2,85	4,0863485.6
	SOITIN-KALLIO . . . . .	72 33 24,93	4,1514779.8
	KURHILA . . . . .	52 14 33,53	4,0698850.8
		180 0 1,31	
No. 175. T. II, p. 122.	WILJAMIN-VUORI . . . . .	46 17 40,39	4,0698850.8
	WIRMALA . . . . .	56 12 8,80	4,1304116.2
	SOITIN-KALLIO . . . . .	77 30 12,30	4,2003940.0
		180 0 1,49	

Renvoi.	Station s.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en boises.
No. 176. T. II, p. 122.	KYLMÄ-KANGAS .....	93° 18' 35,90	4,2003940.0
	WILJAMIN-VUORI.....	40 31 26,42	4,0138754.6
	WIRMALA.....	46 9 58,81	4,0592664.0
		180 0 1,13	
No. 177. T. II, p. 123.	KAMMIO .....	90 48 34,30	4,0592664.0
	KYLMÄ-KANGAS .....	37 49 43,57	3,8469848.0
	WILJAMIN-VUORI .....	51 21 42,73	3,9520188.1
		180 0 0,60	
No. 178. T. II, p. 123.	RAPPU-VUORI.....	51 49 45,32	3,9520188.1
	KAMMIO .....	68 14 56,06	4,0244245.5
	KYLMÄ-KANGAS .....	59 55 19,40	3,9936900.8
		180 0 0,78	
No. 179. T. II, p. 123.	TAMMI-MÄKI.....	39 34 38,30	3,9936900.8
	RAPPU-VUORI .....	46 11 35,75	4,0478139.0
	KAMMIO .....	94 13 47,00	4,1882861.6
		180 0 1,05	
No. 180. T. II, p. 123.	PUOLAKKA.....	90 39 12,77	4,1882861.6
	TAMMI-MÄKI.....	28 0 35,85	3,8600643.9
	RAPPU-VUORI.....	61 20 12,33	4,1315384.2
		180 0 0,95	
No. 181. T. II, p. 123.	WAATER-VUORI .....	57 45 0,79	4,1315384.2
	PUOLAKKA.....	59 10 46,68	4,1381876.6
	TAMMI-MÄKI.....	63 4 14,12	4,1544600.3
		180 0 1,59	
No. 182. T. II, p. 123.	JYVÄSKYLÄ.....	56 47 2,74	4,1544600.3
	WAATER-VUORI .....	85 1 1,20	4,2302918.4
	PUOLAKKA.....	38 11 57,50	4,0232038.2
		180 0 1,44	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 183. T. II, p. 123.	RUURI-MÄKI .....	53° 3' 56,65	4,0232038.2
	JYVÄSKYLÄ .....	48 49 5,93	3,9970590.0
	WAATER-VUORI .....	78 6 58,40	4,1110712.5
		180 0 0,98	
No. 184. T. II, p. 123.	LAAJA-VUORI .....	69 27 39,86	4,1110712.5
	RUURI-MÄKI .....	10 48 37,66	3,4127347.7
	JYVÄSKYLÄ .....	99 43 42,79	4,1333034.4
		180 0 0,31	
No. 185. T. II, p. 123.	MULTA-MÄKI .....	53 17 35,20	4,1333034.4
	RUURI-MÄKI .....	48 6 33,90	4,1011081.7
	LAAJA-VUORI .....	78 35 52,51	4,2206331.7
		180 0 1,61	
No. 186. T. II, p. 124.	OHI-MÄKI .....	72 43 53,12	4,2206331.7
	MULTA-MÄKI .....	67 56 18,83	4,2076417.8
	RUURI-MÄKI .....	39 19 49,68	4,0426103.9
		180 0 1,63	
No. 187. T. II, p. 124.	SILMUT-MÄKI .....	41 9 50,12	4,0426103.9
	MULTA-MÄKI .....	32 58 10,52	3,9599955.5
	OHI-MÄKI .....	105 52 0,29	4,2073731.7
		180 0 0,93	
No. 188. T. II, p. 124.	ILA-MÄKI .....	69 23 36,61	4,2073731.7
	SILMUT-MÄKI .....	55 57 35,66	4,1544568.5
	MULTA-MÄKI .....	54 38 49,53	4,1475669.5
		180 0 1,80	
No. 189. T. II, p. 124.	LISTON-MÄKI .....	68 52 5,75	4,1475669.5
	SILMUT-MÄKI .....	49 55 50,71	4,0616123.7
	ILA-MÄKI .....	61 12 4,90	4,1204615.1
		180 0 1,36	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 190. T. II, p. 124.	WESA-MÄKI.....	52° 59' 33",10	4,1204615.1
	SILMUT-MÄKI.....	40 44 59,43	4,0329071.1
	LISTON-MÄKI.....	86 15 28,83	4,2172293.0
		180 0 1,36	
No. 191. T. II, p. 124.	KILPI-MÄKI.....	61 18 21,77	4,2172293.0
	WESA-MÄKI.....	39 15 45,40	4,0754498.1
	SILMUT-MÄKI.....	79 25 54,68	4,2667027.7
		180 0 1,85	
No. 192. T. II, p. 124.	HONKA-MÄKI.....	58 49 42,40	4,2667027.7
	WESA-MÄKI.....	71 50 58,08	4,3122556.5
	KILPI-MÄKI.....	49 19 22,27	4,2143157.7
		180 0 2,75	
No. 193. T. II, p. 124.	LEHTO-MÄKI.....	45 7 29,15	4,2143157.7
	HONKA-KÄKI.....	48 17 34,36	4,2369494.2
	WESA-MÄKI.....	86 34 59,20	4,3631161.9
		180 0 2,71	
No. 194. T. II, p. 124.	PÖLLÖ-MÄKI.....	62 51 22,87	4,3631161.9
	LEHTO-MÄKI.....	68 36 5,16	4,3827721.2
	HONKA-MÄKI.....	48 32 35,98	4,2885372.8
		180 0 4,01	
No. 195. T. II, p. 125.	PIHLAJAN-MÄKI.....	64 53 12,78	4,2885372.8
	PÖLLÖ-MÄKI.....	46 53 24,71	4,1950113.4
	LEHTO-MÄKI.....	68 13 25,22	4,2995095.5
		180 0 2,71	
No. 196. T. II, p. 125.	H-MÄKI.....	73 5 32,25	4,2995095.5
	PÖLLÖ-MÄKI.....	63 21 1,73	4,2699239.0
	PIHLAJAN-MÄKI.....	43 33 28,47	4,1569729.3
		180 0 2,45	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 197. T. II, p. 125.	KIVI-MÄKI.....	54° 41' 10,68	4,1569729.3
	II-MÄKI.....	100 49 48,79	4,2374785.2
	PÖLLÖ-MÄKI.....	24 29 1,51	3,8627387.5
		180 0 0,98	
No. 198. T. II, p. 125.	SALLISEN-MÄKI.....	36 29 1,57	3,8627387.5
	KIVI-MÄKI.....	95 18 10,03	4,0866553.9
	II-MÄKI.....	48 12 49,04	3,9610436.3
		180 0 0,64	
No. 199. T. II, p. 125.	KULVEN-MÄKI.....	57 25 51,65	3,9610436.3
	SALLISEN-MÄKI.....	60 25 6,33	3,9746944.7
	KIVI-MÄKI.....	62 9 2,75	3,9818887.3
		180 0 0,73	
No. 200. T. II, p. 125.	NAARAS-MÄKI.....	39 15 43,96	3,9818887.3
	SALLISEN-MÄKI.....	43 11 42,44	4,0159380.1
	KULVEN-MÄKI.....	97 32 34,55	4,1768004.8
		180 0 0,95	
No. 201. T. II, p. 125.	MURTO-MÄKI.....	86 11 4,84	4,1768004.8
	NAARAS-MÄKI.....	44 10 27,11	4,0208977.2
	SALLISEN-MÄKI.....	49 38 29,21	4,0597224.0
		180 0 1,16	
No. 202. T. II, p. 125.	LEHTO-VAARA.....	76 3 10,06	4,0597224.0
	MURTO-MÄKI.....	52 25 2,84	3,9717042.5
	NAARAS-MÄKI.....	51 31 47,91	3,9664434.1
		180 0 0,81	
No. 203. T. II, p. 125.	OTAN-MÄKI.....	35 54 4,32	3,9664434.1
	LEHTO-VAARA.....	39 35 45,30	4,0026484.3
	MURTO-MÄKI.....	104 30 11,24	4,1841938.3
		180 0 0,86	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 204. T. II, p. 126.	KIVES-VAARA .....	40° 23' 48,35	4,1841938.3
	LEHTO-VAARA .....	71 50 23,82	4,3503793.4
	OTAN-MÄKI.....	67 45 50,87	4,3390081.5
		180 0 3,04	
No. 205. T. II, p. 126.	RUPUKKA-VAARA.....	105 8 26,20	4,3390081.5
	KIVES-VAARA.....	29 0 16,33	4,0399822.0
	LEHTO-VAARA .....	45 51 19,12	4,2102222.4
		180 0 1,65	
No. 206. T. II, p. 126.	SAUKKO-VAARA.....	65 5 33,47	4,2102222.4
	KIVES-VAARA.....	47 50 14,54	4,1225795.3
	RUPUKKA-VAARA.....	67 4 13,89	4,2168724.2
		180 0 1,90	
No. 207. T. II, p. 126.	TEIRI-HARJU.....	64 38 48,56	4,2168724.2
	KIVES-VAARA.....	52 18 20,88	4,1591877.8
	SAUKKO-VAARA.....	63 2 52,60	4,2109208.6
		180 0 2,04	
No. 208. T. II, p. 126.	PUOKIO-VAARA.....	58 59 34,45	4,2109208.6
	KIVES-VAARA.....	56 12 59,96	4,1975648.6
	TEIRI-HARJU .....	64 47 27,81	4,2344215.0
		180 0 2,22	
No. 209. T. II, p. 126.	ROKUA-VAARA .....	39 42 6,93	4,2344215.0
	PUOKIO-VAARA.....	80 14 9,19	4,4227266.0
	KIVES-VAARA.....	60 3 47,65	4,3668696.0
		180 0 3,77	
No. 210. T. II, p. 126.	PALO-VAARA .....	101 17 17,45	4,3668696.0
	ROKUA-VAARA.....	28 31 40,42	4,0544026.5
	PUOKIO-VAARA.....	50 11 4,07	4,2607752.8
		180 0 1,94	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 211. T. II, p. 126.	REYONPESÄMAA.....	107° 39' 27,93	4,2607752.8
	ROKUA-VAARA.....	18 17 49,52	3,7785851.2
	PALO-VAARA.....	54 2 43,40	4,1899414.0
		180 0 0,85	
No. 212. T. II, p. 126.	REPO-KANGAS.....	63 50 34,34	4,1899414.0
	ROKUA-VAARA.....	46 15 3,62	4,0956269.2
	REYONPESÄMAA.....	69 54 23,78	4,2095918.0
		180 0 1,74	
No. 213. T. II, p. 127.	HALOSEN-VAARA.....	68 1 8,15	4.2095918.0
	REPO-KANGAS.....	84 25 51,58	4,2403135.7
	ROKUA-VAARA.....	27 33 1,52	3,9075056.4
		180 0 1,25	
No. 214. T. II, p. 127.	PITKÄSELKÄ.....	44 14 58,10	3,9075056.4
	HALOSEN-VAARA.....	49 6 51,81	3,9423168.7
	REPO-KANGAS.....	86 38 10,77	4,0630363.7
		180 0 0,68	
No. 215. T. II, p. 127.	LINNUNSILMÄ.....	92 48 42,46	4,0630363.7
	PITKÄSELKÄ.....	49 15 28,57	3,9430308.6
	HALOSEN-VAARA.....	37 55 49,57	3,8522252.0
		180 0 0,60	
No. 216. T. II, p. 127.	SARVI-KANGAS.....	47 6 56,30	3,8522252.0
	LINNUN-SILMÄ.....	65 7 24,97	3,9449935.6
	PITKÄSELKÄ.....	67 45 39,28	3,9537114.6
		180 0 0,55	
No. 217. T. II, p. 128.	LATON-MÄKI.....	35 59 26,07	3,9537114.6
	SARVI-KANGAS.....	59 8 29,67	4,1183003.2
	LINNUNSILMÄ.....	84 52 5,39	4,1828478.4
		180 0 1,13	



Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 218. T. II, p. 128.	HYYPÄN-MÄKI .....	48° 15' 11,43	4,1828478.4
	SARVI-KANGAS .....	52 2 15,72	4,2068096.0
	LATON-MÄKI .....	79 42 35,16	4,3030131.0
		180 0 2,31	
No. 219. T. II, p. 128.	ISONIEMI .....	108 23 44,43	4,3030131.0
	HYYPÄN-MÄKI .....	37 18 27,50	4,1083313.7
	SARVI-KANGAS .....	34 17 49,46	4,0766723.7
		180 0 1,39	
No. 220. T. II, p. 128.	ULKOGRUNNI .....	39 21 21,49	4,0766723.7
	ISONIEMI .....	81 53 6,31	4,2701204.9
	HYYPÄN-MÄKI .....	58 45 34,03	4,2064552.4
		180 0 1,83	
No. 221. T. II, p. 128.	RONTTI .....	103 28 43,47	4,2064552.4
	ULKOGRUNNI .....	39 11 44,72	4,0192818.2
	ISONIEMI .....	37 19 32,79	4,0013046.7
		180 0 0,98	
No. 222. T. II, p. 128.	KIVALO .....	20 57 38,61	4,0013046.7
	ULKOGRUNNI .....	95 16 51,31	4,4459090.3
	RONTTI .....	63 45 32,49	4,4005199.2
		180 0 2,41	
No. 223. T. II, p. 129.	AJOS .....	106 51 17,85	4,4005199.2
	KIVALO .....	41 13 24,40	4,2384704.0
	ULKOGRUNNI .....	31 55 19,96	4,1428506.4
		180 0 2,21	
No. 224. T. II, p. 129.	TONNEA .....	43 59 15,14	4,1428506.4
	KIVALO .....	41 6 0,97	4,1189927.5
	AJOS .....	94 54 45,63	4,2995801.7
		180 0 1,74	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 225. T. II, p. 129.	KAAKAMA-VAARA .....	49° 29' 51,56	4,2995801.7
	TORNEA .....	87 41 36,20	4,4181998.1
	KIVALO .....	42 48 35,64	4,2507822.7
		180 0 3,40	
No. 226. T. II, p. 129.	PERRA-VAARA .....	110 44 56,13	4,2507822.7
	KAAKAMA-VAARA .....	39 20 34,29	4,0819651.5
	TORNEA .....	29 54 30,61	3,9776698.0
		180 0 1,03	
No. 227. T. II, p. 129.	HUITAPERI .....	43 40 17,03	3,9776698.0
	KAAKAMA-VAARA .....	80 25 59,63	4,1324109.8
	PERRA-VAARA .....	55 53 44,37	4,0565326.3
		180 0 1,03	
No. 228. T. II, p. 129.	HORRILANKERO .....	36 0 9,54	4,0565326.3
	HUITAPERI .....	100 14 44,35	4,2803068.8
	KAAKAMA-VAARA .....	43 45 7,55	4,1271036.0
		180 0 1,44	
No. 229. T. II, p. 129.	AVASAKSA .....	112 18 34,89	4,1271036.0
	HORRILANKERO .....	36 43 20,77	3,9375497.9
	HUITAPERI .....	30 58 4,91	3,8723284.8
		180 0 0,57	
No. 230. T. II, p. 129.	PULLINKI .....	31 20 33,92	3,8723284.8
	HORRILANKERO .....	94 56 52,20	4,1545740.5
	AVASAKSA .....	53 42 34,71	4,0625449.8
		180 0 0,83	
No. 231. T. II, p. 130.	NIEMI-VAARA .....	93 23 42,93	4,0625449.8
	PULLINKI .....	37 24 20,46	3,8468460.8
	HORRILANKERO .....	49 11 48,20	3,9423791.6
		180 0 0,59	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 232. T. II, p. 130.	KITTIS-VAARA .....	40° 13' 56,36	3,9423791.6
	PULLINKI .....	87 49 51,85	4,1319111.6
	NIEMI-VAARA .....	51 56 12,68	4,0283797.2
		180 0 0,89	
No. 233. T. II, p. 130.	PALJUKKA-VAARA .....	30 55 48,73	4,0283797.2
	PULLINKI .....	55 31 40,20	4,2335618.5
	KITTIS-VAARA .....	93 32 32,82	4,3165935.7
		180 0 1,75	
No. 234. T. II, p. 130.	OLLOS-VAARA .....	66 27 59,03	4,3165935.7
	PALJUKKA-VAARA .....	63 9 47,85	4,3048157.8
	PULLINKI .....	50 22 16,21	4,2409050.0
		180 0 3,09	
No. 235. T. II, p. 130.	YLINEN-VAARA .....	69 9 8,18	4,2409050.0
	PALJUKKA-VAARA .....	43 41 33,21	4,1096560.9
	OLLOS-VAARA .....	67 9 20,59	4,2348371.2
		180 0 1,98	
No. 236. T. II, p. 130.	KERROJUPUKKA .....	60 43 19,90	4,2348371.2
	YLINEN-VAARA .....	64 47 5,64	4,2507036.5
	PALJUKKA-VAARA .....	54 29 36,85	4,2048427.8
		180 0 2,39	
No. 237. T. II, p. 131.	KUIVASKERO .....	44 34 58,78	4,2048427.8
	KERROJUPUKKA .....	72 49 56,44	4,3387489.5
	YLINEN-VAARA .....	62 35 7,75	4,3068083.7
		180 0 2,97	
No. 238. T. II, p. 131.	LUMI-VAARA .....	77 29 15,75	4,3068083.7
	KUIVASKERO .....	51 9 10,51	4,2086851.9
	KERROJUPUKKA .....	51 21 36,20	4,2099450.2
		180 0 2,46	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 239. T. II, p. 131.	OLLOS-TUNTURI . . . . .	37° 23' 4,94	4,2099450.2
	LUMI-VAARA . . . . .	52 5 50,05	4,3237473.9
	KUIVASKERO . . . . .	90 31 8,29	4,4266243.6
		180 0 3,28	
No. 240. T. II, p. 131.	PESSINKI . . . . .	71 54 24,11	4,4266243.6
	OLLOS-TUNTURI . . . . .	51 31 45,87	4,3423685.6
	LUMI-VAARA . . . . .	56 33 54,72	4,3700807.0
		180 0 4,70	
No. 241. T. II, p. 131.	OUNAS-TUNTURI . . . . .	51 19 43,48	4,3700807.0
	PESSINKI . . . . .	36 10 59,41	4,2486937.1
	OLLOS-TUNTURI . . . . .	92 29 21,09	4,4771643.8
		180 0 3,98	
No. 242. T. II, p. 131.	PAJTAS-VAARA . . . . .	102 39 19,01	4,4771643.8
	OUNAS-TUNTURI . . . . .	41 34 46,27	4,3097871.1
	PESSINKI . . . . .	35 45 58,15	4,2546100.4
		180 0 3,43	
No. 243. T. II, p. 131.	KERSTI-VAARA . . . . .	40 26 8,22	4,2546100.4
	PAJTAS-VAARA . . . . .	59 35 24,30	4,3783612.1
	OUNAS-TUNTURI . . . . .	79 58 31,53	4,4359590.4
		180 0 4,05	
No. 244. T. II, p. 131.	STUOR-OIVI . . . . .	73 26 56,37	4,4359590.4
	KERSTI-VAARA . . . . .	61 17 17,78	4,3973592.4
	PAJTAS-VAARA . . . . .	45 15 50,49	4,3058116.2
		180 0 4,64	
No. 245. T. II, p. 131.	BÄLJATZ-VAARA . . . . .	51 53 14,44	4,3058116.2
	STUOR-OIVI . . . . .	64 56 28,98	4,3670171.2
	KERSTI-VAARA . . . . .	63 10 20,61	4,3604929.8
		180 0 4,03	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 246. T. II, p. 132.	ATJIK. ....	113° 42' 40,24	4,3604929.8
	BÄLJATZ-VAARA. ....	36 3 54,44	4,1686899.0
	STUOR-OIVI. ....	30 13 26,96	4,1006918.8
		180 0 1,64	
No. 247. T. II, p. 132.	SPJELLEGA. ....	33 16 27,39	4,1006918,8
	ATJIK. ....	30 19 9,91	4,0645350.6
	BÄLJATZ-VAARA. ....	116 24 23,96	4,3135434.5
		180 0 1,26	
No. 248. T. II, p. 132.	ZHJARA-VAARA. ....	59 54 20,52	4,3135434.5
	SPJELLEGA. ....	91 20 51,67	4,3763071.3
	ATJIK. ....	28 44 50,06	4,0585211.4
		180 0 2,25	
No. 249. T. II, p. 132.	AVJO-VAARA. ....	34 27 40,48	4,0585211.4
	ZHJARA-VAARA. ....	48 50 46,30	4,1825852.0
	SPJELLEGA. ....	96 41 34,88	4,3028527.9
		180 0 1,66	
No. 250. T. II, p. 132.	LOHDIZHJOKKI. ....	59 47 3,29	4,3028527.9
	ZHJARA-VAARA. ....	39 54 15,49	4,1734707.4
	AVJO-VAARA. ....	80 18 44,05	4,3600334.0
		180 0 2,83	
No. 251. T. II, p. 132.	NUPPI-VAARA. ....	83 56 12,37	4,3600334.0
	LOHDIZHJOKKI. ....	58 10 55,98	4,2917492.4
	ZHJARA-VAARA. ....	37 52 54,29	4,1506598.1
		180 0 2,64	
No. 252. T. II, p. 115.	HALDI. ....	42 58 58,99	4,1506598.1
	LOHDIZHJOKKI. ....	42 30 18,31	4,1467396.4
	NUPPI-VAARA. ....	94 30 44,59	4,3156674.9
		180 0 1,89	

Renvoi.	Stations.	Angles sphériques.	Log. des côtés exp. en toises.
No. 253. T. II, p. 115.	BALKIS-OIVI . . . . .	47° 11' 12,37	4,3156674.9
	HALDI . . . . .	97 29 37,36	4,4465014.0
	LOHDIZHJOKKI . . . . .	35 19 13,47	4,2122623.5
		180 0 3,20	
No. 254. T. II, p. 115.	KAAVEN . . . . .	82 6 37,23	4,2122623.5
	BALKIS-OIVI . . . . .	47 34 10,32	4,0845053.1
	HALDI . . . . .	50 19 13,91	4,1026732.4
		180 0 1,46	
No. 255. T. II, p. 115.	JEMMELUFT-OIVI . . . . .	41 19 31,60	4,1026732.4
	KAAVEN . . . . .	37 13 17,50	4,0645910.1
	BALKIS-OIVI . . . . .	101 27 12,28	4,2741744.7
		180 0 1,38	
No. 256. T. II, p. 116.	JEDKI . . . . .	77 29 2,59	4,2741744.7
	JEMMELUFT-OIVI . . . . .	67 15 8,41	4,2494525.2
	KAAVEN . . . . .	35 15 50,84	4,0460547.7
		180 0 1,84	
No. 257. T. II, p. 116.	TYVEN . . . . .	39 43 4,09	4,0460547.7
	JEDKI . . . . .	73 38 30,96	4,2226044.4
	JEMMELUFT-OIVI . . . . .	66 38 26,58	4,2034101.3
		180 0 1,63	
No. 258. T. II, p. 116.	FUGLENAES . . . . .	61 27 22,79	4,2034101.3
	JEDKI . . . . .	5 50 35,89	3,2674725.7
	TYVEN . . . . .	112 42 1,57	4,2246745.5
		180 0 0,25	

## CHAPITRE XVI.

### LES AZIMUTS OBSERVÉS.

#### § 110. Latitudes des 5 points astronomiques. Instruments et méthodes d'observation.

Voici la liste des latitudes préalables des 5 points astronomiques de l'arc boréal, qui serviront pour le calcul des azimuts et des distances entre les parallèles. L'erreur probable de ces latitudes ne s'élève guères à 0,5. Voyez T. I, p. 214.

	Latitude.
LX. MÄKI-PÄÄLYS, point extrême méridional de l'arc boréal, sur l'île de Hogland, dans le Golfe de Finlande, station trigonométrique <i>E</i> . . . . .	60° 4' 29,4
X. KILPI-MÄKI, station trigonométrique, point central de Finlande . . . . .	62 38 5,0
XI. TORNEA, église du district, point méridional de l'arc de Laponie . . . . .	65 49 44,7
XII. STUON-OIVI, station trigonométrique, point septentrional de l'arc de Laponie . . . . .	68 40 58,4
XIII. FUGLENAES sur l'île de Kval-oe, monument, terme septentrional de l'arc du Finmarken et de l'arc total compris entre le Danube et la Mer Glaciale . . . . .	70 40 11,3.

Sur les points IX et X, MM. Woldstedt et Fedorenko ont employé, pour la détermination de l'azimut, l'instrument universel *A'*; sur XI et XIII MM. Lindhagen et Wagner ont fait usage de l'instrument *A'''*, voyez T. II, p. 14. Tous les trois ont suivi la méthode d'observation décrite T. I, p. 217. Sur la détermination de l'azimut au point XII, par M. Selander, voyez T. II, p. 65.

## § III. Les 5 azimuts déterminés.

1. AZIMUT A MÄKI-PÄÄLYS, DÉDUIT DES AZIMUTS OBSERVÉS PAR M. WOLDSTEDT A RISTISAARI  
ET A KOKKO-VUORI.

L'azimut que j'avais déterminé à MÄKI-PÄÄLYS en 1826, T. I, p. 240, n'a pu être utilisé pour les triangles de Finlande, parce que les signaux de Finlande n'existaient pas encore en 1826, la continuation septentrionale des opérations n'ayant été décidée qu'en 1830. M. Woldstedt visita Hogland en 1843, 17 ans plus tard que moi. La flèche de l'église de HALLJALL, au sud du Golfe, ayant été détruite par la foudre plusieurs années avant cette époque, et le signal de HOBENKREUTZ n'existant plus, il devint impossible de déduire de l'azimut observé en 1826 celui d'un des signaux visibles au nord de Hogland, et M. Woldstedt avait à partir pour les opérations de Finlande d'une nouvelle détermination de l'azimut. Cette détermination ne se fit cependant pas sur MÄKI-PÄÄLYS, mais sur les deux stations RISTISAARI et KOKKO-VUORI, situés au nord de Hogland, et qui, par la modique distance entre elles, se prêtaient à une observation réciproque, de sorte que sur RISTISAARI l'azimut de KOKKO-VUORI fût observé et sur KOKKO-VUORI celui de RISTISAARI. Il était aisé de transporter ces azimuts sur MÄKI-PÄÄLYS, à l'aide des relations géodésiques des trois stations, et de parvenir ainsi à un azimut final au point extrême MÄKI-PÄÄLYS.

a. Azimut déterminé à RISTISAARI par M. Woldstedt; 1843, août 14 et 15,

$$\varphi = 60^{\circ} 18' 53{,}7 \mp 2{,}1.$$

M. Woldstedt a fait à RISTISAARI un usage multiple de son instrument universel, 1) pour la mesure des angles terrestres horizontaux et verticaux; puis, pour la détermination 2) de la latitude, 3) de la correction de l'horloge, 4) de l'azimut du signal de KOKKO-VUORI. Dans ces différents emplois, l'instrument, établi sous sa tente, ne changea point de lieu. Le cercle vertical de l'instrument donna, par deux mises de la distance de la polaire au zénith, chacune de deux fois deux pointées, la latitude de l'instrument  $\varphi = 60^{\circ} 18' 53{,}7$ , latitude qui, quoique sujette à une erreur probable de  $\mp 2{,}1$ , est plus que suffisamment exacte pour le calcul des azimuts de l'étoile polaire, dans les différents angles horaires. Les déterminations des corrections de l'horloge, faites à l'aide de différences azimutales entre l'étoile polaire et les étoiles fondamentales, sont toutes d'une rare précision. L'instrument se trouvant à une certaine distance du centre de la station, les résultats des observations sur l'azimut de KOKKO-VUORI réclament une réduction au centre, analogue à celle qui a lieu pour les angles terrestres.



Pour la date moyenne du 15 août, j'ai trouvé, voir T. I, p. 220, les corrections de la position apparente de l'étoile polaire que donnent les *Tabulae Regiomontanae*,  $\Delta\alpha = + 0,84$  et  $\Delta\delta = + 0,04$ . Avec l'emploi de ces corrections nous avons les azimuts suivants :

		Azimut.			
1843. Août 14.	14 <sup>h</sup> 5 temps sid.	356° 26' 56",70	— 0,70 da	— 0,66 dδ	+ 0,04 dφ
	3,6 " " "	58,70	+ 0,63 da	+ 1,27 dδ	— 0,06 dφ
	4,5 " " "	60,87	+ 0,47 da	+ 1,58 dδ	— 0,08 dφ
" 15.	14,5 " " "	59,00	— 0,71 da	— 0,66 dδ	+ 0,03 dφ
	15,5 " " "	51,99	— 0,63 da	— 1,07 dδ	+ 0,05 dφ
	16,8 " " "	56,85	— 0,44 da	— 1,52 dδ	+ 0,08 dφ
Moyenne a =		356° 26' 57",35	— 0,23 da	— 0,18 dδ	+ 0,01 dφ.

Dans ce qui a été dit sur l'exactitude des azimuts observés, T. I, p. 218, les observations de M. Woldstedt n'ont pas été considérées. Une recherche spéciale, relative aux séries d'azimuts déterminés par cet astronome occasionnellement sur 6 points de Finlande, m'a donné l'erreur probable d'une mise isolée =  $\mp 0,790 \text{ sec } \varphi$ ; donc pour RISTISAARI et KOKKO-VUORI, avec  $\text{sec } \varphi = 2,02$ , =  $\mp 1,60$ . chiffre qui est plus fort que  $\mp 1,10$  donné dans la table T. I, p. 218. Nous avons, par conséquent, d'après T. I, p. 221, l'erreur probable de l'azimut moyen à RISTISAARI

$$\sigma_a = \mp \frac{1,60}{\sqrt{6}} \mp 0,12 \mp 0,04 \mp 0,02 = \mp 0,67.$$

La réduction au centre de la station étant  $- 51,21$ , nous avons

*l'azimut du signal de KOKKO-VUORI, pris du centre de la station RISTISAARI :*

$$= 356^{\circ} 26' 6,14 \mp 0,67.$$

*b. Azimut déterminé à KOKKO-VUORI, par M. Woldstedt; 1843, août 23 à 27.*

$$\varphi = 60^{\circ} 27' 43,6 \mp 2,1.$$

Les procédés à KOKKO-VUORI ont été entièrement identiques avec ceux pratiqués à RISTISAARI. La latitude est basée également sur deux mises isolées de distances zénithales de l'étoile polaire et sujette à la même erreur probable  $\mp 2,1$ . Avec  $\Delta\alpha = + 0,84$ ,  $\Delta\delta = + 0,05$ , les observations fournissent les azimuts suivants :

		Azimut.				
1843.	Août 24.	4 <sup>h</sup> 5 temps sid.	176° 24' 26 <sup>''</sup> 21	+ 0,48 da	+ 1,58 dδ	— 0,08 dφ
		5,7 » »	24,30	+ 0,23 da	+ 1,84 dδ	— 0,09 dφ
	» 26.	4,5 » »	28,36	+ 0,48 da	+ 1,58 dδ	— 0,07 dφ
		5,9 » »	29,61	+ 0,19 da	+ 1,86 dδ	— 0,09 dφ
	» 27.	5,1 » »	28,30	+ 0,36 da	+ 1,74 dδ	— 0,08 dφ
Moyenne a =			176° 24' 27 <sup>''</sup> 36	+ 0,35 da	+ 1,72 dδ	— 0,08 dφ.

L'erreur probable de cette moyenne s'exprime par

$$\sigma_a = \frac{\mp 1,60}{\sqrt{5}} \mp 0,18 \mp 0,34 \mp 0,17 = \mp 0,83.$$

La réduction au centre de la station, relative à la position excentrique de l'instrument, est ici + 44<sup>''</sup>67, et nous avons

*l'azimut du signal de RISTISAARI, pris du centre de la station KOKKO-VUORI :*

$$= 176^{\circ} 25' 12''03 \mp 0,83.$$

c. *Transport des azimuts observés à RISTISAARI et à KOKKO-VUORI sur MÄKI-PÄÄLYS,*

$$\varphi = 60^{\circ} 4' 29,4.$$

Pour exécuter ce transport, il vaut le mieux de regarder la latitude de MÄKI-PÄÄLYS = 60° 4' 29<sup>''</sup>4 comme la seule latitude donnée par l'observation, voyez T. I, p. 215, et de calculer en premier lieu les latitudes de RISTISAARI et de KOKKO-VUORI, en partant de cette latitude très-exacte et des deux azimuts déterminés en a) et b), à l'aide de la jonction trigonométrique qu'offrent les triangles No. 156 à 158, T. II, p. 134. Nous avons ainsi les données de départ que voici :

1. Latitude de MÄKI-PÄÄLYS..... 60° 4' 29<sup>''</sup>4.
2. Distance entre MÄKI-PÄÄLYS et RISTISAARI, log..... = 4,1589304.0
3. » » RISTISAARI et KOKKO-VUORI, log..... = 3,9261044.4
4. Azimut de KOKKO-VUORI observé à RISTISAARI..... = 356° 26' 6<sup>''</sup>14  $\mp$  0<sup>''</sup>67
5. Angle à RISTISAARI entre MÄKI-PÄÄLYS et KOKKO-VUORI = 194 24 3,52  $\mp$  1,02
6. Azimut de RISTISAARI observé à KOKKO-VUORI..... = 176 25 12,03  $\mp$  0,83.

Avec ces six données nous trouvons :

différence des parallèles de MÄKI-PÄÄLYS et RISTISAARI = 13721,03 toises = 14' 24,02 en latitude  
 » » » de RISTISAARI et KOKKO-VUORI = 8418,98 » = 8 50,13 » » .

Donc :

MÄKI-PÄÄLYS latitude $\varphi$	= 60° 4' 29,4 observée,	$\eta$	= 11077.5	
RISTISAARI	" $\varphi'$ = 60 18 53,42 calculée,	$\eta'$	= 11130.8	$\eta - \eta' = - 53.3$
KOKKO-VUORI	" $\varphi''$ = 60 27 43,55 calculée,	$\eta''$	= 11163.6	$\eta' - \eta'' = - 32.8.$

Dans ce calcul les dimensions de la Terre données T. I, p. 84 ont été employées, et la valeur en toises d'une seconde en latitude a été calculée eu égard au  $\tau$ , T. I, p. 326. Les quantités  $\eta$ ,  $\eta'$ ,  $\eta''$ , prises pour  $\rho = \frac{293,73}{294,73}$  dans la table T. I, p. 309, servent au transport de l'azimut. Nous avons, en faisant usage de la formule T. I, p. 308,

*pour la réduction de l'azimut de KOKKO-VUORI sur RISTISAARI,*

lg cos 60° 18' 53,42	= 9,6948101.5
lg cos 60 27 43,55	= 9,6928462.7
Différence	0,0019638.8
$\eta' - \eta''$	= - 32.8
$\mu$	= 0,0019606.0
lg sin ( $\mathcal{B} = 3^\circ 34' 47,97$ )	= 8,7954767.9
lg sin $\mathcal{A}$	= 8,7935161.9
$\mathcal{A}$	= 3° 33' 49,85.

Donc à RISTISAARI azimut de KOKKO-VUORI = 356° 26' 10,15  $\mp$  0,83, calculé de l'observation  
 faite à KOKKO-VUORI;

le même azimut a été trouvé 356 26 6,14  $\mp$  0,67, par l'observation à  
 RISTISAARI.

Moyenne des deux déterminations 356 26 8,14  $\mp$  0,53.

Les deux valeurs diffèrent de 4,01, quantité plus forte que la différence  $\mp$  1,57 qu'il fallait attendre par les erreurs probables des deux azimuts, mais nullement trop forte pour ne pas l'attribuer aux inexactitudes des observations, quoiqu'il soit permis de soupçonner ici quelque effet de déviations locales dans les pesanteurs.

*Réduction de l'azimut à RISTISAARI sur MÄKI-PÄÄLYS.*

Si de la moyenne que nous venons de trouver . . . . . =  $356^{\circ} 26' 8''_{14} \mp 0,53$

nous soustrayons l'angle . . . . . =  $194 \ 24 \ 3,52 \mp 1,02$

nous parvenons à l'azimut de MÄKI-PÄÄLYS sur RISTISAARI =  $162 \ 2 \ 4,62 \mp 1,15$

ou à un  $\mathfrak{B} = 17^{\circ} 57' 55''_{38} \mp 1''_{15}$ . Nous avons maintenant :

$$\lg \cos 60^{\circ} 4' 29''_{4} = 9,6979860.6$$

$$\lg \cos 60 \ 18 \ 53,42 = 9,6948101.5$$

$$\text{Différence} \quad 0,0031759.1$$

$$\eta - \eta' = \quad \quad \quad - 53.3$$

$$\mu = 0,0031705.8$$

$$\lg \sin (\mathfrak{B} = 17^{\circ} 57' 55''_{38}) = 0,4891739.7$$

$$\lg \sin \mathfrak{A} = 0,4860033.9$$

$$\mathfrak{A} = 17^{\circ} 49' 49''_{07} \mp 1''_{15}.$$

**AZIMUT DU SIGNAL DE RISTISAARI,**

pris du point *E* sur MÄKI-PÄÄLYS :

$$\mathbf{A}^{AZ} = 342^{\circ} 10' 10''_{93} \mp 1''_{15}.$$

**2. AZIMUT OBSERVÉ AU POINT ASTRONOMIQUE SIGNAL DE KILPI-MÄKI, PAR M. FEDORENKO.**

1852, AOÛT 4 A 20;  $\varphi = 62^{\circ} 38' 5''_{0}$ .

Les observations azimutales de KILPI-MÄKI ont été faites par M. Fedorenko avec le même instrument universel *A'* dont s'était servi M. Woldstedt à RISTISAARI et à KOKKO-VUORI, en déterminant également avec cet instrument les autres éléments requis, savoir la latitude et les corrections de l'horloge, la première par l'emploi du cercle vertical, les dernières par la méthode des différences azimutales entre une étoile fondamentale et la polaire. Les observations de M. Fedorenko commencèrent le 4 août; mais, le signal de SILMUT-MÄKI dont l'azimut devait être trouvé, étant invisible pendant plusieurs jours, à cause des fumées produites par un incendie des forêts voisines, il choisit la croix de l'église de Rautalampi pour objet de pointée. Les azimuts du 4 et du 9 août sont obtenus par l'azimut observé de Rautalampi, changé en azimut de SILMUT-MÄKI par angle horizontal observé depuis entre les deux objets =  $164^{\circ} 35' 27''_{31} \mp 0,46$ . Après le 9 août SILMUT-MÄKI fut toujours visible. Avec  $\Delta\alpha = + 1,07$  et  $\Delta\delta = - 0,34$ , pour le 15 août, les observations donnent les azimuts suivants.

		Azimuts.					
1852.	Août 4.	16 <sup>h</sup> 4	temps sid.	274° 47' 59 <sup>''</sup> 37	— 0,55 <i>da</i>	— 1,54 <i>dδ</i>	+ 0,08 <i>dφ</i>
		3,0	» »	60,73	+ 0,76 <i>da</i>	+ 1,10 <i>dδ</i>	+ 0,05 <i>dφ</i>
	» 9.	12,4	» »	60,89	— 0,79 <i>da</i>	+ 0,34 <i>dδ</i>	— 0,02 <i>dφ</i>
	» 12.	13,4	» »	66,78	— 0,79 <i>da</i>	— 0,17 <i>dδ</i>	+ 0,01 <i>dφ</i>
		14,2	» »	58,43	— 0,77 <i>da</i>	— 0,56 <i>dδ</i>	+ 0,03 <i>dφ</i>
		15,1	» »	58,72	— 0,71 <i>da</i>	— 0,99 <i>dδ</i>	+ 0,05 <i>dφ</i>
		15,6	» »	59,66	— 0,66 <i>da</i>	— 1,22 <i>dδ</i>	+ 0,06 <i>dφ</i>
		16,4	» »	60,75	— 0,55 <i>da</i>	— 1,54 <i>dδ</i>	+ 0,08 <i>dφ</i>
	» 13.	13,0	» »	55,03	— 0,80 <i>da</i>	+ 0,05 <i>dδ</i>	+ 0,00 <i>dφ</i>
		13,7	» »	55,10	— 0,79 <i>da</i>	— 0,26 <i>dδ</i>	+ 0,02 <i>dφ</i>
		14,6	» »	59,52	— 0,74 <i>da</i>	— 0,77 <i>dδ</i>	+ 0,04 <i>dφ</i>
		15,3	» »	60,23	— 0,69 <i>da</i>	— 1,08 <i>dδ</i>	+ 0,05 <i>dφ</i>
		15,9	» »	55,04	— 0,62 <i>da</i>	— 1,34 <i>dδ</i>	+ 0,07 <i>dφ</i>
	» 15.	13,6	» »	55,49	— 0,79 <i>da</i>	— 0,25 <i>dδ</i>	+ 0,01 <i>dφ</i>
		16,0	» »	60,52	— 0,60 <i>da</i>	— 1,39 <i>dδ</i>	+ 0,07 <i>dφ</i>
		5,9	» »	60,26	+ 0,22 <i>da</i>	+ 2,11 <i>dδ</i>	— 0,10 <i>dφ</i>
	» 16.	13,2	» »	62,23	— 0,79 <i>da</i>	— 0,07 <i>dδ</i>	+ 0,00 <i>dφ</i>
	» 17.	5,9	» »	64,73	+ 0,22 <i>da</i>	+ 2,11 <i>dδ</i>	— 0,10 <i>dφ</i>
	» 18.	13,4	» »	59,37	— 0,79 <i>da</i>	— 0,17 <i>dδ</i>	+ 0,01 <i>dφ</i>
		13,9	» »	59,12	— 0,78 <i>da</i>	— 0,43 <i>dδ</i>	+ 0,02 <i>dφ</i>
		14,5	» »	57,29	— 0,75 <i>da</i>	— 0,72 <i>dδ</i>	+ 0,04 <i>dφ</i>
		15,3	» »	58,85	— 0,69 <i>da</i>	— 1,09 <i>dδ</i>	+ 0,06 <i>dφ</i>
		16,2	» »	57,90	— 0,58 <i>da</i>	— 1,47 <i>dδ</i>	+ 0,08 <i>dφ</i>
		16,8	» »	60,28	— 0,49 <i>da</i>	— 1,69 <i>dδ</i>	+ 0,09 <i>dφ</i>
	» 19.	13,1	» »	59,61	— 0,80 <i>da</i>	+ 0,00 <i>dδ</i>	+ 0,00 <i>dφ</i>
		13,9	» »	57,81	— 0,78 <i>da</i>	— 0,43 <i>dδ</i>	+ 0,02 <i>dφ</i>
		15,0	» »	57,91	— 0,72 <i>da</i>	— 0,94 <i>dδ</i>	+ 0,05 <i>dφ</i>
		15,8	» »	56,97	— 0,63 <i>da</i>	— 1,32 <i>dδ</i>	+ 0,07 <i>dφ</i>
		16,6	» »	58,76	— 0,51 <i>da</i>	— 1,63 <i>dδ</i>	+ 0,09 <i>dφ</i>
	» 20.	14,3	» »	58,46	— 0,77 <i>da</i>	— 0,59 <i>dδ</i>	+ 0,03 <i>dφ</i>
		14,8	» »	57,24	— 0,73 <i>da</i>	— 0,88 <i>dδ</i>	+ 0,05 <i>dφ</i>
		15,8	» »	58,19	— 0,63 <i>da</i>	— 1,32 <i>dδ</i>	+ 0,07 <i>dφ</i>

---

Moyenne  $a = 274^{\circ} 47' 59''_{11}$  — 0,60 *da* — 0,57 *dδ* + 0,03 *dφ*.

Le nombre considérable de 32 mises d'observation, dans chacune desquelles l'étoile polaire a été pointée 4 fois, et par exception même 6 fois, nous met en état d'évaluer l'erreur probable d'une mise isolée, indépendamment de la recherche générale et de la table T. I, p. 218. Elle se trouve  $\mp 1''69$ , un peu plus forte que dans la table qui donne  $\mp 1''20$ . Nous avons par conséquent pour la moyenne

$$ba = \mp \frac{1''69}{\sqrt{32}} \mp 0''30 \mp 0''11 \mp 0''02 = \mp 0''44.$$

La réduction au centre de la station KILPI-MÄKI de l'azimut observé est  $+ 4''84$ , celle pour la petite distance entre la mire fixée au signal de SILMUT-MÄKI et son centre est  $+ 0''34$ ; somme  $+ 5''18$ . Donc nous avons finalement :

#### AZIMUT DU SIGNAL DE SILMUT-MÄKI,

pris du centre de la station KILPI-MÄKI :

$$A^x = 254^\circ 48' 4''29 \mp 0''44.$$

3. AZIMUT A TORNEA (ÉGLISE DU DISTRICT) DÉDUIT DE L'AZIMUT OBSERVÉ PAR M. WAGNER A KOKKO-MÄKI, 1851, JUIN 27 JUSQU'À SEPT. 19.  $\phi = 65^\circ 49' 36''3$ .

Simultanément avec la mesure des angles terrestres dont il a été question § 85, T. II, p. 55, nos astronomes s'occupèrent, M. Lindhagen de la détermination de la latitude du lieu, M. Wagner de celle de l'azimut. Ce dernier employa le même instrument universel qui avait servi à la mesure des angles terrestres, placé toujours en *A*, planche XVI, fig. 2. Une mire fut construite dans la direction sud-est près du signal *B*, distant de 465 toises. C'est l'azimut de cette mire qui a été déterminé. Dans le calcul les valeurs suivantes de la correction pour le lieu apparent de l'étoile polaire, pris dans les *Tabulae Regiomontanae* ont été employées :

1852.	Juil. 0.	Août 0.	Sept. 0.	Oct. 0.
$\Delta\alpha =$	$+ 0''94$	$+ 1,18$	$+ 1;33$	$+ 1;44$
$\Delta\delta =$	$- 0''38$	$- 0''35$	$- 0''30$	$- 0''21$ .

			Azimut de le mire.					
1851.	Juin	27.	14 <sup>h</sup> 6	temps sid.	134° 37' 6 <sup>''</sup> 22	— 0,84 dα	— 0,87 dδ	+ 0,06 dφ
	Juillet	9.	11,9	»	3,77	— 0,88 dα	+ 0,69 dδ	— 0,05 dφ
			13,4	»	7,92	— 0,90 dα	— 0,17 dδ	+ 0,01 dφ
			15,7	»	9,47	— 0,72 dα	— 1,43 dδ	+ 0,10 dφ
	»	14.	13,6	»	3,36	— 0,90 dα	— 0,31 dδ	+ 0,02 dφ
			15,2	»	8,48	— 0,79 dα	— 1,15 dδ	+ 0,08 dφ
	»	17.	23,4	»	9,98	+ 0,89 dα	— 1,10 dδ	+ 0,06 dφ
			1,7	»	9,78	+ 0,98 dα	+ 0,42 dδ	— 0,02 dφ
	Sept.	1.	13,9	»	9,09	— 0,89 dα	— 0,46 dδ	+ 0,03 dφ
	»	9.	4,7	»	4,58	+ 0,54 dα	+ 2,06 dδ	— 0,12 dφ
	»	11.	4,8	»	8,46	+ 0,53 dα	+ 2,09 dδ	— 0,12 dφ
			5,5	»	13,84	+ 0,35 dα	+ 2,30 dδ	— 0,14 dφ
	»	17.	10,3	»	8,81	— 0,70 dα	+ 1,51 dδ	— 0,10 dφ
			10,9	»	6,69	— 0,78 dα	+ 1,20 dδ	— 0,08 dφ
	»	18.	13,9	»	2,86	— 0,89 dα	— 0,49 dδ	+ 0,03 dφ
			14,8	»	9,07	— 0,83 dα	— 0,96 dδ	+ 0,07 dφ
			16,7	»	12,27	— 0,58 dα	— 1,84 dδ	+ 0,12 dφ
			17,4	»	8,14	— 0,43 dα	— 2,10 dδ	+ 0,14 dφ
			6,9	»	9,31	0,00 dα	+ 2,43 dδ	— 0,15 dφ
			9,7	»	5,35	— 0,60 dα	+ 1,78 dδ	— 0,12 dφ
			10,7	»	4,49	— 0,74 dα	+ 1,34 dδ	— 0,09 dφ
			11,7	»	7,17	— 0,85 dα	+ 0,79 dδ	— 0,05 dφ
	»	19.	13,7	»	5,24	— 0,90 dα	— 0,35 dδ	+ 0,03 dφ
Moyenne					134° 37' 7 <sup>''</sup> 58	— 0,43 dα	+ 0,23 dδ	— 0,01 dφ.

Les 23 mises nous donnent l'erreur probable d'une mise isolée =  $\mp 1''89$ , plus forte encore que la valeur =  $\mp 1''31$  que fournit la table T. I, p. 218. Pour la moyenne, nous avons :

$$ba = \mp \frac{1''89}{\sqrt{23}} \mp 0''22 \mp 0''05 \mp 0''01 = \mp 0''46.$$

De l'azimut de la mire ainsi déterminé nous avons à déduire les azimuts des trois stations géodésiques visibles en A, savoir TORNEA, KAAKAMA-YAARA et KIVALO. Pour ce but les directions relatives de ces

trois points et celle de la mire ont été mesurées ensemble, par 25 mises d'observations pour les objets éloignés, et par 7 mises pour le point voisin TORNEA. Trois de ces directions sont déjà données T. II, p. 55. auxquelles j'ajoute ici celle de la mire, et les poids relatifs correspondants aux nombres de pointages.

*Station astronomique A.*

KAAKAMA-VAARA.....	0° 0'	0,000,	poids	25
KIVALO.....	87 30	3,216	»	25
Mire.....	131 46	52,368	»	25
TORNEA, égl. du distr....	335 40	47,812	»	7.

Pour les trois directions des stations trigonométriques, le calcul de compensation, relatif au triangle No. 225, a fourni, T. II, p. 55, les corrections suivantes :

pour KAAKAMA-VAARA..	+ 0,369
» KIVALO.....	+ 0,484
» TORNEA.....	— 0,845 ;

et il faut chercher la correction correspondante pour la direction de la mire. On voit tout de suite qu'elle est

$$\frac{25.0,369 + 25.0,484 - 7.0,845}{25 + 25 + 25 + 7} = + 0,186.$$

De la sorte nous parvenons aux chiffres suivants :

directions compensés en A,	angles avec la mire.			
KAAKAMA-VAARA..	0° 0'	0,000	— 131° 46' 52,187	∓ 0,318
KIVALO.....	87 30	3,331	— 44 16 48,856	∓ 0,318
Mire.....	131 46	52,187		
TORNEA.....	335 40	46,598	+ 203 53 54,411.	

L'erreur probable ∓ 0,318 des deux premiers angles a été déduit de l'accord des angles dans les différentes mises, sans considérer les corrections trouvées par le calcul de compensation.

En combinant les angles avec l'azimut de la mire, nous obtenons :

en A,				
azimut de KAAKAMA-VAARA..	2° 50'	15,393	∓ 0,46	∓ 0,32 = ∓ 0,56
» » KIVALO.....	90 20	18,724	∓ 0,46	∓ 0,32 = ∓ 0,56
» » TORNEA.....	338 31	1,991.		



Il nous reste encore à déduire de ces azimuts celui dont nous avons besoin pour le calcul des coordonnées polaires dans l'arc compris entre TORNEA et STUOR-OIVI, ou l'azimut de KAAKAMA-VAARA pris de TORNEA. Cette déduction se fera le plus aisément en partant de l'azimut de KAAKAMA-VAARA, déterminé en  $A = 2^{\circ} 50' 15''393 \mp 0''56$ , la latitude de  $A$  étant connue, par les observations de M. Lindhagen,  $\varphi = 65^{\circ} 49' 36''3$ .

Désignons, les trois points,  $A$ , TORNEA et KAAKAMA-VAARA par  $A$ ,  $T$  et  $K$ , et les latitudes de ces trois points par  $\varphi$ ,  $\varphi'$  et  $\varphi''$ . Dans le triangle  $ATK$  dont l'excès sphérique est de  $0''0101$ , nous connaissons  $\lg KT = 4,2507822.7$ , T. II, p. 144,  $\lg AT = 2,1559799.0$ , T. II, p. 53, et l'angle sphérique  $TAK = 24^{\circ} 19' 13''402$ , T. II, p. 158. Puis nous trouvons par une résolution du triangle  $TAK$  :

	Angles sphériques,	plans.	Distances
$TAK =$	$24^{\circ} 19' 13''402$	$13,399$	$\lg TK = 4,2507822.7$
$AKT =$	$0 11 22,893$	$22,890$	$\lg AT = 2,1559799.0$
$KTA =$	$155 29 23,715$	$23,711$	$\lg AK = 4,2539497.5$
.	<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>	
	$180 0 0,010$	$0,000$	

Il est facile de trouver à l'aide de nos données les distances entre les parallèles de  $A$ ,  $T$  et  $B$ , et d'en déduire les différences des latitudes, avec la valeur connue d'une seconde du méridien  $= \sigma$ , eu égard à la correction  $\tau$ , T. I, p. 326. Nous avons

pour $\varphi = 65^{\circ} 40'$	$\lg \sigma = 1,2012100$	
$65 50$	$1,2012198$	<sup>08</sup>
$66 0$	$1,2012296$	<sup>08</sup>
$66 10$	$1,2012394$	<sup>98</sup>

Pour notre cas, la distance des parallèles  $D$  se déduit avec une parfaite exactitude de la ligne géodésique  $r$ , si nous désignons les deux azimuts de cette ligne aux deux extrémités par  $\mathfrak{A}$  et  $\mathfrak{B}$ , à l'aide de la formule simple

$$D = r \cdot \cos\left(\frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}}{2}\right),$$

formule qui requiert une détermination préalable de  $\mathfrak{B}$ ,  $\mathfrak{A}$  étant donné. Par cette voie d'approximation nous avons obtenu les distances suivantes des parallèles :

	entre <i>A</i> et <i>K</i> ,	<i>K</i> et <i>T</i> ,	<i>A</i> et <i>T</i> .
	<i>D</i> = 17922,983 toises	17789,722 toises	133,261 toises.
	lg <i>D</i> = 4,2534103	4,2501691	2,1247031
	lg $\sigma$ = <u>1,2012286</u>	<u>1,2012287</u>	<u>1,2012195</u>
	3,0521817	3,0489404	0,9234836.
	$\varphi' - \varphi = 1127''669$	$\varphi'' - \varphi' = 1119''284$	$\varphi' - \varphi = 8''385.$
donc	$\varphi = 65^\circ 49' 36''3$	$\varphi'' = 66^\circ 8' 23''969$	$\varphi' = 65^\circ 49' 44''685.$
	lg cos $\varphi = 9,6122508.9$	lg cos $\varphi'' = 9,6069221.5$	lg cos $\varphi' = 9,6122115.8$
	$\eta =$ <u>12278.0</u>	$\eta'' =$ <u>12338.2</u>	$\eta' =$ <u>12278.5</u>
	9,6134786.9	9,6081559.7	9,6134394.3.
	pour <i>A</i> et <i>K</i> , $+\mu = +0,0053227.2$	pour <i>K</i> et <i>T</i> , $-\mu = -0,0052834.6$	
	lg sin $2^\circ 50' 15''393 =$ <u>8,6946524.0</u>	lg sin $\beta =$ <u>8,7277215.2</u>	
	8,6999751.2	lg sin $\gamma =$ <u>8,7224380.6</u>	
Azimut de <i>A</i> , pris de <i>K</i> , = $2^\circ 52' 21''468$			$\gamma = 3^\circ 1' 30''931.$
angle <i>ATK</i> = <u>11 22,893</u>			= Azimut de KAAKAMA-VAARA
Azimut de <i>T</i> , pris de <i>K</i> , = $183^\circ 3' 44''361 = \beta.$			pris de TORNEA.

Dans l'exposé que nous venons de faire, le *D* = 133,261 toises entre *A* et *T* est la différence entre les deux *D* voisins, ou = 17922,983 — 17789,722 = 133,261. Mais ce *D* peut être déduit directement de son *r*, donné par lg *r* = 2,1559799. Par l'azimut de la ligne *AT* en *A* = 338° 31' 1''991, nous avons  $\mathfrak{A} = 21^\circ 28' 58''009.$

lg sin $\mathfrak{A} = 9,5637439.5$	
$+\mu =$ <u>392.6</u>	
lg sin $\mathfrak{B} = 9,5637832.1$	$\mathfrak{B} = 21^\circ 29' 5''354,$
$\frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}}{2} = 21^\circ 29' 1''682;$	l'azimut de <i>A</i> , pris de <i>T</i> , = 158 30 54''646
lg <i>r</i> = 2,1559799	
lg cos $\frac{\mathfrak{A} + \mathfrak{B}}{2} =$ <u>9,9687263</u>	
lg <i>D</i> = 2,1247062	<i>D</i> = 133,262 toises.

L'identité des chiffres 133,262 et 133,261 contrôle l'exactitude du calcul.

L'erreur probable dans l'azimut  $= 3^{\circ} 1',5$ , de KAAKAMA-VAARA à TORNEA, doit être plus forte que celle dans l'azimut  $= 2^{\circ} 50',2$ , de KAAKAMA-VAARA pris en A, qui est  $\mp 0',56$ , en proportion de 170,2 : 181,5. C'est ainsi que nous avons le résultat final :

**AZIMUT DU SIGNAL DE KAAKAMA-VAARA,**

pris du centre de l'église de district à TORNEA,

$$\mathbf{A}^{II} = \mathbf{3^{\circ} 1' 30'',93} \mp \mathbf{0'',60}.$$

4. AZIMUT OBSERVÉ AU POINT ASTRONOMIQUE SIGNAL DE STUOR-OIVI, PAR M. SELANDER,

$$\text{EN 1851. } \varphi = 68^{\circ} 40' 58'',4.$$

Sur l'azimut observé à STUOR-OIVI, voyez T. II, p. 65 et 74. Les 30 différentes déterminations de l'azimut de la mire présentent  $\mp 1',98$  pour l'erreur probable d'une détermination isolée, et  $\mp 0',36$  pour celle de la moyenne. Dans l'angle observé 29 fois, l'erreur de la moyenne est, d'après l'accord des différentes mesures,  $= \mp 0',29$ . La combinaison des deux chiffres donne pour l'azimut de PAJTAS-VAARA l'erreur probable  $\mp 0',46$ . Les dates et les temps sidéraux des observations n'étant pas donnés, j'ai été hors d'état de porter sur l'azimut l'effet des corrections  $\Delta\alpha$  et  $\Delta\delta$ , relatives aux *Tabulae Regiomontanae*, et d'en évaluer l'erreur probable complète. Il me faut par conséquent recourir à une estimation et je suppose une incertitude de  $\mp 0',5$  dans l'azimut, produite par les  $\delta\alpha$ ,  $\delta\delta$  et  $\delta\varphi$ . La combinaison de  $\mp 0',46$  et de  $\mp 0',50$  conduit alors au  $\delta\alpha = \mp 0',68$ , et nous avons

**L'AZIMUT DU SIGNAL DE PAJTAS-VAARA,**

pris du centre de la station STUOR-OIVI :

$$\mathbf{A}^{III} = \mathbf{168^{\circ} 22' 59'',39} \mp \mathbf{0'',68}.$$

5. AZIMUT OBSERVÉ A FUGLENAES PAR M. LINDHAGEN, 1850, JUILLET 21 A OCT. 1.

$$\varphi = 70^{\circ} 40' 11'',3.$$

L'instrument universel employé en 1851 à TORNEA, T. II, p. 156, avait servi l'année 1850, à FUGLENAES, pour déterminer l'azimut de JEDKI. Une mire était située au nord de FUGLENAES, dans une distance de trois verstes, de l'autre côté de la baie de Hammerfest. Une seconde mire fut construite, dans une distance d'une verste au sud, tout près de la méridienne du point FUGLENAES, et pouvait être

éclairée pour les observations azimutales nocturnes. Les directions des trois objets, des deux mires et de  $\text{JEDKI}$ , avaient été déterminées avec le plus grand soin. Les angles formés par ces directions donnent le moyen de changer les azimuts des deux mires en azimuts de  $\text{JEDKI}$ . Dans le tableau suivant des 20 mises azimutales de la mire méridionale, 17 ont été directement observées, les 3 dernières sont déduites de l'azimut observé de la mire septentrionale, à l'aide de l'angle entre les deux mires. Dans le calcul des azimuts, les corrections suivantes pour les lieux apparents pris dans les *Tab. Regionum*, ont été employées :

	1850.	Juil. 0.	Août 0.	Sept. 0.	Oct. 0.
$\Delta\alpha =$	+ 1;14	+ 1;37	+ 1;52	+ 1;64	
$\Delta\delta =$	— 0;36	— 0;33	— 0;28	— 0;19.	

## Azimut de la mire méridionale.

1850. Jul.	21.	21 <sup>h</sup> 6	temps sid.	189° 34' 58,75	+ 0,69 $d\alpha$	— 2,50 $d\delta$	+ 0,18 $d\varphi$
		23,5	» »	61,97	+ 1,13 $d\alpha$	— 1,36 $d\delta$	+ 0,08 $d\varphi$
»	22.	15,1	» »	54,85	— 0,93 $d\alpha$	— 1,31 $d\delta$	+ 0,11 $d\varphi$
»	25.	16,8	» »	58,40	— 0,62 $d\alpha$	— 2,29 $d\delta$	+ 0,18 $d\varphi$
		17,8	» »	56,32	— 0,38 $d\alpha$	— 2,72 $d\delta$	+ 0,21 $d\varphi$
		3,8	» »	61,60	+ 0,89 $d\alpha$	+ 2,21 $d\delta$	— 0,15 $d\varphi$
»	26.	15,2	» »	54,16	— 0,91 $d\alpha$	— 1,38 $d\delta$	+ 0,11 $d\varphi$
		16,3	» »	55,89	— 0,70 $d\alpha$	— 2,04 $d\delta$	+ 0,16 $d\varphi$
»	29.	11,5	» »	56,74	— 0,99 $d\alpha$	+ 1,05 $d\delta$	— 0,08 $d\varphi$
		12,6	» »	57,58	— 1,02 $d\alpha$	+ 0,33 $d\delta$	— 0,03 $d\varphi$
		16,2	» »	59,53	— 0,72 $d\alpha$	— 2,00 $d\delta$	+ 0,16 $d\varphi$
		16,7	» »	61,21	— 0,64 $d\alpha$	— 2,24 $d\delta$	+ 0,18 $d\varphi$
Août	6.	5,6	» »	62,09	+ 0,57 $d\alpha$	+ 2,89 $d\delta$	— 0,21 $d\varphi$
		6,1	» »	63,31	+ 0,34 $d\alpha$	+ 2,98 $d\delta$	— 0,22 $d\varphi$
Sept.	28.	12,1	» »	60,35	— 1,05 $d\alpha$	+ 0,68 $d\delta$	— 0,06 $d\varphi$
»	29.	12,6	» »	59,20	— 1,06 $d\alpha$	+ 0,29 $d\delta$	— 0,03 $d\varphi$
		14,7	» »	57,65	— 0,98 $d\alpha$	— 1,06 $d\delta$	+ 0,09 $d\varphi$
Oct.	1.	1,1	» »	60,28	+ 1,24 $d\alpha$	+ 0,04 $d\delta$	+ 0,00 $d\varphi$
		3,2	» »	57,55	+ 1,02 $d\alpha$	+ 1,74 $d\delta$	— 0,11 $d\varphi$
		3,9	» »	59,62	+ 0,88 $d\alpha$	+ 2,22 $d\delta$	— 0,14 $d\varphi$
Moyenne $a =$				189° 34' 58,85	— 0,16 $d\alpha$	— 0,23 $d\delta$	+ 0,01 $d\varphi$ .

Les 20 mises nous fournissent l'erreur probable d'un azimut déterminé par une seule mise =  $\mp 1''70$ , sous  $\varphi = 70^\circ 40'$ . La table T. I, p. 218 donne  $\mp 1''66$ . L'erreur probable de la moyenne est  $\mp 1''70 : \sqrt{20} = \mp 0''38$ , en tant qu'elle dépend de l'exactitude de l'observation. La précision de l'observation azimutale, pour  $\varphi = 70^\circ 40'$ ,  $\sec \varphi = 3,02$ , est un fait digne d'attention, et prouve que notre instrument universel est éminemment propre à la détermination de l'azimut; ce qui est dû spécialement à deux circonstances, savoir à la solidité de la construction de l'instrument, qui se prononce distinctement par l'invariabilité de la collimation, et surtout à la sensibilité et à la justesse des niveaux employés, remplis d'éther sulfurique \*). L'erreur probable complète de l'azimut  $a$  devient

$$da = \mp 0''38 \mp 0''08 \mp 0''05 \mp 0''01 = \mp 0''39.$$

C'est un mérite de M. Lindhagen d'avoir combiné les heures de l'observation de sorte, que l'influence de l'inexactitude dans le lieu de la polaire ait presque disparu dans le résultat, comme l'indiquent les petits coefficients de  $d\alpha$ ,  $d\delta$  et  $\delta\varphi$ . Pour l'angle entre la mire méridionale et JEDKI nous avons  $30^\circ 55' 21''67 \mp 0''35$ ; donc finalement :

#### AZIMUT DU SIGNAL DE JEDKI,

pris du point central de FUGLENAES,

$$220^\circ 30' 20''52 \mp 0''53.$$

---

\*) L'avantage des niveaux remplis d'éther, introduits par MM. Repsold, sur ceux qui contiennent de l'alcool est dans la promptitude des indications. Dans un niveau à éther, une fraction de minute de temps suffit pour le repos parfait de la bulle, tandis que les anciens niveaux à alcool, réclamaient plusieurs minutes. L'objection que l'on a trouvée contre l'usage de l'éther, dans sa plus forte dilatation qui produit de plus grands changements dans la longueur de la bulle, se détruit aisément par une diminution convenable du diamètre du tuyau. Les niveaux actuellement en usage à Poulkova sont tous applicables depuis  $-25^\circ$  R. jusqu'à  $+25^\circ$  R. Depuis 10 ans ces niveaux sont faits à l'atelier de l'Observatoire, par notre mécanicien M. Brauer, dans une perfection égale à celle qui distingue les niveaux de Repsold.

## § 112. Azimuts et distances des stations voisines des points astronomiques.

(Voyez § 52. T. I. p. 242.)

## IX. MÄKI-PÄÄLYS.

	Log. de la distance.	Azimut.		Renvoi.
1. SVARTVIRA.....	4,1924707.4	318°	7' 2",07 ± 1",30	Tr. No. 156, T. II, p. 134.
2. RISTISAARI.....	4,1589304.0	342 10	10",93 ± 1,15 = A <sup>11</sup> *	T. II, p. 154.

## X. KILPI-MÄKI.

1. SILMUT-MÄKI....	4,0754498.1	274°	48' 4",29 ± 0",44 = A <sup>r</sup>	T. II, p. 156.
2. WESA-MÄKI.....	4,2667027.7	336 6	26,06 ± 0,71	Tr. No. 191, T. II, p. 139.
3. HONKA-MÄKI....	4,3122556.5	25 25	48,33 ± 0,88	Tr. No. 192, T. II, p. 139.

## XI. TORNEA, église du district.

1. PERRA-VAARA ...	4,0819651.5	333°	7' 0",32 ± 1",03	Tr. No. 226, T. II, p. 144.
TORNEA, église de				
la ville.....	3,0770306	344 25	4,2	T. II, p. 54.
2. KAAKAMA-VAARA..	4,2507822.7	3 1	30,93 ± 0,60 = A <sup>11</sup> r	T. II, p. 161.
3. KIVALO.....	4,2995801.7	90 43	7,13 ± 0",77	Tr. No. 225, T. II, p. 144.
KEMI, église....	3,9628222	96 10	6,4	T. II, p. 51.
4. AJOJ.....	4,1189927.5	134 42	22,27 ± 0,94	Tr. No. 224, T. II, p. 143.

## XII. STUOR-OIVI.

1. ATJIK.....	4,1686899.0	359°	46' 7",08 ± 1",61	Tr. No. 246, T. II, p. 147.
2. BÄLJATZ-VAARA..	4,3604929.8	29 59	34,04 ± 1,37	Tr. No. 245, T. II, p. 146.
3. KERSTI-VAARA ...	4,3058116.2	94 56	3,02 ± 1,08	Tr. No. 244, T. II, p. 146.
4. PAJTAS-VAARA...	4,3973592.4	168 22	59,39 ± 0,68 = A <sup>11</sup> r	T. II, p. 161.

## XIII. FUGLENAES.

1. TYVEN.....	3,2674725.7	159°	2' 57",73 ± 1",47	Tr. No. 258, T. II, p. 148.
2. JEDI.....	4,2246745.5	220 30	20,52 ± 0,53 = A <sup>11</sup> r	T. II, p. 163.
HAAJEN.....	3,6566482	259 14	1,75 ± 1,47	

Le logarithme de la distance entre FUGLENAES et HAAJEN, dans le mémoire de M. Lindhagen, est 3,6566421, calculé en partant de  $\lg L^r = 4,1506537$ . Mais nous avons, T. II, p. 120, pour le côté fondamental compensé  $\bar{L}^r$ , le  $\lg \bar{L}^r = 4,1506598$ , qui change l'autre logarithme à 3,6566482.

## CHAPITRE XVII.

### TRIANGLES POLAIRES ET COORDONNÉES POLAIRES DANS LES DIFFÉRENTS ARCS PARTIELS.

(Sur le calcul des triangles polaires etc. et sur l'arrangement des tableaux suivants, voyez T. I, p. 244 à 248.)

#### § 113. Triangles polaires et coordonnées polaires

DEPUIS

#### MÄKI-PÄÄLYS JUSQU'À KILPI-MÄKI.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 1. MÄKI-PÄÄLYS = E. Point initial.					
IX. 2. RISTISAARI. T. II, p. 164. $\lg r = 4,1589304.0$ $R = 342^{\circ} 10' 10,93.$					
IX. 3. SVARTVIRA. T. II, p. 164. $\lg r = 4,1924707.4$ $R = 318^{\circ} 7' 2,07.$					
IX. 4. TUSKAS. Tr. No. 157, T. II, p. 134.					
TUSKAS . . . . .	20° 51' 39,553	4,1924707.4	TUSKAS . . . . .	28° 11' 17,605	4,1589304.0
MÄKI-PÄÄLYS.. +	8 10 25,877	3,7937253.3	MÄKI-PÄÄLYS.. —	15 52 42,979	3,9217638.7
SVARTVIRA . . . . .	150 57 55,020	4,3269435.4	RISTISAARI . . . . .	135 56 0,220	4,3269436.2
Somme	180 0 0,450		Somme	180 0 0,804	
R IX. 3	318 7 2,070		R IX. 2	342 10 10,930	
R =	326 17 27,947		R =	326 17 27,951	
$\lg r^* = 4,3269435.8$ $R^* = 326^{\circ} 17' 27,949.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 5. KOKKO-VUORI. Tr. No. 158, T. II, p. 134.					
KOKKO-VUORI. . . . .	69° 20' 58",893	4,3269435.8	KOKKO-VUORI. . . . .	9' 5' 41",970	4,1589304.0
MÄKI-PÄÄLYS. . +	21 11 4,833	3,9137394.1	MÄKI-PÄÄLYS. . +	5 18 21,841	3,9261044.4
TUSKAS . . . . .	89 27 57,945	4,3557651.8	RISTISAARI . . . . .	165 35 56,480	4,3557651.2
Somme	180 0 1,671		Somme	180 0 0,291	
R* IX. 4	326 17 27,949		R IX. 2	342 10 10,930	
R =	347 28 32,782		R =	347 28 32,771	
$\lg r^* = 4,3557651.5$					
$R^* = 347^\circ 28' 32",776.$					
IX. 6. STRÖMFORS. Tr. No. 159, T. II, p. 134.					
STRÖMFORS . . . . .	7° 31' 27",550	4,3269435.8	STRÖMFORS . . . . .	40° 33' 7",884	4,3557651.5
MÄKI-PÄÄLYS. . +	3 4 10,099	3,9385787.7	MÄKI-PÄÄLYS. . —	18 6 54,742	4,0354160.9
TUSKAS . . . . .	169 24 22,675	4,4742987.2	KOKKO-VUORI . . . .	121 19 59,393	4,4742987.1
Somme	180 0 0,324		Somme	180 0 2,019	
R* IX. 4	326 17 27,949		R* IX. 5	347 28 32,776	
R =	329 21 38,048		R =	329 21 38,034	
$\lg r^* = 4,4742987.2$					
$R^* = 329^\circ 21' 38",041.$					
IX. 7. LOVISA. Tr. No. 160, T. II, p. 134.					
LOVISA . . . . .	23° 29' 1",712	4,3269435.8	LOVISA . . . . .	82° 42' 42",703	4,4742987.2
MÄKI-PÄÄLYS. . —	10 36 28,495	3,9915473.2	MÄKI-PÄÄLYS. . —	13 40 38,596	3,8515640.9
TUSKAS . . . . .	145 54 30,915	4,4751163.9	STRÖMFORS . . . . .	83 36 40,720	4,4751163.7
Somme	180 0 1,122		Somme	180 0 2,019	
R* IX. 4	326 17 27,949		R* IX. 6	329 21 38,041	
R =	315 40 59,454		R =	315 40 59,445	
$\lg r^* = 4,4751163.8$					
$R^* = 315^\circ 40' 59",450.$					



Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 8. KORSMALM. Tr. No. 161, T. II, p. 134.					
KORSMALM . . . . .	29° 0' 50,847	4,4751163.8	KORSMALM . . . . .	24° 4' 29,454	4,4742987.2
MÄKI-PÄÄLYS. +	7 35 24,329	3,9101998.8	MÄKI-PÄÄLYS. —	6 5 14,269	3,8891923.9
LOVISA . . . . .	143 23 46,213	4,5648043.0	STRÖMFORS . . . . .	149 50 17,390	4,5648042.5
Somme	180 0 1,389		Somme	180 0 1,113	
R* IX. 7	315 40 59,450		R* IX. 6	329 21 38,041	
R =	323 16 23,779		R =	323 16 23,772	
lg r* = 4,5648042.8					
R* = 323° 16' 23,776.					

IX. 9. MUSTILA. Tr. No. 162, T. II, p. 135.					
MUSTILA . . . . .	56° 43' 26,547	4,5648042.8	MUSTILA . . . . .	15° 42' 16,052	4,4742987.2
MÄKI-PÄÄLYS. +	12 13 59,339	3,9686809.5	MÄKI-PÄÄLYS. +	6 8 45,062	4,0714712.9
KORSMALM . . . . .	111 2 37,174	4,6126052.4	STRÖMFORS . . . . .	158 9 0,140	4,6126052.9
Somme	180 0 3,060		Somme	180 0 1,254	
R* IX. 8	323 16 23,776		R* IX. 6	329 21 38,041	
R =	335 30 23,115		R =	335 30 23,103	
lg r* = 4,6126052.6					
R* = 335° 30' 23,109.					

IX. 10. PORLON I. Tr. No. 163, T. II, p. 135.					
PORLON I . . . . .	0° 52' 9,661	4,5648042.8	PORLON I . . . . .	60° 21' 58,947	4,6126052.6
MÄKI-PÄÄLYS. —	0 11 50,137	3,9206562.8	MÄKI-PÄÄLYS. —	12 25 49,469	4,0064230.6
KORSMALM . . . . .	178 56 0,256	4,6536053.7	MUSTILA . . . . .	107 12 15,397	4,6536054.0
Somme	180 0 0,054		Somme	180 0 3,813	
R* IX. 8	323 16 23,776		R* IX. 9	335 30 23,109	
R =	323 4 33,639		R =	323 4 33,640	
lg r* = 4,6536053.8					
R* = 323° 4' 33,640.					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 11. PORLON II. Tr. No. 164, T. II, p. 135.					
PORLON II . . . . .	31° 52' 50",453	4,6536053.8	PORLON II . . . . .	59° 8' 31",932	4,6126052.6
MÄKI-PÄÄLYS. +	0 9 55,377	2,3911986.4	MÄKI-PÄÄLYS. —	12 15 54,094	4,0061071.8
PORLON I . . . . .	147 57 14,227	4,6556143.4	MUSTILA . . . . .	108 35 37,757	4,6556143.6
Somme	180 0 0,057		Somme	180 0 3,783	
R* IX. 10	323 4 33,640		R* IX. 9	335 30 23,109	
R =	323 14 29,017		R =	323 14 29,015	
lg r* = 4,6556143.5					
R* = 323° 14' 29",016.					
IX. 12. PERHENIEMI. Tr. No. 165, T. II, p. 135.					
PERHENIEMI . . . . .	58° 59' 34",689	4,6556143.5	PERHENIEMI . . . . .	7° 21' 17",359	4,6126052.6
MÄKI-PÄÄLYS. +	10 43 18,411	3,9921743.1	MÄKI-PÄÄLYS. —	1 32 35,679	3,9355978.1
PORLON II . . . . .	110 17 10,902	4,6947731.0	MUSTILA . . . . .	171 6 7,487	4,6947731.0
Somme	180 0 4,002		Somme	180 0 0,525	
R* IX. 11	323 14 29,016		R* IX. 9	335 30 23,109	
R =	333 57 47,427		R =	333 57 47,430	
lg r* = 4,6947731.0					
R* = 333° 57' 47",428.					
IX. 13. WILLIKKALA. Tr. No. 166, T. II, p. 135.					
WILLIKKALA . . . . .	19° 38' 40",039	4,6556143.5	WILLIKKALA . . . . .	74° 1' 46",883	4,6947731.0
MÄKI-PÄÄLYS. +	2 37 51,896	3,7908849.5	MÄKI-PÄÄLYS. —	8 5 26,522	3,8602700.4
PORLON II . . . . .	157 43 29,082	4,7077471.0	PERHENIEMI . . . . .	97 52 50,009	4,7077470.0
Somme	180 0 1,017		Somme	180 0 3,414	
R* IX. 11	323 14 29,016		R* IX. 12	333 57 47,428	
R =	325 52 20,912		R =	325 52 20,906	
lg r* = 4,7077470.5					
R* = 325° 52' 20",909.					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>IX. 14. HUHTMAR. Tr. No. 167, T. II, p. 135.</b>					
HUHTMAR . . . . .	40° 0' 36",313	4,7077470.5	HUHTMAR . . . . .	25° 59' 10",752	4,6947731.0
MÄKI-PÄÄLYS. . +	4 33 22,330	3,7995938.0	MÄKI-PÄÄLYS. . —	3 32 4,191	3,8430571.7
WILLIKKALA . . . . .	135 26 3,523	4,7457597.0	PERHENIEMI . . . . .	150 28 46,689	4,7457597.5
Somme	180 0 2,166		Somme	180 0 1,632	
<i>R</i> * IX. 13	325 52 20,909		<i>R</i> * IX. 12	333 57 47,428	
<i>R</i> =	330 25 43,239		<i>R</i> =	330 25 43,237	
$\lg r^* = 4,7457597.2$					
$R^* = 330^\circ 25' 43",238.$					
<b>IX. 15. ÄMMÄNÄURÄS. Tr. No. 168, T. II, p. 135.</b>					
ÄMMÄNÄURÄS. . . . .	62° 6' 49",375	4,7077470.5	ÄMMÄNÄURÄS. . . . .	98° 29' 9",576	4,7457597.2
MÄKI-PÄÄLYS. . —	5 30 41,999	3,7438278.6	MÄKI-PÄÄLYS. . —	10 4 4,330	3,9930981.1
WILLIKKALA . . . . .	112 22 31,137	4,7273621.6	HUHTMAR . . . . .	71 26 51,083	4,7273622.3
Somme	180 0 2,511		Somme	180 0 4,989	
<i>R</i> * IX. 13	325 52 20,909		<i>R</i> * IX. 14	330 25 43,238	
<i>R</i> =	320 21 38,910		<i>R</i> =	320 21 38,908	
$\lg r^* = 4,7273621.9$					
$R^* = 320^\circ 21' 38",909.$					
<b>IX. 16. MESSILÄ. Tr. No. 169, T. II, p. 136.</b>					
MESSILÄ . . . . .	11° 12' 5",003	4,7273621.9	MESSILÄ . . . . .	30° 23' 30",692	4,7457597.2
MÄKI-PÄÄLYS. . +	2 55 29,423	4,1467557.5	MÄKI-PÄÄLYS. . —	7 8 34,913	4,1363001.0
ÄMMÄNÄURÄS. . . . .	165 52 27,326	4,8264741.7	HUHTMAR . . . . .	142 27 58,853	4,8264741.4
Somme	180 0 1,752		Somme	180 0 4,458	
<i>R</i> * IX. 15	320 21 38,909		<i>R</i> * IX. 14	330 25 43,238	
<i>R</i> =	323 17 8,332		<i>R</i> =	323 17 8,325	
$\lg r^* = 4,8264741.5$					
$R^* = 323^\circ 17' 8",328.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 17. WAHTERISTO. Tr. No. 170, T. II, p. 136.					
WAHTERISTO . . . . .	94° 46' 56 <sup>5</sup> / <sub>14</sub>	4,8264741.5	WAHTERISTO . . . . .	8° 32' 20 <sup>8</sup> / <sub>71</sub>	4,7457597.2
MÄKI-PÄÄLYS. . +	8 39 17,996	4,0054506.0	MÄKI-PÄÄLYS. . +	1 30 43,086	3,9954270.0
MESSILÄ . . . . .	76 33 51,832	4,8159357.2	HUHTMAR . . . . .	169 56 56,967	4,8159357.4
Somme	180 0 6,342		Somme	180 0 0,924	
R* IX. 16	323 17 8,328		R* IX. 14	330 25 43,238	
R =	331 56 26,324		R =	331 56 26,324	
lg r* = 4,8159357.3					
R* = 331° 56' 26 <sup>3</sup> / <sub>24</sub> .					
IX. 18. WESIVEHMAIS. Tr. No. 171, T. II, p. 136.					
WESIVEHMAIS . . . . .	59° 0' 5 <sup>3</sup> / <sub>93</sub>	4,8264741.5	WESIVEHMAIS . . . . .	16° 13' 3 <sup>5</sup> / <sub>02</sub>	4,8159357.3
MÄKI-PÄÄLYS. . +	7 6 9,039	3,9854915.1	MÄKI-PÄÄLYS. . —	1 33 8,962	3,8027097.2
MESSILÄ . . . . .	113 53 6,262	4,8544659.7	WAHTERISTO . . . . .	162 13 48,754	4,8544659.6
Somme	180 0 5,694		Somme	180 0 1,218	
R* IX. 16	323 17 8,328		R* IX. 17	331 56 26,324	
R =	330 23 17,367		R =	330 23 17,362	
lg r* = 4,8544659.6					
R* = 330° 23' 17 <sup>3</sup> / <sub>64</sub> .					
IX. 19. KURHILA. Tr. No. 172, T. II, p. 136.					
KURHILA . . . . .	18° 8' 15 <sup>1</sup> / <sub>153</sub>	4,8264741.5	KURHILA . . . . .	35° 45' 47 <sup>6</sup> / <sub>33</sub>	4,8544659.6
MÄKI-PÄÄLYS. . +	3 8 54,371	4,0730204.5	MÄKI-PÄÄLYS. . —	3 57 14,666	3,9262716.4
MESSILÄ . . . . .	158 42 53,242	4,8932265.3	WESIVEHMAIS . . . . .	140 17 1,403	4,8932265.4
Somme	180 0 2,766		Somme	180 0 3,702	
R* IX. 16	323 17 8,328		R* IX. 18	330 23 17,364	
R =	326 26 2,699		R =	326 26 2,698	
lg r* = 4,8932265.3					
R* = 326° 26' 2 <sup>6</sup> / <sub>98</sub> .					

IX. 20. SOITIN-KALLIO. Tr. No. 173, T. II, p. 136.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
SOITIN-KALLIO . . . .	69° 53' 8,634	4,8932265.3	SOITIN-KALLIO . . . .	28° 32' 44,370	4,8544659.6
MÄKI-PÄÄLYS. . +	8 25 26,533	4,0863485.6	MÄKI-PÄÄLYS. . +	4 28 11,868	4,0668734.1
KURHILA . . . . .	101 41 33,803	4,9114535.3	WESIVEHMAIS . . . .	146 59 8,127	4,9114535.5
Somme	180 0 8,970		Somme	180 0 4,365	
R* IX. 19	326 26 2,698		R* IX. 18	330 23 17,364	
R =	334 51 29,231		R =	334 51 29,232	

$\lg r^* = 4,9114535.4$

$R^* = 334^\circ 51' 29,232.$

IX. 21. WIRMALA. Tr. No. 174, T. II, p. 136.

WIRMALA . . . . .	22° 8' 51,750	4,8932265.3	WIRMALA . . . . .	33° 3' 11,100	4,9114535.4
MÄKI-PÄÄLYS. . +	3 55 5,591	4,1514779.8	MÄKI-PÄÄLYS. . —	4 30 20,940	4,0698850.8
KURHILA . . . . .	153 56 7,333	4,9597499.3	SOITIN-KALLIO . . . .	142 26 33,564	4,9597499.7
Somme	180 0 4,674		Somme	180 0 5,604	
R* IX. 19	326 26 2,698		R* IX. 20	334 51 29,232	
R =	330 21 8,289		R =	330 21 8,292	

$\lg r^* = 4,9597499.5$

$R^* = 330^\circ 21' 8,290.$

IX. 22. WILJAMIN-VUORI. Tr. No. 175, T. II, p. 136.

WILJAMIN-VUORI . .	80° 51' 11,292	4,9597499.5	WILJAMIN-VUORI . .	34° 33' 30,905	4,9114535.4
MÄKI-PÄÄLYS. . +	9 53 42,686	4,2003940.0	MÄKI-PÄÄLYS. . +	5 23 21,748	4,1304116.2
WIRMALA . . . . .	89 15 19,900	4,9652725.9	SOITIN-KALLIO . . . .	140 3 14,136	4,9652726.8
Somme	180 0 13,878		Somme	180 0 6,789	
R* IX. 21	330 21 8,290		R* IX. 20	334 51 29,232	
R =	340 14 50,976		R =	340 14 50,980	

$\lg r^* = 4,9652726.3$

$R^* = 340^\circ 14' 50,978.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 23. KYLMÄ-KANGAS. Tr. No. 176, T. II, p. 137.					
KYLMÄ-KANGAS . . .	40° 22' 18,088	4,9597499.5	KYLMÄ-KANGAS . . .	52° 56' 17,821	4,9652726.3
MÄKI-PÄÄLYS. +	4 12 29,544	4,0138754.6	MÄKI-PÄÄLYS. —	5 41 13,140	4,0592664.0
WIRMALA . . . . .	135 25 18,710	4,9946203.2	WILJAMIN-VUORI . .	121 22 37,712	4,9946203.6
Somme	180 0 6,342		Somme	180 0 8,673	
R* IX. 21	330 21 8,290		R* IX. 22	340 14 50,978	
R =	334 33 37,834		R =	334 33 37,838	
$\lg r^* = 4,9946203.4$					
$R^* = 334^\circ 33' 37,836.$					
IX. 24. KAMMIO. Tr. No. 177, T. II, p. 137.					
KAMMIO . . . . .	84° 3' 40,134	4,9946203.4	KAMMIO . . . . .	6° 44' 54,171	4,9652726.3
MÄKI-PÄÄLYS. +	5 10 26,965	3,9520188.1	MÄKI-PÄÄLYS. —	0 30 46,173	3,8469848.0
KYLMÄ-KANGAS . . .	90 46 1,391	4,9969192.4	WILJAMIN-VUORI . .	172 44 20,442	4,9969192.9
Somme	180 0 8,490		Somme	180 0 0,786	
R* IX. 23	334 33 37,836		R* IX. 22	340 14 50,978	
R =	339 44 4,801		R =	339 44 4,805	
$\lg r^* = 4,9969192.7$					
$R^* = 339^\circ 44' 4,803.$					
IX. 25. RAPPU-VUORI. Tr. No. 178, T. II, p. 137.					
RAPPU-VUORI . . . .	26° 33' 58,712	4,9946203.4	RAPPU-VUORI . . . .	25° 15' 46,615	4,9969192.7
MÄKI-PÄÄLYS. +	2 44 45,408	4,0244245.5	MÄKI-PÄÄLYS. —	2 25 41,556	3,9936900.8
KYLMÄ-KANGAS . . .	150 41 20,791	5,0338948.1	KAMMIO . . . . .	152 18 36,194	5,0338947.8
Somme	180 0 4,911		Somme	180 0 4,365	
R* IX. 23	334 33 37,836		R* IX. 24	339 44 4,803	
R =	337 18 23,244		R =	337 18 23,247	
$\lg r^* = 5,0338947.9$					
$R^* = 337^\circ 18' 23,246.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>IX. 26. TAMMI-MÄKI. Tr. No. 179, T. II, p. 137.</b>					
TAMMI-MÄKI . . . . .	100° 28' 51" 085	5,0338947.9	TAMMI-MÄKI . . . . .	60° 54' 12" 780	4,9969192.7
MÄKI-PÄÄLYS.. +	8 4 1,730	4,1882861.6	MÄKI-PÄÄLYS.. +	5 38 20,176	4,0478139.0
RAPPU-VUORI . . . . .	71 27 22,365	5,0180416.0	KAMMIO . . . . .	113 27 36,806	5,0180416.8
Somme	180 0 15,180		Somme	180 0 9,762	
$R^*$ IX. 25	337 18 23,246		$R^*$ IX. 24	339 44 4,803	
$R =$	345 22 24,976		$R =$	345 22 24,979	
$\lg r^* = 5,0180416.4$					
$R^* = 345^\circ 22' 24'' 978.$					
<b>IX. 27. PUOLAKKA. Tr. No. 180, T. II, p. 137.</b>					
PUOLAKKA . . . . .	44° 30' 54" 402	5,0338947.9	PUOLAKKA . . . . .	46° 8' 18" 355	5,0180416.4
MÄKI-PÄÄLYS.. +	2 41 36,420	3,8600643.9	MÄKI-PÄÄLYS.. —	5 22 25,312	4,1315384.2
RAPPU-VUORI . . . . .	132 47 34,695	5,0537094.8	TAMMI-MÄKI . . . . .	128 29 26,935	5,0537094.8
Somme	180 0 5,517		Somme	180 0 10,602	
$R^*$ IX. 25	337 18 23,246		$R^*$ IX. 26	345 22 24,978	
$R =$	339 59 59,666		$R =$	339 59 52,666	
$\lg r^* = 5,0537094.8$					
$R = 339^\circ 59' 59'' 666.$					
<b>IX. 28. WAATER-VUORI. Tr. No. 181, T. II, p. 137.</b>					
WAATER-VUORI . . .	67° 58' 16" 773	5,0537094.8	WAATER-VUORI . . .	10° 13' 15" 981	5,0180416.4
MÄKI-PÄÄLYS.. +	6 42 53,144	4,1544600.3	MÄKI-PÄÄLYS.. +	1 20 27,831	4,1381876.6
PUOLAKKA . . . . .	105 19 5,035	5,0709292.7	TAMMI-MÄKI . . . . .	168 26 18,945	5,0709292.2
Somme	180 0 14,952		Somme	180 0 2,757	
$R^*$ IX. 27	339 59 59,666		$R^*$ IX. 26	345 22 24,978	
$R =$	346 42 52,810		$R =$	346 42 52,809	
$\lg r^* = 5,0709292.5$					
$R^* = 346^\circ 42' 52'' 810.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 29. JYVÄSKYLÄ. Tr. No. 182, T. II, p. 137.					
JYVÄSKYLÄ.....	31° 55' 46",205	5,0537094.8	JYVÄSKYLÄ.....	24° 51' 16",532	5,0709292.5
MÄKI-PÄÄLYS.. +	4 33 22,237	4,2302918.4	MÄKI-PÄÄLYS.. —	2 9 30,910	4,0232038.2
PUOLAKKA.....	143 31 2,535	5,1045884.9	WAATER-VUORI...	152 59 17,973	5,1045884.9
Somme	180 0 10,977		Somme	180 0 5,415	
R* IX. 27	339 59 59,666		R* IX. 28	346 42 52,810	
R =	344 33 21,903		R =	344 33 21,900	
lg r* = 5,1045884.9					
R* = 344° 33' 21",902.					
IX. 30. RUUHI-MÄKI. Tr. No. 183, T. II, p. 138.					
RUUHI-MÄKI.....	100° 36' 14",093	5,1045884.9	RUUHI-MÄKI.....	47° 32' 17",439	5,0709292.5
MÄKI-PÄÄLYS.. +	5 43 38,580	4,1110712.5	MÄKI-PÄÄLYS.. +	3 34 7,670	3,9970590.0
JYVÄSKYLÄ.....	73 40 22,462	5,0941870.7	WAATER-VUORI...	128 53 43,627	5,0941870.8
Somme	180 0 15,135		Somme	180 0 8,736	
R* IX. 29	344 33 21,902		R* IX. 28	346 42 52,810	
R =	350 17 0,482		R =	350 17 0,480	
lg r* = 5,0941870.7					
R* = 350° 17' 0",481.					
IX. 31. LAAJA-VUORI. Tr. No. 184, T. II, p. 138.					
LAAJA-VUORI.....	6° 28' 2",650	5,1045884.9	LAAJA-VUORI.....	62° 59' 37",219	5,0941870.7
MÄKI-PÄÄLYS.. +	0 7 52,461	3,4127347.7	MÄKI-PÄÄLYS.. —	5 35 46,115	4,1333034.4
JYVÄSKYLÄ.....	173 24 5,252	5,1132730.9	RUUHI-MÄKI.....	111 24 51,753	5,1132732.2
Somme	180 0 0,363		Somme	180 0 15,087	
R* IX. 29	344 33 21,902		R* IX. 30	350 17 0,481	
R =	344 41 14,363		R =	344 41 14,366	
lg r* = 5,1132731.5					
R = 344° 41' 14",364.					



IX. 32. MULTA-MÄKI. Tr. No. 185, T. II, p. 138.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
MULTA-MÄKI . . . . .	35° 11' 50",399	5,1132731.5	MULTA-MÄKI . . . . .	18° 5' 44",804	5,0941870.7
MÄKI-PÄÄLYS. . . +	3 12 49,643	4,1011081.7	MÄKI-PÄÄLYS. . . -	2 22 56,476	4,2206331.7
LAAJA-VUORI . . . . .	141 35 29,729	5,1458471.9	RUUHI-MÄKI . . . . .	159 31 25,653	5,1458472.1
Somme	180 0 9,771		Somme	180 0 6,933	
R* IX. 31	344 41 14,364		R* IX. 30	350 17 0,481	
R =	347 54 4,007		R =	347 54 4,005	

$\lg r^* = 5,1458472.0$

$R = 347^\circ 54' 4,006.$

IX. 33. OHI-MÄKI. Tr. No. 186, T. II, p. 138.

OHI-MÄKI . . . . .	89° 26' 47",549	5,1458472.0	OHI-MÄKI . . . . .	16° 42' 54",431	5,0941870.7
MÄKI-PÄÄLYS. . . +	4 31 23,595	4,0426103.9	MÄKI-PÄÄLYS. . . +	2 8 27,118	4,2076417.8
MULTA-MÄKI . . . . .	86 2 3,634	5,1448257.7	RUUHI-MÄKI . . . . .	161 8 44,667	5,1448258.0
Somme	180 0 14,778		Somme	180 0 6,216	
R* IX. 32	347 54 4,006		R* IX. 30	350 17 0,481	
R =	352 25 27,601		R =	352 25 27,599	

$\lg r^* = 5,1448257.9$

$R = 352^\circ 25' 27,600.$

IX. 34. SILMUT-MÄKI. Tr. No. 187, T. II, p. 138.

SILMUT-MÄKI . . . . .	55° 32' 52",096	5,1458472.0	SILMUT-MÄKI . . . . .	14° 23' 1",978	5,1448257.9
MÄKI-PÄÄLYS. . . +	5 27 12,683	4,2073731.7	MÄKI-PÄÄLYS. . . +	0 55 49,089	3,9599955.5
MULTA-MÄKI . . . . .	119 0 14,154	5,1714239.0	OHI-MÄKI . . . . .	164 41 12,161	5,1714239.0
Somme	180 0 18,933		Somme	180 0 3,228	
R* IX. 32	347 54 4,006		R* IX. 33	352 25 27,600	
R =	353 21 16,689		R =	353 21 16,689	

$\lg r^* = 5,1714239.0$

$R = 353^\circ 21' 16,689.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
IX. 35. ILA-MÄKI. Tr. No. 188, T. II, p. 138.					
ILA-MÄKI.....	5° 45' 45",265	5,1458472.0	ILA-MÄKI.....	63° 37' 51",344	5,1714239.0
MÄKI-PÄÄLYS.. +	0 35 13,169	4,1544538.5	MÄKI-PÄÄLYS.. —	4 51 59,515	4,1475669.5
MULTA-MÄKI.....	173 39 3,684	5,1878058.7	SILMUT-MÄKI.....	111 30 27,756	5,1878058.7
Somme	180 0 2,118		Somme	180 0 18,615	
R* IX. 32	347 54 4,006		R* IX. 34	353 21 16,689	
R =	348 29 17,175		R =	348 29 17,174	
$\lg r^* = 5,1878058.7$					
$R^* = 348^\circ 29' 17.174.$					
IX. 36. LISTON-MÄKI. Tr. No. 189, T. II, p. 138.					
LISTON-MÄKI.....	51° 48' 4",096	5,1878058.7	LISTON-MÄKI.....	17° 4' 1",655	5,1714239.0
MÄKI-PÄÄLYS.. +	3 22 13,652	4,0616123.7	MÄKI-PÄÄLYS.. —	1 29 45,861	4,1204615.1
ILA-MÄKI.....	124 49 56,244	5,2067220.3	SILMUT-MÄKI.....	161 26 18,466	5,2067220.3
Somme	180 0 13,992		Somme	180 0 5,982	
R* IX. 35	348 29 17,174		R* IX. 34	353 21 16,689	
R =	351 51 30,826		R =	351 51 30,828	
$\lg r^* = 5,2067220.3$					
$R^* = 351^\circ 51' 30.827.$					
IX. 37. WESA-MÄKI. Tr. No. 190, T. II, p. 139.					
WESA-MÄKI.....	73° 0' 11",893	5,2067220.3	WESA-MÄKI.....	20° 0' 38",788	5,1714239.0
MÄKI-PÄÄLYS.. +	3 40 33,840	4,0329071.1	MÄKI-PÄÄLYS.. +	2 10 47,979	4,2172293.0
LISTON-MÄKI.....	103 19 30,485	5,2142718.3	SILMUT-MÄKI.....	157 48 42,104	5,2142718.0
Somme	180 0 16,218		Somme	180 0 8,871	
R* IX. 36	351 51 30,827		R* IX. 34	353 21 16,689	
R =	355 32 4,667		R =	355 32 4,668	
$\lg r^* = 5,2142718.2$					
$R^* = 355^\circ 32' 4.668.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>IX. 38. KILPI-MÄKI. Tr. No. 191, T. II, p. 139.</b>					
KILPI-MÄKI.....	158° 21' 56",580	5,2142718.2	KILPI-MÄKI.....	97° 3' 34",808	5,1714239.0
MÄKI-PÄÄLYS.. →	2 23 6,387	4,2667027.7	MÄKI-PÄÄLYS.. →	4 33 54,367	4,0754498.1
WESA-MÄKI.....	19 15 6,612	5,1657315.6	SILMUT-MÄKI.....	78 22 47,424	5,1657315.6
Somme	180 0 9,579		Somme	180 0 16,599	
R* IX. 37	355 32 4,668		R* IX. 34	353 21 16,689	
R =	357 55 11,055		R =	357 55 11,056	
$\lg r^* = 5,1657315.6 = r^{IX}, § 117.$					
$R^* = 357^\circ 55' 11",056 = \mathfrak{R}^{IX}, § 117.$					
T. II, p. 164.			T. II, p. 164.		
Az. X. 2.	336° 6' 26",060		Az. X. 1.	274° 48' 4",290	
Q =	177 44 29,480		Q =	177 44 29,482	
$Q^* = 177^\circ 44' 29",481 = \mathfrak{B}^{IX}, § 117.$					

## § 114. Triangles polaires et coordonnées polaires.

DEPUIS

## KILPI-MÄKI JUSQU'À TORNEA.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
X. 1. KILPI-MÄKI = E. Point initial.					
X. 2. WESA-MÄKI. T. II, p. 164. $\lg r = 4,2667027.7$ $R = 336^\circ 6' 26,060.$					
X. 3. HONKA-MÄKI. T. II, p. 164. $\lg r = 4,3122556.5$ $R = 25^\circ 25' 48,330.$					
X. 4. LEHTO-MÄKI. Tr. No. 193, T. II, p. 139.					
LEHTO-MÄKI . . . . .	11° 9' 27,127	4,2667027.7	LEHTO-MÄKI . . . . .	33° 58' 2,023	4,3122556.5
KILPI-MÄKI . . . →	10 24 36,718	4,2369494.2	KILPI-MÄKI . . . —	38 54 45,558	4,3631161.9
WESA-MÄKI . . . . .	158 25 57,280	4,5453820.1	HONKA-MÄKI . . . . .	107 7 16,760	4,5453821.0
Somme	180 0 1,125		Somme	180 0 4,341	
R X. 2	336 6 26,060		R X. 3	25 25 48,330	
R =	346 31 2,778		R =	346 31 2,772	
$\lg r^* = 4,5453820.6$ $R^* = 346^\circ 31' 2,775.$					
X. 5. PÖLLÜ-MÄKI. Tr. No. 194, T. II, p. 139.					
PÖLLÜ-MÄKI . . . . .	51° 41' 20,647	4,5453820.6	PÖLLÜ-MÄKI . . . . .	11° 10' 2,208	4,3122556.5
KILPI-MÄKI . . . →	25 44 38,560	4,2885372.8	KILPI-MÄKI . . . —	13 -10 7,011	4,3827721.2
LEHTO-MÄKI . . . . .	102 34 7,183	4,6401718.7	HONKA-MÄKI . . . . .	155 39 52,740	4,6401719.0
Somme	180 0 6,390		Somme	180 0 1,959	
R* X. 4	346 31 2,775		R X. 3	25 25 48,330	
R =	12 15 41,335		R =	12 15 41,319	
$\lg r^* = 4,6401718.8$ $R^* = 12^\circ 15' 41,327.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>X. 6. PIHLAJAN-MÄKI. Tr. No. 195, T. II, p. 139.</b>					
PIHLAJAN-MÄKI ...	6° 22' 11",010	4,5453820.6	PIHLAJAN-MÄKI ...	58° 31' 1",754	4,6401718.8
KILPI-MÄKI... +	2 50 17,430	4,1950113.4	KILPI-MÄKI... —	22 54 21,145	4,2995095.5
LEHTO-MÄKI.....	170 47 32,403	4,7044439.3	PÖLLÖ-MÄKI.....	98 34 45,357	4,7044439.0
Somme	180 0 0,843		Somme	180 0 8,256	
R* X. 4	346 31 2,775		R* X. 5	12 15 41,327	
R =	349 21 20,205		R =	349 21 20,182	
lg r* = 4,7044439.2					
R* = 349° 21' 20",194.					
<b>X. 7. II-MÄKI. Tr. No. 196, T. II, p. 139.</b>					
II-MÄKI.....	59° 27' 49",313	4,7044439.2	II-MÄKI.....	13° 37' 42",947	4,6401718.8
KILPI-MÄKI... +	18 27 49,307	4,2699239.0	KILPI-MÄKI... —	4 26 31,832	4,1569729.3
PIHLAJAN-MÄKI...	102 4 30,224	4,7595737.3	PÖLLÖ-MÄKI.....	161 55 47,087	4,7595737.1
Somme	180 0 8,844		Somme	180 0 1,866	
R* X. 6	349 21 20,194		R* X. 5	12 15 41,327	
R =	7 49 9,501		R =	7 49 9,495	
lg r* = 4,7595737.2					
R* = 7° 49' 9",498.					
<b>X. 8. KIVI-MÄKI. Tr. No. 197, T. II, p. 140.</b>					
KIVI-MÄKI.....	59° 16' 58",694	4,7595737.2	KIVI-MÄKI.....	4° 35' 48",015	4,6401718.8
KILPI-MÄKI... +	6 15 33,229	3,8627387.5	KILPI-MÄKI... +	1 49 1,392	4,2374785.2
II-MÄKI.....	114 27 31,737	4,7843942.6	PÖLLÖ-MÄKI.....	173 35 11,403	4,7843943.5
Somme	180 0 3,660		Somme	180 0 0,810	
R* X. 7	7 49 9,498		R* X. 5	12 15 41,327	
R =	14 4 42,727		R =	14 4 42,719	
lg r* = 4,7843943.0					
R* = 14° 4' 42",723.					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
X. 9. SALLISEN-MÄKI. Tr. No. 198, T. II, p. 140.					
SALLISEN-MÄKI....	14° 19' 3,311	4,7595737.2	SALLISEN-MÄKI....	22° 9' 58,257	4,7843943.0
KILPI-MÄKI... +	3 0 37,916	4,0866553.9	KILPI-MÄKI... —	3 14 55,311	3,9610436.3
II-MÄKI.....	162 40 20,777	4,8403403.4	KIVI-MÄKI.....	154 35 8,724	4,8403403.6
Somme	180 0 2,004		Somme	180 0 2,292	
R* X. 7	7 49 9,498		R* X. 8	14 4 42,723	
R =	10 49 47,414		Ø	10 49 47,412	
lg r* = 4,8403403.5					
R* = 10° 49' 47,413.					
X. 10. KULVEN-MÄKI. Tr. No. 199, T. II, p. 140.					
KULVEN-MÄKI....	89° 27' 14,579	4,8403403.5	KULVEN-MÄKI....	32° 1' 22,928	4,7843943.0
KILPI-MÄKI... +	7 57 47,152	3,9818887.3	KILPI-MÄKI... +	4 42 51,834	3,9746944.7
SALLISEN-MÄKI....	82 35 4,587	4,8367120.7	KIVI-MÄKI.....	143 15 48,526	4,8367120.8
Somme	180 0 6,318		Somme	180 0 3,288	
R* X. 9	10 49 47,413		R* X. 8	14 4 42,723	
R =	18 47 34,565		Ø =	18 47 34,557	
lg r* = 4,8367120.8					
R* = 18° 47' 34,561.					
X. 11. NAARAS-MÄKI. Tr. No. 200, T. II, p. 140.					
NAARAS-MÄKI....	45° 20' 32,659	4,8403403.5	NAARAS-MÄKI....	6° 4' 48,698	4,8367120.8
KILPI-MÄKI... +	8 52 48,411	4,1768004.8	KILPI-MÄKI... +	0 55 1,262	4,0159380.1
SALLISEN-MÄKI....	125 46 47,027	4,8974508.8	KULVEN-MÄKI....	173 0 10,871	4,8974509.0
Somme	180 0 8,097		Somme	180 0 0,831	
R* X. 9	10 49 47,413		R* X. 10	18 47 34,561	
R =	19 42 35,824		Ø =	19 42 35,823	
lg r* = 4,8974508.9					
R* = 19° 42' 35,824.					

X. 12. MURTO-MÄKI. Tr. No. 201, T. II, p. 140.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
MURTO-MÄKI.....	3° 58' 36",231	4,8403403.5	MURTO-MÄKI.....	82° 12' 28",597	4,8974508.9
KILPI-MÄKI... +	0 36 8,087	4,0208977.2	KILPI-MÄKI... —	8 16 40,328	4,0597224.0
SALLISEN-MÄKI... +	175 25 16,237	4,9014649.0	NAARAS-MÄKI....	89 30 59,769	4,9014648.1
Somme	180 0 0,555		Somme	180 0 8,694	
R* X. 9	10 49 47,413		R* X. 11	19 42 35,824	
R =	11 25 55,500		R =	11 25 55,496	

$\lg r^* = 4,9014648.6$

$R^* = 11^\circ 25' 55",498.$

X. 13. LEHTO-VAARA. Tr. No. 202, T. II, p. 140.

LEHTO-VAARA....	41° 0' 18",989	4,9014648.6	LEHTO-VAARA....	35° 2' 51",072	4,8974508.9
KILPI-MÄKI... +	4 22 14,611	3,9664434.1	KILPI-MÄKI... —	3 54 25,713	3,9717042.5
MURTO-MÄKI.....	134 37 31,437	4,9367894.9	NAARAS-MÄKI....	141 2 47,679	4,9367894.2
Somme	180 0 5,037		Somme	180 0 4,464	
R* X. 12	11 25 55,498		R* X. 11	19 42 35,824	
R =	15 48 10,109		R =	15 48 10,111	

$\lg r^* = 4,9367894.6$

$R^* = 15^\circ 48' 10",110.$

X. 14. OTAN-MÄKI. Tr. No. 203, T. II, p. 140.

OTAN-MÄKI.....	53° 19' 9",484	4,9014648.6	OTAN-MÄKI.....	89° 13' 13",801	4,9367894.6
KILPI-MÄKI... —	5 48 39,796	4,0026484.3	KILPI-MÄKI... —	10 10 54,414	4,1841938.3
MURTO-MÄKI.....	120 52 17,323	4,9309586.5	LEHTO-VAARA....	80 36 4,289	4,9309586.9
Somme	180 0 6,603		Somme	180 0 12,504	
R* X. 12	11 25 55,498		R* X. 13	15 48 10,110	
R =	5 37 15,702		R =	5 37 15,696	

$\lg r^* = 4,9309586.7$

$R^* = 5^\circ 37' 15",699.$

Stations	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
X. 15. KIVES-VAARA. Tr. No. 204, T. II, p. 141.					
KIVES-VAARA.....	18° 17' 19",194	4,9309586.7	KIVES-VAARA.....	22° 6' 29",159	4,9367894.6
KILPI-MÄKI... +	4 43 43,305	4,3503793.4	KILPI-MÄKI... —	5 27 11,108	4,3390081.5
OTAN-MÄKI.....	156 59 4,671	5,0264788.0	LEHTO-VAARA ...	152 26 28,109	5,0264787.2
Somme	180 0 7,170		Somme	180 0 8,376	
R* X. 14	5 37 15,699		R* X. 13	15 48 10,110	
R =	10 20 59,004		R =	10 20 59,002	
lg r* = 5,0264787.6					
R* = 10° 20' 59",003.					
X. 16. RUPUKKA-VAARA. Tr. No. 205, T. II, p. 141.					
RUPUKKA-VAARA ..	121° 24' 8",736	5,0264787.6	RUPUKKA-VAARA ..	16° 15' 42",538	4,9367894.6
KILPI-MÄKI... +	7 29 18,654	4,2102222.4	KILPI-MÄKI... +	2 2 7,547	4,0399822.0
KIVES-VAARA.....	51 6 45,489	4,9864403.9	LEHTO-VAARA ...	161 42 12,771	4,9864404.3
Somme	180 0 12,879		Somme	180 0 2,856	
R* X. 15	10 20 59,003		R* X. 13	15 48 10,110	
R =	17 50 17,657		R =	17 50 17,657	
lg r* = 4,9864404.1					
R* = 17° 50' 17",657.					
X. 17. SAUKKO-VAARA. Tr. No. 206, T. II, p. 141.					
SAUKKO-VAARA... ..	72° 32' 55",164	5,0264787.6	SAUKKO-VAARA ...	7° 27' 21",692	4,9864404.1
KILPI-MÄKI... +	8 30 21,403	4,2168724.2	KILPI-MÄKI... +	1 1 2,752	4,1225795.3
KIVES-VAARA.....	98 57 0,029	5,0416284.4	RUPUKKA-VAARA... ..	171 31 37,374	5,0416283.8
Somme	180 0 16,596		Somme	180 0 1,818	
R* X. 15	10 20 59,003		R* X. 16	17 50 17,657	
R =	18 51 20,406		R =	18 51 20,409	
lg r* = 5,0416284.1					
R* = 18° 51' 20",408.					



Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
X. 18. TEIRI-HARJU. Tr. No. 207, T. II, p. 141.					
TEIRI-HARJU . . . .	25° 2' 8",133	5,0264787.6	TEIRI-HARJU . . . .	39° 36' 40",423	5,0416284.1
KILPI-MÄKI . . . +	3 42 38,926	4,2109208.6	KILPI-MÄKI . . . —	4 47 42,472	4,1591877.8
KIVES-VAARA . . . .	151 15 20,909	5,0820292.3	SAUKKO-VAARA . . .	135 35 47,764	5,0820292.6
Somme	180 0 7,968		Somme	180 0 10,659	
R* X. 15	10 20 59,003		R* X. 17	18 51 20,408	
R =	14 3 37,929		R =	14 3 37,936	
lg r* = 5,0820292.4					
R* = 14° 3' 37",932.					

X. 19. PUOKIO-VAARA. Tr. No. 208, T. II, p. 141.					
PUOKIO-VAARA . . . .	23° 44' 49",617	5,0264787.6	PUOKIO-VAARA . . . .	82° 44' 24",070	5,0820292.4
KILPI-MÄKI . . . —	3 43 39,322	4,2344215.0	KILPI-MÄKI . . . —	7 26 18,248	4,1975648.6
KIVES-VAARA . . . .	152 31 39,131	5,0855246.6	TEIRI-HARJU . . . .	89 49 35,943	5,0855246.4
Somme	180 0 8,070		Somme	180 0 18,261	
R* X. 15	10 20 59,003		R* X. 18	14 3 37,932	
R =	6 37 19,681		R =	6 37 19,684	
lg r* = 5,0855246.5					
R* = 6° 37' 19",682.					

X. 20. ROKUA-VAARA. Tr. No. 209, T. II, p. 141.					
ROKUA-VAARA . . . .	73° 42' 41",218	5,0264787.6	ROKUA-VAARA . . . .	113° 24' 43",145	5,0855246.5
KILPI-MÄKI . . . —	13 49 54,265	4,4227266.0	KILPI-MÄKI . . . —	10 6 14,950	4,3668696.0
KIVES-VAARA . . . .	92 27 51,481	5,0438748.0	PUOKIO-VAARA . . . .	56 29 19,573	5,0438747.7
Somme	180 0 26,964		Somme	180 0 22,668	
R* X. 15	10 20 59,003		R* X. 19	6 37 19,682	
R =	356 31 4,738		R =	356 31 4,732	
lg r* = 5,0438747.8					
R* = 356° 31' 4",735.					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
X. 21. PALO-VAARA. Tr. No. 210, T. II, p. 141.					
PALO-VAARA.....	32° 55' 22,345	5,0438747.8	PALO-VAARA.....	68° 21' 55,112	5,0855246.5
KILPI-MÄKI... +	5 8 21,015	4,2607752.8	KILPI-MÄKI... —	4 57 53,929	4,0544026.5
ROKUA-VAARA....	141 56 28,565	5,0986023.5	PUOKIO-VAARA....	106 40 23,643	5,0986023.5
Somme	180 0 11,925		Somme	180 0 12,684	
R* X. 20	356 31 4,735		R* X. 19	6 37 19,682	
R =	1 39 25,750		R =	1 39 25,753	
lg r* = 5,0986023.5					
R* = 1° 39' 25,752.					
X. 22. REVONPESÄMAA. Tr. No. 211, T. II, p. 142.					
REVONPESÄMAA ...	17° 22' 4,574	5,0438747.8	REVONPESÄMAA ...	90° 17' 23,360	5,0986023.5
KILPI-MÄKI... +	2 23 42,897	4,1899414.0	KILPI-MÄKI... —	2 44 38,116	3,7785851.2
ROKUA-VAARA....	160 14 18,085	5,0979992.9	PALO-VAARA.....	86 58 5,745	5,0979993.4
Somme	180 0 5,556		Somme	180 0 7,221	
R* X. 20	356 31 4,735		R* X. 21	1 39 25,752	
R =	358 54 47,632		R =	358 54 47,636	
lg r* = 5,0979993.2					
R* = 358° 54' 47,634.					
X. 23. REPO-KANGAS. Tr. No. 212, T. II, p. 142.					
REPO-KANGAS....	23° 11' 6,953	5,0438747.8	REPO-KANGAS....	87° 1' 41,294	5,0979993.2
KILPI-MÄKI... —	3 18 22,423	4,2095918.0	KILPI-MÄKI... —	5 42 5,316	4,0956269.2
ROKUA-VAARA....	153 30 38,295	5,0980923.5	REVONPESÄMAA ...	87 16 28,354	5,0980923.4
Somme	180 0 7,671		Somme	180 0 14,964	
R* X. 20	356 31 4,735		R* X. 22	358 54 47,634	
R =	353 12 42,312		R =	353 12 42,318	
lg r* = 5,0980923.4					
R* = 353° 12' 42,315.					

X. 24. HALOSEN-VAARA. Tr. No. 213, T. II, p. 142.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
HALOSEN-VAARA...	47° 23' 53,739	5,0438747.8	HALOSEN-VAARA...	115° 25' 1,891	5,0980923.4
KILPI-MÄKI... —	6 38 44,426	4,2403135.7	KILPI-MÄKI... —	3 20 22,002	3,9075056.4
ROKUA-VAARA....	125 57 36,775	5,0851456.4	REPO-KANGAS....	61 14 44,627	5,0851456.3
Somme	180 0 14,940		Somme	180 0 8,520	
R* X. 20	356 31 4,735		R* X. 23	353 12 42,315	
R =	349 52 20,309		R =	349 52 20,313	

$lg r^* = 5,0851456.4$

$R^* = 349^\circ 52' 20,311.$

X. 25. PITKÄSELKÄ. Tr. No. 214, T. II, p. 142.

PITKÄSELKÄ.....	14° 8' 19,968	5,0851456.4	PITKÄSELKÄ.....	30° 6' 38,132	5,0980923.4
KILPI-MÄKI... +	1 19 49,931	4,0630363.7	KILPI-MÄKI... —	2 0 32,069	3,9423168.7
HALOSEN-VAARA...	164 31 53,701	5,1233238.2	REPO-KANGAS....	147 52 55,397	5,1233238.7
Somme	180 0 3,600		Somme	180 0 5,598	
R* X. 24	349 52 20,311		R* X. 23	353 12 42,315	
R =	351 12 10,242		R =	351 12 10,246	

$lg r^* = 5,1233238.4$

$R^* = 351^\circ 12' 10,244.$

X. 26. LINNUNSILMÄ. Tr. No. 215, T. II, p. 142.

LINNUNSILMÄ.....	20° 59' 0,459	5,0851456.4	LINNUNSILMÄ.....	113° 47' 42,917	5,1233238.4
KILPI-MÄKI... —	1 28 46,724	3,9430308.6	KILPI-MÄKI... —	2 48 36,654	3,8522252.0
HALOSEN-VAARA...	157 32 16,729	5,1133009.5	PITKÄSELKÄ.....	63 23 48,538	5,1133010.2
Somme	180 0 3,912		Somme	180 0 8,109	
R* X. 24	349 52 20,311		R* X. 25	351 12 10,244	
R =	348 23 33,587		R =	348 23 33,590	

$lg r^* = 5,1133009.8$

$R^* = 348^\circ 23' 33,588.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
X. 27. SARVI-KANGAS. Tr. No. 216, T. II, p. 142.					
SARVI-KANGAS . . . .	1° 0' 40",193	5,1133009.8	SARVI-KANGAS . . . .	46° 6' 16",112	5,1233238.4
KILPI-MÄKI . . . +	0 4 12,130	3,9537114.6	KILPI-MÄKI . . . —	2 44 24,524	3,9449935.6
LINNUN-SILMÄ . . . .	178 55 7,887	5,1423749.4	PITKÄSELKÄ . . . . .	131 9 27,818	5,1423749.8
Somme	180 0 0,210		Somme	180 0 8,454	
R* X. 26	348 23 33,588		R* X. 25	351 12 10,244	
R =	348 27 45,718		R =	348 27 45,720	

$$\lg r^* = 5,1423749.6$$

$$R^* = 348^\circ 27' 45",719.$$

X. 28. LATON-MÄKI. Tr. No. 217, T. II, p. 142.					
LATON-MÄKI . . . . .	78° 6' 33",167	5,1133009.8	LATON-MÄKI . . . . .	114° 5' 59",236	5,1423749.6
KILPI-MÄKI . . . —	5 40 56,364	4,1183003.2	KILPI-MÄKI . . . —	5 45 8,496	4,1828478.4
LINNUN-SILMÄ . . . .	96 12 46,723	5,1201667.7	SARVI-KANGAS . . . .	60 9 9,863	5,1201667.5
Somme	180 0 16,254		Somme	180 0 17,595	
R* X. 26	348 23 33,588		R* X. 27	348 27 45,719	
R =	342 42 37,224		R =	342 42 37,223	

$$\lg r^* = 5,1201667.6$$

$$R^* = 342^\circ 42' 37",224.$$

X. 29. HYYPÄN-MÄKI. Tr. No. 218, T. II, p. 143.					
HYYPÄN-MÄKI . . . .	12° 19' 5",190	5,1201667.6	HYYPÄN-MÄKI . . . .	60° 34' 16",620	5,1423749.6
KILPI-MÄKI . . . —	1 29 34,066	4,2068096.0	KILPI-MÄKI . . . —	7 14 42,565	4,3030131.0
LATON-MÄKI . . . . .	166 11 25,604	5,1689696.7	SARVI-KANGAS . . . .	112 11 25,583	5,1689696.4
Somme	180 0 4,860		Somme	180 0 24,768	
R* X. 28	342 42 37,224		R* X. 27	348 27 45,719	
R =	341 13 3,158		R =	341 13 3,154	

$$\lg r^* = 5,1689696.6$$

$$R^* = 341^\circ 13' 3",156.$$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>X. 30. ISONIEMI. Tr. No. 219, T. II, p. 143.</b>					
ISONIEMI . . . . .	77° 35' 42",128	5,1689696.6	ISONIEMI . . . . .	30° 48' 2",310	5,1423749.6
KILPI-MÄKI . . . +	4 31 50,480	4,0766723.7	KILPI-MÄKI . . . —	2 42 52,082	4,1083313.7
HYYPÄN-MÄKI . . . .	97 52 44,120	5,1751140.7	SARVI-KANGAS . . . .	146 29 15,043	5,1751140.7
Somme	180 0 16,728		Somme	180 0 9,435	
R* X. 29	341 13 3,156		R* X. 27	348 27 45,719	
R =	345 44 53,636		R =	345 44 53,637	
lg r* = 5,1751140.7					
R* = 345° 44' 53",636.					

<b>X. 31. ULKOGRUNNI. Tr. No. 220, T. II, p. 143.</b>					
ULKOGRUNNI . . . . .	20° 47' 42",589	5,1689696.6	ULKOGRUNNI . . . . .	18° 33' 38",894	5,1751140.7
KILPI-MÄKI . . . +	2 34 9,716	4,2701204.9	KILPI-MÄKI . . . —	1 57 40,762	4,2064552.4
HYYPÄN-MÄKI . . . .	156 38 18,150	5,2170227.8	ISONIEMI . . . . .	159 28 48,438	5,2170227.8
Somme	180 0 10,455		Somme	180 0 8,094	
R* X. 29	341 13 3,156		R* X. 30	345 44 53,636	
R =	343 47 12,872		R =	343 47 12,874	
lg r* = 5,2170227.8					
R* = 343° 47' 12",873.					

<b>X. 32. RONTTI. Tr. No. 221, T. II, p. 143.</b>					
RONTTI . . . . .	119° 12' 3",366	5,2170227.8	RONTTI . . . . .	15° 43' 19",897	5,1751140.7
KILPI-MÄKI . . . +	3 2 46,433	4,0013046.7	KILPI-MÄKI . . . +	1 5 5,669	4,0192818.2
ULKOGRUNNI . . . . .	57 45 23,614	5,2033020.5	ISONIEMI . . . . .	163 11 38,772	5,2033020.2
Somme	180 0 13,413		Somme	180 0 4,338	
R* X. 31	343 47 12,873		R X. 30	345 44 53,636	
R =	346 49 59,306		R =	346 49 59,305	
lg r* = 5,2033020.4					
R* = 346° 49' 59",306.					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>X. 33. KIVALO. Tr. No. 222, T. II, p. 143.</b>					
KIVALO.....	23° 28' 50",548	5,2170227.8	KIVALO.....	2° 31' 11",938	5,2033020.4
KILPI-MÄKI... +	3 29 12,555	4,4005199.2	KILPI-MÄKI... +	0 26 26,126	4,4459090.3
ULKOGRUNNI.....	153 2 14,924	5,2732023.6	RONTTI.....	177 2 24,144	5,2732022.8
Somme +	180 0 18,027		Somme	180 0 2,208	
<i>R</i> * X. 31	343 47 12,873		<i>R</i> * X. 32	346 49 59,306	
<i>R</i> =	347 16 25,428		<i>R</i> =	347 16 25,432	
$\lg r^* = 5,2732023.2$ $R^* = 347^\circ 16' 25",430.$					

<b>X. 34. AJOS. Tr. No. 223, T. II, p. 143.</b>					
AJOS.....	4° 29' 20",409	5,2170227.8	AJOS.....	111° 20' 38",260	5,2732023.2
KILPI-MÄKI... —	0 28 16,842	4,2384704.0	KILPI-MÄKI... —	3 57 29,394	4,1428506.4
ULKOGRUNNI.....	175 2 25,116	5,2602697.0	KIVALO.....	64 42 14,948	5,2602696.1
Somme	180 0 2,367		Somme	180 0 22,602	
<i>R</i> * X. 31	343 47 12,873		<i>R</i> * X. 33	347 16 25,430	
<i>R</i> =	343 18 56,031		<i>R</i> =	343 18 56,036	
$\lg r^* = 5,2602696.6$ $R^* = 343^\circ 18' 56",034.$					

<b>X. 35. TORNEA. Tr. No. 224, T. II, p. 143.</b>					
TORNEA.....	24° 32' 22",224	5,2602696.6	TORNEA.....	68° 31' 37",371	5,2732023.2
KILPI-MÄKI... —	1 43 11,827	4,1189927.5	KILPI-MÄKI... —	5 40 41,220	4,2995801.7
AJOS.....	153 44 36,110	5,2877241.2	KIVALO.....	105 48 15,918	5,2877241.1
Somme	180 0 10,161		Somme	180 0 34,509	
<i>R</i> * X. 34	343 18 56,034		<i>R</i> * X. 33	347 16 25,430	
<i>R</i> =	341 35 44,207		<i>R</i> =	341 35 44,210	
$\lg r^* = 5,2877241.2 = r^r, \S 117.$ $R^* = 341^\circ 35' 44",208 = \mathcal{R}^r, \S 117.$					
T. II, p. 164.			T. II, p. 164.		
Az. XI. 4.	134° 42' 22",270		Az. XI. 3.	90° 43' 7",130	
<i>Q</i> =	159 14 44,494		<i>Q</i> =	159 14 44,501	
$Q^* = 159^\circ 14' 44",498 = \mathcal{B}^r, \S 117.$					

§ 115. Triangles polaires et coordonnées polaires

DEPUIS

TORNEA JUSQU'A STUOR-OIVI.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
XI. 1. TORNEA = E. Point initial.					
XI. 2. KAAKAMA-VAARA. T. II, p. 164. $\lg r = 4,2507822.7$ $R = 3^{\circ} 1' 30''930.$					
XI. 3. PERRA-VAARA. T. II, p. 164. $\lg r = 4,0819651.5$ $R = 333^{\circ} 7' 0''320.$					
XI. 4. HUITAPERI. Tr. No. 227, T. II, p. 144.					
HUITAPERI. . . . .	6° 17' 18,990	4,0819651.5	HUITAPERI. . . . .	37° 22' 58,037	4,2507822.7
TORNEA. . . . . +	7 4 0,873	4,1324109.8	TORNEA. . . . . —	22 50 29,732	4,0565326.3
PERRA-VAARA. . . .	166 38 40,500	4,4060038.0	KAAKAMA-VAARA. . .	119 46 33,920	4,4060038.4
Somme	180 0 0,363		Somme	180 0 1,689	
R XI. 3	333 7 0,320		R XI. 2	3 1 30,930	
R =	340 11 1,193		R =	340 11 1,198	
$\lg r^* = 4,4060038.2$ $R^* = 340^{\circ} 11' 1''196.$					
XI. 5. HÖRRILANKERO. Tr. No. 228, T. II, p. 144.					
HÖRRILANKERO. . . .	28° 2' 54,245	4,4060038.2	HÖRRILANKERO. . . .	7° 57' 15,300	4,2507822.7
TORNEA. . . . . +	14 19 25,573	4,1271036.0	TORNEA. . . . . —	8 31 4,154	4,2803068.8
HUITAPERI. . . . .	137 37 42,387	4,5623283.7	KAAKAMA-VAARA. . .	163 31 41,470	4,5623283.0
Somme	180 0 2,205		Somme	180 0 0,924	
R* XI. 4	340 11 1,196		R XI. 2	3 1 30,930	
R =	354 30 26,769		R =	354 30 26,776	
$\lg r^* = 4,5623283.4$ $R^* = 354^{\circ} 30' 26''772.$					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
XI. 6. AVASAKSA. Tr. No. 229, T. II, p. 144.					
AVASAKSA . . . . .	8° 31' 0",729	4,4060038.2	AVASAKSA . . . . .	103° 47' 34",157	4,5623283.4
TORNEA . . . . +	2 53 12,391	3,9375497.9	TORNEA . . . . -	11 26 13,189	3,8723284.8
HUITAPERI . . . . .	168 35 47,297	4,5314960.3	HORRILANKERO . . . . .	64 46 15,015	4,5314959.9
Somme	180 0 0,417		Somme	180 0 2,361	
R* XI. 4	340 11 1,196		R* XI. 5	354 30 26,772	
R =	343 4 13,587		R =	343 4 13,583	
$\lg r^* = 4,5314960.1$					
$R^* = 343^\circ 4' 13'',585.$					
XI. 7. PULLINKI. Tr. No. 230, T. II, p. 144.					
PULLINKI . . . . .	15° 53' 42",844	4,5314960.1	PULLINKI . . . . .	15° 26' 51",067	4,5623283.4
TORNEA . . . . +	6 36 10,071	4,1545740.5	TORNEA . . . . -	4 50 3,119	4,0625449.8
AVASAKSA . . . . .	157 30 8,867	4,6767388.2	HORRILANKERO . . . . .	159 43 7,215	4,6767389.0
Somme	180 0 1,782		Somme	180 0 1,401	
R* XI. 6	343 4 13,585		R* XI. 5	354 30 26,772	
R =	349 40 23,656		R =	349 40 23,653	
$\lg r^* = 4,6767388.6$					
$R^* = 349^\circ 40' 23'',654.$					
XI. 8. NIEMI-VAARA. Tr. No. 231, T. II, p. 144.					
NIEMI-VAARA . . . . .	117° 45' 20",858	4,6767388.6	NIEMI-VAARA . . . . .	24° 21' 37",924	4,5623283.4
TORNEA . . . . +	9 23 21,795	3,9423791.6	TORNEA . . . . +	4 33 18,682	3,8468460.8
PULLINKI . . . . .	52 51 20,527	4,6313441.7	HORRILANKERO . . . . .	151 5 4,585	4,6313442.2
Somme	180 0 3,180		Somme	180 0 1,191	
R* XI. 7	349 40 23,654		R* XI. 5	354 30 26,772	
R =	359 3 45,449		R =	359 3 45,454	
$\lg r^* = 4,6313442.0$					
$R^* = 359^\circ 3' 45'',452.$					



XI. 9. KITTIS-VAARA. Tr. No. 232, T. II, p. 145.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
KITTIS-VAARA . . . .	32° 23' 54,091	4,6767388.6	KITTIS-VAARA . . . .	7° 50' 2,271	4,6313442.0
TORNEA . . . . +	6 54 56,613	4,0283797.2	TORNEA . . . . —	2 28 25,187	4,1319111.6
PULLINKI . . . . .	140 41 12,377	4,7495275.7	NIEMI-VAARA . . . .	169 41 33,538	4,7495276.4
Somme	180 0 3,081		Somme	180 0 0,996	
R* XI. 7	349 40 23,654		R* XI. 8	359 3 45,452	
R =	356 35 20,267		R =	356 35 20,265	

$lg r^* = 4,7495276.0$

$R^* = 356^\circ 35' 20,266.$

XI. 10. PALJUKKA-VAARA. Tr. No. 233, T. II, p. 145.

PALJUKKA-VAARA . .	11° 18' 25,521	4,6767388.6	PALJUKKA-VAARA . .	42° 14' 14,263	4,7495276.0
TORNEA . . . . —	4 54 29,693	4,3165935.7	TORNEA . . . . —	11 49 26,293	4,2335618.5
PULLINKI . . . . .	163 47 7,423	4,8303202.0	KITTIS-VAARA . . . .	125 56 26,911	4,8303202.0
Somme	180 0 2,637		Somme	180 0 7,467	
R* XI. 7	349 40 23,654		R* XI. 9	356 35 20,266	
R =	344 45 53,961		R =	344 45 53,973	

$lg r^* = 4,8303202.0$

$R^* = 344^\circ 45' 53,967.$

XI. 11. OLLOS-VAARA. Tr. No. 234, T. II, p. 145.

OLLÓS-VAARA . . . .	90° 37' 3,041	4,8303202.0	OLLÓS-VAARA . . . .	24° 9' 4,009	4,6767388.6
TORNEA . . . . +	14 54 54,472	4,2409050.0	TORNEA . . . . +	10 0 24,784	4,3048157.8
PALJUKKA-VAARA . .	74 28 13,371	4,8141914.0	PULLINKI . . . . .	145 50 36,367	4,8141914.1
Somme	180 0 10,884		Somme	180 0 5,160	
R* XI. 10	344 45 53,967		R* XI. 7	349 40 23,654	
R =	359 40 48,439		R =	359 40 48,438	

$lg r^* = 4,8141914.0$

$R^* = 359^\circ 40' 48,438.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
XI. 12. YLINEN-VAARA. Tr. No. 235, T. II, p. 145.					
YLINEN-VAARA . . .	50° 32' 18",071	4,8303202.0	YLINEN-VAARA . . .	18° 36' 50",112	4,8141914.0
TORNEA . . . . . +	11 18 5,170	4,2348371.2	TORNEA . . . . . —	3 36 49,302	4,1096560.9
PALJUUKA-VAARA . .	118 9 46,581	4,8879600.7	OILLOS-VAARA . . .	157 46 23,631	4,8879599.7
Somme	180 0 9,822		Somme	180 0 3,045	
R* XI. 10	344 45 53,967		R* XI. 11	359 40 48,438	
R =	356 3 59,137		R =	356 3 59,136	
$\lg r^* = 4,8879600.2$					
$R^* = 356^\circ 3' 59",136.$					
XI. 13. KERROJUPUKKA. Tr. No. 236, T. II, p. 145.					
KERROJUPUKKA . . .	5° 48' 55",124	4,8303202.0	KERROJUPUKKA . . .	54° 54' 24",763	4,8879600.2
TORNEA . . . . . +	1 31 42,921	4,2507036.5	TORNEA . . . . . —	9 46 22,257	4,2048427.8
PALJUUKA-VAARA . .	172 39 23,431	4,9312241.7	YLINEN-VAARA . . .	115 19 23,711	4,9312241.5
Somme	180 0 1,476		Somme	180 0 10,731	
R* XI. 10	344 45 53,967		R* XI. 12	356 3 59,136	
R =	346 17 36,888		R =	346 17 36,879	
$\lg r^* = 4,9312241.6$					
$R^* = 346^\circ 17' 36",884.$					
XI. 14. KUIVASKERO. Tr. No. 237, T. II, p. 145.					
KUIVASKERO . . . . .	42° 57' 7",389	4,9312241.6	KUIVASKERO . . . . .	1° 37' 51",400	4,8879600.2
TORNEA . . . . . +	9 18 44,524	4,3068083.7	TORNEA . . . . . —	0 27 37,730	4,3387489.5
KERROJUPUKKA . . .	127 44 21,203	4,9959171.1	YLINEN-VAARA . . .	177 54 31,461	4,9959171.2
Somme	180 0 13,116		Somme	180 0 0,591	
R* XI. 13	346 17 36,884		R* XI. 12	356 3 59,136	
R =	355 36 21,408		R =	355 36 21,406	
$\lg r^* = 4,9959171.2$					
$R^* = 355^\circ 36' 21",407.$					

XI. 15. LUMI-VAARA. Tr. No. 238, T. II, p. 145.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
LUMI-VAARA . . . . .	0° 45' 26,304	4,9312241.6	LUMI-VAARA . . . . .	76° 43' 49,433	4,9959171.2
TORNEA . . . . . +	0 8 36,500	4,2086851.9	TORNEA . . . . . —	9 10 8,031	4,2099450.2
KERROJUPUKKA . . .	179 5 57,403	5,0065578.3	KUIVASKERO . . . . .	94 6 17,899	5,0065578.0
Somme	180 0 0,207		Somme	180 0 15,363	
R* XI. 13	346 17 36,884		R* XI. 14	355 36 21,407	
R =	346 26 13,384		R =	346 26 13,376	

$\lg r^* = 5,0065578.2$

$R^* = 346^\circ 26' 13,380.$

XI. 16. OLLOS-TUNTURI. Tr. No. 239, T. II, p. 146.

OLLOS-TUNTURI . . .	41° 11' 53,828	5,0065578.2	OLLOS-TUNTURI . . .	3° 48' 48,882	4,9959171.2
TORNEA . . . . . +	9 58 46,942	4,4266243.6	TORNEA . . . . . +	0 48 38,921	4,3237473.9
LUMI-VAARA . . . . .	128 49 39,483	5,0794769.8	KUIVASKERO . . . . .	175 22 33,811	5,0794769.3
Somme	180 0 20,253		Somme	180 0 1,614	
R* XI. 15	346 26 13,380		R* XI. 14	355 36 21,407	
R =	356 25 0,322		R =	356 25 0,328	

$\lg r^* = 5,0794769.6$

$R^* = 356^\circ 25' 0,325.$

XI. 17. PESSINKI. Tr. No. 240, T. II, p. 146.

PESSINKI . . . . .	4° 26' 0,682	5,0065578.2	PESSINKI . . . . .	76° 20' 24,783	5,0794769.6
TORNEA . . . . . —	0 57 35,534	4,3423685.6	TORNEA . . . . . —	10 56 22,483	4,3700807.0
LUMI-VAARA . . . . .	174 36 25,797	5,0914511.8	OLLOS-TUNTURI . . .	92 43 39,698	5,0914511.4
Somme	180 0 2,013		Somme	180 0 26,964	
R* XI. 15	346 26 13,380		R* XI. 16	356 25 0,325	
R =	345 28 37,846		R =	345 28 37,842	

$\lg r^* = 5,0914511.6$

$R^* = 345^\circ 28' 37,844.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
XI. 18. OUNAS-TUNTURI. Tr. No. 241, T. II, p. 146.					
OUNAS-TUNTURI...	55° 52' 31",451	5,0914511.6	OUNAS-TUNTURI...	4° 32' 47",961	5,0794769.6
TORNEA..... +	11 36 37,155	4,4771643.8	TORNEA..... +	0 40 14,684	4,2486937.1
PESSINKI.....	112 31 24,193	5,1390825.0	OLLOS-TUNTURI...	174 46 59,212	5,1390824.5
Somme	180 0 32,799		Somme	180 0 1,857	
R* XI. 17	345 28 37,844		R* XI. 16	356 25 0,325	
R =	357 5 14,999		R =	357 51 15,099	
lg r* = 5,1390824.8					
R* = 357° 5' 15",004.					
XI. 19. PAJTAS-VAARA. Tr. No. 242, T. II, p. 146.					
PAJTAS-VAARA....	27° 21' 21",802	5,0914511.6	PAJTAS-VAARA....	75° 17' 57",211	5,1390824.8
TORNEA..... +	4 21 28,551	4,3097871.1	TORNEA..... -	7 15 8,603	4,2546100.4
PESSINKI.....	148 17 22,343	5,1498572.1	OUNAS-TUNTURI...	97 27 17,721	5,1498571.6
Somme	180 0 12,696		Somme	180 0 23,535	
R* XI. 17	345 28 37,844		R* XI. 18	357 5 15,004	
R =	349 50 6,395		R =	349 50 6,401	
lg r* = 5,1498571.8					
R* = 349° 50' 6",398.					
XI. 20. KERSTI-VAARA. Tr. No. 243, T. II, p. 146.					
KERSTI-VAARA....	38° 14' 43",972	5,1498571.8	KERSTI-VAARA....	2° 11' 24",246	5,1390824.8
TORNEA..... +	6 52 20,689	4,4359590.4	TORNEA..... -	0 22 47,919	4,3783612.1
PAJTAS-VAARA....	134 53 21,511	5,2085074.0	OUNAS-TUNTURI...	177 25 49,251	5,2085075.1
Somme	180 0 26,172		Somme	180 0 1,416	
R* XI. 19	349 50 6,398		R* XI. 18	357 5 15,004	
R =	356 42 27,087		R =	356 42 27,085	
lg r* = 5,2085074.6					
R* = 356° 42' 27",086.					

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
<b>XI. 21. STUOR-OIVI. Tr. No. 244, T. II, p. 146.</b>					
STUOR-OIVI. . . . .	0° 7' 49",122	5,1498571.8	STUOR-OIVI. . . . .	73° 34' 45",495	5,2085074.6
TORNEA . . . . . —	0 1 22,969	4,3973592.4	TORNEA . . . . . —	6 53 43,653	4,3058116.2
PAJTAS-VAARA . . . .	179 50 47,999	5,2205625.8	KERSTI-VAARA . . . .	99 32 1,752	5,2205626.4
Somme	180 0 0,090		Somme	180 0 30,900	
$R^* \text{ XI. } 19$	349 50 6,398		$R^* \text{ XI. } 20$	356 42 27,086	
$R =$	349 48 43,429		$R =$	349 48 43,433	
$\lg r^* = 5,2205626.1 = r^{IV}, \text{ § } 117.$					
$R^* = 349^\circ 48' 43",431 = R^{III}, \text{ § } 117.$					
T. II, p. 164. Az. XII. 4. <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">168° 22' 59",390</span> $Q = 168 30 48,512$			T. II, p. 164. Az. XII. 3. <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">94° 56' 3",020</span> $\zeta = 168 30 48,515$		
$Q^* = 168^\circ 30' 48",514 = Q^{IV}, \text{ § } 117.$					

## § 116. Triangles polaires et coordonnées polaires.

DEPUIS

## STUOR-OIVI JUSQU'À FUGLENAES.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
XII. 1. STUOR-OIVI = E. Point initial.					
XII. 2. ATJIK. T. II, p. 164. $\lg r = 4,1686899.0$ $R = 359^\circ 46' 7,080.$					
XII. 3. BÄLJATZ-VAARA. T. II, p. 164. $\lg r = 4,3604929.8$ $R = 29^\circ 59' 34,040.$					
XII. 4. SPJELLEGA. Tr. No. 247, T. II, p. 147.					
SPJELLEGA . . . . .	14° 54' 52,106	4,1686899.0	SPJELLEGA . . . . .	18° 21' 35,289	4,3604929.8
STUOR-OIVI . . →	21 3 19,454	4,3135434.5	STUOR-OIVI . . —	9 10 7,490	4,0645350.6
ATJIK . . . . .	144 1 50,150	4,5270258.1	BÄLJATZ-VAARA . . .	152 28 18,400	4,5270258.7
Somme	100 0 1,710		Somme	180 0 1,179	
R XII. 2	359 46 7,080		R XII. 3	29 59 34,040	
R =	20 49 26,534		R =	20 49 26,550	
$\lg r^* = 4,5270258.4$ $R^* = 20^\circ 49' 26,542.$					
XII. 5. ZIJARA-VAARA. Tr. No. 248, T. II, p. 147.					
ZIJARA-VAARA . . .	2° 45' 46,787	4,1686899.0	ZIJARA-VAARA . . .	57° 8' 33,726	4,5270258.4
STUOR-OIVI . . →	4 27 33,426	4,3763071.3	STUOR-OIVI . . —	16 35 46,041	4,0585211.4
ATJIK . . . . .	172 46 40,210	4,5850032.3	SPJELLEGA . . . . .	106 15 43,776	4,5850031.6
Somme	180 0 0,423		Somme	180 0 3,543	
R XII. 2	359 46 7,080		R* XII. 4	20 49 26,542	
R =	4 13 40,506		R =	4 13 40,501	
$\lg r^* = 4,5850032.0$ $R^* = 4^\circ 13' 40,504.$					

XII. 6. AVJO-VAARA. Tr. No. 249, T. II, p. 147.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
AVJO-VAARA . . . . .	50° 18' 59",094	4,5850032.0	AVJO-VAARA . . . . .	15° 51' 18",620	4,5270258.4
STUOR-OIVI . . . +	23 41 47,996	4,3028527.9	STUOR-OIVI . . . +	7 6 1,950	4,1825852.0
ZIJARA-VAARA . . .	105 59 20,026	4,6816193.4	SPIJELLEGA . . . . .	157 2 41,344	4,6816193.3
Somme	180 0 7,116		Somme	180 0 1,914	
R* XII. 5	4 13 40,504		R* XII. 4	20 49 26,542	
R =	27 55 28,500		R =	27 55 28,492	

$\lg r^* = 4,6816193.4$

$R^* = 27^\circ 55' 28",496.$

XII. 7. LOHDIZIJOKKI. Tr. No. 250, T. II, p. 147.

LOHDIZIJOKKI . . . .	21° 29' 53",556	4,5850032.0	LOHDIZIJOKKI . . . .	38° 17' 9",746	4,6816193.4
STUOR-OIVI . . . +	12 36 35,665	4,3600334.0	STUOR-OIVI . . . —	11 5 12,321	4,1734707.4
ZIJARA-VAARA . . .	145 53 35,516	4,7697349.9	AVJO-VAARA . . . .	130 37 43,144	4,7697349.6
Somme	180 0 4,737		Somme	180 0 5,211	
R* XII. 5	4 13 40,504		R* XII. 6	27 55 28,496	
R =	16 50 16,169		R =	16 50 16,175	

$\lg r^* = 4,7697349.8$

$R^* = 16^\circ 50' 16",172.$

XII. 8. NUPPI-VAARA. Tr. No. 251, T. II, p. 147.

NUPPI-VAARA . . . .	2° 30' 6",616	4,5850032.0	NUPPI-VAARA . . . .	86° 26' 18",974	4,7697349.8
STUOR-OIVI . . . —	1 16 23,664	4,2917492.4	STUOR-OIVI . . . —	13 52 59,341	4,1506598.1
ZIJARA-VAARA . . .	176 13 30,194	4,7634912.7	LOHDIZIJOKKI . . .	79 40 49,536	4,7634912.1
Somme	180 0 0,474		Somme	180 0 7,851	
R* XII. 5	4 13 40,504		R* XII. 7	16 50 16,172	
R =	2 57 16,840		R =	2 57 16,831	

$\lg r^* = 4,7634912.4$

$R^* = 2^\circ 57' 16",836.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles	Log. des distances.
XII. 9. HALDI. Tr. No. 252, T. II, p. 147.					
HALDI . . . . .	0° 45' 57",286	4,7634912.4	HALDI . . . . .	43° 44' 56",291	4,7697349.8
STUOR-OIVI. . . —	0 11 6,407	4,1467396.4	STUOR-OIVI. . . —	14 4 5,736	4,3156674.9
NUPPI-VAARA . . . .	179 2 56,436	4,8574931.2	LOHDIZUJOKKI . . . .	122 11 7,846	4,8574929.8
Somme	180 0 0,129		Somme	180 0 9,873	
R* XII. 8	2 57 16,836		R* XII. 7	16 50 16,172	
R =	2 46 10,429		R =	2 46 10,436	

$$\lg r^* = 4,8574930.5$$

$$R^* = 2^\circ 46' 10",432.$$

XII. 10. BALKIS-OIVI. Tr. No. 253, T. II, p. 148.					
BALKIS-OIVI. . . . .	31° 53' 27",472	4,8574930.5	BALKIS-OIVI. . . . .	15° 17' 44",896	4,7697349.8
STUOR-OIVI. . . +	6 52 5,921	4,2122623.5	STUOR-OIVI. . . —	7 11 59,821	4,4465014.0
HALDI . . . . .	141 14 33,651	4,9312132.3	LOHDIZUJOKKI . . . .	157 30 21,316	4,9312131.9
Somme	180 0 7,044		Somme	180 0 6,033	
R* XII. 9	2 46 10,432		R* XII. 7	16 50 16,172	
R =	9 38 16,353		R =	9 38 16,351	
$\lg r^* = 4,9312132.1$ $R^* = 9^\circ 38' 16",352.$					

XII. 11. KAAVEN. Tr. No. 254, T. II, p. 148.					
KAAVEN . . . . .	9° 54' 5",794	4,8574930.5	KAAVEN . . . . .	92° 0' 43",028	4,9312132.1
STUOR-OIVI. . . —	1 39 43,447	4,0845053.1	STUOR-OIVI. . . —	8 31 49,368	4,1026732.4
HALDI . . . . .	168 26 12,439	4,9240899.4	BALKIS-OIVI. . . . .	79 27 37,792	4,9240900.0
Somme	180 0 1,680		Somme	180 0 10,188	
R* XII. 9	2 46 10,432		R* XII. 10	9 38 16,352	
R =	1 6 26,985		R =	1 6 26,984	
$\lg r^* = 4,9240899.7$ $R^* = 1^\circ 6' 26",984.$					



XII. 12. JEMMELUFT-OIVI. Tr. No. 255, T. II, p. 148.

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
JEMMELUFT-OIVI ..	42° 7' 48",021	4,9240899.7	JEMMELUFT-OIVI ..	0° 48' 16",424	4,9312132.1
STUOR-OIVI... +	8 38 23,169	4,2741744.7	STUOR-OIVI... +	0 6 33,798	4,0645910.1
KAAVEN .....	129 14 0,528	4,9865664.5	BALKIS-OIVI .....	179 5 9,928	4,9865664.2
Somme	180 0 11,718		Somme	180 0 0,150	
R* XII. 11	1 6 26,984		R* XII. 10	9 38 16,352	
R =	9 44 50,153		R =	9 44 50,150	

$\lg r^* = 4,9865664.4$

$R^* = 9^\circ 44' 50",152.$

XII. 13. JEDKI. Tr. No. 256, T. II, p. 148.

JEDKI .....	12° 48' 51",127	4,9240899.7	JEDKI .....	64° 40' 11",469	4,9865664.4
STUOR-OIVI... +	2 41 21,324	4,2494525.2	STUOR-OIVI... —	5 57 1,847	4,0460547.7
KAAVEN .....	164 29 51,368	5,0051334.2	JEMMELUFT-OIVI ..	109 22 56,431	5,0051334.0
Somme	180 0 3,819		Somme	180 0 9,747	
R* XII. 11	1 6 26,984		R* XII. 12	9 44 50,152	
R =	3 47 48,308		R =	3 47 48,305	

$\lg r^* = 5,0051334.1$

$R^* = 3^\circ 47' 48",306.$

XII. 14. TYVEN. Tr. No. 257, T. II, p. 148.

TYVEN .....	36° 19' 28",654	5,0051334.1	TYVEN .....	3° 23' 35",439	4,9865664.4
STUOR-OIVI... +	5 21 59,219	4,2034101.3	STUOR-OIVI... —	0 35 2,627	4,2226044.4
JEDKI .....	138 18 42,429	5,0554377.7	JEMMELUFT-OIVI ..	176 1 23,011	5,0554378.1
Somme	180 0 10,302		Somme	180 0 1,077	
R* XII. 13	3 47 48,306		R* XII. 12	9 44 50,152	
R =	9 9 47,525		R =	9 9 47,525	

$\lg r^* = 5,0554377.9$

$R^* = 9^\circ 9' 47",525.$

Stations.	Angles.	Log. des distances.	Stations.	Angles.	Log. des distances.
XII. 15. FUGLENAES. Tr. No. 258, T. II, p. 148.					
FUGLENAES . . . . .	30° 57' 18,221	5,0051334.1	FUGLENAES . . . . .	30° 30' 4,587	5,0554377.9
STUOR-OIVI . . . +	4 53 32,988	4,2246745.5	STUOR-OIVI . . . —	0 28 26,227	3,2674725.7
JEDKI . . . . .	144 9 18,319	5,0614779.6	TYVEN . . . . .	149 1 30,224	5,0614780.6
Somme	180 0 9,528		Somme	180 0 1,038	
R* XII. 13	3 47 48,306		R* XII. 14	9 9 47,525	
R =	8 41 21,294		R =	8 41 21,298	
		$\lg r^* = 5,0614780.1$			$= r^{XII}, \S 117.$
		$R^* = 8^\circ 41' 21,296$			$= \mathfrak{R}^{XII}, \S 117.$
T. II, p. 164.			T. II, p. 164.		
Az. XIII. 2.	220° 30' 20,520		Az. XIII. 1.	159° 2' 57,730	
Q =	189 33 2,299		Ω =	189 33 2,317	
		$Q^* = 189^\circ 33' 2,308$			$= \mathfrak{B}^{XII}, \S 117.$

## CHAPITRE XVIII.

### LONGUEURS DES DIFFÉRENTS ARCS PARTIELS. AZIMUTS DÉTERMINÉS AUX DEUX POINTS EXTRÊMES DE CHAQUE ARC. COMPARAISON ET COMPENSATION DES DEUX AZIMUTS.

---

#### § 117. Longueurs des lignes géodésiques entre les couples de points extrêmes des 4 arcs partiels. Azimuts de ces lignes géodésiques déterminés aux points extrêmes des arcs.

Chacun des § 113 à § 116 contient, dans son dernier triangle polaire, le logarithme de la ligne géodésique  $r$  qui joint les deux points extrêmes de cet arc partiel, et les deux azimuts que fait la ligne, d'après les observations azimutales exécutées sur ces points extrêmes. Le tableau qui suit, semblable à celui de T. I, p. 307 pour l'arc méridional, est partagé en 5 colonnes verticales.

La première colonne contient le renvoi.

- » seconde » contient les noms des couples de points extrêmes.
- » troisième » donne les latitudes des points extrêmes, qui se trouvent déjà T. II, p. 149.
- » quatrième » donne les logarithmes des distances  $r$  et les distances elles-mêmes entre les points extrêmes. A côté des  $\log r$  et des  $r$  se trouvent les erreurs probables de ces chiffres ou les  $\delta \log r$  et  $\delta r$ , déterminés par M. Lindhagen de la totalité des compensations. Voyez T. I, p. 306.
- » cinquième » contient les azimuts de la ligne géodésique,  $\mathcal{N}$  à l'extrémité méridionale,  $\mathcal{S}$  à l'extrémité septentrionale de l'arc, avec les  $\delta \mathcal{N}$  et  $\delta \mathcal{S}$ , provenus de l'incertitude dans l'observation des azimuts.

## Longueurs géodésiques des arcs partielles

et

azimuts déterminés aux points extrêmes de ces arcs.

Renvoi.	Points extrêmes.	Latitudes.	Distances.	Azimuts.
IX. Triangle polaire IX. 38, T. II, p. 177.	MÄKI-PÄÄLYS..... KILPI-MÄKI.....	$\varphi^{IX} = 60^{\circ} 4' 29,4''$	$\lg r^{IX} = 5,1657315,6 \mp 31,7$	$\vartheta^{IX} = 357^{\circ} 55' 14,06 \mp 1,75$
		$\varphi^I = 62^{\circ} 38' 5,0''$	$r^{IX} = 146464,23 \mp 1,07$ toises	$\vartheta^{IX} = 177^{\circ} 44' 29,48 \mp 0,44$
X. Triangle polaire X. 35, T. II, p. 188.	KILPI-MÄKI..... TORNEA.....	$\varphi^X = 62^{\circ} 38' 5,0''$	$\lg r^X = 5,2877241,2 \mp 29,7$	$\vartheta^X = 341^{\circ} 35' 44,21 \mp 0,71$
		$\varphi^{XI} = 65^{\circ} 49' 44,7''$	$r^X = 193965,33 \mp 1,33$ toises	$\vartheta^X = 159^{\circ} 14' 44,50 \mp 0,77$
XI. Triangle polaire XI. 21, T. II, p. 195.	TORNEA..... STUOR-OIVI.....	$\varphi^{XI} = 65^{\circ} 49' 44,7''$	$\lg r^{XI} = 5,2205626,1 \mp 42,8$	$\vartheta^{XI} = 349^{\circ} 48' 43,43 \mp 0,60$
		$\varphi^{XII} = 68^{\circ} 40' 58,4''$	$r^{XI} = 166173,82 \mp 1,64$ toises	$\vartheta^{XI} = 168^{\circ} 30' 48,51 \mp 0,68$
XII. Triangle polaire XII. 15, T. II, p. 200.	STUOR-OIVI..... RUELEMAES.....	$\varphi^{XII} = 68^{\circ} 40' 58,4''$	$\lg r^{XII} = 5,0614780,1 \mp 66,8$	$\vartheta^{XII} = 8^{\circ} 41' 21,30 \mp 1,37$
		$\varphi^{XIII} = 70^{\circ} 40' 11,3''$	$r^{XII} = 115206,77 \mp 1,77$ toises	$\vartheta^{XII} = 189^{\circ} 33' 2,31 \mp 0,54$

**§ 118. Comparaison des azimuts  
déterminés aux deux points extrêmes de chaque arc partiel.**

Sur la méthode de comparaison voyez § 64, T. I, p. 308. Dans le paragraphe cité j'ai donné les détails du calcul de comparaison pour les 8 arcs partiels méridionaux. Voici le calcul analogue, pour nos 4 arcs septentrionaux, calcul qui part des données du tableau § 117, mais qui suit entièrement la marche du § 64.

Arcs	IX.	X.	XI.	XII.
$\lg \cos \varphi - \lg \cos \varphi' =$	0,0355477.6	0,0502267.9	0,0516718.7	0,0406962.4
$\eta - \eta' =$	— 555.7	— 645.3	— 525.4	— 334.2
$\mu =$	0,0354921.9	0,0501622.6	0,0516193.3	0,0406628.2
$\lg \sin \mathfrak{A}^* =$	8,5598998.2	9,4993043.8	9,2476726.3	9,1791936.4
$\lg \sin \mathfrak{B}' =$	8,5953920.1	9,5494666.4	9,2992919.6	9,2198564.6
$\lg \sin \mathfrak{B}^* =$	8,5955807.2	9,5494463.0	9,2991530.0	9,2198968.8
$f =$	+ 0,0001887.1	— 0,0000203.4	— 0,0001389.6	+ 0,0000404.2
$\beta =$	533.9	55.56	103.62	125.15
$\alpha =$	579.6	63.28	117.18	137.77
$\mathfrak{B}^* - \mathfrak{B}' =$	— 3",53	+ 3",66	+ 13",41	+ 3",23
$\mathfrak{A}' - \mathfrak{A}^* =$	— 3",26	+ 3,21	+ 11",86	+ 2",93
Moyenne $d\mathfrak{G} =$	— 3,40	+ 3,44	+ 12,64	+ 3,08.

Ces  $d\mathfrak{G}$  sont les différences entre les azimuts observés et calculés, pour les extrémités de chaque arc partiel. La valeur moyenne des différents  $d\mathfrak{G}$ , sans considérer le signe, est ici 5",64. Pour l'arc méridional elle était de 6",19.

Nous avons à présent à chercher le montant de l'erreur probable  $\delta\mathfrak{G}$ , en le déduisant, comme dans le § 64, des inexactitudes auxquelles sont sujets les éléments qui conduisent à la détermination de  $d\mathfrak{G} = \frac{1}{2}((\mathfrak{B}^* - \mathfrak{B}') + (\mathfrak{A}' - \mathfrak{A}^*))$ . Le tableau du § 117 nous fournit en premier lieu, voir T. I, p. 312 :

Arcs:	IX.	X.	XI.	XII.
$\delta'G =$	+ 1",15	0",71	0",60	1",37
$\delta'H =$	+ 0,44	0,77	0,68	0,54.

Puis nous avons, selon T. I, p. 314, relativement à la déviation accidentelle du fil à plomb, pour

	$b'A =$
MÄKI-PÄÄLYS..	$\mp 2,76$
KILPI-MÄKI...	$\mp 3,07$
TORNEA.....	$\mp 3,54$
STUOR-OIVI...	$\mp 4,08$
FUGLENAES...	$\mp 4,53$

La combinaison des  $b'G$  et  $b'H$  avec les  $b'A$  nous donne, voir T. II, p. 315 :

IX.	$bG^{IX} = \mp 1,15 \mp 2,76 = \mp 2,99$	$bH^{IX} = \mp 0,44 \mp 3,07 = \mp 3,11$
X.	$bG^X = \mp 0,71 \mp 3,07 = \mp 3,17$	$bH^X = \mp 0,77 \mp 3,54 = \mp 3,62$
XI.	$bG^{XI} = \mp 0,60 \mp 3,54 = \mp 3,59$	$bH^{XI} = \mp 0,68 \mp 4,08 = \mp 4,14$
XII.	$bG^{XII} = \mp 1,37 \mp 4,08 = \mp 4,30$	$bH^{XII} = \mp 0,54 \mp 4,53 = \mp 4,56$

L'arc IX a 36 triangles, dans 31 desquels les angles sont sujets à l'erreur probable  $\mp 0,589$  et dans 5 à l'erreur probable  $\mp 0,532$ ; donc, selon T. I, p. 316,  $b(g + h) = \sqrt{(31.0,589^2 + 5.0,532^2)} = \mp 3,49$  et  $b_g = b_h = \mp 2,47$ . Par la même voie se trouvent les  $b(g + h)$  des autres arcs et nous avons :

Arc	$b(g + h)$	$b_g = b_h$
IX.	$\mp 3,49$	$\mp 2,47$
X.	$\mp 3,38$	$\mp 2,30$
XI.	$\mp 3,67$	$\mp 2,60$
XII.	$\mp 4,82$	$\mp 3,41$

Notre  $(b\mathcal{G})^2$  est composé, formule (10), T. I, p. 312, de trois termes, ou  $(b\mathcal{G})^2 = \mathcal{L}^2 + \mathcal{M}^2 + \mathcal{N}^2$ . Pour le calcul de ces termes nous avons encore besoin des trois coefficients que contient cette formule, et de la quantité  $b\mu$  dont l'expression se trouve T. I, p. 317. Voici les valeurs numériques de ces quantités :

Arc.	$\frac{\alpha + \beta}{2\beta}$	$\frac{\alpha + \beta}{2\alpha}$	$\lg \frac{\alpha + \beta}{2\alpha\beta}$	$\frac{b\mu}{7}$
IX.	1,043	0,961	7,2552	$\mp 91.28$
X.	1,069	0,939	8,2278	$\mp 103.57$
XI.	1,065	0,942	7,9587	$\mp 119.25$
XII.	1,050	0,954	7,8823	$\mp 134.55$

Avec ces données et les valeurs des  $bG$ ,  $bq$ ,  $bH$  et  $bh$  nous trouvons :

	Arc :	IX.	X.	XI.	XII.
$\varrho^2$	=	16,35	18,00	22,28	33,18
$\mathfrak{M}^2$	=	14,57	16,58	21,20	29,49
$\mathfrak{N}^2$	=	0,03	3,06	1,18	1,05
$bG^2$	=	30,95	37,64	44,66	63,72
$bG$	=	$\mp$ 5",56	$\mp$ 6",14	$\mp$ 6",68	$\mp$ 7",98.

Les différences effectives pour ces arcs sont, T. II, p. 203 :

$$dG = - 3",40 \quad + 3",44 \quad + 12",64 \quad + 3",08.$$

La comparaison de ces derniers chiffres indique que les différences effectives ont été trois fois, plus petites, une fois plus grande que les différences probables. En exprimant encore  $\frac{bG}{0,67449}$  par  $W$ , comme T. I, p. 318, et en désignant  $dG$  par  $U$ , nous avons les  $U^2$  et  $W^2$  que voici.

Arc.	Carré effectif $U^2$ .	Carré attendu $W^2$ .
IX.	11,56	68,03
X.	11,83	82,74
XI.	159,67	98,17
XII.	9,49	140,07
Somme	192,55	389,01;

et, par les sommes, la moyenne :

$$\frac{U^2}{W^2} = 0,495 \quad \frac{U}{W} = 0,704.$$

C'est donc, encore une fois, un meilleur accord entre les azimuts observés, qu'il ne fallait l'attendre par les différentes sources d'erreur considérées. Voyez T. I, p. 319.

### § 119. Compensation des azimuts déterminés aux points extrêmes des arcs partiels.

Les formules à l'aide desquelles les valeurs des quantités  $x$  = correction de  $\mathfrak{N}$  et  $y$  = correction de  $\mathfrak{B}$  se calculent, ont été données T. I, p. 320. Pour les quatre arcs septentrionaux ces formules conduisent aux chiffres suivants :

Arc	IX.	X.	XI.	XII.
$x =$	$- 1''723$	$+ 1''673$	$+ 6''079$	$+ 1''554$
$y =$	$+ 1,664$	$- 1,754$	$- 6,536$	$- 1,519.$

Ces corrections, ajoutées aux azimuts  $\mathfrak{A}^N$  et  $\mathfrak{B}^N$ , T. II, p. 202, fournissent les azimuts compensés et définitifs des arcs, ou les  $\mathfrak{A}^N + x = \mathfrak{A}_c^N$  et les  $\mathfrak{B}^N + y = \mathfrak{B}_c^N$  du tableau suivant. Le tableau analogue, pour l'arc méridional, se trouve T. I, p. 321.

*Tableau des azimuts compensés et des distances définitives pour les 4 arcs partiels.*

IX.	{	MÄKI-PÄÄLYS.....	$\mathfrak{A}_c^{IX} = 357^{\circ} 55' 9''337$	$\lg r^{IX} = 5,1657315.6$
		KILPI-MÄKI.....	$\mathfrak{B}_c^{IX} = 177 44 31,144$	
X.	{	KILPI-MÄKI.....	$\mathfrak{A}_c^X = 341 35 45,883$	$\lg r^X = 5,2877241.2$
		TORNEA.....	$\mathfrak{B}_c^X = 159 14 42,746$	
XI.	{	TORNEA.....	$\mathfrak{A}_c^{XI} = 349 48 49,509$	$\lg r^{XI} = 5,2205626.1$
		STUOR-OIVI.....	$\mathfrak{B}_c^{XI} = 168 30 41,974$	
XII.	{	STUOR-OIVI.....	$\mathfrak{A}_c^{XII} = 8 41 22,854$	$\lg r^{XII} = 5,0614780.1$
		FUGLENAES.....	$\mathfrak{B}_c^{XII} = 189 33 0,791$	

Voici enfin la comparaison entre les  $\lg \sin \mathfrak{B}_c^N - \lg \sin \mathfrak{A}_c^N$  et les  $\mu$ , T. II, p. 203, comparaison qui contrôle le calcul des corrections  $x$  et  $y$ , comme elle l'a fait T. I, p. 321.

Arc	IX.	X.	XI.	XII.
$\lg \sin \mathfrak{B}_c^N - \lg \sin \mathfrak{A}_c^N$	354922.6	501621.8	516192.8	406628.9
$\mu$	354921.9	501622.6	516193.3	406628.2
différence	0.7	0.8	0.5	0.7
correspondante à	0''001	0''013	0''004	0''005.



## CHAPITRE XIX.

### DISTANCES DES PARALLÈLES POUR LES QUATRE ARCS PARTIELS.

#### § 120. Calcul des distances des parallèles.

Ce calcul ayant été fait exactement d'après la méthode donnée à l'occasion des arcs partiels méridionaux, T. I, p. 323 à 327, le tableau suivant est entièrement conforme à celui du § 67, T. I, p. 328 et 329.

	Arc IX.	Arc X.	Arc XI.	Arc XII.
<i>Données de départ.</i>				
$\varphi$ =	60° 4' 29,4	62° 38' 5,0	65° 49' 44,7	68° 40' 58,4
$\chi$ =	62 38 5,0	65 49 44,7	68 40 58,4	70 40 11,3
$\mathfrak{M}$ =	2 4 50,663	18 24 14,117	10 11 10,491	8 41 22,854
$\mathfrak{B}$ =	2 15 28,856	20 45 17,254	11 29 18,026	9 33 0,791
$\lg r$ =	5,1657315.6	5,2877241.2	5,2205626.1	5,0614780.1
$c$ =	7,467	108,062	46,059	18,990
$c'$ =	8,103	119,565	51,655	20,806
<i>Chiffres fournis par le calcul,</i>				
1) DES TRIANGLES <i>ABC.</i>				
$\mathfrak{M} - \frac{2}{3}c$ =	2° 4' 45,685	18° 23' 2,076	10° 10' 39,785	8° 41' 10,194
$f$ =	0 10 45,660	2 22 51,199	1 18 53,594	0 51 56,927.
$v$ =	62 33 18,5	65 45 22,5	68 37 0,7	70 36 32,0
$\lg Q$ =	9,6327845	1,7782865	1,1595208	0,7153092
$v + w$ =	125° 6' 37,5	131° 32' 5,2	137° 14' 22,7	141° 13' 12,3
$\chi + \psi$ =	125 16 10,5	131 40 49,6	137 22 18,1	141 20 30,9
$\lg \sigma$ =	1,2010224	1,2012203	1,2013803	1,2014824
$\psi - \chi$ =	0,5238	79,9988	21,2133	8,2671
$\mathfrak{M}$ =	146367,7834	184066,2420	163558,9786	113885,3952
$-m$ =	-8,3211	-1271,4626	-337,2786	-131,4729
$D^a$ =	146359,4623 toises.	182794,7794 toises.	163221,7000 toises.	113753,9223 toises.
2) DES TRIANGLES <i>BAF.</i>				
$\mathfrak{B} - \frac{2}{3}c'$ =	2° 15' 23,454	20° 43' 57,544	11° 28' 43,589	9° 32' 46,920
$f'$ =	0 10 30,090	2 19 3,572	1 17 15,880	0 51 17,131
$u$ =	59 59 26,1	62 33 18,5	65 45 22,5	68 37 0,7
$\lg Q'$ =	9,6825661	1,8552455	1,2446447	0,7854748
$u + x$ =	119° 58' 52,7	125° 8' 4,6	131° 31' 8,5	137° 14' 10,4
$\varphi + \omega$ =	120 8 59,4	125 17 37,6	131 39 52,9	137 22 5,8
$\lg \sigma'$ =	1,2008525	1,2010231	1,2012198	1,2013802
$\omega - \varphi$ =	0,5549	87,4472	23,4065	8,9647
$\mathfrak{M}'$ =	146350,6521	181404,6167	162850,0964	113611,3562
$+m'$ =	+ 8,8118	+ 1389,2128	+ 372,0112	+ 142,5328
$D^b$ =	146359,4639 toises.	182793,8295 toises.	163222,1076 toises.	113753,8890 toises.

Le calcul de contrôle, fait sur la formule de Bessel, voyez T. I, p. 330, a donné les différences suivantes :

$$S - B = \begin{matrix} \text{Arc: IX.} & \text{X.} & \text{XI.} & \text{XII.} \\ 0,000 & - 0,040 & + 0,012 & - 0,001 \text{ toise.} \end{matrix}$$

Ces  $S - B$  peuvent encore être regardés comme évanouissants.

§ 121. Résultats que donne le calcul des distances des parallèles.

L'erreur probable de la distance des parallèles  $D = \frac{1}{2}(D^a + D^b)$  se détermine par l'expression  $bD = \sqrt{(k^2 + l^2 + m^2)}$ , T. I, p. 332. Les différents  $k$ , pour les 4 arcs partiels septentrionaux, ont été calculés en commun avec les  $k$  des 8 arcs méridionaux, T. I, p. 332. Les quatre  $br$ , qui conduisent aux  $l$ , se trouvent T. II, p. 202, enfin les  $b(2i + \mathfrak{B})$  qui déterminent les  $m$ , sont identiques avec les  $b\mathfrak{C}$  du tableau T. II, p. 205. En introduisant ces valeurs dans les formules T. I, p. 332, nous avons, pour les 4 arcs septentrionaux :

Arc:	IX.	X.	XI.	XII.
$k =$	$\mp 0,003$	0,547	0,113	0,027 toise
$l =$	$\mp 1,070$	1,251	1,608	1,750 »
$m =$	$\mp 0,075$	0,967	0,506	0,353 »
$bD =$	$\mp 1,072$	1,673	1,689	1,785 »

Sur la réduction de MÄKI-PÄÄLYS au point astronomique HOGLAND, point Z, qui est de 645,896 toises, voyez T. I, p. 333.

**Distances définitives entre les parallèles des 5 points astronomiques de l'arc compris entre l'île de Hogland et Fuglenaes.**

Noms des points astronomiques.	Distances des parallèles $D$ .	Erreurs probables $bD$ .	Sommes $D$ .	Erreurs probables $bD$ .
	toises.		toises.	
<b>HOGLAND, point Z . . . .</b>			<b>0,000</b>	
<b>KILPI-MÄKI . . . . .</b>	<b>145713,567</b>	<b><math>\mp 1,072</math></b>	<b>145713,567</b>	<b><math>\mp 1,072</math></b>
<b>TORNEA . . . . .</b>	<b>182794,304</b>	<b><math>\mp 1,673</math></b>	<b>328507,871</b>	<b><math>\mp 2,335</math></b>
<b>STUOR-OIVI . . . . .</b>	<b>163221,904</b>	<b><math>\mp 1,689</math></b>	<b>491729,775</b>	<b><math>\mp 3,401</math></b>
<b>FUGLENAES . . . . .</b>	<b>113753,906</b>	<b><math>\mp 1,785</math></b>	<b>605483,681</b>	<b><math>\mp 4,434</math></b>

## § 122. Résumé des deux arcs.

Je réunis dans ce paragraphe les résultats, obtenus T. I, p. 334 et T. II, p. 209, en un tableau général, pour l'étendue totale de notre arc du méridien.

### Distances définitives entre les parallèles des 13 points astronomiques de l'arc total compris entre le Danube et la Mer Glaciale.

Noms des points astronomiques.	Distances des parallèles <i>D.</i>	Erreurs probables <i>±D.</i>	Sommes <i>D.</i>	Erreurs probables <i>±D.</i>
	toises.		toises.	
<b>1. STARO-NEKRASSOWKA</b>			<b>0,000</b>	
<b>2. WODOLUI</b> .....	<b>96415,136</b>	<b>± 0,651</b>	<b>96415,136</b>	<b>± 0,651</b>
<b>3. SSUPRUNKOWZI</b> .....	<b>98557,988</b>	<b>± 1,251</b>	<b>194973,124</b>	<b>± 1,646</b>
<b>4. KREMENETZ</b> .....	<b>76751,386</b>	<b>± 0,710</b>	<b>271724,510</b>	<b>± 2,039</b>
<b>5. BELIN</b> .....	<b>111219,011</b>	<b>± 1,008</b>	<b>382943,521</b>	<b>± 2,611</b>
<b>6. NEMESCH</b> .....	<b>148809,521</b>	<b>± 1,126</b>	<b>531753,042</b>	<b>± 3,453</b>
<b>7. JACOBSTADT</b> .....	<b>105730,879</b>	<b>± 0,926</b>	<b>637483,921</b>	<b>± 3,893</b>
<b>8. DORPAT</b> .....	<b>107280,563</b>	<b>± 0,675</b>	<b>744764,484</b>	<b>± 4,177</b>
<b>9. HOGLAND, point Z</b> ....	<b>97538,618</b>	<b>± 0,503</b>	<b>842303,102</b>	<b>± 4,372</b>
<b>10. KILPI-MAKI</b> .....	<b>145713,567</b>	<b>± 1,072</b>	<b>988016,669</b>	<b>± 4,502</b>
<b>11. TORNEA</b> .....	<b>182794,304</b>	<b>± 1,673</b>	<b>1170810,973</b>	<b>± 4,957</b>
<b>12. STUOR-OIVI</b> .....	<b>163221,904</b>	<b>± 1,689</b>	<b>1334032,877</b>	<b>± 5,539</b>
<b>13. FUGLENAES</b> .....	<b>113753,906</b>	<b>± 1,785</b>	<b>1447786,783</b>	<b>± 6,226</b>

La détermination des latitudes définitives de ces 13 points astronomiques formera l'objet de la troisième section de notre ouvrage.

# **PIÈCES JUSTIFICATIVES**

RELATIVES

## **A L'ARC SEPTENTRIONAL.**

**I. ANGLES HORIZONTAUX ET VERTICAUX OBSERVÉS EN FINLANDE.**

**II. JOURNAL DES OPÉRATIONS GÉODÉSIQUES, EXÉCUTÉES AU FINMARKEN  
ET SUR LES ÎLES DE LA MER GLACIALE  
PAR ORDRE DU GOUVERNEMENT NORVÉGIEN.**



**I. ANGLES HORIZONTALS ET VERTICAUX**

**OBSERVÉS**

**EN FINLANDE.**





## AVANT-PROPOS.

Les détails des opérations de Finlande n'ayant pas été publiés jusqu'à présent, je donnerai le tableau complet des valeurs isolées de tous les angles, soit horizontaux, soit verticaux, observés, dans les différentes mises, sur les 84 stations trigonométriques principales de ce pays.

### I. DESCRIPTION DES STATIONS TRIGONOMÉTRIQUES.

La spécification suivante contient 90 numéros, mais seulement 84 stations différentes, vu que 6 des stations s'y trouvent à deux reprises. Aux 83 stations citées, T. II, p. 14, est survenue la station astronomique A (89), qui n'avait pas été comptée séparément.

A côté du nom de chaque station est placée la hauteur  $h$  du terrain, au-dessus du niveau de la Baltique, en nombre rond de toises. Les centres de presque tous les signaux ont été marqués sur le terrain, où par une pierre enfouie dans le terrain, dans laquelle un trou a été foré, où par un trou percé directement dans le roc. D'ordinaire une plaque de cuivre a été scellée avec du plomb dans le trou, et le juste point est indiqué par l'intersection de plusieurs lignes. Quelquefois des boulons de fer, pointés en haut, ont été forcés dans le trou. Il n'y a que 5 stations, savoir 30, 32, 33, 37 et 56, dont les centres n'aient pas été marqués. Un usage assez fréquent a été fait de ces marques, soit pour reconstruire un signal délabré, soit pour vérifier l'invariabilité d'un signal, après un plus grand laps de temps.

#### 1. TERME SEPTENTRIONAL DE LA BASE D'ELIMĀ. $h = 12$ TOISES.

Ce point est situé près de la chaussée sur un champ de blé, à petite distance de la campagne de JUNTILA, dans le village de RATTULA, appartenant à la paroisse d'ELIMĀ. Le terme est soigneusement marqué sur une grande pierre enfouie dans le terrain.

2. TERME MÉRIDIONAL DE LA BASE D'ELIMÄ.  $h = 10$  TOISES.

Ce point est situé à une distance de  $\frac{1}{3}$  verste de la chaussée, dans une direction SE, à partir du village de RATTULA. Il est marqué sur le terrain comme le terme septentrional.

3. LINNAN-KALLIO.  $h = 36$  TOISES.

C'est une montagne boisée à  $4\frac{1}{2}$  verste de distance de RATTULA. Le point est marqué sur le roc.

4. BREPBERG.  $h = 35$  TOISES.

Montagne boisée de la paroisse de PYTTIS, distante de 3 verstes du village SVENSKBY. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

5. LÄHDET-KALLIO.  $h = 32$  TOISES.

Montagne sur la frontière des deux paroisses ELIMÄ et LAPPTRÄSK, éloignée de 7 verstes du village de RATTULA. Le point a été marqué sur le roc.

6. MUSTILA.  $h = 48$  TOISES.

Le rocher RAPPU-KALLIO où se trouve le signal, est sur le terrain de la campagne de MUSTILA, dans la paroisse d'ELIMÄ, tout près de la chaussée et à mi-chemin entre l'église d'ELIMÄ et le village de KIMOBÖLE. Le point est marqué sur une brique enfouie dans le terrain.

7. KORSMALM.  $h = 35$  TOISES.

Le signal est placé sur un rocher plat et stérile, nommé STORHÄST-BERGET, situé près de la chaussée. Le nom de KORSMALM appartient au relai de poste, éloigné de 2 à 3 verstes au nord de la montagne, sur la route de LOVISA à HEINOLA. Le point est marqué par un trou dans le roc.

8. ORITKAARI, TERME SEPTENTRIONAL DE LA BASE D'ULEABORG.  $h = 2$  TOISES.

ORITKAARI est le nom d'une colline sablonneuse, éloignée de 1,5 verste de la ville d'ULEABORG, et de 0,7 verste du Golfe. Sur cet endroit se trouve le terme septentrional de la base d'ULEABORG, marqué sur une grosse pierre enfouie dans le terrain.

9. KLEMOLA, TERME MÉRIDIONAL DE LA BASE D'ULEABORG.  $h = 1$  TOISE.

Il y a aux bords du Golfe une colline boisée, près d'un village de ce nom éloigné, de 4 verstes de la ville d'ULEABORG et près de la chaussée qui conduit à ADO. Le point, situé sur cette colline, est marqué sur le terrain comme celui d'ORITKAARI.

10. LÄNKISEN-KANGAS.  $h = 10$  TOISES.

Le signal se trouve sur cette élévation de pierres, située à 4 verstes de distance d'ULEABORG, aux environs de la chaussée d'Abo. Le point est marqué sur une pierre.

11. INTION-KANGAS.  $h = 11$  TOISES.

Le signal se trouve sur le sommet d'une élévation pierreuse, près du cimetière d'ULEABORG, éloignée de  $\frac{1}{3}$  verste de cette ville. Le point est marqué sur une pierre.

12. SARVI-KANGAS.  $h = 22$  TOISES.

Tertre au nord de la rivière ULEA-ELF dans la paroisse d'ULEA, éloigné d'environ 8 verstes de la ville d'ULEABORG. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

## 13. KEMBELE.

Église de paroisse. Voyez le journal.

14. LINNUNSIILMÄ.  $h = 24$  TOISES.

Montagne de terre dans la paroisse de LIMINGO et éloignée de 12 verstes du relais de Korpula qui est sur la chaussée d'ULEABORG à Abo. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

15. MÄKI-PÄÄLYS.  $h = 65$  TOISES.

L'île de HUGLAND qui appartient au Grand-Duché de Finlande, est une grande masse de porphyre, de 8 verstes de long dans la direction de NNO à SSE, sur 2 verstes de large, et s'élève à 4 cimes, nommées POHJA-KÖRGE (hauteur du nord), MÄKI-PÄÄLYS, HAUKKO-VUORI, et LAUNA-KÖRGE (hauteur du sud). Cette dernière hauteur est la plus élevée, les autres étant successivement moins hautes. LAUNA-KÖRGE et HAUKKO-VUORI étant couverts d'arbres dont les racines se trouvent dans les fissures des rochers, j'avais choisi, en 1826, pour station géodésique, le MÄKI-PÄÄLYS, élevé de 64,7 toises au dessus du Golfe. Le point *E* avait été marqué, en 1826, par un trou foré dans le roc, et dans lequel un boulon de fer avait été enfoncé. C'est le centre de la station qui fut aisément retrouvé en 1843 par M. Woldstedt, le sommet du rocher étant sans arbres et d'un diamètre d'à peu près 10 toises dans les différentes directions, voyez *Gradmessung II*, p. 195 et 235.

16. SVARTVIRA.  $h = 7$  TOISES.

Îlot bas du Golfe de Finlande, appartenant à la campagne d'ANDORFORS de la paroisse de Pyttis. Le point marqué se trouve au milieu de l'île sur le sommet du roc.

17. RISTISAARI.  $h = 5$  TOISES.

Ilot bas à 4 verstes de distance de l'île plus grande nommée FAGER-Ö, dans la direction de HOG-LAND. M. Woldstedt trouva en 1843, sur le côté oriental de l'île, un signal construit quelques années avant par M. de Wrangell, pour l'opération de la levée du Golfe. Le même signal a servi dans la mesure de l'arc de Finlande. Le point a été marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

18. TUSKAS.  $h = 18$  TOISES.

C'est le nom d'une maison de paysan voisine au signal, sur l'île de MOGENPÖRT-Ö, paroisse de PYTTIS. Le signal se trouve sur un rocher escarpé qui touche la mer, STONSUNDS-BERGET. Le point est marqué par un trou dans le roc.

19. KOKKO-VUORI.  $h = 21$  TOISES.

Montagne boisée, à 0,5 verste de la mer et à 3 verstes du village HEINLAKS, paroisse de PYTTIS. Le point est marqué sur le roc.

20. STRÖMFORS.  $h = 37$  TOISES.

La station se trouve sur une montagne nommée HARRRANKS-BERGET, sur le terrain de la campagne de STRÖMFORS, paroisse d'ELIMÄ. Le point est marqué par un trou dans le rocher.

21. LOVISA.  $h = 21$  TOISES.

La station qui porte ce nom, est à une verste au sud de la ville de LOVISA. Ce signal est placé sur le point dominant d'une crête de pierres granitiques, qui s'étend à côté de la ville dans la direction N à S; il se trouve tout près d'une grosse pierre, connue sous le nom de KUCKU-STEN (pierre du coucou).

22. KÖRSMALM.  $h = 35$  TOISES.

Voyez 7.

23. MUSTILA.  $h = 48$  TOISES

Voyez 6.

24. LILLE—PORLÖM = PORLÖM I.  $h = 46$  TOISES.

Le signal se trouve au dessus de la pente septentrionale du rocher KOSENSUUN-KALLIO, tout près du lac PYHA-JERVI, sur le terrain de la campagne de PORLÖM, paroisse de LAPTRÄSK. Le point est marqué par un trou dans le roc.

25. STURE—PORLÖM = PORLÖM II.  $h = 50$  TOISES.

Ce signal est placé au dessus de la pente méridionale du même rocher KOSENSUUN-KALLIO, et est également marqué par un trou foré dans le roc. La distance des deux signaux PORLÖM I et PORLÖM II n'est que de 246,1 toises.

26. PERHENIEMI.  $h = 58$  TOISES.

Le signal se trouve sur le rocher KAKARA-JÄRVEN-KALLIO, qui appartient à la-campagne de PERHENIEMI, paroisse d'ITHIS, et est éloigné de la maison seigneuriale de 2 à 3 verstes. Le point est marqué par un trou dans le roc.

27. WILLIKKALA.  $h = 59$  TOISES.

La station de ce nom est située sur la cime du rocher PASKAKETUN-MÄKI, 3 verstes au S. du village KATAJALA, et 6 à 7 verstes au N du village WILLIKKALA, paroisse d'ORIMATTILA. Le point est marqué par un trou dans le rocher.

28. HUUTMAR.  $h = 76$  TOISES.

La station ainsi nommée se trouve sur un rocher de granit couvert de sapins, nommé HUUTMAR-MÄKI, à peu de verstes au S d'une crête voisine du relais de NYBY, paroisse de HOLLOLA, et à 6 verstes au N du village KUIVANTO. Pour gagner la vue libre une percée a dû être faite à travers la forêt qui couvre la crête de NYBY. Le point est marqué par un trou foré dans le roc.

29. ÄMMÄNÄURÄS.  $h = 57$  TOISES.

C'est le nom d'une montagne boisée dans la paroisse d'ORIMATTILA, composée de débris granitiques et située, à 3 verstes au S de l'église, près de la chaussée. Le point a été marqué par un trou dans une grosse pierre.

30. MESSILÄ.  $h = 115$  TOISES.

La station a reçu son nom du village qui en est éloigné de 3 verstes à l'est. Le signal est placé sur la montagne pierreuse TIRISMAA qui fait partie d'une crête boisée, dite KANGANTAKA. Des percées ont dû être faites pour voir les différents objets. Le point n'a pas été marqué.

31. WAHTERISTO.  $h = 91$  TOISES.

Le signal est placé sur la pointe du rocher WAHTERISTO-MÄKI, qui appartient au village PYHÄNTAKA, paroisse filiale de NASTOLA. Le point est marqué par un trou dans le roc.

32. WESIVEHMAIS.  $h = 86$  TOISES.

Une montagne pierreuse et stérile, nommée ISOSUPAN-MÄKI, porte le signal. C'est le point dominant des hauteurs entre les lacs WESI-JÄRWI et PÄJÄNE, et éloigné de 4 à 5 verstes du village WESIVEHMAIS. Le point n'est pas marqué.

33. KURHILA.  $h = 89$  TOISES.

La station de ce nom est sur la montagne pierreuse et stérile KURKISTENKOUVENMANTERE du village WEHIMÄ, appartenant à la chapelle ASIKKALA, paroisse de HOLLOLA. Le point n'est pas marqué.

34. SOITIN-KALLIO.  $h = 97$  TOISES.

La montagne pierreuse SOITIN-KALLIO, plus connue sous le nom de KYPERE-VUORENMAA, près de la ferme de SUO-JÄRVI-TORP qui fait partie du village KARILANMAA, paroisse de SYSSMÄ. Toute la montagne est boisée et il a fallu faire des percées dans toutes les directions.

35. WIRMALA.  $h = 96$  TOISES.

WIRMALA est le nom d'une île du grand lac PÄJÄNE. Le signal s'y trouve sur une pointe rocheuse de la montagne RASIN-MÄKI qui appartient à la campagne de KELLOSALMI, paroisse de PADASJOKI. De longues percées ont dû être faites par dessus plusieurs des montagnes de l'île. Le point est marqué sur le terrain.

36. WILJAMIN-VUORI.  $h = 99$  TOISES.

Cette montagne a un rocher pour sommet et se trouve à 1,5 verstes au nord du village TAIPALE, paroisse de SYSSMÄ. Comme il y avait au-dessous du centre du signal une cavité, le centre  $C$  du point fût déterminé relativement à deux trous  $A$  et  $B$  forés dans le roc.  $AB = 0,6055$  toise,  $AC = 0,3948$  toise,  $BC = 0,2942$  toise.  $B$  est au SE de  $A$ ,  $C$  à l'est de  $A$ , et au NE de  $B$ .

37. KYLMÄ-KANGAS.  $h = 103$  TOISES.

La montagne KYLMÄ-KANGAS, qui porte aussi le nom de HARTIKAN-MÄKI, appartient à la ferme SAUKIO du village RUOLAKS, paroisse de KUUSMOIS. Le point n'a pas pu être marqué sur le terrain, par manque de stabilité dans le sol pierreux.

38. KAMMIO.  $h = 114$  TOISES.

Le signal est placé sur le sommet du KAMMIO-VUORI, rocher au N du village WINTURI de 3 à 4 verstes, chapelle de LUHANGO, paroisse de SYSSMÄ.

39. RAPPU-VUORI.  $h = 107$  TOISES.

Montagne pierreuse et boisée à 2 verstes à l'ouest du village de WAHENKYLÄ, paroisse de JÄMSÄ. De longues percées ont été faites. Le point est marqué par un trou dans le terrain pétreux.

40. TAMMI-MÄKI.  $h = 124$  TOISES.

Cette montagne de terre appartient à la chapelle de JOUZA, paroisse de GUSTAVE-ADOLPHE. Le sommet qui porte le signal, a le nom particulier KEMPIN-MÄKI. Le point n'a pas été marqué sur le terrain.

41. PUOLAKKA.  $h = 99$  TOISES.

C'est le nom d'un village appartenant à la chapelle de Korpilaks, paroisse de JÄMSÄ. Le rocher ORAVA-VUORI, est à 2 verstes au S de ce village, et s'élève rapidement des bords du lac PÄJÄNE. La station est sur ce rocher, et le point est marqué par un trou dans le roc.

42. WAATER-VUORI.  $h = 117$  TOISES.

La montagne de ce nom est située dans une distance de 6 à 7 verstes au N du village NISULA, chapelle de Korpilaks, paroisse de JÄMSÄ. La frontière des deux paroisses Korpilaks et LAUKKAS formant ici en même temps la séparation des deux gouvernements de St. MICHEL et de WASA, passe par cette montagne et il y a une borne près du signal. Le point est marqué par un trou dans le roc.

43. JYVÄSKYLÄ.  $h = 117$  TOISES.

Le signal se trouve sur la montagne RONNIN-MÄKI, à 3 ou 4 verstes au sud de l'église de la ville de JYVÄSKYLÄ. Le point est marqué sur une pierre plate au-dessous du signal.

44. RUUHI-MÄKI.  $h = 107$  TOISES.

Le signal se trouve dans une enceinte d'un champ éloigné de 1,5 verstes du village de RUUHI-MÄKI, paroisse de LAUKKAS. Le point est marqué sur une grosse pierre enfouie dans le terrain.

45. LAAJA-VUORI.  $h = 117$  TOISES.

Ce rocher est à 4 ou 5 verstes de distance de l'église de JYVÄSKYLÄ à l'ouest, et appartient au village NISULA. Le terrain au-dessous du signal étant trop irrégulier, le centre  $C$  a été marqué par deux trous  $A$  et  $B$ , forés dans le roc.  $AB = 0,3167$ ,  $AC = 0,4258$ ,  $BC = 0,3259$  toise.  $C$  est à l'est de  $A$  et  $B$  au nord de la ligne  $AC$ .

46. MULTA-MÄKI.  $h = 109$  TOISES.

Le MULTA-MÄKI est une montagne de terre, couverte d'une forêt épaisse, à 3 verstes de distance à l'ouest du village FINNI, paroisse de LAUKKAS. Le point est marqué sur une grosse pierre enfouie dans le terrain.

47. OHI-MÄKI.  $h = 110$  TOISES.

Le rocher est près du village OHI-MÄKI sur les bords du lac KYNSIWESI et à 2 verstes d'un plus grand village HAVUSALMI, appartenant à la chapelle de HANKASALMI, paroisse de RAUTALAMPI. Le point est marqué par un trou dans le roc.

48. SILMUT-MÄKI.  $h = 97$  TOISES.

C'est une montagne de terre, couverte de bouleaux et de sapins, à environ 3 verstes du relais de HINTIKKA, paroisse de RAUTALAMPI. Le point est marqué sur une grosse pierre enfouie dans le terrain.

49. ILA-MÄKI.  $h = 110$  TOISES.

C'est une montagne de terre à 2 ou 3 verstes de distance du village PYRINLAKS, paroisse de SAARI-JÄRVI. Le point est marqué sur le roc.

50. LISTON-MÄKI.  $h = 110$  TOISES.

Cette montagne est à 3 verstes au sud du village de LISTO, paroisse de SAARI-JÄRVI. Le point est marqué par un trou dans le roc.

51. WESA-MÄKI.  $h = 111$  TOISES.

Cette montagne pierreuse et le village du même nom se trouvent à l'extrémité septentrionale de la paroisse de RAUTALAMPI. Le centre  $C$  du signal est sur la ligne de deux trous, forés dans deux grandes pierres,  $A$  au nord du centre,  $B$  au sud.  $AC = 1,2325$  toise,  $BC = 0,7597$  toise.

52. KILPI-MÄKI.  $h = 103$  TOISES.

Ce rocher se trouve près de la chaussée, à 5 verstes NO du relais de TONOLAKS, paroisse de RAUTALAMPI.  $A$  cause d'inégalité du terrain, le centre  $C$  lui-même n'a pas été marqué. Mais deux trous,  $A$  et  $B$ , ont été forés dans le roc.  $A$  est au nord de  $B$ ,  $C$  est à l'ouest de la ligne  $AB$ .  $AB = 0,2603$  toise,  $AC = 0,2191$  toise,  $BC = 0,2614$  toise. KILPI-MÄKI est le point astronomique central de Finlande.

53. HONKA-MÄKI.  $h = 123$  TOISES.

Montagne pierreuse et couverte d'une vieille forêt, à 6 verstes au nord du village SAITA, appartenant à la chapelle de KARTTULA, paroisse de KUOPIO. Le point est marqué par un trou dans une pierre plate.

54. LEHTO-MÄKI.  $h = 93$  TOISES.

Montagne de terre, tout près du village du même nom, paroisse de PIELAVESI. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

55. PÜLLÖ-MÄKI.  $h = 129$  TOISES.

Montagne de terre qui porte aussi le nom de PITULAMMIN-MÄKI, éloignée de 2 à 3 verstes du relais de PÜRSAN-MÄKI, paroisse d'IDENSALMI. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.



56. PIHLAJAN-MÄKI.  $h = 106$  TOISES.

Le signal est établi sur un tas de pierres de la montagne voisine du village du nom indiqué, paroisse de PIELAVESI. Le point n'a pas pu être marqué sur le terrain.

57. II-MÄKI.  $h = 105$  TOISES.

Il y a un petit village II-MÄKI sur la montagne du même nom, paroisse de IDENSALMI. Le signal a été construit sur un champ, tout près du village, mais non pas sur l'endroit le plus élevé, où les maisons du village couvraient la vue. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

58. KIVI-MÄKI.  $h = 115$  TOISES.

Cette montagne est aux environs du village SVENNIN-MÄKI, paroisse d'IDENSALMI, à quelques verstes de la chaussée qui conduit à la ville de KAJANA. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

59. SALLISEN-MÄKI.  $h = 115$  TOISES.

Le signal est placé sur le champ de la petite ferme de SALLISEN-MÄKI, paroisse d'IDENSALMI. Cette ferme est à 17,5 verstes du relais de NIINI-MÄKI. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

60. KULVEN-MÄKI.  $h = 118$  TOISES.

Montagne de terre, à 3 ou 4 verstes du village PALO-MÄKI, paroisse d'IDENSALMI. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

61. NAARAS-MÄKI.  $h = 125$  TOISES.

Ce rocher est couvert de bois et le signal s'y trouve près des champs de la ferme du même nom, qui appartient au village LAHNAS-MÄKI, paroisse de SOTKAMO. Le centre du signal n'est pas marqué. Mais deux trous, *A* et *B*, sont forés dans le roc, dont *A* est au NE de *B*. Le centre *C* est au NO de la ligne *AB*.  $AB = 0,4256$  toise,  $AC = 0,2437$  toise,  $BC = 0,3234$  toise.

62. MURTO-MÄKI.  $h = 116$  TOISES.

Le signal se trouve sur la cime d'une montagne de terre, sur laquelle passe la frontière qui sépare les gouvernements de KUOPIO et d'ULEABORG, tout près du village MURTO-MÄKI et de la chaussée. Le point est marqué sur une grande pierre enfouie dans le terrain.

63. LEHTO-VAARA.  $h = 141$  TOISES.

Le rocher de LEHTO-VAARA est à une distance de 3 verstes du relais d'ALAKYLÄ, paroisse de PAL-

TAMO. Une fente dans le roc empêchait de marquer le centre  $C$  du signal directement sur le roc.  $A$  et  $B$  sont deux trous,  $A$  au nord de  $C$ ,  $B$  à l'est de  $A$ .  $AB = 0,3135$  toise,  $AC = 0,2837$  toise,  $BC = 0,3515$  toise.

64. OTAN-MÄKI.  $h = 100$  TOISES.

Cette montagne de terre est à 7 verstes du village SUUTARILA, paroisse de PALTAMO, village qui est sur le bord méridional du grand lac ULEA-TRÄSK. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

65. KIVES-VAARA.  $h = 152$  TOISES.

Cette montagne de terre est à 4 verstes soit du village de WHITANIEMI, paroisse de PALTAMO, soit du lac KIVES-JÄRVI. Ce dernier lac est au nord du grand lac ULEA-TRÄSK. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

66. RUPUKKA-VAARA.  $h = 143$  TOISES.

La montagne de terre RUPUKKA-VAARA est située sur la frontière des deux paroisses de PALTAMO et de SOTKAMO, dans une distance d'à peu près 2 verstes de la chaussée qui conduit d'une de ces églises à l'autre. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

67. SAUKKO-VAARA.  $h = 168$  TOISES.

Montagne de terre, dans la paroisse de HYRYNSALMI. Elle est éloignée de 7 verstes du village KARINNIEMI, placé au bord du lac RISTI-JÄRVI. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

68. TEIRI-HARJU.  $h = 171$  TOISES.

Cette montagne de terre est dans la paroisse de HYRYNSALMI, et à 3 verstes de distance du village LATVA-MÄKI. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

69. PUOKIO-VAARA.  $h = 112$  TOISES.

Montagne de terre, couverte en partie de forêt en partie de champs, près du village PUOKIO, paroisse de HYRYNSALMI. Non loin de ce village se trouve la frontière des trois paroisses de PALTAMO, de HYRYNSALMI et de MUHOS. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

70. ROKUA-VAARA.  $h = 101$  TOISES.

Montagne sablonneuse, sur la frontière des paroisses de PALTAMO et de MUHOS, à 4 verstes de distance du relais de ROKUA. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le sable.

71. PALO-VAARA.  $h = 77$  TOISES.

Montagne de terre, près du village du même nom, et éloignée de 12 verstes à l'est du village SANKI-JÄRVI, paroisse de MUHOS. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

72. REVONPESÄMAA.  $h = 61$  TOISES.

Colline de terre couverte de hauts sapins, à 2 verstes de distance du village SANKI-JÄRVI, paroisse de MUHOS. Pour gagner une vue libre, des percées ont été faites dans les différentes directions. Le point n'est pas marqué dans le terrain.

73. REPO-KANGAS.  $h = 48$  TOISES.

Cette montagne de terre est située dans la paroisse de MUHOS et à environ 3 verstes de distance de la chaussée qui joint ULEABORG et KAJANA. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

74. HALOSEN-VAARA.  $h = 37$  TOISES.

Montagne de terre à 3 verstes du village ENGESLEVÄ, paroisse de LIMINGO. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

75. PITKÄSELKÄ.  $h = 47$  TOISES.

Montagne de terre, sur la frontière entre les paroisses de MUHOS et d'ULEA, au nord de la chaussée qui conduit d'ULEABORG à ABO. Le point a été marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

## 76. LINNUNSILMÄ.

Voyez 14.

## 77. SARVI-KANGAS.

Voyez 12.

78. LATON-MÄKI.  $h = 13$  TOISES.

Montagne de terre, boisée et qui est située à 2 verstes de la chapelle de LUMIJOKI, paroisse de LIMINGO. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

79. HYPEN-MÄKI.  $h = 15$  TOISES.

Cette colline de sable mouvant, couverte de quelques arbres épars, est le point dominant de l'île CARL-Ö du Golfe Bothnique. Le point n'a pas été marqué sur le terrain, le sable étant trop variable et parce qu'il n'y avait point de pierres aux environs de la colline.

80. ISONIEMI.  $h = 17$  TOISES.

C'est le nom d'un promontoire sur les bords du Golfe Bothnique, couvert d'une haute forêt, et qui est à 20 verstes au NO de la ville d'ULEABORG. La colline où est placé le signal, est appelée

RUNTELI. Des percées ont été faites à travers la forêt dans les différentes directions. Le point est marqué sur une pierre enfouie dans le terrain.

81. ULKOGRUNNI.  $h = 3$  TOISES.

L'îlot ULKOGRUNNI du Golfe Bothnique appartient à la paroisse IJO, et est éloigné de 35 verstes du point le plus rapproché du continent, ou de l'embouchure de la rivière IJO. Le signal se trouve sur une colline, dans la partie boréale de l'îlot. Au-dessous du signal deux grandes pierres ont été enfouies dans le terrain, dont chacune avait un trou foré. La distance de ces trous est de 1,305 toises. Le centre du signal correspond exactement au point du milieu entre les deux trous.

82. RONTTI.  $h = 1$  TOISE.

RONTTI est un îlot bas du Golfe Bothnique, peu éloigné de la côte et vis-à-vis de l'embouchure de la rivière IJO. Cette île appartient, comme ULKOGRUNNI, à la paroisse d'IJO. Le signal a été construit dans la partie occidentale de l'île. Deux points sont marqués sur deux pierres, un point boréal  $B$  et un point méridional  $A$ . Le centre du signal  $C$  est à l'est de la ligne qui joint ces deux points.  $AB = 1,273$  toise,  $AC = 0,843$  toise,  $BC = 0,490$  toise.

83. KIVALO.  $h = 82$  TOISES.

C'est le nom d'une crête qui s'étend du Golfe dans une direction septentrionale. A la pointe la plus méridionale et en même temps la plus élevée de cette crête, le signal a été placé sur un tout petit plateau. Le centre du signal a été marqué sur le terrain. Mais il n'a pas été dit, dans le journal, si le trou a été foré dans le roc solide ou sur une des pierres qui le couvraient.

84. AJOS.  $h = 12$  TOISES.

AJOS est une île couverte d'une épaisse forêt, à deux verstes de distance de la côte septentrionale du Golfe Bothnique. De grandes percées ont été faites pour donner la vue libre des objets à observer. Le signal se trouve dans la partie SO de l'île. Le centre en est marqué comme ailleurs sur le terrain.

85. KALLIN-KANGAS.  $h = 28$  TOISES.

C'est une montagne de terre, dans la paroisse de KEMI, distante seulement de 0,5 verste de l'église. Le signal a été placé sur le point le plus élevé de la montagne, et son centre fut marqué dans le terrain comme ailleurs. KALLIN-KANGAS est une station des opérations de Svanberg en 1802. Mais M. Woldstedt n'a pu trouver nul indice sur l'emplacement de l'ancien signal.

86. KOKKO-MÄKI.  $h = 13$  TOISES.

Colline non boisée à une verste de distance et au SE de l'église de la paroisse de TORNEA. Le centre du signal a été marqué, en 1842, sur une pierre enfouie dans le terrain, par M. Woldstedt. En 1851, M. Lindhagen retrouva la pierre et la marque; mais il observa en sus au POINT ASTRONOMIQUE A (voir T. II, p. 52 à 56), situé entre KOKKO-MÄKI et l'église de TORNEA.

## 87. KIVALO. Voyez 83.

## 88. KAKAMA-VAARA.

C'est la première station des opérations de Laponie au nord de TORNEA. Le signal y avait été construit par M. Selander. M. Lindhagen y observa, en 1851, pour la jonction des triangles de Finlande avec ceux de Laponie.

## 89. STATION ASTRONOMIQUE A. Voyez 86.

## 90. KOKKO-MÄKI. Voyez 86.

## II. ALTITUDES AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA MER BALTIQUE, DIRECTEMENT DÉTERMINÉES.

## a. 21. LOVISA.

M. Eklöf, adjoint de l'Observatoire de Helsingfors, fut chargé en 1846 de la détermination de l'altitude de LOVISA. Il exécuta, pour ce but, deux nivellements géométriques entre l'eau du Golfe de Finlande et le seuil du signal de LOVISA, qui donnèrent la différence de niveau, une fois 141,35 pieds, l'autre fois 141,07 pieds, moyenne 141,21 pieds suédois. La surface de l'eau étant, à cette époque, en moyenne de 1,40 pieds au-dessous de son niveau moyen, nous avons  $141,21 - 1,40 = 139,81$  pieds suédois = 21,297 toises, pour la surface du seuil du signal. En ajoutant la hauteur verticale de l'extrémité suprême au-dessus du seuil = 1,564 toises, nous parvenons à l'altitude = 22,861 toises de cette extrémité. C'est le chiffre de départ pour l'hyposométrie de Finlande. Pour le terrain au-dessous du signal nous avons  $22,861 - 2,086 = 20,77$  toises.

## b. 9. KLEMOLA.

L'altitude de l'extrémité supérieure du signal de KLEMOLA, terme méridional de la base d'ULEABORG, a été déterminée, en 1845, par un nivellement géométrique, = 2,422 toises au-dessus du Golfe Bothnique. L'extrémité étant de 1,83 toises au-dessus du sol, nous avons pour le terrain  $2,42 - 1,83 = 0,59$  toise.

## c. 81. ULKOGRUNNI.

M. Woldstedt détermina en 1845 l'altitude, au-dessus du Golfe Bothnique, de l'extrémité supérieure du signal, laquelle servait ici d'emplacement pour l'instrument, = 9,292 toises, à l'aide d'une petite triangulation auxiliaire. La hauteur de l'extrémité du signal au-dessus du sol étant de 6,05 toises, il y a 3,24 toises au-dessus du Golfe, pour le terrain.

## d. 82. RONTTI.

En 1842, M. Woldstedt détermina l'altitude de l'extrémité supérieure du signal de RONTTI = 6,911 toises, pouvant observer directement, de sa station, une perche placée verticalement dans l'eau du Golfe Bothnique. La hauteur du signal étant de 5,76 toises, nous trouvons 1,15 toises pour l'altitude du terrain.

## III. MESURE DES ANGLES HORIZONTAUX.

Trois instruments universels de Munich, de construction et de dimensions presque identiques,  $A'$ ,  $A''$  et  $A'''$ , T. II, p. 14, ont été employés en Finlande, par les trois observateurs dirigeants, M. M. Oberg, Melan et Woldstedt. Chaque dirigeant avait, pour la direction de la lunette inférieure, un aide, afin que la mesure angulaire se fit toujours par des visées simultanées dans les deux lunettes. Voir T. II, p. 13 et 14. Sur l'arrangement des observations et sur la disposition des mises voyez T. II, p. 20 et 21. Il y a eu constamment 5 mises observées, chacune à 4 pointés de chaque objet. Mais chaque mise était composée de deux moitiés, correspondantes aux deux positions renversées de la lunette supérieure. J'ai donné, à chaque station, les chiffres séparés des deux moitiés. Les observations de la station 9 = KEMBELE ont été faites par M. Sabler, celles des stations 87 à 90 qui appartiennent au triangle Nr. 225, T. II, p. 54, par M. Lindhagen. Dans ces 5 stations l'observateur, n'ayant point d'aide, dirigeait la lunette supérieure sur l'objet à pointer, et vérifiait ou corrigeait également la position de l'autre lunette. Ce procédé a eu évidemment pour effet, que les angles observés sur ces 5 stations sont un peu inférieurs, en exactitude, aux autres angles de Finlande. Sur l'exactitude moyenne des mesures angulaires de Finlande, voyez T. II, p. 56 à 58. L'instrument universel  $A'$  dont j'avais fait usage dans les opérations Baltiques, en 1822 à 27, décrit *Gradm.* I, p. 32 à 41, avant d'être employé en Finlande depuis 1832, a éprouvé un petit changement qui devait faciliter l'observation des angles verticaux. Antérieurement, les deux cercles verticaux concentriques avaient été arrêtés l'un contre l'autre par une agraffe et par une vis de rappel qui s'appuyait contre la périphérie du cercle divisé vertical. Cet arrangement avait deux désavantages. D'abord l'usage en était moins prompt; car l'alidade changeait de position avec le limbe et devait être replacée à la position normale d'après le niveau. Secondement une flexion devait avoir lieu dans les rayons des deux

cercles, mais qui pouvait être éliminée par les mouvement en sens opposés de la vis de rappel. Pour remédier à ces imperfections, j'avais transporté l'arrêt, de la périphérie à un des supports de la partie supérieure de l'instrument, de sorte qu'avec ce changement les deux cercles verticaux devins sent parfaitement libres et que l'alhidade conservât sa position normale. Cependant cet arrangement produisait un inconvénient. Dès lors, il y avait deux points d'appui sur les deux supports verticaux de l'instrument. L'un de ces points d'appui, placé sur l'un des supports, servait à effectuer, par la vis de rappel, le mouvement vertical de la lunette autour de son axe horizontal. L'autre se trouvait au support opposé et servait à maintenir ou à corriger l'alhidade d'après son niveau. L'alhidade étant mobile autour de l'axe horizontal, mais avec une certaine résistance, produite par la friction du moyeu de l'alhidade sur l'endroit conique de l'axe horizontal, j'aperçus que cette friction détruisait le mouvement parfaitement vertical de la lunette qui, en effet, étant dirigée sur une mire précise, manifestait, dans les deux mouvements, ascendant et descendant, de la lunette, donnés par la vis de rappel, chaque fois de petits mouvements latéraux opposés, avant de devenir parfaitement verticaux. Quoique le montant de cette déviation horizontale ne fût que d'un couple de secondes, il se prononça cependant le plus distinctement dans chaque essai, fait pour le reconnaître. Mais le phénomène cessait entièrement dès que l'arrêt de l'alhidade était détaché de son point d'appui; la torsion des supports et de la pièce qui les réunissait n'existant plus alors. Ces expériences, gagnées avant de rentrer en campagne en 1833, conduisirent à la règle, pour les mesures horizontales, de détacher chaque fois, de sa pièce d'appui, le bras qui portait du moyeu de l'alhidade. Cette règle a été strictement observée après 1832. Mais n'ayant pas encore été établie en 1832, les mesures angulaires de 1832 doivent être un peu inférieures en exactitude à celles des années suivantes. Aussi les observations de 1832 elles-mêmes ont-elles constaté cette infériorité. L'exactitude des angles de continuation de Finlande a été examinée T. II, p. 56, 57. Nous y avons indiqué que, pour la totalité des observations, chaque moyenne de cinq mises est sujette, d'après l'accord des mises, à l'erreur probable  $\mp 0,409$ . Les 115 mises observées en 1832, comparées à leurs 23 moyennes, donnent cette erreur probable  $\mp 0,762$ , tandis que les 850 mises des autres années et leurs 170 moyennes ne la font que de  $\mp 0,337$ . Ce qui indique que les angles des autres années ont un poids 5,4 fois plus grand que ceux de 1832, d'après l'accord des mises. Il existe cependant, dans les mises de 1832, une certaine compensation; car le carré moyen des écarts, de  $180^\circ +$  l'excès, dans les 8 triangles où sont entrées les mesures de 1832, est 2,65, celui des 62 autres triangles de continuation étant 2,24. D'où suit que le poids de ces autres triangles n'est pas même 1,2 fois celui des triangles de 1832. J'ai pu par conséquent négliger la différence des poids, dans les deux espèces de triangles, pour le calcul de compensation à faire entre les 4 côtés fondamentaux  $L^{VII}$  à  $L^X$ , T. II, p. 119 et suiv., d'autant plus que pour  $L^{VII}$  et  $L^{VIII}$ , entre lesquels les triangles de 1832 se trouvent, le  $U^{III}$ , T. II, p. 45, n'est que de  $- 11.0$ , ou une quantité

presque sans signification réelle. Un nouveau calcul aurait donné des quantités identiques, soit des angles, soit des côtés, avec celles qu'a fournies le calcul effectif.

Il n'y a pas de doute que la même action sur les supports n'ait lieu dans tous les instruments, dans lesquels se trouve à une extrémité de l'axe horizontal le bras d'arrêt pour le mouvement vertical, à l'autre le bras d'arrêt pour l'alidade verticale. Je l'ai reconnue p. e. dans le cercle vertical transportable de Repsold, employé pour les latitudes de notre arc du méridien et également dans un cercle méridien transportable fait à Munich. Dans ce dernier instrument j'ai montré le phénomène à M. Ertel lui-même qui en fut vivement frappé, comme d'une chose tout à fait inattendue. Ce phénomène n'exerce aucune influence dans l'observation des distances au zénith, mais il doit être éliminé, par le détachement indiqué plus haut, dès qu'il s'agit d'employer un tel instrument pour la mesure d'angles horizontaux, ou comme instrument des passages. Les grands instruments du méridien qui ont une construction analogue, doivent être également sujets à cette perturbation, quoique le montant en sera à peu près zéro, à cause de la grande masse et de la rigidité des colonnes en pierres, sur lesquels ils sont fixés.

#### IV. MESURE DES ANGLES VERTICAUX.

L'exactitude des distances au zénith observées dépend essentiellement de la qualité des niveaux, joints à l'alidade verticale de l'instrument. Dans les observations de Finlande, comme ailleurs, toujours la position des deux bouts de la bulle a été lue, dans chaque pointage, et les lectures moyennes des verniers ont été réduits à celles qui auraient eu lieu pour la position normale du niveau. Les dixièmes des divisions du niveau ont été lus chaque fois, auxquelles répondent de petites fractions de seconde, comme on le voit par le tableau suivant qui donne les valeurs d'une division des différents niveaux employés.

Tableau des valeurs des niveaux employés.

Instrument <i>A'</i> , une division =	Instrument <i>A''</i> , une division =	Instrument <i>A'''</i> , une division =
2",11 pour 1832 à 1835.	2",32 pour 1835.	3",66 pour 1841 à 1843.
2,44 " 1837 et 1838.		4,28 " 1845.
1,83 " 1839.		
0,69 " 1843.		
2,90 " 1844.		

Le tableau des mesures contient, pour chaque station, les distances au zénith déjà réduites au centre. Ce centre est à peu d'exceptions près, l'extrémité suprême du signal. L'élévation en toises de cette extrémité.



au-dessus du terrain, a été indiquée en tête. Nous trouvons p. e. pour la première station, TERME SEPTENTRIONAL DE LA BASE D'ELIMÄ, les mots, *Terrain — 1,88 toises*, ce qui veut dire que la pointe du signal était 1.88 toises au dessus du terrain, ou de la surface de la pierre maçonnée dans un fondement de briques, et qui contenait le terme de la base. Ces chiffres indiquent donc également les hauteurs au-dessus du terrain des signaux construits sur les différents lieux. Nous voyons que cette hauteur a été d'ordinaire de 1,7 à 2,0 toises, peu de fois au delà de 2,0 toises jusqu'à 3,25 toises; mais trois fois, à HYPEN-MÄKI, ULKOGRUNNI et à RONTTI de 6,68, 6,05 et 5,76 toises. Il faut cependant remarquer que l'extrémité du signal n'a été pointé qu'exceptionnellement. C'était d'ordinaire ou le milieu de la poutre verticale, dans sa partie qui dépassait les contrefiches, qui servait de point de mire ou l'endroit où les contrefiches rencontraient la poutre verticale. Il n'y a que trois stations, où les angles verticaux ont été réduits au terrain lui-même, savoir 15. MÄKI-PÄÄLYS, 16. SVARTVIRA et 17. RISTISAARI. Cela s'entend que chaque réduction comprend deux membres, l'un relatif à la différence en hauteur entre l'axe horizontal de l'instrument et le centre adopté de la station où l'observation se faisait, l'autre à la position du point de mire relativement au centre adopté du signal observé.

Les différentes colonnes verticales du tableau des angles verticaux contiennent, la première l'indication de la date et du temps, les autres les distances au zénith réduites. Toutes les distances au zénith qui se trouvent sur la même ligne horizontale appartiennent au même temps solaire vrai, indiqué dans la première colonne; car les observations des distances au zénith se faisaient, à l'analogie de celles des directions horizontales, dans l'ordre des pointages, le cercle étant à droite sur *A, B, C, D...*, le cercle étant à gauche sur *...D, C, A, B*. En tout cas, l'époque des distances au zénith déterminées par cette voie est la même, à quelques minutes près, pour les différents objets.

Le cercle vertical de l'instrument universel est directement divisé de 4' à 4'. Il a quatre verniers, mais seulement deux des verniers ont été lus, qui avaient été placés dans un diamètre horizontal. C'est la lecture la plus commode et par là la plus exacte.

Pour rendre le contenu de notre tableau entièrement comprehensible, je donnerai ici la copie complète des observations faites sur la station 1.



TERME SEPTENTRIONAL DE LA BASE D'ELIMÄ. LE 5 SEPT. 1844.

Temps vrai 3<sup>h</sup> 26'.

OBJETS POINTÉS.	TERME MÉRID.	BERGBERG	LINNAN-KALLIO.
<i>Cercle à droite.</i>			
niveau	+ 7,0 <sup>P</sup> — 11,1 <sup>P</sup>	+ 8,7 <sup>P</sup> — 9,3 <sup>P</sup>	+ 9,3 <sup>P</sup> — 8,8 <sup>P</sup>
lectures	premier vern. 90° 59' 25"	90° 27' 27"	89° 17' 53"
	second » 42	37	71
moyenne	33,5	32,0	62,0
Corr. pour le niveau	— 4,1.1,45 = — 5,9	— 0,6.1,45 = — 0,9	+ 0,5.1,45 = + 0,7

*Cercle à gauche.*

niveau	+ 8,3 <sup>P</sup> — 9,7 <sup>P</sup>	+ 9,6 <sup>P</sup> — 8,4 <sup>P</sup>	+ 9,1 <sup>P</sup> — 9,0 <sup>P</sup>
lectures	premier vern. 270° 51' 14"	271° 20' 14"	272° 29' 47"
	second » 7	12	45
moyenne	10,5	13,0	46,0
Corr. pour le niveau	— 1,4.1,45 = — 2,0	+ 1,2.1,45 = + 1,7	+ 0,1.1,45 = + 0,1

De ces données nous déduisons

*Moyennes corrigées.*

Le cercle à droite, a =	90° 56' 27,6	90° 27' 31,1	89° 18' 2,7
» » à gauche, b =	270 51 8,5	271 20 14,7	272 29 46,1
$\frac{a-b}{2}$	90 2 39,5	89 33 38,2	88 24 8,3 = distance au zénith
$\frac{a+b}{2}$	0 53 48,0	0 53 52,9	0 53 54,4 = lieu du zénith.

En appliquant aux  $\frac{a-b}{2}$  les réductions au centre

	+ 2 0,2	+ 1 3,6	+ 2 42,1
nous avons :	z = 90 4 39,7	89 34 41,8	88 26 50,4 = distances au zénith réduites, telles qu'elles sont insérées dans notre tableau.

J'ai ajouté partout dans le texte le lieu du zénith  $\frac{a+b}{2} = Z$ , qu'a donné chaque observation complète d'un objet, en le plaçant en parenthèses, et en types mineures, à côté de son z. Les Z qui appartiennent à la même ligne horizontale c.-à-d. à une même mise, auraient dû être identiques, si les observations

avaient été d'une exactitude parfaite, et si la variation de la réfraction terrestre avait été uniforme pendant la durée de chaque mise. Les différences entre les  $Z$  de la même ligne nous font par conséquent juger de l'exactitude des distances au zénith observées, et j'ai ajouté à la fin de chaque mise son  $Z^*$  moyen. Ces différents  $Z$  correspondants servent encore de contrôle aux  $z$  déterminés; car chaque  $z$  complet qui fait partie d'une mise où il y a au moins deux  $Z$ , est contrôlé.

Sur les 4 stations 87 à 90 du triangle No. 225, T. II, p. 54, qui produit la liaison entre les opérations de Finlande et de Laponie, il n'y eut point d'observations verticales. Elles manquent, en outre, sur les deux stations 13. KEMDELE et 14. LINNUNSIIMÄ, qui appartiennent à la jonction de la base d'ULEABORG. Sur les autres 84 stations, depuis 1 à 86 de notre tableau, il y a en tout 693 distances au zénith observées de 335 objets. D'où suit que, pour chaque objet, le  $z$  a été observé, en moyenne, 2,07 fois. Les 693  $Z$  ont fourni 213 différents  $Z$  moyens ou  $Z^*$ , des 213 mises; de sorte qu'un  $Z^*$  est basé en général sur  $n = 3,25$  différents  $Z$ . La comparaison des  $Z$  isolés, au nombre de 693, avec leurs  $Z^*$  ou moyennes respectives, a fait connaître l'erreur probable d'un  $Z$  isolé  $= \mp 1,49$ . Cette même erreur convient aux différentes distances au zénith isolées  $= z$ , les  $Z$  étant  $\frac{a+b}{2}$ , les  $z = \frac{a-b}{2}$ . Nous avons par conséquent l'erreur probable d'un  $z$  quelconque, déterminé par ses deux observations faites dans les deux positions de l'instrument,  $\text{bz} = \mp 1,49$ . C'est une exactitude presque surprenante, si nous considérons, que l'objet n'a été pointé que deux fois, et que la lecture des divisions n'a eu lieu que sur deux verniers. L'erreur probable d'un lieu du zénith moyen  $= Z^*$ , est  $\text{b}Z^* = \frac{\mp 1,49}{\sqrt{n}}$ ,  $n$  étant le nombre des objets pointés dans la mise. En prenant  $n = 3,25$ , nous obtenons  $\text{b}Z^* = \mp 0,83$ . Enfin l'erreur probable d'un  $z$  incomplet, ou observé dans une seule des deux positions de l'instrument, est  $\mp 1,49 \sqrt{\left(\frac{1}{n} + 2\right)}$ ; ou pour  $n = 3,25$ ,  $\text{bz} = \mp 2,26$  et pour  $n = 1$ ,  $\text{bz} = \mp 2,56$ .

## V. ARRANGEMENT DU TABLEAU.

Il y a, parmi les stations, 14 qui sont relatives à la jonction des deux bases d'ELIMÄ et d'ULEABORG avec les deux côtés fondamentaux. Notre tableau commence par les mesures faites sur ces stations. Suivent après les mesures angulaires sur les autres 76 stations qui appartiennent aux triangles de continuation, et arrangées d'après l'ordre des triangles, en partant du point le plus méridional MÄKI-PÄÄLYS. Quatre de ces stations sont identiques avec des stations qui appartiennent à la jonction des bases, et deux stations se trouvent dans le tableau à deux reprises.

Chaque station est placée sur une page à part. La tête y porte le nom de la station, l'époque de l'observation, et le nom de l'observateur dirigeant. Puis viennent les deux sections des *Angles horizontaux* et des *Angles verticaux*, expliquées p. 228 et suivantes.

## VI. TABLEAU DES ANGLES MESURÉS.

## 1. TERME SEPTENTRIONAL DE LA BASE D'ELIMÁ. 1844. SEPTEMBRE 3 À 5.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	TERME MÉRID. — BREFBERG.	BREFBERG — LINNAN-KALLIO.
	23° 40' 60",12	56° 1' 5",50
	63,88	4,50
	59,25	9,25
	62,62	8,87
	63,88	6,50
	60,25	8,13
	64,87	3,37
	62,13	6,00
	61,87	7,62
	62,63	5,38
Moyenne	23 41 2,150	56 1 6,512
Réd. au centre	— 0,321	+ 2,402
Réd. des objets	+ 0,089	+ 0,150
Angle réduit	23 41 1,918	56 1 9,064,
employé	p. 26	p. 26.

*Angles verticaux. Terrain — 1,88 toises.*

	TERME MÉRIDIONAL.	BREFBERG.	LINNAN-KALLIO.	Z <sup>o</sup> MOYEN
1844. Sept. 5. 3 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	90° 4' 39",7 (49",0)	89° 34' 41",8 (32",9)	88° 26' 50",4 (34",4)	0° 53' 51",8
« 5. 3 48	4 38,1 (31,4)	34 43,6 (32,0)	26 51,6 (34,2)	0 53 52,5
Log. dist.	3,12993	3,47794	2,94718.	

## 2. TERME MÉRIDIONAL DE LA BASE D'ÉLIMÄ. 1844. SEPTEMBRE 7 ET 8.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	BREFBERG — LINNAN-KALLIO.	LINNAN-KALLIO — TERME SEPT.
	103° 6' 14,00	36° 11' 48,87
	13,75	50,13
	14,12	51,75
	15,13	49,00
	16,62	53,62
	15,63	49,13
	13,25	49,94
	18,25	48,00
	14,37	50,12
	14,63	47,00
Moyenne	103 6 14,975	36 11 49,756
Réd. au centre	+ 1,190	+ 0,602
Réd. des objets	— 0,102	— 0,039
Angle réduit	103 6 16,063	36 11 50,319,
employé	p. 26	p. 26.

*Angles verticaux. Terrain — 1,81 toises.*

	BREFBERG.	LINNAN-KALLIO.	TERME SEPT.	Z <sup>s</sup> MOYEN.
1844. Sept. 7. 2 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	89° 14' 45,6 (38,4)	89° 1' 20,3 (38,1)	89° 57' 44,4 (37,2)	0° 54' 37,9
“ 8. 2 5	14 42,0 (34,0)	1 18,4 (33,1)	33,4 (27,5)	0 54 31,5
“ 8. 3 13		1 6,6 (30,2)	16,2 (24,1)	0 54 27,2
Log. dist.	3,26754	3,16885	3,12993.	

## 3. LINNAN-KALLIO. 1843. OCTOBRE 10 À 18.

## Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	TERME SEPT. — TERME MÉRID.	TERME MÉRID. — BREFFBERG.	BREFFBERG — KORSMALM.	KORSMALM — LÜDDET-KALLIO.	LÜDDET-KALLIO — MUSTILA.
	64° 6' 53,25	43° 37' 50,00	40° 47' 27,37	37° 50' 59,00	47° 25' 45,50
	58,00	51,37	30,25	57,25	46,50
	56,75	51,38	26,63	58,75	44,62
	51,37	51,75	29,25	55,87	45,88
	56,00	49,25	29,00	55,50	47,50
	52,25	50,62	28,62	56,50	46,87
	55,38	51,88	31,38	53,50	45,00
	58,00	49,87	31,12	54,75	43,88
	54,25	50,13	32,63	57,13	46,75
	54,25	48,87	28,25	55,62	46,37
Moyenne	64 6 54,950	43 37 50,512	40 47 29,450	37 50 56,387	47 25 45,887
Réd. au centre	— 1 0,521	— 3 1,201	— 1 18,996	— 1 48,099	+ 28,099
Réd. des objets	0,000	+ 0,079	— 0,039	— 0,040	0,000
Angle réduit	64 5 54,429	43 34 49,390	40 46 10,415	37 49 8,248	47 26 13,986
employé	p. 26	p. 26	p. 26	p. 26	p. 26.

*Angles verticaux. Terrain — 1,76 toise.*

	TERME SEPT.	TERME MÉRIDIONAL.	BREFFBERG.	
1843. Oct. 10. 0 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	91° 33' 56,4 (46,3)	91° 0' 12,7 (47,2)	90° 2' 4,4 (47,3)	
α 10. 1 45	33 57,8 (42,1)	0 12,3 (44,3)	2 1,2 (42,7)	
Log. dist.	2,94718	3,16885	3,41763	
	KORSMALM.	LÜDDET-KALLIO.	MUSTILA.	Z <sup>h</sup> MOYEN.
Oct. 10. 0 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 3' 47,8 (49,2)	90° 5' 30,8 (46,8)	89° 51' 40,8 (47,3)	0° 52' 47,4
α 10. 1 45	3 49,6 (48,1)	5 35,6 (44,4)	37,0 (48,4)	0 52 45,0
Log. dist.	3,93613	3,40863	3,62921.	

Soleil clair, vent fort.

## 4. BREFBERG. 1843. OCTOBRE 21 à 26.

## Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KORSMALM — LÄNDET-KALLIO	LÄNDET-KALLIO — MUSTILA.	MUSTILA — LINNAN-KALLIO.	LINNAN-KALLIO — TERME SEPT.	TERME SEPT. — TERME MÉRID.
	74° 52' 34,87	16° 3' 0,87	33° 56' 59,87	16° 17' 38,37	17° 1' 38,25
	33,25	3,13	55,75	36,13	38,13
	37,25	0,00	58,63	38,25	38,75
	33,25	2,25	58,87	(37,85)	(37,78)
	36,25	0,62	57,25	38,87	39,37
	34,75	1,75	59,63	34,25	41,13
	33,38	1,63	58,50	40,13	38,00
	34,00	2,25	55,12	39,87	37,50
	37,00	0,00	58,00	41,25	36,00
	32,87	2,62	58,25	39,63	39,00
Moyenne	74 52 34,687	16 3 1,512	33 56 57,987	16 17 38,460	17 1 38,391
Réd. au centre	— 1 50,619	+ 26,474	— 1 34,776	+ 26,126	— 47,712
Réd. des objets	— 0,082	0,000	— 0,039	+ 0,039	0,000
Angle réduit employé	74 50 43,986 p. 26	16 3 27,986 p. 26	33 55 23,172 p. 26	16 18 4,625 p. 26	17 0 50,679 p. 26.

Le quatrième et le cinquième angle n'ont proprement été observés que 9 fois, au lieu de 10 fois; car l'observation de la seconde moitié de la mise II manque. En revanche la somme des deux angles a été observée = 33° 49' 15,63; d'où se déduisent, avec la différence des deux angles donnée par les autres 9 mesures, les chiffres 37,85 pour le quatrième, et 37,78 pour le cinquième angle, dont la somme fait 15,63. Ces deux chiffres 37,85 et 37,78, placés dans notre tableau, mais en parenthèses, ont été employés pour la moyenne. Les angles réduits, adoptés dans le calcul de jonction, T. II, p. 25 et 26, sont:

	16° 18' 4,52	et	17° 0' 50,713.	Somme	33° 48' 55,165;
notre tableau donne	4,625		50,679		53,304
correction des angles adoptés	+ 0,173		— 0,034		+ 0,139

Ces différences sont tout à fait insignifiantes, vis-à-vis de l'erreur moyenne d'un angle observé = ± 0,869, T. II, p. 28.

*Angles verticaux. Terrain — 1,74 toise.*

	KORSMALM.	LÄNDET-KALLIO.	MUSTILA.	
1843. Oct. 26. 22 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	90° 2' 34,9 (30,4)	90° 4' 8,8 (28,7)	89° 55' 12,7 (31,0)	
α 26. 23 5	2 37,1 (32,6)	4 9,9 (30,8)	55 9,3 (29,1)	
Log. dist.	3,83677	3,51583	3,79033	
	LINNAN-KALLIO.	TERME SEPT.	TERME MÉRIDIONAL.	Z* MOYEN.
Oct. 26. 22 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	90° 0' 14,6 (33,0)	90° 28' 10,3 (24,4)	90° 46' 49,3 (29,6)	0° 52 29,5
α 26. 23 5	0 14,9 (31,8)	28 15,1 (28,2)	46 51,6 (30,8)	0 52 30,5
Log. dist.	3,41763	3,44794	3,26754.	

Le terme septentrional de la base était à peine visible.

## 5. LÄHDET-KALLIO. 1843. SEPTEMBRE 21 À 23.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	MUSTILA — LINNAN-KALLIO.	LINNAN-KALLIO — BREFFBERG.	BREFFBERG — KORSMALM.
	95° 48' 43,75	51° 27' 57,25	77° 22' 13,25
	41,87	57,87	13,75
	40,88	55,75	11,25
	42,75	56,50	14,50
	39,87	58,13	11,75
	41,63	55,75	10,25
	40,75	59,37	11,62
	42,12	58,75	9,13
	39,38	61,00	12,37
	41,00	57,38	14,25
Moyenne	95 48 41,400	51 27 57,775	77 22 12,212
Réd. au centre	— 1 31,678	— 2 7,098	+ 23,003
Réd. des objets	— 0,020	+ 0,027	+ 0,012
Angle réduit	95 47 9,702	51 25 50,704	77 22 35,227,
employé	p. 26	p. 26	p. 26.

*Angles verticaux. Terrain — 1,81 toises.*

	MUSTILA.	LINNAN-KALLIO.	BREFFBERG.	KORSMALM.	Z* MOYEN.
1843. Sept. 22. 21 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>	89° 43' 53,8 (38,0)	89° 56' 51,0 (60,2)	89° 58' 49,1 (39,1)	90° 1' 28,4 (58,2)	0° 50' 58,9
.. 22. 22 15	58,3 (62,1)	44,3 (64,7)	46,0 (64,1)	27,8 (64,8)	0 50 63,8
Log. dist.	3,49863	3,40863	3,51583	3,83202.	

Soleil clair. KORSMALM est un peu indistinct.



## 6. MUSTILA. 1843. SEPTEMBRE 16 À '19.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	LINNAN-KALLIO — BREFFBERG.	BREFFBERG — LÄHDET-KALLIO.	LÄHDET-KALLIO — KORSMÅLM.
	20° 3' 38",12	16° 43' 59",00	30° 49' 59",12
	34,25	59,62	62,00
	32,75	62,50	63,13
	33,63	58,50	63,75
	35,75	60,75	61,87
	35,75	63,63	60,13
	37,87	60,12	64,62
	37,88	60,25	61,25
	37,50	60,63	61,50
	38,75	61,87	58,00
Moyenne	20 3 36,225	16 44 0,687	30 50 1,537
Réd. au centre	— 33,105	— 29,608	— 4,207
Réd. des objets	+ 0,007	— 0,004	— 0,011
Angle réduit	20 3 3,127	16 43 31,075	30 49 57,319
employé	p. 26	p. 26	p. 26.

*Angles verticaux. Terrain — 1,80 toises.*

	LINNAN-KALLIO.	BREFFBERG.	LÄHDET-KALLIO.	KORSMÅLM.	Z' MOYEN
1843. Sept. 18. 2 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	90° 12' 22",4 (83",0)	90° 10' 22",6 (83",7)	90° 19' 0",6 (83",3)	90° 8' 56",3 (80",2)	0° 51' 57",2
α 18. 2 52	17,4 (67,2)	22,2 (61,9)	1,3 (80,6)	55,9 (66,8)	0 51 63,9
Log. dist.	3,62921	3,79033	3,49863	3,96868.	

7. KORSMALM. 1843. SEPTEMBRE 26 À 30.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	MUSTILA — LÄHDET-KALLIO.	LÄHDET-KALLIO — LINNAN-KALLIO.	LINNAN-KALLIO — BREFBERG.
	13° 45' 51",37	13° 22' 7",62	14° 24' 17",37
	49,75	9,75	17,13
	50,00	8,88	17,50
	50,00	9,12	16,87
	52,25	8,88	13,88
	52,00	10,87	15,13
	47,50	12,25	17,00
	48,88	8,25	15,75
	49,50	11,63	15,37
	51,75	12,62	14,00
Moyenne	13 45 50,300	13 22 9,987	14 24 16,000
Réd. au centre	— 11,864	+ 15,705	— 0,395
Réd. des objets	0,000	— 0,009	— 0,004
Angle réduit	13 45 38,436	13 22 25,683	14 24 15,601,
employé	p. 26	p. 26	p. 26.

*Angles verticaux. Terrain — 2,08 toises.*

	MUSTILA.	LÄHDET-KALLIO.	LINNAN-KALLIO.	BREFBERG.	Z' MOYEN.
1843. Sept. 28. 1 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	89° 59' 33",2 (34",3)	90° 4' 56",6 (34",8)	90° 3' 59",8 (33",9)	90° 3' 30",6 (35",7)	0° 51' 55",2
α 28. 1 47	34,5 (30,9)	48,0 (38,4)	56,7 (38,6)	29,2 (34,2)	0 51 57,7
Log. dist.	3,96868	3,83202	3,93613	3,83677.	

## 8. ORITKAARI, TERME SEPT. 1845. AOÛT 10 À 20.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	INTION-KANGAS — LÄNKISEN-KANGAS.	LÄNKISEN-KANGAS — KLEMOLA.	KLEMOLA — KEMBELE.
	76° 49' 3,31	15° 6' 18,81	28° 27' 42,19
	0,31	23,31	40,62
	3,12	24,50	38,13
	1,38	20,00	41,75
	5,50	18,75	41,12
	3,87	18,38	39,88
	4,38	18,37	39,62
	2,87	20,38	38,25
	0,75	17,75	43,75
	2,13	19,62	42,25
Moyenne	76 49 2,762	15 6 19,987	28 27 40,756
Réd. au centre	+ 0,670	+ 0,074	— 0,368
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	76 49 3,432	15 6 20,061	28 27 40,388.
employé	p. 30	p. 30	p. 30.

*Angles verticaux. Terrain — 1,84 toises.*

	INTION-KANGAS.	LÄNKISEN-KANGAS.	KLEMOLA.	Z* MOYEN.
1845. Août 17. 4 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>	89° 42' 33,8 (28,9)	89° 41' 57,0 (33,3)	90° 3' 48,4 (33,3)	0° 51' 32,0
» 17. 4 56	28,8 (30,1)	52,1 (36,2)	36,6 (33,4)	0 51 35,9
Log. dist.	3,22809	3,18231	3,17763.	

L'angle vertical de KEMBELE n'a pas été observé.

9. KLEMOLA, TERME MÉRIDIONAL. 1845. AOÛT 23 À 26.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KEMBELLE — ORITKAARI.	ORITKAARI — LÄNKISEN-KANGAS.
	139° 17' 51,75	84° 46' 11,25
	49,62	15,50
	50,63	15,50
	48,87	16,12
	49,75	13,50
	51,88	14,75
	50,25	17,88
	51,37	13,12
	48,88	15,00
	52,00	13,50
Moyenne	139 17 50,500	84 46 14,612
Réd. au centre	— 0,230	+ 5,391
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	139 17 50,270	84 46 20,003,
employé	p. 30	p. 30.

*Angles verticaux. Terrain — 1,83 toises.*

	ORITKAARI.	LÄNKISEN-KANGAS.	Z° NOTES.
1845. Août 26. 2 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	89° 58' 33,4 (11,2)	88° 38' 9,5 (3,2)	0° 54' 7,2
"    26. 3    8	36,7 (8,2)	13,6 (7,5)	0 54 7,8
Log. dist.	3,17763	2,60008.	

## 10. LÄNKISEN-KANGAS. 1845. SEPTEMBRE 29 À OCTOBRE 1.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KEMRELE — KLEMOLA.	KLEMOLA — ORITKAARI.	ORITKAARI — INTION-KANGAS.	INTION-KANGAS — SABI-KANGAS.
	39° 45' 10,00	80° 7' 22,25	55° 23' 26,37	62° 50' 59,25
	11,00	20,37	31,50	59,00
	14,37	18,38	33,13	57,62
	13,25	18,25	28,25	63,00
	11,00	21,75	26,25	62,50
	14,63	21,87	27,75	59,38
	15,00	19,38	28,12	62,37
	17,37	14,50	27,63	61,00
	10,38	15,37	30,12	57,88
	11,25	22,63	26,00	59,75
Moyenne	39 45 12,825	80 7 19,475	55 23 28,512	62 51 0,175
Réd. au centre	— 0,425	+ 0,038	+ 0,214	+ 0,207
Réd. des objets	0,000	+ 0,124	— 0,124	— 0,148
Angle réduit	39 45 12,400	80 7 19,637	55 23 28,602	62 51 0,234,
employé	p. 30	p. 30	p. 30	p. 30.

*Angles verticaux. Terrain — 1,78 toises.*

	KLEMOLA.	ORITKAARI.	INTION-KANGAS.	SABI-KANGAS.	Z* MOYEN.
1845. Sept. 29. 23 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	91° 22' 1,8 (33,3)	90° 19' 42,4 (82,0)	89° 59' 40,3 (33,0)	89° 48' 35,2 (33,6)	0° 52' 53,0
» 29 23 35	1,9 (54,4)	38,9 (86,7)	39,4 (34,6)	36,7 (33,6)	0 52 54,8
Log. dist.	2,60008	3,18231	3,30107	3,52431.	

## II. INTION-KANGAS. 1845. JUILLET 24 À AOÛT 7.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	SARVI-KANGAS — LÄNKISEN-KANGAS.	LÄNKISEN-KANGAS — KEMBELE.	KEMBELE — ORITKAARI.
	80° 57' 6,37	3° 2' 46,75	44° 42' 22,81
	6,38	46,25	26,81
	4,62	46,12	26,75
	3,38	44,38	28,63
	5,62	46,75	24,62
	7,00	44,00	27,13
	6,25	48,37	24,18
	2,88	48,00	22,88
	1,62	49,00	23,00
	7,00	47,38	23,75
Moyenne	80 57 5,112	3 2 46,700	44 42 25,056
Réd. au centre	— 12,861	+ 1 13,438	+ 1 2,886
Réd. des objets	+ 0,092	0,000	0,000
Angle réduit	80 56 52,343	3 4 0,138	44 43 27,942,
employé	p. 30	p. 30	p. 30.

*Angles verticaux. Terrain — 1,67 toises.*

	SARVI-KANGAS.	LÄNKISEN-KANGAS.	ORITKAARI.	ULEABORG CLOCHER.	Z <sup>e</sup> MOYEN.
1845. Jul. 30. 22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	89° 48' 15,3 (38,1)	90° 2' 18,9 (37,2)	90° 19' 38,2 (38,7)	87° 48' 48,6 (37,4)	90° 52' 57,9
» 31. 22 26	8,4 (18,4)	17,8 (14,4)	37,1 (14,1)	47,0 (21,6)	90 52 17,1
Log. dist.	3,47894	3,30135	3,22852	2,77435.	

Le 30 Juillet les objets étaient mal visibles. A ULEABORG le milieu de la croix du clocher a été toujours observé.

12. SARVI-KANGAS. 1845. SEPTEMBRE 23 À 26.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	LINNUNSIILMÄ — KEMBELE.	KEMBELE — LÄNKISEN-KANGAS.	LÄNKISEN-KANGAS — INTION-KANGAS.
	44° 1' 38,75	30° 34' 33,50	36° 13' 20,62
	38,00	32,50	24,00
	36,12	35,00	20,63
	37,50	35,12	21,37
	36,13	34,50	22,38
	33,62	38,13	20,50
	35,00	35,50	22,50
	39,63	32,62	20,62
	37,87	38,25	15,50
	34,50	37,00	21,00
Moyenne	44 1 36,712	30 34 35,212	36 13 20,912
Réd. au centre	+ 16,475	+ 6,866	— 1 16,036
Réd. des objets	— 0,090	0,000	0,000
Angle réduit	44 1 53,097	30 34 42,078	36 12 4,876,
employé	p. 30	p. 30	p. 30.

*Angles verticaux. Terrain — 2,26 toises.*

	LINNUNSIILMÄ.	LÄNKISEN-KANGAS.	INTION-KANGAS.	ULÉABORG CLOCHER.	Z° MOYEN.
1845. Sept. 26. 0 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	90° 3' 31,8 (00,4)	90° 14' 31,1 (36,2)	90° 14' 54,2 (82,4)	89° 52' 34,9 (34,9)	0° 52' 56,0
» 26. 1 5	31,5 (32,8)	14 28,4 (30,0)	53,5 (53,8)	33,0 (37,4)	0 52 55,0
Log. dist	3,95371	3,52431	3,47905	3,55026.	

## 13. KEMBELE. 1845. AOÛT 29 ET 30.

Sabler.

*Angles horizontaux.*

	ORITKAARI — KLEMOLA.	KLEMOLA — INTION-KANGAS.	INTION-KANGAS — LÄNKISEN-KANGAS.	LÄNKISEN-KANGAS — SARTIKANGAS.	SARTI-KANGAS — LINNUNSIILMÄ.
	12° 9' 56,62	2° 45' 53,37	1° 34' 41,75	27° 40' 12,25	93° 9' 32,37
	56,13	45,88	39,75	13,25	35,88
	58,50	40,75	41,50	9,50	45,87
	56,50	50,25	45,75	6,75	33,25
	57,12	55,88	38,75	14,25	31,25
	59,63	46,87	37,88	12,12	30,37
	57,87	43,13	37,87	10,88	31,75
	51,25	51,87	39,75	11,50	32,25
	54,87	57,38	45,62	11,50	30,38
	57,63	49,87	36,38	14,25	36,13
Moyenne	12 9 56,612	2 45 49,525	1 34 40,500	27 40 11,625	93 9 33,950
Réd. au centre	+ 4 33,143	— 6 48,516	+ 5 18,904	— 7 50,775	— 13 14,443
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	— 0,087	+ 0,239
Angle réduit	12 14 29,755	2 39 1,009	1 39 59,404	27 32 20,763	92 56 19,746,
employé	p. 30	p. 30	p. 30	p. 30	p. 30.

La barre de fer qui sortait de la flèche de l'église de KEMBELE, offrait, à l'endroit où elle rencontrait la pomme, un objet tout à fait qualifié pour une observation exacte. Mais il fut impossible d'établir l'instrument sur la tour en bois. M. Sabler le plaça par conséquent sur le sol, dans une distance d'environ 100 pieds. Pour déterminer cette distance avec la plus haute exactitude, il mesura une petite base de 105 pieds, dont l'une extrémité coïncidait avec l'endroit de l'instrument, et l'autre était dans une direction qui formait un angle de 82° avec la direction de la flèche. Les angles, mesurés aux deux extrémités de cette base, donnèrent la distance horizontale entre l'instrument et le point de mire sur l'église, avec une exactitude plus que suffisante.

Il n'y a pas d'angles verticaux observés à KEMBELE.

Les chiffres des secondes, adoptés T. II, p. 30 sont :

29,739      1,004      59,398      20,764      19,762

Les corrections à ajouter aux angles adoptés sont :

+ 0,016      + 0,005      + 0,006      — 0,001      — 0,016,

ou des quantités entièrement insignifiantes.



14. LINNUNSIILMÄ. 1845. AOÛT 29 ET 30.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KEMBELE —
	LINNUNSIILMÄ.
	43° 2' 25",25
	29,75
	27,25
	28,50
	26,25
	25,75
	27,00
	27,75
	26,75
	28,87
Moyenne	43 2 27,312
Réd. au centre	— 37,411
Réd. des objets	— 0,037
Angle réduit	43 1 49,864,
employé	p. 30.

Il n'y a point d'angles verticaux observés à LINNUNSIILMÄ, en 1845.

15. MÄKIPÄÄLYS. 1843. AOÛT 6 À 8.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	STARTVIRA— RISTISAARI.
	24° 2' 55,62
	58,13
	57,50
	57,38
	55,25
	55,12
	53,00
	57,88
	54,12
	57,88
Moyenne	<hr/> 24 2 56,188
Réd. au centre	+ 9,062
Réd. des objets	+ 3,070
Angle réduit	<hr/> 24 3 8,320,
employé	p. 35.

*Angles verticaux. Terrain — 0,00 toise.*

	STARTVIRA.	RISTISAARI.	Z* MOYEN.
1843. Août 5. 4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	90° 19' 32,2 (34,9)	90° 20' 52,7 (24,0)	91° 3' 29,4
» 7. 2 8	28,3 (10,8)	37,2 (18,0)	91 2 18,7
» 8. 3 38	19,9 (11,0)	46,0 (8,3)	91 4 10,1
Log. dist.	4,19247	4,15893.	

Les distances au zénith sont réduites au terrain dans l'endroit où il touche le boulon en fer enfoncé dans le roc et qui marque le point E.

16. SVARTVIRA. 1833. AOÛT 20 À 22.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	TUSKAS — RISTISAARI.	RISTISAARI — MÄKI-PÄÄLYS.
	83° 14' 18,50	67° 42' 17,25
	19,75	17,88
	20,00	17,75
	17,88	21,87
	18,25	18,75
	19,12	17,38
	17,50	17,62
	18,38	16,75
	18,37	17,00
	20,50	15,12
Moyenne	83 14 18,825	67 42 17,737
Réd. au centre	+ 1 9,951	— 0,753
Réd. des sign.	+ 9,076	+ 0,340
Angle réduit	83 15 37,852	67 42 17,324.
employé	p. 35	p. 35.

*Angles verticaux. Terrain — 0,00 toise.*

	TUSKAS.	RISTISAARI.	MÄKI-PÄÄLYS.	Z° MOYEN.
1833. Août 20. 22 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	89° 55' 59,3 8,2	90° 4' 13,2 6,7	89° 52' 35,6 6,0	0° 3' 7,0
» 20. 22 40	58,0 8,5	9,7 (8,6)	31,4 8,1	0 3 6,4
Log. dist.	3,79373	3,80288	4,19247.	

Ciel couvert; un peu de vent. Air transparent.

## 17. RISTISAARI.

1833. Août 30 à SEPTEMBRE 2.

Oberg et Melan.

1843. Août 12 à 14.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	MÄKI-PÄÄLYS — SVARTVIRA.	SVARTVIRA — TUSKAS.	TUSKAS— KOKKO-VUORI.
	88° 16' 39,62	47° 41' 50,87	58° 28' 42,25
	41,38	48,63	39,12
	40,00	46,00	39,00
	41,37	47,38	39,25
	40,13	49,25	39,00
	39,87	49,25	39,38
	41,00	49,25	38,62
	39,38	47,00	36,00
	40,25	48,25	36,13
	39,75	48,37	37,00
Moyenne	88 16 40,275	47 41 48,425	58 28 38,575
Réd. au centre	— 1 43,171	— 21,675	— 35,150
Réd des sign.	— 23,484	0,000	0,000
Angle réduit	88 14 33,620	47 41 26,750	58 28 3,425.
employé	p. 35	p. 35	p. 35.

*Angles verticaux. Terrain — 0,00 toise.*

	MÄKI-PÄÄLYS.	SVARTVIRA.	TUSKAS.	KOKKO-VUORI.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1833. Août 30. 1 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	89° 50' 13,9 49,7	90° 1' 37,9 50,3	89° 57' 40,2 (30,7)		0 6' 50,2
1843. Août 13. 23 17			43,6 (39,8)	89° 56' 3,2 (30,8)	0 48 35,3
» 13. 23 45			45,5 34,4	3,5 28,2	0 48 31,3
Log. dist.	4,15893	3,80288	3,92176	3,92610.	

En 1843 les objets très-ondulants.

## 18. TUSKAS.

1833. SEPTEMBRE 6 à 9.

Oberg et Melan.

1843. AOÛT 18 à 20.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	LOVISA — STRÖMFORS.			SFARTVIRA — LOVISA.			RISTISAARI — SFARTVIRA.			STRÖMFORS — KOKKO-VUORI.			KOKKO-VUORI — RISTISAARI.		
	44°	41'	45,75	125°	3'	42,00	49°	2'	2,37	79°	57'	5,62	61°	16'	15,25
			45,50			40,38			2,50			2,50			20,37
			45,25			40,87			4,88			1,38			19,25
			45,38			40,38			2,75			1,87			17,00
			47,65			37,85			7,50			0,75			18,50
			48,28			36,10			6,75			3,38			18,88
			47,52			36,60			6,25			0,25			24,50
			47,78			36,35			5,87			3,75			20,00
			48,28			36,97			5,25			3,00			19,50
			48,27			37,35			5,38			3,00			13,87
Moyenne	44	41	46,966	125	3	38,485	49	2	4,950	79	57	2,550	61	16	18,712
Réd. au centre	—		40,997	—		47,619	+ 1		0,129	—		37,459	+ 28		768
Réd. des sign.			0,000			0,000	—		7,233	—		0,291	—		7,044
Angle réduit	44	41	5,969	125	2	50,866	49	2	57,846	79	56	24,800	61	16	40,436
Correction			+ 0,016			+ 0,017			+ 0,016			+ 0,017			+ 0,017
Angle définitif			5,985			50,883			57,862			24,817			40,453
Angle employé			5,97						57,85			24,82			40,46
			p. 34						p. 35			p. 35			p. 35.

Les observations de 1833 et 1843 formant un tour de l'horizon, il faut corriger les 5 angles de sorte que la somme en fasse  $360^{\circ} 0' 0''$ . La somme des 5 angles réduits est  $339^{\circ} 39' 39,917$ , et chaque angle reçoit une correction de  $+ 0,083 : 5 = + 0,0166$ , laquelle a été placée dans chaque angle au-dessous de l'angle réduit. La plus grande différence entre un angle définitif et l'angle employé ne monte qu'à 0,015.

*Angles verticaux. Terrain — 1,90 toise.*

	LOVISA.			STRÖMFORS.			KOKKO-VUORI.		
1833. Sept.	7.	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 3' 22,1 (11,6)	89°	56'	29,5 (12,1)			
»	9.	?	3 18,9 (0,4)	56	27,0 (0,7)				
1843. Août	20.	22 1							90° 1' 45,0 (44,7)
»	20.	22 28							1 54,6 (49,1)
		Log. dist.	3,99155		3,93858				3,91374
	RISTISAARI.			SFARTVIRA.			Z* MOYEN.		
1833. Sept.	7.	3 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 9' 41,2 (7,6)	90°	10'	0,9 (3,6)			0° 2' 10,0
»	9.	?	9 22,1 (3,2)	10	2,0 (0,6)			0 2 1,2	
1843. Août	20.	22 1	9 54,1 (46,3)						0 51 45,5
»	20.	22 28	9 56,4 (49,5)						0 51 49,3
		Log. dist.	3,92176		3,79373.				

1833. Sept. 7. Ciel couvert. Les objets tranquils à l'exception de Lovisa. Sept. 9. Soleil clair. L'heure de l'observation n'est pas indiquée. L'observation de RISTISAARI paraît douteuse, par la comparaison des autres.

1843. Soleil clair. STRÖMFORS n'est pas visible.

19. KOKKO-VUORI. 1843. AOÛT 24 À 28.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	RISTISARI — TUSKAS.	TUSKAS — STRÖMFORS.
	60° 14' 60,62	51° 59' 44,25
	56,75	42,38
	57,50	47,12
	59,75	45,75
	59,13	43,50
	61,75	44,88
	57,50	42,50
	57,25	42,63
	58,62	44,12
	56,25	44,87
Moyenne	60 14 58,512	51 59 44,200
Réd. au centre	+ 17,746	— 44,179
Réd. des sign.	+ 0,804	+ 0,581
Angle réduit	60 15 17,062	51 59 0,602
employé	p. 35	p. 35.

*Angles verticaux. Terrain — 2,96 toises.*

	RISTISARI.	TUSKAS.	STRÖMFORS.	Z° MOYEN
1843. Août 27. 3 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup>	90° 11' 32,8 (29,9)	90° 5' 28,7 (28,0)	90° 0' 24,2 (30,5)	0° 52' 29,5
» 28. 3 13	36,1 (48,3)	24,3 (48,4)	10,9 (30,8)	52 48,2
Log. dist.	3,92610	3,91374	4,03542.	

Le 28 août, STRÖMFORS était presque invisible.

## 20. STRÖMFORS.

1843. SEPTEMBRE 1 À 7.

1833. AOÛT 2 À 7.

Woldstedt.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	KOKKO-YUORI — TUSKAS.	TUSKAS — LOVISA.	LOVISA — KORSMALM.	KORSMALM — MUSTILA.
	48° 4' 37,88	76° 4' 53,25	66° 12' 40,25	52° 0' 39,87
	37,25	53,00	41,87	41,00
	34,25	51,50	38,38	41,25
	37,50	52,37	38,00	40,50
	33,25	53,88	36,00	41,63
	37,50	53,50	39,25	42,12
	33,13	53,75	39,75	41,50
	34,06	53,37	38,12	41,88
	37,38	53,50	39,00	41,00
	37,25	53,75	39,13	41,00
Moyenne	48 4 35,944	76 4 53,187	66 12 38,975	52 0 41,175
Réd. au centre	— 0,409	+ 19,537	+ 58,445	+ 1,207
Réd. des sign.	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit employé	48 4 35,535 p. 35	76 5 12,724 p. 34	66 13 37,420 p. 34	52 0 42,382 p. 34.

*Angles verticaux. Terrain — 1,92 toises.*

	TUSKAS.	LOVISA.	KORSMALM.	MUSTILA.	Z <sup>o</sup> MOYEN
1833. Août 5. 3 <sup>o</sup> 15 <sup>m</sup> 90	11' 17,8 33,0	90 10' 47,4 33,2	90° 3' 59,4 33,8	90° 1' 54,7 33,0	0 2' 34,2
» 7. 4 50	14,6 34,0	46,4 36,4	57,4 34,8	51,2 33,7	359 56 35,2
Log. dist.	3,93858	3,85156	3,88919	4,07147.	

Août 5. Air transparent. Objets assez tranquils.

Août 7. Ciel couvert. Calme. Air transparent. Objets tranquils.

21. LOVISA. 1833. SEPTEMBRE 16 A 19.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	KORSMALM — STRÖMFORS.	STRÖMFORS — TUSKAS.
	60° 40' 36",50	59° 12' 4",12
	34,63	1,13
	35,38	2,25
	35,12	6,75
	34,87	7,50
	36,88	4,75
	35,62	2,50
	34,25	4,25
	35,50	4,37
	35,50	4,75
Moyenne	60 40 35,425	59 12 4,237
Réd. au centre	+ 28,844	+ 1 36,311
Réd. des sign.	0,000	0,000
Angle réduit	60 41 4,269	59 13 40,548
employé	p. 34	p. 34.

*Angles verticaux. Terrain — 2,09 toise.*

	KORSMALM.	STRÖMFORS.	TUSKAS.	Z* MOYEN.
1833. Sept. 16. 4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	89° 57' 29",2 (20",4)	89° 55' 35",3 (10,2)	90° 5' 24",3 (13",4)	0 5' 17",3
» 19. 4 10	27,5 (31,5)	34,2 (30,8)	22,6 (48,0)	0 2 50,4
Log. dist.	3,91020	3,85156	3,99155.	

Sept. 16. Soleil clair, objets assez distincts.

Sept. 19. Vent. Ciel clair. Objets tranquils, mais pas assez distincts.



22. KORSMALM. 1833. SEPTEMBRE 22 À 25.

Oberg et Melan.

Angles horizontaux.

	PORLON I. — MUSTILA.	MUSTILA — STRÖMFORS.	STRÖMFORS — LOVISA.
	70° 1' 47",26	86° 56' 46",88	53° 4' 26",99
	43,12	47,25	27,24
	44,51	47,12	26,74
	45,62	45,88	26,36
	47,63	45,50	25,50
	46,12	46,75	25,37
	46,50	48,37	28,00
	45,50	47,50	27,38
	46,63	45,75	26,37
	45,50	47,25	25,25
Moyenne	70 1 45,839	86 56 46,825	53 4 26,520
Réd. au centre	— 23,959	+ 1 20,814	+ 54,539
Réd. des sign.	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	70 1 21,880	86 58 7,639	53 5 21,059
employé	p. 36	p. 34	p. 34.

Angles verticaux. Terrain — 2,08 toise.

(Voyez les autres angles verticaux p. 240.)

	PORLON I.	MUSTILA.	STRÖMFORS.	LOVISA.	Z* MOYEN
1833. Sept. 25. 1 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	89° 59' 19",0 47",0	89° 59' 23",4 43",7	90° 2' 54",4 43",2	90° 9' 50",0 43",3	0 6' 45",8
Log. dist.	3,92066	3,96868	3,88919	3,91020.	

## 23. MUSTILA. 1832. JUILLET 18 À 28.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	STRÖMFORS — KORSMALM.	KORSMALM — PORLON I.	PORLON I — PORLON II.	PORLON II — PERHENIEMI.
	41° 1' 22,62	50° 29' 37,75	1° 23' 23,13	62° 31' 5,25
	21,00	42,13	19,50	6,25
	20,75	36,71	26,79	8,25
	21,00	32,08	28,04	9,87
	19,50	39,08	18,55	13,00
	18,25	37,33	21,79	12,00
	20,25	35,08	23,29	5,13
	21,38	33,59	23,79	4,37
	18,25	36,33	28,54	4,25
	20,50	42,08	22,67	7,38
Moyenne	41 1 20,350	50 29 37,216	1 23 23,609	62 31 7,575
Réd. au centre	— 19,810	— 49,078	— 1,194	— 37,616
Réd. des sign.	+ 9,878	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	41 1 10,418	50 28 48,138	1 23 22,415	62 30 29,959,
employé	p. 34	p. 36	p. 36	p. 36.

*Angles verticaux. Terrain — 0,80 toise.*

(Voyez les autres angles verticaux p. 239.)

	STRÖMFORS.	KORSMALM.	PORLON I.
1832. Juill. 21. 0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	90° 8' 46,1 (6,0)	90° 8' 59,2 (7,3)	90° 5' 20,2 (6,0)
» 24. 8 20		8 34,9 (9,2)	
» 27. 3 0		9 4,7 (9,5)	
Log. dist.	4,07147	3,96868	4,00642.
	PORLON II.	PERHENIEMI.	Z* MOYEN.
1832. Juill. 21. 0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	90° 3' 57,2 (6,3)	90° 0' 3,0 (7,2)	0° 2' 6,6
» 24. 8 20	3 28,6 (8,0)	89 59 33,9 (8,0)	0 2 8,4
» 27. 3 0	3 57,5 (7,9)	90 0 0,9 (8,2)	0 2 8,5
Log. dist.	4,00611	3,93560.	

Juillet 21. Ciel pur, air peu transparent, images ondulantes.

Juillet 24. Les objets très-bien visibles.

Juillet 27. Images très ondulantes. Les objets sont à peine visibles.

## 24. LILLE—PORLOM = PORLOM I.

1832. JUILLET 6 ET 7. | 1832. AOÛT 7 ET 8.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	PORLOM II— KORSMALM.	PORLOM II — MUSTILA.	MUSTILA — KORSMALM.
	146° 33' 26",87	87° 18' 27",25	59° 29' 48",12
	25,88	29,00	46,75
	32,13	27,00	51,63
	33,87	29,25	46,62
	39,87	31,75	45,25
	34,50	30,75	47,13
	28,13	27,62	49,62
	25,00	29,63	43,63
	26,00	32,12	44,87
	31,25	32,63	44,38
Moyenne	146 33 30,350	87 18 29,700	59 29 46,800
Réd. au centre	+ 31 30,667	+ 13 26,759	+ 3,199
Réd. des objets	0,000	+ 3 20,309	0,000
Angle réduit	147 5 1,017	87 35 16,768	59 29 49,999
Correction	+ 2,875	— 1,438	— 1,437
Angle définitif	3,892	15,330	48,562,
employé		p. 36	p. 36.

L'angle entre PORLOM II et KORSMALM = 147° 5' 1,017, mesuré le 6 et 7 juillet, est la somme des deux angles formés par les trois stations successives PORLOM II, KEMBELE et KORSMALM. Mais le point KEMBELE ayant dû être remplacé par MUSTILA, la mesure des deux nouveaux angles a été faite le 7 et 8 août. La somme de ces deux angles est 147° 5' 6,767, ou de 5,750 plus forte que la somme antérieure. Les corrections ajoutées aux angles réduits produisent la somme moyenne 147° 5' 3,892. La différence en apparence si forte de 5,750 s'explique par la proximité des points PORLOM I et PORLOM II, dont la distance n'est que de 246,4 toises; car  $246,4 \cdot \sin 5,75 = 0,0069$  toise = 0,49 pouce.

*Angles verticaux. Terrain — 1,89 toise*

	PORLOM II.	MUSTILA.	KORSMALM.	Z* MOYEN.
1832. Août 5. 19 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	89° 2' 17",8 (44",4)	90° 3' 44",5 (40",7)	90° 8' 2",3 (38",3)	0° 0' 41",2
» 7. 20 30	2 26,0 (42,0)	4 1,7 (41,8)	8 17,0 (41,4)	0 0 41,8
» 7. 0 35	2 28,6 (36,0)	3 57,6 (38,3)	8 10,0 (36,3)	0 0 36,9
Log. dist.	2,39547	4,00642	3,92066.	

Août 5. Les objets bons, à l'exception de MUSTILA.

Août 7. Ciel couvert. Les objets ondulants et non pas bien visibles.

## 25. STURE—PORLOM = PORLOM II.

1832. JUIN 19 à 29. | 1832. AOÛT 14 à 17.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	WILLIKKALA — PERHENIEMI.	PERHENIEMI — PORLOM I.	WILLIKKALA — PERHENIEMI.	PERHENIEMI — MUSTILA.	MUSTILA — PORLOM I.
	47° 27' 13,25	142° 38' 31,37	47° 24' 45,37	51° 7' 53,62	90° 47' 26,25
	18,50	37,38	50,63	53,88	23,00
	16,00	31,50	51,00	54,50	19,75
	14,12	30,87	51,62	51,25	16,62
	10,25	38,88	45,13	50,38	18,75
	14,00	37,37	47,50	56,37	20,50
	18,50	31,88	50,25	53,50	11,13
	17,13	31,37	49,87	43,63	24,25
	9,38	41,75	44,63	54,62	16,75
	19,12	37,88	49,50	49,25	17,87
Moyenne	47 27 15,025	142 38 35,025	47 24 48,550	51 7 52,100	90 47 19,487
Réd. au centre	— 58,091	— 28 30,261	+ 1 28,613	+ 45,514	+ 12 59,432
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000	+ 1 1,954
Angle réduit	47 26 16,934	142 10 4,764	47 26 17,163	51 8 37,614	91 1 20,873
Correction	+ 0,114	— 3,139	— 0,115	+ 1,569	+ 1,569
Angle définitif	17,048	1,625	17,048	39,183	22,442,
employé	p. 36		p. 36	p. 36	p. 36

L'angle entre PERHENIEMI et PORLOM I, mesuré en juin =  $142^{\circ} 40' 4,764$ , est ici encore la somme des deux angles partiels qu'a formés avec ces points la station intermédiaire KEMBELE, depuis rejetée. L'angle total se trouve en août  $142^{\circ} 9' 58,487$ , qui diffère de  $6,277$ . Cette différence est inappréciable pour la petite distance de 246,4 toises entre PORLOM I et II. Les corrections ajoutées aux angles réduits donnent l'angle total moyen  $142^{\circ} 40' 1,625$ . Voyez la remarque p. 257.

*Angles verticaux. Terrain — 1,92 toise.*

	WILLIKKALA.	PERHENIEMI.	MUSTILA.	PORLOM I.	Z* MOYEN.
1832. Août 14. 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	89° 58' 4,1 (34,1)	90° 1' 40,1 (33,0)	90° 5' 18,7 (40,0)	90° 59' 56,0 (30,4)	0° 7' 36,4
» 16. 7 30	58 0,5 (21,3)	1 34,7 (27,2)	5 7,6 (25,9)	59 48,4 (22,1)	0 7 24,1
Log. dist.	3,79088	3,99217	4,00611	2,38424.	

Août 14. Vent très-fort, mais l'air est transparent. MUSTILA est moins bien visible que les autres objets.  
Août 16. Images des objets assez tranquilles. PERHENIEMI et MUSTILA indistinctes.

26. PERHENIEMI. 1832. JUILLET 31 À AOÛT 3.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	MUSTILA — PORLON II.	PORLON II — WILLIKKALA.	WILLIKKALA — HURTMAR.
	66° 22' 19,37	38° 54' 13,62	52° 36' 28,12
	16,88	10,75	29,00
	16,75	15,50	25,75
	18,00	19,38	26,63
	20,25	17,37	27,62
	17,75	18,75	27,25
	19,75	15,38	18,13
	19,87	14,75	24,50
	20,63	18,50	24,00
	15,00	21,12	23,00
Moyenne	66 22 18,425	38 54 16,512	52 36 25,400
Réd. au centre	— 1 24,379	— 1 4,136	— 28,561
Réd. des objets	— 1,791	+ 1,791	0,000
Angle réduit	66 20 52,255	38 53 14,167	52 35 56,839
employé	p. 36	p. 36	p. 36.

*Angles verticaux. Terrain — 1,88 toise.*

	MUSTILA.	PORLON II.	WILLIKKALA.	HURTMAR.	Z° MOYEN.
1832. Juill. 31. 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	90° 7' 56,7 (4,4)	90° 7' 12,5 (3,2)	90° 3' 2,9 (3,1)	89° 54' 22,0 (7,4)	0° 2' 5,0
Août 2. 0 30	7 58,1 (10,2)	7 12,1 (12,1)	2 59,7 (12,9)	21,5 (12,0)	0 2 11,8
Log. dist.	3,93560	3,99217	3,86027	3,84306.	

Juill. 31. L'air pas tout-à-fait transparent.

Août. 2. Vent fort. Objets distincts.

27. WILLIKKALA. 1832. AOÛT 21 à 25.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	ÄMMÄNÄURÄS — HUUTMAR.	HUUTMAR — PERDENIEMI.	PERDENIEMI — PORLON II.
	112° 12' 60,75	61° 23' 6,75	93° 38' 42,87
	60,88	4,50	42,13
	61,00	15,37	42,37
	65,62	10,63	41,25
	62,50	5,37	38,63
	65,25	5,25	44,50
	64,00	4,50	41,87
	57,62	11,75	42,88
	62,75	0,38	41,00
	59,63	2,75	41,12
Moyenne	112 13 2,000	61 23 6,725	93 38 41,862
Réd. au centre	— 1 36,091	+ 1 10,059	+ 1 47,065
Réd. des objets	0,000	0,000	— 3,140
Angle réduit	112 11 25,909	61 24 16,784	93 40 25,787,
employé	p. 37	p. 36	p. 36.

*Angles verticaux. Terrain — 1,86 toise.*

	ÄMMÄNÄURÄS.	HUUTMAR.	PERDENIEMI.	PORLON II.	Z <sup>s</sup> MOYEN.
1832. Août 22. 1 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	90° 4' 1,2 (8,7)	89° 53' 48,5 (9,8)	90° 3' 55,8 (10,9)	90° 7' 40,8 (10,8)	0° 3' 10,0
» 22. 2 10	1,8 (14,3)	45,8 (13,6)	53,4 (13,3)	39,3 (11,9)	0 3 13,3
Log. dist.	3,74383	3,79959	3,86027	3,79088.	

Ciel sans nuages. Vent très-fort. Air transparent. Images ondulantes.

28. HUHTMAR. 1832. SEPTEMBRE 25 à 29.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	PERHENIEMI— WILLIKKALA.	WILLIKKALA— ÄMMÄNÄURÄS.	ÄMMÄNÄURÄS — MESSILÄ.	MESSILÄ— WANTERISTO.
	65° 58' 1,00	31° 26' 30,12	71° 1' 43,87	47° 35' 46,87
	2,37	28,75	40,38	50,88
	12,50	26,63	41,37	55,88
	7,50	31,62	53,38	49,62
	5,75	28,13	50,00	48,25
	12,50	20,75	43,62	56,38
	1,75	32,00	51,75	46,75
	1,25	30,62	42,37	47,12
	10,13	26,63	47,00	50,00
	8,00	29,50	48,13	46,50
Moyenne	65 58 6,275	31 26 28,475	71 1 46,187	47 35 49,825
Réd. au centre	+ 1 40,917	— 13,123	— 41,729	— 42,863
Réd. des objets	0,000	0,000	+ 2,862	— 2,862
Angle réduit	65 59 47,192	31 26 15,352	71 1 7,320	47 35 41,100
employé	p. 36	p. 37	p. 37	p. 37.

*Angles verticaux. Terrain — 1,91 toise.*

	PERHENIEMI.	WILLIKKALA.	ÄMMÄNÄURÄS.	MESSILÄ.
1832. Sept. 25. 22 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	90° 11' 58,1 (31,2)	90° 12' 15,1 (43,3)	90° 11' 14,8 (47,7)	89° 56' 41,9 47,6
» 26. 5 8		12 1,8 (46,5)	10 55,7 (44,4)	
» 30. 1 12	90 12 0,5 (44,2)	12 20,6 (43,9)	11 25,0 (43,5)	
Log. dist.	3,84306	3,79959	3,99310	4,13630.
	WANTERISTO.	Z* MOYEN.		
1832. Sept. 25. 22 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	89° 59' 25,9 (47,1)	0° 4' 48,4		
» 26. 5 8	59 5,8 (47,3)	0 4 46,1		
» 30. 1 12	59 29,6 (43,0)	0 4 44,2		
Log. dist.	3,99543.			

Sept. 25. WANTERISTO est difficile à voir, à cause d'un nuage noir au fond.

Sept. 26. Ciel couvert. Objets tranquilles et distincts.

Sept. 30. Ciel couvert.

29. ANMÄNÄURÄS. 1832. SEPTEMBRE 8 À 21.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	MESSILÄ— HUTMAR.	HUTMAR— WILLIKKALA.
	67° 23' 22,62	36° 22' 46,12
	24,25	50,75
	24,00	52,50
	20,88	46,25
	23,37	48,25
	22,00	47,50
	21,50	45,13
	25,63	48,75
	21,62	53,37
	21,00	50,38
Moyenne	67 23 22,687	36 22 48,900
Réd. au centre	— 2,074	— 28,152
Réd. des objets	— 3,311	0,000
Angle réduit	67 23 17,302	36 22 20,748,
employé	p. 37	p. 37.

*Angles verticaux. Terrain — 1,80 toise.*

	MESSILÄ.	HUTMAR.	WILLIKKALA.	Z* MOTTN.
1832. Sept. 7. 5 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	89° 52' 1,8 (33,3)	89° 57' 28,6 (34,3)	90° 1' 3,1 (33,0)	0° 2' 33,7
» 8. 3 20	52 21,7 (32,4)	57 48,7 (32,7)	1 19,9 (35,8)	0 2 33,5
» 8. 6 20		56 56,5 (37,1)	0 49,6 (32,1)	0 2 34,6
» 16. 23 20	52 21,6	58 1,8 (35,7)	1 19,9 (39,3)	0 2 37,5
» 19. 5 40		57 26,3 (35,8)	1 2,3 (38,2)	0 2 36,9
» 20. 5 12		57 28,1 (41,2)	1 3,5 (30,3)	0 2 40,2
Log. dist.	4,14676	3,99310	3,74383.	

Sept. 7. Air transparent. Grand vent.

Sept. 8. 3<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>. Ciel clair. Vent nul. Les objets très-indistincts.

Sept. 8. 6 20. Les objets indistincts, surtout HUTMAR.

Sept. 16 et 19. Les objets très-ondulants, surtout HUTMAR.

Sept. 20. Les objets calmes et précis.



30. MESSILÄ. 1833. JUIN 7 À 17.

Oberg et Melan.

Angles horizontaux.

	KORHILA — WESIVERRMAIS.	WESIVERRMAIS — WÄHTERISTO.	WÄHTERISTO — HUUTMAR.	HUUTMAR — ÄMMÄNÖURÄS.
•	44° 50' 8,09	37° 19' 7,53	46° 9' 55,50	41° 35' 20,25
	8,35	10,40	54,50	18,25
	3,47	12,53	53,62	21,75
	6,72	9,03	60,38	20,87
	5,22	10,78	55,00	21,63
	4,72	8,78	57,75	18,37
	5,72	10,66	54,62	20,75
	6,72	9,53	56,13	22,25
	6,75	10,00	57,75	19,25
	8,37	10,37	56,62	19,75
Moyenne	44 50 6,413	37 19 9,961	46 9 56,187	41 35 20,312
Réd. au centre	— 19,882	+ 5,113	+ 24,870	+ 18,988
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	— 4,072
Angle réduit	44 49 46,531	37 19 15,074	46 10 21,057	41 35 35,228,
employé	p. 37	p. 37	p. 37	p. 37.

Angles verticaux. Terrain — 1,90 toise.

	KORHILA.	WESIVERRMAIS.	WÄHTERISTO
1833. Juin. 7. 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>		90° 14' 21,0 (40,8)	
» 8. 0 30		14 18,6 (43,2)	
» 9. 0 0	90° 12' 49,7 (19,1)		90° 12' 19,5 (19,8)
» 9. 3 45			
» 9. 5 0	12 47,1 (19,4)	14 17,2 (19,8)	12 26,3 (21,1)
Log. dist.	4,07302	3,98549	4,00545.
	HUUTMAR.	ÄMMÄNÖURÄS.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1533. Juin. 7. 23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>			0° 3' 40,8
» 8. 0 30			0 3 43,2
» 9. 0 0			359 56 19,5
» 9. 3 45		90° 20' 32,4 (26,5)	359 56 26,5
» 9. 5 0	90° 15' 49,0 (21,4)	20 30,8 (23,1)	359 56 21,0
Log. dist.	4,13630	4,14676.	

Juin 9. 5<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>. Les objets sont très-ondulants.

31. WAUTERISTO. 1832. OCTOBRE 8 À 18.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	HOUTMAR — MESSILÄ.	MESSILÄ — WESIVEDMAIS.
	86° 14' 33",19	67° 27' 52",56
	30,12	53,56
	26,63	56,25
	32,50	57,13
	25,13	55,75
	29,12	48,87
	31,75	48,50
	29,75	56,00
	30,38	53,75
	29,87	53,50
Moyenne	86 14 29,844	67 27 53,587
Réd. au centre	+ 5,699	— 1 0,693
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	86 14 35,543	67 26 52,894,
employé	p. 37	p. 37.

*Angles verticaux. Terrain — 1,74 toise.*

	HOUTMAR.	MESSILÄ.	WESIVEDMAIS.	Z* MOYEN.
1832. Oct. 15. 23 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	90° 9' 41",1 (8,1)	89° 56' 44",4 (7,0)	90° 5' 42",7 (9,8)	0° 4' 8",5
» 16. 0 0	9 45,4 (6,8)	56 43,7 (4,1)	5 39,9 (3,4)	0 4 4,8
Log. dist.	3,99543	4,00545	3,80271.	

Soleil clair. Vent et froid. Les objets sont distincts.

## 32. WESIVEHMAIS. 1833. JUIN 23 à 25.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	WALTERISTO — MESSILÄ.	MESILÄ — KURHILA.	KURHILA — SOITIN-KALLIO.
	75° 14' 11,62	81° 17' 6,50	72° 44' 1,62
	10,88	7,12	0,88
	13,25	7,63	2,00
	10,87	8,25	2,00
	12,00	7,50	1,25
	11,00	7,13	1,87
	12,75	7,50	1,63
	13,25	7,50	2,25
	13,25	8,75	0,37
	12,00	7,62	0,38
Moyenne	75 14 12,087	81 17 7,550	72 44 1,425
Réd. au centre	— 17,548	— 57,015	— 10,941
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	75 13 54,539	81 16 10,535	72 43 50,484,
employé	p. 37	p. 37	p. 37.

*Angles verticaux. Terrain — 1,90 toise.*

	WALTERISTO.	MESILÄ.	KURHILA.	SOITIN-KALLIO	Z° MOYEN
1833. Juin 25. 4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	90° 0' 21,1 (34,6)	89° 54' 29,0 (31,3)	90° 2' 56,1 (29,2)	90° 2' 16,8 (30,2)	0° 5' 31,3
» 5 0	0 17,8 (36,8)	54 28,2 (38,0)	2 53,4 (31,7)	12,0 (36,6)	0 5 35,1
Log. dist.	3,80271	3,98549	3,92627	4,06687.	

Air favorable et transparent. Objets précis.

33. KURHILA. 1833. JUIN 29 à JUILLET 1.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	— WIRMALA SOITIN-KALLIO.	SOITIN-KALLIO — WESIVERRMAIS.	WESIVERRMAIS — MESSILÄ.
	52° 14' 50,25	65° 56' 17,50	53° 53' 57,12
	47,12	16,25	55,88
	45,13	18,50	57,00
	46,75	17,75	56,75
	48,12	18,25	57,25
	45,63	16,75	57,25
	46,37	18,75	55,00
	46,50	18,00	57,00
	47,25	16,50	56,50
	47,50	18,37	57,75
Moyenne	52 14 47,062	65 56 17,662	53 53 56,750
Réd. au centre	— 13,679	— 31,476	+ 5,552
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	52 14 33,383	65 55 46,186	53 54 2,302,
employé	p. 38	p. 37	p. 37.

*Angles verticaux. Terrain — 1,88 toise.*

	WIRMALA.	SOITIN-KALLIO	WESIVERRMAIS.	MESSILÄ.	Z° MOYEN
1833. Juin 30. 4 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	90° 4' 44,6 (34,2)	90° 3' 14,6 (82,7)	90° 4' 51,6 (31,2)	89° 57' 55,7 (38,5)	0° 4' 53,4
" 5 45	4 38,2 (58,3)	3 11,2 (59,6)	4 48,9 (64,3)	51,8 (62,4)	0 5 1,1
Log. dist.	4,15148	4,08635	3,92627	4,07302	

Air pas tout à fait transparent. Images ondulantes.

## 34. SOITIN-KALLIO. 1833. JUILLET 6 À 15.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	WESTERMAIS — KURHILA.			KURHILA — WIRMALA.			WIRMALA — WILJAMIN-VUORI.		
	41° 20'	6,37		72° 33'	27,37		77° 30'	61,75	
		7,13			28,63			61,38	
		3,25			30,88			59,25	
		6,12			29,12			60,00	
		5,50			29,88			60,00	
		4,88			28,87			60,00	
		5,00			28,63			60,12	
		5,25			28,25			59,63	
		5,62			29,25			59,62	
		5,50			28,12			61,25	
Moyenne	41 20	5,462		72 33	28,900		77 31	0,300	
Réd. au centre		+ 20,217			— 5,578			— 47,956	
Réd. des objets		— 1,440			+ 1,440			0,000	
Angle réduit	41 20	24,239		72 33	24,762		77 30	12,344.	
employé		p. 37			p. 38			p. 38.	

*Angles verticaux. Terrain — 1,89 toise.*

	WESTERMAIS.	KURHILA.	WIRMALA.	WILJAMIN-VUORI.	Z° MOYEN
1833. Juill. 12. 0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 90'	8' 12",4 (22",9)	90° 7' 32",9 (23",0)	90° 5' 32",7 (26",0)	90° 5' 19",9 (25",2)	0° 12' 24,3
" 15. 4 15	8 13,6 (34,2)	7 41,3 (32,7)	5 39,0 (34,4)	5 27,8 (32,4)	0 4 33,3
Log. dist.	4,06687	4,08635	4,06988	4,13041.	

Juill. 12. Objets assez distincts.

Juill. 13. Ciel clair. Air calme, mais fumeux. Objets tranquils, mais pas assez distincts

## 35. WIRMALA. 1833. JUILLET 21 À 24.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	KYLMÄ-KANGAS — WILJAMIN-VUORI.	WILJAMIN-VUORI — SOITIN-KALLIO.	SOITIN-KALLIO — KURHILA.
	46° 9' 56,06	56° 11' 64,00	55° 11' 27,50
	56,63	60,81	28,25
	60,12	64,88	29,25
	58,75	63,87	27,87
	58,75	63,63	27,00
	58,13	59,25	28,00
	57,00	62,25	28,88
	56,75	60,00	29,87
	56,87	62,25	29,63
	57,38	63,12	28,25
Moyenne	46 9 57,644	56 12 2,406	55 11 28,450
Réd. au centre	+ 1,014	+ 6,443	+ 34,230
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	46 9 58,658	56 12 8,849	55 12 2,680.
employé	p. 38	p. 38	p. 38.

*Angles verticaux. Terrain — 1,91 toise.*

	KYLMÄ-KANGAS.	WILJAMIN-VUORI.	SOITIN-KALLIO.	KURHILA.	Z* MOYEN.
1833. Juill. 23. 21 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	90° 2' 3,3 (26,6)	90° 6' 9,5 (28,3)	90° 4' 56,2 (23,1)	90° 7' 59,6 (23,8)	0° 3' 26,0
• 21 50	2 7,7 (23,2)	6 14,3 (23,3)	4 56,3 (24,8)	8 3,4 (23,2)	0 3 24,1
Log. dist.	4,01387	4,20039	4,06988	4,15148.	

Pluies partielles. Les objets un peu ondulants.

36. WILJAMIN-VUORI. 1834. JUIN 9 à 20.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	SOITIN-KALLIO — WIRMALA.	WIRMALA — KYLÄ-KANGAS	KYLÄ-KANGAS — KAMMIO.	KAMMIO — TAMMI-MÄKI.
	46° 17' 4,62	40° 30' 51,00	51° 21' 14,75	46° 15' 22,87
	4,50	51,25	15,12	20,75
	5,00	50,00	15,50	23,25
	2,00	51,87	15,50	22,88
	4,13	49,75	16,75	23,12
	5,75	51,00	13,75	22,63
	4,13	51,13	15,00	24,50
	4,12	51,00	16,25	24,37
	2,87	51,12	14,75	25,50
	3,75	51,13	12,88	24,50
Moyenne	46 17 4,087	40 30 50,925	51 21 15,025	46 15 23,437
Réd. au centre	+ 36,335	+ 35,336	+ 27,628	— 1 14,060
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	46 17 40,422	40 31 26,261	51 21 42,653	46 14 9,377.
employé	p. 38	p. 38	p. 48	• p. 48.

*Angles verticaux. Terrain — 1,93 toise.*

	SOITIN-KALLIO.	WIRMALA.	KYLÄ-KANGAS.
1834. Juin 18. 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 6' 43,3	90° 7' 51,7	90° 4' 1,7 (31,4)
° 4 55	6 40,9 (31,3)	7 51,5 (30,3)	4 3 (33,2)
Log. dist.	4,13044	4,20039	4,05927
	KAMMIO.	TAMMI-MÄKI.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1834. Juin 18. 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	89° 56' 17,6 (28,4)	90° 0' 56,9 (28,1)	0° 6' 29,3
° 4 55	13,7 (34,0)	55,4 (33,3)	0 6 32,5
Log. dist.	3,84698	4,17042.	

Ciel couvert. Vent fort. Les objets indistincts, surtout WIRMALA.

37. KYLMÄ-KANGAS.

1833. OCTOBRE 2 ET 3. | 1834. JUIN 24 À 29.

Oberg et Melan.

Angles horizontaux.

	WILJAMIN-VUORI — WIRMALA.	RAPPU-VUORI — KAMMIO.	KAMMIO — WILJAMIN-VUORI.
	93° 17' 39,75	59° 55' 26,00	37° 49' 13,00
	40,37	24,75	14,37
	38,50	23,25	17,13
	37,38	25,75	14,50
	39,87	23,87	14,12
	42,50	24,50	14,13
	39,75	25,25	12,75
	40,50	24,12	14,50
	40,25	25,00	13,75
	39,50	25,13	12,50
Moyenne	93 17 39,837	59 55 24,762	37 49 14,075
Réd. au centre	+ 55,898	— 5,116	+ 29,571
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	93 18 35,735	59 55 19,646	37 49 43,646.
employé	p. 38	p. 48	p. 48.

• Angles verticaux. Terrain — 1,84 toise.

	RAPPU-VUORI.	KAMMIO.	WILJAMIN-VUORI.	WIRMALA.	Z <sup>a</sup> NOTEN
1833. Oct. 2. 23 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>			90° 6' 12,7 (10,9)	90° 7' 7,2 (8,2)	0° 3' 9,1
» 3. 0 22			6 16,2 (10,8)	7 7,1 (9,8)	0 3 10,3
1834. Juin 24. 5 30	90° 3' 20,5 (43,9)	89° 59' 39,2 (43,4)	6 9,4 (43,0)		0 1 45,1
» 25. 5 15	3 23,0 (33,5)	59 58,1 (34,0)	6 12,4 (33,2)		0 5 33,6
Log. dist.	4,02442	3,95202	4,05927	4,01387.	



## 38. KAMMIO. 1834. JUILLET 1 à 2.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	WILJAMIN-VUORI — KYLMÄ-KANGAS.	KYLMÄ-KANGAS — RAPPU-VUORI.	RAPPU-VUORI — TAMMI-MÄKI.
	90° 47' 20,62	68° 15' 12,12	94° 14' 50,00
	20,75	10,50	50,50
	22,63	8,88	51,62
	21,00	9,50	52,00
	21,62	10,00	51,00
	20,63	11,87	51,88
	20,00	9,88	52,00
	20,87	10,12	53,00
	20,13	10,75	51,50
	20,25	11,63	50,62
Moyenne	90 47 20,850	68 15 10,525	94 14 51,412
Réd. au centre	+ 1 13,581	— 14,035	— 1 3,926
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	90 48 34,431	68 14 56,490	94 13 47,486,
employé	p. 48	p. 48	p. 48.

*Angles verticaux. Terrain — 1,91 toise.*

	WILJAMIN-VUORI.	KYLMÄ-KANGAS.	RAPPU-VUORI.	TAMMI-MÄKI.	Z <sup>e</sup> NOTES.
1834. Juill. 2. 2 <sup>A</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 10' 14,4 (14,3)	90° 8' 4,6 (14,7)	90° 6' 41,6 (13,9)	90° 1' 52,3 (13,6)	0° 6' 14,1
° 2 30	10 13,1 (14,8)	8 2,8 (13,8)	6 44,0 (15,0)	1 48,8 (14,8)	0 6 15,1
Log. dist.	3,84698	3,95202	3,99369	4,04781.	

Ciel couvert. Vent fort. Objets tranquils et distincts, à l'exception de TAMMI-MÄKI. \*

## 39. RAPPU-VUORI. 1834. JUILLET 6 À 12.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	PUOLAKKA — TAMMI-MÄKI.	TAMMI-MÄKI — KAMMIO.	KAMMIO — KYLHÄ-KANGAS.
	61° 20' 12,00	46° 11' 40,37	51° 49' 3,87
	13,50	39,25	3,75
	14,75	40,25	2,50
	13,75	40,00	2,00
	13,25	39,87	3,37
	12,87	39,75	2,00
	13,25	40,63	1,38
	13,50	39,75	1,75
	14,25	40,12	2,25
	14,63	39,88	2,25
Moyenne	61 20 13,575	46 11 39,987	51 49 2,512
Réd. au centre	— 1,161	— 3,960	+ 43,155
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	61 20 12,414	46 11 36,027	51 49 45,667,
employé	p. 39	p. 48	p. 48.

*Angles verticaux. Terrain — 1,88 toise.*

	PUOLAKKA.	TAMMI-MÄKI.	KAMMIO.	KYLHÄ-KANGAS.	Z <sup>a</sup> NOTEN.
1834. Juill. 6. 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 7' 20,7 (18,7)	90° 3' 6,0 (11,9)	90° 2' 10,4 (16,3)	90° 6' 6,0 (14,4)	0° 6' 15,3
11. 1 0	7 18,7 (32,8)	3 4,2 (33,2)	2 10,0 (36,8)	6 1,6 (38,0)	0 16 35,0
Log. dist.	3,86006	4,18829	3,99369	4,02442.	

• Juill. 6. Ciel couvert. Objets distincts et tranquils, à l'exception de TAMMI-MÄKI.

## 40. TAMMI-MÄKI.

1834. JUILLET 18 À 21.

1834. SEPTEMBRE 12.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	WILJAMIN-VUORI — KAMMIO.	KAMMIO— RAPPU-VUORI.	RAPPU-VUORI — PUOLAKKA.	PUOLAKKA— WAATER-VUORI.
	27° 3' 9,50	39° 35' 0,75	28° 0' 48,64	63° 4' 33,37
	8,50	1,88	48,39	33,63
	10,00	1,12	51,12	31,62
	11,12	0,63	50,13	32,00
	10,13	1,62	49,14	34,25
	9,50	2,25	49,64	35,63
	11,50	0,38	48,64	32,25
	10,25	1,12	50,39	32,75
	10,62	0,50	50,39	32,00
	8,88	2,50	49,51	33,00
Moyenne	27 3 10,000	39 35 1,275	28 0 49,599	63 4 33,050
Réd. au centre	— 1,660	— 22,540	— 13,681	— 19,684
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	27 3 8,340	39 34 38,735	28 0 35,918	63 4 13,366,
employé	p. 48	p. 48	p. 39	p. 39.

*Angles verticaux. Terrain — 1,87 toise.*

	WILJAMIN-VUORI.	KAMMIO.	RAPPU-VUORI.
1834. Juill. 20. 4 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 12' 28,4 (33,8)	90° 8' 19,6 (32,3)	90° 10' 33,9 (34,8)
» 21. 5 20	12 34,7 (22,9)	8 13,2 (23,0)	10 42,9 (21,7)
Sept. 12. 0 5			
12. 0 20			
Log. dist.	4,17042	4,04781	4,18829
	PUOLAKKA.	WAATER-VUORI.	Z* MOYEN.
1834. Juill. 20. 4 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 12' 23,6 (33,9)		0° 6' 33,7
» 21. 5 20	12 27,3 (22,2)		0 6 22,4
Sept. 12. 0 5	12 28,8 (16,1)	90° 8' 7,0 (19,0)	0 5 17,6
» 12. 0 20	12 33,0 (19,4)	8 4,7 (21,2)	0 5 20,3.
Log. dist.	4,13154	4,13819.	

Juill. 20. Objets distincts et tranquils.

Juill. 21. RAPPU-VUORI indistinct.

Sept. 12. Air très-pur. Objets distincts. Vent faible. De logers nuages.

## 41. PUOLAKKA.

1834. AOÛT 6, 27 ET 29.

SEPTEMBRE 22 ET 23.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	JYVÄSKYLÄ — TAMMI-MÄKI.	TAMMI-MÄKI — RAPPU-YUORI.	JYVÄSKYLÄ — WAATER-YUORI.	WAATER-YUORI — TAMMI-MÄKI.
	97° 22' 26,75	90° 37' 32,50	38° 12' 7,62	59° 10' 17,12
	28,12	31,37	8,50	17,75
	26,50	33,00	9,00	17,88
	26,25	32,00	8,25	19,62
	28,00	35,50	8,88	20,25
	26,13	32,50	8,25	20,25
	26,50	33,00	8,25	19,88
	24,12	33,00	6,62	21,87
	27,50	33,38	8,25	19,75
	23,88	34,00	7,75	17,63
Moyenne	97 22 26,375	90 37 33,025	38 12 8,137	59 10 19,200
Réd. au centre	+ 16,883	+ 1 39,816	— 9,987	+ 26,984
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	97 22 43,258	90 39 12,841	38 11 58,150	59 10 46,184
Correction	+ 0,538		— 0,269	— 0,269
Angle définitif	43,796		57,881	45,915
Angle employé		p. 39	p. 39	p. 39.

L'angle entre JYVÄSKYLÄ et TAMMI-MÄKI, mesuré en août = 97° 22' 43,258, est la somme des deux angles partiels qu'a formés, avec ces points, une station intermédiaire PEIJA-KUNDA, depuis rejetée. L'angle total s'est trouvé en septembre = 97° 22' 44,334, plus fort de + 1,076. Les corrections ajoutées aux trois angles donnent la somme moyenne 97° 22' 43,796.

*Angles verticaux. Terrain — 1,90 toise.*

	JYVÄSKYLÄ.	WAATER-YUORI.	TAMMI-MÄKI.	RAPPU-YUORI	Z <sup>e</sup> MOYEN
1834. Août 6. 4 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	90° 4' 0,8 (2,4)		89° 59' 31,4 (4,1)	89° 59' 9,4 (1,9)	0° 5' 2,8
» 27. 4 10	3 58,9 (16,1)		59 29,1 (17,0)	59 12,2 (20,3)	0 7 18,2
Sept. 23. 2 55	3 56,4 (18,2)	90° 2' 4,6 (17,0)	59 29,0 (17,1)		0 2 17,4
» 23. 3 25	3 54,1 (20,0)	1 58,4 (18,8)	59 21,6 (17,8)		0 2 19,1
Log. dist.	4,23029	4,15446	4,13154	3,86006.	

1834. Août 6 et 27. Objets tranquilles et distincts.

42. WAATER-VUORI. 1834. SEPTEMBRE 18 à 21.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	TAMMI-MÄKI — PUOLAKKA.	PUOLAKKA — JYVÄSKYLÄ.	JYVÄSKYLÄ — LAAJA-VUORI.	LAAJA-VUORI — RUOHI-MÄKI.
	57° 45' 26,62	85° 1' 16,37	6° 2' 15,75	72° 3' 54,75
	26,88	15,25	14,75	53,87
	28,37	12,25	16,62	54,75
	26,75	16,00	16,13	53,63
	27,25	14,50	15,25	54,87
	26,50	13,38	15,62	52,25
	26,25	16,87	16,63	49,63
	28,38	15,50	16,75	53,75
	26,50	15,25	15,75	53,25
	27,00	15,50	14,25	53,75
Moyenne	57 45 27,050	85 1 15,087	6 2 15,750	72 3 53,450
Réd. au centre	— 27,030	— 13,517	+ 7,572	+ 39,270
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	57 45 0,020	85 1 1,570	6 2 23,322	72 4 32,720.
employé	p. 39	p. 39	pi 49	p. 49.

*Angles verticaux. Terrain — 1,80 toise.*

	TAMMI-MÄKI.	PUOLAKKA.	JYVÄSKYLÄ.
1834. Sept. 21. 3 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	90° 4' 10,1 (36,8)	90° 10' 39,6	90° 4' 37,0 (38,3)
Log. dist.	4,13819	4,15446	4,02320
	LAAJA-VUORI.	RUOHI-MÄKI.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1834. Sept. 21. 3 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	90° 5' 35,6 (37,3)	90° 7' 52,4 (35,7)	0° 8' 37,0
Log. dist.	4,10811	3,99706.	

Objets tranquils, et passablement distincts.

43. JYVÄSKYLÄ. 1834. SEPTEMBRE 25 à 27.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	LAAJA-VUORI — RUUDI-MÄKI.	RUUDI-MÄKI — WAATER-VUORI.	WAATER-VUORI — PUOLAKKA.
	99° 43' 31,25	48° 48' 44,25	56° 46' 31,37
	30,12	45,25	31,88
	30,25	44,00	31,25
	29,13	44,12	32,50
	30,75	45,50	32,00
	31,75	45,75	31,25
	29,62	46,38	30,62
	29,63	45,87	31,88
	29,75	45,63	32,37
	31,87	45,37	32,88
Moyenne	99 43 30,412	48 48 45,212	56 46 31,800
Réd. au centre	+ 13,060	+ 20,678	+ 31,282
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	99 43 43,472	48 49 5,890	56 47 3,082.
employé	p. 49	p. 49	p. 39.

*Angles verticaux. Terrain — 1,84 toise.*

	LAAJA-VUORI.	RUUDI-MÄKI.	WAATER-VUORI.	PUOLAKKA.	Z' MOYEN
1834. Sept. 26. 3 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 90° 0' 41,5 (28,2)	90° 8' 20,5 (31,3)	90° 4' 41,8 (31,9)	90° 11' 11,1 (30,8)		0° 4' 30,6
• 26. 3 40	0 41,6 (28,7)	8 20,8 (29,4)	4 43,5 (31,1)	11 7,9 (30,6)	0 4 29,9
Log. dist.	3,41273	4,11107	4,02320	4,23029.	

44. RUUHI-MÄKI. 1835. JUIN 10 À 19.

Melan.

Angles horizontaux.

	WAATER-VUORI — JYVÄSKYLÄ.	JYVÄSKYLÄ— LAAJA-VUORI.	LAAJA-VUORI — MULTA-MÄKI.	MULTA-MÄKI — OUI-MÄKI.
	53° 4' 31,75	10° 48' 41,87	48° 6' 30,50	39° 19' 30,87
	31,25	41,88	29,62	34,13
	33,75	39,62	32,13	34,13
	33,62	42,00	28,87	32,37
	36,11	39,14	26,63	33,75
	33,63	38,00	27,25	33,88
	36,86	41,02	29,62	32,87
	29,87	43,00	25,13	33,63
	33,38	41,75	28,00	35,87
	32,75	43,12	28,12	34,00
Moyenne	53 4 33,297	10 48 41,140	48 6 28,587	39 19 33,550
Réd. au centre	— 37,538	— 2,595	+ 5,776	+ 15,402
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	53 3 55,759	10 48 38,545	48 6 34,363	39 19 48,952
employé	p. 49	p. 49	p. 39	p. 40.

Angles verticaux. Terrain — 1,81 toise.

	WAATER-VUORI.	JYVÄSKYLÄ.	LAAJA-VUORI.
1835. Juin 20.	6 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 90° 0' 54,1 (17,3)	90° 2' 56,5 (18,7)	90° 3' 17,6 (12,9)
» 20. 19 30	1 1,1 (14,7)	3 6,2 (16,3)	3 25,7 (11,8)
Log. dist.	3,99706	4,11107	4,13330.
	MULTA-MÄKI.	OUI-MÄKI.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1835. Juin 20.	6 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 90° 6' 45,7 (16,1)	90° 6' 18,8 (17,0)	0° 0' 15,6
» 20. 19 30	55,3 (14,3)	26,5 (14,6)	0 0 14,4
Log. dist.	4,22063	4,20764.	

6<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>. Les objets assez distincts, à l'exception de MULTA-MÄKI et d'OUI-MÄKI.  
19 30. Les objets assez distincts, à l'exception de MULTA-MÄKI.

## 45. LAAJA-VUORI. 1834. OCTOBRE 1 À 4.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	MULTA-MÄKI — RUURI-MÄKI.	RUURI-MÄKI — WAATER-VUORI.	WAATER-VUORI — JYVÄSKYLÄ.
	78° 35' 54",12	44° 3' 15",87	25° 25' 48",37
	53,25	15,63	46,50
	53,50	15,37	48,63
	53,50	16,00	48,50
	53,75	15,38	48,37
	54,38	16,62	48,75
	54,00	16,00	49,00
	53,75	17,25	47,25
	54,25	16,63	47,25
	53,87	15,37	47,38
Moyenne	78 35 53,837	44 3 16,012	25 25 48,000
Réd. au centre	— 0,869	— 22,677	— 1 0,598
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	78 35 52,968	44 2 53,335	25 24 47,402.
employé	p. 39	p. 49	p. 49.

*Angles verticaux. Terrain — 1,95 toise.*

	MULTA-MÄKI.	RUURI-MÄKI.	WAATER-VUORI.	JYVÄSKYLÄ.	Z' MOYEN.
1834. Oct. 2. 2 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	90° 7' 49",9 (10",5)	90° 8' 42",1 (10",4)	90° 5' 49",1 (10",0)	90° 1' 49",7 (10",2)	0° 2' 15",3
» 2. 3 0	7 49,6 ( 6,2)	8 38,4 ( 8,0)	5 43,0 ( 7,0)	1 39,8 ( 9,1)	0 2 7,6
Log. dist.	4,10111	4,13330	4,10811	3,41273.	

Soleil clair. Froid et vent.



46. MULTA-MÄKI. 1834. OCTOBRE 19 à 30.

Oberg et Melan.

*Angles horizontaux.*

	ILA-MÄKI — SILMUT-MÄKI.	SILMUT-MÄKI — OHI-MÄKI.	OHI-MÄKI — RUOHI-MÄKI.	RUOHI-MÄKI — LAAJA-VUORI.
	54° 38' 30",12	32° 57' 55",50	67° 56' 55",37	53° 18' 6",50
	31,25	54,75	54,00	7,12
	31,25	55,12	54,88	5,63
	30,63	58,75	49,12	7,50
	31,88	56,38	51,12	5,00
	28,12	58,37	54,13	3,37
	31,75	55,88	53,87	1,50
	30,50	52,87	50,75	1,25
	34,00	55,38	52,63	6,50
	30,00	55,00	52,25	5,25
Moyenne	54 38 30,950	32 57 55,800	67 56 52,812	53 18 4,962
Réd. au centre	+ 19,006	+ 14,522	— 34,744	— 29,322
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	54 38 49,956	32 58 10,322	67 56 18,068	53 17 35,640,
employé	p. 40	p. 40	p. 40	p. 39.

*Angles verticaux. Terrain — 1,93 toise.*

	ILA-MÄKI.	SILMUT-MÄKI	OHI-MÄKI
1834. Oct. 21. 23 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	90° 6' 10",1 (32",2)	90° 9' 25",9 (48",1)	90° 4' 28",2 (47",0)
" 22. 2 30	6 7,2 (32,3)	9 32,3 (31,8)	4 31,6 (31,0)
Log. dist.	4,15446	4,20737	4,04261
	RUOHI-MÄKI.	LAAJA-VUORI.	Z' NOTEN
1834. Oct. 21. 23 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	90° 7' 37",0 (47",0)	90° 3' 20",0	0° 2' 48",9
" 22. 2 30	7 43,3 (32,2)		0 2 51,8
Log. dist.	4,22063	4,10111.	

Vent faible. Soleil clair. Froid. La terre est couverte de neige.  
LAAJA-VUORI disparaît après le premier pointé.

47. OHI-MÄKI. 1835. JUIN 8 À 10.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	RUOHI-MÄKI— MULTA-MÄKI.	MULTA-MÄKI— SILMUT-MÄKI.
	72° 44' 6,62	105° 50' 27,37
	7,13	28,50
	3,25	30,25
	5,62	28,13
	8,00	25,87
	4,00	29,25
	9,13	23,75
	7,25	27,00
	7,87	25,50
	6,38	28,88
Moyenne	72 44 6,525	105 50 27,450
Réd. au centre	— 17,373	+ 1 32,623
Réd. des objets	+ 3,190	0,000
Angle réduit	72 43 52,342	105 52 0,073,
employé	p. 40	p. 40.

*Angles verticaux. Terrain — 1,87 toise.*

	RUOHI-MÄKI.	MULTA-MÄKI.	SILMUT-MÄKI.	Z* MOYEN.
1835. Juin 10. 5 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 7' 48,2 (8,0)	90° 5' 7,2 (4,3)	90° 8' 57,9 (13,0)	0 0' 8,4
„ 10. 5 30	7 55,3 (8,8)	5 4,9 (8,3)	8 53,9 (8,6)	0 0 8,6
Log. dist.	4,20764	4,04261	3,95999.	

Images tranquilles. Mais MULTA-MÄKI n'est pas assez distinct.

## 48. SILMUT-MÄKI. 1835. JUIN 29 À JUILLET 6.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	ONI-MÄKI— MULTA-MÄKI.	MULTA-MÄKI — ILA-MÄKI.	ILA-MÄKI— LISTON-MÄKI.	LISTON-MÄKI — WESA-MÄKI.	WESA-MÄKI— KILPI-MÄKI.
	41° 9' 44,00	55° 57' 36,37	49° 56' 22,50	40° 45' 25,25	79° 26' 19,62
	45,62	38,13	20,37	26,25	18,88
	46,63	34,75	21,63	27,12	17,62
	45,62	38,00	20,38	25,00	22,00
	43,63	37,00	23,00	24,75	21,00
	45,75	36,50	22,50	26,13	18,88
	45,87	34,50	22,87	25,25	17,50
	48,00	32,87	22,75	26,00	18,62
	46,00	35,88	21,75	24,25	20,88
	47,13	34,62	20,25	26,37	19,25
Moyenne	41 9 45,825	55 57 35,862	49 56 21,800	40 45 25,637	79 26 19,425
Réd. au centre	+ 4,071	+ 0,218	— 31,774	— 25,869	— 25,013
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	41 9 49,896	55 57 36,080	49 55 50,026	40 44 59,768	79 25 54,412
employé	p. 40	p. 40	p. 40	p. 40	p. 40.

*Angles verticaux. Terrain — 1,80 toise.*

	ONI-MÄKI.	MULTA-MÄKI.	ILA-MÄKI.	
1835. Juin 30. 22 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	89° 59' 15,1 (20,8)	90° 4' 41,1 (13,6)	90° 3' 13,2 (19,1)	
α	22 40	59 19,2 (19,3)	4 44,3 (21,1)	3 12,2 (21,2)
Log. dist.	3,95999	4,20737	4,14757	
	LISTON-MÄKI.	WESA-MÄKI.	KILPI-MÄKI.	Z* MOYEN.
Juin 30. 22 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 2' 45,7 (14,3)	90° 4' 24,9 (16,2)	90° 3' 39,1 (16,3)	0° 6' 16,7
α	22 40	2 46,2 (16,1)		3 36,4 (14,0)
Log. dist.	4,12046	4,21723	4,07545.	

Ciel couvert. Air transparent. Calme. Objets tranquils.

## 49. ILA-MÄKI. 1835. JUIN 30 À JUILLET 2.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	LISTON-MÄKI — SILMUT-MÄKI	SILMUT-MÄKI — MULTA-MÄKI.
	61° 11' 56,50	69° 24' 15,50
	56,12	13,62
	57,50	13,13
	55,75	15,87
	56,75	14,88
	55,88	14,50
	55,75	16,50
	58,25	15,25
	59,00	13,87.
	57,87	12,63
Moyenne	61 11 56,937	69 24 14,575
Réd. au centre	+ 7,304	— 37,555
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	61 12 4,241	69 23 37,020,
employé	p. 40	p. 40.

*Angles verticaux. Terrain — 1,90 toise.*

	LISTON-MÄKI.	SILMUT-MÄKI.	MULTA-MÄKI.	Z <sup>o</sup> MOYEN
1835. Juin 30. 21 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 5' 7,3 (11,6)	90° 9' 13,6 (6,5)	90° 6' 31,0 (8,4)	0° 0' 7,8
Juill. 2. 5 15	5 16,1 (12,2)	9 26,3 (8,8)	37,6 (0,7)	0 0 9,2
Log. dist.	4,06161	4,14757	4,15446.	

Juin 30. Soleil clair. LISTON-MÄKI assez distinct; les autres objets ondulants et mal visibles.

Juill. 2. Soleil éblouissant. Les objets ondulants et peu distincts.

50. LISTON-MÄKI. 1835. JUILLET 7 ET 8.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	WESA-MÄKI — SILMUT-MÄKI.	SILMUT-MÄKI — ILLA-MÄKI.
	86° 15' 54,87	68° 53' 5,62
	54,38	5,00
	57,62	5,75
	52,50	6,25
	54,50	6,13
	54,75	5,50
	54,75	7,00
	54,50	4,25
	54,75	5,12
	53,88	8,00
Moyenne	86 15 54,650	68 53 5,862
Réd au centre	— 23,835	— 1 2,435
Réd. des objets	— 1,648	+ 1,648
Angle réduit	86 15 29,167	68 52 5,075,
employé	p. 40	p. 40.

*Angles verticaux. Terrain — 1,81 toise.*

	WESA-MÄKI.	SILMUT-MÄKI.	ILLA-MÄKI.	Z' NOTEN.
1835. Juill. 7. 5 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	90° 4' 13,6 (49,7)	90° 9' 3,1 (49,4)	90° 5' 9,0 (32,4)	0 0' 50,5
» 8. 3 45	4 20,6 (32,0)	9 7,1 (30,6)	5 18,4 (32,6)	0 0' 51,5
Log. dist.	4,03291	4,12046	4,06161.	

Juill. 7. Les objets ondulants, mais distincts.

Juill. 8. Les objets ondulants et moins distincts.

51. WESA-MÄKI. 1835. AOÛT 16 à 23.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	LEHTO-MÄKI— HONKA-MÄKI.	HONKA-MÄKI — KILPI-MÄKI.	KILPI-MÄKI— SILMUT-MÄKI.	SILMUT-MÄKI — LISTON-MÄKI.
	86° 35' 46,25	71° 51' 10,75	39° 15' 37,00	52° 58' 56,62
	46,12	11,75	37,50	61,38
	45,25	11,63	38,00	60,87
	44,88	11,12	38,50	61,75
	47,62	11,50	37,12	62,13
	45,38	11,38	37,75	62,00
	47,62	11,87	38,75	61,62
	47,25	12,75	39,75	61,13
	43,38	13,50	39,13	61,00
	45,00	13,50	39,37	61,25
Moyenne	86 35 45,875	71 51 11,975	39 15 38,287	52 59 0,975
Réd. au centre	— 43,713	— 15,466	+ 6,854	+ 32,446
Réd. des objets	— 1,793	+ 1,793	0,000	0,000
Angle réduit	86 35 0,369	71 50 58,302	39 15 45,141	52 59 33,421,
employé	p. 41	p. 41	p. 40	p. 40.

*Angles verticaux. Terrain — 1,60 toise.*

	LEHTO-MÄKI.	HONKA-MÄKI.	KILPI-MÄKI.
1835. Août 20. 1 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>			90° 9' 43,5 (87,6)
» 4 30	90° 11' 22,2 (2,8)	90° 5' 1,0 (3,0)	
Log. dist.	4,23695	4,21431	4,26670
	SILMUT-MÄKI.	LISTON-MÄKI.	Z* MOYEN.
1835. Août 20. 1 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 10' 17,3 (87,1)	90° 5' 24,1 (89,0)	0° 7' 57,9
» 4 30			0 8 2,8
Log. dist.	4,21723	4,03291.	

1<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. Ciel couvert. Objets tranquils et distincts

4 30 Soleil clair. Objets tranquils et distincts.

52. KILPI-MÄKI. 1835. JUILLET 13 À 24.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	SILMUT-MÄKI — WESA-MÄKI.	WESA-MÄKI — HONKA-MÄKI.
	61° 17' 41,00	49° 18' 50,25
	40,37	47,12
	38,00	46,75
	36,75	50,63
	39,25	46,87
	38,00	49,25
	40,13	49,00
	37,12	47,88
	38,63	47,00
	37,50	49,62
Moyenne	61 17 38,675	49 18 48,437
Réd. au centre	+ 42,813	+ 34,079
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	61 18 21,488	49 19 22,516,
employé	p. 40	p. 41.

*Angles verticaux. Terrain — 1,83 toise.*

	SILMUT-MÄKI.	WESA-MÄKI.	HONKA-MÄKI.	Z* MOYEN.
1835. Juill. 16. 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 7' 1,5 (34,8)	90° 6' 50,8 (63,2)	90° 5' 59,4 (87,6)	0° 5' 58,5
» 16. 4 52	7 1,1 (87,7)	6 47,0 (39,4)	6 2,2 (68,8)	0 5 58,6
Log. dist.	4,07545	4,26670	4,31225.	

53. HONKA-MÄKI. 1835. AOÛT 7 à 13.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	KILPI-MÄKI — WESA-MÄKI.	WESA-MÄKI — LEHTO-MÄKI.	LEHTO-MÄKI — PÖLLÖ-MÄKI.
	58° 50' 14",62	48° 17' 37",37	48° 32' 23",62
	14,25	34,00	24,50
	14,75	32,38	24,88
	18,50	32,25	26,12
	16,88	32,37	24,38
	15,50	34,38	21,62
	17,62	34,37	24,13
	17,75	32,25	25,50
	17,63	33,88	23,12
	16,12	33,75	23,50
Moyenne	58 50 16,362	48 17 33,700	48 32 24,137
Réd. au centre	— 33,742	+ 0,732	+ 11,422
Réd. des objets	0,000	+ 1,087	+ 0,760
Angle réduit	58 49 42,620	48 17 35,519	48 32 36,319,
employé	p. 41	p. 41	p. 41.

*Angles verticaux. Terrain — 1,63 toise*

	KILPI-MÄKI.	WESA-MÄKI.	LEHTO-MÄKI.	PÖLLÖ-MÄKI.	Z <sup>s</sup> MOYEN.
1835. Août 12. 3 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup>	90° 12' 28",1 (22",8)	90° 9' 40",9 (19",6)	90° 14' 53",9 (23",0)	90° 9' 59",5 (21",0)	0° 0' 21",8
» 4 40	12 26,3 (32,0)	9 37,2 (31,2)	14 41,6 (30,0)	9 53,5 (37,0)	0 0 52,6
Log. dist.	4,31225	4,21431	4,36311	4,38277.	



## 54. LEHTO-MÄKI. 1835. Août 16 à 19.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	PIHLAJAN-MÄKI — PÖLLÖ-MÄKI.	PÖLLÖ-MÄKI — HONKA-MÄKI.	HONKA-MÄKI — WESA-MÄKI.
	68° 13' 41,50	68° 36' 30,25	45° 7' 44,87
	39,62	30,75	44,13
	40,25	30,12	44,12
	42,00	29,88	45,75
	41,25	29,75	45,25
	42,25	29,75	43,63
	41,13	29,25	44,62
	41,87	28,87	46,00
	41,75	30,75	44,50
	41,50	29,55	45,83
Moyenne	68 13 41,312	68 36 29,892	45 7 44,870
Réd. au centre	— 16,083	— 24,419	— 14,573
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit employé	68 13 25,229	68 36 5,473	45 7 30,297,
	p. 41	p. 41	p. 41.

*Angles verticaux. Terrain — 1,57 toise.*

	PIHLAJAN-MÄKI.	PÖLLÖ-MÄKI.	HONKA-MÄKI.	WESA-MÄKI.	Z* MOYEN.
1835. Août 17. 22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	90° 4' 23,1 (8,4)	90° 2' 23,7 (6,0)	90° 6' 3,7 (1,3)	90° 4' 9,5 (2,0)	0° 4' 4,6
» 18. 4 0	4 11,2 (8,0)	2 20,9 (0,8)	5 55,9 (6,2)	3 59,4 (38,9)	0 4 4,9
Log dist.	4,19501	4,28854	4,36311	4,23695.	

22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> PÖLLÖ-MÄKI et HONKA-MÄKI indistincts.

4 0 Objets distincts, à l'exception de HONKA-MÄKI.

55. PÖLLÖ-MÄKI. 1835. AOÛT 2 À 12.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	HONKA-MÄKI — LEHTO-MÄKI.	LEHTO-MÄKI — PIHLAJAN-MÄKI.	PIHLAJAN-MÄKI — II-MÄKI.	II-MÄKI — KIVI-MÄKI.
	62° 51' 17",87	46° 53' 36",62	63° 21' 30",62	24° 29' 4",37
	15,63	40,12	31,63	3,00
	17,00	39,13	31,62	5,38
	15,75	36,75	31,38	4,37
	16,62	38,50	31,12	5,25
	15,88	39,00	31,50	4,38
	17,00	37,62	32,50	5,00
	18,37	38,50	31,38	4,62
	16,25	37,88	30,50	5,88
	19,75	39,00	31,25	6,12
Moyenne	62 51 17,012	46 53 38,312	63 21 31,350	24 29 4,837
Réd. au centre	+ 7,367	— 13,589	— 29,628	— 2,822
Réd. des objets	— 1,207	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	62 51 23,172	46 53 24,723	63 21 1,722	24 29 2,015,
employé	p. 41	p. 41	p. 41	p. 41.

*Angles verticaux. Terrain — 1,47 toise.*

	HONKA-MÄKI.	LEHTO-MÄKI.	PIHLAJAN-MÄKI.
1835. Août 9. 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>		90° 15' 5",8 (37",4)	90° 12' 55",3 (38",8)
» 11. 4 30	90° 11' 43",6 (37",0)	15 0,2 (32,0)	12 57,4 (20,0)
» 11. 5 0	11 48,2 (31,5)	14 56,5 (30,9)	
Log. dist.	4,38277	4,28854	4,29951
	II-MÄKI.	KIVI-MÄKI.	Z <sup>e</sup> MOYEN
1835. Août 9. 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	90° 12' 10",0 (37",0)	90° 10' 33",3 (38",4)	0° 0' 37",8
» 11. 4 30	12 6,6 (31,0)	10 31,7 (27,8)	0 0 31,6
» 11. 5 0			0 0 31,2
Log. dist.	4,15697	4,23748.	

Août 9. Pluie passagère. KIVI-MÄKI et II-MÄKI assez distincts. PIHLAJAN-MÄKI et LEHTO-MÄKI à peine visibles.  
Août 11. 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. Objets assez distincts.

56. PIHLAJAN-MÄKI 1835. AOÛT 26 à 31.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	II-MÄKI — PÖLLÖ-MÄKI.			PÖLLÖ-MÄKI — LEHTO-MÄKI.		
	43	33	7,37	64	52	34,37
			8,38			34,75
			8,25			34,50
			8,25			35,63
			9,50			34,87
			8,37			35,75
			9,75			34,75
			9,62			35,00
			9,00			34,50
			9,12			35,75
Moyenne	43	33	8,761	64	52	34,987
Réd. au centre			+ 19,725			+ 37,794
Réd. des objets			0,000			0,000
Angle réduit	43	33	28,486	64	53	12,781,
employé			p. 41			p. 41.

*Angles verticaux. Terrain — 1,54 toise.*

	II-MÄKI.	PÖLLÖ-MÄKI.	LEHTO-MÄKI.	Z* MOYEN.
1835. Août 27. 4 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>		90° 4' 58",7 (31,0)	90° 9' 47",8 (28,0)	0° 0' 29",2
» 30. 4 10	90° 8' 27",6 (28,0)	5 3,2 (27,8)	9 53,8 (24,8)	0 0 26,9
Log. dist.	4,26992	4,29951	4,19501.	

Soleil éblouissant. Objets assez distincts.

57. II-MÄKI. 1835. AOÛT 29 À SEPTEMBRE 1.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	SALLISEN-MÄKI — KIVI-MÄKI.	KIVI-MÄKI — PÖLLÖ-MÄKI.	PÖLLÖ-MÄKI — PIHLAJAN-MÄKI.
	48° 12' 42,62	100° 52' 10,37	73° 5' 10,50
	43,88	10,75	9,00
	44,50	8,88	10,25
	44,00	10,25	9,12
	44,00	10,87	9,63
	43,75	10,13	9,75
	45,00	8,37	9,12
	42,87	13,25	10,25
	43,25	11,75	10,00
	43,88	9,25	10,00
Moyenne	48 12 43,775	100 52 10,387	73 5 9,762
Réd. au centre	+ 4,187	— 2 21,146	+ 22,480
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	48 12 47,962	100 49 49,241	73 5 32,242,
employé	p. 42	p. 41	p. 41.

*Angles verticaux. Terrain — 1,48 toise.*

	SALLISEN-MÄKI.	KIVI-MÄKI.	PÖLLÖ-MÄKI.	PIHLAJAN-MÄKI.	Z° MOYEN.
1835. Août 29. 21 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	90° 2' 42,7 (13,4)	89° 58' 49,3 (13,3)	90° 0' 45,9 (11,4)	90° 8' 18,9 (18,0)	0° 5' 14,0
» 30. 3 30	2 39,7 (12,8)	58 48,1 (11,0)	0 51,8 (18,3)		0 5 13,1
Log. dist.	4,08665	3,86274	4,15697	4,26992.	

Août 29. Ciel couvert. Petit vent. Objets peu distincts et ondulants.

Août 30. PIHLAJAN-MÄKI invisible. Les autres objets tranquils.

58. KIVI-MÄKI. 1835. SEPTEMBRE 7 À 13.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	PÖLLÖ-MÄKI — II-MÄKI.	II-MÄKI — SALLISEN-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI — KULTEN-MÄKI
	54° 41' 6,75	95° 16' 9,50	62° 9' 25,00
	7,37	9,00	26,87
	6,88	9,62	25,13
	7,87	9,13	26,00
	6,50	9,75	27,50
	6,13	9,50	25,62
	6,37	9,00	27,50
	4,25	10,37	28,63
	5,63	9,50	26,50
	6,50	9,75	26,87
Moyenne	54 41 6,425	95 16 9,512	62 9 26,562
Réd. au centre	+ 4,699	+ 1 59,416	— 24,213
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	54 41 11,124	95 18 8,928	62 9 2,349
employé	p. 41	p. 42	p. 42.

*Angles verticaux. Terrain — 1,55 toise.*

	PÖLLÖ-MÄKI.	II-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI.	KULTEN-MÄKI.	Z' MOYEN.
1835. Sept. 8. 4 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> 90	4° 51' 0 (12,5)	90° 7' 49,8 (7,0)	90° 3' 57,0 (4,2)	90° 3' 9,0 (7,3)	0° 8' 7,7
» 13. 2 30		7 49,6 (41,5)		3 17,1 (42,2)	0 0 41,8
Log dist.	4.23748	3.86274	3.96104	3.97409.	

59. SALLISEN-MÄKI. 1835. SEPTEMBRE 8 À 14.

Méan.

*Angles horizontaux.*

	MORTO-MÄKI — NAABAS-MÄKI.	NAABAS-MÄKI — KULVEN-MÄKI.	KULVEN-MÄKI — KIVI-MÄKI.	KIVI-MÄKI — II-MÄKI.
	49° 39' 5,00	43° 12' 19,00	60° 25' 8,62	36° 28' 31,37
	3,87	17,00	7,38	29,75
	3,63	18,62	8,12	26,50
	3,75	17,13	9,13	28,38
	4,50	17,00	7,87	31,00
	3,75	17,25	10,13	30,75
	3,62	17,00	7,87	31,25
	4,38	17,00	7,75	30,37
	5,37	17,87	7,88	28,75
	4,63	17,75	8,87	31,00
Moyenne	49 39 4,250	43 12 17,562	60 25 8,362	36 28 29,912
Réd. au centre	— 34,991	— 35,032	— 2,444	+ 30,526
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	49 38 29,259	43 11 42,530	60 25 5,918	36 29 0,438,
employé	p. 42	p. 42	p. 42	p. 42.

*Angles verticaux. Terrain — 1,58 toise.*

	MORTO-MÄKI.	NAABAS-MÄKI.	KULVEN-MÄKI.
1835. Sept. 13. 3 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	90° 4' 35,8 (13,4)	90° 4' 32,5 (18,2)	90° 3' 24,8 (12,2)
Log. dist.	4,02090	4,17680	3,98189
	KIVI-MÄKI.	II-MÄKI.	Z* MOYEN.
1832. Sept. 13. 3 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	90° 4' 22,8 (11,0)	90° 8' 19,4 (14,3)	0° 0' 13,2
Log. dist.	3,96104	4,08665.	

Soleil brillant. Objets ondulants et peu distincts.

## 60. KULVEN-MÄKI. 1835. SEPTEMBRE 18 À 23.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	KIVI-MÄKI — SALLISEN-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI — NAARAS-MÄKI.
	57° 26' 11,50	97° 33' 42,88
	11,62	40,75
	11,75	42,12
	15,75	40,00
	12,50	41,25
	12,00	41,50
	12,13	40,88
	13,12	41,37
	14,00	39,50
	11,75	41,13
Moyenne	57 26 12,612	97 33 41,138
Réd. au centre	— 21,399	— 1 6,502
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	57 25 51,213	97 32 34,636
employé	p. 42	p. 42.

*Angles verticaux. Terrain — 1,54 toise.*

	KIVI-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI.	NAARAS-MÄKI.	Z* MOYEN.
1835. Sept. 18. 3 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 5' 16,8 (32,8)	90° 5' 4,9 (64,3)	90° 2' 16,5 (31,0)	0° 8' 53,8
» 21. 0 30	5 17,8 (36,0)	5 5,7 (34,4)	2 21,6 (32,7)	0 8 54,4
Log. dist.	3,97469	3,98189	4,01594.	

Objets tranquils et distincts.

61. NAARAS-MÄKI. 1835. SEPTEMBRE 17 À 22.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	KULTEN-MÄKI — SALLISEN-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI — MURTO-MÄKI.	MURTO-MÄKI — LEHTO-VAARA.
	39° 15' 47,00	44° 10' 28,62	51° 32' 28,62
	49,62	28,38	30,00
	47,50	28,75	25,25
	47,25	28,50	27,50
	47,13	28,50	28,25
	48,12	28,75	26,88
	47,38	29,37	28,25
	47,50	29,00	28,87
	48,75	29,75	29,75
	49,12	29,00	29,00
Moyenne	39 15 47,937	44 10 28,862	51 32 28,237
Réd. au centre	— 3,912	— 1,714	— 39,615
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	39 15 44,025	44 10 27,148	51 31 48,622,
employé	p. 42	p. 42	p. 42.

*Angles verticaux. Terrain — 1,57 toise.*

	KULTEN-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI	MURTO-MÄKI.	LEHTO-VAARA	Z' MOTEN
1835. Sept 17. 3 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	90° 6' 52,8 (33,5)	90° 8' 51,1 (35,3)	90° 7' 47,5 (33,6)	89° 58' 0,3 (33,0)	0° 5' 3,38
» 18. 2 12	90 7 4,9 (46,5)		7 56,6 (48,6)	58 12,4 (48,9)	0 0 46,0
Log dist.	4,01594	4,17680	4,05972	3,97170.	



62. MURTO-MÄKI. 1835. OCTOBRE 14 À 17.

Oberg.

*Angles horizontaux.*

	OTAN-MÄKI — LEHTO-YAARA.	LEHTO-YAARA — NAARAS-MÄKI.	NAARAS-MÄKI — SALLISEN-MÄKI.
	104° 29' 32",12	52° 24' 24",37	86° 10' 59",12
	31,88	24,75	59,38
	31,00	24,13	59,87
	32,00	24,75	58,75
	31,25	24,62	59,75
	31,62	25,50	59,25
	30,00	26,62	59,88
	31,38	25,13	60,75
	32,50	25,87	59,62
	32,25	26,13	57,88
Moyenne	104 29 31,600	52 24 25,187	86 10 59,425
Réd. au centre	+ 39,231	- 38,363	+ 5,451
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	104 30 10,831	52 25 3,550	86 11 4,876,
employé	p. 42	p. 42	p. 42.

*Angles verticaux. Terrain — 1,53 toise.*

	OTAN-MÄKI.	LEHTO-YAARA.	NAARAS-MÄKI.	SALLISEN-MÄKI.	Z° MOYEN.
1835. Oct. 16 23 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	90° 10' 5",6 (12",6)	89° 54' 29",3 (17",2)	90° 2' 25",4 (17",1)	90° 4' 39",2 (15",2)	0° 0' 15",5
• 16. 23 50	10 11,2 (12,6)	54 30,8 (13,4)		4 46,1 (10,6)	0 0 12,2
Log. dist.	4,00265	3,96644	4,05972	4,02090.	

## 63. LEHTO-VAARA. 1835. OCTOBRE 15 à 20.

Melan.

*Angles horizontaux.*

	NAARAS-MÄKI — MURTO-MÄKI.	MURTO-MÄKI — OTAN-MÄKI.	OTAN-MÄKI— KITES-VAARA.	KITES-VAARA— RUPURKA-VAARA.
	76° 3' 22,75	39° 36' 18,50	71° 50' 46,62	45° 51' 38,87
	22,75	20,62	46,63	38,75
	21,12	20,13	45,00	38,75
	21,88	19,25	44,75	37,25
	20,25	20,87	47,62	39,25
	20,62	19,75	46,38	38,63
	20,38	18,25	46,75	38,37
	21,00	19,25	48,62	38,88
	20,62	19,00	48,13	38,50
	21,75	19,75	46,75	39,87
Moyenne	76 3 21,312	39 36 19,537	71 50 46,725	45 51 38,712
Réd. au centre	— 10,560	— 34,648	— 22,835	— 19,823
Réd. des objets	0,000	0,000	— 0,097	+ 0,097
Angle réduit	76 3 10,752	39 35 44,889	71 50 23,793	45 51 18,986
employé	p. 42	p. 42	p. 43	p. 43.

*Angles verticaux. Terrain — 1,51 toise.*

	NAARAS-MÄKI	MURTO-MÄKI	OTAN-MÄKI
1835. Oct. 15. 23 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	90° 10' 23,6 (2,8)	90° 13' 42,5 (4,7)	90° 16' 11,7 (5,7)
„ 16. 1 0	10 24,1 (0,6)	13 39,3 (6,9)	16 12,9 (6,5)
„ 20. 1 0			
Log. dist.	3,97170	3,96644	4,18419.
	KITES-VAARA.	RUPURKA-VAARA.	Z <sup>o</sup> NOTER.
1835. Oct. 15. 23 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	90° 8' 1,1 (4,4)	90° 4' 19,0 (4,8)	0° 5' 4,5
„ 16. 1 0		4 19,4 (8,8)	0 5 6,6
„ 20. 1 0	7 53,8 (12,3)		0 5 12,3
Log. dist.	4,33901	4,03998.	

Oct 15 Objets distincts et tranquils à l'exception de KITES-VAARA qui est à peine visible

Oct 16 Objets distincts et tranquils KITES-VAARA invisible.

Oct 20 KITES-VAARA distinct

## 64. OTAN-MÄKI. 1837. SEPTEMBRE 17 À 21.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KIVES-VAARA — LEHTO-VAARA.	LEHTO-VAARA. — MURTO-MÄKI.
	67° 46' 16,75	35° 54' 44,37
	23,50	41,75
	17,75	41,13
	16,12	44,00
	16,88	46,62
	20,37	44,63
	22,25	42,12
	17,25	41,00
	16,63	42,50
	19,50	41,50
Moyenne	67 46 18,700	35 54 42,962
Réd. au centre	— 27,846	— 39,074
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	67 45 50,854	35 54 3,888,
employé	p. 43	p. 42.

*Angles verticaux. Terrain — 1,46 toise.*

	KIVES-VAARA.	LEHTO-VAARA.	MURTO-MÄKI.	Z <sup>e</sup> MOYEN
1837. Sept. 18. 3 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 2' 9,5	89° 57' 36,2 (27,4)	89° 58' 58,3 (29,3)	0° 1' 28,5
• 19. 1 40	1 53,1 (3,1)	57 22,0 (1,8)	58 56,6 (7,0)	0 1 4,6
Log. dist.	4,35038	4,18419	4,00265.	

Sept. 18. KIVES-VAARA au commencement obscur, puis invisible.

Sept. 19. LEHTO-VAARA indistinct.

65. KIVES-VAARA. 1838. AOÛT 27 À SEPTEMBRE 8.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	ROKUA-VAARA —PUOKIO-VAARA.	PUOKIO-VAARA —TEIRI-BARJU.	TEIRI-BARJU— SAUKKO-VAARA.	SAUKKO-VAARA— RUPURKA-VAARA.	RUPURKA-VAARA —LEHTO-VAARA.	LEHTO-VAARA —OTAN-MÄKI.
	60° 3' 23,75	56° 12' 32,50	52° 18' 21,12	47° 50' 41,12	29° 0' 33,87	40° 23' 58,50
	22,37	32,75	20,38	41,88	29,38	65,62
	19,88	35,62	22,62	35,00	31,50	65,00
	22,62	32,50	18,75	39,75	30,50	62,63
	22,50	34,38	22,88	34,75	31,37	66,50
	23,88	32,62	24,50	35,87	29,38	64,62
	22,75	31,38	25,75	34,75	35,75	61,00
	25,12	29,25	24,25	38,38	34,12	62,50
	26,75	34,37	20,87	37,37	32,88	62,50
	23,00	33,38	22,13	36,63	31,87	61,38
Moyenne	60 3 23,262	56 12 32,875	52 18 22,325	47 50 37,550	29 0 32,062	40 24 3,025
Réd. au centre	+ 23,486	+ 27,479	— 1,975	— 23,302	— 15,886	— 14,726
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit employé	60 3 46,748	56 13 0,354	52 18 20,350	47 50 14,248	29 0 16,176	40 23 48,299,
	p. 43	p. 43	p. 43	p. 43	p. 43	p. 43.

*Angles verticaux. Terrain — 1,50 toise.*

	ROKUA-VAARA.	PUOKIO-VAARA.	TEIRI-BARJU.	SAUKKO-VAARA.
1838. Août 28. 22 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	90° 18' 9,3 (47,8)	90° 15' 32,4 (49,3)	90° 3' 1,2 (46,5)	90° 4' 0,4 (43,8)
» 28. 23 52	18 12,7 (46,8)	15 39,6	3 6,9 (47,7)	4 5,1
Sept. 8. 1 45		15 38,9 (48,2)		4 0,0 (48,8)
» 8. 2 18				
Log. dist.	4,42273	4,23442	4,21092	4,21687
	RUPURKA-VAARA.	LEHTO-VAARA.	OTAN-MÄKI.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1838. Août 28. 22 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	90° 9' 0,2 (47,3)			0° 1' 46,9
» 28. 23 52	9 9,8			0 1 47,2
Sept. 8. 1 45		90° 11' 20,0 (48,0)	90° 17' 56,9 (47,8)	0 3 48,2
» 8. 2 18	9 3,8 (53,2)	11 20,4 (49,3)	18 7,3	0 3 51,2
Log. dist.	4,21022	4,33901	4,35038	

66. RUPUKKA-VAARA. 1838. AOÛT 9 à 13.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	LEHTO-VAARA — KIVES-VAARA.	KIVES-VAARA — SAUKKO-VAARA.
	105° 9' 8",12	67° 3' 47,12
	12,25	47,63
	12,50	49,75
	9,00	48,62
	10,38	49,00
	10,87	50,38
	8,88	49,87
	11,25	50,00
	12,00	45,75
	11,25	48,25
Moyenne	105 9 10,650	67 3 48,637
Réd. au centre	— 44,587	+ 24,962
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	105 8 26,063	67 4 13,599,
employé	p. 43	p. 43.

*Angles verticaux. Terrain — 1,71 toise.*

	LEHTO-VAARA.	KIVES-VAARA.	SAUKKO-VAARA.	Z* NOTEN.
1838. Août 10. 4 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup>	90° 5' 18",5 (10",0)	90° 5' 20",7 (3",8)	89° 59' 24",8 (7",1)	0° 2' 7",2
» 10. 4 43	5 23,8 (11,0)		59 29,1 (4,0)	0 2 7,8
» 10. 5 18		5 16,9 (0,0)		0 2 6,0
Log. dist.	4,03998	4,21022	4,12258	

Air mauvais. Pluies passagères. KIVES-VAARA très-indistinct.

67. SAUKKO-VAARA. 1837. SEPTEMBRE 29 ET 30.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	RUPUKKA-YAARA — KIVES-YAARA.	KIVES-YAARA — TEIRI-HARJU.
	65° 6' 8 <sup>7</sup> / <sub>75</sub>	63° 3' 20 <sup>3</sup> / <sub>37</sub>
	6,62	18,38
	5,38	20,00
	5,88	19,12
	5,37	20,50
	5,63	18,75
	6,25	22,50
	10,25	18,25
	9,62	18,88
	7,25	20,00
Moyenne	65 6 7,100	63 3 19,675
Réd. au centre	— 33,938	— 27,598
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit employé	65 5 33,162 p. 43	63 2 52,077, p. 43.

*Angles verticaux. Terrain — 1,75 toise.*

	RUPUKKA-YAARA.	KIVES-YAARA.	TEIRI-HARJU.	Z <sup>a</sup> NOTER.
1837. Sept. 30. 0 <sup>a</sup> 45 <sup>m</sup>	90° 12' 16 <sup>7</sup> / <sub>75</sub> (17 <sup>3</sup> / <sub>3</sub> )	90° 10' 38 <sup>9</sup> / <sub>37</sub> (14 <sup>3</sup> / <sub>3</sub> )	90° 5' 29 <sup>4</sup> / <sub>37</sub> (18 <sup>3</sup> / <sub>3</sub> )	0° 54' 16 <sup>7</sup> / <sub>7</sub>
» 30. 1 15	12 14,1 (14,3)	10 37,1 (13,0)	5 28,2 (18,8)	0 54 16,1
Log. dist.	4,12258	4,21687	4,15919.	

Vent fort. Ciel couvert.

68. TEIRI-HARJU. 1837. OCTOBRE 5 À 10.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	SAUKKO-YAARA — NIVES-YAARA.	KIVES-YAARA — PUOKIO-YAARA.
	64° 39' 8,50	64° 47' 49,00
	11,75	54,37
	14,37	53,75
	11,63	52,75
	13,12	51,38
	12,75	51,12
	12,38	51,75
	14,62	48,13
	11,25	48,12
	16,00	53,25
Moyenne	64 39 12,637	64 47 51,362
Réd. au centre	— 24,627	— 23,152
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	64 38 48,010	64 47 28,210,
employé	p. 43	p. 43.

*Angles verticaux. Terrain — 2,27 toises.*

	SAUKKO-YAARA.	KIVES-YAARA.	PUOKIO-YAARA.	Z* NOTEN.
1837. Oct. 5. 23 <sup>a</sup> 15 <sup>m</sup>	90° 7' 25,5 (29,4)	90° 11' 29,4 (28,4)	99° 20' 2,8 (32,4)	0° 1' 30,1
» 5. 23 49	7 23,1 (25,0)	11 28,3 (26,7)	20 2,9 (28,0)	1 26,6
Log. dist.	4,15919	4,21092	4,19757.	

69. PUOKIO-VAARA. 1838. SEPTEMBRE 20 À 26.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	TEIRI-DARJU — KIVES-VAARA.	KIVES-VAARA — ROKUA-VAARA.	ROKUA-VAARA — PALO-VAARA.
	59° 0' 11",75	80° 14' 15",75	50° 10' 59",87
	12,62	16,12	58,13
	8,50	14,88	57,87
	10,00	15,12	58,63
	10,50	14,75	60,37
	10,38	14,13	61,50
	10,12	18,12	56,63
	9,38	15,13	55,87
	12,25	18,37	57,63
	14,75	15,75	57,75
Moyenne	59 0 11,025	80 14 15,812	50 10 58,425
Réd. au centre	— 36,191	— 7,536	+ 5,646
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	58 59 34,834	80 14 8,276	50 11 4,071,
employé	p. 43	p. 43	p. 44.

*Angles verticaux. Terrain — 2,24 toises.*

	TEIRI-DARJU.	KIVES-VAARA.	ROKUA-VAARA.	PALO-VAARA.	Z* NOTER.
1838. Sept. 24.	3° 50' 89° 54' 7",3 (33",4)	89° 59' 47",0 (38",0)	90° 12' 2",2 (37",3)	90° 15' 58",2 (33",3)	0° 5' 36",2
α 25. 23 13	53 54,7 (21,0)	59 40,6 (17,8)	11 54,0 (21,2)	15 47,8 (20,5)	0 2 20,5
Log. dist.	4,19757	4,23442	4,36687	4,05440.	



70. ROKUA-YAARA. 1838. OCTOBRE 10 À 22.

Woldstedt.

Angles horizontaux.

	HÄLOSEN-YAARA — REPO-KANGAS.	REPO-KANGAS — RYONPESÄMÄ.	RYONPESÄMÄ — PALO-YAARA.	REPO-KANGAS — PALO-YAARA.	PALO-YAARA — PUOKIO-YAARA.	PUOKIO-YAARA — KITES-YAARA.
	27° 33' 13",12	46° 15' 22",00	18° 17' 49",75	64° 33' 10",81	28° 31' 41",50	39° 41' 56",62
	12,63	23,25	47,25	10,50	37,62	57,88
	15,87	18,25	53,00	8,25	37,25	55,12
	15,13	18,87	49,37	11,25	36,75	56,88
	11,62	21,75	53,63	15,38	36,00	58,87
	11,88			14,00	35,00	60,63
	10,87	22,63		12,00	34,63	61,62
	13,50	21,62		15,62	34,62	62,25
	13,38	25,13	49,50	13,13	36,38	58,50
	13,50	23,62	53,13	15,06	35,37	58,25
Moyenne	27 33 13,150	46 15 21,903	18 17 50,804	64 33 12,600	28 31 36,512	39 41 58,662
Réd. au centre	— 11,505	— 18,593	— 0,265	— 18,858	+ 3,892	+ 7,325
Réd. des objets	0,000	+ 0,183	— 0,183	0,000	0,000	0,000
Angle réd.	27 33 1,645	46 15 3,493	18 17 50,356	64 32 53,742	28 31 40,404	39 42 5,987,
Correction		— 0,053	— 0,054			
Angle définitif		3,440	50,302			
employé	p. 44	p. 44	p. 44		p. 44	p. 43.

Le second et le troisième angle ne sont pas complets. Leur somme fait 64° 32' 53",849. Mais cette somme doit être, d'après le quatrième angle complet, 64° 32' 53",742. D'où se trouve la correction de — 0,0335 pour chacun des angles partiels.

Angles verticaux. Terrain — 2,35 toises.

	HÄLOSEN-YAARA.	REPO-KANGAS.	RYONPESÄMÄ.	PALO-YAARA.
1838. Oct. 10 0 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	90° 20' 22",4	90° 18' 22",1	90° 15' 52",4 (31",7)	90° 12' 49",4 (38",3)
» 14 22 15	20 29,5 (49",8)	18 20,9 (30",7)	15 42,7 (31,6)	
Log. dist.	4,24032	4,20959	4,18994	4,26078
	PUOKIO-YAARA.	KITES-YAARA.	Z* MOYEN.	
1838. Oct. 10. 0 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	90° 8' 51",7 (37",6)		0° 5' 35",9	
» 14. 22 15	8 42,1 (60,0)	90° 5' 4",3 (87",0)	0 3 51,8	
Log. dist.	4,36687	4,42273.		

71. PALO-VAARA. 1839. AOÛT 8 À 15.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	PUOKIO-VAARA — ROKUA-VAARA.	ROKUA-VAARA — REYONPESÄMÄÄ.
	101° 17' 37,87	54° 3' 20,12
	36,50	19,63
	35,25	20,87
	36,50	22,50
	41,38	20,88
	36,75	19,00
	34,12	19,87
	37,00	24,75
	39,00	25,50
	39,75	20,38
Moyenne	101 17 37,412	54 3 21,350
Réd. au centre	— 19,969	— 36,322
Réd. des objets	0,000	— 0,830
Angle réduit	101 17 17,443	54 2 44,198,
employé	p. 44	p. 44.

*Angles verticaux. Terrain — 2,41 toises.*

	PUOKIO-VAARA.	ROKUA-VAARA.	REYONPESÄMÄÄ.	Z <sup>o</sup> MOTEN.
1839. Août 11. 4 <sup>A</sup> 44 <sup>m</sup>	89° 54' 23,6	90° 3' 9,2	50° 11' 14,1 40,8.	0 3 40,8
» 12. 19 39	54 24,3 (12,1)	3 35,9 (6,1)		0 5 9,1
» 13. 0 31	54 35,5 (8,4)	3 54,0 (3,0)		0 5 7,0
» 13. 21 20			11 21,5 (26,6)	359 59 26,6
Log. dist.	4,05440	4,26078	3,77859.	

Images toujours ondulantes.

Le terrain où se trouve le signal, est d'à peu près 0,6 toise au-dessous du point le plus élevé de la montagne.

72. REVONPESÄMAA. 1839. AOÛT 19 à 22.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	PALO-VAARA — ROKUA-VAARA.			ROKUA-VAARA — REPO-KANGAS.		
	107°	39'	27,12	69°	54'	25,25
			29,38			23,37
			27,25			26,88
			27,12			25,75
			33,13			21,12
			28,87			21,75
			29,75			21,88
			27,75			25,12
			28,13			24,00
			28,75			21,00
Moyenne	107	39	28,725	69	54	23,612
Réd. au centre			0,000			0,000
Réd. des objets			0,000			0,000
Angle réduit	107	39	28,725	69	54	23,612.
employé			p. 54			p. 54.

L'instrument était placé sur le signal lui-même, exactement au centre. C'était pour gagner une vue plus libre, d'une élévation de près de 3 toises.

*Angles verticaux. Terrain — 3,0 toises.*

	PALO-VAARA.	ROKUA-VAARA.	REPO-KANGAS.	Z' MOYEN
1839. Août 21. 4 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	89° 54' 17,9 (30,3)	89° 57' 57,0 (30,2)	90° 8' 55,9 (36,3)	0° 4' 32,3
» 21. 5 0	54 26,0 (31,0)	58 4,2 (37,8)		0 4 34,4
» 21. 5 27			8 37,8 (22,0)	0 4 22,0
» 22. 3 10		58 6,4 (24,1)	8 59,6 (24,0)	0 5 24,0
Log. dist.	3,77859	4,18994	4,09563.	

Août 21. REPO-KANGAS mal visible.

La hauteur du signal au-dessus du terrain n'est pas indiquée dans le journal. Le chiffre 3,0 toises peut être en défaut de  $\mp$  0,5 toise.

73. REPO-KANGAS. 1839. OCTOBRE 19 À 29.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	REYONPESÄMÄÄ — ROKUA-YAARA.	ROKUA-YAARA — HALOSEN-YAARA.	HALOSEN-YAARA — PITKÄSELKÄ.
	63° 51' 7 <sup>''</sup> 37	84° 26' 19 <sup>''</sup> 62	86° 37' 4 <sup>''</sup> 37
	4,38	20,88	6,25
	8,25	25,00	6,75
	6,00	23,87	7,38
	5,37	25,75	4,25
	3,75	26,88	5,75
	8,75	22,12	7,62
	4,50	26,00	5,13
	2,50	25,25	7,75
	1,63	20,75	4,87
Moyenne	63 51 5,250	84 26 23,612	86 37 6,012
Réd. au centre	— 31,090	— 31,956	+ 1 4,788
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	63 50 34,160	84 25 51,656	86 38 10,800,
employé	p. 44	p. 44	p. 44.

*Angles verticaux. Terrain — 3,25 toises.*

	REYONPESÄMÄÄ.	ROKUA-YAARA.	HALOSEN-YAARA.	PITKÄSELKÄ.	Z' MOYEN.
1839. Oct. 19. 3 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>			90° 8' 29 <sup>''</sup> 7 (39 <sup>''</sup> 0)	90° 3' 33 <sup>''</sup> 6	0° 5' 39 <sup>''</sup> 0
» 20. 3 10		89° 55' 56 <sup>''</sup> 2	8 26,7 (21,2)	3 21,3 24 <sup>''</sup> 2)	0 2 22,7
» 29. 0 10	90° 2' 18 <sup>''</sup> 9 3 <sup>''</sup> 4	56 4,7 (39 <sup>''</sup> 7)		4 11,6 ( 1,0)	0 4 1,9
» 29. 0 40	2 16,3 (5,4)	56 11,1 ( 6,4)			0 4 5,9
Log. dist.	4,09563	4,20959	3,90751	3,94232.	

74. HALOSEN-VAARA. 1839. SEPTEMBRE 29 À OCTOBRE 4.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	LINNUNSIILMA — PITKÄSELKÄ.	PITKÄSELKÄ— REPO-KANGAS.	REPO-KANGAS— ROKUA-VAARA.
	37° 56' 12",38	49° 7' 12",50	68° 0' 43",62
	7,75	14,62	43,63
	10,25	20,50	38,62
	14,50	16,63	40,50
	8,00	19,00	41,38
	9,00	19,75	40,25
	9,12	19,00	43,62
	7,63	17,87	41,00
	7,00	17,75	44,62
	7,87	16,13	42,63
Moyenne	37 56 9,350	49 7 17,375	68 0 41,987
Réd. au centre	— 19,228	— 25,541	+ 26,248
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	37 55 50,122	49 6 51,834	68 1 8,235,
employé	p. 44	p. 44	p. 44.

*Angles verticaux. Terrain — 2,79 toises.*

	LINNUNSIILMÄ.	PITKÄSELKÄ.	REPO-KANGAS.	ROKUA-VAARA.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1839. Sept. 29. 21 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>	90° 8' 15",2 (24",4)	90° 1' 34",7 (22",6)	89° 58' 29",5 (23",0)	89° 54' 53",1 (22",5)	0° 5' 23",1
" 29. 23 30	8 22,6 (14,2)	1 36,4 (12,9)	58 37,1 (13,9)	54 56,0	0 3 13,7
Oct. 1. 2 18				54 59,6 (36,9)	0 2 36,9
Log. dist.	3,94303	4,06304	3,90751	4,24032.	

Sept. 29. 21<sup>h</sup> 27<sup>m</sup>. Air transparent et objets tranquils.

Sept. 29. 23 30. Les objets deviennent ondulants.

75. PITKÄSELKÄ. 1839. SEPTEMBRE 3 À 8.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	REPO-KANGAS — HALOSEN-VAARA.	HALOSEN-VAARA — LINNUNSIEMÄ.	LINNUNSIEMÄ — SARVI-KANGAS.
	44° 15' 18,75	49° 15' 60,50	67° 45' 26,37
	21,75	62,75	27,63
	20,50	60,62	26,75
	19,75	58,88	25,00
	18,50	63,25	24,62
	21,87	56,50	23,50
	20,38	59,25	25,38
	21,87	55,00	28,87
	21,50	57,62	25,13
	21,13	56,13	27,25
Moyenne	44 15 20,600	49 15 59,050	67 45 26,050
Réd. au centre	— 22,488	— 29,955	+ 13,887
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	44 14 58,112	49 15 29,095	67 45 39,937,
employé	p. 44	p. 44	p. 45.

*Angles verticaux. Terrain — 2,24 toises.*

	REPO-KANGAS.	HALOSEN-VAARA.	LINNUNSIEMÄ.	SARVI-KANGAS.	Z <sup>A</sup> MOYEN.
1839. Sept. 3. 1 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	90° 3' 48,5 (18,2)			90° 13' 28,2	0° 8' 18,2
» 3. 21 35		90° 8' 46,2 (44,7)	90° 14' 15,6 (38,3)	13 33,3 (38,2)	0 2 40,4
» 6. 21 55	3 49,3 (47,3)	8 37,9 (45,2)	14 10,3 (39,2)	13 20,6 (43,0)	0 6 43,9
Log. dist.	3,94232	4,06304	3,85223	3,94500.	

76. LINNUNSIILMÄ. 1839. SEPTEMBRE 15 À 19.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	LATON-MÄKI— SARVI-KANGAS.	SARVI-KANGAS — PITKÄSELKÄ.	— PITKÄSELKÄ HALOSEN-VAARA.
	84° 52' 5 <sup>u</sup> 25	65° 8' 18 <sup>u</sup> 75	92° 48' 53 <sup>u</sup> 50
	4,25	23,37	52,50
	5,25	22,00	57,75
	5,87	21,25	54,25
	6,38	20,38	56,75
	5,12	21,75	55,25
	7,75	22,63	54,25
	5,50	21,87	54,37
	7,50	20,88	52,88
	1,63	23,62	51,87
Moyenne	84 52 5,450	65 8 21,650	92 48 54,337
Réd. au centre	— 0,331	— 56,034	— 11,352
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	84 52 5,119	65 7 25,616	92 48 42,985.
employé	p. 46	p. 45	p. 44.

*Angles verticaux. Terrain — 2,40 toises.*

	LATON-MÄKI.	SARVI-KANGAS.	PITKÄSELKÄ.	HALOSEN-VAARA.	Z' MOTES
1839. Sept. 16. 22 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	90° 8' 48 <sup>u</sup> 5	90° 4' 46 <sup>u</sup> 9 (42 <sup>u</sup> 4)	89° 52' 16 <sup>u</sup> 3 (46 <sup>u</sup> 8)		0° 0' 44 <sup>u</sup> 6
» 19. 2 54	8 43,7 (46 <sup>u</sup> 0)	4 43,3 (42,6)	52 17,8 (49,0)	89° 59' 44 <sup>u</sup> 3 (44 <sup>u</sup> 0)	0 0 45,4
» 19. 3 59	8 39,8 (47,6)		52 8,8 (47,6)	59 37,4 (48,7)	0 0 48,0
Log. dist.	4,11830	3,95371	3,85223.		

77. SARVI-KANGAS. 1841. OCTOBRE 4 À NOVEMBRE 1.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	PITKÄSKLÄ— LINNUNSIEMÄ.	LINNUNSIEMÄ —LATON-MÄKI.	LATON-MÄKI— HYYPÄN-MÄKI.	HYYPÄN-MÄKI —ISONIEMI.
	47° 6' 32,87	59° 8' 52,25	52° 2' 39,75	34° 18' 13,12
	33,88	50,75	41,00	8,13
	33,62	54,62	34,87	8,00
	32,88	57,00	35,63	12,75
	31,25	55,00	38,62	6,50
	32,87	56,00	37,50	9,12
	34,00	54,63	38,50	7,50
	34,50	56,75	36,25	10,25
	34,88	53,75	38,75	7,75
	29,00	53,37	39,13	6,63
Moyenne	47 6 32,975	59 8 54,412	52 2 38,000	34 18 8,975
Réd. au centre	+ 23,957	— 25,017	— 22,373	— 19,221
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	47 6 56,932	59 8 29,395	52 2 15,627	34 17 49,754,
employé	p. 45	p. 46	p. 46	p. 46.

*Angles verticaux. Terrain — 2,26 toises.*

	PITKÄSKLÄ.	LINNUNSIEMÄ.	LATON-MÄKI.
1841. Oct. 27. 0 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	89° 54' 28,0 (37,3)	90° 3' 32,9 (34,9)	90° 8' 48,2 (38,7)
„ 29. 23 33	54 20,8 (34,7)	3 25,2 (37,4)	8 34,4 (34,4)
Log. dist.	3,94500	3,95371	4,18285
	HYYPÄN-MÄKI.	ISONIEMI.	Z* NOTES.
1841. Oct. 27. 0 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	90° 9' 13,9 (38,3)	90° 7' 9,9 (39,7)	0° 15' 37,8
„ 29. 23 33	9 14,9 (39,2)	7 6,2 (33,2)	0 15 35,8
Log. dist.	4,30302	4,10833.	

La ligne de SARVI-KANGAS à HYYPÄN-MÄKI passe presque entièrement au-dessus du Golfe.



78. LATON-MÄKI. 1844. JUILLET 25 À 29.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	HYYPÄN-MÄKI — SARVI-KANGAS.	SARVI-KANGAS — LINNUNSIILMÄ.
	79° 43' 13",25	35° 59' 46",56
	12,62	48,44
	14,50	47,25
	11,63	47,25
	12,87	47,25
	14,00	45,50
	10,75	45,06
	9,00	45,50
	10,25	47,75
	13,38	46,75
Moyenne	79 43 12,225	35 59 46,731
Réd. au centre	— 37,141	— 21,150
Réd. des objets	0,000	0,000
Angle réduit	79 42 35,084	35 59 25,581,
employé	p. 46	p. 46.

*Angles verticaux. Terrain — 2,12 toises.*

	HYYPÄN-MÄKI.	SARVI-KANGAS.	LINNUNSIILMÄ.	Z' MOTEY
1844. Juill. 27. 21 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup>	90° 4' 10",4 (33,1)	90° 4' 19",7 (39,2)	90° 2' 51",1 (39,2)	0° 4' 44",5 ou 39",2
» 27. 21 28	4 23,0 (33,4)	4 23,5 (38,2)	2 55,1 (41,4)	0 4 45,0 » 39,8
Log. dist.	4,20681	4,18285	4,11830.	

Les deux angles de HYYPÄN-MÄKI indiquent, par la différence de 12", un changement notable de la réfraction, dans le court intervalle de 21 minutes. Ce changement extraordinaire est encore plus indiqué par la différence des lieux du zénith. Il faut remarquer encore que la ligne passe, entre LATON-MÄKI et HYYPÄN-MÄKI, presque entièrement au-dessus du Golfe, tandis que les deux autres lignes traversent, en majeure partie pour SARVI-KANGAS, et entièrement pour LINNUNSIILMÄ, par-dessus la terre ferme.

79. HYYPÄN-MÄKI. 1841. AOÛT 28 À SEPTEMBRE 20.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	ULKOGRUNNI — ISONIEMI.	ISONIEMI— SARTI-KANGAS.	SARTI-KANGAS — LATON-MÄKI.
	58° 46' 11,37	37° 18' 27,75	48° 15' 10,50
	10,75	25,12	10,87
	14,25	23,50	12,63
	9,00	25,63	14,12
	19,13	29,87	10,75
	12,12	30,38	8,25
	11,13	27,25	13,88
	7,75	23,50	15,50
	13,37	29,00	13,37
	14,38	26,37	13,63
Moyenne	58 46 12,325	37 18 26,837	48 15 12,350
Réd. au centre	— 38,828	+ 3,192	— 0,815
Réd des objets	0,000	— 2,472	— 0,345
Angle réduit	58 45 33,497	37 18 27,557	48 15 11,190.
employé	p. 46	p. 46	p. 46.

*Angles verticaux. Terrain — 6,68 toises.*

	ULKOGRUNNI.	ISONIEMI.	SARTI-KANGAS.	LATON-MÄKI.	Z' NOTEN.
1841. Sept. 14. 3 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 90° 10' 19,9 (33,9)	90° 6' 16,6 (33,1)	90° 8' 28,4 (37,0)	90° 8' 30,5 (32,0)		0° 15' 34,0
" 15. 3 10			8 12,8 (33,8)	8 21,4 (20,0)	0 15 32,4
Log. dist.	4,27012	4,07667	4,30302	4,20681.	

Toutes les lignes vont presque entièrement par-dessus le Golfe.

80. ISONIEMI. 1844. JUIN 21 À JUILLET 6.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	SARVI-KANGAS — HYYPÄN-MÄKI.	HYYPÄN-MÄKI — ULKOGRUNNI.	ULKOGRUNNI — RONTTI.
	108° 23' 33,06	81° 53' 64,12	37° 20' 4,00
	31,94	63,38	3,50
	34,37	59,00	3,50
	30,63	64,37	2,25
	34,25	56,00	6,75
	32,50	61,50	7,87
	34,75	62,50	4,25
	32,75	62,25	5,63
	34,12	62,13	4,25
	33,00	64,12	2,75
Moyenne	108 23 33,137	81 54 1,937	37 20 4,475
Réd. au centre	+ 11,419	— 56,271	— 31,484
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	108 23 44,556	81 53 5,666	37 19 32,991,
employé	p. 46	p. 46	p. 46.

*Angles verticaux. Terrain — 2,26 toises.*

	SARVI-KANGAS	HYYPÄN-MÄKI.	ULKOGRUNNI.	RONTTI.	Z' MOYEN.
1844. Juin 25. 0 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>		90° 4' 15,0 (39,6)	90° 9' 3,0 (38,5)	90° 8' 38,1 (35,9)	0° 55' 38,0
Juill. 5. 20 1	90° 4' 15,9	3 42,9 (10,3)		8 3,7 (11,3)	0 56 10,8
Juill. 6. 4 28	4 16,8 (8,4)	3 39,4 (4,2)	6 57,5 (3,2)	8 9,1 (1,1)	0 56 4,2
Log. dist.	4,10833	4,07667	4,20646	4,01928	

Jun. 25. Ciel couvert.

Juill. 6. ULKOGRUNNI présente une réfraction tout à fait extraordinaire.

Les lignes passent par-dessus l'eau, à l'exception de celle de SARVI-KANGAS.

81. ULKOGRUNNI. 1841. JUIN 28 À AOÛT 9.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	AJOS — KIVALO.	KIVALO — RONTTI	RONTTI — ISONIEMI.	ISONIEMI — HYTPÄN-MÄKI
	31° 55' 16,63	95° 16' 18,70	39° 11' 50,50	39° 21' 19,37
	21,76	17,95	49,88	16,38
	16,06	14,45	48,25	17,62
	18,19	18,25	48,88	15,13
	23,50	15,00	47,85	15,12
	18,50	19,12	43,73	15,38
	18,37	17,00	48,35	21,00
	19,25	16,00	48,36	15,75
	21,46	20,75	45,73	19,75
	17,63	16,88	47,10	20,12
Moyenne	31 55 19,135	95 16 17,410	39 11 47,863	39 21 17,562
Réd. au centre	— 0,141	+ 34,631	0,000	+ 0,168
Réd. des objets	0,000	+ 0,222	— 3,160	+ 2,938
Angle réduit	31 55 18,994	95 16 52,263	39 11 44,703	39 21 20,668,
employé	p. 47	p. 47	p. 46	p. 46.

*Angles verticaux. Terrain — 6,05 toises.*

	KIVALO.	RONTTI	ISONIEMI.	HYTPÄN-MÄKI.	Z <sup>o</sup> MOYEN
1841. Août 5. 0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>				90° 5' 58,0 (12,7)	} 1° 15' 11,7
» 5. 0 0				5 57,3 (10,7)	
» 5. 2 50	90° 1' 9,5 (16,2)	90° 5' 27,9 (19,4)	90° 5' 9,8 (20,5)	6 3,3 (16,2)	1 15 18,1
» 5. 3 26	1 8,9 (17,8)	5 29,0 (18,5)			1 15 18,0
Log dist.	4,40052	4,00131	4,20646	4,27012	

Ajos était invisible le 5 août, à cause d'une trop faible réfraction.

Toutes les lignes passent par-dessus l'eau.

82. RONTTI. 1842. JUIN 15 À JUILLET 28.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	ISONIEMI — ULROGRUNNI.	ULROGRUNNI — KIVALO.
	103° 27' 46 <sup>''</sup> 50	63° 44' 4 <sup>''</sup> 442
	47,75	43,42
	48,62	40,04
	45,38	46,55
	48,12	39,80
	46,88	45,42
	43,62	45,88
	45,88	43,00
	42,62	44,12
	46,00	40,75
Moyenne	103 27 46,137	63 44 43,340
Réd. au centre	+ 57,361	+ 50,174
Réd. des objets.	0,000	0,000
Angle réduit employé	103 28 43,498 p. 46	63 45 33,514, p. 47.

*Angles verticaux. Terrain — 5,76 toises.*

	ISONIEMI.	ULROGRUNNI.	KIVALO.	Z <sup>o</sup> MOYEN
1842. Juill. 28. 0 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	89° 59' 39 <sup>''</sup> 2 (27 <sup>''</sup> 7)	90° 3' 19 <sup>''</sup> 1 (33 <sup>''</sup> 0)		1° 15' 30 <sup>''</sup> 3
» 28. 2 6	59 44,5 (30,3)	3 17,7 (33,0)	90° 3' 22 <sup>''</sup> 0 (39 <sup>''</sup> 3)	1 15 35.1
Log. dist.	4,01928	4,00131	4,44591	

ISONIEMI à peine visible.

83. KIVALO. 1842. AOÛT 8 à 18.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	RONITI — ULKOGRUNNI.	ULKOGRUNNI — AIOS.	AIOS — KEMI.	KEMI — KALLIN-KANGAS.	KALLIN-KANGAS — TORNEA.
	20° 57' 30",12	41° 13' 7",12	36° 28' 41",62	1° 56' 33",00	2° 40' 43",37
	30,25	3,75	44,50	31,37	45,63
	32,88	4,88	48,63	32,00	43,50
	36,00	7,25	42,13	32,13	44,50
	31,62	5,00	42,75	32,62	43,62
	34,00	3,87	43,87	34,75	43,63
	36,38	3,62	42,63	31,25	49,50
	35,50	4,00	43,12	34,25	45,12
	32,50	1,38	42,13	32,88	47,63
	36,00	2,00	44,62	30,25	47,87
Moyenne	20 57 33,525	41 13 4,287	36 28 43,600	1 56 32,450	2 40 45,437
Réd. au centre	+ 5,169	+ 18,912	+ 15,922	— 1,454	— 14,713
Réd des objets	+ 0,466	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit employé	20 57 39,160 p. 47	41 13 23,199 p. 47	36 28 59,522 p. 50	1 56 30,996 p. 50	2 40 30,724 p. 50.

*Angles verticaux. Terrain — 1,72 toise.*

	RONITI.	ULKOGRUNNI.	AIOS.	KEMI.
1842. Août 9. 4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>		90° 21' 27",5 (10",9)	90° 23' 21",2 (21",5)	90° 21' 54",6 (23",6)
» 10. 3 1	90° 22' 6",6 (13",2)		23 23,2 (18,0)	21 52,6 (18,0)
» 17. 3 45	22 2,8 (4,0)	21 14,5 (4,2)	23 15,3 (4,3)	
Log. dist.	4,44591	4,40052	4,14286	4,03465
	KALLIN-KANGAS.	TORNEA.	Z <sup>o</sup> MOYEN.	
1842. Août 9. 4 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup>	90° 20' 58",1 (22",3)	90° 18' 24",1 (21",3)	1° 15' 21",8	
» 10. 3 1	20 58,1 (11,0)	18 25,1 (13,7)	1 15 14,3	
» 17. 3 45			1 15 4,2	
Log. dist.	4,05468	4,29959 *		

L'objet de pointé de KEMI est l'extrémité supérieure de la croix; pour TORNEA c'est l'extrémité supérieure de la charpente, d'où sort la perche en fer de la girouette. Les lignes à ULKOGRUNNI et à RONITI passent en majeure partie par-dessus l'eau.

84. AÏOS: 1842. AOÛT 27 À SEPTEMBRE 16.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KORRO-MÄKI — TORNEA.	TORNEA — KALLIN-KANGAS.	KALLIN-KANGAS — KEMI.	KEMI — KIVALO.	KIVALO — ULKOGRUNNI
	0° 16' 20,00	40° 19' 6,13	3° 26' 54,75	51° 8' 26,37	106° 50' 37,25
	21,31	10,62	57,25	24,25	42,50
	19,31	10,06	56,00	25,50	37,50
	18,07	11,44	57,12	26,75	36,37
	17,81	10,37	54,44	27,25	38,13
	18,38	13,56	53,82	24,38	41,00
	18,37	10,81	54,62	24,50	38,50
	17,31	12,75	54,88	25,50	36,00
	19,06	6,44	60,75	23,19	37,62
	16,75	10,88	56,62	22,06	42,63
Moyenne	0 16 18,637	40 19 10,306	3 26 56,025	51 8 24,975	106 50 38,750
Réd. au centre	+ 1,259	— 20,821	— 1,614	+ 37,361	+ 37,941
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit	0 16 19,896	40 18 49,485	3 26 54,411	51 9 2,336	106 51 16,691
employé	p. 50	p. 50	p. 50	p. 50	p. 47.

*Angles verticaux. Terrain — 2,48 toises.*

	KORRO-MÄKI	TORNEA.	KALLIN-KANGAS.	KEMI.
1842. Sept. 2. 22 <sup>A</sup> 48 <sup>m</sup>	90° 5' 44,8 (31,0)	90° 2' 23,2 (31,0)	89° 57' 29,7 (31,8)	89° 57' 33,4 (34,2)
» 2. 23 25	5 45,3 (31,4)	2 26,5 (33,8)	57 21,2	57 31,6 (33,2)
» 14. 21 25			57 11,0 (30,2)	
» 15. 2 51				
Log. dist.	4,09886	4,11900	3,93690	3,91744
	KIVALO.	ULKOGRUNNI.	Z <sup>A</sup> MOYEN.	
1842. Sept. 2. 22 <sup>A</sup> 48 <sup>m</sup>	89° 49' 31,9 (36,1)		1° 15' 32,8	
» 2. 23 25			1 15 32,8	
» 14. 21 25	49 9,0 (29,9)	90° 8' 14,4 (31,2)	1 15 30,4	
» 15. 2 51	49 13,9 (33,8)	8 44,3 (22,3)	1 15 26,0	
Log. dist.	4,14286	4,23847		

Sept. 2. KIVALO indistinct.

Sept. 14 et 15. ULKOGRUNNI obscur. Cet objet qui avait été pendant deux semaines au-dessous de l'horizon de la mer, a été observé par une réfraction extraordinaire.

Les lignes d'AÏOS aux différents objets passent à l'exception de celle à KIVALO, par-dessus l'eau.

Les objets du pointé de TORNEA et de KEMI ont été à AÏOS les mêmes qui ont été pointés à KIVALO.

85. KALLIN-KANGAS. 1842. OCTOBRE 7 à 14.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	KIVALO — KEMI.	KEMI — AJOS.	AJOS — KOKKO-MÄKI.	KOKKO-MÄKI — TORNEA.
	35° 23' 36,38	51° 33' 58,37	96° 12' 1,12	3° 0' 59,25
	33,37	58,88	4,88	59,25
	34,00	60,62	2,50	60,62
	35,50	57,50	2,87	61,75
	41,50	54,12	4,25	60,88
	36,00	58,00	1,25	59,87
	34,88	61,38	1,38	58,25
	36,50	57,50	2,25	61,88
	37,75	57,87	11 58,62	65,12
	41,75	53,63	12 4,13	59,25
Moyenne	35 23 36,763	51 33 57,787	96 12 2,325	3 1 0,612
Réd. au centre	— 2 40,010	+ 3 39,151	+ 10,354	— 3,666
Réd. des objets	0,000	0,000	0,000	0,000
Angle réduit employé	35 20 56,753 p. 50	51 37 36,938 p. 50	96 12 12,679 p. 50	3 0 56,946, p. 50.

*Angles verticaux. Terrain — 2,37 toises.*

	KIVALO.	KEMI.	AJOS.
1842. Oct. 13. 0 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>		90° 8' 9,7 (28,0)	90° 10' 13,8 (27,4)
» 13. 2 37	89° 48' 57,0 (28,9)		10 14,3 (30,8)
» 13. 2 52	48 55,3 (27,2)		
Log. dist.	4,05468	2,80236	3,93690.
	KOKKO-MÄKI.	TORNEA.	Z <sup>o</sup> MOYEN.
1842. Oct. 13. 0 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	90° 9' 54,9 (28,4)	90° 4' 37,5 (19,0)	1° 15' 25,8
» 13. 2 37	9 50,8 (30,2)	4 34,5 (20,2)	1 15 29,7
13. 2 52			1 15 27,2
Log. dist.	3,91471	3,93553.	

Les objets de pointé. pour KEMI et TORNEA, ont été à KALLIN-KANGAS les mêmes qui ont été pointés à KIVALO et à AJOS.



86. KONKO-MÄKI. 1842. SEPTEMBRE 22 À OCTOBRE 3.

Woldstedt.

*Angles horizontaux.*

	TORNEA — KALLIN-KANGAS.			KALLIN-KANGAS — KEMI.			KEMI — AJOS.		
	130°	57'	56,75	2°	12'	35,00	40°	59'	45,00
			60,12			31,63			47,87
			58,00			29,87			46,38
			62,13			27,88			48,63
			57,75			26,87			50,12
			62,25			31,88			44,00
			53,75			34,25			45,00
			57,62			32,00			47,13
			52,50			36,62			44,12
			56,75			35,38			41,12
Moyenne	130	57	57,762	2	12	32,138	40	59	45,937
Réd. au centre	—	9	48,557	+	2,652		+	17,940	
Réd. des objets			0,000		0,000			0,000	
Angle réduit	130	48	9,205	2	12	34,790	41	0	3,877.
employé			p. 50		p. 50			p. 50.	

*Angles verticaux. Terrain — 2,51 toises.*

	TORNEA.			KIVALO.			KALLIN-KANGAS.		
1842. Sept. 26. 3 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	89°	45'	50,77 (22,6)	89°	56'	41,2 (18,3)	89°	57'	18,8 (13,0)
Oct. 1. 3 0					56	37,8 (23,4)		57	14,1 (27,0)
Log. dist.			2,77754			4,29118			3,91471
	KEMI.			AJOS.			Z* MOYEN.		
1842. Sept. 26. 3 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	89°	58'	25,0 (20,3)	90°	5'	59,6 (20,3)	1°	15'	18,9
Oct. 1. 2 0		58	24,6 (22,7)		5	49,2 (21,8)		1	15 23,7
Log. dist.			3,94253			4,09886.			

Les objets de pointé, pour TORNEA et KEMI, ont été à KONKO-MÄKI les mêmes qui ont été pointés à KIVALO etc.

87. KIVALO. 1851. JUILLET 27.

Lindhagen.

(Voir les autres mesures angulaires faites à KIVALO, T. II, p. 316).

*Directions horizontales.*

	KOKKO-MÄKI.			TORNEA.			KARAMA-TAARA.		
	0° 0'	0,00		1° 20'	35,75		44° 9'	19,00	
		0,00			41,50			22,50	
		0,00			47,75			28,50	
		0,00			41,00			24,00	
		0,00			39,00			21,25	
		0,00			41,75			24,25	
		0,00			44,25			24,25	
		0,00			42,00			21,00	
		0,00			38,25			21,25	
		0,00			42,50			23,25	
Moyenne	0 0	0,000		1 20	41,375		44 9	22,925	
Réd. au centre		+ 9,591			+ 9,399			+ 5,032	
Réd. des objets		+ 21,394			0,000			0,000	
Moyenne réduite au centre	0 0	0,000		1 20	19,789		44 8	56,972.	

	GROUPE II.				
	0° 0'	0,00		42° 48'	38,00
		0,00			40,50
		0,00			44,00
		0,00			37,50
		0,00			41,75
		0,00			38,50
Moyenne	0 0	0,000		42 48	40,042
Réd. au centre				+ 9,399	+ 5,032
Réd. des objets				0,000	0,000
Moyenne réduite au centre	0 0	0,000		42 48	35,675.

Les observations ont été faites depuis 6<sup>h</sup> jusqu'à 10<sup>h</sup>; mais sans l'assistance d'un aide pour le pointé par la lunette de vérification, l'invariabilité de celle-ci ayant été continuellement contrôlée par M. Lindhagen lui-même. Ciel serein, objets tranquilles.

## COMBINAISON DES GROUPE I ET II.

Moyenne réduite	0° 0'	0,000		1° 20'	20,284		44° 8'	57,053.
-----------------	-------	-------	--	--------	--------	--	--------	---------

Ces directions réduites ont été employées T. II., p. 55.

88. KAKAMA-YAARA. 1851. AOÛT 27 ET 28.

Lindhagen.

*Directions horizontales.*

	KIVALO.	TORNEA
	0' 0' 0,00	49° 29' 64,50
	0,00	60,00
	0,00	52,50
	0,00	57,00
	0,00	53,00
	0,00	54,75
	0,00	51,25
	0,00	57,00
	0,00	57,00
	0,00	57,50
	0,00	59,25
	0,00	56,50
	0,00	64,00
	0,00	59,50
	0,00	52,25
	0,00	53,25
	0,00	59,25
	0,00	57,75
Moyenne	0 0 0,000	49 29 57,014
Réd. au centre	— 0,608	— 6,042
Réd. des objets	— 0,080	0,000
Direction réduite	0 0 0,000	49 29 51,660.
Angle employé		p. 55.

Depuis 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. Ciel mi-clair. Calme total. KOKKO-MÄKI était invisible, parce que le signal se projetait sur un terrain foncé. M. Lindhagen, dans ses calculs, T. II, p. 55, a employé l'angle 49° 28' 51,938 qui est de  $\frac{5,0}{13} = 0,278$  trop fort, par suite d'une erreur de 5' dans la moyenne des 4 verniers pour une des mises. Mais cette différence est insensible; car son carré 0,077 disparaît vis-à-vis du carré de l'erreur moyenne, qui est 0,794, pour la moyenne des 18 mises

89. STATION ASTRONOMIQUE A. (Voir T. II, p. 55). 1851. SEPTEMBRE 2 à 19.

Lindhagen.

*Directions horizontales.*

	KARAMA-YAARA.	KIVALO.	MIRE.	TORNEA.
Sept. 2.	0° 0' 0,00 0,00 0,00 0,00	87° 29' 54,75 65,50 66,50 61,00	131° 46' 51,00 50,50 57,00 47,50	335° 40' 40,50 48,00 56,00 41,50
Sept. 7.	0,00 0,00 0,00 0,00	67,00 67,00 62,50 64,00	55,50 49,75 49,00 55,75	
Sept. 8.	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	66,50 64,25 63,50 59,50 67,00 60,50	50,75 51,25 54,00 51,75 54,50 50,00	
Sept. 15.	0,00 0,00 0,00 0,00	62,50 62,25 63,50 61,00	53,50 48,00 50,75 53,25	
Sept. 19.	0,00 0,00 0,00 0,00 0,00	61,50 63,00 64,00 63,25 65,25 61,75	55,75 54,00 55,25 53,25 52,25 52,00	52,25 54,50 47,25 51,75
Moyenne	0 0 0,000	87 30 3,230	131 46 52,360	335 40 48,969
Réd. au centre	0,000	0,000	0,000	0,000
Réd. des objets	0,000	— 0,041	0,000	0,000
Direction réduite	0 0 0,000	87 30 3,189	131 46 52,360	335 40 48,969
p. 158	0,000	3,216	52,368	47,812
Correction	0,000	— 0,027	— 0,008	+ 1,157.

Les corrections à porter sur les directions, données d'après M. Lindhagen T. II, p. 55 et p. 158, sont insignifiantes, à l'exception de la direction de TORNEA, pour laquelle elle est de + 1,157, par suite d'une erreur de calcul. Mais aussi cette différence n'a aucune valeur réelle, car d'un côté la direction de TORNEA est, d'après ses 8 valeurs, sujette à une erreur moyenne de  $\pm 2,04$  et à une incertitude encore plus grande par la forme de l'objet pointé; d'un autre côté la distance entre le point A et TORNEA n'est que de 143,212 toises, et 143,212. sin 1,157 est seulement = 0,00080 toise = 0,69 ligne, ou une quantité linéaire entièrement insensible. Il n'y a, par conséquent, rien à changer dans le calcul de compensation soit du triangle Nr. 225, T. II, p. 54 et suiv., soit de l'azimut T. II, p. 158 et suiv.

90. KOKKO-MÄKI. 1851. SEPTEMBRE 11.

Lindhagen.

*Directions horizontales.*

	KAKAMA-VAARA.	KIVALO.	TORNEA.
	0° 0' 0,00	87° 37' 36,25	318° 39' 55,75
	0,00	34,00	53,50
	0,00	34,25	52,50
	0,00	40,25	63,00
	0,00	44,00	63,00
	0,00	41,00	62,50
	0,00	33,25	
	0,00	36,00	
	0,00	37,25	
	0,00	37,50	
	0,00	39,25	
	0,00	39,75	
Moyenne	0 0 0,000	87 37 37,729	318 39 58,375
Réd. au centre	+ 0,017	— 0,158	+ 3,818
Réd. des objets	0,000	— 0,040	0,000
Direction réduite	0 0 0,000	87 37 37,514	318 40 2,176
p. 55	0,000	37,555	1,879
Correction	0,000	— 0,041	+ 0,297.

La correction de  $- 0,041$ , pour la direction de KIVALO relative à KAKAMA-VAARA, d'après M. Lindhagen T. II, p. 55, est entièrement insignifiante vis-à-vis de l'incertitude dans l'angle entre KAKAMA-VAARA et KIVALO dont l'erreur moyenne, d'après ses 12 valeurs, est  $\mp 0,96$ . Elle a pris son origine dans ce que M. Lindhagen a regardé les 12 observations faites comme formant deux groupes distincts, entre lesquels il a fait un calcul rigoureux de compensation. Mais il ne paraît pas admissible d'employer les directions de TORNEA, objet trop rapproché, pour la correction des autres deux directions. La correction de  $+ 0,297$  pour la direction de TORNEA est encore plus insignifiante, vis-à-vis de l'erreur moyenne de l'angle entre KAKAMA-VAARA et TORNEA, qui est de  $\mp 2,03$ , dès qu'on considère la petite distance = 599,2 toises de KOKKO-MÄKI à TORNEA,  $599,2 \cdot \sin 0,297$  n'étant que 0,00086 toise = 0,75 ligne.



## **II. JOURNAL DES OPÉRATIONS GÉODÉSIQUES**

EXÉCUTÉES,

PAR ORDRE DU GOUVERNEMENT NORVÉGIEN,

### **AU FINMARKEN**

ET SUR LES ÎLES DE LA MER GLACIALE.

---

- A. LE JOURNAL DES OPÉRATIONS DU FINMARKEN ETC.
  - B. ÉTUDES RELATIVES AUX MESURES ANGULAIRES HORIZONTALES DU FINMARKEN ETC. PAR W. STRUVE
  - C. MÉMOIRE DE M. LINDHAGEN SUR LA PARTIE GÉODÉSIQUE DES OPÉRATIONS DU FINMARKEN ETC.
-





A. JOURNAL DES OPÉRATIONS DU FINMARKEN ETC.

---

.



## AVANT-PROPOS.

---

### I. NOTICES GÉNÉRALES.

Je publie ici le journal complet mais raccourci, des mesures angulaires exécutées au Finmarken par ordre du gouvernement norvégien. J'ai cru pouvoir omettre les détails relatifs à la mesure de la base d'ALTEN et à l'azimut au point extrême septentrional, FUGLENAES. La valeur définitive de la dite base a été donnée T. II, p. 19; celle de l'azimut de JEDRI, observé à FUGLENAES, se trouve T. II, p. 163.

Les raccourcissements que j'ai jugé propre à faire, sont les suivants.

1. Dans les mesures angulaires horizontales j'ai réuni les lectures faites par les deux microscopes opposés en un seul chiffre, après avoir corrigé chaque lecture microscopique pour la petite différence entre la valeur d'une révolution du micromètre et l'intervalle de 10' des traits tracés sur le limbe.
2. Quant aux mesures angulaires verticales, j'ai cru suffisant de donner directement les distances au zénith qui se déduisent de chaque couple de pointés, faits dans les deux positions du cercle vertical, étant une fois à droite, l'autre fois à gauche de l'axe vertical.

D'un autre côté, le journal imprimé contiendra toutes les quantités de réduction au centre, puis les tableaux des directions réduites au centre, ou des angles formés par les couples successifs de directions réduites; enfin les résultats moyens, directions ou angles, déduits de la totalité des matériaux.

Je puis garantir l'exactitude parfaite des chiffres du journal imprimé, la rédaction de ce journal à la forme actuelle et les calculs de réduction de toute espèce ayant été exécutés de ma part indépendamment des calculs antérieurs, faits par M. Lindhagen pour l'usage dans son mémoire. Aussi les deux rédactions se sont-elles contrôlées, en donnant d'ordinaire des chiffres identiques à peu de centièmes de seconde près. C'est enfin la comparaison des deux rédactions qui fit reconnaître les petites erreurs commises dans l'une ou l'autre d'entre elles, et me mit à même de corriger chaque chiffre défectueux par une recherche scrupuleuse

d'après le journal primitif. L'exactitude de la rédaction finale du journal, tel qu'il est imprimé, est par conséquent le produit du concours des deux travaux de réduction, faits indépendamment par M. Lindhagen et par moi.

Je remarque ici, une fois pour toutes, que la mesure des angles a été faite, à l'aide de l'instrument de Repsold, en 1846 par MM. Klouman et Lundh en commun, en 1847 par M. Klouman seul. En 1850 c'est encore M. Klouman seul qui a observé sur 9 stations. Mais, dans cette année, les mesures sur les 4 stations *A*, *B*, *C*, *Z*, ont été faites par M. Lindhagen, à l'aide du grand instrument universel d'Ertel *A'''*, T. II, p. 13. J'ai indiqué cette circonstance, dans le journal imprimé, en tête des tableaux de ces 4 stations.

L'instrument de Repsold employé au Finmarken était tellement transportable, qu'il a pu être porté sur le dos d'un homme, dans les ascensions des rochers; qualité indispensable pour la réussite des opérations. J'ai donné, T. II, p. 15, une courte description de cet instrument, employé aux observations soit horizontales soit verticales. Des renseignements plus complets se trouvent dans le mémoire de M. Lindhagen.

Il y a en tout, dans ces opérations du Finmarken 26 stations d'observation, savoir 15 qui forment les triangles de continuation, situés entre *ATJIK* et *FUGLENAES*, et 13 qui appartiennent à la jonction de la base d'*ALTEN = AB* avec le côté fondamental *LM*, pl. XIX. Mais deux des stations étant identiques dans les deux séries, la mesure des angles horizontaux a été faite sur 26 stations. Les angles verticaux (distances au zénith) ont été observés sur 18 stations, savoir sur 10 des stations principales, et sur 8 stations des triangles de rattachement, enfin sur une station auxiliaire voisine de la base, et qui conduisit jusqu'au niveau de la mer. Les distances au zénith manquent

sur les stations principales *TYEN*, *KAAYEN*, *HALDI*, *BÄLJATZ-VAARA*, *ATJIK*,

et sur les stations de rattachement *K*, *I* ainsi que sur le point *Z* du milieu de la base.

Malgré ce manque d'observations verticales sur 8 des stations, les matériaux effectifs suffisent pour déterminer les altitudes au-dessus de la mer de toutes les stations, avec un degré de précision distingué. Car le mémoire de M. Lindhagen nous fait voir que les altitudes des stations principales les plus éloignées du point de départ, *FUGLENAES*, ne sont sujettes qu'à une erreur probable en dedans de 0,9 toise, et que dans les triangles de rattachement cette erreur reste même au-dessous de 0,2 toise. Encore faut-il considérer que les déterminations hypsométriques n'étaient qu'un but secondaire des travaux des ingénieurs norvégiens, vis-à-vis de la mesure des angles horizontaux. Voilà pourquoi, sur les stations où la mesure des angles horizontaux avait été achevée, sans que l'observateur eût eu le loisir de s'occuper des distances au zénith, celui-ci se vit quelquefois engagé à quitter la station, afin de parvenir le plus promptement possible à la station suivante, pour y faire la mesure des angles horizontaux. La courte durée de la saison engageait impérieusement à hâter les opérations qui, d'après les journaux, ne purent commencer, en 1846 et 1847, que le

27 juin et le 13 juillet, et durent cesser le 2 et le 13 septembre, à cause de l'hiver qui approchait sur des stations d'une hauteur considérable, situées sous  $70^\circ$  de latitude.

Pour compléter les matériaux du journal imprimé, il est convenable de répéter ici les résultats relatifs à la longueur de la base d'ALTEN, qui sont exposés dans des articles antérieurs de notre ouvrage, et d'ajouter une notice sur le contrôle auquel la mesure de cette base a été soumise, par une jonction trigonométrique de ses deux moitiés. Nous avons trouvé :

*la longueur de la base d'ALTEN entre ses points extrêmes sur le terrain,*

1154,74489 toises d'après le journal de M. Lindhagen,

1154,74427 » » » » M. Klouman.

---

Moyenne 1154,74458 toises, voir T. I, p. 61.

Réduc. au niveau de la mer — 0,00065 » » T. II, p. 18.

Base réduite au niveau de la mer  $K^x = 1154,74393 \mp 0,00093$  toises. Voir T. II, p. 19.

$\log K^x = 3,0624856.88 \mp 3.51$  » » »

Parmi nos 10 bases, distribuées le long de l'arc total, il n'y a qu'une seule, celle de ÖFVER-TORNEA, qui ait été mesurée à deux reprises, voir T. I, p. 55 et 65. Les deux mesures ont donné deux valeurs identiques à 0,000175 toise = 0,128 pouce, ou à 1,15 millionième près. Quoique l'exactitude du résultat n'ait que très-peu gagné par le double travail, cependant cette répétition de l'opération a donné la conviction que chacune des deux mesures était exempte de toute méprise. Cette même conviction n'existait pas pour les autres bases, mesurées une seule fois, si ce n'était par la garantie, quoique moins directe, qui pouvait être puisée dans les deux journaux indépendants. Il y avait cependant un autre contrôle, pour trois des bases, par la voie suivante. Un point d'une base, situé à peu près à mi-chemin entre les termes, étant désigné sur le terrain, on peut comparer les deux moitiés par une triangulation auxiliaire, dans laquelle un point latéral a été ajouté aux trois stations de la base, de sorte qu'il se forme un quadrilatère entre les quatre points. Si dans cette figure, divisée en deux triangles distincts, les 6 angles ont été mesurés, ou au moins deux angles dans chaque triangle, les deux moitiés de la base sont en jonction réciproque, et on peut, en partant de la première moitié, calculer l'autre. L'accord entre la valeur mesurée et la valeur calculée de cette seconde moitié offre le contrôle désiré.

#### *Contrôle de la base d'ALTEN.*

Vis-à-vis de la base d'ALTEN AB, pl. XIX, se trouve la station C = RAFSHOLMEN. Sur le milieu de la base un point Z a été marqué, et les lignes mesurées, réduites à l'horizon de la mer, sont :

$$AZ = 587,93357 \text{ toises; } \log = 2,7693282.4$$

$$ZB = 566,81036 \text{ » ; } \log = 2,7534377.8$$

$$\text{Somme } AB = 1154,74393 \text{ » ; voir T. II, p. 19.}$$

Les mesures angulaires, faites sur les 4 stations par M. Lindhagen, se trouvent dans le journal publié ici. L'instrument employé était l'instrument universel d'Ertel. Je choisis la distance  $AZ$ , pour ligne de départ.

TRIANGLE  $CZA$ .

	Angles observés.	Angles plans.	Log des côtés.		
$C =$	$13^{\circ} 18' 13,93$	$13,92$	$2,7693282.4$	$\gamma = 89,05$	$\ominus = 5276,6 =$ $\frac{1}{3} (\beta^2 + \gamma^2 + [\beta + \gamma]^2)$
$Z =$	$76 14 20,55$	$20,54$			
$A =$	$90 27 25,56$	$25,54$	$3,4073688.5$	$\beta = -0,17$	
Somme	$180 0 0,04$	$0,00$			
	Corr. — $0,03$	$0,014$ Exc.			

TRIANGLE  $BZC$ .

$B =$	$64 40 3,67$	$3,33$	$3,4073688.5$	$\gamma = 9,96$	$\ominus' = 7807,0$
$Z =$	$103 45 52,84$	$52,50$			
$C =$	$11 34 4,51$	$4,17$	$2,7534514.7$	$\beta = 102,89$	
Somme	$180 0 1,02$	$0,00$			
	Corr. — $1,01$	$0,014$ Exc.			

Le dernier côté du second triangle est la valeur calculée de  $BZ$ . Nous avons :

$$\text{Valeur calculée de } BZ = 566,82825 \text{ toises; } \log = 2,7534514.7$$

$$\text{» mesurée » » } 566,81036 \text{ » ; » } = 2,7534377.8$$

$$\text{Différence } 0,01789 \text{ toise } U = -136.9.$$

Quelque petite que soit cette différence, elle est cependant bien plus grande que l'incertitude attribuée, T. II, p. 19, à la valeur de la base totale mesurée, dont l'erreur probable n'est que de 0,00093 toise. On devrait, par conséquent, admettre une incertitude bien plus grande dans la mesure de la base, si cette différence était reconnue avec une précision suffisante. Mais, ayant été déterminée à l'aide des deux triangles  $CZA$  et  $BZC$ , cette différence elle-même est sujette à l'incertitude que produit l'imperfection de la mesure des angles. Supposons que chacun des angles observés ait été sujet à une erreur moyenne de 1". Dans ce cas, il fallait s'attendre à une différence logarithmique  $U = \sqrt{(\ominus + \ominus')} = \sqrt{13083,6} = \mp 114.4$ .

Nous avons eu un  $U = -136.9$  et cette erreur est correspondante à une erreur moyenne d'un angle mesuré  $= \mp 136.9 : 114.4 = \mp 1.195$ , ou à une erreur probable  $= \mp 0.806$  d'un angle mesuré. D'après l'examen des écarts entre les 76 valeurs isolées des angles, que présentent les différentes mises, et leurs 6 moyennes, l'erreur probable d'un des 6 angles de ces deux triangles se trouve  $\mp 0.681$ , et doit même être plus grande que  $\mp 0.681$ , à cause des petites erreurs constantes, produites surtout par l'irrégularité des signaux. D'où suit finalement que la différence trouvée entre les valeurs, calculée et mesurée, de  $BZ$  s'explique entièrement par l'inexactitude qui subsiste dans la mesure des angles. Par conséquent, la recherche précédente indique, que le contrôle, fourni par les deux triangles, confirme l'exactitude de la mesure des deux moitiés de la base, en ce qu'il indique que les erreurs qui s'y peuvent trouver, sont trop petites pour être reconnues par cette opération. Le profit, donné par ce contrôle, est donc, proprement dit, dans la certitude qu'il n'y a pas dans la base mesurée de méprise grave, produite p. e. par l'omission d'une unité dans le nombre de règles etc. Quelque petit que soit ce profit, j'avais cru cependant devoir recommander le contrôle indiqué à MM. Klouman et Lindhagen, lorsqu'ils quittaient Poulkova pour se rendre à l'extrémité septentrionale de l'Europe, par la simple raison que la courte durée de la saison favorable, sous  $70^\circ$  de latitude, s'opposait à une double mesure de la base, et que, en cas de méprise reconnue plus tard, une répétition de la mesure, dans une seconde année, aurait dû occasionner une seconde expédition, aussi compliquée et aussi dispendieuse que celle de l'année 1850, et qui aurait réclamé un sacrifice d'un été entier.

## II. EXPLICATION DU JOURNAL IMPRIMÉ.

Le journal se divise en deux sections, l'une relative à la mesure des angles horizontaux, l'autre à celle des angles verticaux. Cette séparation se trouve déjà dans les cahiers d'observation manuscrits rédigés par les officiers norvégiens, cahiers dont l'Observatoire-Nicolas possède la copie complète et vérifiée, par les soins de M. Hansteen. Dans chaque section l'ordre chronologique a été choisi, pour numéroter les stations.

### a. *Les mesures angulaires horizontales des années 1846 et 1847, ou relatives aux triangles de continuation.*

D'ordinaire chaque station occupe une page. Exceptionnellement, pour quelques stations trop riches en chiffres ou en remarques, deux pages placées l'une en regard de l'autre ont été employées.

La *première* ligne horizontale de chaque station est composée du numéro, de son nom et de l'époque des observations. La *seconde* ligne contient les éléments qui servent à calculer les réductions au centre, savoir la longueur  $ic$ , ou la distance horizontale entre l'axe de l'instrument  $i$  et le centre  $c$  de la station.

et l'angle de direction de cette ligne  $ic$ , comparée avec la direction horizontale de l'une des stations lointaines. Nous avons p. e. pour la première station TYVEN =  $\mathbb{C}$ ,  $ic = 1,549$  toise, et  $ci\mathbb{C} = 179^\circ 18'0$ , angle que forment à l'instrument  $i$ , les deux directions horizontales  $ic$  et  $i\mathbb{C}$ , cette dernière lettre  $\mathbb{C}$  désignant la station JEMMELUFT-OIVI. Cet angle est toujours compté de gauche à droite.

Le premier tableau qui suit, porte l'inscription *Directions lues*. Il contient les lectures faites sur le cercle horizontal, et qui sont relatives soit aux différents objets pointés, soit aux mises successives. Dans les tableaux, les stations pointées sont désignées par les lettres  $\mathfrak{A}$ ,  $\mathfrak{B}$ ... $\mathfrak{X}$ , conformément aux synonymes établis T. II, p. 108 à 111, et aux figures de la planche XIX. Chaque mise fournit une ligne horizontale. Toutes les observations du même objet forment une seule colonne verticale. Parmi les objets pointés, se trouve dans la première colonne verticale, le centre de la station  $c$  vu de l'instrument  $i$ . Il a suffi de donner les directions de ce centre jusqu'aux décimales de la minute. Sur cette colonne repose la direction moyenne du centre de la station, vu de l'instrument, direction placée au-dessus du tableau.

Les chiffres des différentes colonnes donnent les lieux des objets sur le cercle, fournis par la lecture moyenne des deux microscopes, chaque lecture ayant été corrigée pour la différence entre les révolutions des micromètres et 10 minutes.

Au bas du tableau se trouvent, dans une ligne horizontale, les différentes réductions au centre =  $r$ , qui appartiennent aux stations pointées. Comme le centre de la station, dans les triangles de continuation, est sans exception identique avec l'axe du signal, il n'y a point de réduction des objets =  $\varrho$ , pour les mesures des années 1846 et 1847.

Les cahiers originaux contiennent des particularités, relatives aux circonstances extérieures des observations. Ces remarques, écrites en langue norvégienne, ont été traduites, autant que possible verbalement, et sans omission. Elles sont placées au-dessous du premier tableau, immédiatement après la ligne qui contient les réductions au centre.

Le second tableau de chaque station contient les *angles minimales* \*), non réduits au centre, fournis par les différentes mises du premier tableau; puis leurs moyennes. Au-dessous de ces moyennes sont placées les réductions au centre  $r'$ , relatives à ces angles. Ces  $r'$  sont les différences entre les deux  $r$  successifs du premier tableau. Ayant eu à TYVEN =  $\mathbb{C}$ , pour  $\mathbb{E}$  et  $\mathbb{D}$ ,  $r = + 0''23$  et  $- 12''60$ , nous trouvons pour l'angle  $\mathbb{D} - \mathbb{E}$  la réduction  $r' = - 12''60 - 0''23 = - 12''83$ .

\*) Pour avoir une expression brève, je désignerai dorénavant par *angle minime* chaque angle entre deux directions observées l'une immédiatement après l'autre. Tel angle a été nommé par moi, dans les expositions antérieures, *angle de la plus courte durée*, et il est opposé à l'*angle composé*, qui comprend plusieurs angles minimes. J'ai préféré l'expression *angle minime* à celle d'*angle simple*, qui pouvait être pris comme opposé à l'*angle multiple* c'est à dire à l'angle mesuré plusieurs fois.



Puis viennent dans la dernière ligne, *les angles minimes moyens*, réduits au centre, ou *les angles minimes définitifs*, fournis par la totalité des mises, avec l'indication en parenthèses du nombre des mises, sur lesquelles repose chaque angle. Ces angles définitifs sont identiques, à de légères différences près, avec ceux de la colonne qui porte, T. II, p. 108 à 111, l'inscription: *Angles observés*. Je parlerai plus-tard sur ces différences.

Quelquefois, j'ai eu l'occasion d'ajouter à la fin des tableaux d'une station, certaines remarques. Elles sont indiquées par l'inscription: *Remarque de Struve*.

*b. Les mesures angulaires horizontales de l'année 1850, ou relatives aux triangles de rattachement entre la base et le côté fondamental.*

L'arrangement du journal de 1850 est semblable à celui de 1846, 47. Il y a cependant quelques différences.

En 1850, les différents couples de mises qui forment les mises doubles, sont convenablement espacés dans les tableaux des directions lues, et je remarque que dans chaque mise double, sans exception, la ligne horizontale supérieure est celle des chiffres obtenus par le mouvement positif de l'instrument, ou de gauche à droite, en pointant successivement les différents objets; tandis que la ligne inférieure contient les chiffres qu'a fournis le mouvement opposé de l'instrument, ou de droite à gauche. Pour les trois stations de la base, *A*, *B* et *Z*, il y a, à côté des réductions *r* relatives à la position excentrique de l'instrument, encore des réductions  $\rho$ , qui se rapportent à la position excentrique des trois signaux construits à côté des trois points de la base fixés dans le terrain.

Le second tableau contient ici non pas les angles minimes, mais les directions relatives à l'objet de départ, situé le plus à gauche. Les moyennes placées en bas des colonnes verticales fournissent, après l'application des différences entre la réduction au centre pour l'objet de départ, et celles des autres objets, les directions moyennes relatives, réduites au centre, ou les *directions définitives*. Ces directions définitives sont identiques, à de légères différences près, avec celles de la colonne qui porte, T. II, p. 102 à 105, l'inscription: *Directions observées*.

*c. Mesures angulaires verticales, des années 1846, 47 et 1850.*

Le journal imprimé donne immédiatement les distances au zénith, observées successivement sur chaque station, avec leurs moyennes. Il contient en outre les renseignements sur les différences linéaires verticales, entre l'axe horizontal de l'instrument, les points de mire sur le signal et la surface du terrain, ainsi que l'indication de l'objet de pointé sur les signaux éloignés. Un renvoi en tête de chaque station indique la

page, où sont imprimées les observations horizontales de la même station. Les observations ont été faites sur toutes les stations à l'aide de l'instrument de Repsold. Seulement pour Bugten il y a une seconde série de distances zénithales, déterminées par M. Lindhagen avec l'instrument d'Ertel. Je désignerai dans le texte :

- a) par  $x$  la hauteur de l'axe horizontal de l'instrument au-dessus du terrain;
- b) par  $S$  le bord supérieur de l'amas de pierres qui entoure le bas du signal, et par  $s$  la hauteur de ce bord au-dessus du terrain;
- c) par  $T$  le milieu du tonneau fixé sur le signal, et par  $t$  la hauteur de ce milieu au-dessus du terrain,
- d) par  $U$  le point supérieur du poteau du signal, dans l'endroit où les contrefiches y entrent, et par  $u$  la hauteur de ce point au-dessus du terrain.



## TABLEAUX DES MESURES ANGULAIRES HORIZONTALES.

I. TYVEN = G. 1846. JUN 27.

 $a = 1,5490$  toise. Angle  $c\text{--}G = 179^\circ 18,0$ .*Directions lues.*

	Centre $c$	G	D	B	H
1		85° 53' 21,5	125° 36' 38,8	179° 2' 53,4	238° 19' 31,4
2		262 9 49,2	301 53 3,0	355 19 29,7	54 36 22,0
3		54 26 19,2	94 9 29,3	147 35 56,2	206 52 41,1
4		206 53 35,0	246 36 55,5	300 3 23,2	359 20 17,6
5		359 51 32,1	39 34 49,1	43 1 5,8	152 17 36,0
6	152° 17,6	331 28 1,4	11 11 28,5	64 37 34,5	123 54 25,7
7	123 54,4	303 13 10,5	342 56 24,4	36 22 43,7	95 39 43,3
8	95 39,7	274 59 41,2	314 43 2,5	8 9 22,5	67 26 11,5
9	67 26,2	246 45 23,0	286 28 35,3	339 54 48,8	39 11 50,3
10	39 11,8	218 35 8,0	258 18 17,0	311 44 34,9	11 1 32,7
11	11 1,5	190 18 2,6	230 1 15,8	283 27 32,0	342 44 26,1
12	342 44,4	162 2 39,8	201 45 53,0	255 12 8,1	314 29 1,0
$r =$		+ 0,23	— 12,60	— 61,48	— 81,72

1 à 12. Depuis 2<sup>h</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup>25.  $\beta = 726,0$  à  $724,9$  millim.;  $\tau = + 10,2$  à  $+ 8,0R$ . Vent E faible, au commencement; plus tard fort. Soleil clair. Air transparent.

*Angles minimes.*

	D — G	B — D	H — B
	39° 43' 17,3	53° 26' 14,6	59° 16' 38,0
	13,8	26,7	52,3
	10,1	26,9	44,9
	20,5	27,7	54,4
	17,0	16,7	30,2
	27,1	6,0	51,2
	13,9	19,3	59,6
	21,3	20,0	49,0
	12,3	13,5	61,5
	9,0	17,9	57,8
	13,2	16,2	54,1
	13,2	15,1	52,9
Moyenne	39 43 15,74	53 26 18,38	59 16 50,49
$r' =$	— 12,83	— 48,88	— 20,24
Angle définitif	39 43 2,91	53 25 29,50	59 16 30,25

(12)

(12)

Remarque de Struve. M. Lindbagen a rejeté le cinquième angle H — B, qui s'écarte de 22<sup>e</sup> de la moyenne des autres. = 59° 16' 32,10.

2. FUGLENAES = M. 1846. JUIN 30.

 $a = 1,2803$  toise. Angle  $ciG = 90^\circ 24',6$ .*Directions lues.*

	Centre $c$	G	D	B
1		253° 14' 33,6	314° 44' 7,3	353° 28' 3,1
2		353 22 23,3	54 51 55,8	93 35 59,3
3	93° 36,0	184 15 56,2	245 45 31,3	284 29 29,0
4	284 29,5	14 54 36,5	76 24 20,2	115 8 15,5
5	115 8,3	205 27 9,1	266 56 46,8	305 40 40,7
6	305 40,7	36 4 53,8	97 34 30,3	136 18 24,4
7	136 18,4	226 42 1,9	288 11 38,6	326 55 38,5
8	326 55,6	57 32 14,4	119 2 1,9	157 46 0,5
9	157 46,0	248 5 18,7	309 34 59,1	348 18 58,8
10	348 19,0	78 27 46,6	139 57 26,3	178 41 23,1
11	178 41,4	269 6 10,5	330 35 46,9	9 19 50,9
12	9 19,2	99 45 3,3	161 14 46,5	199 58 47,5
$r =$		+ 142,66	+ 7,41	- 10,75

1 à 12. Depuis 0<sup>h</sup> jusqu'à 3<sup>h</sup>.  $\beta = 759,9$  à  $759,8$  millim.;  $\tau = + 10,7$  à  $+ 11,7 R$ . Vent E faible, mais inégal. Soleil clair; quelques nuages.

*Angles minimes.*

	D — G	B — D
	61° 29' 33,7	38° 43' 55,8
	32,5	63,5
	35,1	57,7
	43,7	55,3
	37,7	53,9
	36,5	54,1
	36,7	59,9
	47,5	58,6
	40,4	59,7
	39,7	56,8
	36,4	64,0
	43,2	61,0
Moyenne	61 29 38,59	38 43 58,36
$r' =$	- 2 15,25	- 18,16
Angle définitif	61 27 23,34	38 43 40,20
	(12)	(12)

## 3. HAAJEN = B. 1846. JUILLET 2.

 $a = 1,091$  toise. Angle  $c:\mathcal{N} = 172^{\circ} 54',0$ .*Directions lues.*

	Centre c	$\mathcal{N}$	$\mathcal{G}$	$\mathcal{D}$
1		$4^{\circ} 38' 54,6$	$25^{\circ} 11' 20,1$	$133^{\circ} 49' 23,0$
2		306 56 59,6	327 29 32,0	76 7 38,7
3		249 7 42,8	269 40 22,8	18 18 17,1
4		191 10 52,2	211 43 29,0	320 21 27,9
5	$320^{\circ} 21,5$	133 22 7,6	153 54 49,5	262 32 45,4
6	262 32,8	75 28 49,2	96 1 27,9	204 39 26,5
7	204 39,4	17 33 12,2	38 5 58,2	146 43 46,8
8	146 43,8	319 39 15,8	340 11 53,5	88 49 45,4
9	88 49,8	261 37 15,4	282 10 4,3	30 48 20,3
10	30 48,3	203 34 17,1	224 6 58,5	332 44 56,2
11	332 44,9	145 41 1,1	166 13 38,3	274 51 38,5
12	274 51,6	87 41 15,3	108 13 55,9	216 51 52,9
13	216 51,9	29 51 51,2	50 24 36,5	159 2 26,8
14	159 2,4	331 57 24,1	352 30 7,0	101 8 5,9
$r =$		$+ 6,10$	$- 10,09$	$- 14,07$

1 à 14. Depuis  $0^h$  jusqu'à  $4^h$ .  $\beta = 730,0$  à  $730,4$  millim.;  $\tau = + 11,4$  à  $+ 13,0 R$ . Vent inégal SSE.  
Soleil clair. Air transparent.

*Angles minimes.*

	$\mathcal{G} - \mathcal{N}$	$\mathcal{D} - \mathcal{G}$
	$20^{\circ} 32' 25,5$	$108^{\circ} 37' 62,9$
	32,4	66,7
	40,0	54,3
	36,8	58,9
	41,9	55,9
	38,7	58,6
	46,0	48,6
	37,7	51,9
	48,9	76,0
	41,4	57,7
	37,2	60,2
	40,6	57,0
	45,3	50,3
	42,9	58,9
Moyenne	$20 32 39,66$	$108 37 58,42$
$r =$	$- 16,19$	$- 3,98$
Angle définitif	$20 32 23,47$	$108 37 54,44$

(14)

(14)

4. AVIO-VAARA = D. 1846. JUILLET 29.

 $a = 1,422$  toise. Angle  $c\alpha\beta = 47^\circ 17,5$ .

Directions lues.

	Centre c	$\beta$	$\mathfrak{M}$	$\mathfrak{N}$	$\mathfrak{O}$	$\mathfrak{P}$
1	322° 20,8	9° 42' 43,9	44° 10' 26,5	94° 22' 37,4	124° 29' 22,4	
2	124 29,4	171 57 13,3	206 24 46,5	256 36 52,8	286 43 39,1	
3	286 33,6	334 3 59,8	8 31 41,7	58 43 47,5	88 50 41,3	
4		140 16 46,3	174 44 26,7	224 56 39,5	255 3 25,3	
5	255 3,4	302 16 13,9	336 43 56,1	26 56 1,1	57 2 53,8	
6	57 2,9	104 18 55,5	138 46 36,5	188 58 43,9	219 5 37,8	
7	219 5,6	266 16 42,0	300 44 26,7	350 56 41,5	21 3 24,2	
8	21 3,4	68 20 7,1	102 47 50,3	152 59 51,3	183 6 50,4	
9	183 6,8	230 30 49,4	264 58 45,7	315 10 30,6	345 17 22,2	
10		31 38 5,8	66 5 47,4	116 17 53,0	146 24 42,8	
11	146 24,7	193 47 58,9	228 15 37,6	278 27 39,9	308 34 24,4	
12	308 34,4	355 44 48,7	30 12 30,9	80 24 35,2	110 31 21,2	
13	110 31,4	157 49 0,6	192 16 50,6		272 35 38,4	
14	272 35,6	319 43 43,0	354 11 29,4		74 30 20,6	
$r =$		+ 14,16	+ 14,46	+ 8,76	+ 6,06	

1 à 14. Depuis  $0^h,5$  jusqu'à  $4^h,75$ .  $\beta = 710,0$  à  $709,3$  millim.;  $\tau = + 16^s,5$  à  $+ 16^s,8$  R. Au commencement calme, plus tard des coups de vent de SO et OSO. Ciel clair au commencement, vers la fin ciel couvert et brumeux.

13. NUPPI-VAARA =  $\mathfrak{M}$  devient indistinct à cause du brouillard.

14. Les brouillards qui augmentent, empêchent la continuation des observations.

Angles minimes.

	$\mathfrak{M} - \beta$	$\mathfrak{M} - \mathfrak{N}$	$\mathfrak{P} - \mathfrak{M}$	$\mathfrak{P} - \mathfrak{N}$
	34° 27' 42,6	50° 12' 10,9	30° 6' 45,0	80° 18' 47,8
	33,2	6,3	46,3	51,2
	41,9	5,8	53,8	
	40,4	12,8	45,8	
	42,2	5,0	52,7	
	41,0	7,4	53,9	
	44,7	14,8	42,7	
	43,2	1,0	59,1	
	56,3	11 44,9	51,6	
	41,6	12 5,6	49,8	
	38,7	2,3	44,5	
	42,2	4,3	46,0	
	50,0			
	46,4			
Moyenne	34 27 43,17	52 12 5,09	30 6 49,27	80 18 49,50
$r' =$	+ 0,30	— 5,70	— 2,70	— 8,40
Angle définitif	34 27 43,47	52 11 59,39	30 6 46,57	80 18 41,10
	(14)	(12)	(12)	(2)

Remarque de STRUVE. M. Lindbagen a rejeté le 9-me angle  $\mathfrak{M} - \mathfrak{N}$ , vu qu'il s'écarte de  $22''$  du milieu des autres 11, qui est  $52^\circ 12' 1,23$

6. BÄLJATZ-VAARA =  $\mathfrak{N}$ . 1846. Août 10. $a = 1,913$  toises. Angle  $c\Omega = 31^{\circ} 26',5$ .*Directions lues.*

	Centre $c$	$\Omega$	$\mathfrak{N}$	$\mathfrak{P}$
1	89° 16,3	120° 45' 21,1	209° 40' 51,3	237° 9' 43,4
2	236 33,1	268 1 37,2	356 57 6,1	24 25 56,6
3	24 25,9	55 54 2,5	144 49 32,2	172 18 18,9
4	172 18,3	203 44 4,7	292 39 30,8	320 8 20,2
5	320 8,3	351 26 47,6	80 22 24,6	107 51 15,4
6	107 51,3	139 16 3,1	228 11 35,5	255 40 18,8
7	255 40,3	287 5 59,8	16 1 37,4	43 30 22,1
8	43 30,4	75 4 21,8	163 59 56,3	191 28 44,0
9	191 28,7	222 56 37,3	311 52 5,4	339 20 49,4
10	339 20,8	10 44 4,9	99 39 40,5	127 8 25,0
11		10 44 41,3	99 40 13,0	127 8 55,9
$r =$		+ 16,34	+ 16,68	+ 18,10

1 à 11. Depuis 1<sup>h</sup> jusqu'à 5<sup>h</sup>.  $\beta = 714,0$  à 713,9 millim.;  $\tau = + 13^{\circ},5$  à  $+ 15^{\circ},7$  R. Vent SSO fort. Depuis 1<sup>h</sup> à 3<sup>h</sup> ciel couvert; puis jusqu'à 5<sup>h</sup> temps clair. Plus tard les signaux d'ÄTJIK =  $\Omega$  et de ZHJARA-VAARA =  $\mathfrak{N}$  deviennent invisibles, par un air de plus en plus épais.

*Angles minimes.*

	$\mathfrak{N} - \Omega$	$\mathfrak{P} - \mathfrak{N}$
	88° 55' 30,2	27° 28' 52,1
	28,9	50,5
	29,7	46,7
	26,1	49,4
	37,0	50,8
	32,4	43,3
	37,6	44,7
	34,5	47,7
	28,1	44,0
	35,6	44,5
	31,7	42,9
Moyenne	88 55 31,98	27 28 46,96
$r' =$	+ 0,34	+ 1,42
Angle définitif	88 55 32,32	27 28 48,38
	(11)	(11)

5. SPJELEGA = B. 1846. AOÛT 5 ET 6.

 $a = 1,509$  toises. Angle  $\alpha R = 73^\circ 16',2$ .*Directions lues.*

	Centre c	R	Q	R	Q	D
1	78° 31',9	151° 35' 14",0		276° 13' 16",5	340° 41' 11",4	12° 55' 1",8
2	12 55,0	86 8 10,0		210 46 16,1	275 14 7,4	307 28 0,4
3	307 28,0	20 46 24,3		145 24 10,4	209 52 13,7	242 6 10,5
4	198 27,6	271 43 29,0		36 21 27,2		
5	198 24,1	271 43 42,6		36 21 36,0		133 3 20,7
6	133 3,3	206 20 19,6		330 58 6,7		67 39 55,0
7	67 39,9	140 56 8,6		265 34 5,6		2 15 51,4
8	2 15,9	75 28 13,7		200 6 9,4		296 47 50,7
9	296 47,8	10 8 6,9		134 46 3,3		231 27 46,1
10	231 27,8	304 51 36,5		69 29 16,0		166 11 13,8
11	166 11,2	239 25 52,6		4 3 43,3		100 45 36,6
12	100 45,6	174 7 45,5		298 45 30,4		35 27 32,0
13	35 27,5	108 45 14,2		233 23 7,1		330 4 44,9
14	330 4,7	43 16 24,7		167 54 9,4		264 35 58,9
15	264 36,0	337 52 34,6		102 30 23,9		199 12 12,0
16		30 4 2,4	63° 20' 35",9			
17		63 19 13,9	96 35 44,1			
18		96 36 11,9	129 52 52,1			
19		129 52 38,8	163 9 14,9			
20		163 10 55,6	196 27 28,4			
21		196 13 40,2	229 30 18,1			
22		229 31 9,3	262 47 41,6			
23		204 2 23,1	227 18 54,8			
24		.		354 9 2,5	58 36 56,5	
25		294 2 24,4	227 19 1,8			
26		262 2 38,9	295 19 14,3			
27				24 52 2,0	89 19 54,7	
28				320 6 57,5	24 34 47,8	
29				37 53 51,6	102 21 50,5	
30				37 53 56,3	102 21 45,5	
31				102 23 14,7	166 51 7,3	
32				166 24 59,5	230 52 50,4	
33				230 47 58,2	295 15 52,8	
r =		+ 25",70	+ 14",50	- 8",37	- 12",15	- 18",60



## 5. Continuation.

- 1 à 3. Depuis 6<sup>h</sup> jusqu'à 8<sup>h</sup>.  $\beta = 716,0$  à  $716,4$  millim.;  $\tau = + 19^{\circ}0$  à  $17^{\circ}1 R$ . Vent O faible, plus tard SO fort. Depuis 6<sup>h</sup> jusqu'à 7<sup>h</sup>5 clair. Plus tard l'air devient de plus en plus épais. Enfin orage et pluie qui empêchent la continuation des observations. Le signal d'АТІІХ =  $\Omega$  a été toujours invisible.
- 4 à 33. Depuis 20<sup>h</sup> jusqu'à 4<sup>h</sup>.  $\beta = 713,6$  à  $711,3$  millim.;  $\tau = + 14^{\circ}6$  à  $+ 18^{\circ}8 R$ . Vent SO. tantôt faible, tantôt fort. Images ondulantes. L'orage interrompt souvent le travail.
- 4 à 15. Le signal d'АТІІХ =  $\Omega$  est invisible.
- 4 à 23. Le signal de ЛОНДИЗНЮКИ =  $\mathcal{E}$  est invisible.
23. L'air épais interrompt les observations pour quelque temps.

## Angles minimales.

$\Omega - \mathcal{R}$	$\mathcal{N} - \mathcal{R}$	$\mathcal{E} - \mathcal{N}$	$\mathcal{D} - \mathcal{N}$	$\mathcal{D} - \mathcal{E}$
33° 16' 33,5	124° 37' 62,5	64° 27' 54,9	96° 41' 44,7	32° 13' 50,4
30,2	66,1	51,3	48,3	53,0
40,2	46,1	63,3	45,8	56,8
36,1	58,2	54,0	41,3	
32,8	53,4	52,7	42,8	
37,9	47,1	50,3	57,8	
32,3	57,0	58,9	53,3	
31,7	55,7	49,2	61,6	
37,4	56,4	52,6	37,8	
35,4	39,5	50,9	49,5	
	50,7	54,6	48,1	
	44,9			
	52,9			
	44,7			
	49,3			
Moyenne 33 16 34,75	124 37 52,30	64 27 53,88	96 41 48,27	32 13 53,40
$r' =$ — 11,20	— 34,07	— 3,78	— 10,23	— 6,45
Angle défin. 33 16 23,55	124 37 18,23	64 27 50,10	96 41 38,04	32 13 46,95
(10)	(18)	(11)	(11)	3)

7. ATJICK =  $\Omega$ . 1846. AOÛT 14. $a = 1,185$  toise. Angle  $c:\Omega = 53^\circ 49,7$ .*Directions lues.*

	Centre $c$	$\Omega$	$\mathfrak{P}$	$\mathfrak{R}$
1	30° 27,9	84° 12' 26,6	112° 57' 12,8	143° 16' 25,5
2	143 16,4	197 5 56,9	225 50 48,4	256 9 52,0
3	256 9,9	309 58 3,6	338 42 56,8	9 2 5,6
4	9 2,1	62 40 42,5	91 25 29,5	121 44 27,9
5	121 44,5	175 44 31,7	204 29 23,1	234 48 28,2
6	234 48,5	288 43 1,1	317 27 48,6	347 46 53,2
7	347 46,9	41 37 56,6	70 22 48,3	100 41 49,4
8	100 41,8	154 27 21,3	183 12 8,3	213 31 13,1
9	213 31,2	267 32 8,3	296 16 56,5	326 36 0,2
10	326 36,0	20 24 41,7	49 9 28,9	79 28 28,0
11	79 28,5	133 8 23,4	161 53 19,1	192 12 25,9
12	192 12,4	246 3 48,1	274 48 36,0	305 7 38,4
13	305 7,6	358 58 32,3	27 43 23,0	58 2 29,6
14	58 18,7	112 10 4,5	140 54 50,1	171 13 51,2
15	173 49,0	227 40 5,0	256 24 59,5	286 44 3,7
$r =$		+ 8,30	+ 11,78	+ 17,86

1 à 15. Depuis 3<sup>A</sup> jusqu'à 8<sup>A</sup>.  $\beta = 707,5$  à 707,4 millim.;  $\tau = + 12,7$  à  $+ 10,7 R$ . Vent S faible de 3<sup>A</sup> à 4<sup>A</sup>; depuis SSO un peu plus fort. Air transparent.

*Angles minimes.*

	$\mathfrak{P} - \Omega$	$\mathfrak{R} - \mathfrak{P}$
	28° 44' 46,2	30° 19' 12,7
	51,5	3,6
	53,2	8,8
	47,0	18 58,4
	51,4	19 5,1
	47,5	4,6
	51,7	1,1
	47,0	4,8
	48,2	3,7
	47,2	18 59,1
	55,7	19 6,8
	47,9	2,4
	50,7	6,6
	45,6	1,1
	54,5	4,2
Moyenne	28 44 49,68	30 19 4,20
$r' =$	+ 3,48	+ 6,08
Angle définitif	28 44 53,16	30 19 10,28
	(15)	(15)

## 10. LOHDIZHJOKKI. 1846. AOÛT 29 à SEPTEMBRE 4.

(La continuation des observations voyez 1847. Sept. 12.)

$$a = 1,186 \text{ toise. Angle } c\text{D} = 70^{\circ} 10',9.$$

## Directions lues.

	Centre c	D	ⓑ	ⓓ	ⓔ	ⓕ
1	150° 52,1	221° 7' 36,0				
2	330 42,2	40 57 23,2	73° 57' 21,1	100° 44' 28,7	158° 55' 27,5	
3	236 20,1	306 30 41,5	339 30 41,5	6 17 49,2	64 28 57,4	
4	64 29,0	134 40 49,3	167 40 51,8	194 28 8,4	252 39 14,8	
5	252 39,2	322 48 5,4	355 48 5,4	22 35 15,5	80 46 24,9	
6	80 46,4	151 0 12,9	184 0 13,4	210 47 33,1	268 58 38,5	
7	268 58,6	339 6 28,5	12 6 30,2	38 53 37,3	97 4 40,4	
8	97 4,7	167 13 42,3	200 13 41,6	227 0 48,8	285 11 53,0	
9	285 11,9	355 26 12,9	28 26 13,7	55 13 24,9	113 24 30,6	
10			76 11 8,1	102 58 13,5	161 9 27,9	238° 59' 3,1
11			246 26 51,8	273 13 58,8	331 25 5,5	49 14 47,2
12	49 13,2	119 15 25,2	152 15 25,5	179 2 34,1	237 13 43,5	
13		247 56 17,9	280 56 15,1	307 43 23,2	5 54 35,8	83 44 8,2
14			83 45 25,6	110 32 32,4	168 43 41,3	246 33 16,0
$r =$		+ 15,43	+ 9,38	+ 8,18	— 2,45	— 8,73

1. Août 29, 20<sup>h</sup>.  $\beta = 712,95$  millim.;  $\tau = + 8,2$ . Vent faible. Air épais. АВТО-ФААРА était le seul objet distinctement visible, l'observation des angles horizontaux a été abandonnée, et il fallait se contenter d'observer la distance au zénith d'АВТО-ФААРА.

2 à 9. Sept. 2. Depuis 21<sup>h</sup> jusqu'à 24<sup>h</sup>.  $\beta = 700,45$  à 700,45 millim.;  $\tau = + 6,7$  à  $+ 7,4$  R. Vent SSO fort. Au commencement air transparent. Plus tard il devint de plus en plus épais, et il faut abandonner l'observation. Les signaux situés du côté nord ⓕ, ⓓ, ⓕ. ont été invisibles pendant tout le temps.

10 à 14. Sept. 4. Depuis 3<sup>h</sup> jusqu'à 4<sup>h</sup>.5.  $\beta = 704,55$  à 701,1 millim.;  $\tau = + 7,0$  à  $+ 7,2$  R. Vent SO faible. Ciel couvert.

14. Le vent change au NO; pluie. Il faut cesser de travailler.

Après avoir on vain attendu un temps serein, le 5 et le 6 sept., nous avons terminé les travaux de cette année. Un grand froid venait de rendre insupportable le séjour à l'air libre, sur la montagne. Aussi fallait-il profiter du départ du bateau à vapeur, pour retourner à Christiania.

## Angles minimes.

	ⓑ — D	ⓓ — ⓑ	ⓔ — ⓓ	ⓕ — ⓔ
	32° 59' 57,9	26° 47' 7,6	58° 10' 58,8	77° 49' 35,2
	60,0	7,7	68,2	41,7
	62,5	16,6	66,4	32,4
	60,0	10,1	69,4	34,7
	60,5	19,7	65,4	
	61,7	7,1	63,1	
	59,3	7,2	64,2	
	60,8	11,2	65,7	
	60,3	5,4	74,4	
	57,2	7,0	66,7	
		8,6	69,4	
		8,1	72,6	
		6,8	68,9	
Moyenne	32 59 60,02	26 47 9,47	58 10 67,17	77 49 36,00
$r' =$	— 6,05	— 1,20	— 10,63	— 6,28
Angle définitif	32 59 53,97 (10)	26 47 8,27 (13)	58 10 56,54 (13)	77 49 29,72 en 1846 (4) } 77 49 27,44 en 1847 (3) } 77 49 28,74. (7)

8. ZHJARA-VAARA. 1846. AOÛT 17, 18 ET 20.

$a = 1,541$  toise. Angle  $c: M = 60^{\circ} 39',0$ .

*Directions lues.*

	Centre c	M	5	8	D	3	R	Q
1	138°56,5	199°30'41,8			277°18' 7,4	326° 9' 0,5	354° 2'55,0	26° 3'34,5
2	26 3,6	86 42 3,1			164 29 18,2			
3	164 33,0	225 10 46,6			302 58 9,5			
4	302 58,1	3 39 38,7			81 26 49,5			
5	81 25,1	142 0 42,5			219 48 0,1			
6	219 50,3	280 26 50,7			358 14 6,0			
7	358 12,4	58 57 46,1			136 44 58,9			
8	136 45,8	197 25 0,4			275 12 9,1			
9	275 12,2	335 54 59,7			53 42 16,3			
10	53 40,4	114 18 30,7			192 5 49,0			
11				230° 1'43,7	269 56 4,5			
12				65 30 10,8	105 24 19,6			
13		269 56 38,0			347 43 49,0			
14		347 43 32,0			65 30 49,6			
15				105 25 32,3	145 19 49,7			
16				145 19 10,5	185 13 29,6			
17		185 25 29,9			263 12 42,9	312 3 48,8	339 57 44,1	11 58 16,9
18		167 50 30,5			245 37 48,3			
19		11 58 34,0		49 51 29,4	89 45 42,3			
20		89 59 51,9			167 47 3,3			
21				245 41 14,4	285 35 36,9			
22				285 39 16,1	325 33 35,1			
23				325 33 31,7	5 27 51,3			
24					36 1 30,7	84 52 32,7	112 46 27,0	144 47 1,6
25					144 38 5,2	193 29 12,6	221 23 59,5	253 23 38,2
26					253 29 25,6	302 20 24,2		
27				265 17 9,4	305 11 25,9			
28				305 13 24,4	345 7 42,6			
29						33 58 55,7	61 52 48,8	93 53 26,0
30					93 52 13,8	142 43 16,2	170 37 12,3	202 37 48,4
31					206 25 17,5	255 16 23,9	283 10 10,6	315 10 47,0
32					315 12 59,7	4 4 5,9	31 58 6,9	63 58 42,5
33					63 53 36,5	112 44 39,7	140 38 35,3	172 39 12,7
34					174 0 5,0	222 51 8,0	250 45 6,8	282 45 42,2
35		282 48 20,2	283°27'19,3					
36		283 38 39,7	284 17 41,3					
37		284 17 42,3	284 56 36,7					
38		284 57 20,3	285 36 15,2					
39		285 36 13,9	286 15 9,4					
40		286 15 21,6	286 54 18,7					
41		286 54 38,2	287 33 28,8					
42		287 35 27,4	288 14 19,2					
43		288 14 42,8	288 53 35,9					
44		288 59 29,8	289 38 27,7					
r=		+ 14,15	+ 8,31	+ 13,72	+ 10,51	- 3,52	- 8,98	- 12,32

8. ZUJARA - VAARA. (Continuation.)

- 1 à 23. Août 17 et 18. Depuis 23<sup>h</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup>75.  $\beta = 682,3$  à  $682,6$  millim.;  $\tau = + 12;3$  à  $+ 8;3 R$ . Vent SO fort. Images ondulantes.
23. L'air épais qui s'élève et le vent empêchent la continuation du travail pour ce jour.
- 24 à 26. Août 18. Depuis 21<sup>h</sup> jusqu'à 22<sup>h</sup>.  $\beta = 685,0$  à  $684,9$  millim.;  $\tau = + 9;0$  à  $+ 9;0 R$ . Vent SO faible. Ciel couvert. La pluie qui commence à tomber met fin au travail.
- 27 à 44. Août 20. Depuis 1<sup>h</sup> jusqu'à 7<sup>h</sup>.  $\beta = 684,45$  à  $685,60$  millim.;  $\tau = + 12;9$  à  $+ 10;3 R$ . Vent SO très-faible de 0<sup>h</sup> à 4<sup>h</sup>. Presque calme depuis 4<sup>h</sup> à 6<sup>h</sup>. Calme total de 6<sup>h</sup> à 7<sup>h</sup>. Air transparent.

Angles minimales.

	§ — M	D — M	D — P	P — D	M — P	D — M	P — M
	0°38'59,1	77°47'25,6	39°54'20,8	48°50'53,1	27°53'54,5	32° 0'39,5	37°52'55,4
	61,6	15,1	8,8	65,9	55,3	32,8	
	54,4	22,9	17,4	62,0	54,3	34,6	
	54,9	10,8	19,1	67,4	53,3	32,3	
	55,5	17,6	12,9	58,6	53,1	37,2	
	57,1	15,3	22,5	62,4	56,1	36,1	
	50,6	12,8	19,0	66,4	46,7	36,4	
	51,8	8,7	19,6	66,2	61,0	35,6	
	53,1	16,6	16,5	63,2	55,6	37,4	
	57,9	18,3	18,2	63,0	58,8	35,4	
		11,0					
		17,6					
		13,0					
		17,8					
		11,4					
Moyenne	0 38 55,60	77 47 15,63	39 54 17,48	48 50 62,82	27 53 54,87	32 0 35,73	37 52 55,40
r'	— 5,84	— 3,64	— 3,21	— 14,03	— 5,46	— 3,34	— 0,43
Angle définitif.	0 38 49,76	77 47 11,99	39 54 14,27	48 50 48,79	27 53 49,41	32 0 32,39	37 52 54,97
	(10)	(15)	(10)	(10)	(10)	(10)	(1)

Remarque de Struve. On trouve dans le tableau d'après M. Lindhagen, p. 110, encore l'angle minime définitif  $\Omega - \mathcal{P} = 59^{\circ} 54' 24,75$  (1). Mais il n'existe, dans notre tableau des directions, aucune mise, où l'observation de  $\mathcal{M}$  n'ait pas été intermédiaire entre celles de  $\mathcal{P}$  et  $\Omega$ . Cependant la première mise donne la valeur définitive  $(\Omega - \mathcal{M}) + (\mathcal{M} - \mathcal{P}) = 59^{\circ} 54' 25,20$ , qui ne diffère que de 0,45 de la valeur  $59^{\circ} 54' 24,75$  du tableau p. 110, et seulement par suite d'une réduction pas entièrement exacte.

9. NUPPI-VAARA. 1846. AOÛT 23 ET 24.

 $a = 1,146$  toiso. Angle  $\alpha\beta = 86^\circ 1',5$ .*Directions lues.*

	Centre c	$\zeta$	$\Theta$	$\xi$	$\Delta$	$\mathfrak{N}$
1	23° 12',1	109° 14' 26",5	130° 33' 18",0			
2	203 24,5	289 14 42,0	310 33 35,1		55° 41' 14",2	107° 42' 15",4
3	107 42,2	193 34 2,6	214 52 55,4	288° 5' 6",3	320 0 19,2	12 1 28,2
4	12 1,5	98 13 9,3	119 32 0,4	192 44 19,7	224 39 39,0	276 40 36,2
5	142 1,2	22816 29,5		322 47 20,1		
6	322 49,6	48 45 32,3		143 16 31,2		
7	27 19,5	113 11 39,3	134 30 31,1	207 42 43,2	239 38 3,8	291 39 3,2
8	291 38,5	17 39 27,6	38 58 22,4		144 5 56,9	196 6 58,1
9	196 7,0	282 12 29,5	303 31 28,8	16 43 36,0	48 38 57,4	100 40 2,1
10	100 40,0	186 49 12,4	208 8 0,6	281 20 13,6	313 15 30,3	5 16 35,7
11		5 28 10,9	26 47 5,9	99 59 12,6	131 54 30,0	183 55 42,9
12		184 32 29,3	205 51 22,6	279 3 29,7	310 58 52,3	2 59 59,5
13		359 40 17,0	20 59 11,3	94 11 22,2	126 6 48,8	178 7 53,4
14		177 2 43,6	198 21 38,9	271 33 45,8	303 29 9,4	355 30 14,8
15		355 0 19,5	16 19 16,4	89 31 23,7	121 26 51,1	173 27 55,1
16		173 19 16,6	194 38 9,4	267 50 22,0	299 45 41,0	351 46 44,0
17				86 40 7,5	118 35 33,9	170 36 37,8
18				171 47 51,1	203 43 11,8	255 44 15,3
19		259 33 55,9	280 52 51,9	354 5 4,1	26 0 24,6	
20			25 47 9,6	98 59 16,3		
21			99 1 44,1	172 13 55,7		
22			193 28 36,3	266 40 45,5	298 36 7,6	
$r =$		+ 16",83	+ 7",90	— 0",16	— 5",09	— 12",02

- 1 à 4. Août 23. Depuis 4<sup>h</sup>5 jusqu'à 7<sup>h</sup>5.  $\beta = 692,40$  à  $692,15$  millim.;  $\tau = + 6^{\circ}7$  à  $+ 4^{\circ}4 R$ .  
Vent S. Air transparent.
- 1 et 2. Entre les mises 1 et 2 il y a une heure d'interruption, employée pour observer les distances au zénith.
4. A cause de la température basse l'instrument commence à se mouvoir difficilement sur son axe central. L'action des vis de rappel n'étant plus régulière, les observations ont été terminées.
- 5 à 22. Août 23 et 24. Depuis 22<sup>h</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup>.  $\beta = 693,2$  à  $692,7$  millim.;  $\tau = + 10^{\circ}0$  à  $+ 8^{\circ}0 R$ .  
Vent S faible jusqu'à 4<sup>h</sup>. Depuis faible vent N pendant une heure. Plus tard calme. Air transparent.

9. NUPPI-VAARA. (Continuation.)

Angles minimes.

U — G	P — U	D — P	N — D	P — G	D — U
21° 18' 51,5	73° 12' 10,9	31° 55' 12,9	52° 0' 61,2	94° 30' 50,6	105° 7' 39,1
53,1	19,3	19,3	69,0	58,9	34,5
52,8	12,1	20,6	57,2		
51,1	7,2	21,4	59,4		
51,8	13,0	16,7	61,2		
54,8	6,7	26,4	64,7		
59,3	7,1	22,6	65,4		
48,2	10,9	26,6	63,9		
55,0	6,9	23,6	67,2		
53,3	7,3	27,4	64,6		
54,3	12,6	19,0	65,4		
55,3	12,2	26,4	64,0		
56,9	6,7	20,7	63,0		
52,8	11,6	20,5	63,9		
56,0	9,2	22,1	63,5		
Moyenne 21 18 53,75	73 12 10,25	31 55 21,75	52 0 63,57	94 30 54,75	105 7 36,80
r = — 8,93	— 8,06	— 4,93	— 6,93	— 16,99	— 12,99
Angle définit. 21 18 44,82	73 12 2,19	31 55 16,82	52 0 56,64	94 30 37,76	105 7 23,81
(15)	(15)	(16)	(15)	(2)	(2)

11. HALDI = 5. 1847. JUILLET 13.

 $a = 1,027$  toise. Angle  $c\grave{F}$  =  $55^{\circ} 4',3$ .*Directions lues.*

	Centre c	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	Ɔ	
1	10° 14,9	65° 57' 26,6	81° 5' 1,2			116° 16' 39,5	213° 46' 40,9	256° 45' 59,0
2	256 46,0	312 7 1,9	327 14 36,9			2 26 23,3	99 56 20,2	142 55 28,6
3	142 55,5	197 59 5,6	213 6 43,4			248 18 24,5	345 48 27,7	28 47 45,1
4	28 47,8	82 57 40,4	98 5 12,4			133 16 52,8	230 46 58,7	273 46 7,7
5		273 32 23,8	288 39 58,3			323 51 36,9	61 21 41,8	104 20 48,9
6		104 16 33,4	119 24 8,6			154 35 47,5	252 5 57,5	295 5 11,6
7		347 29 49,3	2 37 25,9			37 49 13,6	135 19 9,5	178 18 18,0
8		155 51 13,0	170 58 49,9			206 10 25,2	303 40 22,9	346 39 36,4
9		343 31 21,1	358 39 5,7			33 50 54,0	131 20 57,1	174 20 8,3
10		174 16 52,5	189 24 31,0			224 36 14,4	322 6 5,9	5 5 19,8
11		0 45 42,1	15 53 24,0	38° 16' 5,8		51 5 1,8	148 35 0,7	191 34 13,7
12		191 3 3,0	206 10 37,2	228 33 29,9		241 22 18,8	338 52 21,0	21 51 25,9
13		21 54 25,6		59 24 44,6				
14		59 43 56,0		97 14 16,2				
15		101 4 3,5		138 34 22,5				
$r =$		+ 14,30	+ 6,83	+ 7,86		+ 12,53	- 3,98	- 13,79

4 à 15. Depuis 1<sup>h</sup> jusqu'à 5<sup>h</sup>25.  $\beta = 687,5$  à  $688,2$  millim.;  $\tau = + 6,5$  à  $+ 7,8 R$ . Vent SE assez fort. Soleil clair. Air transparent. L'observation est très-difficile à cause de l'intensité du vent.

*Angles minimes.*

	Ɔ — Ɔ	Ɔ — Ɔ	Ɔ — Ɔ	Ɔ — Ɔ	Ɔ — Ɔ	Ɔ — Ɔ	
	15° 7' 34,6	35° 11' 38,3	97° 29' 61,4	42° 59' 18,1	22° 22' 41,8	37° 30' 19,0	42° 48' 56,0
	35,0	46,4	56,9	8,4	52,7	20,2	48,9
	37,8	41,1	63,2	17,4		19,0	
	32,0	40,4	65,9	9,0			
	34,5	38,6	64,9	7,1			
	35,2	38,9	70,0	14,1			
	36,6	47,7	55,9	8,5			
	36,9	35,3	57,7	13,5			
	44,6	48,3	63,1	11,2			
	38,5	43,4	51,5	13,9			
	41,9		58,9	13,0			
	34,2		62,2	4,9			
Moyenne	15 7 36,82	35 11 41,84	97 29 60,96	42 59 11,58	22 22 47,25	37 30 19,40	42 48 52,45
$r =$	- 7,47	+ 5,70	- 16,51	- 9,81	+ 1,03	- 6,44	+ 4,67
Angle défin.	15 7 29,35	35 11 47,54	97 29 44,45	42 59 1,77	22 22 48,28	37 30 12,96	42 48 57,12
	(12)	(10)	(12)	(12)	(2)	(3)	(3)



12. JEMMELUFT-OIVI. 1847. JUILLET 15 ET 19.

 $a = 1,280$  toise. Angle  $c\text{C} = 60^{\circ} 33',6$ .

## Directions lues.

	Centre $c$	⊙	⊕	⊘	⊔	⊕
1	219° 46',4	280° 47' 31",7		322° 7' 10",9	29° 22' 31",2	
2	190 43,1	251 14 56,0	269° 24' 43",8	292 34 37,0	359 49 48,7	66° 28' 35",4
3	66 28,6	127 2 47,7	145 12 38,2	168 22 30,6	235 37 49,0	302 16 31,7
4		287 25 42,9	305 35 31,6	328 45 14,7	36 0 33,5	102 39 8,3
5	102 39,1	163 7 34,8	181 17 23,2	204 27 16,6	271 42 35,2	338 21 18,4
6	338 21,3	39 1 20,2	57 11 10,2	80 21 4,4	147 36 19,7	214 15 0,0
7		200 18 5,3	218 27 50,8	241 37 38,6	308 52 51,9	15 31 36,2
8		357 45 56,5	15 55 43,6	39 5 35,8	106 20 52,6	172 59 31,3
9		172 56 38,7	191 6 23,9	214 16 15,3	281 31 29,6	348 10 11,2
10		348 11 50,9	6 21 43,0	29 31 29,8	96 46 48,0	163 25 31,9
11		163 25 52,9	181 35 52,2	204 45 40,1	272 0 56,9	338 39 36,5
12		311 32 57,8	329 42 46,1	352 52 39,7	60 8 1,3	126 46 44,5
13		126 42 50,6	144 52 43,3	168 2 31,3	235 17 45,6	301 56 36,5
14		301 51 15,9	320 1 1,5	343 10 51,9	50 26 19,9	117 5 5,5
15		116 55 24,3	135 5 10,9	158 14 59,2	225 30 16,3	292 9 4,0
16		270 16 50,1	288 26 34,6	311 36 20,9	18 51 35,3	85 30 21,1
$r =$		+ 19",83	+ 9",62	+ 13",75	+ 4",47	— 13",08

1. Juillet 15. Depuis 22<sup>h</sup> 35 jusqu'à 23<sup>h</sup>.  $\beta = 707,6$  millim.;  $\tau = + 10^{\circ} 2 R$ . Vent NE faible. Nuages. Fini à cause des brouillards qui s'élèvent brusquement de la mer, et à cause d'une pluie.

2 à 16. Juillet 19. Depuis 0<sup>h</sup> 5 jusqu'à 5<sup>h</sup> 5.  $\beta = 706,3$  à 705,6 millim.;  $\tau = + 11^{\circ} 5$  à  $+ 13^{\circ} 0 R$ . Vent SSO faible au commencement. Plus tard calme. Soleil clair. Air un peu épais et images ondulantes.

## Angles minimes.

	⊕ — ⊙	⊘ — ⊕	⊔ — ⊘	⊕ — ⊔
18° 9' 47",8	23° 9' 53",2	67° 15' 11",7	66° 38' 46",7	
50,5	52,4	18,4	42,7	
48,7	43,1	18,8	34,8	
48,4	53,4	18,6	43,2	
50,0	54,2	15,3	40,3	
45,5	47,8	13,3	44,3	
47,1	52,2	16,8	38,7	
45,2	51,4	14,3	41,6	
52,1	46,8	18,2	43,9	
59,3	47,9	16,8	39,6	
48,3	53,6	21,6	43,2	
52,7	48,0	14,3	50,9	
45,6	50,4	28,0	45,6	
46,6	48,3	17,1	47,7	
44,5	46,3	14,4	45,8	
Moyenne	18 9 48,82	23 9 49,94	67 15 17,17	66 38 43,26
$r' =$	— 10,21	+ 4,13	— 9,28	— 17,55
Angle définitif	18 9 38,61	23 9 54,07	67 15 7,89	66 38 25,71
	(13)	(18)	(18)	(18)

Remarque de STRUVE. La première mise incomplète a été rajotée, par ce qu'il y avait 13 mises complètes.

13. BALKIS-OIVI. 1847. JUILLET 23.

 $a = 0,964$  toise. Angle  $ciR = 89^{\circ} 44',2$ .*Directions lues.*

	Centre c	ℓ	ℳ	ℑ	ℑ	℔	ℕ	℔
1	327° 40',7	57° 24' 0",5	86° 22' 29",1	104° 35' 7",6	152° 9' 25",7	218° 46' 52",8	253° 36' 53",9	
2	253 36,9	343 13 20,7	12 11 48,9	30 24 34,5	77 58 53,8	144 36 21,0	179 26 22,1	
3	179 26,4	269 30 47,0	298 29 18,0	316 42 4,0	4 16 27,0	70 53 58,5	105 43 59,2	
4	105 44,0	195 12 56,2	224 11 22,5	242 24 12,3	289 58 30,4	356 35 52,6	31 25 59,6	
5	31 26,0	121 14 1,6	150 12 23,8	168 25 6,8				
6		26 14 8,0	55 12 35,0	73 25 18,7	120 59 36,2	187 37 5,8	222 27 8,8	
7		222 12 22,3	251 10 46,9	269 23 35,8	316 57 54,5	23 35 17,0	58 25 26,5	
8		58 26 13,9	87 24 35,5	105 37 22,0	153 11 41,9	219 49 11,1	254 39 9,3	
9		254 36 0,9	283 34 28,8	301 47 16,4	349 21 29,7	55 58 58,1	90 49 2,2	
10		81 47 8,8	110 45 41,9	128 58 26,5	176 32 44,5	243 10 8,6	278 0 18,0	
11		277 57 23,3	306 55 49,2	325 8 27,2	12 42 51,7	79 20 4,6	114 10 8,4	
$r =$		+ 7",11	+ 6",11	+ 8",33	— 1",23	— 10",20	— 10",47	

1 à 11. Depuis 2<sup>h</sup> jusqu'à 7<sup>h</sup>5.  $\beta = 706,6$  à  $707,2$  millim.;  $\tau = + 14',7$  à  $+ 10',9 R$ . Vent NO faible, plus tard vent E. Soleil clair, mais un horizon trouble par des vapeurs.

*Angles minimes.*

	ℳ — ℓ	ℑ — ℳ	ℑ — ℑ	℔ — ℑ	℔ — ℔
	28° 58' 28",6	18° 12' 38",5	47° 34' 18",1	66° 37' 27",1	34° 49' 61",1
	28,2	45,6	19,3	27,2	61,1
	31,0	46,0	23,0	31,5	60,7
	26,3	49,8	18,1	22,2	67,0
	22,2	43,0			
	27,0	43,7	17,5	29,6	63,0
	24,6	48,9	18,7	22,5	69,5
	21,6	46,5	19,9	29,2	58,2
	27,9	47,6	13,3	28,4	64,1
	33,1	44,6	18,0	24,1	69,4
	25,9	38,0	24,5	12,9	63,8
Moyenne	28 58 26,95	18 12 44,75	47 34 19,04	66 37 25,47	34 49 63,79
$r' =$	— 1,00	+ 2,22	— 9,56	— 8,97	— 6,27
Angle définit.	28 58 25,95	18 12 46,97	47 34 9,48	66 37 16,50	34 49 57,52
	(11)	(11)	(10)	(10)	(10)

14. KAAVEN = F. 1847. JUILLET 31 ET AOÛT 1.

 $a = 1,288$  toise. Angle  $c\hat{D} = 134^{\circ} 44',5$ .*Directions lues.*

	Centre $c$	D	E	G	F	H
1	229° 1',9	3° 35' 27,9		76° 4' 50,5	137° 48' 19,7	
2		292 44 0,2	328° 0' 1,5	5 13 35,7	66 57 6,7	87° 20' 17,8
3	87 20,3	222 16 34,0	257 32 33,4	294 46 4,5	356 29 45,1	16 52 58,3
4	16 53,0	151 42 48,0	186 58 54,6	224 12 27,2	285 55 55,4	306 19 16,7
5	306 19,3	80 57 30,5	116 13 24,2	153 27 0,6	215 10 38,6	235 33 53,6
6		218 29 9,0	253 45 8,8	290 58 39,4	352 42 18,4	13 5 35,7
7		13 9 42,6	48 25 48,0	85 39 14,2	147 22 49,4	167 46 7,9
8		167 10 16,8	202 26 16,7	239 39 44,3	301 23 20,4	321 46 31,0
9		321 44 31,5	357 0 31,4	34 14 10,5	95 57 44,8	116 20 56,0
10		116 23 19,2	151 39 25,2	188 52 51,8	250 36 29,3	270 59 44,1
11		278 5 21,0	313 21 15,9	350 34 49,5	52 18 22,1	72 41 42,7
$r =$		+ 10,63	+ 2,45	— 9,60	— 8,40	— 20,64

1 à 11. Depuis 22<sup>A</sup> jusqu'à 2<sup>A</sup>.  $\beta = 672,4$  à  $672,0$  millim.;  $\tau = + 8^{\circ}0$  à  $+ 7^{\circ}8 R$ . Vent SSO, très-fort et par coups. Ciel couvert.

11. Le vent fort qui augmente et menace de renverser l'instrument, engage à cesser d'observer.

*Angles minimes..*

	E — D	G — E	F — G	H — F	G — D
	35° 15' 61,3	37° 13' 34,2	61° 43' 29,2	20° 23' 11,1	72° 29' 22,6
	59,4	31,1	31,0	13,2	
	66,6	32,6	40,6	21,3	
	53,7	36,4	28,2	15,0	
	59,8	30,6	38,0	17,3	
	65,4	26,2	39,0	18,5	
	59,9	27,6	35,2	10,6	
	59,9	39,1	36,1	11,2	
	66,0	26,6	34,3	14,8	
	54,9	33,6	37,5	20,6	
			32,6		
Moyenne	35 15 60,69	37 13 31,80	61 43 34,70	20 23 15,36	72 29 22,60
$r' =$	— 8,18	— 12,05	+ 1,20	— 12,24	— 20,23
Angle définit.	35 15 52,51 (10)	37 13 19,75 (10)	61 43 35,90 (11)	20 23 3,12 (10)	72 29 2,37 (11)

15. JEDRI = D. 1847. AOÛT 17 ET SEPTEMBRE 1, 2.

$a = 1,818$  toise. Angle  $ciB = 131^{\circ} 21',7$ .

*Directions lues.*

Centre c	B	M	C	E	G	H	F
1 76°45,2	208°27'10",1	220°33'14",7	226°23'55",1	300° 2'51",7	336°38'14",5		17°31'54",5
2 17 31,9	148 38 8,4	160 44 13,6	166 34 49,9	240 13 58,8	276 49 25,7	307°26'11",6	317 43 1,7
3 317 43,0	88 23 13,5		106 19 48,6	179 59 3,2		247 11 9,4	
4 78 37,2	210 16 10,4	222 22 20,8	228 12 54,4	301 51 55,8	338 27 10,3	9 3 46,6	19 20 45,1
5 19 20,8	150 44 47,4	162 50 51,0	168 41 28,7	242 20 33,8	278 55 48,6	309 32 33,3	319 49 27,7
6 319 49,5	91 12 47,7	103 18 58,2	109 9 42,2	182 48 42,3	219 24 1,9	250 0 43,1	260 17 29,4
7	259 49 37,2	271 55 37,2	277 46 13,3	351 25 18,2	28 0 41,3	58 37 16,5	68 54 7,4
8 68 54,1	200 30 55,6	212 36 55,0	218 27 30,9	292 6 35,0	328 41 51,3	359 18 31,8	9 35 23,3
9	9 35 13,4	21 41 12,2	27 31 47,5		137 46 12,8	168 22 55,9	178 39 49,2
10	177 11 23,1	189 17 29,6	195 8 12,5	268 47 18,1	305 22 42,6	335 59 23,9	346 16 16,4
$r =$	+ 20",79	+ 13",30	+ 11",98	- 22",98	- 19",98	- 12",05	- 18",21

1 à 3. Août 17. Depuis 0<sup>h</sup>, jusqu'à 2<sup>h</sup>5.  $\beta = 665,4$  à  $664,1$  millim.;  $\tau = + 6,7$  à  $+ 5,4$  R. Vent SO fort. L'horizon en vapeurs. Soleil clair au commencement; plus tard brouillard et pluie.

Entre 3 et 4. Le 27, 28 août, tout essai de faire un pointage satisfaisant manqua, par suite de l'air épais et de l'intensité du vent. Après midi il commence à pleuvoir. Un second essai de faire l'ascension du SNE-FJELD, fait le 30 août, n'eut point de succès.

4 à 10. Continuation des mesures le 1, 2 septembre. Depuis 23<sup>h</sup> jusqu'à 2<sup>h</sup>25.  $\beta = 659,9$  à  $660,6$  millim.;  $\tau = + 0,8$  R. Vent SO, pas très-fort. Ciel couvert. L'horizon est serein vers le nord, mais couvert dans les directions de l'est et du sud.

9. Un brouillard sur JEMMELUFT-OIVI = G empêche de le pointer.

Après 10. Toutes les stations à pointer ayant disparu dans le brouillard, il fallut cesser d'observer.

## 15. JEDKL. (Continuation.)

## Angles minimales.

	2 — 3	4 — 2	4 — 4	5 — 4	5 — 5	6 — 5
	12° 5' 64,6	5° 50' 40,4	73° 38' 56,6	36° 35' 22,8	30° 36' 45,9	10° 16' 50,1
	65,2	36,3	68,9	26,9	36,3	58,5
	70,4	33,6	74,6	14,5	44,7	54,4
	63,8	37,7	61,4	14,8	41,2	46,3
	70,5	44,0	65,1	19,6	35,2	50,9
	60,0	36,1	60,1	23,1	40,5	51,5
	59,4	35,9	64,9	16,3	43,1	53,3
	58,8	35,3	64,1	24,5	41,3	52,5
	66,5	42,9	65,5			
Moyenne	12 5 64,33	5 50 38,02	73 38 64,59	36 35 20,31	30 36 41,02	10 16 52,19
r' =	— 7,49	— 1,32	— 34,96	+ 3,00	+ 7,93	— 6,16
Angle définitif	12 5 56,84	5 50 36,70	73 38 29,63	36 35 23,31	30 36 48,95	10 16 46,03
	(9)	(9)	(9)	(8)	(8)	(8)

	4 — 3	5 — 4	5 — 5	6 — 5
	17° 56' 35,1	110° 14' 25,3	67° 12' 6,2	40° 53' 40,0
r' =	— 8,81	— 31,96	+ 10,93	+ 1,77
Angle définitif	17 56 26,29	110 13 53,34	67 12 17,13	40 53 41,77
	(1)	(1)	(1)	(1)

## 16. LONDIZIJOJKI = Q. 1847. SEPTEMBRE 12 ET 13.

(Voyez les observations antérieures p. 345.)

 $a = 1,249$  toises. Angle  $c\mathfrak{P}$  =  $100^{\circ} 43,9$  pour les mises 1 et 2 $a = 1,249$  toises. Angle  $c\mathfrak{M}$  =  $185 14,2$  » » » 3 à 18.*Directions lues.*

	Centre $c$	$\mathfrak{P}$	$\mathfrak{M}$	$\mathfrak{S}$	$\mathfrak{T}$	$\mathfrak{Q}$
1	350° 49,5	91° 25' 19,5		218° 54' 3,9	230° 42' 21,6	
2	230 42,4	331 34 20,0		99 2 55,9	110 51 14,4	
3	231 17,2		56° 33' 47,8	99 4 14,9		
4			122 54 42,1	165 25 5,9		
5			165 22 55,1	207 33 25,0		
6	207 53,4		32 59 19,2	75 20 48,7		
7			110 12 28,8	152 42 54,6		
8	152 42,9		338 3 29,3	20 33 54,1		
9	20 33,9		205 47 28,5	248 17 55,8		
10			248 17 25,1	290 47 49,4		
11			291 17 14,4	330 47 36,8		
12			333 49 35,4	16 19 53,7		
13			16 29 45,0	59 0 9,1		94° 19' 20,4
14			94 18 8,0	136 48 29,5		172 7 45,4
15			172 58 51,8	215 29 24,0		250 48 39,1
16			251 31 37,4			329 21 10,1
17			336 51 1,8			54 40 42,5
18			54 17 10,2			132 6 41,6
$r =$		+ 9,97	— 1,66	— 9,28 — 9,21	— 7,05	— 9,15

1 et 2. Sept. 12. Depuis 5<sup>h</sup> jusqu'à 5<sup>h</sup>5. Le baromètre avait été dérangé pendant l'ascension de la montagne.  $\tau = + 3^{\circ}5$  à  $+ 3^{\circ}8$  R. Vent O fort, avec des coups. Horizon clair, excepté entre O et N. Brouillard sur ZHJARA-VAARA et NUPPI-VAARA. La continuation des observations est arrêtée par un temps de grêle.

3 à 18. Sept. 13. Depuis 0<sup>h</sup> jusqu'à 3<sup>h</sup>.  $\tau = + 3^{\circ}4$ . Vent SO faible. Air plein de vapeurs et ondulant, mais les objets observés sont libres du brouillard.

Après 18. Un air épais qui augmente pendant le travail, empêche de voir plus longtemps les signaux. Le jour suivant temps de neige. Par cette raison et par ce que le départ du dernier vapeur d'Alten à Christiania approchait, les observations ont été terminées pour cette année.

16. LORDIZHJOKKI. (Continuation.)

Angles minimas.

	♁ — ♀	♁ — ♄	♁ — ♃	♁ — ♅	♁ — ♁
	127° 28' 44",4	11° 48' 17",7	42° 30' 27",1	35° 19' 11",3	77° 49' 32",7
	35,9	18,5	23,8	15,9	40,7
			20,9	15,1	31,4
			29,5		
			25,8		
			24,8		
			27,3		
			24,3		
			22,4		
			18,3		
			24,1		
			21,5		
			32,2		
Moyenne	127 28 40,15	11 48 18,10	42 30 25,46	35 19 14,10	77 49 34,93
r' =	— 19,25	+ 2,23	— 7,55	+ 0,06	— 7,49
Angle définit.	127 28 20,90	11 48 20,33	42 30 17,91	35 19 14,16	77 49 27,44
	(2)	(2)	(13)	(3)	(3)

Remarque de Struve. L'angle ♁ — ♄ ne se trouve point dans le tableau d'après M. Lindbagen p. 110.

17. VUOSCOL-YAARA = I. 1850. JUILLET 29 ET 30.

 $a = 0,7792$  toise. Angle  $ciM = 45^\circ 50',0$ .*Directions lues.*

	Centre c	M	F	G	H	K	L	M
1	350°22',4	35°56'47",2	206°40' 1",7	231°12'48",7	243°56'22",8	281°11'35",8	312°28'44",9	35°56'46",0
2		215 56 52,0	26 39 59,9	51 12 51,2	63 56 27,4	101 11 41,2	132 28 51,2	215 56 44,9
3	214 21,1	260 16 13,0	70 59 26,5	95 32 12,5	108 15 45,9	145 30 59,3	176 48 5,6	260 16 10,0
4		260 7 43,9	70 50 54,4	95 23 39,1	108 7 16,1	145 22 28,8	176 39 40,8	260 7 34,2
5	260 7,5	305 57 26,0	116 40 35,0	141 13 23,4	153 56 59,8	191 12 17,2	222 29 28,4	305 57 24,2
6		305 56 26,4	116 39 35,3	141 12 31,3	153 56 5,4	191 11 19,4	222 28 33,1	305 56 28,8
7	305 57,8	351 50 34,6	162 33 43,2	187 6 29,1	199 50 3,5	237 5 13,5	268 22 23,3	351 50 22,2
8		171 50 6,1	342 33 19,0	7 6 17,9	19 49 48,5	57 5 4,1	88 22 16,7	171 50 15,1
9	171 50,1	217 37 48,1	28 20 57,2	52 53 45,3	65 37 22,2	102 52 39,3	134 9 51,0	217 37 52,5
10		37 37 42,6	208 20 47,8	232 53 50,0	245 37 27,8	282 52 39,4	314 9 42,6	37 37 40,2
11	37 39,1	83 39 10,2	254 22 18,2	278 54 61,7	291 38 36,6	328 54 1,9	0 11 16,6	83 39 4,5
12		263 38 33,0	74 21 46,4	94 54 48,6	111 38 22,1	148 53 40,2	180 10 51,2	263 38 48,8
$r =$		+ 19",21	— 11",00	— 16",49	— 27",87	— 24",14	— 7",26	+ 19",21

1 à 12. Depuis 22<sup>h</sup> jusqu'à 4<sup>h</sup>.  $\beta = 702,5$  millim.;  $\tau = + 10^{\circ}0'R$ . Vent O très-fort. Air transparent, mais un peu ondulant. Les tonneaux de tous les signaux ont été observés.

*Directions relatives au point de départ.*

	M	F	G	H	K	L	M
1	0°0'0",0	170°43'14",5	195°15'61",5	207°59'35",6	245°14'48",6	276°31'57",7	0°0' — 1",2
2	0,0	7,9	59,2	35,4	49,2	59,2	— 7,1
3	0,0	13,5	59,5	32,9	46,3	52,6	— 3,0
4	0,0	10,5	55,2	32,2	44,9	56,9	— 9,7
5	0,0	9,0	57,4	33,8	51,2	62,4	— 1,8
6	0,0	8,9	64,9	39,0	53,0	66,7	+ 2,4
7	0,0	8,6	54,5	28,9	38,9	48,7	— 12,4
8	0,0	12,9	71,8	42,4	58,0	70,6	+ 9,0
9	0,0	9,1	57,2	34,1	51,2	62,9	+ 4,4
10	0,0	5,2	67,4	45,2	56,8	60,0	— 2,4
11	0,0	8,0	51,5	26,4	51,7	66,4	— 5,7
12	0,0	13,4	75,6	49,1	67,2	78,2	+ 15,8
Moyenne	0 0 0,00	170 43 10,12	195 15 61,31	207 59 36,25	245 14 51,42	276 31 61,86	0 0 — 0,98
$r =$	0,00	— 30,21	— 35,70	— 47,08	— 43,35	— 26,47	0,00
Dir. déf. =	0 0 0,00	170 42 39,91	195 15 25,61	207 58 49,17	245 14 8,07	276 31 35,39	0 0 — 0,98



18. NUPPI-VAARA = M. 1850. JUILLET 30 ET 31.

 $a = 1,0954$  toise. Angle  $ciI = 164^{\circ} 2',5$ .*Directions lues.*

	Centre c	I	G	K	L
1	268° 26,8	72° 28' 6",7		105° 43' 54",9	144° 4' 46",9
2		252 28 4,4		285 43 59,2	324 4 42,2
3	252 28,2	56 31 0,2	65° 28' 52",7	89 46 42,2	128 7 38,1
4		236 31 11,7		269 45 56,3	308 6 45,4
5	236 30,4	40 31 25,8		73 47 3,8	112 7 54,6
6		220 31 30,3		253 47 12,6	292 7 58,7
7	220 31,8	24 34 3,8		57 49 46,8	96 10 35,2
8		204 33 33,2		237 49 22,0	276 10 5,1
9	204 33,5	8 32 0,2	17 29 59,8	41 47 43,8	80 8 28,8
10		188 32 5,2	197 29 56,9	221 47 37,9	260 8 24,9
11	188 32,3	352 38 52,0		25 54 47,9	64 15 36,1
12		172 38 43,8		205 54 32,5	244 15 22,7
13	172 38,7	336 38 39,6	345 36 37,5	9 54 25,7	48 15 17,1
14		156 38 26,7	165 36 36,3	189 54 9,8	228 15 2,0
15	156 38,4	320 45 43,9	329 43 56,6	354 1 37,1	32 22 37,0
16		140 45 26,8	149 43 35,8	174 1 17,0	212 22 19,4
$r =$		+ 10",35	+ 1",91	— 6",53	— 13",18

1 à 16. Depuis 22<sup>h</sup> jusqu'à 3<sup>h</sup>,5.  $\beta = 680,9$  millim.;  $\tau = + 7^{\circ}5 R$ . Vent O très-fort jusqu'à vers 3 heures. Puis calme. Air très ondulant. Soleil clair jusque vers la fin. Plus tard pluie. Les tonneaux des signaux ont été pointés.

*Directions relatives au point de départ.*

	I	G	K	L
1	0° 0' 0",0		33° 15' 48",2	71° 36' 40",2
2	0,0		54,8	37,8
3	0,0	8° 57' 52",5	42,0	37,9
4	0,0		44,6	33,7
5	0,0		38,0	28,8
6	0,0		42,3	28,4
7	0,0		43,0	31,4
8	0,0		48,8	31,9
9	0,0	59,6	43,6	28,6
10	0,0	51,7	32,7	19,7
11	0,0		55,9	44,1
12	0,0		48,7	38,9
13	0,0	57,9	46,1	37,5
14	0,0	69,6	43,1	35,3
15	0,0	72,7	53,2	53,1
16	0,0	69,0	50,2	52,6
Moyenne	0 0 0,00	8 57 61,86	33 15 45,95	71 36 36,24
$r' =$	0,00	— 8,44	— 16,88	— 23,53
Direction définitive	0 0 0,00	8 57 53,42	33 15 29,07	71 36 12,71

19. LONDIZHJOKKI = L. 1850. Août 5 à 7.

 $\alpha = 4,1554$  toise. Angles  $cM = 182^\circ 15',6$ .*Directions lues.*

	Centre <i>c</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>K</i>	<i>G?</i>
1	269° 27',4	91° 44' 60",9	116° 40' 38",3	138° 9' 27",7	150° 35' 19",4
2		271 44 40,8	296 40 21,4	318 9 3,2	330 34 57,6
3	271 44,7	94 7 23,8	119 2 56,2	140 31 50,3	152 57 38,0
4		274 7 2,8	299 2 40,6	320 31 29,0	332 57 19,3
5	294 7,0	276 5 54,0	301 1 30,9	322 30 22,2	334 56 14,2
6		96 5 40,8	121 1 16,3	142 30 6,2	154 56 0,3
7	96 5,7	278 29 39,5	303 25 13,3	324 54 8,9	337 19 62,0
8		98 29 20,1	123 24 54,3	144 53 49,1	157 19 44,4
9	98 29,3	280 42 18,8	305 37 57,4	327 6 51,7	339 32 46,6
10		100 42 5,1	125 37 43,9	147 6 35,2	159 32 32,3
11	100 42,1	282 59 23,5	307 54 60,4	329 23 56,8	341 49 51,5
12		102 59 7,6	127 54 46,6	149 23 38,5	161 49 36,4
$r =$		— 0",66	— 8",06	— 20",31	

1 à 3. Août 5, 6. Depuis 23<sup>h</sup>5 jusqu'à 0<sup>h</sup>75.  $\beta = 695,9$  millim.;  $\tau = + 7,2R$ . Vent NNO faible. Ciel couvert. Images très-ondulantes.

4 à 12. Août 6, 7. Depuis 22<sup>h</sup>5 à 0<sup>h</sup>5.  $\beta = 700,9$  à 700,7 millim.;  $\tau = + 7,1$  à 7,5. Ciel en majeure partie couvert. Objets ondulants.

1 à 12 Les tonneaux des signaux ont été observés.

*Directions relatives au point de départ.*

	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>K</i>	<i>G?</i>
1	0° 0' 0",0	24° 55' 37",4	46° 24' 26",8	58° 50' 18",5
2	0,0	40,6	22,4	16,8
3	0,0	32,4	26,5	14,2
4	0,0	37,8	26,2	16,5
5	0,0	36,9	28,2	20,2
6	0,0	35,5	25,4	19,5
7	0,0	33,8	29,4	22,5
8	0,0	34,2	29,0	24,3
9	0,0	38,6	32,9	27,8
10	0,0	38,8	30,1	27,2
11	0,0	36,9	33,3	28,0
12	0,0	39,0	30,9	28,8
Moyenne	0 0 0,0	24 55 36,82	46 24 28,42	58 50 22,02
$r' =$	0,0	— 7,40	— 19,65	
Direction définitive	0 0 0,00	24 55 29,42	46 24 8,77	

Remarque de M. Lindhagen. M. Klouman crut avoir observé le signal de STORÅ — RIKPÅS = G. Le calcul a prouvé que l'objet observé n'a pas été le signal G.

20. RAUTAS-VAARA = K. 1850. Août 8 ET 9.

 $a = 0,759$  toise. Angle  $ciL = 73^{\circ} 45',6$ .*Directions lues.*

Centre c	L	M	I	H	F	G	L
1 353°18'0	67° 7'26",2	162°22'46",2	194°21'47",2	256° 4'42",0	259°29'15",0	278° 1'39",9	67° 7'29",0
2	247 7 1,7	342 22 20,3	14 21 23,0	76 4 19,2	79 29 1,7	98 1 24,5	247 7 8,5
3 67 7,0	140 44 40,4	235 59 56,7	267 58 54,8	329 41 54,0	333 6 30,5	351 38 50,6	140 44 42,6
4	320 43 59,2	55 59 18,9	87 58 21,3	149 41 17,0	153 5 59,9	171 38 28,3	320 44 14,3
5 320 44,0	34 34 3,4	129 49 21,1	161 48 13,4	223 31 15,7	226 55 48,0	245 28 11,9	34 33 60,7
6	214 33 49,8	309 49 2,6	341 47 59,5	43 31 4,9	46 55 34,5	65 27 51,7	214 33 44,1
7 214 33,7	288 20 1,2	23 35 25,5	55 34 27,2	117 17 16,9	120 41 51,0	139 14 20,5	288 20 8,3
8	108 20 2,2	203 35 25,3	235 34 24,8	297 17 13,5	300 41 49,0	319 14 10,5	108 19 56,8
9 108 20,0	182 6 8,6	277 21 30,1	309 20 24,1	11 3 22,2	14 28 0,4	33 0 27,0	182 6 18,0
10	2 5 53,1	97 21 19,7	129 20 16,3	191 3 9,9	194 27 51,2	213 0 10,7	2 5 58,6
11 2 5,9	75 50 16,2	171 5 32,2	203 4 26,1	264 47 19,4	268 11 54,6	286 44 21,8	75 50 14,2
12	255 49 50,1	351 5 11,5	23 4 15,2	84 47 2,9	88 11 38,2	106 43 55,8	255 49 46,0
$r =$	+ 17",04	+ 2",90	— 9",03	— 40",77	— 16",88	— 23,02	+ 17",04

t n 12. Août 8, 9. Depuis 19<sup>h</sup>25 jusqu'à 0<sup>h</sup>45.  $\beta = 706,4$  à 705,8 millim.;  $\tau = + 7^{\circ}0$  à  $+ 10^{\circ}9$  R. Calme pendant la première demi-heure. Depuis vent SSO fort. Air passablement transparent pendant toute la durée des observations. Soleil clair pour la première moitié. Plus tard ciel en partie couvert et quelques vapeurs. Les images des objets ont été toujours ondulantes. Les tonneaux des objets ont été obscurcis.

*Directions relatives au point de départ.*

	L	M	I	H	F	G	L
1	0°0'0"0	95°15'20",0	127°14'21",0	188°57'15",8	192 21'48",8	210 54'13",7	0°0' + 2",8
2	0,0	18,6	21,3	17,5	60,0	22,8	+ 6,8
3	0,0	16,3	14,4	13,6	50,1	10,2	+ 2,2
4	0,0	19,7	22,1	17,8	60,7	29,1	+ 15,1
5	0,0	17,7	10,0	12,3	44,6	8,5	— 2,7
6	0,0	12,8	9,7	15,1	44,7	1,9	— 5,7
7	0,0	24,3	26,0	15,7	49,8	19,3	+ 7,1
8	0,0	23,1	22,6	11,3	46,8	8,3	— 5,4
9	0,0	21,5	15,5	13,6	51,8	18,4	+ 9,4
10	0,0	26,6	23,2	16,8	58,1	17,6	+ 5,5
11	0,0	16,0	9,9	3,2	38,4	5,6	— 2,0
12	0,0	21,4	25,1	12,8	48,1	5,7	— 4,1
Moyenne	0 0 0,00	95 15 19,83	127 14 18,40	188 57 13,79	192 21 50,16	210 54 13,42	0 0 + 2,42
$r' =$	0,00	— 14,14	— 26,07	— 57,81	— 33,92	— 40,06	0,00
Dir. défin.	0 0 0,00	95 15 5,69	127 13 52,33	188 56 15,98	192 21 16,24	210 53 33,36	0 0 + 2,42

21. PESKA-VAARA = H. 1850. Août 11.

 $a = 0,580$  toise. Angle  $ciI = 53^{\circ} 3'9$ .

## Directions lues.

	Centre $c$	$I$	$F$	$D$	$G$	$K$	$I$
1	335° 58,6	29° 34' 13,4	134° 20' 9,5	.	175° 34' 4,9	308° 32' 33,0	29° 34' 24,1
2		29 14 41,7	134 0 38,1		175 14 25,6	308 12 47,7	29 14 33,4
3	29 14,7	82 19 35,9	187 5 41,0		228 19 26,8	1 17 49,5	82 19 39,8
4		262 19 32,3	7 5 29,3		48 19 14,4	181 17 36,1	262 19 24,3
5	82 19,4	135 18 29,3	240 4 37,0		281 18 23,3	54 16 49,2	135 18 36,2
6		315 18 25,3	60 4 24,2		101 18 8,3	234 16 33,7	315 18 15,8
7	98 2,0	151 0 34,4	255 46 38,3	282° 35' 56,0	297 0 22,4	69 58 44,0	151 0 33,0
8		331 0 17,6	75 46 22,4	102 35 41,7	117 0 4,5	249 58 24,4	331 0 5,9
9	331 0,3	23 48 14,7	128 34 21,8	155 23 40,9	169 47 55,4	302 46 23,4	23 48 9,6
10		203 47 56,6	308 33 58,8	335 23 16,9	349 47 32,2	122 45 57,6	203 47 47,9
11	203 47,9	256 45 8,5	1 30 61,7	28 20 20,0	42 44 47,6	175 43 12,8	256 45 3,8
12		256 44 40,5	1 30 38,7	28 19 59,6	42 44 32,9	175 42 56,4	256 44 43,1
13			1 30 55,5	28 20 18,1	42 44 52,1		
14			181 30 49,4	208 20 13,4	222 44 36,7		
15			1 30 55,5	28 20 19,7	42 44 43,7		
16			181 30 34,1	208 19 54,3	222 44 24,5		
17			1 30 52,5	28 20 11,1	42 44 45,7		
18			181 30 42,3	208 19 59,4	222 44 28,9		
$r =$		+ 17,27	+ 8,28	- 1,24	- 11,63	- 14,74	+ 17,27

1 à 6. Depuis 6<sup>h</sup>25 jusqu'à 8<sup>h</sup>25.  $\beta = 714,2$  à  $714,2$  millim ;  $\tau = + 41,8$  à  $+ 41,4 R$ . Vent SSO passablement fort. Air un peu vaporeux. Ciel couvert. Le signal de KONGSHAVN-FJELD =  $D$  est invisible. Le travail a été rompu, parce que les signaux devenaient moins bien visibles.

7 à 18. Depuis 18<sup>h</sup>75 jusqu'à 22<sup>h</sup>25.  $\beta = 715,4$  à  $715,5$  millim ;  $\tau = + 41,9$  à  $+ 42,0 R$ . Presque calme et clair jusqu'à 20<sup>h</sup>. Plus tard vent NE faible et nuages.

1 à 18. Les poteaux des signaux  $G$  et  $K$  ont été observés; les tonneaux des autres signaux.

21. PESKA-VAARA = II. (Continuation.)

Directions relatives au point de départ.

GRUPE I.

	I	F	D	G	K	I
1	0° 0' 0,0	104°45'56,1		145°59'51,5	278°58'19,6	0°0' + 10,7
2	0,0	56,4		43,9	6,0	— 8,3
3	0,0	65,1		50,9	13,6	+ 3,9
4	0,0	57,0		42,1	3,8	— 8,0
5	0,0	67,7		54,0	19,9	+ 6,9
6	0,0	58,9		43,0	8,4	— 9,5
Moyenne	0 0 0,00	104 45 60,20		145 59 47,57	278 58 11,88	0 0 — 0,72
r' =	0,00	— 8,99		— 28,90	— 32,01	0,00
Dir. définit.	0 0 0,00	104 45 51,21		145 59 18,67	278 57 39,87	0 0 — 0,72

GRUPE II.

7	0° 0' 0,0	104°45'63,9	131°35'21,6	145°59'48,0	278°58' 9,6	0°0' — 1,4
8	0,0	64,8	24,1	46,9	6,8	— 11,7
9	0,0	67,1	26,2	40,7	8,7	— 5,1
10	0,0	62,2	20,3	35,6	1,0	— 8,7
11	0,0	53,2	11,5	39,1	4,3	— 4,7
12	0,0	58,2	19,1	52,4	15,9	+ 2,6
Moyenne	0 0 0,00	104 45 61,57	131 35 20,47	145 59 43,78	278 58 7,72	0 0 — 4,83
r' =	0,00	— 8,99	— 18,51	— 28,90	— 32,01	0,00
Dir. définit.	0 0 0,00	104 45 52,58	131 35 1,96	145 59 14,88	278 57 35,71	0 0 — 4,83

GRUPE III.

	F	D	G
13	0° 0' 0,0	26°49'22,6	41°13'56,6
14	0,0	24,0	47,3
15	0,0	24,2	48,2
16	0,0	20,2	50,4
17	0,0	18,6	53,2
18	0,0	17,1	46,6
Moyenne	0 0 0,00	26 49 21,12	41 13 50,38
r' =	0,00	— 9,52	— 19,91
Dir. définit.	0 0 0,00	26 49 11,60	41 13 30,47

22. STORE-REIPAS. 1850. Août 16.

$\alpha = 0,854$  toise. Angle  $\text{ciL} = 91^\circ 56',5$ .

*Directions lues.*

	L	K	H	M	I	F	D	C	A	E	
1	215 5,8 307 8	8,4 324 52 58,3	3,49 57 7,7	4 57 32,4	11 15 5,5	91 37 25,9	145 15 13,2	161 34 53,4	169 7 3,5	178 9 47,6	
2	127 159,7	144 46 35,7	169 50 47,3	184 51 11,1	191 83,3	271 30 56,8	325 839,1	341 28 24,6	349 0 40,1	358 3 18,9	
3	127 2,0 218 54	15,5 236 38 59,7	261 43 9,7	276 43 30,2	283 060,1	3 23 31,1	57 121,5	73 21 3,8	80 53 20,6	89 55 59,9	
4	126 32 32,1	144 17 10,4	169 21 14,1	184 21 36,3	190 39 1,3	103 057,3	183 23 20,4	237 058,8	253 20 46,1	260 53 0,3	269 55 41,6
5	126 32,5 218 28	19,4 236 13	6,0 261 17	8,3 276 17 31,8	282 34 59,4	2 57 21,2	56 35 4,2	72 54 48,4	80 26 53,8	89 29 38,9	
6	38 27 50,2	56 12 38,3	81 16 47,7	96 17 15,4	102 34 46,2	182 57 15,3	236 35 4,2	252 54 43,2	260 26 49,9	269 29 27,2	
7	38 27,8 130 39	58,8 148 24 45,6	173 28 55,0	188 29 10,2	194 46 40,9	275 8 55,3	328 46 39,6	345 6 26,2	352 38 33,2	1 41 16,9	
8	310 39 39,7	328 24 21,7	353 28 28,0	8 28 50,0	14 46 20,2	95 8 41,6	148 46 29,7	165 6 9,2	172 38 18,5	181 41 1,7	
9	310 39,6	42 26 49,1	60 11 29,7	85 15 33,8	100 15 57,1	106 33 28,0	186 55 50,2	240 33 37,5	256 53 22,2	264 25 30,9	273 28 16,3
10	222 26 29,1	240 11 15,2	265 15 22,1	280 15 49,1	286 33 21,5	6 55 41,5	60 33 27,0	76 53 10,7	84 25 11,2	93 27 55,6	
11	222 26,4 314 15	45,8 332 0 30,6	357 4 39,2	12 5 3,2	18 22 37,2	98 44 58,3	152 22 44,4	168 42 38,2	176 14 45,9	185 17 34,9	
12	134 16 23,2	152 1 3,1	177 5 14,3	192 5 34,6	198 22 59,7	278 45 15,8	332 22 56,9	348 42 41,5	356 14 44,3	5 17 28,0	
$r =$	$+ 11',85$	$+ 25',21$	$+ 37',21$	$+ 6',15$	$+ 8',37$	$- 39',99$	$- 35',43$	$- 20',74$	$- 28',44$	$- 45',82$	
$\rho =$									$- 37,38$		

1 à 12. Depuis  $0^h$  jusqu'à  $7^h,6$ .  $\beta = 717,2$  à  $715,8$  millim.;  $\tau = + 11,2$  jusqu'à  $+ 6,8 R$ . Vent SO faible jusqu'à  $2^h$ ; depuis

$3^h$  vent NNE faible. Ciel en partie couvert de nuages. Les poteaux des signaux H, C et A, les tonneaux des autres signaux ont été observés.

Entre 4 et 12 il y a eu une interruption des opérations, depuis  $2^h$  jusqu'à  $3^h,2$ , à cause d'une pluie.

## 22. STORÉ - REIPAS. (Continuation.)

## Directions relatives au point de départ.

	L	K	H	M	I	F	D	C	A	E
1	0°0'0	17°44'49,9	42°48'59,3	57°49'24,0	64°6'57,1	144°28'77,5	198°6'64,8	214°26'45,0	221°58'55,1	231°1'39,2
2	0,0	36,0	47,6	11,4	30,6	57,1	39,4	24,9	40,4	19,2
3	0,0	44,2	54,2	14,7	44,6	75,6	66,0	48,3	65,1	44,4
4	0,0	38,3	42,0	4,2	29,2	52,3	30,7	18,0	32,2	13,5
5	0,0	46,6	48,9	12,4	40,0	61,8	44,8	29,0	34,4	19,5
6	0,0	48,1	57,5	25,2	56,0	85,1	74,0	53,0	59,7	37,0
7	0,0	46,8	56,2	11,4	42,1	56,5	40,8	27,4	34,4	18,1
8	0,0	42,0	48,3	10,3	40,5	61,9	50,0	29,5	38,8	22,0
9	0,0	40,6	44,7	8,0	38,9	61,1	48,4	33,1	41,8	27,2
10	0,0	46,1	53,0	20,0	52,4	72,4	57,9	41,6	42,1	26,5
11	0,0	44,8	53,4	17,4	51,4	72,5	58,6	52,4	60,1	49,1
12	0,0	39,9	51,1	11,4	36,5	52,6	33,7	18,3	21,1	4,8
Moyenne	0 0,0,00	17 44,43,61	42 48,51,42	57 49,14,20	64 6,43,27	144 28,65,53	198 6,50,76	214 26,35,04	221 58,43,77	231 1,26,71
$\gamma$	=	0,00	+ 13,36	+ 25,36	- 5,70	- 3,48	- 47,28	- 32,59	- 117,67	- 57,67
Dir. définit.	0 0,0,00	17 44,56,97	42 49,16,71	57 49 8,50,64	64 6,39,79	144 28,13,69	198 6 3,48	214 26 2,45	221 57,26,10	231 0,29,04

Remarque de Storé. Pour simplifier le calcul, les deux minutes 4 et 24 de la quatrième mise ont été regardées comme fautes sans interruption, en employant la différence entre les deux lectures de l'objet I, qu'elles présentent. Pour l'objet A = BUVVRAKKKKK il y a une réduction particulière  $\rho$  de l'objet, parce que l'axe du pôle du signal ne coïncidait pas avec le lertne  $\rho$  a base. Voyez p. 335

24. KONGSBAYN-FJELD = D. 1850. AOÛT 23.

 $a = 0,958$  toise. Angle  $ciC = 62^\circ 43',6$ .*Directions lues.*

Centre c	C	A	B	E	G	H	F
1	168°36,8	231°21'37,7	293°57'28,3	315°48'50,3	341° 7'43,5	5°54' 6,6	16°13' 2,7
2		51 21 12,4	113 57 4,4	135 48 29,7	161 7 22,2	185 53 45,4	196 12 35,0
3	51 21,2	114 16 16,3	176 52 9,2	198 43 37,4	224 2 25,1	248 48 42,0	259 7 34,5
4		294 15 51,9	356 51 42,7	18 43 9,2	44 2 2,8	68 48 18,5	79 7 5,1
5	294 15,9	356 58 9,6	59 34 2,1	81 25 33,2	106 44 18,4	131 30 31,5	141 49 26,6
6		176 57 44,0	239 33 42,0	261 25 6,6	286 43 50,7		321 49 7,0
7	176 57,7	239 31 2,2	302 6 56,6	323 58 22,8	349 17 11,9	14 3 35,0	24 22 32,2
8		59 31 29,8	122 7 19,1	143 58 45,6	169 17 32,0	194 3 57,5	204 22 50,7
9	59 31,5	122 3 56,3	184 39 43,9	206 31 9,1	231 49 58,8	256 36 17,4	266 55 9,9
10		302 3 57,5	4 39 50,3	26 31 16,9	51 49 60,6	76 36 19,8	86 55 16,5
11	302 4,0	4 57 44,6	67 33 41,1	89 25 9,5	114 43 53,1	139 30 8,4	149 49 5,1
12		184 57 33,9	247 33 29,3	269 24 53,4	294 43 33,8	319 29 50,8	329 48 48,1
	$r =$	+ 65,18	+ 84,96	+ 126,41	+ 8,60	— 12,57	— 11,66
	$\rho =$		+ 26,97	— 133,04			— 47,11

1 à 12. Depuis 2<sup>h</sup>4 jusqu'à 7<sup>h</sup>3.  $\beta = 736,8$  à 737,2 millim.;  $\tau = + 7,8$  à + 6<sup>h</sup>4 R. Vent NO faible. Ciel couvert. Objets tranquils.

*Directions relatives au point de départ.*

## GROUPE I.

	C	A	B	E	G	H	F
1	0°0'0,0	62°35'50,6	84°27'12,6	109°46' 5,8	134°32'28,9	144°51'25,0	
2	0,0	52,0	17,3	9,8	33,0	22,6	
Moyenne	0 0 0,00	62 35 51,30	84 27 14,95	109 46 7,80	134 32 30,95	144 51 23 80	
$r' =$	0,00	+ 46,75	— 111,81	— 56,58	— 117,75	— 116,84	
Dir. défín.	0 0 0,00	62 36 38,05	84 26 3,14	109 45 11,22	134 31 13,20	144 50 6,96	

## GROUPE II.

6	0°0'0,00	62°35'58,00	84°27'22,60	109°46' 6,70		144°51'23,00	184°23'30,60
$r' =$	0,00	+ 46,75	— 111,81	— 56,58		— 116,84	— 152,29
Dir. défín.	0 0 0,00	62 36 44,75	84 26 10,79	109 45 10,12		144 50 6,16	184 21 38,31



## 24. KONGSHAVN-FJELD. (Continuation.)

## GROUPE III.

	C	A	B	E	G	H	F
3	0°0'0,0	62°35'52,9	84°27'21,1	109°46' 8,8	134°32'25,7	144°51'18,2	184°23'25,1
4	0,0	50,8	17,3	10,9	26,6	13,2	16,3
5	0,0	52,5	23,6	8,8	21,9	17,0	26,9
7	0,0	54,4	20,6	9,7	32,8	30,0	36,1
8	0,0	49,3	15,8	2,2	27,7	20,9	22,1
9	0,0	47,6	12,8	2,5	21,1	13,6	18,1
10	0,0	52,8	19,4	3,1	22,3	19,0	26,0
11	0,0	56,5	24,9	8,5	23,8	20,5	31,8
12	0,0	55,4	19,5	45 59,9	16,9	14,2	23,3
Moyenne	0 0 0,00	62 35 52,47	84 27 19,44	109 46 6,04	134 32 24,31	144 51 18,51	184 23 25,08
$r' =$	0,00	+ 46,75	— 1 11,81	— 56,58	— 1 17,75	— 1 16,84	— 1 52,29
Dir. défin.	0 0 0,00	62 36 39,22	84 26 7,63	109 45 9,46	134 31 6,56	144 50 1,67	184 21 32,79

25. SKUODDE-VAARA = F. 1850. AOÛT 25 ET 26.

 $a = 0,778$  loises. Angle  $ciD = 184^{\circ} 28',6$ .*Directions lues.*

	Centre <i>c</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>G</i>	<i>K</i>	<i>H</i>	<i>I</i>
1	313° 20',1	137° 40' 22",3	181° 0' 6",5	214° 12' 54",8	248° 56' 50",3		289° 17' 52",4
2		327 40 9,9	0 59 40,2	34 12 20,4	68 56 19,8		109 17 29,6
3	317 40,2	142 6 24,5	185 26 2,9	218 38 50,2	253 22 50,3		293 43 57,3
4		322 6 4,8	5 25 37,1	38 38 22,8	73 22 21,6		113 43 30,0
5	322 6,1	146 39 28,5	189 59 7,0	223 11 52,9	257 55 49,7		298 16 51,1
6		326 39 9,6	9 58 40,7	43 11 30,0	77 55 29,6		118 16 28,8
7	326 39,2	151 12 19,5	194 31 52,9	227 44 37,6	262 28 43,9		302 49 48,6
8		331 12 5,7	14 31 42,0	47 44 28,1	82 28 27,5		122 49 28,1
9	331 12,1	155 48 30,1	199 8 8,8	232 20 55,7	267 5 55,0		307 26 5,1
10		335 48 20,0	19 7 58,8	52 20 44,0	87 5 40,7		127 25 42,2
11	335 48,2	160 10 44,0	203 30 23,9	236 43 7,7	271 27 5,4	273° 50' 26",6	311 48 13,9
12		340 10 32,3	23 30 6,4	56 42 52,0	91 26 50,6	93 50 7,2	131 47 47,4
13						273 50 41,6	311 48 30,2
14						93 50 17,7	131 48 0,6
15						273 50 43,9	311 48 36,3
16						93 50 24,2	131 48 12,1
17						273 50 49,4	311 48 34,8
18						93 50 24,5	131 48 8,5
19						273 50 49,4	311 48 34,6
20						93 50 27,2	131 48 10,7
21						273 50 53,3	311 48 44,0
22						93 50 47,0	131 48 27,7
<i>r</i> =		— 3",24	— 28",18	— 43",19	— 15",63	— 25",95	— 7",47

1 à 22. Depuis 22<sup>h</sup>7 jusqu'à 4<sup>h</sup>5.  $\beta = 713,7$  à  $712,4$  millim.;  $\tau = + 9^{\circ}6$  à  $+ 10^{\circ}0 R$ . Vent S fort. Soleil clair, mais de légers nuages sur le ciel. Images très ondulantes. Le tonneau de *H* et les poteaux des autres signaux ont été pointés.

44. Le signal de PESKA-VAARA = *H* n'a été distinctement visible que dans les mises postérieures à 10.

## 25. SKUODDE-VAARA. (Continuation.)

## Directions relatives au point de départ.

## GROUPE I.

	D	E	G	K	H	I
1	0° 0' 0,0	43° 19' 44,2	76° 32' 32,5	111° 16' 28,0		151° 37' 30,1
2	0,0	30,3	10,5	9,9		19,7
3	0,0	38,4	25,7	25,8		32,8
4	0,0	32,3	18,0	16,8		25,2
5	0,0	38,5	24,4	21,2		22,6
6	0,0	31,1	20,4	20,0		19,2
7	0,0	33,4	18,1	24,4		29,1
8	0,0	36,3	22,4	21,8		22,4
9	0,0	38,7	25,6	24,9		35,0
10	0,0	38,8	24,0	20,7		22,2
Moyenne	0 0 0,00	43 19 36,20	76 32 22,16	111 16 21,35		151 37 25,83
r' =	0,00	— 24,94	— 39,95	— 12,39		— 4,23
Dir. défín.	0 0 0,00	43 19 11,26	76 31 42,21	111 16 8,96		151 37 21,60

## GROUPE II.

11	0° 0' 0,0	43° 19' 39,9	76° 32' 23,7	111° 16' 21,4	113° 39' 42,6	151° 37' 29,9
12	0,0	34,1	19,7	18,3	34,9	15,1
Moyenne	0 0 0,00	43 19 37,00	76 32 21,70	111 16 19,85	113 39 38,75	151 37 22,50
r' =	0,00	— 24,94	— 39,95	— 12,39	— 22,71	— 4,23
Dir. défín.	0 0 0,00	43 19 12,06	76 31 41,75	111 16 7,46	113 39 16,04	151 37 18,27

## GROUPE III.

	H	I
13	0° 0' 0,0	37° 57' 48,6
14	0,0	42,9
15	0,0	52,4
16	0,0	47,9
17	0,0	45,4
18	0,0	44,0
19	0,0	45,2
20	0,0	43,5
21	0,0	50,7
22	0,0	40,7
Moyenne	0 0 0,00	37 57 46,13
r' =	0,00	+ 18,48
Direction définitive	0 0 0,00	37 58 4,61

26. ELVEDAKKEN = *A*, TERME DE LA BASE. 1850. AOÛT 27.

Observations de M. Lindhagen, faites par l'instrument d'Ertel.

Sur chacun des deux points extrêmes de la base, mesurée entre ELVEDAKKEN = *A* et BUGTEN = *B*, le signal construit ne se trouvait pas exactement dans la verticale du terme marqué sur la pierre enfouie dans le terrain, mais sur la prolongation de la base, dans une distance de près d'une toise de ce terme. Au milieu de la base un troisième point *Z* avait été fixé sur le terrain, et un troisième signal avait été construit dans une distance latérale d'une toise environ de ce point. Pour les mesures angulaires à faire sur chacune de ces trois stations, l'instrument fut placé de très-près dans la verticale du point fixé sur le terrain, sans cependant négliger la petite différence horizontale entre le centre de l'instrument et la verticale du point. Dès qu'un des points *A*, *B*, *Z*, devait être observé, soit d'un des autres deux points de la base, soit d'une station située hors de la base, le signal excentriquement placé était toujours l'objet du pointage. Dans toutes les stations hors de la base, le signal lui-même avait fourni le centre de la station.

*Données pour la centration.*

Soit, dans la figure ci-jointe :

- i* le lieu de l'instrument,
- A* le terme de la base,
- A'* le signal près de ce point,
- C* le signal lointain RAFSHOLMEN.

Nous avons les distances horizontales mesurées :

$$iA = 0,00513 \text{ toise.}$$

$$AA' = 0,87353 \text{ " ,}$$

et les angles horizontaux mesurés ou conclus

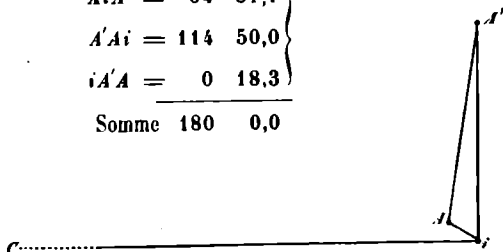
$$CiA' = 88^{\circ} 32',8 ;$$

$$AiA' = 64 \quad 51,7$$

$$A'Ai = 114 \quad 50,0$$

$$iAA' = 0 \quad 18,3$$

$$\text{Somme } 180 \quad 0,0$$



## 26. ELVEDAKKEN. (Continuation.)

## Directions lues.

	E		G		Z		B		D		C		Centre c du signal A
1	59°	7' 36,0	68° 37'	46,0	136° 57'	45,5	137° 2'	23,0	152° 51'	49,5	227° 29'	48,5	
2	239	7 42,5	248 37	55,0	316 57	52,5	317 2	34,0	332 52	6,5	47 30	2,0	
3	239	7 40,5	248 38	1,0	316 57	57,5	317 2	31,5	332 52	7,5	47 30	4,0	
4	59	7 29,5	68 37	43,5	136 57	45,0	137 2	18,5	152 51	48,5	227 29	45,5	
5	9	12 14,5	18 42	27,5	87 2	25,5	87 6	57,0	102 56	34,0	177 34	26,5	266° 7'9
6	189	12 8,5	198 42	25,5	267 2	23,5	267 6	56,0	282 56	28,0	357 34	27,0	86 6.8
7	189	12 5,5	198 42	23,0	267 2	20,0	267 6	57,0	282 56	32,0	375 34	19,5	86 6.8
8	9	12 3,5	18 42	22,0	87 2	18,5	87 6	51,0	102 56	27,0	177 34	26,0	266 7.0
9	66	55 44,0	76 25	58,5	144 45	56,0	144 50	31,5	160 40	6,7	235 18	3,5	
10	246	55 42,0	256 25	55,2	324 45	52,5	324 50	30,5	340 40	4,0	55 17	58,5	
11	246	55 41,0	256 25	58,0	324 45	52,0	324 50	25,0	340 40	3,0	55 17	54,5	
12	66	55 39,5	76 25	56,0	144 45	52,5	144 50	29,5	160 40	11,0	235 17	58,0	
r =	+ 0,10		+ 0,01		— 1,64		— 0,84		— 0,55		— 0,17		
ρ =					+ 280,20		— 1,72						

1 à 4. Depuis 6<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> jusqu'à 8<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>.  $\beta = 744,8$  millim.;  $\tau = + 10^{\circ}5 R$ . Soleil clair. Vent assez fort. Objets tranquils. Au commencement les signaux *Z*, *B*, *D* étaient difficilement vus, à cause du soleil qui donnait de ce côté. Vers la fin des observations, il commença à devenir obscur.

Entre 4 et 5. Il avait plu la nuit. Le statif est resté la nuit intact sur sa place, sous la surveillance d'un garde.

5 à 12. Depuis 19<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>. Ciel couvert. Calme.  $\beta = 744,7$  millim.;  $\tau = + 10^{\circ}0 R$ .

## Directions relatives au point de départ.

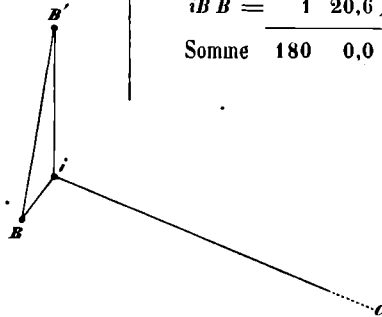
	E		G		Z		B		D		C	
1	0°	0' 0,0	9° 30'	10,0	77° 50'	9,5	77° 54'	47,0	93° 44'	13,5	168° 22'	12,5
2		0,0		12,5		10,0		51,5		24,0		19,5
3		0,0		20,5		17,0		51,0		27,0		23,5
4		0,0		14,0		15,5		49,0		19,0		16,0
5		0,0		13,0		11,0		42,5		19,5		12,0
6		0,0		17,0		15,0		47,5		19,5		18,5
7		0,0		17,5		14,5		51,5		26,5		14,0
8		0,0		18,5		15,0		47,5		23,5		22,5
9		0,0		14,5		12,0		47,5		22,7		19,5
10		0,0		13,2		10,5		48,5		22,0		16,5
11		0,0		17,0		11,0		44,0		22,0		13,5
12		0,0		16,5		13,0		50,0		31,5		18,5
Moyenne	0	0 0,00	9 30	15,35	77 50	12,83	77 54	48,12	93 44	22,56	168 22	17,21
r =		0,00		— 0,09		+ 4 38,46		— 2,66		— 0,65		— 0,27
Dir. défin.	0	0 0,00	9 30	15,26	77 54	51,29	77 54	45,46	93 44	21,91	168 22	16,94

27. BUGTEN =  $B$ , TERME DE LA BASE. 1850. SEPTEMBRE 2.

Observations de M. Lindhagen, faites par l'instrument d'Ertel.

*Données pour la centration.* $i$  est le lieu de l'instrument, $B$  est le terme de la base, $B'$  est le signal près de ce point, $C$  est le signal lointain RAFSHOLMEN.

Distances horizontales:

 $iB = 0,03922$  toise, $BB' = 0,90603$  » .

Angles horizontaux:

 $B'iC = 116^{\circ} 3',7$  $B'iB' = 147^{\circ} 11,4$  $B'Bi = 31^{\circ} 28,0$  $iB'B = 1^{\circ} 20,6$ Somme  $180^{\circ} 0,0$ *Directions lues.*

	Centre $c$ du signal $B'$	$D$	$C$	$A$	$Z$
1	321° 55,1	0° 17' 24,0	77° 58' 23,5	142° 38' 25,5	142° 43' 22,5
2	141 54,5	180 17 41,5	257 58 23,5	322 38 29,5	322 43 26,0
3	141 54,5	180 17 41,5	257 58 33,5	322 38 47,0	322 43 36,5
4		0 17 31,5	77 58 24,0	142 38 33,5	142 43 25,5
5		306 57 5,0	24 37 56,5	89 18 7,0	89 22 56,5
6		126 57 21,5	204 38 11,0	269 18 23,5	269 23 8,0
7		126 57 23,0	204 38 12,5	269 18 17,0	269 23 5,0
8		306 57 5,5	24 38 5,0	89 18 8,0	89 22 58,0
9		252 44 42,5	330 25 34,7	35 5 50,5	35 10 37,5
10		72 45 4,5	150 25 52,5	215 6 7,2	215 10 57,0
11		72 45 5,5	150 25 52,5	215 6 4,5	215 10 54,0
12		252 44 48,0	330 25 45,0	35 5 48,0	35 10 40,5
13		195 43 49,0	273 24 44,0	338 4 49,5	338 9 44,0
14		15 44 4,0	93 25 0,7	158 5 12,0	158 9 58,0
15		15 43 56,5	93 24 54,0	158 5 5,0	158 9 50,5
16		195 43 42,0	273 24 39,5	338 4 43,0	338 9 36,0
$r =$		— 0,93	— 2,93	— 3,72	— 7,55
$\rho =$				+ 1,88	— 290,65

1 à 12. Depuis 1<sup>h</sup> jusqu'à 5<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.  $\beta = 760,2$  millim.;  $\tau = + 7^{\circ} 2 R$ .13 à 16. Depuis 20<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> jusqu'à 22<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>.

## 27. BUGTEN. (Continuation.)

*Directions relatives au point de départ.*

	D			C			A			Z		
1	0°	0'	0,0	77°	40'	59,5	142°	20'	61,5	142°	25'	58,5
2			0,0			42,0			58,0			44,5
3			0,0			52,0			65,5			55,0
4			0,0			52,5			62,0			54,0
5			0,0			51,5			62,0			51,5
6			0,0			49,5			62,0			46,5
7			0,0			49,5			54,0			42,0
8			0,0			59,5			62,5			52,5
9			0,0			52,2			68,0			55,0
10			0,0			48,0			62,7			52,5
11			0,0			47,0			59,0			48,5
12			0,0			57,0			60,0			52,5
13			0,0			55,0			60,5			55,0
14			0,0			56,7			68,0			54,0
15			0,0			57,5			68,5			54,0
16			0,0			57,5			61,0			54,0
Moyenne	0	0	0,00	77	40	52,93	142	21	2,20	142	25	51,87
$r' =$			0,00			— 2,00			— 0,91			— 4 57,27
Direction définitive	0	0	0,00	77	40	50,93	142	21	1,29	142	20	54,60

28. MILIEU DE LA BASE = Z. 1850 SEPTEMBRE 3.

Observations de M. Lindhagen, faites par l'instrument d'Ertel.

*Données pour la centration.* $i$  est le lieu de l'instrument, $Z$  est le point du milieu de la base, $Z'$  est le signal près de ce point, $C$  est le signal lointain RAFSHOLMEN.

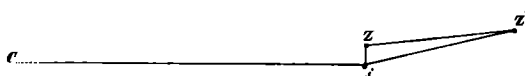
Distances horizontales :

 $iZ = 0,00085$  toise, $ZZ' = 0,79868$  » .

Angles horizontaux :

 $CiZ' = 166^{\circ} 1',7$  $ZiZ' = 88 56,3$  $iZ'Z = 0 3,7$  $Z'Zi = 91 0,0$ 

Somme = 180 0,0

*Directions lues.*

	Centre $c$ du signal $Z'$	$B$	$C$	$A$
1		303° 53' 56",0	47° 39' 41",5	123° 53' 55",0
2		123 54 11,0	227 39 57,5	303 54 14,0
3	33° 41',6	123 54 10,0	227 39 56,5	303 54 15,0
4	213 41,8	303 54 20,0	47 40 7,0	123 54 28,5
5		262 12 44,0	5 58 36,5	82 12 57,0
6		82 13 0,0	185 58 49,0	262 13 9,5
7		82 13 2,5	185 58 47,5	262 13 11,0
8		262 12 46,0	5 58 40,5	82 12 58,5
9		214 7 40,5	317 53 42,0	39 7 46,0
10		34 7 52,0	137 53 45,0	219 8 0,0
11		34 7 54,0	137 53 45,7	219 7 58,5
12		214 7 40,5	317 53 26,0	39 7 48,0
$r =$		0',00	— 0',07	0',00
$\rho =$		— 3.07		+ 3,28

1 à 12. Depuis 4<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>.



## 28. MILIEU DE LA BASE. (Continuation.)

## Directions relatives au point de départ.

	B	C	A
1	0° 0' 0,0	103° 45' 45,5	179° 59' 59,0
2	0,0	46,5	180 0 3,0
3	0,0	46,5	5,0
4	0,0	47,0	8,5
5	0,0	52,5	13,0
6	0,0	49,0	9,5
7	0,0	45,0	8,5
8	0,0	54,5	12,5
9	0,0	61,5	5,5
10	0,0	53,0	8,0
11	0,0	51,7	4,5
12	0,0	45,5	7,5
Moyenne	0 0 0,00	103 45 49,85	180 0 7,04
$r' =$	0,00	+ 3,00	+ 6,35
Direction définitive	0 0 0,00	103 45 52,85	180 0 13,39

Remarque de Struve. Un triangle très-mince se forme entre les deux points extrêmes, *A*, *B*, de la base, et le point *Z* du milieu. Les directions définitives de notre tableau fournissent les angles que voici:

	angles observés	angles plans
<i>AZB</i>	179° 59' 46,61	179° 59' 46,90
<i>BAZ</i>	0 0 5,83	0 0 6,12
<i>ZBA</i>	0 0 6,69	0 0 6,98
Somme	180 0—0,87	180 0 0,00
	Corr. +0,87	Exc. 0,00.

Il s'ensuit que le point *Z* n'est pas rigoureusement dans le plan vertical par *A* et *B*. En employant  $\lg AZ = 2,76933$  et  $\lg BZ = 2,75344$ , p. 332, nous apprenons que le point *Z* se trouve, du côté sud de la ligne *AB*, de

0,0468 toise = 1,24 pouce; d'après l'angle de 6,12 en <i>A</i>
0,0499 » = 1,43 » » » » 6,98 en <i>B</i>

Moyenne 0,0483 toise = 1,32 pouce.

Notre triangle porte témoignage de l'exactitude soit des angles mesurés, soit de l'alignement de la ligne mesurée.

23. LILLE-REIPAS = E. 1850. Août 17 ET 18.

 $a = 0,838$  toise. Angle  $ciG = 150^\circ 30',3$ .*Directions lues.*

	Centre c	G	F	D	C	A
1	119° 7',1	269° 36' 46",7	329° 52' 50",3	31° 57' 57",1	64° 55' 7",4	71° 6' 27",4
2		89 36 23,2	149 52 33,2	211 57 42,1	244 54 49,0	251 6 12,9
3	89 36,4	240 10 42,7	300 26 46,5	2 31 52,5	35 28 55,0	41 40 24,3
4		60 10 30,6	120 26 29,6	182 31 38,4	215 28 43,4	221 40 6,1
5	60 10,5	210 41 9,6	270 57 6,3	333 2 12,6	5 59 25,1	12 10 47,1
6		30 40 49,8	90 56 53,0	153 2 6,5	185 59 7,8	192 10 34,5
7	30 40,9	181 4 8,4	241 20 14,8	303 25 22,0	336 22 29,1	342 33 52,0
8		1 4 6,6	61 19 59,7	123 25 12,5	156 22 19,8	162 33 41,2
9	1 4,1	151 31 36,4	211 47 48,4	273 53 0,9	306 49 60,3	313 1 20,2
10		331 31 29,2	31 47 36,0	93 52 40,4	126 49 39,3	133 1 3,2
11	331 31,5	122 7 51,5	182 24 3,3	244 29 3,6	277 26 6,7	283 37 28,9
12		302 7 35,3	2 23 44,2	64 28 45,1	97 26 49,1	103 37 13,2
$r =$		+ 36",77	— 20",97	— 57",52	— 30",06	— 58",26
$\rho =$						— 79,70

1 à 12. Depuis 20',7 jusqu'à 0",1.  $\beta = 724,8$  à  $723,6$  millim.;  $\tau = + 5^\circ 7'$  à  $+ 5^\circ 4' R$ . Vent NNE assez fort, jusqu'à la fin. Air ondulant. Ciel un peu nuageux. Les poteaux de tous les signaux ont été observés, immédiatement au-dessus des contrefiches. Les observations ont été interrompues plusieurs fois, pour un petit intervalle, par une pluie passagère.

*Directions relatives au point de départ.*

	G	F	D	C	A
1	0° 0' 0",0	60° 15' 63",6	122° 21' 10",4	155° 18' 20",7	161° 29' 40",7
2	0,0	70,0	18,9	25,8	49,7
3	0,0	63,8	9,8	12,3	41,6
4	0,0	59,0	7,8	12,8	35,5
5	0,0	56,7	3,0	15,5	37,5
6	0,0	63,2	16,7	18,0	44,7
7	0,0	66,4	13,6	20,7	43,6
8	0,0	53,1	5,9	13,2	34,6
9	0,0	72,0	24,5	23,9	43,8
10	0,0	66,8	11,2	10,1	34,0
11	0,0	71,8	12,1	15,2	37,4
12	0,0	68,9	9,8	13,8	37,9
Moyenne	0 0 0,00	60 15 64,61	122 21 11,97	155 18 16,83	161 29 40,08
$r' =$	0,00	— 57,74	— 1 34,29	— 1 6,83	— 2 54,73
Direct. défin.	0 0 0,00	60 15 6,87	122 19 37,68	155 17 10,00	161 26 45,35

## 29. RAFSHOLMEN = C. 1850. SEPTEMBRE 4.

Observations de M. Lindhagen, faites par l'instrument d'Ertel.

 $a = 0.84188$  toise. Angle *Dic* =  $95^{\circ} 58',2$ .*Directions lues.*

	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>Z</i>	<i>G</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	Centre <i>c</i>
1	84° 28' 5,5	89° 57' 11,5	97° 47' 28,0	98° 5' 28,0	109° 22' 52,0	127° 15' 14,0	
2	84 28 4,5	89 57 7,0	97 47 25,5	98 5 33,0	109 22 50,5	127 15 4,5	
3	264 27 47,5	269 56 48,0	277 47 7,5	278 5 11,2	289 22 35,0	307 14 47,0	43° 13',2
4	309 15 10,5	314 44 12,5	322 34 28,0	322 52 26,5	334 9 52,0	352 2 3,2	88 0,1
5	129 15 25,5	134 44 25,7	142 34 44,5	142 52 45,5	154 10 12,0	172 2 23,5	
6	129 15 27,5	134 44 27,5	142 34 47,5	142 52 48,0	154 10 12,5	172 2 27,7	
7	309 15 10,0	314 44 12,5	322 34 24,5	322 52 23,5	334 9 51,0	352 2 6,0	
8	339 21 38,0	344 50 41,0	352 41 2,7	352 58 57,5	4 16 24,5	22 8 37,0	
9	159 21 56,5	164 50 57,0	172 41 17,0	172 59 10,0	184 16 40,5	202 8 56,0	
10	159 21 55,0	164 51 4,5	172 41 15,0	172 59 12,0	184 16 40,0	202 8 51,5	
11	339 21 37,0	344 50 39,0	352 41 0,2	352 58 55,7	4 16 23,5	22 8 38,0	
12	0 0 14,0	5 29 16,5	13 19 34,5	13 37 35,0	24 55 0,0	42 47 14,5	
<i>r</i> =	— 46",14	— 27",12	— 55",39	— 20",79	— 57",86	— 64",09	
<i>ρ</i> =	+ 72,59		+ 15,50		— 61,84		

1 à 12. Ciel couvert. Vent.  $\beta = 751,5$  millim.;  $\tau = + 7,3$  R.*Directions relatives au point de départ.*

	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>Z</i>	<i>G</i>	<i>B</i>	<i>D</i>
1	0° 0' 0,0	5° 29' 6,0	13° 19' 22,5	13° 37' 22,5	24° 54' 46,5	42° 46' 68,5
2	0,0	2,5	21,0	28,5	46,0	60,0
3	0,0	0,5	20,0	23,7	47,5	59,5
4	0,0	2,0	17,5	16,0	41,5	52,7
5	0,0	0,2	19,0	20,0	46,5	58,0
6	0,0	0,0	20,0	20,5	45,0	60,2
7	0,0	2,5	14,5	13,5	41,0	56,0
8	0,0	3,0	24,7	19,5	46,5	59,0
9	0,0	0,5	20,5	13,5	44,0	59,5
10	0,0	9,5	20,0	17,0	45,0	56,5
11	0,0	2,0	23,2	18,7	46,5	61,0
12	0,0	2,5	20,5	21,0	46,0	60,5
Moyenne	0 0 0,00	5 29 2,60	13 19 20,28	13 37 19,53	24 54 45,17	42 46 59,28
<i>r</i> ' =	0,00	— 53,57	— 1 6,34	— 47,24	— 2 26,15	— 1 30,54
Dir. défin.	0 0 0,00	5 28 9,03	13 18 13,94	13 36 32,29	24 52 19,02	42 45 28,74

## MESURES ANGULAIRES VERTICALES, 1846, 1847, 1850.

FUGLENAES =  $\mathcal{A}$ . (p. 338.)

1846. Juin 30. Depuis 3<sup>h</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup>.  $\beta = 759,8$  à  $759,0$  millim.;  $\tau = + 41,7$  à  $+ 40,7 R$ . Vent E fort. Le niveau du cercle vertical est très-variable, par suite des coups de vent.

$$x = 0,711 \text{ toise.}$$

L'altitude du terrain où le signal est placé, au-dessus du niveau moyen de la mer, a été déterminée par deux nivellements géométriques, =  $7,102$  toises.

*Distances au zénith observées.*

	TYVEN = $\mathcal{C}$ .	JEDKI = $\mathcal{D}$ .	HAAJEN = $\mathcal{B}$ .
Pointé:	T	S	T
	83° 35' 29,1	88° 16' 2,2	88° 11' 60,2
	31,8	3,7	59,5
	30,5	0,5	59,7
	29,4	2,5	56,1
	26,2	5,4	64,1
			64,4
Moyenne	83 35 29,4	88 16 2,9	88 12 0,7
Log. dist.	3,26747	4,22467	3,65664
En $\mathcal{C}$ , $t = s + 1,185$ toise.			En $\mathcal{B}$ , $t = s + 2,007$ toises.

HAAJEN =  $\mathcal{B}$ . (p. 339)

1846. Juillet 2. Depuis 4<sup>h</sup> jusqu'à 5<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>.  $\beta = 730,4$  à  $730,3$  millim.;  $\tau = + 43,0$  à  $+ 43,5 R$ . Vent inégal, fort et par coups. Soleil clair. Air transparent.

$$x = 0,74 \text{ toise, } t = 2,036 \text{ toises, } s = 0,029 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	JEDKI = $\mathcal{D}$ .
Pointé:	S
	88° 24' 43,8
	44,5
	46,3
	48,1
	49,1
	46,2
Moyenne	88 24 46,3
Log. dist.	4,13154.

AVJO-VAARA = D. (p. 340.)

1846. Juillet 29. Depuis 5<sup>h</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup>.  $\beta = 709,3$  à  $709,3$  millim.;  $\tau = + 16^{\circ}8$  à  $+ 16^{\circ}3$  R. Vent SO et SSO, par coups et en augmentant.

$$x = 0,743 \text{ toise, } s = 0,838 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

SPJELLEGA = P.

Pointé:	S
	90° 11' 57",1
	56,2
	59,1
	53,9
	53,5
	56,7
	55,2

Moyenne 90 11 56.0

Log. dist. 4,18257.

SPJELLEGA = P. (p. 342.)

1846. Août 6. Depuis 3<sup>h</sup>5 jusqu'à 8<sup>h</sup>5.  $\beta = 711,3$  millim.;  $\tau = + 18^{\circ}8$  R. Vent SSO faible. Air épais. De temps à autre tonnerre et pluie.

$$x = 0,727 \text{ toise, } s = 0,772 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

BÄLJATZ-VAARA = R.	ATJIK = D.
Pointé: S	Terrain
90° 6' 46",0	90° 6' 36",3
35,5	33,9
35,4	40,5
42,9	43,3
38,8	49,3
Moyenne 90 6 39,7	90 6 40,7
Log. dist. 4,06453	4,31353.

Le Signal en D n'étant qu'indistinctement visible, le point le plus élevé du terrain a été pointé.

ZHJARA-VAARA =  $\mathfrak{N}$ . (p. 346.)

1846. Août 19, 20. Depuis 22<sup>h</sup> jusqu'à 1<sup>h</sup>.  $\beta = 686,4$  à  $686,45$  millim.;  $\tau = + 10^{\circ}0$  à  $+ 12^{\circ}9$  R.

Vent SO fort. Air épais. Objets ondulants.

$$x = 0,727 \text{ toise, } s = 0,822 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	SPJELLEGA = $\mathfrak{P}$ .	BÄLJATZ-VAARA = $\mathfrak{R}$ .	ATJIK = $\mathfrak{Q}$ .
Pointé:	S	S	Terrain
	90° 51' 32,0	90° 35' 45,4	90° 30' 52,2
	26,0	51,1	54,7
	32,0	44,7	57,5
	25,4	44,9	57,2
	29,2	45,5	53,5
Moyenne	90 51 28,9	90 35 46,3	90 30 55,0
Log. dist.	4,05851	4,30974	4,37630.

NUPPI-VAARA =  $\mathfrak{M}$ . (p. 348.)

1846. Août 23. Depuis 5<sup>h</sup>5 jusqu'à 6<sup>h</sup>5.  $\beta = 692,4$  à  $692,2$  millim.;  $\tau = + 6^{\circ}0$  à  $+ 5^{\circ}5$  R. Vent

S faible. Air transparent.

$$x = 0,743 \text{ toise, } s = 0,854 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	AVIO-VAARA = $\mathfrak{D}$ .	ZHJARA-VAARA = $\mathfrak{N}$ .
Pointé:	S	S
	90° 26' 45,2	90° 5' 1,4
	37,6	1,2
	38,7	0,9
	40,4	0,9
	43,4	0,9
Moyenne	90 26 41,1	90 5 1,1
Log. dist.	4,39628	4,29174.

LONDIZHJOKKI = Q. (p. 345 et p. 356.)

1846. Août 29. Depuis 20<sup>h</sup> jusqu'à 22<sup>h</sup>.  $\beta = 712,95$  à  $713,0$  millim.;  $\tau = + 8^{\circ}2$  à  $+ 11^{\circ}0$  R.

Vent S faible. Air très-épais.

$$x = 0,743 \text{ toise, } s = 0,806 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

AVJO-VAARA = D.

Pointé:	S
	90° 7' 49",4
	49,9
	41,2
	42,8
	39,4
	<hr/>
Moyenne	90 7 44,5
Log. dist.	4,17346.

1847. Septembre 13. Depuis 3<sup>h</sup>5 jusqu'à 4<sup>h</sup>5.  $\tau = + 3^{\circ}4$  à  $+ 3^{\circ}0$  R. Vent SO faible. Air très-épais.

Objets ondulants.

$$x = 0,743 \text{ toise, } s = 0,806 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	NUPPI-VAARA = M.		HALDI = G.
Pointé:	S		S
	89° 40' 39",1		89° 45' 27",0
	30,8		29,5
	37,6		30,2
	37,8		29,6
	38,8		28,3
	<hr/>		<hr/>
Moyenne	89 40 36,8		89 45 28,9
Log. dist.	4,15065		4,31566.

HALDI = §. (p. 350.)

1847. Juillet 13. Depuis 5<sup>h</sup>5 jusqu'à 8<sup>h</sup>0.  $\beta = 688,2$  à  $686,0$  millim.;  $\tau = + 8^{\circ}2$  à  $+ 5^{\circ}0 R$ . Vent SO, assez fort. Air transparent.

$$x = 0,758 \text{ toise, } s = 1,027 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	JEDRI = D.	NUPPI-VAARA = M.
Pointé :	S	S
	90° 2' 61,6	90° 15' 32,0
	66,6	29,1
	44,0	27,9
	43,5	35,8
	52,5	34,9
Moyenne	90 2 53,6	90 15 31,9
Log. dist.	4,46541	4,14673.

JEMMELUFT-OIVI = E. (p. 351.)

1847. Juillet 19. Depuis 5<sup>h</sup>5 jusqu'à 7<sup>h</sup>5.  $\beta = 705,6$  à  $705,7$  millim.;  $\tau = + 13^{\circ}0$  à  $+ 12^{\circ}5 R$ . Calme. Air un peu épais.

$$x = 0,727 \text{ toise, } s = 0,443 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	BALKIS-OIVI = G.	HALDI = §.	KAAYEN = F.	JEDRI = D.
Pointé :	S	S	S	S
	89° 55' 10,7	89° 54' 3,6	89° 37' 49,9	88° 54' 2,6
	5,4	5,5	51,8	3,1
	12,0	1,8	55,4	0,6
	11,2	7,4	50,3	3,5
	4,0	6,6	53,9	2,4
Moyenne	89 55 8,7	89 54 5,0	89 37 52,3	88 54 2,4
Log. dist.	4,06458	4,43010	4,27417	4,04605.



## BALKIS-OIVI = ☉. (p. 352.)

1847. Juillet 23. Depuis 7<sup>h</sup>5 jusqu'à 9<sup>h</sup>5.  $\beta = 707,2$  à  $707,0$  millim.;  $\tau = + 11^{\circ}0$  à  $+ 9^{\circ}6 R$ .

Vent E, au commencement fort, depuis plus faible. Soleil clair, mais un air épais.

$$x = 0,774 \text{ toise, } s = 0,774 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	KAAVEN = ☿.	JEDKI = ☽.
Pointé:	S	S
	89° 28' 59,2	89° 31' 54,8
	28 54,1	58,5
	29 24,7	49,2
	29 16,0	49,9
	29 17,3	53,8
Moyenne	89 29 10,3	89 31 53,2
Log. dist.	4,10267	4,26604.

*Remarque de Struve.* L'irrégularité des distances au zénith de ☿ s'explique par la circonstance que la ligne entre ☉ et ☿ passe en grande partie par-dessus la mer. L'accord des cinq lieux du zénith n'admet aucun doute sur l'exactitude des observations.

## JEDKI = ☽. (p. 354.)

1847. Septembre 1. Depuis 21<sup>h</sup>5 jusqu'à 23<sup>h</sup>.  $\beta = 658,2$  à  $659,9$  millim.;  $\tau = + 0^{\circ}7$  à  $+ 0^{\circ}8 R$ .

Vent SO faible. Ciel couvert.

$$x = 0,743 \text{ toise, } s = 1,106 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	BALKIS-OIVI = ☉.	HALDI = ☿.
Pointé:	S	S
	90° 44' 32,7	90° 23' 21,8
	32,2	21,0
	31,6	19,4
	32,7	21,9
	30,2	25,2
Moyenne	90 44 31,9	90 23 21,9
Log. dist.	4,26604	4,46541.

PESKA-VAARA = H. (p. 362.)

1850. Août 11, à 22<sup>h</sup>5.  $\beta = 715,5$  millim.;  $\tau = + 12^{\circ}0 R$ . Vent NE médiocrement fort. Ciel couvert.

Air plein de vapeurs. Une pluie interrompt le travail.

$$x = 0,74 \text{ toise, } t = 1,428 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

RAUTAS-VAARA = K.	
Pointé :	T
	88° 53' 45 <sup>9</sup> / <sub>8</sub>
	38,6
Moyenne	88 53 42,2
Log. dist.	3,58067.

La mesure des angles horizontaux ayant été achevée, il n'a pas paru convenable de prolonger le séjour pour les distances au zénith

STORE-REIPAS = G. (p. 364.)

1850. Août 16. Depuis 7<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> jusqu'à 8<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>.  $\beta = 715,8$  à 715,5 millim.;  $\tau = + 7^{\circ}5$  à  $+ 6^{\circ}3 R$ .

Ciel un peu couvert. Images ondulantes.

$$x = 0,74 \text{ toise, } t = 1,636 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

RAUTAS-VAARA = K.	PESKA-VAARA = H.	VUOSGOL-VAARA = I.
Pointé :	T	T
89° 11' 16 <sup>9</sup> / <sub>9</sub>	89° 37' 9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	89° 18' 16 <sup>3</sup> / <sub>3</sub>
15,1	10,0	5,1
14,1	9,9	8,0
17,6	10,4	11,9
17,1	10,9	18,0
Moyenne 89 11 16,2	89 37 10,0	89 18 11,9
Log. dist. 3,81788	3,52629	3,93110.

## LILLE-REIPAS = E. (p. 376.)

1850. Août 18, à 2<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>.  $\beta = 723,6$  millim.;  $\tau = + 5,4 R$ . Vent NNO fort. Ciel couvert. Giboulées.

$$x = 0,74 \text{ toise, } t = 1,668 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

STORE-REIPAS = G.		SKUODDE-VAARA = F.	
Pointé:	T		T
	88° 17' 10,5		88° 59' 51,9
	8,5		47,4
	9,2		51,3
	12,6		52,3
	8,0		50,0
Moyenne	88 17 9,8		88 59 50,6
Log. dist.	3,36436		3,62503.

## SKUODDE-VAARA = F. (p. 368.)

1850. Août 26. Depuis 4<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> jusqu'à 6<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>.  $\beta = 712,4$  à 710,9 millim.;  $\tau = + 10,0$  à  $+ 9,1 R$ .

Vent S très-fort.

$$x = 0,74 \text{ toise, } t = + 1,827 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	RAUTAS-VAARA K.	PESKA-VAARA = H.	VUOSGOL-VAARA = I.
Pointé:	T	T	T
	89° 29' 43,4	89° 51' 5,6	89° 21' 40,3
	49,2	7,2	47,7
	52,7	4,1	45,8
	49,8	14,7	38,0
	47,5	15,0	43,4
Moyenne	89 29 48,5	89 51 9,3	89 21 43,0
Log. dist.	3,96604	3,73652	3,93979.

KONGSHAVN-FJELD = *D*. (p. 366.)1850. Septembre 2. Depuis 5<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> jusqu'à 7<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>.  $\beta = 740,8$  à  $740,7$  millim.;  $\tau = + 5^{\circ}2$  à  $+ 4^{\circ}4 R$ .

Vent NO faible. Ciel couvert.

$$x = 0,74 \text{ toise, } u = 0,944 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

STORE-REIPAS = <i>G</i> .		SKUODDE-VAARA = <i>F</i> .		BUGTEN = <i>B</i> .	
Pointé :	<i>T</i>	<i>T</i>	<i>T</i>	<i>U</i>	<i>U</i>
	88° 42' 18,0	88° 19' 50,1		96° 59' 49,8	
	22,0	57,6		51,9	
	19,5	55,0		51,3	
	25,2	49,6		55,0	
	15,4	48,3		53,0	
				53,3	
Moyenne	88 42 20,0	88 19 52,1		96 59 52,4	
Log. dist.	3,66910	3,58712		2,92718.	

*Remarque de M. Lindhagen.* La différence considérable en altitude et la petitesse de la distance entre *D* et *B*, exigent que le calcul se fasse avec la distance horizontale = 845,62 toises entre le lieu de l'instrument en *D* et le signal *B*, mais non pas avec la distance entre les deux signaux en *D* et en *B*, qui est de 847,16 toises.

RAFSHOLMEN = *C*. (p. 377.)1850. Septembre 4. Depuis 6<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> jusqu'à 7<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>.  $\beta = 760,5$  à  $760,8$  millim.;  $\tau = + 6^{\circ}1$  à  $+ 5^{\circ}7 R$ .

Vent fort. Ciel couvert.

$$x = 0,74 \text{ toise, } u = 0,988 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

ELVEDAKKEN = <i>A</i> .		LILLE-REIPAS = <i>E</i> .	
Pointé :	<i>U</i>	<i>T</i>	<i>T</i>
	90° 14' 55,5	88° 21' 32,9	
	46,8	13,5	
	45,0	22,7	
	43,9	32,8	
	43,7	34,7	
		36,1	
Moyenne	90 14 47,0	88 21 28,8	
Log. dist.	3,39472	3,66857.	

*Remarque de Struve.* M. Lindhagen, dans ses calculs, a cru devoir rejeter la seconde et la troisième observation de *E*, et adopter la moyenne 88° 21' 34,1. Il n'y a cependant, dans les journaux de M. Klouman, rien qui rende suspectes ces deux observations.

BUGTEN = B. (p. 372.)

1850. Septembre 7. Depuis 3<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> jusqu'à 5<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.  $\beta = 765,0$  à  $763,9$  millim.;  $\tau = + 5^{\circ}0$  à  $+ 5^{\circ}0 R$ .

Vent N faible. Ciel clair. (Observations de M. Klouman.)

$$x = 0,606 \text{ toise}, \quad u = 0,840 \text{ toise.}$$

Ces  $x$  et  $u$  sont relatifs à la surface du cylindre métallique qui désigne le terme de la base.*Distances au zénith observées.*

	KONGSHAVN-FJELD = D.	RAFSHOLMEN = C.	ELVEBAKKEN = A.
Pointé :	<i>U</i>	<i>U</i>	<i>U</i>
	82° 59' 38,2	89° 51' 63,7	90° 9' 10,3
	45,4	68,1	26,0
	47,1	57,7	23,1
	46,7	59,1	31,1
	47,5	52,3	31,6
	50,2	48,4	35,5
Moyenne	82 59 45,8	89 51 58,2	90 9 26,3
Log. dist.	2,92797	3,43861	3,06281.

*Remarque de Struve.* M. Lindhagen, dans ses calculs, a rejeté la première observation en A, ce qui donne la moyenne 90° 9' 29,5. Dans le journal de M. Klouman cette observation ne présente rien de suspect.

1850. Septembre 2. Après 5<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.  $\beta = 760,2$  millim.;  $\tau = + 7^{\circ}2 R$ . (Observations de M. Lindhagen.)

$$x = 0,734 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

	RAFSHOLMEN = C.	KONGSHAVN-FJELD = D.
Pointé :	<i>U</i>	<i>U</i>
	89° 52' 33,9	83° 0' 22,6
	31,5	18,7
		17,5
		18,2
		20,6
		21,8
Moyenne	89 52 32,7	83 0 19,9
Log. dist.	3,43861	2,92797.

BUGTEN. (*Continuation.*)

1850. Sept. 2. Depuis  $22^{\text{h}} 15^{\text{m}}$  jusqu'à  $23^{\text{h}} 8^{\text{m}}$ .  $\beta = 760,3$  millim.;  $\tau = + 7^{\circ} 1 R$ . (Obs. de M. Lindhagen.)

$$x = 0,734 \text{ toise.}$$

*Distances au zénith observées.*

RAFSHOLMEN = C.		ELVEDAKKEN = A.	
Pointé :	<i>U</i>		<i>U</i>
	89° 52' 31,4		90° 10' 23,8
	31,6		23,0
	30,7		25,0
			22,4
			26,5
Moyenne	89 52 31,2		90 10 24,1
Log. dist.	3,43861		3,06281.

## STATION AUXILIAIRE.

1850. Septembre 7. Depuis  $1^{\text{h}} 7^{\text{m}}$  jusqu'à  $2^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ .  $\beta = 767,1$  à  $767,4$  millim.;  $\tau = + 7^{\circ} 2$  à  $+ 8^{\circ} 6 R$ .  
Vent N faible. Ciel clair.

Cette station se trouve entre le Signal de BUGTEN = *B* et une échelle verticale placée dans l'eau, sur laquelle le niveau moyen de la mer avait été déterminé, par des observations répétées de la haute et de la basse mer, depuis le 21 jusqu'au 25 Août. L'instrument se trouvait, sur la station auxiliaire, à 50,1 toises de distance horizontale de la dite échelle, et à 147,7 toises du Signal BUGTEN = *B*. Sur l'échelle placée dans l'eau une marque fut établie, à peu près dans la hauteur de la ligne horizontale de la lunette de l'instrument établi sur le point auxiliaire. Une mesure directe donna, que cette marque se trouvait à 1,2879 toises au-dessus du point de l'échelle qui répondait au niveau moyen de la mer.

MARQUE DE L'ÉCHELLE.		BUGTEN SIGNAL.	
Pointé :	<i>Marque.</i>		<i>U</i>
	90° 1' 42,6		88° 16' 34,5
	44,3		29,5
	59,2		29,2
	58,7		33,0
	60,5		30,8
	61,3		24,6
Moyenne	90 1 54,4		88 16 30,3
Log. dist.	1,69984		2,16938.

ELVEDAKKEN = A. (p. 370.)

1850. Septembre 10. Depuis 0<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> jusqu'à 2<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>.  $\beta = 762,1$  à  $761,2$  millim.;  $\tau = + 8^{\circ}0$  à  $+ 6^{\circ}6$  R.

Vent O faible. Ciel couvert. Objets ondulants.

$$x = 0,532 \text{ toise, } u = 0,870 \text{ toise.}$$

Ces  $x$  et  $u$  sont relatifs à la surface du cylindre métallique qui désigne le terme de la base.

*Distances au zénith observées.*

	BUGTEN = B.	RAFSHOLMEN = C.	LILLE-REIPAS = E.
Pointé:	U	U	U
	89° 49' 2",2	89° 46' 16",1	86° 13' 24",8
	1,9	7,8	22,5
	2,9	10,6	24,0
	2,8	7,6	28,7
	9,0	12,9	24,7
	6,6	12,2	21,8
Moyenne	89 49 4,2	89 46 11,2	86 13 24,4
Log. dist.	3,06281	3,39472	3,34331.

*Remarque de M. Lindhagen.* LILLE-REIPAS ayant été observé une autre fois de RAFSHOLMEN = C, en pointant non pas U mais le milieu du tonneau T, il faut connaître la différence de hauteur  $t - u$ . Cette quantité ne se trouve point dans le journal de M. Klouman, qui n'offre pour E que  $t - x = 0,928$  toise, p. 305. Les dimensions des signaux étant presque les mêmes nous trouvons  $u - x$ :

$$\text{en } D = 0,204 \text{ toise}$$

$$\text{» } C = 0,248 \text{ »}$$

$$\text{» } B = 0,234 \text{ »}$$

$$\text{» } A = 0,338 \text{ »}$$

$$\text{Moyenne } 0,256 = u - x$$

En employant cette moyenne, nous avons à LILLE-REIPAS  $0,928 - 0,256 = 0,672$  toise =  $t - u$ .





B. ÉTUDES RELATIVES AUX MESURES ANGULAIRES HORIZONTALES  
DU FINMARKEN.

PAR

**W. STRUVE.**



ÉTUDES RELATIVES AUX MESURES ANGULAIRES HORIZONTALES DU FINMARKEN,  
par **W. Struve.**

---

Les angles observés forment 4 groupes distincts :

Groupe 1. Les angles de 1846, observés en commun par MM. Klouman et Lundh,	}	avec l'instru-
» 2. » » » 1847, » par M. Klouman seul,		ment de
» 3. » » » 1850, » » » » »		Repsold.
» 4. » » » 1850, » » » Lindhagen, avec l'instrument d'Ertel.		

Les années 1846 et 1847 ont fourni les angles sur les stations du réseau de continuation, depuis ATJIK jusqu'à FUGLENAES. En 1846, les deux ingénieurs ont observé sur 3 stations des plus septentrionales, et sur 7 stations des plus méridionales. Mais les observations ne purent être achevées sur la dernière station qu'ils avaient visitée, LONDIZBJOKKI. En 1847, M. Klouman exécuta la mesure des angles sur les 5 stations intermédiaires restantes, et compléta les observations de LONDIZBJOKKI. En 1850, M. Klouman fit la mesure des angles sur 9 des stations des triangles de rattachement entre la base et le côté fondamental, LONDIZBJOKKI — NUPPI-VAARA, et M. Lindhagen sur les 4 stations restantes dont trois étaient sur la base et la quatrième RAFSHOLMEN opposée à la base. Ces observations de M. Lindhagen ne réclament aucune explication, ayant été exécutées d'après la même méthode qui avait été pratiquée dans les opérations Baltiques et de Finlande. La division des observations des ingénieurs norvégiens en trois groupes est motivée par la circonstance, que les observations diffèrent entre elles, dans les trois années, par les méthodes employées dans la lecture microscopique des divisions, et par l'arrangement des observations.

*1. Mesure des angles horizontaux en 1846, 47; exactitude individuelle.*

J'appelle *exactitude individuelle* d'une série de mesures celle qui ne dépend que d'un côté de la force optique de l'instrument, de la justesse des divisions tracées sur le limbe et des moyens employés dans la lecture des subdivisions, de l'autre côté de la force visuelle de l'observateur, et de son habileté.

Cette exactitude est indépendante de certaines perturbations accidentelles dans l'action de l'instrument, ou qui sont produites par l'influence d'autres agents extérieurs. La combinaison des erreurs individuelles avec les dites perturbations produisent les erreurs totales de la mesure angulaire; d'où suit que *l'exactitude réelle* des mesures ne peut aucunement surpasser l'exactitude individuelle.

L'arrangement des observations, en 1846 et 1847, était celui, qu'en commençant par l'objet situé le plus à gauche, l'observateur pointait les objets, l'un après l'autre, toujours dans leur succession de gauche à droite. Une mise complète contenait par conséquent autant de directions pointées, qu'il y avait d'objets. Si exceptionnellement l'un ou l'autre des objets était invisible dans le courant de l'opération, la lacune fut toujours comblée par le nombre requis de mises supplémentaires. Le nombre régulier de mises était 12, c. à d. chaque objet fut pointé d'ordinaire 12 fois. Un retournement de l'instrument sur son axe vertical, d'une mise à l'autre, opération qui renverse l'objectif de la lunette vis-à-vis des objets à pointer, n'eut pas lieu. En revanche le point zéro fut changé pour chaque mise. Le but d'un tel changement est celui d'anéantir les erreurs de division, soit accidentelles, soit systématiques. En supposant 12 mises et un instrument pourvu de deux microscopes opposés, il faut, pour atteindre ce but, changer le zéro d'une mise à l'autre de  $15^\circ$ . Pour éliminer également les erreurs des micromètres, il s'agit, dans un instrument divisé de  $10'$  à  $10'$ , de varier l'indication du micromètre, pour l'objet de départ, de  $+ 10':12 = + 50''$ , d'une mise à l'autre. Un tel arrangement systématique ne se trouve point dans les observations de 1846 et 1847. Le changement du zéro existe, mais il est plutôt accidentel que systématique. Car nous voyons que c'est, à peu d'exceptions près, le chiffre du dernier objet, dans une mise quelconque, qui est pris pour chiffre de départ dans la mise suivante. Si le premier objet de la mise était le centre du signal de la station où l'observation se faisait, il y a, presque toujours, parfaite identité des deux chiffres. C'est que l'observateur, après avoir achevé le pointage du dernier objet, tournait tout l'instrument sur l'axe vertical, et dirigeait la lunette sur le centre du dit signal, sans faire une nouvelle lecture des micromètres. Donc, si entre ce centre et le dernier objet l'angle est  $= A$ , la différence du zéro pour deux mises consécutives est  $A$ . Si, au contraire le dit centre n'est pas observé au commencement d'une mise, nous avons, pour une distance angulaire  $= B$  entre le premier et le dernier des objets lointains, un changement du zéro de  $B + x$ ,  $x$  étant un petit arc en dedans de quelques minutes.

On voit que par ce procédé la compensation des erreurs de division systématiques est imparfaite. Nous avons p. e., p. 338, dans les observations faites à FUGLENAES, 1846, juin 30, les points zéro relatifs dans les 12 mises :

$0^\circ$	$11^\circ$	$22^\circ$	$32^\circ$	$43^\circ$	$53^\circ$	$64^\circ$	$75^\circ$	$80^\circ$	$85^\circ$	$96^\circ$	$106^\circ$	
au lieu de	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165;

et la compensation n'a été faite que sur la moitié de l'arc de  $180^\circ$ . Les observations de 1850 présentent même à ЛОНДИНЪОККИ, p. 360, le cas où pour 6 mises doubles le changement du point de départ ne monte dans sa totalité qu'à  $11''$ ; car nous y avons les zéro relatifs:

$$\begin{array}{cccccc} 0^\circ & 2^\circ & 5^\circ & 7^\circ & 9^\circ & 11^\circ \\ \text{au lieu de } & 0 & 30 & 60 & 90 & 120 & 150, \end{array}$$

la distance angulaire entre le dernier et le premier objet étant  $182^\circ 15'$ . Cependant, la perfection des divisions du limbe, dans les instruments de Repsold, est telle que le défaut de régularité, dans le changement du point de départ, n'a pu exercer qu'une influence très-petite sur l'exactitude des valeurs moyennes des angles, et qui peut être regardée comme évanouissante vis-à-vis des erreurs auxquelles ces angles peuvent être sujets, à cause de l'absence de la lunette de vérification.

Quant à la compensation des erreurs que peuvent produire un défaut dans la valeur adoptée d'une révolution du micromètre et les irrégularités de la vis micrométrique, elle est à peu près complète; car l'examen des différentes lectures faites, dans les mises successives, sur le tambour du micromètre, donne toujours une moyenne  $m$  tellement proche de  $5,0$ , que l'écart probable d'une telle moyenne  $m$  ne s'élève qu'à  $\mp 0,43^*)$ . D'où suit que l'erreur, produite par une inexactitude  $\alpha$  dans la valeur adoptée d'une révolution, ne s'élève probablement qu'à  $0,043\alpha$ . Mais,  $\alpha$  étant au-dessous de  $1''$ , il est évident que la lecture micrométrique doit être, dans les moyennes des 12 mises, exempte de toute inexactitude sensible, vu que les inégalités intrinsèques de la vis se détruisent d'autant plus complètement que  $m$  est plus proche de  $5,0$ .

Le journal primitif de 1846 offre, pour chaque direction pointée, la subdivision des  $10'$  du limbe par la distance du zéro du micromètre au trait de division précédent, lue sur le tambour du micromètre. Cette distance est exprimée en minutes et secondes, le tambour du micromètre étant divisé en 60 parties, chacune de  $10''$ . L'estime des fractions de division donnait les secondes et même les demi-secondes. Ces différents chiffres, donnés dans le journal, réclamaient une correction, dès que la révolution du micromètre ne répondait pas exactement à l'intervalle de  $10'$  sur le limbe. En 1847 la lecture se faisait autrement, car le micromètre fut placé sur les deux traits voisins à son zéro. Par cette voie la valeur moyenne d'une révolution a pu être éliminée directement dans toutes les mesures de 1847, en combinant chaque fois les

---

\*) Pour parvenir à la connaissance de ce chiffre, j'ai cherché la moyenne  $m$ , pour les 78 directions des années 1846 et 1847, déterminées par un nombre complet de mises. Les  $m$  extrêmes étaient  $m = 3,6$  trois fois,  $m = 6,1$  deux fois,  $m = 6,5$  deux fois, avec les écarts  $- 1,4$ ,  $+ 1,1$  et  $+ 1,5$ . Les autres 71 écarts sont tous des fractions de minute.

deux indications du micromètre, relatives au trait précédent et au trait suivant, à un seul résultat. Mais ces lectures binaires conduisaient en outre à la valeur moyenne d'une révolution pendant l'année 1847. M. Klouman, en distinguant les deux microscopes par les deux signes  $\times$  et  $\odot$ , tracés sur leurs corps, a trouvé, par la comparaison de la totalité de 266 lectures binaires:

$$\begin{array}{l} \text{pour le microscope } \times = I, \text{ une révolution } r' = 9'57,30 \\ \text{» » » } \odot = II, \text{ » » } r'' = 9'59,61. \end{array}$$

J'ai refait le calcul, pour reconnaître l'exactitude de ces deux chiffres. Cette recherche a fait voir en outre que les valeurs  $r'$  et  $r''$  sont indépendantes des changements de température qui ont lieu d'un jour à l'autre, pendant la courte saison des opérations. Puis j'ai trouvé l'erreur probable d'un  $r$  isolé  $= \mp 1,77$ , en la déduisant des écarts entre les différents  $r$  de chaque station et sa moyenne. De ce chiffre on trouve encore l'erreur probable de la lecture d'un trait, combinée avec l'erreur accidentelle de division du trait,  $\delta l = 1,77 : \sqrt{2} = \mp 1,25$ . Pour un rayon de 3,5 pouces,  $1,25$  répond à une quantité linéaire  $= 0,00025 = \frac{1}{4000}$  ligne, et la petitesse de cette quantité produite par deux causes d'erreur nous fait apprécier l'exactitude dans le tracé des divisions, mais plus encore l'extrême précision des lectures micrométriques faites par les ingénieurs norvégiens. Enfin nous avons:

$$\begin{array}{l} \text{la correction, pour la révolution du micromètre } \times, c' = + 2,70 \mp 0,11 \\ \text{» » » » } \odot, c'' = + 0,39 \mp 0,11. \end{array}$$

Ces quantités  $c'$  et  $c''$  ont dû être employées pour corriger les lectures micrométriques faites en 1847 sur les deux stations, JEDKI et LOHDIZHJOKKI, où, pour épargner le temps, M. Klouman a lu le seul trait précédent, comme il l'avait fait en 1846.

Mais rien n'empêche de faire usage de ces corrections également pour les observations de 1846, parce que dans l'intervalle de 1846 à 1847, où l'instrument emballé était en dépôt à Alten, rien n'avait été changé dans la distance des microscopes au limbe, et que, quant à la variation thermométrique, la température moyenne  $+ 41,9$ , dans laquelle l'instrument avait été employé en 1846, ne différait que de  $2,4$  de la température moyenne  $+ 9,5$ , dans laquelle  $r'$  et  $r''$  avaient été déterminés en 1847.

Le journal raccourci que présente notre ouvrage, donne, pour chaque direction observée, la moyenne corrigée des lectures micrométriques, faites sur les deux microscopes  $\times$  et  $\odot$ . Dans le cas que le seul trait précédent avait été pointé, en 1846 et sur deux stations en 1847, les corrections  $c'$  et  $c''$  ont été employées, pour chaque microscope à part, la distance angulaire des deux microscopes n'étant pas exactement  $180' 0''$ . Pour ne laisser aucun doute, sur l'application faite de ces corrections, je prends pour exemple la première des directions observées en 1846, à la station TYVEN.

	Journal primitif.		Correction.	Moyenne corrigée $L^*$ .
Micromètre ×	85° 55' 49"	$l' = 5,8$ $l'' = 0,9$	+ 5,8.0,270 = + 1,57	} 85° 53' 21,5;
» ⊙	50 52,5		+ 0,9.0,039 = + 0,03	
Moyenne	85 53 20,75		+ 0,80	

et c'est ce chiffre 85° 53' 21,5, que donne notre tableau, p. 337.

Quant à la combinaison de la lecture des deux traits voisins à un seul résultat indépendant de la valeur de  $r$ , désignons par  $K$  les degrés et les dizaines des minutes, la lecture micrométrique relative au trait précédent par  $K + l$ , au trait suivant  $K + \lambda$ , et nous aurons pour chaque microscope la correction de  $l$  par :

$$k = \frac{l}{10}(\lambda - l), \text{ donc la lecture corrigée } L' = K + l + \frac{l}{10}(\lambda - l).$$

Voici pour exemple la direction  $\mathfrak{D} = \text{JEDKI}$  observée à KAAVEN, 1847, juillet 31, p. 353 :

	Journal primitif.			Correction.	Moyenne corrigée $L^*$
	trait				
	préc.	suir.			
Micromètre ×	3° 37' 50"	55"		+ 0,78.5,0 = + 3,90	} 3° 35' 27,9
» ⊙	33 2	1,5		- 0,30.0,5 = - 0,15	
Moyenne	3 35 26,0			+ 1,87	

Ce chiffre 3° 35' 27,9 est celui de notre tableau.

En supposant, pour chaque objet, 12 mises ou 12 pointages différents, nous parvenons en combinant les douze  $L^*$  ou  $L'^*$ , à une direction moyenne  $\Lambda$  ou  $\Lambda'$ , et il s'agit de déterminer quelle est l'exactitude de ces deux quantités finales. Dans le cas du seul trait précédent pointé, nous aurions simplement l'erreur probable de  $\Lambda$  par :

$$\delta\Lambda = \mp 1,25 : \sqrt{24} = \mp 0,255,$$

si nous pouvons admettre que la valeur de  $r$  ou de  $c$  était parfaitement constante d'un jour à l'autre. La recherche des lectures binaires bien plus nombreuses, de 1850, m'a fait voir qu'il existe d'un jour à l'autre, indépendamment de la température, une variation de  $c$  au montant probable de  $\mp 0,51$ . Cette variation fait accroître l'erreur probable d'une lecture à  $\mp 1,25 \mp 0,26 = \mp 1,28 = \delta'l$ , et nous avons :

$$\delta\Lambda = \mp 1,28 : \sqrt{24} = \mp 0,261.$$

Pour l'autre cas de l'interpolation entre les deux traits de division voisins, à l'aide de la lecture binaire, nous avons, pour chaque microscope, en mettant  $\frac{l}{10} = a$ , fraction dont les limites sont 0 et 1,

$$\text{la lecture corrigée } L' = K + l + a(\lambda - l) = K + (1 - a)l + a\lambda.$$

Dans cette expression  $l$  et  $\lambda$  sont sujets à des erreurs probables égales  $b_l = b_\lambda$ , mais indépendantes entre elles. D'où suit

$$(bL')^2 = (1 - 2a + 2a^2) (bl)^2 = p^2 (bl)^2; \quad bL' = p bl.$$

Le coefficient  $p$  varie avec  $a$ , car pour  $a = 0$  et  $a = 1$ , nous avons  $p^2 = 1$ ,  $p = 1$ ; et  $p$  est au *minimum* pour  $a = 0,5$ , savoir  $p^2 = 0,5$ ,  $p = \sqrt{0,5} = 0,707$ . La valeur moyenne pour tous les  $p$  possibles s'obtient par

$$p^2 = \int_0^1 (1 - 2a + 2a^2) da = \frac{2}{3}, \quad \text{donc } p = \sqrt{\frac{2}{3}},$$

et nous avons, pour la moyenne  $\Lambda'$  déduite de 12 mises et par les deux microscopes

$$(b\Lambda')^2 = \frac{1}{3} (bl)^2; \quad b\Lambda' = \frac{1}{\sqrt{3}} bl = \mp 0,577, \quad \text{pour } bl = \mp 1,732.$$

Il existe encore une troisième méthode de réunir les lectures binaires à un résultat, mais dont nous n'avons pas fait usage, savoir en regardant les deux lectures comme deux déterminations indépendantes dont chacune donne un  $L''$ . Nous aurions ainsi, pour chacun des deux microscopes,

$$\begin{aligned} L'' &= K + l + ac \\ &= K + \lambda - (1-a)c \\ \text{Moyenne } L'' &= K + \frac{1}{2}(l + \lambda) + (a - \frac{1}{2})c. \end{aligned}$$

La moyenne des 12 mises ainsi obtenue  $\Lambda''$ , serait sujette à l'erreur probable  $b\Lambda'' = \frac{b'l}{\sqrt{48}} = \frac{1,732}{\sqrt{48}} = \mp 0,25$ , si l'on employait les  $c'$  et  $c''$  moyens; ou  $b\Lambda'' = \frac{1,732}{\sqrt{48}} = \mp 0,25$ , en employant les  $c'$  et  $c''$  que donne chaque journée à part. Cet emploi des  $c'$  et  $c''$  journaliers donne la vraie méthode de réduction pour les lectures binaires, car si la variation de  $c'$  et  $c''$ , d'un jour à l'autre approche de  $bl$ , ou est même plus grande, l'emploi des valeurs moyennes de  $c'$  et  $c''$  diminue l'exactitude du résultat. Supposons p. e. que cette variation eût été de  $\mp 1,00$  au lieu de  $\mp 0,51$ , nous aurions un  $b'l = \sqrt{(1,25^2 + 1,00^2)} = \mp 1,60$  et  $d\Lambda'' = \mp 0,231$ .

## 2. Mesure des angles horizontaux en 1850; exactitude individuelle.

Les observations faites par M. Klouman en 1850 ont des lectures binaires comme celles de 1847. Cependant ces observations diffèrent essentiellement des antérieures dans l'arrangement. Si une station présente, en commençant de l'objet situé le plus à gauche, les objets  $A, B, C, D, E$ , l'observation se faisait par mises doubles dans lesquelles le pointage des objets se succédait dans l'ordre :



première moitié		seconde moitié
A, B, C, D, E		E, D, C, B, A.

Les journaux nous offrent sur chaque station 6 mises doubles, égales à 12 mises simples, avec 12 pointages de chaque objet. L'avantage que porte cet arrangement est celui de rendre les observations moyennes des différents objets à peu près simultanées, dans chaque mise double, ce qui devait détruire l'effet nuisible, produit possiblement soit par un dérangement de l'instrument proportionnel au temps, soit qui fût de signe opposé, pour des mouvements horizontaux de la lunette avec le limbe en sens opposé.

Un autre changement, dans les observations de 1850, consistait en ce que l'instrument fut retourné de  $180^\circ$  entre les deux moitiés de chaque mise, sans toucher à la position du pied avec le porte-microscope, ce qui renversait la position de l'objectif vis-à-vis des objets, et détruisait l'effet d'un défaut, ou collimation =  $c$ , dans la verticalité de l'axe optique de la lunette à l'axe de rotation horizontal, effet qui a pour coefficient  $\sec h$ , si  $h$  désigne l'angle d'élévation de l'objet sur l'horizon. Dans les opérations des trois années,  $h$  est d'ordinaire en dedans de  $\mp 2^\circ$ , et le plus grand  $h$  est de  $7^\circ$ . Vu que  $\sec h - 1$  est =  $0,0075$ , pour  $h = 7^\circ$ , la plus grande erreur qu'aurait pu produire un  $c = 10''$ , pour l'instrument employé seulement dans une des deux positions, en 1846 et 1847, ne monte pas même à  $0,08$ . Dans cette appréciation j'ai supposé  $c = 10''$ , en admettant qu'en 1846 et 1847 l'axe optique ait été également bien rectifié qu'en 1850, où la valeur de  $c$  est environ de  $10''$ . Par les arrangements indiqués, les observations de 1850 sont indubitablement supérieures en qualité à celles de 1846 et 1847. Quant aux changements du zéro pour le point initial, il a été fait en 1850, comme en 1846 et 1847, accidentellement plutôt que d'après un principe strict.

Lorsque M. Klouman avait terminé, en 1847, les mesures sur les stations des grands triangles; il ramena son instrument à l'Observatoire de Christiania. Trois ans plus tard, en 1850, cet instrument fut reconduit à ALTEN, et il est évident qu'il a été rectifié de nouveau avant le commencement des opérations de cette année, de sorte qu'il fallait s'attendre à un changement dans les valeurs  $r'$  et  $r''$  des révolutions, par suite d'un petit changement de distance entre les microscopes et le limbe. J'ai fait par cette raison une nouvelle recherche des valeurs  $r'$  et  $r''$ , basée sur la totalité des lectures binaires que fournit le journal de 1850. Le tableau suivant contient les résultats des 725 lectures binaires faites en 1850.

Station.	Nombre des lectures binaires.	Température.	Valeur moyenne pour la station.		$\delta b =$ Erreur probable d'une lecture binaire.	$10' - \frac{r' + r''}{2} = k.$
			$10' - r' = c'.$	$10' - r'' = c''.$		
1.	90	+ 10°0 R	— 3,36 ± 0,19	+ 2,70 ± 0,19	± 1,76	— 0,33 ± 0,13
2.	61	+ 7,5 »	— 2,61 ± 0,19	+ 1,26 ± 0,19	± 1,51	— 0,68 ± 0,14
3.	49	+ 7,2 »	— 5,06 ± 0,20	+ 3,01 ± 0,20	± 1,41	— 1,02 ± 0,14
4.	90	+ 9,0 »	— 4,59 ± 0,16	+ 2,88 ± 0,16	± 1,48	— 0,86 ± 0,11
5.	86	+ 11,8 »	— 4,51 ± 0,13	+ 2,28 ± 0,13	± 1,18	— 1,12 ± 0,09
6.	123	+ 9,0 »	— 4,56 ± 0,11	+ 3,14 ± 0,11	± 1,21	— 0,71 ± 0,08
7.	61	+ 5,5 »	— 5,11 ± 0,14	+ 3,87 ± 0,14	± 1,10	— 0,62 ± 0,10
8.	82	+ 7,1 »	— 4,18 ± 0,12	+ 3,51 ± 0,12	± 1,07	— 0,34 ± 0,09
9.	83	+ 9,8 »	— 4,23 ± 0,08	+ 3,43 ± 0,08	± 0,70	— 0,40 ± 0,06
Moyennes des 9 stations		+ 8,54 »	— 4,246 ± 0,051 = $c^{*'}.$	+ 2,898 ± 0,051 = $c^{*''}.$	± 1,269 = $b^*b^*.$	— 0,674 ± 0,036 = $k^*.$

Ces moyennes  $c^{*'}$ ,  $c^{*''}$ ,  $b^*b^*$  et  $k^*$  ont été trouvées, en divisant par 9 la somme des  $c'$ ,  $c''$ ,  $\delta b$  et  $k$ , donnés par les différentes stations, sans considérer les différents poids indiqués par le nombre des lectures faites sur chaque station.

Le tableau que je viens de donner, engage aux considérations suivantes.

- Il y a eu une diminution apparente et presque régulière dans les erreurs probables  $\delta b$ , diminution qui doit être attribuée en partie à l'exercice croissant de l'observateur, en partie au hasard.
- Il existe évidemment une variabilité dans les  $c'$  et  $c''$  d'un jour à l'autre. L'erreur probable = ± 0,051 pour les moyennes générales  $c^{*'}$  et  $c^{*''}$ , est trouvée en supposant l'absence d'une telle variabilité. Si nous employons les écarts entre les  $c'$  et  $c''$ , des différentes stations, et leur moyenne générale, nous trouvons l'erreur  $\delta c^{*'} = \delta c^{*''} = \pm 0,177$  qui est plus du triple de ± 0,051; et par  $3\sqrt{(0,177^2 - 0,051^2)} = \pm 0,509$  nous avons le montant probable du changement accidentel des  $c'$  et  $c''$ , d'un jour à un autre quelconque.
- L'erreur probable d'une lecture binaire  $b^*b^* = \pm 1,269$  conduit à celle de la lecture d'un seul trait,  $\delta l = 1,269 : \sqrt{2} = \pm 0,897$ , erreur qui est essentiellement plus petite que le  $\delta l = \pm 1,25$  trouvé par les lectures binaires de 1847. Pour la moyenne de 12 mises de 1850 nous avons  $\delta A' = \frac{1}{6} \delta l = \pm 0,149$ .
- La comparaison des  $k = 10' - \frac{r' + r''}{2}$ , des différents jours, avec leur moyenne  $k^*$  donne  $\delta k^* = \pm 0,065$ , qui n'est pas encore le double de ± 0,036. Il s'ensuit qu'il y a une compensation dans la combinaison des  $r'$  et  $r''$ . Car la variation de  $k$ , d'un jour à l'autre, devient

$3\sqrt{(0,065^2 - 0,036^2)} = \mp 0,162$ ; qui sans cette compensation aurait dû être  $0,509 : \sqrt{2} = \mp 0,360$ . Il est évident que d'un jour à l'autre, et peut-être aussi d'une mise à l'autre, l'un des microscopes est plus rapproché du limbe, tandis que l'autre s'en est éloigné à peu près de la même quantité. Ce petit mouvement de bascule, dans le porte-microscopes, se comprend très-bien par la construction de l'instrument.

- e) Une influence de la température sur la valeur d'une révolution n'existe pas. En réunissant les 4 stations de 1847 avec les 9 stations de 1850, j'ai trouvé l'augmentation du  $c'$  ou  $c''$  pour chaque degré R.,

$$\text{dans le microscope } \times = + 0,101 \mp 0,148$$

$$\text{» » » } \odot = - 0,013 \mp 0,148;$$

deux valeurs qui sont au-dessous de leurs incertitudes. En moyenne des deux microscopes, le coefficient serait  $+ 0,044 \mp 0,105$ . Le plus grand écart de la température d'une station de la moyenne générale, n'étant que de  $+ 3,3$ , nous aurions un maximum de correction thermométrique pour le  $c'$  et  $c''$ ,  $= + 0,14$ , correction qui est tout à fait insignifiante à côté de la variation  $\mp 0,51$  d'une révolution, d'un jour à l'autre.

### 3. Exactitude linéaire des divisions et des lectures.

L'erreur probable  $b_l = \mp 0,897$ , dans la lecture d'un trait de division tracé sur le petit instrument de Repsold de 3,5 pouces = 42,0 lignes de rayon, se prête à être comparée à l'erreur analogue que présentent deux autres instruments de Repsold, qui se trouvent à l'Observatoire central, savoir

un cercle vertical transportable de Repsold, construit en 1853,

le grand cercle méridien » » » 1838.

Sur le premier de ces instruments, j'ai trouvé  $b_l = \mp 0,488$ . Sur le second de ces instruments M Döllén a trouvé  $b_l = \mp 0,133$ . Nous avons par conséquent, en cherchant les valeurs linéaires des trois  $b_l$  à l'aide des rayons de division:

pour l'instrument de Finnmarken, rayon = 42,0 lignes,  $b_l = \mp 0,897 = 0,000183$  ligne

pour le cercle vertical, à Poulkova » = 62,5 »  $b_l = \mp 0,488 = 0,000148$  »

pour le grand cercle méridien » » = 264,0 »  $b_l = \mp 0,133 = 0,000170$  »

Dès qu'on apprécie les incertitudes auxquelles ces trois valeurs  $b_l$  elles-mêmes sont sujettes, on peut regarder les  $b_l$  linéaires comme identiques et en moyenne =  $0,000167$  ligne =  $\frac{1}{6000}$  ligne. Ainsi nous sommes

parvenus à ce résultat remarquable, que la précision combinée de la lecture et des traits est linéairement la même, pour les petits et pour les grands instruments. Quant au pointé microscopique des traits, cette identité pouvait être prévue, parce que les instruments récents de Repsold portent tous des microscopes d'égales dimensions et du même grossissement de près de 30 fois<sup>\*)</sup>. Mais l'identité linéaire des trois  $\delta$  montre, en outre, que les divisions des trois instruments ont été tracées par l'artiste avec le même soin. D'un autre côté il faut présumer que les erreurs systématiques de division des trois instruments sont des quantités angulaires à peu près égales, car il n'y a point lieu d'en admettre de plus fortes dans les petits que dans les grands cercles; vu que les différentes divisions sont des copies de la même division-mère, tracée sur la machine à diviser. L'examen de la division du cercle méridien de Poukova a fait voir que l'erreur probable systématique, relative à la moyenne de deux traits opposés quelconques, n'est que de  $\mp 0,30$ . Ce serait par conséquent le montant probable de l'erreur d'une direction une fois observée, dans les opérations du Finmarken, par suite des défauts de division systématiques. Cette erreur se détruit encore en partie par les changements successifs du zéro. Donc en la faisant  $= \mp 0,30$ , pour la moyenne de 12 mises, nous lui attribuons une valeur certainement trop forte.

#### 4. Comparaison de l'exactitude individuelle des mesures faites, en 1846, 1847 et en 1850.

Pour une lunette d'un grossissement de 30 fois, comme celle de l'instrument du Finmarken, l'erreur probable d'un seul pointé sur l'objet est, d'après mes recherches, près de  $\mp 1,50$ ; donc pour la moyenne de 12 pointés  $\mp 1,50 : \sqrt{12} = \mp 0,433$ . En faisant usage de ce chiffre et en le combinant avec les autres chiffres que fournissent les articles précédents, nous sommes maintenant en état de déterminer l'erreur probable individuelle  $\delta \Delta$  d'une direction moyenne  $\Delta$  d'un objet terrestre, obtenue en Finmarken par 12 mises d'observation. Nous aurons les erreurs probables partielles :

---

<sup>\*)</sup> Le grossissement des microscopes du grand cercle méridien de Repsold est de 27 fois, celui des microscopes du cercle vertical de 29 fois. Un grand instrument universel de Repsold que nous possédons, a pour ses deux cercles, horizontal et vertical, des grossissements de 30 fois. L'Observatoire central possède encore un instrument des passages de Repsold pourvu d'un cercle vertical d'un rayon de 80,0 lignes, à quatre microscopes. Cet appareil, construit en 1834, avait été divisé sur une machine à diviser antérieure. Les microscopes portaient l'énorme grossissement de 120 fois, trop fort pour l'usage régulier, quoique très-propre à l'examen de la division, surtout le jour, par l'éclairage le plus avantageux. Avec ces microscopes, j'avais trouvé, en 1837,  $\delta l = \mp 0,190 = 0,0000738$  ligne. Cette quantité linéaire n'est pas même la moitié des autres, ce qui doit être attribué au grossissement quadruple employé. Nous en concluons encore que les erreurs du pointé microscopique sont plus fortes que les erreurs accidentelles de division.

Pour la lecture et les erreurs accidentelles de division.	Pour les erreurs systématiques de division.	Pour le pointé de l'objet.	Total $\delta\Delta$
$\pm 0,261$	$\mp 0,300$	$\mp 0,433$	$= \mp 0,59$ , en 1846,
$\mp 0,208$	$\mp 0,300$	$\mp 0,433$	$= \mp 0,56$ , en 1847,
$\mp 0,149$	$\mp 0,300$	$\mp 0,433$	$= \mp 0,55$ , en 1850.
		Moyenne	$= \mp 0,57$ .

Les trois  $\delta\Delta$  sont si peu différents, que nous les prenons pour identiques, ce qui veut dire, que sous les points de vue indiqués, les observations des trois années sont d'égale précision. En adoptant la moyenne  $\delta\Delta = \mp 0,57$ , nous avons pour l'erreur probable d'un angle  $\mathcal{A}$ , ou pour la différence de deux directions quelconques, déterminée par 12 mises,  $\delta\mathcal{A} = \mp 0,81$ . L'erreur probable de la détermination d'un angle quelconque par une seule mise se trouve par cette voie  $\delta\alpha = \mp 0,81 \cdot \sqrt{12} = \mp 2,80$ , et celle d'une direction quelconque, déterminée par un seul pointé, est  $\delta\delta = \mp 0,57 \cdot \sqrt{12} = \pm 1,97$ .

### 5. Promptitude de la mesure des angles horizontaux.

Il m'a paru intéressant d'examiner les mesures angulaires horizontales du Finmarken, sous le point de vue de la promptitude avec laquelle elles ont été faites. Les journaux nous fournissent les matériaux requis pour cette recherche, en donnant à chaque station l'heure du commencement et de la fin des opérations, avec l'indication des interruptions, s'il y en a eu. Commençons par les mesures de 1850.

Intervalle de temps entre les observations extrêmes.

1. VUOSGOL-VAARA.....	6,0	heures, sans interruption,
2. NUPPI-VAARA.....	5,5	» » » ,
3. LOHDIZHJOKKI.....	25,0	» avec une interruption de 21,75 heures,
4. RAUTAS-VAARA.....	5,25	» sans interruption,
5. PESKA-VAARA.....	16,0	» avec une interruption de 10.5 heures,
6. STORE-REIPAS.....	7,6	» sans interruption,
7. LILLE-REIPAS.....	3,4	» » »
8. KONGSHAVN-FJELD.....	4,9	» » »
9. SKUODDE-VAARA.....	5,8	» » »

Somme 79,45 »

Somme des interruptions 32,25 »

Somme des heures de travail = 47,20 » = 2832 minutes.

Durée moyenne de travail sur une station = 5,24 heures.

L'énergie corporelle et mentale, mais plus encore la vigueur des yeux de M. Klouman qui a observé sans interruption pendant jusqu'à 7,6 heures, paraissent extraordinaires. Dans l'espace de 47,20 heures 699 différentes directions des objets lointains ont été observées et 57 directions du centre respectif de chaque station, vu du lieu de l'instrument. Ces dernières directions ont été nécessairement de plus courte durée, que les autres, et je crois pouvoir adopter pour elles un équivalent de  $57:2 = 28$  directions lointaines. De cette manière nous avons 727 directions observées en 2832 minutes de temps, ou la moyenne de la durée complète d'une direction, d'un des signaux éloignés,  $\mu = 3^m90$ , dans les observations de 1850.

En 1846 et 1847 la durée moyenne d'une observation a été plus forte. Car nous avons

en 1846, 590 + 55 = 645 dir. observées en 3831<sup>m</sup>, et la durée d'une dir.  $\mu = 5^m94$

» 1847, 367 + 15 = 382 » » » 1720 , » » » » »  $\mu = 4,50$

---

Total 1846 et 1847                      1027 » » » 5551 , » » » » »  $\mu = 5,41$ .

On voit que, malgré la lecture simple, non binaire, sur toutes les stations de 1846, la valeur de  $\mu$  a diminué avec l'exercice croissant des observateurs. Cependant la cause, pourquoi le  $\mu = 4^m50$  de 1847 est plus fort que celui de 1850,  $\mu = 3^m90$ , a été dans ce que les triangles de 1850 étaient plus petits, et ne présentaient jamais la moindre difficulté, quant à la visibilité des objets.

J'ai comparé aux  $\mu$  qu'a offerts l'usage du petit instrument de Repsold à lecture microscopique, la durée  $\mu'$  que fournit l'emploi de l'instrument universel d'Ertel, dans les opérations Baltiques. Cet instrument est de grandeur presque double et à quatre verniers, donc à autant de lectures à l'aide de verniers, qu'il y avait de pointés microscopiques pour deux microscopes, dans la lecture binaire. L'ouvrage, *Gradmessung* T. II, qui contient les détails des opérations Baltiques, donne en tête des mesures horizontales des différentes journées, et même pour les différents groupes d'une journée, la durée du travail d'observation, d'ordinaire à peu de minutes près. En omettant les groupes, où l'indication n'est pas suffisamment précise, j'ai trouvé que, dans l'espace depuis le commencement de 1824, jusqu'en 1827, 1108 directions ont été observées en 3867 minutes, ce qui donne un  $\mu' = 3^m49$ , quantité qui est au-dessous du  $\mu = 4^m50$  de l'instrument de Repsold en 1847. Donc l'observation faite à l'aide de l'instrument pourvu de 4 verniers a été même plus prompte que celle dans laquelle un plus petit instrument à deux microscopes a été employé. Je regrette ne pas pouvoir évaluer le  $\mu$  des observations de Finlande, parce que les journaux originaux ne fournissent aucune indication précise sur les moments du commencement et de la fin des différents groupes d'observations. Du reste la promptitude de l'observation, dépend essentiellement de l'individu qui observe\*).

\*) L'observation d'une déclinaison, à l'aide de notre cercle méridien de Repsold de 4 pieds de diamètre, comprenant l'allignement de la lunette sur l'étoile, le pointé, la lecture simple, non pas binaire, des 4 microscopes,

6. *Exactitude des angles observés, déduite à l'aide des écarts que présentent les déterminations multiples.*

L'exposé précédent rend un témoignage brillant soit des qualités de l'instrument, quant à la division et à la lecture microscopique, soit de l'adresse et de l'esprit de précision des observateurs. Il s'agit maintenant d'examiner, jusqu'à quel point l'instrument, dans l'application effective, a-t-il répondu au degré d'exactitude que promettaient ses qualités distinguées. Nous avons deux voies pour déterminer *a posteriori* le montant des erreurs probables dans la mesure angulaire savoir :

- a. par les écarts entre les valeurs isolées des angles et leurs moyennes,
- b. par les corrections des directions ou angles observés que fait connaître le calcul de compensation.

Les erreurs probables, déduites des écarts, sont trop petites dans tous les cas, où il existe une source d'erreur qui influence toutes les observations dans un sens plus ou moins constant. Mais ce sont les corrections, énoncées par le calcul de compensation entrepris pour faire répondre un système de mesures aux conditions géométriques nécessaires, qui conduisent à la détermination réelle des erreurs probables de ces mesures.

A cause du changement dans la méthode d'observation, indiqué p. 398, il faut séparer, dans ces recherches, les deux groupes d'observations, des années 1846, 1847 et de l'année 1850.

a. *Écarts dans les angles mesurés en 1846 et 1847.*

Le journal imprimé, p. 337 — 357, présente 674 angles minima obtenus par les mises isolées, et réunis à 66 moyennes. La somme des carrés des écarts entre les valeurs isolées et leur moyennes respectives se trouve 12663,6, donc le carré de l'erreur moyenne, pour une mise, est  $12663,6 : (674 - 66) = 20,83$  et l'erreur probable  $\theta = \mp 3,98$ ; d'où se déduit l'erreur probable de la moyenne de 12 mises  $\zeta = \mp 0,89$ .

---

et l'écriture au crayon dans le cahier, présente une durée de  $3^m 0$ ; d'après le journal de M. Döllén; chiffre qui est l'intervalle entre le passage d'une étoile par le dernier fil, et le passage d'une autre étoile qui succédait immédiatement, par le premier fil. Les observations que j'ai faites en 1823 à 1826, à Dorpat, au cercle méridien de Reichenbach et Ertel, instrument pourvu d'un cercle de 3 pieds de diamètre, sur lequel la lecture se fait par 4 verniers, présente une durée de  $1^m 44^s$  à  $2^m 12^s$ ; en moyenne de  $1^m 58^s$ . On voit que, sous le rapport de la promptitude, la supériorité est du côté de l'instrument à verniers. Les verniers ont encore l'avantage de rendre les observations à peu près indépendantes des erreurs de division accidentelles. Néanmoins la lecture micrométrique est supérieure à l'autre, dèsqu'on veut parvenir au plus haut degré d'exactitude, sous condition qu'on ne recule pas devant l'examen des traits spéciaux employés dans les différents cas, ou pour des instruments dans lesquels les erreurs de division accidentelles sont aussi minimales, que dans l'instrument de Repsold.

Chaque station présente, à côté des  $n$  angles minimes entre les  $n + 1$  objets successifs, un *angle maximum*, formé entre les deux objets extrêmes; et les 15 stations des années 1846, 47 offrent 15 angles *maximums*, observés par 171 mises. La somme des carrés des 171 écarts entre les valeurs isolées et leurs moyennes est 6870,4. Donc le carré de l'erreur moyenne, pour une mise est  $6870,4 : (171 - 15) = 44,04$ ; et l'erreur probable d'un angle *maximum* devient  $\sigma = \mp 4,748$ , qui est considérablement plus grand que le  $\theta = \mp 3,08$  d'un angle *minime*. La comparaison de 44,04 avec 20,83 nous fait voir que le rapport des poids, pour un angle *minime* et un angle *maximum*, est 2,11:1, en terme moyen pour 1846 et 1847. En supposant maintenant que l'angle *maximum* composé de  $n$  angles *minimes* entre les  $n + 1$  objets, présente un carré de l'erreur moyenne de la forme  $e^2 = a^2 + nb^2$ , chaque station, où il y a  $m$  mises observées offre, dans la somme des carrés des écarts  $[e^2]$ , une équation de la forme

$$(m-1)a^2 + (m-1)nb^2 = [e^2].$$

Voici les 15 équations que fournissent les 15 stations des années 1846, 47 :

1	11 $a^2$ +	33 $b^2$ =	1160,4	pour $m = 12$ mises et $n + 1 = 4$ objets
2	11 $a^2$ +	22 $b^2$ =	301,0	» » 12 » » » 3 »
3	13 $a^2$ +	26 $b^2$ =	940,6	» » 14 » » » 3 »
4	11 $a^2$ +	33 $b^2$ =	425,8	» » 12 » » » 4 »
5	10 $a^2$ +	20 $b^2$ =	208,0	» » 11 » » » 3 »
6	10 $a^2$ +	20 $b^2$ =	222,0	» » 11 » » » 3 »
7	14 $a^2$ +	28 $b^2$ =	352,6	» » 15 » » » 3 »
8	7 $a^2$ +	21 $b^2$ =	118,9	» » 8 » » » 4 »
9	12 $a^2$ +	48 $b^2$ =	216,0	» » 13 » » » 5 »
10	9 $a^2$ +	27 $b^2$ =	380,6	» » 10 » » » 4 »
11	9 $a^2$ +	36 $b^2$ =	523,5	» » 10 » » » 5 »
12	14 $a^2$ +	56 $b^2$ =	657,1	» » 15 » » » 5 »
13	9 $a^2$ +	45 $b^2$ =	548,5	» » 10 » » » 6 »
14	9 $a^2$ +	36 $b^2$ =	166,6	» » 10 » » » 5 »
15	7 $a^2$ +	42 $b^2$ =	648,8	» » 8 » » » 7 »

---

Somme      156  $a^2$  + 493  $b^2$  = 6870,4

De cette somme nous déduisons:  $a^2 + 3,160 b^2 = 44,04$ , pour les angles *maximums*.

Les angles *minimes* ont donné:  $a^2 + 1,000 b^2 = 20,83$

Donc  $2,160 b^2 = 23,21$

$$b^2 = 10,75 \quad a^2 = 10,08.$$



Nous avons par conséquent  $\alpha = \mp 3",175$  comme l'erreur moyenne d'un angle entre deux objets. déterminé par une seule mise, pour le cas que l'opération se fasse sans la moindre perturbation dans l'état ou dans la position de l'instrument entre les deux pointages; et, pour ce cas, une erreur probable  $\epsilon = \mp 2",14$ . Pour une simple direction l'erreur probable, dans ce cas, sera  $\eta = \mp 2",14 : \sqrt{2} = \mp 1",51$ . erreur même plus petite que le  $\nu\delta = \mp 1",97$  d'une direction quelconque, que nous a fournie, p. 403. l'examen des divisions, des lectures et du pointé. Cet  $\eta = \mp 1",51$  est la *caractéristique* de l'exactitude qu'a donnée l'instrument, pour une direction une fois pointée et lue sur le cercle, y compris les erreurs de division, en tant que l'on regarde cette direction sans aucune relation à une autre direction. Dans le cas, qu'effectivement rien ne change dans l'état de l'instrument, cet  $\eta$  est la caractéristique de l'exactitude de chaque direction, dans ses rapports à d'autres directions, ou  $\epsilon = \mp 2",14$  est la caractéristique générale pour un angle, formé entre deux objets quelconques, pointés et lus une seule fois. Mais dèsqu'un changement dans l'instrument a lieu, pendant la durée d'une mise, en passant d'un objet à l'autre, les angles entre les différents objets n'auront plus l'exactitude indiquée par  $\epsilon = \mp 2",14$ , mais une autre  $\theta$ , qui s'exprime, pour les opérations de 1846, 47, par  $\theta = 0",6745\sqrt{(10,08 + n \cdot 10,75)}$ . La table suivante, relative aux angles entre deux objets quelconques, donne, pour les différents  $n$ , l'erreur probable  $\theta$ , pour une mise, et  $\zeta$  pour l'angle moyen déduit de 12 mises, enfin les rapports entre les poids  $p$ , par les quotients  $\frac{1}{p}$ .

1846 et 1847.

Nombre des angles minimes dont l'angle total est com- posé, $n =$	ou pour un angle entre les objets	Erreur probable d'un angle, obtenu		Pour les poids relatifs $p$ , $\frac{1}{p} =$
		par une mise $\theta =$	par 12 mises $\zeta =$	
1	1 et 2, 2 et 3 etc.	$\mp 3",08$	$\mp 0",89$	1,00
2	1 et 3, 2 et 4... 3 et 5 etc.	$\mp 3,79$	$\mp 1,09$	1,52
3	1 et 4, 2 et 5 etc.	$\mp 4,39$	$\mp 1,27$	2,03
4	1 et 5 etc.	$\mp 4,91$	$\mp 1,42$	2,55
5	1 et 6 etc.	$\mp 5,39$	$\mp 1,56$	3,06
6	1 et 7 etc.	$\mp 5,83$	$\mp 1,68$	3,58
7	1 et 8 etc.	$\mp 6,23$	$\mp 1,80$	4,10

b. Écarts dans les angles mesurés en 1850.

En 1850 il y a, comme en 1846, 47, pour chaque direction, à peu d'exceptions près, 12 mises simples, mais qui se réunissent à 6 *mises doubles*, en combinant les couples des mises simples successives pour lesquelles le mouvement de l'instrument, d'un objet à l'autre, s'est fait dans des sens opposés.

J'examinerai d'abord les écarts que présentent les mises simples, comparées à leur moyennes, en premier lieu pour les angles *minimes*, puis pour les angles *maximums*. Le tableau imprimé, des observations, p. 358 à 377, présente 536 angles *minimes*, observés par M. Klouman sur 9 stations, réunis à 54 moyennes. J'ai trouvé la somme des carrés des écarts = 8108,3; donc le carré de l'erreur moyenne, pour une mise simple, est  $8108,3 : (536 - 54) = 16,82$ , et l'erreur probable se trouve  $\sigma' = \mp 2,77$ ; d'où se déduit l'erreur probable d'un angle *minime* déterminé par 12 mises,  $\zeta' = \mp 0,80$ . Pour les années 1846, 47 nous avons, p. 405,  $\zeta = \mp 0,89$ ; d'où suit que les angles *minimes* de 1850 sont, d'après les écarts, un peu plus exacts que ceux de 1846, 47.

Voyons à présent les angles *maximums* de 1850. Les 9 stations, fournissent les 9 équations suivantes:

$$11 a^2 + 55 b^2 = 700,0$$

$$15 a^2 + 37 b^2 = 1141,7$$

$$11 a^2 + 33 b^2 = 285,7$$

$$11 a^2 + 55 b^2 = 724,9$$

$$15 a^2 + 45 b^2 = 441,8$$

$$11 a^2 + 99 b^2 = 1935,6$$

$$11 a^2 + 44 b^2 = 249,7$$

$$7 a^2 + 42 b^2 = 305,3$$

$$9 a^2 + 36 b^2 = 279,0$$

---


$$\text{Somme } 101 a^2 + 446 b^2 = 6063,7$$

De cette somme nous déduisons:  $a^2 + 4,416 b^2 = 60,04$ , pour les angles *maximums*

Par les angles *minimes* nous avons:  $a^2 + 1,000 b^2 = 16,82$

---


$$\text{Done } 3,416 b^2 = 43,22$$

$$b^2 = 12,65; a^2 = 4,17, a = \mp 2,04, \text{ l'erreur probable } \epsilon = \mp 1,38:$$

et nous avons la caractéristique  $\eta = \mp 1,38 : \sqrt{2} = \mp 0,98$ , pour une direction indépendante, plus petite que le  $\eta = \mp 1,51$  qu'ont donné les observations de 1846, 47. Enfin nous formons la table suivante, relative aux angles entre deux objets quelconques, pour les différents  $n$ , voyez p. 407:

## Par des mises simples. 1850.

Nombre des angles minimes dont l'angle total est com- posé $n =$	ou pour l'angle entre les objets	Erreur probable de l'angle total obtenue		Pour les poids relatifs $p$ . $\frac{1}{p} =$
		par une mise $\rho' =$	par 12 mises $\rho'' =$	
1	1 et 2 etc.	$\mp 2,77$	$\mp 0,80$	1,00
2	1 » 3 »	$\mp 3,66$	$\mp 1,06$	1,75
3	1 » 4 »	$\mp 4,37$	$\mp 1,26$	2,50
4	1 » 5 »	$\mp 4,99$	$\mp 1,44$	3,26
5	1 » 6 »	$\mp 5,54$	$\mp 1,60$	4,01
6	1 » 7 »	$\mp 6,04$	$\mp 1,74$	4,76
7	1 » 8 »	$\mp 6,50$	$\mp 1,88$	5,51

Passons à présent à la recherche des erreurs probables que fournissent les mises doubles. Désignons les quantités, analogues aux  $a$ ,  $b$  relatifs aux mises simples, pour les mises doubles par  $c$ ,  $d$ . Nous devons trouver  $c^2 = \frac{1}{2}a^2$ ,  $d^2 = \frac{1}{2}b^2$ , et  $c^2 + qd^2 = \frac{1}{2}(a^2 + qb^2)$ , pour le cas qu'il n'existe point de compensation intrinsèque dans la combinaison de deux mises exécutées par les mouvements opposés de l'instrument. Si au contraire une telle compensation a lieu, nous trouverons  $c^2 < \frac{1}{2}a^2$ ,  $d^2 < \frac{1}{2}b^2$  et  $(c^2 + qd^2) < \frac{1}{2}(a^2 + qb^2)$ . Mais si nous parvenons à  $c^2 > \frac{1}{2}a^2$ ,  $d^2 > \frac{1}{2}b^2$  et  $(c^2 + qd^2) > \frac{1}{2}(a^2 + qb^2)$ , nous avons un indice que les deux mises, réunies en une mise double, sont sujettes à une erreur commune, mais variable d'une mise double à l'autre.

Le journal des observations de l'année 1850 contient 268 mises doubles des angles *minimes*, réunies à 54 moyennes. La somme des carrés des écarts est 2111,3, et le carré de l'erreur moyenne d'une mise double est  $2111,3 : (268 - 54) = 9,87 = c^2 + d^2$ . Les mises simples avaient donné  $a^2 + b^2 = 16,82$ , p. 408. Donc  $(c^2 + d^2 = 9,87) > (\frac{1}{2}a^2 + \frac{1}{2}b^2 = 8,41)$ , et les angles *minimes* de 1850 parlent distinctement contre une compensation intrinsèque dans les mises doubles. Aussi la différence assez sensible  $8,41 - 9,67 = -1,26$  ne peut-elle guère être accidentelle, vu que les deux chiffres sont déduits des mêmes observations. Cette différence indique par conséquent qu'une erreur commune aux couples de mises partielles, combinées dans les différentes mises doubles, prédomine dans les angles *minimes* de 1850. C'est en effet l'illumination latérale des signaux, pourvus de tonneaux, T. II, p. 12, qui peut produire une certaine erreur de pointé, presque constante pendant la durée d'une mise double, mais qui change successivement avec la marche du soleil.

Les 9 angles *maximums* de 1850 observés par 54 mises doubles fournissent les équations suivantes.

$5 c^2 + 25 d^2 = 184,6$
$7 c^2 + 17 d^2 = 537,1$
$5 c^2 + 15 d^2 = 142,1$
$5 c^2 + 25 d^2 = 211,0$
$6 c^2 + 18 d^2 = 34,0$
$5 c^2 + 45 d^2 = 58,2$
$5 c^2 + 20 d^2 = 38,3$
$3 c^2 + 18 d^2 = 43,7$
$4 c^2 + 16 d^2 = 43,8$
Somme $45 c^2 + 199 d^2 = 1292,8$
$c^2 + 4,422 d^2 = 28,73.$

En comparant ce résultat avec  $a^2 + 4,42 b^2 = 60,04$ , p. 408, nous avons, par  $28,73 < \left(\frac{60,04}{2} = 30,02\right)$  l'indication d'une faible compensation dans les mises doubles des angles *maximums*. Pour mieux juger de la nature de cette compensation, examinons les équations partielles des 9 stations, qui sont :

par les mises simples	par les mises doubles
$a^2 + 5 b^2 = 63,6$	$c^2 + 5 d^2 = 36,9 > 31,8$
$a^2 + 2,5 b^2 = 76,1$	$c^2 + 2,5 d^2 = 76,7 > 38,1$
$a^2 + 3 b^2 = 26,0$	$c^2 + 3 d^2 = 28,4 > 13,0$
$a^2 + 5 b^2 = 65,9$	$c^2 + 5 d^2 = 42,2 > 33,0$
$a^2 + 3 b^2 = 29,5$	$c^2 + 3 d^2 = 5,7 < 14,7$
$a^2 + 9 b^2 = 176,0$	$c^2 + 9 d^2 = 11,6 < 88,0$
$a^2 + 4 b^2 = 22,7$	$c^2 + 4 d^2 = 7,7 < 11,4$
$a^2 + 6 b^2 = 43,6$	$c^2 + 6 d^2 = 14,6 < 21,8$
$a^2 + 4 b^2 = 31,0$	$c^2 + 4 d^2 = 11,0 < 15,5.$

Les 4 premières équations de ce tableau indiquent, au lieu d'une compensation, plutôt des erreurs communes aux deux mises simples réunies dans chaque mise double, et qui sont les plus prononcées dans les équations 2 et 3. De l'autre côté les 5 dernières équations annoncent la dite compensation, et elle est la plus évidente dans l'équation 6, tirée des observations faites à STORE-REIPAS. Sur cette station, le poids de l'angle *maximum* moyen a augmenté, par les mises doubles, en raison de  $41,6 : 88,0 = 1 : 7,6$ , et pour cet angle formé entre les objets LONDIZHJOKKI et LILLE-REIPAS, l'erreur de la moyenne des 12 mises simples =  $\mp 2''58$  se réduit, par l'emploi des mises doubles, à  $\mp 0''94$ .

Les deux équations moyennes

$$c^2 + 4,422 d^2 = 28,73 \text{ par les angles } \textit{maximums}, \text{ p. } 410,$$

$$c^2 + 1,000 d^2 = 9,87 \text{ » » » } \textit{minimes}, \text{ p. } 409,$$

$$\text{donnent } 3,422 d^2 = 18,86$$

$$d^2 = 5,51 \text{ et } c^2 = 4,36.$$

A l'aide de ces deux chiffres nous construisons la table suivante.

*Par des mises doubles. 1850.*

Nombre des angles minimes dont l'angle total est com- posé, $n =$	ou pour l'angle entre les objets	Erreur probable de l'angle total, obtenu		Pour les poids relatifs $p,$ $\frac{1}{p} =$
		par une mise double, $\theta =$	par six mises doubles, $\zeta =$	
1	1 et 2 etc.	$\mp 2,12$	$\mp 0,86$	1,00
2	1 » 3 »	$\mp 2,64$	$\mp 1,08$	1,56
3	1 » 4 »	$\mp 3,08$	$\mp 1,26$	2,12
4	1 » 5 »	$\mp 3,47$	$\mp 1,42$	2,68
5	1 » 6 »	$\mp 3,81$	$\mp 1,56$	3,23
6	1 » 7 »	$\mp 4,13$	$\mp 1,68$	3,79
7	1 » 8 »	$\mp 4,41$	$\mp 1,80$	4,35

e. Différences entre les valeurs des angles obtenus, en 1850, par les mouvements opposés de l'instrument.

Après avoir reconnu que, dans la majorité des cas, une compensation se fait par la réunion des couples de mises successives à une mise double, nous pouvons examiner si, dans cette compensation, il se manifeste une différence de sens constant entre les deux valeurs que donnent les deux mouvements opposés. Si une telle différence existe, elle doit avoir lieu dans chaque angle *minime*, mais l'effet total se manifestera dans les angles *maximums*. Mettons par conséquent, pour un angle *maximum* composé de  $n$  angles *minimes*, ses deux valeurs, obtenues dans une mise double quelconque, l'une par le mouvement de gauche à droite  $= r$ , l'autre par celui de droite à gauche  $= l$ , et nous aurons, en désignant la différence constante pour un angle *minime* par  $x$ , une équation partielle de la forme  $nx = r - l$ . En réunissant ensuite pour chaque station les  $m$  mises doubles, dans lesquelles se trouve le même  $n$ , à une moyenne  $(r - l) : m$  nous aurons un  $nx = \frac{(r - l)}{m}$  avec le poids  $m$ . Les stations régulières, c. à d. qui offrent le même  $n$  dans toutes les mises doubles, fournissent de cette manière une seule équation, les autres stations formant plusieurs équations. Voici les équations déduites des 9 stations.

Station.		Poids.	Station.	Poids.
1.	$6x = -$	$4,62$	6.	$\begin{cases} 9x = + & 8,72 & 5 \\ 5x = + & 16,00 & 1 \end{cases}$
2.	$\begin{cases} 2x = + & 1,87 & 4 \\ 3x = + & 3,87 & 3 \\ 1x = + & 4,20 & 1 \end{cases}$		7.	$4x = + \quad 1,37 \quad 6$
	3.	$3x = - \quad 0,32 \quad 6$	8.	$\begin{cases} 5x = + & 2,40 & 1 \\ 6x = + & 5,85 & 4 \end{cases}$
	4.	$6x = + \quad 0,77 \quad 6$	9.	$\begin{cases} 4x = + & 8,18 & 5 \\ 5x = + & 14,80 & 1 \\ 1x = + & 4,66 & 5 \end{cases}$
5.	$\begin{cases} 4x = + & 15,77 & 3 \\ 5x = + & 2,20 & 3 \\ 2x = + & 4,57 & 3 \end{cases}$			

Parmi ces 17 équations il y a 15 qui donnent un  $x$  positif, et deux seulement qui donnent un  $x$  négatif. Donc la valeur positive de  $x$  est évidente. En traitant les 17 équations d'après les moindres carrés, nous parvenons à l'équation finale

$$1470 x = + 1078,55 ;$$

d'où se trouve  $x = + 0,734$ , avec l'erreur prob.  $\mp 0,180$ .

Nous avons par conséquent pour chaque angle  $r$  observé une correction  $dr = - 0,367n \mp 0,090n$ . pour chaque angle  $l$  la correction  $dl = + 0,367n \mp 0,090n$ . Il s'en suit que, pour un angle *minime* il y a  $dr = - 0,37 \mp 0,09$ ,  $dl = + 0,37 \mp 0,09$ , et il est à présumer que ce  $dr = - 0,37 \mp 0,09$  vaille également pour les observations des années 1846 et 1847.

7. *Comparaison entre l'erreur probable  $\delta\alpha$ , p. 403, d'un angle déterminé par 12 mises, et les erreurs probables indiquées par les écarts.*

Nombre des angles minimes dont l'angle total est composé, $n =$	Erreur probable $\delta\alpha =$	Erreur probable déduite des écarts			Moyenne $\frac{\zeta + \zeta' + \zeta''}{3} = \delta\alpha$	Pour les poids relatifs $p, \frac{1}{p} =$
		1846, 47 par les mises simples $\zeta =$	1850 par les mises simples $\zeta' =$	par les mises doubles $\zeta'' =$		
1	$\mp 0,81$	(p. 407) $\mp 0,89$	(p. 409) $\mp 0,80$	(p. 411) $\mp 0,86$	$\mp 0,85$	1,00
2	$\mp 0,81$	$\mp 1,09$	$\mp 1,06$	$\mp 1,08$	$\mp 1,08$	1,61
3	$\mp 0,81$	$\mp 1,27$	$\mp 1,26$	$\mp 1,26$	$\mp 1,26$	2,20
4	$\mp 0,81$	$\mp 1,42$	$\mp 1,44$	$\mp 1,42$	$\mp 1,43$	2,83
5	$\mp 0,81$	$\mp 1,56$	$\mp 1,60$	$\mp 1,56$	$\mp 1,57$	3,41
6	$\mp 0,81$	$\mp 1,68$	$\mp 1,74$	$\mp 1,68$	$\mp 1,70$	4,00
7	$\mp 0,81$	$\mp 1,80$	$\mp 1,88$	$\mp 1,80$	$\mp 1,83$	4,64



## b. Les triangles de rattachement, mesurés en 1850.

Le mémoire de M. Lindhagen ne fournit point de données directes pour évaluer l'erreur probable  $\zeta''$  des angles *minimes* observés en 1850, parce que le calcul de compensation a été fait, en parlant non pas des angles *minimes*, mais des directions. Nous sommes cependant à même de reconnaître les  $\zeta''$  à l'aide des écarts que présentent les sommes des 3 angles observés dans les différents triangles. Dans chaque angle appartenant à un triangle, il faut considérer ici s'il est, ou non, un angle *minime*, et en cas qu'il ne l'est pas, comment il est composé de plusieurs angles *minimes*, enfin le nombre de mises dans chacun de ces angles. En outre, il faut employer, dans cette recherche, quant aux stations *D, F, H*, où les observations n'ont pu être exécutées en régularité complète, comme sur les autres stations, non pas les angles du tableau déduit des directions combinées, T. II, p. 103, mais les angles primitifs donnés dans le journal, p. 358 — 377. Le mémoire de M. Lindhagen contient un tableau de 21 triangles, dans lesquels les trois angles ont été observés. Pour 14 de ces triangles, tous les angles ont été mesurés par l'instrument de Repsold, tandis que dans les autres 7 triangles il y a des angles déterminés à l'aide de l'instrument d'Ertel. Ces 7 triangles n'entrent pas dans notre recherche.

Pour faire voir comment les 14 triangles s'appliquent à la détermination du carré  $e^2$  de l'erreur moyenne d'un angle *minime* déterminé par 12 mises, je prends pour exemple le triangle *DGE*. Dans ce triangle nous avons :

	les angles observés	par	n =	donc le coefficient de $e^2 =$
p. 366, 367	$D = 24^{\circ} 45' 57,99$	11 mises	1	$\frac{1}{11} \cdot 1,00 = 1,09$
„ 376	$E = 122 19 37,68$	12 „	2	$\frac{1}{2} \cdot 1,75 = 1,75$
„ 365	$G = 32 54 25,56$	12 „	3	$\frac{1}{2} \cdot 2,50 = 2,50$
	Somme 180 0 1,23			Somme 5,34
	Excès 0,06			
	Correction — 1,17.			

$$\text{Équation } 5,34 e^2 = 1,37.$$

Les multiplicateurs 1,00, 1,75 et 2,50, employés dans ce calcul, sont les  $\frac{1}{p}$  de la table p. 409. Les 14 triangles ainsi traités, ont fourni 14 équations dont la somme fait l'équation finale :

$$93,90 e^2 = 325,25; \text{ donc } e^2 = 3,464, e = \mp 1,861.$$

Nous avons par conséquent :



l'erreur probable d'un angle *minime*, déterminé en 1850 par 12 mises,  $\zeta'' = \mp 1,26$  ;

enfin

$$\xi' = \sqrt{(\zeta''^2 - \zeta'^2)} = \sqrt{(1,26^2 - 0,80^2)} = \mp 0,97$$

pour le montant probable de la perturbation d'un angle *minime*, moyen de 12 mises, en 1850, qui est plus petit que le  $\xi = \mp 1,16$  trouvé pour 1846, 47, comme cela devait être, vu que le  $\xi$  de 1846, 47 comprend l'influence de l'affection constante dans les  $r$ , anéantie pour 1850 par la réunion des  $r$  et  $l$  en des  $\frac{r+l}{2}$ .

e. Comparaison des erreurs probables effectives des angles *minimes* de 1846, 47 et de 1850.

Pour 1846, 47, nous avons trouvé $\zeta'' = \mp 1,46$	poids relatif	1,00
» 1850 » » » $\zeta'' = \mp 1,26$		1,34.

9. Résumé et conclusions.

- a) Les écarts entre les valeurs isolées et les moyennes n'annoncent point de supériorité essentielle des mesures de 1850, réunies à mises doubles, sur celles de 1846, 47. Voir p. 412. Néanmoins il faut que les mesures de 1850 soient supérieures aux autres, par le mérite intrinsèque d'avoir détruit, dans chaque mise double à part, toute perturbation proportionnelle au temps; et nous avons l'exemple le plus frappant de l'efficacité de cette réunion à mises doubles, par l'équation 6, p. 410. Aussi la supériorité des mesures de 1850 s'est-elle distinctement prononcée dans l'erreur probable effective des angles *minimes* de cette année  $\mp 1,26$ , plus petite que celle de  $\mp 1,46$  pour 1846, 47; ce qui assigne aux angles *minimes* de 1850 un poids d'un tiers plus grand.
- b) Par le tableau p. 412 nous avons, pour les angles *minimes*, ou pour  $n = 1$ , de très-près  $\delta\mathfrak{A} = \mp 0,81$  égal à  $\delta\mathfrak{A}' = \mp 0,85$ ; ce qui veut dire que les écarts attribuent aux angles *minimes* la même exactitude, qui leur convient d'après l'examen des qualités individuelles de l'instrument et de l'observateur. Cependant même les angles *minimes* ne sont, dans la réalité, aussi exacts, que l'indiquent les écarts; car il sont, en moyenne de 12 mises, sujets à une perturbation probable de  $\xi = \mp 1,16$  en 1846, 47, p. 413, et de  $\xi' = \mp 0,97$  en 1850.
- c) L'équation  $\delta\mathfrak{A} = \delta'\mathfrak{A}$  n'existe plus pour  $n > 1$ , ou pour des angles composés; car le poids relatif à celui d'un angle *minime* descend, pour  $n = 3$ , au-dessous de la moitié, et pour  $n = 6$ , jusqu'au quart. Ce fait met en évidence, que les mesures angulaires du Finmarken, soit celles de 1846, 47, soit celles de 1850, ne répondent aucunement à la condition, que les

angles entre deux objets quelconques jouissent d'une exactitude égale, condition qui est supposée dans le calcul de compensation qui part des directions comme données primitives.

- d) M. Lindhagen, ayant reconnu lui-même toute l'importance de la particularité énoncée en c), quant aux mesures angulaires de 1846, 47, n'a pas hésité à prendre, pour les triangles de continuation entre ATJIK et FUGLENAES, non pas les directions, mais les angles *minimes* pour données de départ, dans son calcul de compensation qui forme l'objet de la seconde moitié de son mémoire. Mais dans la première partie de son mémoire, relative à l'opération de jonction entre la base d'ALTEN et le côté fondamental  $L^1$ , exécutée en 1850, il a fait usage de l'autre principe de compensation qui part des directions, espérant que l'observation par deux mouvements opposés de l'instrument ait rendu les directions relatives quelconques au moins de très-près d'égale précision. Mais nous avons vu que ce principe est aussi inadmissible en 1850, qu'il l'a été en 1846, 47. Cette circonstance, reconnue d'abord par les écarts dans les angles composés, a été confirmée, pour l'année 1850, encore d'une autre manière. J'ai déduit plus haut, p. 414, à l'aide de la correction de la somme des angles observés à  $180^\circ +$  l'excès, le carré de l'erreur moyenne d'un angle *minime*, déterminé en 1850 par 12 mises,  $e^2 = 3,464$ . Le calcul de M. Lindhagen, relatif aux opérations de cette année, a donné, T. II, p. 106, pour une direction le carré de l'erreur moyenne  $= \frac{51,44}{p}$ , ou pour la moyenne de 12 mises,  $p$  étant  $= 12$ , le carré 4,287; d'où se trouve, pour un angle entre deux directions quelconques,  $e'^2 = 8,574$ . Nous avons par ces chiffres  $\frac{e'^2}{e^2} = 0,404$ ; ce qui signifie que le poids d'un angle, entre deux objets quelconques, d'après la compensation de M. Lindhagen, n'est, en 1850, que de 0,4 du poids qui convient réellement aux angles *minimes* de cette année.
- e) L'exposé précédent indique clairement qu'il aurait été préférable d'employer, dans le rattachement de la base d'ALTEN, non pas les directions, mais également les angles *minimes* comme données de départ pour le calcul de compensation. Par les deux raisons suivantes, je n'ai cependant pas jugé indispensable de faire entreprendre un nouveau calcul. On conçoit que ce nouveau calcul conduirait à une valeur du côté fondamental  $L^x$  si peu différente de celle qu'a donnée le calcul déjà fait, que l'écart se trouverait bien en dedans de son erreur probable. Le gain, porté par le nouveau calcul, aurait été par préférence dans une diminution de l'erreur probable du résultat. Si j'avais été en état de faire entreprendre un second calcul analogue, sur la jonction entre la base d'ÖFVER-TORNEA et le côté fondamental  $L^{1x}$ , il aurait certainement valu la peine de faire les deux travaux de calcul, quelque étendus qu'ils fussent. Mais ce second calcul, relatif à la base d'ÖFVER-TORNEA, étant pour le moment impossible, par manque de

données détaillées sur les opérations de Laponie, j'ai cru devoir retenir la même voie de calcul dans les deux jonctions entre les bases et les côtés fondamentaux, en Laponie et au Finmarken, pour maintenir, autant que possible, l'uniformité des voies de calcul, dans ces deux arcs les plus septentrionaux. Si enfin cette uniformité a produit une petite perte dans l'appréciation de l'erreur totale de l'arc du Finmarken, j'ai conservé par là le principe d'attribuer aux quantités cherchées des erreurs plutôt trop fortes que trop faibles.

- f) Il nous reste à examiner, pourquoi l'instrument de Repsold employé au Finmarken, n'a-t-il pu donner des résultats satisfaisants sous tous les rapports, malgré ses qualités distinguées et malgré l'intelligence et l'adresse des observateurs; pourquoi nommément l'angle entre deux directions a-t-il été d'autant plus incertain, que le nombre d'objets intermédiaires observés a été plus grand. Sachant que cette imperfection n'existe pas, ou à un montant presque insensible, dans des instruments pourvus de la lunette de vérification, j'en ai dû chercher l'explication précisément dans le manque d'une telle lunette. Pour un instrument pourvu de la dite lunette, la constance dans la position de sa partie fixe\*) non seulement se contrôle par l'inspection de la lunette de vérification dirigée sur un point de repère de forme précise, une mire, mais elle doit-être produite exprès, pour chaque pointage d'un objet, par l'observation simultanée dans les deux lunettes, exécutée par deux individus, dont l'un dirige la lunette mobile, ou supérieure, sur l'objet, et l'autre la lunette de vérification, ou inférieure, sur la mire. Par cette voie d'observation, les incertitudes de la mesure angulaire sont réduites, abstraction faite de l'imperfection de la vue, aux changements intrinsèques dans le corps de l'instrument, changements qui sont à peu près insensibles, au-moins pendant la durée limitée d'une mise. Même dans le cas d'une réaction du mouvement de la partie mobile sur la partie fixe, réaction produite surtout par la friction entre l'axe et son moyeu, cette perturbation se découvre toujours dans la lunette de vérification et peut être corrigée immédiatement. Quant à l'instrument qui n'a point de lunette de vérification, trois conditions doivent être remplies, pour qu'il fournisse des mesures exactes, savoir :

- a. que le mouvement de la partie mobile, ne produise aucune perturbation dans la position  
 . de la partie fixe,

---

\*) Dans certains instruments le limbe qui porte la division est fixe, l'appareil de lecture étant en mouvement avec la lunette supérieure, p. e. dans l'instrument universel et le théodolite d'Ertel. Dans d'autres, p. e. dans les instruments universels de Repsold et dans les théodolites de Ramsden, le limbe est mobile, le porte-microscopes étant fixe.

- b. que ce même mouvement ne produise aucun changement dans la position de l'instrument sur le statif,
- c. qu'il y ait une invariabilité absolue du statif, dans le sens de l'azimut, pendant la durée d'une mise.

Examinons les trois conditions indiquées, pour notre instrument de Repsold.

Ad a. Il se peut, d'après la construction de l'instrument, voyez le Mém. de M. Lindhagen, que le porte-microscopes soit sujet à un petit entraînement, dès que la partie supérieure de l'instrument, à laquelle le cercle horizontal divisé est réuni, est mue autour de l'axe vertical. Car le point d'arrêt et le mouvement de rappel pour cette partie mobile se trouvent sur un bras d'une pièce d'où sortent les deux autres bras qui portent les microscopes; et cette pièce n'est fixée sur le cône central que par une vis de pression. Cependant l'expérience parle directement contre l'existence d'un tel entraînement sensible qui, s'il existait, devrait rendre les angles trop petits, ou conduire à une correction moyenne des angles observés de signe positif, quelle que fût la direction du mouvement de l'instrument. Nous avons reconnu, au contraire, que les observations de 1846, 47 présentent une petite correction négative des angles *minimes*, =  $-0''27 \mp 0''17$ , p. 413, et en recherchant la correction pour 1850, d'après le calcul de compensation de M. Lindhagen, nous la trouvons également négative, de  $-0''37 \mp 0''09$  pour un angle *minime*, p. 412.

Ad b. Le poids comparativement petit de l'instrument rend un dérangement, dans la position du trépied métallique sur le statif en bois, plus possible que pour un instrument pesant. Cependant les vis verticales qui supportent et calent le trépied métallique, ne reposent pas directement sur le bois du statif, mais par l'intermédiaire de plaques métalliques, pourvues chacune de trois pointes en acier qui s'impriment dans le bois, et ces vis entrent dans des trous coniques des plaques. D'où suit, qu'un dérangement du trépied sur le statif, par suite du mouvement de l'instrument sur l'axe vertical n'est guère admissible. Aussi l'expérience, que nous avons citée ad a, s'oppose-t-elle encore à ce dérangement, qui se prononcerait par de trop petites valeurs des angles.

Ad c. Dès qu'il a été prouvé que l'instrument, dans son application, répond entièrement aux conditions a et b, il s'ensuit que c'est la condition c qui ne soit pas remplie dans l'opération effective. Quiconque a étudié les dérangements journaliers qu'éprouvent même les grands instruments astronomiques, placés dans les observatoires avec

les plus grandes précautions, pour les rendre invariables au possible, ne s'étonnera pas qu'un statif en bois ne reste pas en repos absolu durant la courte durée d'une mise de mesures horizontales, durée qui s'élève quelquefois au delà d'une heure. Nous avons indiqué, T. I, p. 31 et 33, que même pour un instrument placé sur un pilier maçonné, l'absence de la lunette de vérification nuit à l'exactitude de la mesure. Pour un statif en bois il faut admettre, non seulement des changements de position progressifs dans un certain sens, par suite de la marche journalière de la température et du mouvement azimutal du Soleil de l'est à l'ouest, mais aussi des changements brusques, produits par un changement dans l'état de l'atmosphère, ou par quelque autre cause extérieure. Impossible à peu près d'obvier à ces perturbations continuelles du statif par l'arrangement des observations, au moins sans un immense sacrifice de travail et de temps; tandis que la lunette de vérification porte directement remède à tous ces inconvénients. Il faut par conséquent laisser l'instrument sans lunette de vérification aux opérations géodésiques de rang inférieur. Mais dès qu'il s'agit de mesures angulaires horizontales de la plus haute exactitude, cette lunette est aussi indispensable que l'est, pour la mesure exacte des distances au zénith, le niveau réuni directement à la partie fixe de l'instrument dans le sens vertical. La construction du petit instrument de Repsold, employé au Finmarken, est sous tous les autres points de vue vraiment admirable. Ajoutez la lunette de vérification, d'une manière propre, et il pourra rivaliser avec les grands instruments géodésiques les plus parfaits. Si l'on attache la lunette de vérification directement au porte-microscopes, il n'y a rien à changer dans la construction de l'instrument, et l'instrument n'exige point de nouveau mouvement micrométrique dans le sens de l'azimut, pour reconduire chaque fois le porte-microscopes à sa position constante. Pour que l'instrument fonctionne parfaitement, il ne faut que donner à la lunette un fil mobile par un micromètre: car chaque perturbation du porte-microscopes peut être mesurée par l'indication du micromètre, le fil ayant été reconduit à la coïncidence avec la mire.

- g) J'ai indiqué plus haut, p. 329, qu'il existe de petites différences, entre les valeurs réduites des quantités observées, qu'avait trouvées M. Lindhagen par son calcul, et les mêmes valeurs définitives déduites de la nouvelle réduction que j'ai faite, qui sont dans le journal imprimé. Désignons les premières par  $\Lambda$ , les autres par  $\Sigma$ . Je donnerai les deux listes complètes des  $\Sigma - \Lambda$ , ou des corrections qu'il faut ajouter aux colonnes qui portent l'inscription *angle observé* dans le tableau p. 108

à 111, et l'inscription *directions observées* dans le tableau p. 102 à 105, pour avoir les chiffres définitifs  $\Sigma$ . Il faut remarquer cependant que les  $\Sigma - \Lambda$  qui sont en dedans de  $\mp 0,05$ , n'ont, proprement dit, aucune signification, étant provenus, au moins en partie, de ce que j'ai rejeté les centièmes de seconde, dans la moyenne primitive des lectures micrométriques d'un objet, obtenues par les deux microscopes opposés. Je n'ai retenu les centièmes de seconde que dans les moyennes, trouvées par la totalité des mises.

*Liste des différences  $\Sigma - \Lambda$ , pour les angles minimes de 1846, 47.*

(Voir les tableaux p. 337 — 357 et p. 108 — 111).

Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$
1	— 0,03	5	— 0,39	9	0,00	12	+ 0,04	15	+ 0,17
	— 0,02		— 0,01		— 0,02		— 0,04		0,00
	+ 0,09		— 0,12		+ 0,03		+ 0,16		0,00
2	+ 0,06		— 0,08		— 0,01		+ 0,05		— 0,01
	— 0,01		— 0,02		— 0,06	13	0,00		0,00
3	— 0,01	6	— 0,02		+ 0,04		0,00		— 0,01
	+ 0,11		— 0,01	10	+ 0,07		— 0,03		0,00
4	— 0,01	7	+ 0,32		+ 0,04		— 0,07		0,00
	+ 0,09		0,00		— 0,03		+ 0,27		0,00
	+ 0,01	8	+ 0,02		+ 0,02	14	+ 0,09		— 0,06
	+ 0,03		+ 0,55	11	— 0,04		— 0,13	16	— 0,03
			+ 0,01		+ 0,04		+ 0,07		0,00
			— 0,05		+ 0,09		— 0,15		— 0,01
			— 0,01		— 0,09		0,00		
			— 0,34		— 0,01				
			— 0,05		— 1,01				
					— 0,03				

Ce tableau contient 71 différences  $\Sigma - \Lambda$ , dont 12 = zéro, 24 positives, 35 négatives. Dans ce nombre il y a :

47	différences $\Sigma - \Lambda$	depuis $\mp 0,00$	jusqu'à $\mp 0,05$
12	»	»	$\mp 0,06$ » $\mp 0,10$
10	»	»	$\mp 0,11$ » $\mp 0,50$
2	»	»	$\mp 0,51$ » $\mp 1,01$ .

Le plus grand  $\Sigma - \Lambda = - 1,01$  se trouve à la station  $\xi = \text{HALDI}$ , dans un angle observé seulement par trois mises, et sujet à une erreur probable de  $\mp 2,92$ , p. 111. Pour un angle déterminé

par 12 mises, l'erreur probable étant  $\mp 1,46$ , p. 415, nous voyons que tous les  $\Sigma - \Lambda$  sont des quantités bien inférieures aux erreurs probables auxquelles les  $\Sigma$  eux-mêmes sont sujets. En formant, pour les 71 différents  $\Sigma - \Lambda$ , les carrés multipliés par leurs poids  $p$ , nous en trouvons la somme  $[(\Sigma - \Lambda)^2 \cdot p] = 14,91$ . La somme des carrés, multipliés par leurs poids, des corrections à appliquer aux angles *minimes*, d'après le calcul de compensation de M. Lindhagen, étant 2602,86, Mém. de M. Lindhagen § 39, nous parvenons à cette conclusion, que tout résultat numérique déduit par le calcul de M. Lindhagen, a éprouvé, par les  $\Sigma - \Lambda$ , une diminution de son poids en raison de 2602,86 : 2587,95 = 1,0058 : 1, ou une augmentation de son erreur probable en raison de 1 : 1,0029. Il s'ensuit que l'erreur probable dans la ligne géodésique entre STUOR-OIVI et FUGLENAES, qui a été donnée, T. II, p. 202, =  $\mp 1,77$  toise, n'aurait pas même été réduite à  $\mp 1,76$  toise, si le calcul avait été fait sur les  $\Sigma$  et non pas sur les  $\Lambda$ .

*Liste des différences  $\Sigma - \Lambda$  pour les directions de 1850.*

(Voir les tableaux p. 358 - 377 et les §§ 6 et 7 du Mém. de M. Lindhagen.)

Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$	Station	$\Sigma - \Lambda$
17	0,00	21	0,00	23	0,00	25	0,00	27	0,00
	- 0,01		0,00		+ 0,01		- 0,03		- 0,01
	+ 0,01		- 0,01		0,00		+ 0,06		0,00
	+ 0,02		- 0,35		- 0,15		0,00		(- 0,16)
	+ 0,44		- 0,06		- 0,06		- 0,05	28	0,00
	+ 0,04		0,00	24	0,00		0,00		(+ 0,22)
	+ 0,02		- 0,02		+ 0,07		- 0,03		(+ 0,01)
18	0,00		- 0,02		+ 0,01		0,00	29	0,00
	- 0,02		- 0,01		- 0,12		- 0,03		- 1,59
	- 0,08		0,00		+ 0,01		- 0,03		(- 0,58)
	- 0,02		- 0,02		- 0,02		- 0,03		+ 0,01
19	0,00		0,00		0,00		0,00		+ 0,01
	+ 0,13		- 0,01		+ 0,02		+ 0,25		- 0,01
	+ 0,16		- 0,04		+ 0,04	26	0,00		
20	0,00	22	0,00		+ 0,03		0,00		
	+ 0,04		- 0,02		- 0,02		(- 0,33)		
	+ 0,01		- 0,06		+ 0,02		0,00		
	- 0,01		- 0,03		0,00		0,00		
	+ 0,03		+ 0,01		- 0,01		0,00		
	+ 0,05		+ 0,08		- 0,05				
	+ 0,07		+ 0,07		+ 0,09				
			+ 0,07		- 0,03				
			+ 0,09		0,00				
			+ 0,08		- 0,08				

En rejetant les six  $\Sigma - \Lambda$ , mis en parenthèses, qui sont relatifs aux directions employées uniquement à la comparaison des deux moitiés de la base d'ALTEN, p. 331, nous avons en tout 95 quantités  $\Sigma - \Lambda$ ; parmi lesquelles il y a 29 qui sont zéro, 31 positives, 35 négatives, et

73 différences  $\Sigma - \Lambda$  depuis  $\mp 0,00$  jusqu'à  $\mp 0,05$

14   »       »       »        $\mp 0,06$    »        $\mp 0,10$

7    »       »       »        $\mp 0,11$    »        $\mp 0,51$

1 différence  $\Sigma - \Lambda$                    — 1,59.

Il n'y a ici que la seule différence — 1,59 qui dépasse l'erreur probable  $\mp 1,40$  de son  $\Lambda$ , d'après le calcul de compensation de M. Lindhagen. Nous avons pour nos 94 différences  $[(\Sigma - \Lambda)^2 \cdot p] = 38,40$ . La somme des carrés des corrections, multipliés par leurs  $p$ , étant, d'après M. Lindhagen, = 1851,88, p. 105, nous voyons que chaque résultat tiré du calcul de M. Lindhagen, partant des  $\Lambda$  au lieu des  $\Sigma$ , a éprouvé une diminution du poids en raison de  $1851,88 : 1813,48 = 1,0201 : 1$ , ou une augmentation de l'erreur probable en raison de 1:1,0100. Le calcul de M. Lindhagen attribue au log. du côté fondamental  $L^x = \text{LONDIZHJOKKI} - \text{NUPPI-VAARA}$ , une erreur probable =  $\mp 89,6$ , p. 106. Si ce calcul avait été fait sur les  $\Sigma$ , l'erreur probable aurait probablement été réduite à  $\mp 88,6$ .

Ces considérations prouvent que l'influence des  $\Sigma - \Lambda$  sur les résultats obtenus par les calculs de M. Lindhagen, est entièrement insignifiante.



C. MÉMOIRE SUR LA PARTIE GÉODÉSIQUE DES OPÉRATIONS  
DU FINMARKEN.

PAR

**M. LINDHAGEN.**



## ÜBER DEN GEODÄTISCHEN THEIL DER NORWEGISCHEN GRADMESSUNGS-OPERATIONEN.

Von **D. G. Lindhagen.**

---

Der geodätische Theil der Norwegischen Messung zerfällt in zwei, sowohl in Bezug auf Zeit, als auf Zweck und Arbeitsart getrennte Operationen. Die in Bezug auf die Zeit erste Operation bestand in der Messung der Winkel des Hauptdreiecksnetzes, und wurde in den Sommermonaten 1846 und 1847 ausgeführt. Die zweite Operation, welche im Laufe des Sommers 1850 zu Stande kam, hatte zum Ziel, die absolute Länge einer Hauptdreiecksseite durch die Messung einer Basis und deren trigonometrische Verbindung mit der gedachten Hauptdreiecksseite zu bestimmen.

Nachdem alle über diese Operationen geführten Tagebücher, theils in Original theils in Abschrift, auf der Hauptsternwarte vereinigt waren, wurde die Bearbeitung des gesammten Messungs- und Beobachtungsmaterials mir aufgetragen. Es sind die Ergebnisse dieser Bearbeitung, welche im Folgenden dargestellt werden sollen. Bei den Ausgleichsrechnungen, welche doppelt geführt sind, hat mir Magister Lindelöf, Astronom aus Helsingfors, kräftig beigestanden.

Ich lasse in der Darstellung die letztere der beiden genannten Operationen vorangehen.

---

### **ERSTE ABTHEILUNG.**

#### *Bestimmung der absoluten Länge der Hauptdreiecksseite NUPPI-VAARA—LOHDIZJOEKI.*

§ 1. Die trigonometrische Verbindung der Basis mit der Hauptdreiecksseite NUPPI-VAARA—LOHDIZJOEKI ist durch ein Dreiecksnetz ausgeführt worden, welches, mit Einschluss der beiden Basisendpunkte und der beiden Hauptdreieckspunkte, 12 Dreieckspunkte enthält, nämlich:

<i>A</i> ELVEBAKKEN	} Basisendpunkte.	<i>G</i> . STORE-REIPAS.
<i>B</i> . BUGTEN		<i>H</i> . PESKA-VAARA.
<i>C</i> . RAFSHOLMEN.		<i>I</i> . VUOSGOL-VAARA.
<i>D</i> . KONGSHAVN-FJELD.		<i>K</i> . RAUTAS-VAARA.
<i>E</i> . LILLE-REIPAS.		<i>L</i> . LOHDIZBJOKKI.
<i>F</i> . SKUODDE-VAARA.		<i>M</i> . NUPPI-VAARA.

Auf allen diesen zwölf Punkten sind Winkelmessungen ausgeführt worden, nämlich auf den Punkten *A*, *B*, *C* von Lindhagen mit einem der Pulkowaer Sternwarte gehörigen Universalinstrumente von Ertel, auf den übrigen Punkten von Klouman mit einem kleinen Universalinstrumente von Repsold.

§ 2. Bei allen Winkelmessungen im Sommer 1850, sowohl den von Klouman als den von Lindhagen ausgeführten, sind die folgenden Grundsätze waltend gewesen :

1) Auf jeder Station sind alle von derselben aus überhaupt sichtbaren Dreieckspunkte beobachtet worden, und die Beobachter haben sich nicht allein auf die für die Bestimmung des Dreiecksnetzes notwendigen Richtungen beschränkt.

2) Sind die Winkelmessungen nach der Art von «Richtungsbeobachtungen» ausgeführt, so dass auf jeder Station alle von derselben aus zu beobachtenden Gegenstände in jedem Beobachtungssatze der Reihe nach pointirt worden sind, in so fern nämlich alle diese Gegenstände zu gleicher Zeit sichtbar waren. Die strenge Erfüllung dieses Grundsatzes hat nur auf 4 Stationen nicht erreicht werden können. Auf den vier Stationen KONGSHAVN-FJELD, SKUODDE-VAARA, PESKA-VAARA und NUPPI-VAARA, waren an den Beobachtungstagen nicht alle zu beobachtenden Signale zu gleicher Zeit zu sehen.

3) Es sind auf jeder Station immer gleich viele Sätze in der einen wie in der andern Lage des Instruments beobachtet worden. Von Zeit zu Zeit wurde auf jeder Station der Nonienkreis gegen den Limbuskreis (am Ertelschen Instrument) oder der Mikroskopenträger gegen den Limbus (am Repsoldschen Instrument) auf passende Weise verstellt, um dadurch den Einfluss der Theilungsfehler des Limbuskreises möglichst zu verkleinern. Wenn in einem Satze die ganze Reihe der Beobachtungsobjecte in einer Richtung durchlaufen war, so wurde immer in dem darauf folgenden Satze dieselbe Reihe in der entgegengesetzten Richtung durchgenommen. Diese Maassregel war besonders für das Repsoldsche Instrument von Wichtigkeit, wie später gezeigt werden wird.

4) 12 Einstellungen auf jedes Object war die normale Zahl, von welcher selten in dem einen oder dem andern Sinne abgewichen wurde.

§ 3. Die beiden angewandten Instrumente sind sowohl in Bezug auf Dimension als auf Construc-

tion wesentlich verschieden. Das Ertelsche Instrument ist mehrfach bei geodätischen Operationen in Russland benutzt worden, und mit wenigen Modificationen demjenigen ähnlich, welches in der *Gradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands*, T. I, S. 32—41 beschrieben ist. Um die Dimensionen der beiden Instrumente unmittelbar vergleichen zu können, mag hier erwähnt werden, dass das Fernrohrobjectiv des Ertelschen Instruments eine Oeffnung von 21 Linien, und der Horizontalkreis einen Durchmesser von 13 Zoll hat. Das Repsoldsche Instrument hat ein gebrochenes Fernrohr mit einem Objectivglase von 12  $\frac{1}{2}$  Lin. Oeffnung. Der Horizontalkreis, 7 Zoll im Durchmesser, ist getheilt von 10 zu 10 Minuten, deren Unterabtheilungen durch zwei einander diametral gegenüberstehende Mikroskope, deren einzelne Trommeltheile 10" entsprechen, gemessen werden. Durch Schätzung der Zehntel der Trommeltheile werden also einzelne Secunden abgelesen. Für die schärfere Ermittlung der Unterabtheilungen von 10 Minuten sind bei den Beobachtungen, von welchen hier die Rede ist, die Kreisablesungen so gemacht, dass die beweglichen Mikroskopenfäden jedesmal auf die beiden den Mikroskopennullpunkten zunächst liegenden Theilstriche des Kreises geführt wurden. Durch Interpolation zwischen den beiden entsprechenden Ablesungen ist der Werth eines Trommeltheils jedesmal eliminirt worden. Die sonstige Construction des Instruments als Horizontalwinkelmesser ist im Wesentlichsten die folgende. Der Obertheil des Instruments dreht sich im Azimute um einen mit em Fussgestell fest verbundenen Doppelkegel. Dieser wird von zwei über einander liegenden Büchsen umschlossen, von welchen die obere mit dem Limbuskreise und dem Lagergestell, auf welchem das Fernrohr mit seiner horizontalen Axe ruht, in fester Verbindung steht. Die untere Büchse trägt vier in einem rechtwinkligen Kreuz liegende Arme, deren zwei als Mikroskopenträger dienen, ein dritter mit einem über dem Limbus laufenden Index versehen ist, und der vierte zur Verbindung mit der oberen Büchse dient. Die untere Büchse kann mittelst einer Druckschraube an den Untertheil des Axenkegels befestigt und von demselben gelöst werden. Eine dritte Büchse umschliesst die obere Büchse, und kann durch eine zweite Druckschraube an dieselbe festgeklemmt werden. Sie trägt einen Arm, welcher durch einen an seinem äussern Ende angebrachten, nach unten gerichteten Cubus in den vierten Arm der untern Büchse eingreift, welcher für diesen Zweck an seinem äussern Ende mit einem nach oben gekehrten zweischenkigen gabelförmigen Ansatz versehen ist. Auf diese Weise ist die Verbindung des Mikroskopenträgers mit dem Kreise und dem Fernrohre vermittelt. An der Stelle, wo die zwei letztgenannten Arme in einander greifen, ist die Vorrichtung zur feinen Bewegung des obern Theils des Instruments angebracht. Durch den einen Gabelschenkel des unteren Arms geht nämlich eine Schraube, welche *Feinschraube* genannt werden mag, durch den andern ein Stift, welcher von einer äussern Feder in der Richtung gegen das Schraubende gedrückt wird. Zwischen den Enden des Stifts und der Schraube ist der Cubus des oberen Arms festgeklemmt. Durch die Feinschraube können nun dem obern Arme kleine Bewegungen erteilt werden.

Bei der Messung horizontaler Winkel verfährt man folgendermaassen. Die untere Büchse wird durch die untere Druckschraube an den Axenkegel festgeklemmt. Die beiden obern Büchsen werden von einander gelöst, das Fernrohr wird auf ein erstes Object gerichtet, die beiden oberen Büchsen werden durch Drehung der oberen Druckschraube mit einander verbunden, die scharfe Einstellung auf das Object wird durch die Feinschraube bewerkstelligt, die Angaben des Index und der beiden Mikroskope werden abgelesen. Die obere Klemme wird gelöst, das Fernrohr auf ein zweites Object eingerichtet, u. s. w. Es ist von selbst einleuchtend, dass die untere Druckschraube im Verlaufe eines Beobachtungssatzes nicht gelöst werden darf. Diese Schraube wird überhaupt nur dann benutzt, wenn man den Mikroskopenträger gegen den Kreis verstellen will um die Winkel an verschiedenen Stellen des Limbus zu messen, eine Verstellung, die im Verlaufe der Beobachtungen auf jeder Station von Zeit zu Zeit vorgenommen wurde, wie schon erwähnt ist. Es muss, so scheint es, der Beobachter eine besondere Aufmerksamkeit darauf richten, dass diese untere Druckschraube nach jeder Lösung derselben wieder recht stark angezogen wird. Bei einer nicht unbedeutlichen Reibung zwischen den beiden oberen Büchsen muss immer, wenn das Fernrohr bewegt wird, dem Mikroskopenträger ein nicht unbedeutender Druck in der Richtung der Bewegung ertheilt werden. Ist nun die untere Druckschraube nicht gehörig fest angezogen, so ist die Möglichkeit vorhanden, dass der Mikroskopenträger ein wenig mitgeschleppt wird, wenn das Fernrohr bewegt wird. Ebenso ist bei der Anwendung der Feinschraube, unter gleicher Voraussetzung in Bezug auf die untere Druckschraube, eine Verstellung des Mikroskopenträgers denkbar, wenn die Bewegung der inneren oberen Büchse um die Verticalaxe schwer ist. Nach den Zeugnissen derer, denen das Instrument durch den Gebrauch bekannt ist, sollen indess alle Bewegungen des Instruments, bei nicht zu niedrigen Temperaturen, sehr leicht sein.

§ 4. Die Richtungsbeobachtungen im Jahre 1850, welche, wie oben erwähnt ist, so angestellt wurden, dass in den successiven Beobachtungssätzen das Instrument abwechselnd in der einen und der andern Richtung gedreht wurde, zeigen hin und wieder unter sich bedeutende Abweichungen, die sich aber im Mittel zweier auf einander folgenden Beobachtungssätze, welche mit entgegengesetzten Bewegungen des Instruments ausgeführt worden sind, nahezu compensiren. Ich nehme, um diess zu zeigen, die auf STORE-REIPAS = G, beobachteten Richtungen, welche unter allen das auffallendste Beispiel darbieten. Diese Richtungen sind 10 an Zahl und in 12 Sätzen beobachtet. Die Anordnung der Beobachtungen ist die folgende gewesen, wobei ich durch *pos.* eine Drehung des Instruments in positiver Richtung oder mit den steigenden Zahlen des Kreises, und durch *neg.* die entgegengesetzte Bewegung, durch *Kr. I* und *Kr. II* die beiden entgegengesetzten Lagen des Instruments bezeichne:

Satz 1 . . . . <i>pos.</i> , <i>Kr. I</i> » 2 . . . . <i>neg.</i> , <i>Kr. II</i> (Mikrosk. Träger verstell.) » 3 . . . . <i>pos.</i> , <i>Kr. II</i>	Satz 4 . . . . <i>neg.</i> , <i>Kr. I</i> (Mikrosk. Träger verstell.) » 5 . . . . <i>pos.</i> , <i>Kr. I</i> u. s. w.
--	--

Die 10 beobachteten Richtungen sind die nach den Dreieckspunkten *L, K, H, M, I, F, D, C, A, E*, in welcher Reihenfolge sie, von *STORE-REIPAS* aus gesehen, auf einander folgen. Als Anfangsrichtung ist die Richtung nach *L* angenommen. Ich berechne nun die mittleren Fehler eines Doppelsatzes für die verschiedenen Winkel, welche die Anfangsrichtung mit den übrigen Richtungen macht, und zwar so wohl aus der Uebereinstimmung der einzelnen Sätze unter sich, als aus der Uebereinstimmung der Doppelsätze, welche durch das arithmetische Mittel des ersten und des zweiten Satzes, des dritten und des vierten u. s. w. gebildet werden. Ich bekomme:

Winkel in <i>G</i> zwischen	Grösse der Winkel.	Mittl. Fehler eines Doppel- satzes aus den einzelnen Sätzen ber.	Mittl. Fehler eines Doppel- satzes aus den Doppelsätzen berechnet.
<i>L u. K</i>	17° 45'	± 3,1	± 1,6
<i>L α H</i>	42 49	± 3,7	± 2,3
<i>L α M</i>	57 49	± 4,6	± 3,3
<i>L α I</i>	64 7	± 6,6	± 3,3
<i>L α F</i>	144 29	± 7,9	± 4,6
<i>L α D</i>	198 7	± 9,5	± 4,8
<i>L α C</i>	214 7	± 9,0	± 4,4
<i>L α A</i>	221 59	± 9,7	± 4,5
<i>L α E</i>	231 1	± 9,5	± 3,2

Aus diesen Zahlen scheint zu folgen:

1) Dass die Unsicherheit der Beobachtungen, nach der Uebereinstimmung der einzelnen Richtungen berechnet, mit der Entfernung von der Anfangsrichtung zunimmt;

2) dass diese Unsicherheit ein Maximum erreicht (in diesem Beispiele nach einer Drehung von etwa 180°) und darnach constant verbleibt;

3) dass die Unsicherheit der Beobachtungen, aus den Doppelsätzen berechnet, kleiner ist (in diesem Beispiele nur etwa halb so gross), als wenn dieselbe aus den einzelnen Sätzen abgeleitet wird, und dass also eine Fehlercompensation zwischen den beiden einzelnen Sätzen, aus welchen ein Doppelsatz gebildet ist, unzweifelhaft stattfindet;

4) dass diese Compensation doch nicht eine ganz vollständige ist, weil die Unsicherheit, aus den Doppelsätzen abgeleitet, noch eine kleine Abhängigkeit von der Entfernung von der Anfangsrichtung zeigt.

Es muss ausdrücklich bemerkt werden, dass die hier beschriebenen Abweichungen sich nirgends so stark zeigen wie auf der Station *G*, und dass Stationen vorkommen, für welche sie fast unmerklich sind. Hier mag wohl die grosse Anzahl Beobachtungsobjecte und die davon abhängige lange Dauer der einzelnen Beobachtungssätze, ebenso wie die vielfache Manipulation des Instruments das ihrige dazu beigetragen haben, die Abweichungen zu vergrössern und das Phänomen deutlicher hervortreten zu lassen.

Bei dem Ertelschen Instrumente zeigen sich durchaus keine ähnliche Abweichungen zwischen den beobachteten Richtungen bei entgegengesetzten Bewegungen des Instruments, welcher Umstand wohl hauptsächlich dem Versicherungs-Fernrohre zu verdanken ist. Da nun die angedeuteten Fehler der Beobachtungen am Repsold'schen Instrumente, wie es scheint, ziemlich compensirt sind, so dass die mit der Entfernung von der Anfangsrichtung rasch zunehmende Unsicherheit durch die Anordnung der Beobachtungen zum grossen Theil entfernt ist, so habe ich kein Bedenken gehegt, alle Winkelmessungen im Verbindungsnetze in ihrer ganzen Vollständigkeit zu benutzen und sie als *Richtungsbeobachtungen* bei den folgenden Ausgleichsrechnungen zu behandeln. Für diese Rechnungen habe ich das Gewichtsverhältniss der Beobachtungen an den beiden Instrumenten nöthig gehabt. Für solchen Zweck, und um nicht den Beobachtungen am Repsold'schen Instrumente ein zu geringes Gewicht beizulegen, habe ich den wahrscheinlichen Fehler der an den beiden Instrumenten beobachteten Richtungen abgeleitet, nicht aus den einzelnen Sätzen, sondern aus den Doppelsätzen. Ich habe auf solche Weise gefunden, dass der wahrscheinliche Fehler eines Doppelsatzes einer Richtung für das Ertelsche Instrument =  $\mp 1''10$ , für das Repsold'sche =  $\mp 1''94$  ist, woraus das Gewichtsverhältniss 2,68 : 1 hervorgeht. Der bequemern Rechnung halber habe ich das Gewichtsverhältniss 2,5 : 1 angewandt. Nach vollendeten Ausgleichsrechnungen ergibt sich aus den übrigbleibenden Fehlern, oder, was dasselbe ist, aus den Richtungs correctionen, wenn sie für das eine und das andere Instrument besonders zusammengestellt werden, dass der wahrscheinliche Fehler eines Doppelsatzes am Ertelschen Instrumente =  $\mp 1''38$  und am Repsold'schen =  $\mp 3''65$  ist. Das Gewichtsverhältniss der beiden Instrumente ist hiernach = 7,0 : 1. Durch eine neue Ausgleichung mit diesen neuen Gewichten wäre wohl kaum etwas Wesentliches zu gewinnen, da für das Ertelsche Instrument ein nur unbedeutend grösserer wahrscheinlicher Fehler durch die vollständige Ausgleichung sich herausgestellt hat, als aus der Uebereinstimmung der Doppelsätze unter sich, und weil dieser als eine Grenze angesehen werden darf, welche vielleicht erreicht, aber nicht wohl überschritten werden kann. Für das Repsold'sche Instrument dagegen ergibt sich durch die Ausgleichung ein fast doppelt so grosser wahrscheinlicher Fehler einer in zwei Sätzen beobachteten Richtung, als aus der gegenseitigen Uebereinstimmung der Doppel-



sätze. Mit Gewissheit geht hieraus hervor, dass beim Ertheilen der Gewichte dem Repsoldschen Instrumente kein Unrecht geschehen ist. Ferner kann hieraus, in Bezug auf dasselbe Instrument geschlossen werden, dass die Fehlercompensation, welche durch die abwechselnde Drehung des Instruments um seine Vertikalaxe nach entgegengesetzten Richtungen beabsichtigt wurde, keine vollständige gewesen ist.

§ 5. Ehe wir zur Darstellung der Ausgleichsrechnungen und ihrer Resultate gehen, mag hier schliesslich noch bemerkt werden, dass das Instrument beim Beobachten auf allen Stationen eine excentrische Stellung hatte, d. h. nie über dem eigentlichen Dreieckspunkte gestellt war. Auf allen Stationen, mit Ausnahme der beiden Basisendpunkte, wurde derjenige Punkt auf dem Boden als der eigentliche Dreieckspunkt angenommen, welcher sich ergibt, wenn das Visiobject des Signals senkrecht auf den Boden projectirt wird. Die Tagebücher enthalten für jede Station diejenigen Quantitäten, welche erforderlich sind um die excentrisch beobachteten Richtungen auf den Dreieckspunkt zu reduciren. Die Endpunkte der Basis waren besonders auf dem Boden bezeichnet. Ausserhalb der Basis und ungefähr in ihrer Verlängerung waren an den beiden Enden Signale errichtet um als Visiobjecte für die Beobachtung der Richtungen nach den Basisendpunkten zu dienen. Da ausserdem bei den Beobachtungen an diesen Punkten selbst das Instrument excentrisch gestellt war, so haben die beobachteten Richtungen so wohl *von* wie *nach* diesen Punkten Reductionen nöthig gehabt, für welche die Tagebücher die erforderlichen Data geliefert haben.

§ 6. Die Vorschriften welche Gauss und Bessel für die Ausgleichung eines Dreiecksnetzes gegeben haben, und welche hier befolgt sind, können als genugsam bekannt vorausgesetzt werden. Ich lasse hier zunächst die wahrscheinlichsten Werthe der centrirten Richtungen folgen, so wie sie allein aus den Beobachtungen auf den einzelnen Stationen, ohne Rücksicht auf die geometrischen Bedingungen des ganzen Netzes, abgeleitet worden sind. Es liegt ihnen die Annahme zu Grunde, das alle einzelnen, an einem und demselben Instrumente beobachteten Richtungen dasselbe Gewicht haben, und, weil die zwei verschiedenen Instrumente nur auf verschiedenen Stationen angewandt sind, dass die Summe der Fehlerquadrate dieser einzelnen Richtungsbeobachtungen, die Beobachtungen der Anfangsrichtungen mitgezählt, ein Minimum sein soll. Diesen Richtungswerthen füge ich im nachfolgenden Tableau die Correctionen  $x_1$ , (1)  $\rightarrow x_1$ , (2)  $\rightarrow x_1$ ,  $\dots x_2$ ,  $\dots x_3$   $\dots$  bei, welche Correctionen aus den Bedingungen der geometrischen Möglichkeit des Netzes in seinem ganzen Zusammenhange gefolgert werden sollen. Neben den Richtungswerthen, welche im folgenden Tableau enthalten sind, ist die Anzahl der Einstellungen eines jeden Objects angegeben.

Tableau 1.

(Les chiffres de ce tableau sont identiques avec les directions observées du tableau T. II, p. 102 — 105.)

Richtung nach	Wahrscheinlichste Richtungswerte.	Anzahl Beobacht.	Richtung nach	Wahrscheinlichste Richtungswerte.	Anzahl Beobacht.
Station A.			Station F.		
E	0° 0' 0,000 + $x_1$	12	D	0° 0' 0,000 + $x_6$	12
G	9 30 15,261 + $x_1$ + (1)	12	E	43 19 11,424 + $x_6$ + (21)	12
B	77 54 45,463 + $x_1$ + (2)	12	G	76 31 42,086 + $x_6$ + (22)	12
D	93 44 21,906 + $x_1$ + (3)	12	K	111 16 8,717 + $x_6$ + (23)	12
C	168 22 16,937 + $x_1$ + (4)	12	H	113 39 16,752 + $x_6$ + (24)	12
Station B.			I	151 37 21,098 + $x_6$ + (25)	22
D	0 0 0,000 + $x_2$	16	Station G.		
C	77 40 50,939 + $x_2$ + (5)	16	L	0 0 0,000 + $x_7$	12
A	142 21 1,287 + $x_2$ + (6)	16	K	17 44 56,988 + $x_7$ + (26)	12
Station C.			H	42 49 16,768 + $x_7$ + (27)	12
A	0 0 0,000 + $x_3$	12	M	57 49 8,535 + $x_7$ + (28)	12
E	5 28 10,617 + $x_3$ + (7)	12	I	64 6 39,776 + $x_7$ + (29)	12
G	13 36 32,279 + $x_3$ + (8)	12	F	144 28 13,612 + $x_7$ + (30)	12
B	24 52 19,012 + $x_3$ + (9)	12	D	198 6 3,414 + $x_7$ + (31)	12
D	42 45 28,748 + $x_3$ + (10)	12	C	214 26 2,381 + $x_7$ + (32)	12
Station D.			A	221 57 26,015 + $x_7$ + (33)	12
C	0 0 0,000 + $x_4$	12	E	231 0 28,965 + $x_7$ + (34)	12
A	62 36 39,482 + $x_4$ + (11)	12	Station H.		
B	84 26 7,180 + $x_4$ + (12)	12	I	0 0 0,000 + $x_8$	12
E	109 45 9,758 + $x_4$ + (13)	12	F	104 45 51,178 + $x_8$ + (35)	18
G	134 31 8,047 + $x_4$ + (14)	11	D	131 35 2,165 + $x_8$ + (36)	12
H	144 50 2,934 + $x_4$ + (15)	12	G	145 59 17,933 + $x_8$ + (37)	18
F	184 21 33,586 + $x_4$ + (16)	10	K	278 57 37,968 + $x_8$ + (38)	12
Station E.			I	359 59 57,267 + $x_8$ + $\alpha$	12
G	0 0 0,000 + $x_5$	12			
F	60 15 6,858 + $x_5$ + (17)	12			
D	122 19 37,676 + $x_5$ + (18)	12			
C	155 17 10,152 + $x_5$ + (19)	12			
A	161 26 45,412 + $x_5$ + (20)	12			

Richtung nach	Wahrscheinlichste Richtungswerthe.	Anzahl Beobacht.	Richtung nach	Wahrscheinlichste Richtungswerthe.	Anzahl Beobacht.
	Station I.			Station L.	
<i>M</i>	0° 0' 0,000 + $x_9$	12	<i>M</i>	0° 0' 0,000 + $x_{11}$	12
<i>F</i>	170 42 39,921 + $x_9$ + (39)	12	<i>I</i>	24 55 29,289 + $x_{11}$ + (49)	12
<i>G</i>	195 15 25,602 + $x_9$ + (40)	12	<i>K</i>	46 24 8,615 + $x_{11}$ + (50)	12
<i>H</i>	207 58 49,150 + $x_9$ + (41)	12			
<i>K</i>	245 14 7,630 + $x_9$ + (42)	12			
<i>L</i>	276 31 35,350 + $x_9$ + (43)	12			
<i>M</i>	359 59 59,000 + $x_9$ + $\gamma$	12			
	Station K.			Station M.	
<i>L</i>	0 0 0,000 + $x_{10}$	12	<i>I</i>	0 0 0,000 + $x_{12}$	16
<i>M</i>	95 15 5,652 + $x_{10}$ + (44)	12	<i>G</i>	8 57 53,439 + $x_{12}$ + (52)	7
<i>I</i>	127 13 52,316 + $x_{10}$ + (45)	12	<i>K</i>	33 15 29,149 + $x_{12}$ + (53)	16
<i>H</i>	188 56 15,992 + $x_{10}$ + (46)	12	<i>L</i>	71 36 12,726 + $x_{12}$ + (54)	16
<i>F</i>	192 21 16,208 + $x_{10}$ + (47)	12			
<i>G</i>	210 53 33,307 + $x_{10}$ + (48)	12			
<i>L</i>	360 0 2,350 + $x_{10}$ + $\beta$	12			

§ 7. Die im vorangehenden Tableau gegebenen wahrscheinlichsten Werthe der Richtungen auf den vier Stationen *D*, *F*, *H* und *M* sind aus den folgenden Gruppierungen der Beobachtungen abgeleitet. Die überschriebenen Zahlen geben die Anzahl der Beobachtungen, auf welcher jede Gruppe beruht.

Station D.				Station F.			
	2 Beobachtungen	1 Beobachtung	9 Beobachtungen		10 Beobachtungen	2 Beobachtung.	10 Beobachtungen
<i>C</i>	0° 0' 0,000	0,000	0,000	<i>D</i>	0° 0' 0,000	0,000	
<i>A</i>	62 36 37,979	44,729	39,234	<i>E</i>	43 19 11,292	12,087	
<i>B</i>	84 26 3,131	10,751	7,684	<i>G</i>	76 31 42,154	41,749	
<i>E</i>	109 45 11,338	10,088	9,371	<i>K</i>	111 16 8,962	7,492	
<i>G</i>	134 31 13,195		6,586	<i>H</i>	113 39	16,069	0° 0' 0,000
<i>H</i>	144 50 6,980	6,180	1,675	<i>I</i>	151 37 21,649	18,299	37 58 4,365
<i>F</i>	184 21	38,293	32,871				

Station H.			Station M.			
	6 Beobachtungen	6 Beobachtungen	6 Beobachtungen		9 Beobachtungen	7 Beobachtungen
<i>I</i>	0° 0' 0,000	0,000		<i>I</i>	0° 0' 0,000	0,000
<i>F</i>	104 45 51,212	52,605	0° 0' 9,000	<i>G</i>	8 57	53,457
<i>D</i>	131 35	1,978	26 49 11,615	<i>R</i>	33 15 30,356	27,595
<i>G</i>	145 59 18,676	14,893	41 13 30,513	<i>L</i>	71 36 11,475	14,335
<i>K</i>	278 57 40,222	35,714				
<i>I</i>	359 59 59,341	55,192				

Für die übrigen Stationen, auf welchen in jedem Beobachtungssatze alle überhaupt beobachteten Richtungen vorkommen, sind die im Tableau 1 angegebenen wahrscheinlichen Richtungswerthe einfach die arithmetischen Mittel der einzelnen Beobachtungen.

§ 8. Das Netz besteht aus 12 Dreieckspunkten. Zur Bestimmung des Netzes in Bezug auf eine seiner Seiten sind also  $2(12 - 2) = 20$  Winkel erforderlich, oder, wenn, wie hier, von *Richtungen* die Rede ist, noch eben so viele Anfangsrichtungen, als Beobachtungsstationen vorhanden sind, also  $20 + 12 = 32$  Richtungen. Es sind aber 68 \*) Richtungen beobachtet worden, weshalb die Anzahl der Bedingungsgleichungen, welche neben der Bedingung, dass die Summe der mit den respectiven Gewichten multiplicirten Quadrate der Fehler der einzelnen Beobachtungen ein Minimum sein soll, erfüllt werden müssen, 36 ist. Bei näherer Untersuchung ergibt sich, dass von diesen 36 Bedingungsgleichungen 21 *Winkelgleichungen* und 12 *Seitengleichungen* sind, im Besselschen Sinne dieser Benennungen. Auf den drei Stationen *H*, *I* und *K* sind die Richtungsbeobachtungen bis zum Abschluss des ganzen Umkreises ausgeführt worden, mit Ausnahme der dritten Gruppe in *H*. Hierdurch entstehen 3 Bedingungsgleichungen, welche die Bedingung enthalten, dass der ganze Umkreis =  $360^\circ$  sein soll. Diese Gleichungen werden *Horizontabschlussgleichungen* genannt.

§ 9. Wie leicht einzusehen ist, bleibt, mit gewissen Restrictionen, die Wahl der Winkel- und der Seiten-Gleichungen der Willkühr überlassen. Ich habe die folgenden gewählt.

1) Die Winkelgleichungen sind abgeleitet worden aus den Dreiecken *ABC*, *ADC*, *BCD*, *AED*, *CDE*, *DEF*, *DFG*, *DEG*, *CDG*, *ADG*, *FGH*, *DFH*, *FGK*, *GHK*, *FGI*, *GIK*, *FIH*, *MIK*, *GKM*, *IKL*, *LMK*.

\*) Eigentlich sind 69 Richtungen beobachtet; aber die Richtung von *L* nach *G* hat ausgeschlossen werden müssen, weil die Beobachtung offenbar um etwa  $42'$  falsch ist. Es scheint dass ein falscher Gegenstand beobachtet worden ist.

Die Gleichungen werden dadurch gebildet, dass die Summe der drei Winkel in jedem dieser Dreiecke  $= 180^\circ +$  sphärischem Excesse gesetzt wird.

2) Die Seitengleichungen ergeben sich aus den Vierecken  $ABCD$ ,  $ACDE$ ,  $DEFG$ ,  $CDEG$ ,  $ADEG$ ,  $DFGH$ ,  $FGHK$ ,  $FGHI$ ,  $FGKI$ ,  $GIKM$ ,  $IKLM$ ,  $GIKL$ . Sie werden erhalten, wenn in den folgenden nothwendigen Verhältnissen der Sinusse der Seiten, welche in Bogen ausgedrückt durch  $(AB)$ ,  $(AC)$ ,  $(BC)$ ... bezeichnet werden mögen, die Seitensinusse durch die Sinusse der entgegenstehenden *wahren* sphärischen Winkel in den entsprechenden Dreiecken ersetzt werden:

$$\begin{array}{l}
 1 = \frac{\sin(AC)}{\sin(BC)} \cdot \frac{\sin(BC)}{\sin(CD)} \cdot \frac{\sin(CD)}{\sin(AC)} \\
 1 = \frac{\sin(DE)}{\sin(AD)} \cdot \frac{\sin(AD)}{\sin(CD)} \cdot \frac{\sin(CD)}{\sin(DE)} \\
 1 = \frac{\sin(DF)}{\sin(DG)} \cdot \frac{\sin(DG)}{\sin(DE)} \cdot \frac{\sin(DE)}{\sin(DF)} \\
 1 = \frac{\sin(DG)}{\sin(DE)} \cdot \frac{\sin(DE)}{\sin(CD)} \cdot \frac{\sin(CD)}{\sin(DG)} \\
 1 = \frac{\sin(DG)}{\sin(DE)} \cdot \frac{\sin(DE)}{\sin(AD)} \cdot \frac{\sin(AD)}{\sin(DG)} \\
 1 = \frac{\sin(DF)}{\sin(FG)} \cdot \frac{\sin(FG)}{\sin(FH)} \cdot \frac{\sin(FH)}{\sin(DF)}
 \end{array}
 \quad \left| \quad
 \begin{array}{l}
 1 = \frac{\sin(FG)}{\sin(GH)} \cdot \frac{\sin(GH)}{\sin(GK)} \cdot \frac{\sin(GK)}{\sin(FG)} \\
 1 = \frac{\sin(FI)}{\sin(FH)} \cdot \frac{\sin(FH)}{\sin(FG)} \cdot \frac{\sin(FG)}{\sin(FI)} \\
 1 = \frac{\sin(FG)}{\sin(GI)} \cdot \frac{\sin(GI)}{\sin(GK)} \cdot \frac{\sin(GK)}{\sin(FG)} \\
 1 = \frac{\sin(GK)}{\sin(IK)} \cdot \frac{\sin(IK)}{\sin(KM)} \cdot \frac{\sin(KM)}{\sin(GK)} \\
 1 = \frac{\sin(KI)}{\sin(KM)} \cdot \frac{\sin(KM)}{\sin(KL)} \cdot \frac{\sin(KL)}{\sin(KI)} \\
 1 = \frac{\sin(IL)}{\sin(IB)} \cdot \frac{\sin(IB)}{\sin(GI)} \cdot \frac{\sin(GI)}{\sin(IL)}
 \end{array}$$

Demzufolge können die Seitengleichungen ohne Kenntniss der sphärischen Excesse gebildet werden. Wendet man den Legendreschen Lehrsatz an, zu welchem wir zuletzt, wenn die Werthe der Seiten abgeleitet werden sollen, unsere Zuflucht nehmen werden, so können die Seitengleichungen auch mit Hilfe der *ebenen* Dreieckswinkel berechnet werden. Die Gleichungen werden dann unter die folgende Form gesetzt:

$$1 = \frac{AC}{BC} \cdot \frac{BC}{CD} \cdot \frac{CD}{AC}$$

u. s. w., wo die Seiten durch die Sinusse der entgegenstehenden *ebenen* Dreieckswinkel zu ersetzen sind.

§ 10. Für den numerischen Calcul der Winkelgleichungen ist die Kenntniss der sphärischen Excesse der in Betracht kommenden Dreiecke erforderlich. Bekanntlich ist die Formel für die Berechnung des sphärischen Excesses eines Dreiecks von kleinen Dimensionen, dessen Winkel  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und dessen diesen Winkeln in der Reihenfolge entgegenstehende Seiten  $a$ ,  $b$ ,  $c$  sind, die folgende:

$$\text{Sphär. Exc.} = \frac{ab \cdot \sin C}{2r^2 \sin 1''} = \frac{ac \cdot \sin B}{2r^2 \sin 1''} = \frac{bc \cdot \sin A}{2r^2 \sin 1''},$$

wo  $r$  den Halbmesser der Kugel bezeichnet. Ich habe für  $r$  durchweg das Mittel aus dem grössten und dem kleinsten Erdkrümmungshalbmesser unter  $69^\circ 50'$  der Breite nach Bessels Erdsphäroid angewandt, und habe so für den constanten Factor der Formel den folgenden numerischen Werth bekommen:

$$\text{Log } \frac{1}{2r^2 \sin 1''} = 1,98158 - 10,$$

wo  $r$  in Toisen ausgedrückt ist. Die so berechneten sphärischen Excesse sind:

Dreieck.	Excess.	Dreieck.	Excess.
<i>ABC</i>	0,028	<i>DFH</i>	0,185
<i>ACD</i>	0,044	<i>FGK</i>	0,185
<i>BCD</i>	0,022	<i>GHK</i>	0,090
<i>AED</i>	0,040	<i>FGI</i>	0,296
<i>CDE</i>	0,073	<i>GIK</i>	0,389
<i>DEF</i>	0,107	<i>FIH</i>	0,280
<i>DFG</i>	0,132	<i>MIK</i>	0,324
<i>DEG</i>	0,056	<i>GKM</i>	0,585
<i>CDG</i>	0,086	<i>IKL</i>	0,417
<i>AGD</i>	0,081	<i>LMK</i>	0,866
<i>FGH</i>	0,116		

§ 11. Hiermit sind alle Data gegeben, durch welche die bis jetzt nur allgemein angedeuteten Bedingungsgleichungen berechnet werden können. Wenn überall für die in den Gleichungen vorkommenden Winkel ihre numerischen Werthe, nach dem Tableau 4 berechnet, mit den dazu gehörigen unbekanntenen Correctionen eingesetzt werden, und wenn in den Seitengleichungen die höheren Potenzen dieser Correctionen vernachlässigt werden, so gelangen wir zu linearischen Gleichungen zwischen den Richtungs correctionen (1), (2), (3)..., welche von nun an unsere Bedingungsgleichungen sind, die erfüllt werden müssen, damit das ganze Dreiecksnetz eine geschlossene geometrische Figur bilde. Es ist einleuchtend, dass in diesen Gleichungen der für jede Station gemeinschaftliche Theil ( $x_1, x_2, x_3 \dots$ ) der Richtungs correctionen nicht vorkommen kann, weil die Gleichungen *Winkel*, also nur Richtungsunterschiede enthalten. Die so berechneten Bedingungsgleichungen sind in dem folgenden Tableau enthalten, wobei noch zu bemerken ist, dass die Seitengleichungen so gegeben sind, wie sie unmittelbar durch den logarithmischen Calcul, mit Anwendung der den trigonometrischen Tafeln entnommenen, einer Winkelvariation von  $1''$  entsprechenden Veränderungen der logarithmischen Sinusse hervorgegangen sind. Die Einheit in der siebenten Decimalstelle des Logarithmus ist hierbei als Maasseinheit angenommen.

Tableau 2.

## 1) Winkelgleichungen.

- I.  $0 = + 0,806 - (2) + (4) - (5) + (6) + (9)$   
 II.  $0 = + 3,217 - (3) + (4) + (10) + (11)$   
 III.  $0 = + 7,833 + (5) - (9) + (10) + (12)$   
 IV.  $0 = - 0,122 + (3) - (11) + (13) - (18) + (20)$   
 V.  $0 = + 0,292 - (7) + (10) + (13) - (18) + (19)$   
 VI.  $0 = + 5,963 - (13) + (16) - (17) + (18) + (21)$   
 VII.  $0 = - 2,705 - (14) + (16) + (22) - (30) + (31)$   
 VIII.  $0 = + 1,460 - (13) + (14) + (18) - (31) + (34)$   
 IX.  $0 = + 3,397 - (8) + (10) + (14) - (31) + (32)$   
 X.  $0 = - 2,270 - (1) + (3) - (11) + (14) - (31) + (33)$   
 XI.  $0 = - 1,851 - (22) + (24) - (27) + (30) - (35) + (37)$   
 XII.  $0 = - 1,794 - (15) + (16) + (24) - (35) + (36)$   
 XIII.  $0 = + 0,169 - (22) + (23) - (26) + (30) - (47) + (48)$   
 XIV.  $0 = - 2,960 - (26) + (27) - (37) + (38) - (46) + (48)$   
 XV.  $0 = - 1,767 - (22) + (25) - (29) + (30) - (39) + (40)$   
 XVI.  $0 = + 5,418 - (26) + (29) - (40) + (42) - (45) + (48)$   
 XVII.  $0 = + 4,473 - (24) + (25) + (35) - (39) + (41)$   
 XVIII.  $0 = + 7,858 - (42) - (44) + (45) + (53)$   
 XIX.  $0 = + 14,326 - (26) + (28) - (44) + (48) - (52) + (53)$   
 XX.  $0 = - 1,056 - (42) + (43) + (45) - (49) + (50)$   
 XXI.  $0 = - 3,021 + (44) + (50) - (53) + (54)$

## 2) Seitengleichungen.

- XXII.  $0 = - 9,6 - 0,2(2) - 5,8(3) + 6,0(4) - 14,6(5) + 10,0(6) - 10,9(11)$   
 $+ 2,1(12)$   
 XXIII.  $0 = - 45,7 + 4,4(3) - 5,8(4) + 27,6(7) - 4,9(10) - 6,6(18) + 32,5(19)$   
 $- 25,9(20)$   
 XXIV.  $0 = - 44,1 + 11,2(17) - 24,5(18) + 22,3(21) - 5,1(22) - 15,5(30)$   
 $+ 48,1(31) - 32,6(34)$

- XXV.  $0 = + 10,3 - 27,6 (7) + 37,8 (8) - 10,2 (10) + 19,2 (18) - 32,5 (19)$   
 $- 39,2 (31) + 71,8 (32) - 32,6 (34)$
- XXVI.  $0 = - 83,2 + 2,1 (1) - 3,5 (3) + 12,6 (18) - 25,9 (20) - 15,0 (31) + 47,6 (33)$   
 $- 32,6 (34)$
- XXVII.  $0 = - 116,3 + 17,8 (14) - 25,5 (15) + 7,7 (16) - 4,4 (27) - 11,1 (30)$   
 $+ 15,5 (31) + 17,5 (35) - 41,6 (36) + 24,1 (37)$
- XXVIII.  $0 = - 52,5 - 2,5 (22) + 30,3 (23) - 27,8 (24) - 24,1 (35) + 4,5 (37)$   
 $+ 19,6 (38) - 52,3 (46) + 62,8 (47) - 10,5 (48)$
- XXIX.  $0 = + 12,8 + 4,4 (27) + 3,6 (29) - 8,0 (30) + 18,5 (35) - 24,1 (37) - 18,4 (39)$   
 $+ 46,1 (40) - 27,7 (41)$
- XXX.  $0 = + 107,9 - 24,7 (22) + 30,3 (23) - 5,6 (25) - 46,1 (39) + 63,8 (40)$   
 $- 17,7 (42) - 2,3 (45) + 62,8 (47) - 60,5 (48)$
- XXXI.  $0 = - 209,8 - 5,0 (26) + 25,1 (28) - 20,1 (29) - 17,7 (40) + 8,0 (42)$   
 $+ 46,6 (52) - 14,5 (53)$
- XXXII.  $0 = + 349,8 - 44,3 (42) + 34,6 (43) + 53,5 (49) - 33,4 (50) + 58,7 (53)$   
 $- 26,6 (54)$
- XXXIII.  $0 = - 146,2 - 20,1 (26) - 20,6 (29) + 30,5 (40) - 30,5 (43) - 13,7 (45)$   
 $- 2,3 (48) + 53,5 (49) - 53,5 (50)$

### 3) Horizontabschluss-Gleichungen.

$$\text{XXXIV. } 0 = \alpha - 2,733$$

$$\text{XXXV. } 0 = \gamma - 1,000$$

$$\text{XXXVI. } 0 = \beta + 2,350.$$

§ 12. Ich bezeichne für einen Augenblick, der Kürze halber, die im vorangehenden Tableau enthaltenen Bedingungsgleichungen durch  $X = 0$ ,  $Y = 0$ ,  $Z = 0 \dots$ , wo also  $X$ ,  $Y$ ,  $Z \dots$  lineäre Functionen der Grössen (1), (2), (3) ... sind, und durch  $\frac{dX}{d(1)}$ ,  $\frac{dY}{d(1)}$ ,  $\frac{dZ}{d(1)}$ , ...  $\frac{dX}{d(2)}$  ... ihre partiellen Differentialcoefficienten in Bezug auf (1), (2) ... Sind nun die im Tableau 2 den Bedingungsgleichungen beigeschriebenen, durch die römischen Zahlen bezeichneten, Grössen I, II, III... die *Correlaten* derselben Gleichungen in dem Sinne, in welchem das Wort in der Gaussischen Ausgleichungstheorie\*) benutzt wird; werden ferner der Kürze halber die folgenden Bezeichnungen angewandt:

\*) Gauss: Supplementum theoriae combinationis observationum.



$$(\odot) \dots \left\{ \begin{array}{l} [1] = \text{I. } \frac{dX}{d(1)} + \text{II. } \frac{dY}{d(1)} + \text{III. } \frac{dZ}{d(1)} \dots \\ [2] = \text{I. } \frac{dX}{d(2)} + \text{II. } \frac{dY}{d(2)} + \text{III. } \frac{dZ}{d(2)} \dots \\ [3] = \text{I. } \frac{dX}{d(3)} + \text{II. } \frac{dY}{d(3)} + \text{III. } \frac{dZ}{d(3)} \dots \end{array} \right.$$

u. s. w.;

so wird den gestellten Forderungen, dass nämlich die Summe der mit den zugehörigen Gewichten multiplicirten Quadrate der Fehler der unmittelbaren einzelnen Beobachtungen ein Minimum sein soll, und dass die geometrischen Bedingungen, welche in den Gleichungen  $X = 0$ ,  $Y = 0$ ,  $Z = 0 \dots$  enthalten sind, zu gleicher Zeit erfüllt werden sollen, dadurch Genüge geleistet, dass die folgenden, im Tableau 3 enthaltenen Relationen zwischen den Grössen (1), (2), (3) ... und den Correlaten I, II, III. ... zu gleicher Zeit mit den Gleichungen  $X = 0$ ,  $Y = 0$ ,  $Z = 0 \dots$ , erfüllt werden.

Tableau 3.

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(1) - \frac{12}{5}((2) + (3) + (4)) \right] = [1]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(2) - \frac{12}{5}((1) + (3) + (4)) \right] = [2]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(3) - \frac{12}{5}((1) + (2) + (4)) \right] = [3]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(4) - \frac{12}{5}((1) + (2) + (3)) \right] = [4]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{32}{3}(5) - \frac{16}{3}(6) \right] = [5]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{32}{3}(6) - \frac{16}{3}(5) \right] = [6]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(7) - \frac{12}{5}((8) + (9) + (10)) \right] = [7]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(8) - \frac{12}{5}((7) + (9) + (10)) \right] = [8]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(9) - \frac{12}{5}((7) + (8) + (10)) \right] = [9]$$

$$2,5 \cdot \left[ \frac{48}{5}(10) - \frac{12}{5}((7) + (8) + (9)) \right] = [10]$$

$$\frac{143}{14}(11) - \frac{25}{14}(12) - \frac{25}{14}(13) - \frac{34}{21}(14) - \frac{25}{14}(15) - \frac{61}{42}(16) = [11]$$

$$\frac{143}{14}(12) - \frac{25}{14}(11) - \frac{25}{14}(13) - \frac{34}{21}(14) - \frac{25}{14}(15) - \frac{61}{42}(16) = [12]$$

$$\frac{143}{14}(13) - \frac{25}{14}(11) - \frac{25}{14}(12) - \frac{34}{21}(14) - \frac{25}{14}(15) - \frac{61}{42}(16) = [13]$$

$$\frac{197}{21}(14) - \frac{34}{21}(11) - \frac{34}{21}(12) - \frac{34}{21}(13) - \frac{34}{21}(15) - \frac{9}{7}(16) = [14]$$

$$\frac{143}{14}(15) - \frac{25}{14}(11) - \frac{25}{14}(12) - \frac{25}{14}(13) - \frac{34}{21}(14) - \frac{61}{42}(16) = [15]$$

$$\frac{359}{42}(16) - \frac{61}{42}(11) - \frac{61}{42}(12) - \frac{61}{42}(13) - \frac{9}{7}(14) - \frac{61}{42}(15) = [16]$$

$$\frac{48}{5}(17) - \frac{12}{5}\{(18) + (19) + (20)\} = [17]$$

$$\frac{48}{5}(18) - \frac{12}{5}\{(17) + (19) + (20)\} = [18]$$

$$\frac{48}{5}(19) - \frac{12}{5}\{(17) + (18) + (20)\} = [19]$$

$$\frac{48}{5}(20) - \frac{12}{5}\{(17) + (18) + (19)\} = [20]$$

$$\frac{29}{3}(21) - \frac{7}{3}(22) - \frac{7}{3}(23) - \frac{1}{3}(24) - \frac{7}{3}(25) = [21]$$

$$\frac{29}{3}(22) - \frac{7}{3}(21) - \frac{7}{3}(23) - \frac{1}{3}(24) - \frac{7}{3}(25) = [22]$$

$$\frac{29}{3}(23) - \frac{7}{3}(21) - \frac{7}{3}(22) - \frac{1}{3}(24) - \frac{7}{3}(25) = [23]$$

$$\frac{20}{3}(24) - \frac{1}{3}(21) - \frac{1}{3}(22) - \frac{1}{3}(23) - \frac{16}{3}(25) = [24]$$

$$\frac{44}{3}(25) - \frac{7}{3}(21) - \frac{7}{3}(22) - \frac{7}{3}(23) - \frac{16}{3}(24) = [25]$$

$$\frac{54}{5}(26) - \frac{6}{5}\{(27) + (28) + (29) + (30) + (31) + (32) + (33) + (34)\} = [26]$$

$$\frac{54}{5}(27) - \frac{6}{5}\{(26) + (28) + (29) + (30) + (31) + (32) + (33) + (34)\} = [27]$$

$$\frac{54}{5}(28) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (29) + (30) + (31) + (32) + (33) + (34)\} = [28]$$

$$\frac{54}{5}(29) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (28) + (30) + (31) + (32) + (33) + (34)\} = [29]$$

$$\frac{54}{5}(30) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (28) + (29) + (31) + (32) + (33) + (34)\} = [30]$$

$$\frac{54}{5}(31) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (28) + (29) + (30) + (32) + (33) + (34)\} = [31]$$

$$\frac{54}{5}(32) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (28) + (29) + (30) + (31) + (33) + (34)\} = [32]$$

$$\frac{54}{5}(33) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (28) + (29) + (30) + (31) + (32) + (34)\} = [33]$$

$$\frac{54}{5}(34) - \frac{6}{5}\{(26) + (27) + (28) + (29) + (30) + (31) + (32) + (33)\} = [34]$$

$$\frac{69}{5}(35) - 3(36) - \frac{21}{5}(37) - \frac{11}{5}(38) - \frac{11}{5}\alpha = [35]$$

$$9(36) - 3(35) - 3(37) - (38) - \alpha = [36]$$

$$\frac{69}{5}(37) - \frac{21}{5}(35) - 3(36) - \frac{11}{5}(38) - \frac{11}{5}\alpha = [37]$$

$$\frac{49}{5}(38) - \frac{11}{5}(35) - (36) - \frac{11}{5}(37) - \frac{11}{5}\alpha = [38]$$

$$\frac{49}{5}\alpha - \frac{11}{5}(35) - (36) - \frac{11}{5}(37) - \frac{11}{5}(38) = [\alpha]$$

$$\frac{72}{7}(39) - \frac{12}{7}\{(40) + (41) + (42) + (43) + \gamma\} = [39]$$

$$\frac{72}{7}(40) - \frac{12}{7}\{(39) + (41) + (42) + (43) + \gamma\} = [40]$$

$$\frac{72}{7}(41) - \frac{12}{7}\{(39) + (40) + (42) + (43) + \gamma\} = [41]$$

$$\frac{72}{7}(42) - \frac{12}{7}\{(39) + (40) + (41) + (43) + \gamma\} = [42]$$

$$\frac{72}{7}(43) - \frac{12}{7}\{(39) + (40) + (41) + (42) + \gamma\} = [43]$$

$$\frac{72}{7}\gamma - \frac{12}{7}\{(39) + (40) + (41) + (42) + (43)\} = [\gamma]$$

$$\frac{72}{7}(44) - \frac{12}{7}\{(45) + (46) + (47) + (48) + \beta\} = [44]$$

$$\frac{72}{7}(45) - \frac{12}{7}\{(44) + (46) + (47) + (48) + \beta\} = [45]$$

$$\frac{72}{7}(46) - \frac{12}{7}\{(44) + (45) + (47) + (48) + \beta\} = [46]$$

$$\frac{72}{7}(47) - \frac{12}{7}\{(44) + (45) + (46) + (48) + \beta\} = [47]$$

$$\frac{72}{7}(48) - \frac{12}{7}\{(44) + (45) + (46) + (47) + \beta\} = [48]$$

$$\frac{72}{7}\beta - \frac{12}{7}\{(44) + (45) + (46) + (47) + (48)\} = [\beta]$$

$$8(49) - 4(50) = [49]$$

$$8(50) - 4(49) = [50]$$

$$\frac{21}{4}(52) - \frac{7}{4}(53) - \frac{7}{4}(54) = [52]$$

$$\frac{45}{4}(53) - \frac{7}{4}(52) - \frac{19}{4}(54) = [53]$$

$$\frac{45}{4}(54) - \frac{7}{4}(52) - \frac{19}{4}(53) = [54]$$

Durch die Analyse, welche zu den obigen Gleichungen geführt hat, sind die Grössen  $x_1, x_2, x_3, \dots$ , welche zusammen mit den Anfangsrichtungen der einzelnen Beobachtungssätze eliminirt worden sind, aus unserer Rechnung vorläufig verschwunden.

Die beiden Gleichungssysteme, welche in den Tableaux 2 und 3 gegeben sind, enthalten die vollständige Solution unseres Ausgleichungsproblems. Die Anzahl der Gleichungen im Tableau 2 ist ebenso gross wie die Anzahl der Grössen I, II, III... , und die Anzahl der Gleichungen im Tableau 3 ebenso gross wie die Anzahl der Grössen (1), (2), (3)... Die beiden Gleichungssysteme zusammengenommen sind also hinreichend, um so wohl die Correlaten I, II, III... als die Richtungs correctionen (1), (2), (3)... zu bestimmen.

§ 13. Mit Leichtigkeit gelangt man zu den folgenden Werthen der Hilfsgrössen [1], [2], [3]... deren Bedeutung aus den Gleichungen (○) ersichtlich ist.

Tableau 4.

- [1] = — X + 2,1. XXVI  
 [2] = — I — 0,2. XXII  
 [3] = — II + IV + X — 5,8. XXII + 4,4. XXIII — 3,5. XXVI  
 [4] = + I + II + 6,0. XXII — 5,8. XXIII  
 [5] = — I + III — 14,6. XXII  
 [6] = + I + 10,0. XXII  
 [7] = — V + 27,6. XXIII — 27,6. XXV  
 [8] = — IX + 37,8. XXV  
 [9] = + I — III  
 [10] = + II + III + V + IX — 4,9. XXIII — 10,2. XXV  
 [11] = + II — IV — X — 10,9. XXII  
 [12] = + III + 2,1. XXII  
 [13] = + IV + V — VI — VIII  
 [14] = — VII + VIII + IX + X + 17,8. XXVII  
 [15] = — XII — 25,5. XXVII  
 [16] = + VI + VII + XII + 7,7. XXVII  
 [17] = — VI + 11,2. XXIV  
 [18] = — IV — V + VI + VIII — 6,6. XXIII — 24,5. XXIV + 19,2. XXV + 12,6. XXVI  
 [19] = + V + 32,5. XXIII — 32,5. XXV  
 [20] = + IV — 25,9. XXIII — 25,9. XXVI  
 [21] = + VI + 22,3. XXIV  
 [22] = + VII — XI — XIII — XV — 5,1. XXIV — 2,5. XXVIII — 24,7. XXX  
 [23] = + XIII + 30,3. XXVIII + 30,3. XXX  
 [24] = + XI + XII — XVII — 27,8. XXVIII  
 [25] = + XV + XVII — 5,6. XXX  
 [26] = — XIII — XIV — XVI — XIX — 5,0. XXXI — 20,1. XXXIII  
 [27] = — XI + XIV — 4,4. XXVII + 4,4. XXIX  
 [28] = + XIX + 25,1. XXXI

$$[29] = - XV + XVI + 3,6.XXIX - 20,1.XXXI - 20,6.XXXIII$$

$$[30] = - VII + XI + XIII + XV - 15,5.XXIV - 11,1.XXVII - 8,0.XXIX$$

$$[31] = + VII - VIII - IX - X + 48,1.XXIV - 39,2.XXV - 15,0.XXVI + 15,5.XXVII$$

$$[32] = + IX + 71,8.XXV$$

$$[33] = + X + 47,6.XXVI$$

$$[34] = + VIII - 32,6.XXIV - 32,6.XXV - 32,6.XXVI$$

$$[35] = - XI - XII + XVII + 17,5.XXVII - 24,1.XXVIII + 18,5.XXIX$$

$$[36] = + XII - 41,6.XXVII$$

$$[37] = + XI - XIV + 24,1.XXVII + 4,5.XXVIII - 24,1.XXIX$$

$$[38] = + XIV + 19,6.XXVIII$$

$$[\alpha] = + XXXIV$$

$$[39] = - XV - XVII - 18,4.XXIX - 46,1.XXX$$

$$[40] = + XV - XVI + 46,1.XXIX + 63,8.XXX - 17,7.XXXI + 30,5.XXXIII$$

$$[41] = + XVII - 27,7.XXIX$$

$$[42] = + XVI - XVIII - XX - 17,7.XXX + 8,0.XXXI - 44,3.XXXII$$

$$[43] = + XX + 34,6.XXXII - 30,5.XXXIII$$

$$[\gamma] = + XXXV$$

$$[44] = - XVIII - XIX + XXI$$

$$[45] = - XVI + XVIII + XX - 2,3.XXX - 13,7.XXXIII$$

$$[46] = - XIV - 52,3.XXVIII$$

$$[47] = - XIII + 62,8.XXVIII + 62,8.XXX$$

$$[48] = + XIII + XIV + XVI + XIX - 10,5.XXVIII - 60,5.XXX - 2,3.XXXIII$$

$$[\beta] = + XXXVI$$

$$[49] = - XX + 53,5.XXXII + 53,5.XXXIII$$

$$[50] = + XX + XXI - 33,4.XXXII - 53,5.XXXIII$$

$$[52] = - XIX + 46,6.XXXI$$

$$[53] = + XVIII + XIX - XXI - 14,5.XXXI + 58,7.XXXII$$

$$[54] = + XXI - 26,6.XXXII.$$

§ 14. Solviren wir nun die Gleichungen im Tableau 3 in Bezug auf (1), (2), (3)..., und substituiren wir die so gefundenen Ausdrücke der Unbekannten (1), (2), (3)..., mit Hinzuziehung der Gleichungen im Tableau 4, in die Bedingungsgleichungen (Tabl. 2), so gelangen wir zu den folgenden 36 Endgleichungen zwischen den Correlaten I, II, III..., auf die vortheilhafteste Art hinsichtlich der Elimination geordnet. Siehe Beilage, Tableau 5.

§ 15. Die zwischen den vorhergehenden Gleichungen vollbrachte Elimination hat die folgenden numerischen Werthe der Correlaten I, II, III... gegeben:

Tableau 6.

I = — 20,57	XX = + 34,25
II = + 13,31	XXI = — 12,84
III = — 37,63	
IV = — 12,95	XXII = — 0,2190
V = + 7,10	XXIII = + 0,1145
VI = — 29,33	XXIV = + 0,1869
VII = + 35,65	XXV = + 0,1940
VIII = + 13,49	XXVI = — 0,0493
IX = — 7,68	XXVII = + 0,3635
X = + 26,77	XXVIII = + 0,2637
XI = + 2,54	XXIX = — 0,3177
XII = — 6,05	XXX = — 0,3516
XIII = + 7,96	XXXI = — 0,0310
XIV = + 8,98	XXXII = — 0,3782
XV = + 21,82	XXXIII = + 0,7365
XVI = — 1,76	
XVII = — 19,07	XXXIV = + 25,04
XVIII = — 13,23	XXXV = — 2,60
XIX = — 32,26	XXXVI = — 18,91.

§ 16. Substituiren wir die so eben gefundenen Werthe der Correlaten I, II, III... in die Gleichungen des Tableau 4, so erhalten wir die numerischen Werthe der Hilfsgrößen [1], [2], [3].... Durch Anwendung dieser Werthe und durch Solvirung der Gleichungen des Tableau 3 gelangen wir zu den folgenden Werthen der Unbekannten (1), (2), (3)....

Tableau 7.

(1) = - 1,330	(21) = - 1,806	(40) = + 2,009
(2) = + 0,252	(22) = + 1,157	(41) = + 0,361
(3) = - 0,353	(23) = + 0,732	(42) = + 1,212
(4) = - 0,743	(24) = + 2,124	(43) = + 1,108
(5) = - 1,262	(25) = + 1,108	
(6) = - 1,485		(44) = + 1,947
	(26) = - 2,295	(45) = + 0,351
(7) = - 0,465	(27) = - 2,211	(46) = - 2,672
(8) = + 0,345	(28) = - 5,251	(47) = - 1,897
(9) = + 0,413	(29) = - 5,771	(48) = - 0,796
(10) = - 1,070	(30) = - 3,141	
(11) = - 1,758	(31) = - 1,596	(49) = - 2,960
(12) = - 5,089	(32) = - 1,977	(50) = - 2,150
(13) = - 1,082	(33) = - 0,463	
(14) = - 1,602	(34) = - 2,275	(52) = + 3,578
(15) = - 2,183		(53) = - 5,048
(16) = - 1,600	(35) = - 0,990	(54) = - 1,822
	(36) = - 1,902	
(17) = + 3,375	(37) = + 0,820	$\alpha$ = + 2,733
(18) = - 0,262	(38) = + 1,825	$\gamma$ = + 1,000
(19) = + 1,133		$\beta$ = - 2,350.
(20) = - 0,463	(39) = + 2,825	

§ 17. Die obigen Werthe der Richtungs correctionen unterscheiden sich von den wahrscheinlichsten Werthen derselben nur durch eine für alle Richtungen jeder Station gemeinschaftliche constante Quantität, die Correction der Anfangsrichtung. Sie sind also an und für sich hinreichend um die wahrscheinlichsten Werthe der Dreieckswinkel zu geben. Hinzugefügt zu den ursprünglichen Richtungen im Tableau 1 geben sie die folgenden wahrscheinlichsten Werthe der Richtungen des Dreiecksnetzes.

Tableau 8.

Richtung nach	Ausgeglicheue Richtungen	Richtung nach	Ausgeglicheue Richtungen	Richtung nach	Ausgeglicheue Richtungen
	Station A.		Station E.		Station H.
<i>E</i>	0° 0' 0,000	<i>G</i>	0° 0' 0,000	<i>I</i>	0° 0' 0,000
<i>G</i>	9 30 13,931	<i>F</i>	60 15 10,233	<i>F</i>	104 45 50,188
<i>B</i>	77 54 45,715	<i>D</i>	122 19 37,414	<i>D</i>	131 35 0,263
<i>D</i>	93 44 21,553	<i>C</i>	155 17 11,285	<i>G</i>	145 59 18,753
<i>C</i>	168 22 16,194	<i>A</i>	161 26 44,949	<i>K</i>	278 57 39,793
	Station B		Station F.		Station I.
<i>D</i>	0 0 0,000	<i>D</i>	0 0 0,000	<i>M</i>	0 0 0,000
<i>C</i>	77 40 49,677	<i>E</i>	43 19 9,618	<i>F</i>	170 42 42,746
<i>A</i>	142 20 59,802	<i>G</i>	76 31 43,243	<i>G</i>	195 15 27,611
	Station C.	<i>K</i>	111 16 9,449	<i>H</i>	207 58 49,511
<i>A</i>	0 0 0,000	<i>H</i>	113 39 18,876	<i>K</i>	245 14 8,842
<i>E</i>	5 28 10,152	<i>I</i>	151 37 22,206	<i>L</i>	276 31 36,458
<i>G</i>	13 36 32,624		Station G.		Station K.
<i>B</i>	24 52 19,425	<i>L</i>	0 0 0,000	<i>L</i>	0 0 0,000
<i>D</i>	42 45 27,678	<i>K</i>	17 44 54,693	<i>M</i>	95 15 7,599
	Station D.	<i>H</i>	42 49 14,557	<i>I</i>	127 13 52,667
<i>C</i>	0 0 0,000	<i>M</i>	57 49 3,284	<i>H</i>	188 56 13,320
<i>A</i>	62 36 37,724	<i>I</i>	64 6 34,005	<i>F</i>	192 21 14,311
<i>B</i>	84 26 2,091	<i>F</i>	144 28 10,471	<i>G</i>	210 53 32,511
<i>E</i>	109 45 8,676	<i>D</i>	198 6 1,818		Station L.
<i>G</i>	134 31 6,445	<i>C</i>	214 26 0,404	<i>M</i>	0 0 0,000
<i>H</i>	144 50 0,751	<i>A</i>	221 57 25,552	<i>I</i>	24 55 26,329
<i>F</i>	184 21 31,986	<i>E</i>	231 0 26,690	<i>K</i>	46 24 6,465
					Station M
				<i>I</i>	0 0 0,000
				<i>G</i>	8 57 57,017
				<i>K</i>	33 15 24,100
				<i>L</i>	71 36 10,904

§ 18. Will man einen anschaulichen Ueberblick über die durch die strenge Ausgleichung des Dreiecksnetzes hervorgebrachte Fehlervertheilung gewinnen, und zur Kenntniss des wahrscheinlichen Fehlers einer beobachteten Richtung gelangen, so müssen auch die Correctionen der Anfangsrichtungen, oder die Grössen  $x_1, x_2, x_3 \dots$  (Tableau 1) berechnet werden. Sie ergeben sich mit Leichtigkeit aus dem der



Theorie entnommenen Satze, dass auf jeder Station die Summe der wahrscheinlichsten Richtungs correctionen, mit ihren respectiven Gewichten multiplicirt, gleich Null sein muss. Die Gewichte sind aber nichts anderes als die im Tableau 1 angegebene Anzahl Beobachtungen einer jeden Richtung, wenn vom Gewichtsverhältnisse der beiden Instrumente abstrahirt wird, welches hier nicht in Betracht kommt, weil die Richtungsbeobachtungen auf einer jeden Station nur an einem Instrumente ausgeführt sind. Auf diese Weise sind die folgenden Werthe der Correctionen der Anfangsrichtungen gefunden:

$$\begin{array}{l|l} x_1 = + 0,435 & x_7 = + 2,498 \\ x_2 = + 0,916 & x_8 = - 0,343 \\ x_3 = + 0,155 & x_9 = - 1,216 \\ x_4 = + 1,913 & x_{10} = + 0,774 \\ x_5 = - 0,757 & x_{11} = + 1,703 \\ x_6 = - 0,620 & x_{12} = + 1,543. \end{array}$$

Fügen wir diese Werthe der Grössen  $x_1, x_2, \dots$  zu den im Tableau 7 gegebenen Werthen von (1), (2), (3) . . . , so wie im Tableau 1 angegeben ist, so bekommen wir die folgenden wahrscheinlichsten Werthe der Richtungs correctionen:

Tableau 9.

Station A.	{	$E \dots + 0,435$ $G \dots - 0,895$ $B \dots + 0,687$ $D \dots + 0,082$ $C \dots - 0,308$	Station D.	{	$C \dots + 1,913$ $A \dots + 0,155$ $B \dots - 3,176$ $E \dots + 0,831$ $G \dots + 0,311$ $H \dots - 0,270$ $F \dots + 0,313$	Station F.	{	$D \dots - 0,620$ $E \dots - 2,426$ $G \dots + 0,537$ $K \dots + 0,112$ $H \dots + 1,504$ $I \dots + 0,488$
Station B.	{	$D \dots + 0,916$ $C \dots - 0,346$ $A \dots - 0,569$	Station E.	{	$G \dots - 0,757$ $F \dots + 2,618$ $D \dots - 1,019$ $C \dots + 0,376$ $A \dots - 1,220$	Station G.	{	$L \dots + 2,498$ $K \dots + 0,203$ $H \dots + 0,287$ $M \dots - 2,753$ $I \dots - 3,273$ $F \dots - 0,643$ $D \dots + 0,902$ $C \dots + 0,521$ $A \dots + 2,035$ $E \dots + 0,223$
Station C.	{	$A \dots + 0,155$ $E \dots - 0,310$ $G \dots + 0,500$ $B \dots + 0,568$ $D \dots - 0,915$						

Station H.	}	$I \dots - 0,343$ $F \dots - 1,333$ $D \dots - 2,245$ $G \dots + 0,477$ $K \dots + 1,482$ $I \dots + 2,390$	Station K.	}	$L \dots + 0,774$ $M \dots + 2,721$ $I \dots + 1,125$ $H \dots - 1,898$ $F \dots - 1,123$ $G \dots - 0,022$ $L \dots - 1,576$
Station I.	}	$M \dots - 1,216$ $F \dots + 1,609$ $G \dots + 0,793$ $H \dots - 0,855$ $K \dots - 0,004$ $L \dots - 0,108$ $M \dots - 0,216$	Station L.	}	$M \dots + 1,703$ $I \dots - 1,257$ $K \dots - 0,447$
			Station M.	}	$I \dots + 1,543$ $G \dots + 5,121$ $K \dots - 3,505$ $L \dots - 0,279$

Die Summe der Quadrate dieser Correctionen, mit den zugehörigen Gewichten, mit Rücksicht auch auf die Instrumentgewichte, multiplicirt, ist = 1851,88. Die Anzahl der beobachteten Richtungen ist = 68, und die Anzahl der Unbekannten des Ausgleichungsproblems ist, wie schon gezeigt, = 32. Hieraus ergibt sich der *mittlere Fehler* einer ursprünglichen (nicht ausgeglichenen) Richtung mit dem Gewichte  $p$

$$= \sqrt{\frac{1851,88}{(68-32) \cdot p}} = \mp \frac{7,172}{\sqrt{p}}$$

Dem entspricht der *wahrscheinliche Fehler*  $\mp \frac{4,338}{\sqrt{p}}$ .

Die Gewichtseinheit ist, dem Vorhergehenden gemäss, das Gewicht einer einzelnen Richtungsbeobachtung am Repsold'schen Instrumente. Theilen wir die ganze Reihe der Richtungs correctionen in zwei Gruppen, die eine den Beobachtungen am Ertelschen Instrumente entsprechend und 43 Richtungen enthaltend, die andere dem Repsold'schen Instrumente entsprechend und 55 Richtungen enthaltend, so bekommen wir für diese beiden Gruppen die folgenden Summen der mit den Gewichten multiplicirten Quadrate der Richtungs correctionen:

$$\begin{aligned} &\text{für das Ertelsche Instrument: } 144,11 \\ &\quad \text{» » Repsold'sche » } 1707,77. \end{aligned}$$

Wäre das Gewichtsverhältniss der beiden Instrumente richtig angenommen gewesen, so hätten diese Summen der Anzahl der entsprechenden Richtungen proportionirt sein müssen, was sie aber nicht sind. Es ergibt

sich aus ihnen das Gewichtsverhältniss der beiden Instrumente 7,0:1, während dass dies Verhältniss = 2,5:1 angenommen wurde. Die Betrachtungen, zu welchen dieser Umstand mich geführt hat, sind schon p. 430 angedeutet.

§ 19. Das nachfolgende Tableau 10 enthält diejenigen Dreiecke, welche zur Bildung der Bedingungs- gleichungen des Tableau 2 gewählt wurden. Es giebt so wohl die aus den ursprünglichen als aus den ausgeglichenen Richtungen abgeleiteten Dreieckswinkel. Die dritte Decimalstelle der Secunde, welche bei der Ausgleichung nur als Rechnungsgrösse mitgenommen wurde, um die zweite Decimalstelle gegen Fehler- anhäufung zu sichern, ist in den ausgeglichenen Winkelwerthen weggelassen.

Tableau 10.

Drei- ecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgegliche Winkel		Drei- ecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgegliche Winkel	
			sphär.	ebene.				sphär.	ebene.
ABC	A	90° 27' 31",474	30",48	30",47	ADC	A	74° 37' 55",031	54",64	54",63
	B	64 40 10,348	10,12	10,11		D	62 36 39,482	37,72	37,71
	C	24 52 19,012	19,43	19,42		C	42 45 28,748	27,68	27,66
	Summe	180 0 0,834	0,03	0,00		Summe	180 0 3,261	0,04	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 0,028			180° + Exc. sph.	180 0 0,044			
	Dreiecksfehler	+ 0,806			Dreiecksfehler	+ 3,217			
BCD	B	77° 40' 50",939	49",68	49",67	AED	A	93° 44' 21",906	21",55	21",54
	C	17 53 9,736	8,25	8,25		E	39 7 7,736	7,54	7,52
	D	84 26 7,180	2,09	2,08		D	47 8 30,276	30,95	30,94
	Summe	180 0 7,855	0,02	0,00		Summe	179 59 59,918	0,04	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 0,022			180° + Exc. sph.	180 0 0,040			
	Dreiecksfehler	+ 7,833			Dreiecksfehler	— 0,122			
CDE	C	37° 17' 18",131	17",53	17",50	DEF	D	74° 36' 23",828	23",31	23",27
	D	109 45 9,758	8,68	8,65		E	62 4 30,818	27,18	27,15
	E	32 57 32,476	33,87	33,85		F	43 19 11,424	9,62	9,58
	Summe	180 0 0,365	0,08	0,00		Summe	180 0 6,070	0,11	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 0,073			180° + Exc. sph.	180 0 0,107			
	Dreiecksfehler	+ 0,292			Dreiecksfehler	+ 5,963			

Drei- ecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.			Ausgegliche Winkel.		Drei- ecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.			Ausgegliche Winkel.	
		sphär.	ebene.	sphär.	ebene.	sphär.			ebene.				
<i>DFG</i>	<i>D</i>	49° 50' 25,539	25,54	25,50	<i>DEG</i>	<i>D</i>	24° 45' 58,289	57,77	57,75				
	<i>F</i>	76 31 42,086	43,24	43,20		<i>E</i>	122 19 37,676	37,41	37,40				
	<i>G</i>	53 37 49,802	51,35	51,30		<i>G</i>	32 54 25,551	24,87	24,85				
	Summe	179 59 57,427	0,13	0,00		Summe	180 0 1,516	0,05	0,00				
180° + Exc. sph.	180 0 0,132			180° + Exc. sph.	180 0 0,056								
Dreiecksfehler	— 2,705			Dreiecksfehler	+ 1,460								
<i>CDG</i>	<i>C</i>	29° 8' 56,469	55,05	55,02	<i>ADG</i>	<i>A</i>	84° 14' 6,645	7,62	7,60				
	<i>D</i>	134 31 8,047	6,45	6,42		<i>D</i>	71 54 28,565	28,72	28,69				
	<i>G</i>	16 19 58,967	58,59	58,56		<i>G</i>	23 51 22,601	23,73	23,71				
	Summe	180 0 3,483	0,09	0,00		Summe	179 59 57,811	0,07	0,00				
180° + Exc. sph.	180 0 0,086			180° + Exc. sph.	180 0 0,081								
Dreiecksfehler	+ 3,397			Dreiecksfehler	— 2,270								
<i>FGH</i>	<i>F</i>	37° 7' 34,666	35,63	35,59	<i>DFH</i>	<i>D</i>	39° 31' 30,652	31,23	31,17				
	<i>G</i>	101 38 56,844	55,91	55,88		<i>F</i>	113 39 16,752	18,88	18,82				
	<i>H</i>	41 13 26,755	28,57	28,53		<i>H</i>	26 49 10,987	10,08	10,01				
	Summe	179 59 58,265	0,11	0,00		Summe	179 59 58,391	0,19	0,00				
180° + Exc. sph.	180 0 0,116			180° + Exc. sph.	180 0 0,185								
Dreiecksfehler	— 1,851			Dreiecksfehler	— 1,794								
<i>FGK</i>	<i>F</i>	34° 44' 26,631	26,21	26,14	<i>GHK</i>	<i>G</i>	25° 4' 19,780	19,86	19,83				
	<i>G</i>	126 43 16,624	15,78	15,72		<i>H</i>	132 58 20,035	21,04	21,01				
	<i>K</i>	18 32 17,099	18,20	18,14		<i>K</i>	21 57 17,315	19,19	19,16				
	Summe	180 0 0,354	0,19	0,00		Summe	179 59 57,130	0,09	0,00				
180° + Exc. sph.	180 0 0,185			180° + Exc. sph.	180 0 0,090								
Dreiecksfehler	+ 0,169			Dreiecksfehler	— 2,960								
<i>FGI</i>	<i>F</i>	75° 5' 39,012	38,96	38,86	<i>GIK</i>	<i>G</i>	46° 21' 42,788	39,31	39,18				
	<i>G</i>	80 21 33,836	36,47	36,37		<i>I</i>	49 58 42,028	41,23	41,10				
	<i>I</i>	24 32 45,681	44,87	44,77		<i>K</i>	83 39 40,991	39,84	39,72				
	Summe	179 59 58,529	0,30	0,00		Summe	180 0 5,807	0,38	0,00				
180° + Exc. sph.	180 0 0,296			180° + Exc. sph.	180 0 0,389								
Dreiecksfehler	— 1,767			Dreiecksfehler	+ 5,418								

Drei- ecke	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgeglichene Winkel		Drei- ecke.	Winkel. •	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgeglichene Winkel	
			sphär.	ebene.				sphär.	ebene.
<i>FIH</i>	<i>F</i>	37° 58' 4",346	3,33	3",24	<i>GIL</i> )	<i>G</i>	64° 6' 39",776	34",00	33",64
	<i>I</i>	37 16 9,229	6,76	6,67		<i>I</i>	81 16 9,748	8,85	8,48
	<i>H</i>	104 45 51,178	50,19	50,09		Summe	145 22 49,524	42,85	42,12
	Summe	180 0 4,753	0,28	0,00		180° + Exc. sph.	180 0 1,091		
	180° + Exc. sph.	180 0 0,280				<i>L</i>	34 37 11,567	18,24	17,88
Dreiecksfehler	+ 4,473								
<i>IKM</i>	<i>I</i>	114° 45' 52",370	51",16	51",05	<i>GKM</i>	<i>G</i>	40° 4' 11",547	8",59	8",40
	<i>K</i>	31 58 46,664	45,07	44,96		<i>K</i>	115 38 27,655	24,91	24,71
	<i>M</i>	33 15 29,148	24,10	23,99		<i>M</i>	24 17 35,709	27,08	26,89
	Summe	180 0 8,182	0,33	0,00		Summe	180 0 14,911	0 58	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 0,324				180° + Exc. sph.	180 0 0,585		
Dreiecksfehler	+ 7,858			Dreiecksfehler	+ 14,326				
<i>IKL</i>	<i>I</i>	31° 17' 27",720	27",62	27",48	<i>LMK</i>	<i>L</i>	46° 24' 8",615	6",47	6",18
	<i>K</i>	127 13 52,316	52,67	52,52		<i>M</i>	38 20 43,578	46,80	46,51
	<i>L</i>	21 28 39,326	40,14	40,00		<i>K</i>	95 15 5,652	7,60	7,31
	Summe	179 59 59,362	0,43	0,00		Summe	179 59 57,845	0,87	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 0,418				180° + Exc. sph.	280 0 0,866		
Dreiecksfehler	- 1,056			Dreiecksfehler	- 3,021				

§ 20. Aus den obigen Dreiecken, und mit Hinzuziehung des Werthes der Basis,  $lg AB = 3,0624857$ . T. II, p. 19, sind die folgenden Entfernungen der Dreieckspunkte unter einander abgeleitet.

\*) Im Dreieck *GIL* sind nur die zwei Winkel *D* und *I* beobachtet (Siehe Note p. 360), weshalb das Dreieck auch keine Winkelgleichung erzeugt hat. Die Seitengleichung aber, welche dem Viereck *GIKL* entnommen ist, ist auf diesem Dreieck mit begründet.

Tableau II.

bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen.	bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen.
	von A			von F	
E	3,3433104	2204,502	D	3,5871256	3864,788
G	3,6492789	4459,427	E	3,6250256	4217,214
B	3,0624857	1154,744	G	3,5644505	3668,179
D	3,2781633	1897,419	K	3,9660398	9247,832
C	3,3947218	2481,543	H	3,7365186	5451,532
	von B		I	3,9397870	8705,366
D	2,9279669	847,163		von G	
C	3,4386093	2745,423	L	4,1715691	14844,621
A	3,0624857	1154,744	K	3,8178754	6574,692
	von C		H	3,5262900	3359,619
A	3,3947218	2481,543	M	4,1586245	14408,691
E	3,6685742	4662,020	I	3,9310975	8532,916
G	3,8346054	6832,905	F	3,5644505	3668,179
B	3,4386093	2745,423	D	3,6690980	4667,648
D	3,4305444	2694,910	C	3,8346054	6832,905
	von D		A	3,6492789	4459,427
C	3,4305444	2694,910	E	3,3643613	2313,989
A	3,2781633	1897,419		von H	
B	2,9279669	847,163	I	3,7433948	5538,533
E	3,4772567	3000,936	F	3,7365186	5451,532
G	3,6690980	4667,648	D	3,8946596	7846,204
H	3,8946596	7846,204	G	3,5262900	3359,619
F	3,5871256	3864,788	K	3,5806733	3807,793
	von E			von I	
G	3,3643613	2313,989	M	3,7781869	6000,493
F	3,6250256	4217,214	F	3,9397870	8705,366
D	3,4772567	3000,936	G	3,9310975	8532,916
C	3,6685742	4662,020	H	3,7433948	5538,533
A	3,3433104	2204,502	K	3,7933200	6213,267
			L	4,1306946	13511,221

bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen	bis	Logar. der Entfernung in Toisen	Entfernung in Toisen.
	von <i>K</i>			von <i>M</i>	
<i>L</i>	3,9451613	8813,761	<i>I</i>	3,7781869	6000,493
<i>M</i>	4,0123349	10288,092	<i>G</i>	4,1586245	14408,691
<i>I</i>	3,7933200	6213,267	<i>K</i>	4,0123349	10288,092
<i>II</i>	3,5806733	3807,793	<i>L</i>	4,1506537	14146,651
<i>F</i>	3,9660398	9247,832			
<i>G</i>	3,8178754	6574,692			
	von <i>L</i>				
<i>M</i>	4,1506537	14146,651			
<i>I</i>	4,1306946	13511,221			
<i>K</i>	3,9451613	8813,761			

§ 21. Als schliessliches Resultat unserer Ausgleichung ist die Entfernung *LM* hervorzuheben, oder

$$\text{Seite } \text{NUPPIVÄÄRA-LONDIZHJOKKI} = 14146,651 \text{ Toisen}$$

$$\text{Logarithmus} = 4,1506537.$$

Eine besondere, mit der Elimination zwischen den Endgleichungen in Verbindung gesetzte Rechnung hat das Gewicht dieses Resultats gegeben. Ist *P* das Gewicht der Bestimmung des Logarithmus der Seite *LM*, so ist gefunden  $\frac{1}{P} = 343,2$ . Die Maasseinheit ist hier die Einheit in der siebenten Decimalstelle des Logarithmus der Seite, und die Gewichtseinheit, so wie früher, das Gewicht einer einzelnen Richtungsbeobachtung am Repsold'schen Instrumente. Der wahrscheinliche Fehler einer solchen Richtung ist aber  $= \mp 4,838$  gefunden, p. 440. Hieraus folgt

$$\text{wahrscheinlicher Fehler des Logar. der Seite } LM = \mp 89,6$$

in Einheiten der siebenten Decimalstelle; oder

$$\text{wahrscheinlicher Fehler der Seite } LM = + 0,2919 \text{ Toisen.}$$

Es ist einleuchtend, dass dieser wahrscheinliche Fehler sich nur auf die Unsicherheit der Richtungsbeobachtungen im Verbindungsdreiecksnetze zwischen der Basis und der Hauptdreiecksseite *LM* bezieht.

**ZWEITE ABTHEILUNG.***Ausgleichung des Hauptdreiecksnetzes.*

§ 22. Das Norwegische Hauptdreiecksnetz enthält 15 Dreieckspunkte, nämlich:

A. FUGLENAES	Q. LOHDIZHJOKKI.
B. HAAJEN.	W. NUPPI-VAARA.
C. TYVEN.	X. ZIJARA-VAARA.
D. JEDKI.	Y. AVJO-VAARA.
E. JEMMELUFT-OIVI.	Z. SPJELLEGA.
F. KAAVEN.	AA. ATJIK.
G. BALKIS-OIVI.	BB. BÄLJATZ-VAARA.
H. HALDI.	

Diese Dreieckspunkte werden künftighin der Kürze halber durch die beigeschriebenen Buchstaben bezeichnet werden.

Auf allen Dreieckspunkten sind Winkelmessungen ausgeführt, und zwar durchwegs mit dem schon beschriebenen Repsold'schen Universalinstrumente, theils im Sommer 1846 von den Herrn Klouman und Lundh gemeinschaftlich, theils im Sommer 1847 vom Herrn Klouman allein.

§ 23. In Bezug auf die Behandlung des Instruments beim Beobachten zeigen sich hier einige nicht unwesentliche Abweichungen von denjenigen Grundsätzen, welche bei den spätern Winkelmessungen im Verbindungsnetze befolgt wurden. Erst im zweiten Jahre, 1847, wurden die Werthe der Trommeltheile der Mikroskope durch jedesmaliges Einstellen der beweglichen Mikroskopenfäden auf zwei benachbarte Theilstriche eliminirt. Im Jahre 1846 wurde nur diejenige Mikroskopenangabe abgelesen, welche dem jedesmal vorhergehenden Limbustheilstriche entsprach. In Ermanglung anderweitiger Bestimmungen haben die Mikroskopablesungen dieses letztgenannten Jahres mittelst derjenigen Werthe der Trommeltheile, welche aus den Mikroskopablesungen des folgenden Jahres abgeleitet wurden, reducirt werden müssen. Es ist hiebei zu bemerken, dass in der Zwischenzeit, vom Abschluss der Beobachtungen im Jahre 1846 bis zu ihrer Wiederaufnahme 1847, das Instrument in einem vollkommen unveränderten Zustande gelassen wurde; und dass, aus den Mikroskopablesungen des letzteren Jahres und des Jahres 1850 zu schliessen, der Werth eines Trommeltheils eine sehr befriedigende Constanz hat, wenn keine absichtlichen Verstellungen der Mikroskope



vorgenommen werden. Der regelmässige Gebrauch des Instruments in seinen beiden entgegengesetzten Lagen findet hier nicht statt, eben so wenig wie das Durchnehmen der Reihe der Beobachtungsobjecte nach entgegengesetzten Richtungen in den successiven Beobachtungssätzen.

§ 24. Auf allen Stationen des Hauptdreiecksnetzes wurde, so wie im Verbindungsnetze, die senkrechte Projection des Visiobjets des Signals auf den Boden als der eigentliche Dreieckspunkt angesehen. Beim Beobachten stand das Instrument durchwegs ausserhalb des Signals, wesswegen eine der ersten Sorgen bei der Berechnung des Winkelmessungsmaterials die war, mit Benutzung der in den Tagebüchern gegebenen Data, die gemessenen Winkel auf die Dreieckspunkte zu reduzieren.

§ 25. Von jeder Station aus sind hier, so wie im Verbindungsnetze, alle überhaupt sichtbaren Dreieckspunkte beobachtet worden, und zwar, der Absicht nach, in einem Continuum, nach Art der *Richtungsbeobachtungen*. Diese Absicht ist aber sehr häufig, dadurch vereitelt worden, dass selten alle Beobachtungsobjecte zu gleicher Zeit sichtbar waren — ein Umstand, welcher durch die beträchtlichen Entfernungen und durch die Nähe des Meeres sich sehr wohl erklären lässt. Die Dünste vom Meere lagern sich sehr häufig als dicke Wolken um die Bergspitzen herum, und machen diese unsichtbar, bis die Wolken vom Winde fortgetrieben worden, oder bis sie sich condensiren und als Regen niederfallen, die Bergspitzen für einige Zeit wieder frei lassend — ein Wechselspiel, welches in jenen Gegenden sehr häufig ist. Der auf solche Weise verursachte Mangel an Continuität unter den Richtungsbeobachtungen, als solche betrachtet, macht, dass es mit einer dem Gewinn kaum entsprechenden Mühe verbunden gewesen wäre, hätte man diese Beobachtungen streng als Richtungsbeobachtungen ausgleichen wollen. Ich hätte mich schon aus diesem Grunde allein veranlasst finden können, bei der Ausgleichung das Minimum der Fehlerquadrate nicht für die beobachteten Richtungen, sondern für die kleinsten beobachteten Winkel als Bedingung aufzustellen. Für dieses letztere Verfahren sprach aber ein anderer noch wichtigerer Umstand. Die Ausgleichung nach Richtungen setzt voraus, dass man keinen Grund zu befürchten hat, dass eine von der Anfangsrichtung entferntere Richtung nicht eben so genau beobachtet sei, wie eine nähere; oder dass man im Stande sei, die relativen Genauigkeiten der näheren und der entfernteren Richtungen zu ermitteln. Nun hat es sich aber, wie schon gezeigt ist, durch die Winkelmessungen im Verbindungsnetze herausgestellt, dass die Bedingung der gleichen Genauigkeit der Richtungen erst dann einigermaassen erfüllt ist, wenn das Instrument in den successiven Beobachtungssätzen auf einer Station abwechselnd in der einen und der andern Richtung gedreht wird. Da bei den Beobachtungen, von welchen hier die Rede ist, diess nicht geschehen ist, so können hier nicht alle Richtungen als gleich genau angenommen werden, sondern die von der Anfangsrichtung entfernteren müssen als ungenauer angesehen werden als die näheren. Die relativen Gewichte der verschiedenen Richtungen mit einiger Sicherheit, anders als durch eine vorbereitende vollständige Ausgleichung

des ganzen Netzes, zu ermitteln dürfte aber nicht leicht sein, indem, wie es in der Darstellung der Operationen für die Basis-Verbindung nachgewiesen ist, die Uebereinstimmung der einzelnen beobachteten Richtungswerte mit den respectiven Mitteln kein Maass für die Genauigkeit der Richtungsbeobachtungen abgeben kann. Weit richtiger wird, unter diesen Verhältnissen, die Annahme sein, dass die kleinsten gemessenen Winkel dieselbe Genauigkeit besitzen. Ich halte somit mein Verfahren für vollkommen gerechtfertigt, um mit endlicher Mühe zum Ziele zu gelangen, wenn ich in der folgenden Ausgleichung von dem Principe ausgehe, dass die Summe der Quadrate der an die unmittelbar beobachteten kleinsten Winkel anzubringenden Verbesserungen ein Minimum sein soll, und dabei von der Abhängigkeit absehe, in welcher diese Winkel *revera* unter einander stehen. Da ich dieses Problem nirgends so vollständig entwickelt gefunden habe, wie es in Bezug auf die strenge Ausgleichung nach Richtungen von Bessel\*) geschehen ist, so kann ich mich hier nicht, wie in den Ausgleichungsrechnungen über das Verbindungsnetz, auf bekannte Formeln berufen: sondern zur Erklärung der Rechnungen habe ich zunächst die hierauf bezüglichen Formelentwicklungen darzustellen.

In diesen Entwicklungen setze ich voraus, dass alle einzelnen beobachteten Werthe der kleinsten Winkel dieselbe Genauigkeit besitzen, und dass ihnen also ein und dasselbe Gewicht beizulegen ist, indem alle Winkelmessungen in dem Hauptdreiecksnetze mit einem und demselben Instrumente ausgeführt sind. Es wird leicht sein, nachträglich besondere Gewichte der einzelnen Messungen in die allgemeinen Formeln einzuführen, um diese für alle möglichen Fälle gültig zu machen.

§ 26. Wenn von einer Station aus  $n$  Objecte beobachtet sind, so bilden diese unter sich  $n - 1$  in so fern selbstständige Winkel, dass keiner unter ihnen durch irgend welche Combination der andern hergeleitet werden kann. Wenn aber mehr als  $n - 1$  Winkel beobachtet sind, und  $n - 1$  unter ihnen mit der soeben angegebenen Eigenschaft ausgewählt werden, so müssen die übrigen in diesen enthalten sein, und aus ihnen durch irgend welche Combination derselben abgeleitet werden können. Es ist z. B. in einigen Beobachtungssätzen ein Winkel unmittelbar gemessen worden, welcher die Summe zweier oder mehrerer Winkel bildet, welche in andern Sätzen einzeln beobachtet sind. Es mögen nun auf einer Station die  $n - 1$  unter sich unabhängigen Winkel  $A, B, C, \dots$  sein. Es mögen ferner die einzelnen beobachteten Werthe von  $A$  durch  $A', A'', A''', \dots$  und ihre Anzahl durch  $m_a$  bezeichnet werden; und auf dieselbe Weise

für  $B$ :  $B', B'', B''', \dots$ , Anzahl  $m_b$

für  $C$ :  $C', C'', C''', \dots$ , Anzahl  $m_c$

u. s. w.

\*) Bessel: Gradmessung in Ostpreussen.

Ausserdem mögen noch die Winkel  $P, Q \dots$  beobachtet sein, deren Abhängigkeit von  $A, B, C \dots$  durch die folgenden Gleichungen ausgedrückt ist:

$$P = f(A, B, C \dots)$$

$$Q = f'(A, B, C \dots)$$

u. s. w.

Die partiellen Differentialcoefficienten der Functionen  $f(A, B, C \dots), f'(A, B, C \dots) \dots$  in Bezug auf  $A, B, C \dots$  bezeichne ich durch  $\alpha, \beta, \gamma \dots \alpha', \beta', \gamma' \dots$ , so dass

$$\frac{dP}{dA} = \alpha, \quad \frac{dP}{dB} = \beta, \quad \frac{dP}{dC} = \gamma \dots$$

$$\frac{dQ}{dA} = \alpha', \quad \frac{dQ}{dB} = \beta', \quad \frac{dQ}{dC} = \gamma' \dots$$

u. s. w.

Der Winkel  $P$  sei  $m_p$  Mal, der Winkel  $Q$  sei  $m_q$  Mal beobachtet worden, und ihre einzelnen beobachteten Werthe mögen  $P', P'', P''' \dots, Q', Q'', Q''' \dots$  sein.

Es wird überflüssig sein, für die auf den übrigen Stationen beobachteten Winkel besondere Bezeichnungen einzuführen, weil sie in den zu entwickelnden Formeln auf analoge Weise vorkommen müssen. Die ganze Anzahl der im Dreiecksnetze vorkommenden unabhängigen Winkel, in dem oben angegebenen Sinne, mag  $\mu$  sein.

Endlich mögen die Gleichungen,  $\nu$  an Zahl, welche erfüllt werden müssen, damit das ganze Dreiecksnetz eine geschlossene geometrische Figur bilde,  $X = 0, Y = 0, Z = 0 \dots$  sein, wo  $X, Y, Z \dots$  Functionen von  $A, B, C \dots$  sind.

Die Bedingungen, welche von den Unbekannten  $A, B, C \dots$  erfüllt werden müssen, und durch welche diese bestimmt werden, sind also in den folgenden Gleichungen enthalten:

$$\begin{aligned}
 \Omega = & \left( \begin{aligned} & (A - A')^2 + (A - A'')^2 + (A - A''')^2 \dots \\ & + (B - B')^2 + (B - B'')^2 + (B - B''')^2 \dots \\ & + (C - C')^2 + (C - C'')^2 + (C - C''')^2 \dots \\ & \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ & + (P - P')^2 + (P - P'')^2 + (P - P''')^2 \dots \\ & + (Q - Q')^2 + (Q - Q'')^2 + (Q - Q''')^2 \dots \\ & \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \end{aligned} \right) \dots \dots \dots (\text{C})
 \end{aligned}$$

wo  $\Omega$  zu einem Minimum werden muss,  $P$  und  $Q$  durch die obigen Functionen  $f$  und  $f'$  zu ersetzen sind, und wo die auf den übrigen Stationen beobachteten Winkel auf analoge Weise vorkommen müssen; und

$$X = 0, Y = 0, Z = 0 \dots \dots \dots (\text{C})$$

wo  $X, Y, Z \dots$  gegebene Functionen von  $A, B, C \dots$  sind.

Aus der Gleichung (⊙) könnten nun mittelst der Gleichungen (⊙) eben so viele Unbekannten *A*, *B*, *C* . . . , als die Anzahl dieser letzteren Gleichungen, eliminirt werden. Die partiellen Differentialcoefficienten der Gleichungen (⊙), in Bezug auf die nach der Elimination übriggebliebenen Unbekannten, gleich Null gesetzt, würden die hinreichende Anzahl Gleichungen abgeben um diese übrigen Unbekannten bestimmen zu können. Die eliminirten Unbekannten würden sich nachher aus den Gleichungen (⊙) ergeben. Wir gelangen aber leichter zum Ziel durch das folgende Verfahren.

Anstatt die erwähnte Elimination auszuführen, setzen wir das totale Differential der Gleichung (⊙) gleich Null, oder

$$(a) \dots \dots \dots \left\{ 0 = \frac{d\Omega}{dA} \cdot dA + \frac{d\Omega}{dB} \cdot dB + \frac{d\Omega}{dC} \cdot dC \dots \right.$$

Diese Gleichung und die Gleichungen

$$(b) \dots \dots \dots \left\{ \begin{aligned} 0 &= \frac{dX}{dA} \cdot dA + \frac{dX}{dB} \cdot dB + \frac{dX}{dC} \cdot dC \dots \\ 0 &= \frac{dY}{dA} \cdot dA + \frac{dY}{dB} \cdot dB + \frac{dY}{dC} \cdot dC \dots \\ 0 &= \frac{dZ}{dA} \cdot dA + \frac{dZ}{dB} \cdot dB + \frac{dZ}{dC} \cdot dC \dots \end{aligned} \right.$$

u. s. w.

müssen nun gleichzeitig und unabhängig von den Differentialen *dA*, *dB*, *dC* . . . erfüllt werden. Wir könnten nun, mittelst der Gleichungen (b), aus der Gleichung (a)  $\nu$  Differentiale *dA*, *dB*, . . . direct eliminiren, wonach die Coefficienten der übrigen  $\mu - \nu$  Differentiale, jeder für sich gleich Null gesetzt,  $\mu - \nu$  Gleichungen abgeben würden, welche zusammen mit den Gleichungen (⊙) alle Unbekannten *A*, *B*, *C* . . . bestimmen würden. Statt dessen wird es aber bequemer sein, die Eliminationsmethode durch unbestimmte Factoren anzuwenden. Wir addiren also die Gleichungen (b), mit den unbestimmten Factoren — 2 I, — 2 II, — 2 III . . . (I, II, III . . . sind die Gaussischen *Correlaten*) der Reihe nach multiplicirt, zu der Gleichung (a), und setzen nachher alle Coefficienten der Differentiale *dA*, *dB*, *dC* . . . gleich Null. Auf diese Weise gelangen wir zu den folgenden Gleichungen:

$$(1) \dots \dots \dots \left\{ \begin{aligned} \frac{d\Omega}{dA} &= 2 \left\{ I \cdot \frac{dX}{dA} + II \cdot \frac{dY}{dA} + III \cdot \frac{dZ}{dA} \dots \right\} \\ \frac{d\Omega}{dB} &= 2 \left\{ I \cdot \frac{dX}{dB} + II \cdot \frac{dY}{dB} + III \cdot \frac{dZ}{dB} \dots \right\} \\ \frac{d\Omega}{dC} &= 2 \left\{ I \cdot \frac{dX}{dC} + II \cdot \frac{dY}{dC} + III \cdot \frac{dZ}{dC} \dots \right\} \end{aligned} \right.$$

u. s. w.

Aus der Gleichung (⊙) bekommen wir aber:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\Omega}{dA} &= 2 \left\{ \begin{aligned} m_a \cdot A - A' - A'' - A''' \dots + \alpha (m_p \cdot P - P' - P'' - P''' \dots) \\ + \alpha (m_q \cdot Q - Q' - Q'' - Q''' \dots) \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \\ \frac{d\Omega}{dB} &= 2 \left\{ \begin{aligned} m_b \cdot B - B' - B'' - B''' \dots + \beta (m_p \cdot P - P' - P'' - P''' \dots) \\ + \beta (m_q \cdot Q - Q' - Q'' - Q''' \dots) \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2) \\ \frac{d\Omega}{dC} &= 2 \left\{ \begin{aligned} m_c \cdot C - C' - C'' - C''' \dots + \gamma (m_p \cdot P - P' - P'' - P''' \dots) \\ + \gamma (m_q \cdot Q - Q' - Q'' - Q''' \dots) \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} \end{aligned}$$

u. s. w.

Durch die Gleichungssysteme (1) und (2) haben wir also:

$$\left. \begin{aligned} m_a \cdot A - A' - A'' - A''' \dots + \alpha (m_p \cdot P - P' - P'' - P''' \dots) \\ + \alpha (m_q \cdot Q - Q' - Q'' - Q''' \dots) \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} = \text{I. } \frac{dX}{dA} + \text{II. } \frac{dY}{dA} + \text{III. } \frac{dZ}{dA} \dots \\ m_b \cdot B - B' - B'' - B''' \dots + \beta (m_p \cdot P - P' - P'' - P''' \dots) \\ + \beta (m_q \cdot Q - Q' - Q'' - Q''' \dots) \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} = \text{I. } \frac{dX}{dB} + \text{II. } \frac{dY}{dB} + \text{III. } \frac{dZ}{dB} \dots (3) \\ m_c \cdot C - C' - C'' - C''' \dots + \gamma (m_p \cdot P - P' - P'' - P''' \dots) \\ + \gamma (m_q \cdot Q - Q' - Q'' - Q''' \dots) \\ \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} = \text{I. } \frac{dX}{dC} + \text{II. } \frac{dY}{dC} + \text{III. } \frac{dZ}{dC} \dots$$

u. s. w.

Diese Gleichungen, zusammen mit den Gleichungen (C), bestimmen sowohl die Factoren I, II, III... als die Unbekannten A, B, C...

Der bequemern Zahlenrechnung wegen suchen wir nun zunächst solche Werthe (A), (B), (C)... der Unbekannten A, B, C..., dass die folgenden Gleichungen erfüllt werden:

$$\left. \begin{aligned} 0 = m_a \cdot (A) - A' - A'' - A''' \dots + \alpha \{m_p \cdot (P) - P' - P'' - P''' \dots\} + \alpha \{m_q \cdot (Q) - Q' - Q'' - Q''' \dots\} \dots \\ 0 = m_b \cdot (B) - B' - B'' - B''' \dots + \beta \{m_p \cdot (P) - P' - P'' - P''' \dots\} + \beta \{m_q \cdot (Q) - Q' - Q'' - Q''' \dots\} \dots \\ 0 = m_c \cdot (C) - C' - C'' - C''' \dots + \gamma \{m_p \cdot (P) - P' - P'' - P''' \dots\} + \gamma \{m_q \cdot (Q) - Q' - Q'' - Q''' \dots\} \dots \end{aligned} \right\} (4)$$

u. s. w.

w0 (P) für f{(A), (B), (C)...}, (Q) für γ{(A), (B), (C)...}... gesetzt ist.

Setzen wir hier

$$(5) \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{ll} A_0 = \frac{A' + A'' + A''' \dots}{m_a} & P_0 = \frac{P' + P'' + P''' \dots}{m_p} \\ B_0 = \frac{B' + B'' + B''' \dots}{m_b} & Q_0 = \frac{Q' + Q'' + Q''' \dots}{m_q} \\ C_0 = \frac{C' + C'' + C''' \dots}{m_c} & \text{u. s. w.} \end{array} \right.$$

u. s. w.,

so gehen die Gleichungen (4) in die folgenden über:

$$(6) \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} 0 = m_a \cdot (A) + \alpha \cdot m_p \cdot (P) + \alpha \cdot m_q \cdot (Q) \dots - m_a \cdot A_0 - \alpha \cdot m_p \cdot P_0 - \alpha \cdot m_q \cdot Q_0 \dots \\ 0 = m_b \cdot (B) + \beta \cdot m_p \cdot (P) + \beta \cdot m_q \cdot (Q) \dots - m_b \cdot B_0 - \beta \cdot m_p \cdot P_0 - \beta \cdot m_q \cdot Q_0 \dots \\ 0 = m_c \cdot (C) + \gamma \cdot m_p \cdot (P) + \gamma \cdot m_q \cdot (Q) \dots - m_c \cdot C_0 - \gamma \cdot m_p \cdot P_0 - \gamma \cdot m_q \cdot Q_0 \dots \end{array} \right.$$

u. s. w.,

wo (P) und (Q) dieselben Bedeutungen wie oben haben.

Die aus den Gleichungen (4), oder aus den Gleichungen (5) und (6) hervorgehenden Werthe von A, B, C... nämlich (A), (B), (C)..., sind, wie man sich leicht überzeugt, die wahrscheinlichsten, welche allein aus den Winkelmessungen auf den einzelnen Stationen, ohne Rücksicht auf die geometrischen Bedingungen des ganzen Netzes, erhalten werden können.

Zu diesen Werthen von A, B, C... füge ich die Correctionen (1), (2), (3)..., so dass wir haben:

$$(7) \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} A = (A) + (1) \\ B = (B) + (2) \\ C = (C) + (3) \end{array} \right.$$

u. s. w.

Die Correctionen (1), (2), (3)... sollen nun aus den Bedingungen der geometrischen Möglichkeit des ganzen Netzes gefolgert werden. Wir substituiren für solchen Zweck die Werthe (7) sowohl in die Gleichungen (C) als in die Gleichungen (3). Werden die höheren Potenzen der Correctionen (1), (2), (3)... vernachlässigt, so gehen, nach dieser Substitution, die Gleichungen (C) in Gleichungen der folgenden Form über:

$$(8) \dots \dots \dots \left\{ \begin{array}{l} 0 = k' + a' (1) + b' (2) + c' (3) \dots \\ 0 = k'' + a'' (1) + b'' (2) + c'' (3) \dots \\ 0 = k''' + a''' (1) + b''' (2) + c''' (3) \dots \end{array} \right.$$

u. s. w.

wo k', k'', k'''... gegebene constante Grössen sind, eben so wie die Coefficienten a', b'... Berücksichtigen wir die Gleichungen (4), und beachten wir, dass wir haben

$$P = (P) + \alpha(1) + \beta(2) + \gamma(3) \dots$$

$$Q = (Q) + \alpha'(1) + \beta'(2) + \gamma'(3) \dots,$$

u. s. w. :

so bekommen wir durch die Substitution der Werthe (7) die Gleichungen (3) in die folgenden umgewandelt:

$$(9) \dots \begin{cases} m_a \cdot (1) + \alpha \cdot m_p \cdot \{\alpha(1) + \beta(2) + \gamma(3) \dots\} + \alpha' \cdot m_q \cdot \{\alpha'(1) + \beta'(2) + \gamma'(3) \dots\} \dots = [1] \\ m_b \cdot (2) + \beta \cdot m_p \cdot \{\alpha(1) + \beta(2) + \gamma(3) \dots\} + \beta' \cdot m_q \cdot \{\alpha'(1) + \beta'(2) + \gamma'(3) \dots\} \dots = [2] \\ m_c \cdot (3) + \gamma \cdot m_p \cdot \{\alpha(1) + \beta(2) + \gamma(3) \dots\} + \gamma' \cdot m_q \cdot \{\alpha'(1) + \beta'(2) + \gamma'(3) \dots\} \dots = [3] \end{cases}$$

u. s. w.,

wo wir gesetzt haben

$$(10) \dots \dots \dots \begin{cases} [1] = a' \cdot I + a'' \cdot II + a''' \cdot III \dots \\ [2] = b' \cdot I + b'' \cdot II + b''' \cdot III \dots \\ [3] = c' \cdot I + c'' \cdot II + c''' \cdot III \dots \end{cases}$$

u. s. w.

Die Gleichungen (8), deren Zahl  $\nu$ , und die Gleichungen (9), deren Zahl  $\mu$  ist, bestimmen sowohl die  $\nu$  Factoren I, II, III... als die  $\mu$  Winkelcorrectionen (1), (2), (3)... Das fernere Verfahren, um aus diesen Gleichungssystemen die  $\mu + \nu$  Unbekannten abzuleiten, bleibt demjenigen gleich, welches bei Ausgleichungen nach Richtungen gewöhnlich ist. Ueber die Wahl und die Bildung der geometrischen Bedingungsgleichungen (C) brauche ich nicht mich auszulassen, weil die von Bessel hierüber aufgestellten Regeln allgemein gültig sind.

Was die Functionen  $f(A, B, C \dots)$ ,  $f'(A, B, C \dots)$ ... betrifft, so können sie nur algebraische Summen bezeichnen, wobei auch negative Vorzeichen vorkommen können. Demnach haben wir

$$P = \alpha A + \beta B + \gamma C \dots$$

$$Q = \alpha' A + \beta' B + \gamma' C \dots$$

u. s. w.,

wo die Coefficienten  $\alpha, \beta, \gamma \dots, \alpha', \beta', \gamma' \dots$  nur einen der drei Werthe  $+1, -1$  und  $0$  haben können.

Für den Fall, dass den einzelnen Winkelmessungen verschiedene Gewichte beizulegen sind, und dass diese Gewichte sind:

$$\begin{array}{l} \text{für die Winkel } A', A'', A''' \dots g'_a, g''_a, g'''_a \dots \\ \text{» » » } B', B'', B''' \dots g'_b, g''_b, g'''_b \dots \\ \text{» » » } C', C'', C''' \dots g'_c, g''_c, g'''_c \dots \\ \text{» » » } P', P'', P''' \dots g'_p, g''_p, g'''_p \dots \\ \text{» » » } Q', Q'', Q''' \dots g'_q, g''_q, g'''_q \dots \end{array}$$

werden die Gleichungen (5) in die folgenden umgestaltet:

$$\begin{aligned}
A_0 &= \frac{g'_a \cdot A' + g''_a \cdot A'' + g'''_a \cdot A''' \dots}{g'_a + g''_a + g'''_a \dots} & P_0 &= \frac{g'_p \cdot P' + g''_p \cdot P'' + g'''_p \cdot P''' \dots}{g'_p + g''_p + g'''_p \dots} \\
B_0 &= \frac{g'_b \cdot B' + g''_b \cdot B'' + g'''_b \cdot B''' \dots}{g'_b + g''_b + g'''_b \dots} & Q_0 &= \frac{g'_q \cdot Q' + g''_q \cdot Q'' + g'''_q \cdot Q''' \dots}{g'_q + g''_q + g'''_q \dots} \\
C_0 &= \frac{g'_c \cdot C' + g''_c \cdot C'' + g'''_c \cdot C''' \dots}{g'_c + g''_c + g'''_c \dots} & & \text{u. s. w.}
\end{aligned}$$

u. s. w.,

und wir haben übrigens nur in den Gleichungen (6) und (9) zu setzen

$$\begin{aligned}
&g'_a + g''_a + g'''_a \dots \text{ für } m_a \\
&g'_b + g''_b + g'''_b \dots \text{ für } m_b \\
&g'_c + g''_c + g'''_c \dots \text{ für } m_c \\
&\dots \dots \dots \\
&g'_p + g''_p + g'''_p \dots \text{ für } m_p \\
&g'_q + g''_q + g'''_q \dots \text{ für } m_q \\
&\dots \dots \dots
\end{aligned}$$

§ 27. Der vorangehenden Entwicklung gemäss haben wir in unserer Ausgleichsrechnung die folgenden Vorschriften zu befolgen:

1) Wird für jeden gemessenen Winkel das arithmetische Mittel der einzelnen Messungen nach den Gleichungen (5) genommen.

2) Wenn auf einer Station, von welcher aus  $n$  Objecte beobachtet sind, mehr als  $n - 1$  unmittelbar gemessene Winkel vorhanden sind, so haben wir unter ihnen  $n - 1$  Fundamentalwinkel  $A, B, C \dots$  auszuwählen, und die Functionen  $f(A, B, C \dots), f'(A, B, C \dots) \dots$ , vermittelt welcher die übrigen beobachteten Winkel sich durch die Fundamentalwinkel ausdrücken lassen, zu bestimmen.

3) Werden nach den Gleichungen (6) die wahrscheinlichsten Werthe ( $A$ ), ( $B$ ), ( $C$ )... der Fundamentalwinkel, welche sich aus den Beobachtungen auf den einzelnen Stationen allein ableiten lassen, berechnet. Wenn auf einer Station überhaupt nur  $n - 1$  Winkel beobachtet sind, so sind die Werthe ( $A$ ), ( $B$ ), ( $C$ )... mit den nach 1) berechneten Werthen  $A_0, B_0, C_0 \dots$  identisch.

4) Werden die geometrischen Bedingungsgleichungen aufgestellt, und in ihnen die Winkel  $A, B, C \dots$  durch ihre Werthe nach (7) ersetzt, wodurch die Gleichungen (8) erhalten werden.

5) Werden die Relationen zwischen den Winkelcorrectionen (1), (2), (3)... und den Correlaten I, II, III... nach den Gleichungen (9) und (10) gesucht.

6) Werden die Gleichungen (9) in Bezug auf (1), (2), (3)... solvirt, und die so und mit Hinzu-



ziehung der Gleichungen (10) erhaltenen Ausdrücke der Grössen (1), (2), (3)... in die Gleichungen (8) substituirt, wodurch wir zu  $\nu$  Endgleichungen zwischen den Correlaten I, II, III... gelangen.

7) Nachdem durch Elimination zwischen diesen Endgleichungen die numerischen Werthe der Correlaten I, II, III... gefunden sind, gelangen wir durch ihre Substitution in die Gleichungen (10) und durch die schon vorhandene generelle Solution der Gleichungen (9) in Bezug auf (1), (2)... zu den numerischen Werthen der Winkelcorrectionen (1), (2), (3)..., und somit durch die Gleichungen (7) zu den ausgeglichenen Winkelwerthen  $A, B, C...$ , welche alle gestellte Bedingungen erfüllen.

§ 28. Das folgende Tableau enthält in der ersten Columne die Bezeichnungen der beobachteten Winkel; in der zweiten die Anzahl der Messungen eines jeden Winkels; in der dritten die mittleren Werthe der centrirten beobachteten Winkel oder die Werthe  $A_0, B_0, C_0... P_0, Q_0...$  nach (5); in der vierten die wahrscheinlichen Werthe der gewählten  $n - 1$  Fundamentalwinkel, aus den Winkelmessungen auf den einzelnen Stationen abgeleitet, oder die Werthe  $(A), (B), (C)...$  nach (6) mit ihrer Correctionen (1), (2), (3)... Wo auf einer Station nur  $n - 1$  Winkel überhaupt beobachtet sind, und wo also die Winkelwerthe  $A_0, B_0, C_0...$  und  $(A), (B), (C)...$  zusammenfallen, sind diese nur in der letzten Columne des Tableaus vorhanden.

Tableau 1.

Winkel.	Anzahl Beob.	Mittelwerthe der beobachteten Winkel	Wahrscheinliche Werthe der $n - 1$ Fundamentalwinkel.	Winkel.	Anzahl Beob.	Mittelwerthe der beobachteten Winkel	Wahrscheinliche Werthe der $n - 1$ Fundamentalwinkel.
Station A.				Station D.			
D — E	12		$61^{\circ}27'23,278 + (1)$	A — B	9	$12^{\circ}5'56,674$	$12^{\circ}5'56,029 + (8)$
B — D	12		$38\ 43\ 40,214 + (2)$	E — A	9	$5\ 50\ 36,703$	$5\ 50\ 36,059 + (9)$
				E — E	9	$73\ 38\ 29\ 630$	$73\ 38\ 29,626 + (10)$
				G — E	8	$36\ 35\ 23,316$	$36\ 35\ 23,751 + (11)$
				H — G	8	$30\ 36\ 48,955$	$30\ 36\ 50,018 + (12)$
				F — H	8	$10\ 16\ 46,045$	$10\ 16\ 46,686 + (13)$
				G — G	1	$110\ 13\ 53,34$	
				H — G	1	$67\ 12\ 17,13$	
				F — G	1	$40\ 53\ 41,83$	
				G — B	1	$17\ 56\ 26,29$	
Station B.				Station E.			
E — A	14		$20\ 32\ 23,484 + (3)$	H — G	15		$18\ 9\ 38,565 + (14)$
D — E	14		$108\ 37\ 54,332 + (4)$	F — H	15		$23\ 9\ 54,111 + (15)$
				D — F	15		$67\ 15\ 7,729 + (16)$
				G — D	15		$66\ 38\ 25,656 + (17)$
Station C.				Station F.			
D — E	12		$39\ 43\ 2,940 + (5)$				
B — D	12		$53\ 25\ 29,524 + (6)$				
A — B	12		$59\ 16\ 32,161 + (7)$				

Winkel.	Anzahl Beob.	Mittelwerthe der beobachteten Winkel.	Wahrscheinliche Werthe der n - 1 Fundamentalwinkel.	Winkel.	Anzahl Beob.	Mittelwerthe der beobachteten Winkel.	Wahrscheinliche Werthe der n - 1 Fundamentalwinkel.
Station $\mathcal{G}$ .				Station $\mathcal{N}$ .			
$\mathcal{E} - \mathcal{D}$	10	35 15' 52",421	35° 15' 51",594 + (18)	$\mathcal{H} - \mathcal{M}$	10	0° 38' 49",737	0° 38' 49",737 + (41)
$\mathcal{G} - \mathcal{E}$	10	37 13 19,879	37 13 19,052 + (19)	$\mathcal{D} - \mathcal{M}$	15	77 47 11,445	77 47 11,322 + (42)
$\mathcal{F} - \mathcal{G}$	11	61 43 35,833	61 43 35,833 + (20)	$\mathcal{D} - \mathcal{E}$	10	39 54 14,260	39 54 14,446 + (43)
$\mathcal{H} - \mathcal{F}$	10	20 23 3,271	20 23 3,271 + (21)	$\mathcal{P} - \mathcal{D}$	10	48 50 48,841	48 50 48,841 + (44)
$\mathcal{G} - \mathcal{D}$	1	72 29 2,375		$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	10	27 53 49,418	27 53 49,635 + (45)
Station $\mathcal{O}$ .				$\mathcal{D} - \mathcal{N}$	10	32 0 32,732	32 0 32,949 + (46)
$\mathcal{M} - \mathcal{F}$	11		28 58 25,946 + (22)	$\mathcal{F} - \mathcal{M}$	1	37 52 55,02	
$\mathcal{H} - \mathcal{M}$	11		18 12 46,967 + (23)	$\mathcal{D} - \mathcal{P}$	1	59 54 24,75	
$\mathcal{F} - \mathcal{H}$	10		47 34 9,513 + (24)	Station $\mathcal{D}$ .			
$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	10		66 37 16,567 + (25)	$\mathcal{M} - \mathcal{P}$	14	34 27 43,476	34 27 43,476 + (47)
$\mathcal{E} - \mathcal{D}$	10		34 49 57,249 + (26)	$\mathcal{M} - \mathcal{N}$	11	50 12 1,137	50 12 0,243 + (48)
Station $\mathcal{C}$ .				$\mathcal{F} - \mathcal{M}$	12	30 6 46,564	30 6 45,744 + (49)
$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	12	15 7 29,387	15 7 28,826 + (27)	$\mathcal{F} - \mathcal{N}$	2	80 18 41,072	
$\mathcal{G} - \mathcal{D}$	10	35 11 47,504	35 11 47,009 + (28)	Station $\mathcal{P}$ .			
$\mathcal{E} - \mathcal{G}$	12	97 29 44,362	97 29 44,362 + (29)	$\mathcal{D} - \mathcal{N}$	10	33 16 23,942	33 16 23,942 + (50)
$\mathcal{M} - \mathcal{E}$	12	42 59 1,856	42 59 1,856 + (30)	$\mathcal{N} - \mathcal{N}$	15	124 37 18,240	124 37 18,240 + (51)
$\mathcal{E} - \mathcal{D}$	2	22 22 48,286	22 22 47,391 + (31)	$\mathcal{F} - \mathcal{N}$	11	64 27 50,216	64 27 50,379 + (52)
$\mathcal{E} - \mathcal{F}$	3	37 30 13,971		$\mathcal{D} - \mathcal{M}$	11	96 41 38,116	96 41 37,952 + (53)
$\mathcal{G} - \mathcal{E}$	2	12 48 57,148		$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	3	32 13 46,974	
Station $\mathcal{L}$ .				Station $\mathcal{Q}$ .			
$\mathcal{P} - \mathcal{D}$	10	32 59 53,896	32 59 53,896 + (32)	$\mathcal{P} - \mathcal{N}$	15		28 44 52,839 + (54)
$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	13	26 47 8,231	26 47 8,089 + (33)	$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	15		30 19 10,275 + (55)
$\mathcal{M} - \mathcal{N}$	13	58 10 56,572	58 10 56,430 + (34)	Station $\mathcal{R}$ .			
$\mathcal{H} - \mathcal{M}$	13	42 30 17,888	42 30 17,505 + (35)	$\mathcal{M} - \mathcal{D}$	11		88 55 32,341 + (56)
$\mathcal{G} - \mathcal{H}$	3	35 19 14,190	35 19 12,265 + (36)	$\mathcal{P} - \mathcal{N}$	11		27 28 48,388 + (57)
$\mathcal{H} - \mathcal{P}$	2	127 28 20,900					
$\mathcal{G} - \mathcal{M}$	7	77 49 28,747					
Station $\mathcal{M}$ .							
$\mathcal{G} - \mathcal{H}$	15	21 18 44,825	21 18 43,791 + (37)				
$\mathcal{F} - \mathcal{G}$	15	73 12 2,213	73 12 1,790 + (38)				
$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	15	31 55 16,787	31 55 17,398 + (39)				
$\mathcal{M} - \mathcal{D}$	15	52 0 56,647	52 0 56,647 + (40)				
$\mathcal{F} - \mathcal{H}$	2	94 30 37,824					
$\mathcal{D} - \mathcal{G}$	2	105 7 23,773					

Von der Station  $\text{F}$  aus sind zwei Einstellungen auf  $\text{G}$  gemacht, welche hier nicht aufgenommen sind. Durch die schlechte Uebereinstimmung der drei Winkel im Dreieck  $\text{FGF}$  mit  $180^\circ$ , indem sich ein Dreiecksfehler von etwa  $10''$  ergibt, ist die Verwerfung dieser drei Einstellungen veranlasst worden. Es kommt allerdings ein anderes Dreieck mit einem noch grösseren Dreiecksfehler vor, das Dreieck  $\text{GGM}$  nämlich; aber die drei Winkel in diesem Dreiecke sind vollzählig beobachtet worden, so dass auf einen Winkel nicht mehr Verdacht geworfen werden kann als auf einen andern, und die Ausgleichung erst gezeigt hat, welcher Winkel vorzugsweise fehlerhaft ist.

§ 29. Unser nächstes Geschäft wird nun sein, die Gleichungen aufzustellen, welche die Bedingung enthalten, dass das Dreiecksnetz in seinem ganzen Zusammenhange eine geschlossene geometrische Figur bilden soll, oder die Gleichungen, welche wir in der allgemeinen Entwicklung durch  $X = 0, Y = 0, Z = 0 \dots$  bezeichnet haben. Das Netz enthält 15 Dreieckspunkte, wesshalb zur Bestimmung der Form des Netzes  $2(15 - 2) = 26$  Winkel erforderlich sind. Es sind aber 57 beobachtete selbstständige Winkel ( $A$ ), ( $B$ ), ( $C$ )... vorhanden. Da nun jeder zur Formbestimmung des Netzes nicht nothwendige Winkel einer gewissen geometrischen Bedingung unterworfen sein muss, um mit der durch die nothwendigen Winkel bestimmten Form des Netzes übereinzustimmen, so wird die Anzahl der geometrischen Bedingungen, welche von unseren 57 beobachteten Winkeln erfüllt werden müssen, 31 sein. Mit Benutzung der von Bessel für das Aufsuchen dieser Bedingungen gegebenen Vorschriften überzeugt man sich leicht, dass unsere 31 Bedingungen in 21 Winkelgleichungen und 10 Seitengleichungen enthalten sein müssen. Ich habe die folgenden innerhalb der Grenzen der freien Wahl ausgewählt.

1) Die Winkelgleichungen werden dadurch gebildet, dass die Summe der drei Winkel in jedem der folgenden 21 Dreiecke gleich  $180^\circ + \text{sph. Exc.}$  gesetzt wird:  $\text{ABC}, \text{BCD}, \text{ABD}, \text{CDE}, \text{DCE}, \text{FGD}, \text{GDE}, \text{FGH}, \text{DGH}, \text{GHI}, \text{HIE}, \text{GHE}, \text{FHI}, \text{MND}, \text{FND}, \text{MFD}, \text{FOP}, \text{MPO}, \text{MOR}, \text{POR}$ . Die beiden Dreiecke  $\text{FGF}$  und  $\text{GMN}$  hätten noch zwei Winkelgleichungen abgegeben, wenn in ihnen alle drei Winkel gegeben wären. Im Dreieck  $\text{FGF}$  ist aber der Winkel  $\text{F}$  verworfen (siehe oben). und im Dreiecke  $\text{GMN}$  ist der Winkel  $\text{G}$  nicht beobachtet worden.

2) Die Seitengleichungen entstehen aus den 10 Vierecken  $\text{ABCE}, \text{DEFG}, \text{DGHG}, \text{FGHG}, \text{GHEM}, \text{FGHE}, \text{GHMN}, \text{FMND}, \text{MPOD}, \text{MPOM}$ . Die Gleichungen werden dadurch gebildet, dass in den folgenden nothwendigen Verhältnissen der Seiten dieser Vierecke die Seiten ersetzt werden durch die Sinusse der entgegenstehenden Winkel der entsprechenden ebenen Dreiecke:

$$\begin{array}{l}
 1 = \frac{\text{BD}}{\text{BC}} \cdot \frac{\text{BC}}{\text{AB}} \cdot \frac{\text{AB}}{\text{BD}} \\
 1 = \frac{\text{FG}}{\text{DE}} \cdot \frac{\text{DE}}{\text{CE}} \cdot \frac{\text{CE}}{\text{FG}}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 1 = \frac{\text{FG}}{\text{FG}} \cdot \frac{\text{FG}}{\text{GH}} \cdot \frac{\text{GH}}{\text{FG}} \\
 1 = \frac{\text{FG}}{\text{FG}} \cdot \frac{\text{FG}}{\text{GH}} \cdot \frac{\text{GH}}{\text{FG}}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l}
 1 = \frac{6M}{6U} \cdot \frac{6P}{6S} \cdot \frac{6Q}{6N} & 1 = \frac{MN}{PN} \cdot \frac{PN}{ND} \cdot \frac{ND}{MN} \\
 1 = \frac{6P}{6S} \cdot \frac{6S}{6Q} \cdot \frac{6Q}{6U} & 1 = \frac{ND}{ND} \cdot \frac{ND}{PN} \cdot \frac{PN}{ND} \\
 1 = \frac{6N}{6M} \cdot \frac{6M}{6P} \cdot \frac{6P}{6S} & 1 = \frac{ND}{PN} \cdot \frac{PN}{ND} \cdot \frac{ND}{MN}
 \end{array}$$

§ 30. Die sphärischen Excesse der für die Bildung der Bedingungsgleichungen in Betracht kommenden Dreiecke habe ich mit demselben Werth des Kugelhalbmessers, wie die Excesse im Verbindungsnetze berechnet, nämlich mit dem Mittelwerthe zwischen dem grössten und dem kleinsten Krümmungshalbmesser unter 69° 50' der Breite, nach Bessel. Ich habe somit die folgenden Werthe der sphärischen Excesse erhalten:

Dreieck.	Excess.	Dreieck.	Excess.	Dreieck.	Excess.
AMB	0,079	DGS	2,630	MND	1,659
BGD	0,639	ESG	1,908	EDP	1,976
AMD	0,456	GSN	1,394	MND	2,257
DEE	1,634	SEM	1,895	NDN	2,466
DEG	1,172	SEL	3,205	PDN	1,256
DGO	2,056	PMN	2,640	SOE	3,383
ESG	1,381	MND	3,683	SEM	4,464
SOE	1,461	END	2,830		

§ 31. Nachdem die durch die Gleichungen (7) angedeuteten Substitutionen der für jede einzelne Station wahrscheinlichsten Werthe der gemessenen kleinsten Winkel mit ihren Correctionen (1), (2), (3)... bewerkstelligt worden, gelangen wir zu den folgenden, den Gleichungen (8) entsprechenden Bedingungsgleichungen:

Tableau 2.

1) Winkelgleichungen.

- I.  $0 = - 0,942 + (1) + (2) + (3) + (7)$
- II.  $0 = - 4,695 + (4) + (6) + (8) + (9)$
- III.  $0 = - 6,397 + (2) + (3) + (4) + (8)$
- IV.  $0 = - 3,412 + (5) + (10) + (17)$
- V.  $0 = + 0,233 + (11) + (14) + (15) + (16) + (26)$
- VI.  $0 = + 1,861 + (12) + (13) + (18) + (19) + (25)$
- VII.  $0 = + 4,163 + (14) + (15) + (19) + (25) + (26)$
- VIII.  $0 = + 2,991 + (20) + (21) + (24) + (27) + (28)$
- IX.  $0 = + 0,477 + (12) + (24) + (25) + (28)$

- X.  $0 = + 6,576 + (15) + (19) + (20) + (21) + (27) + (31)$   
 XI.  $0 = + 15,582 + (23) + (29) + (30) + (37)$   
 XII.  $0 = + 3,047 + (30) + (35) + (37) + (38)$   
 XIII.  $0 = + 6,335 + (22) + (23) + (29) + (36)$   
 XIV.  $0 = + 4,711 + (34) + (39) + (40) + (42) - (43)$   
 XV.  $0 = + 4,529 + (40) + (42) + (48)$   
 XVI.  $0 = - 0,412 + (32) + (33) + (43) + (48) + (49)$   
 XVII.  $0 = + 8,610 + (44) + (53) + (47)$   
 XVIII.  $0 = + 8,956 + (32) + (47) + (48) + (49) - (52) + (53)$   
 XIX.  $0 = + 7,464 + (45) + (46) - (50) + (51) + (54)$   
 XX.  $0 = + 5,938 + (46) + (54) + (55) + (56)$   
 XXI.  $0 = - 6,310 + (50) + (55) + (56) + (57)$

## 2) Seitengleichungen.

- XXII.  $0 = - 85,0 - 3,7.(1) - 29,9.(2) + 15,6.(6) - 12,5.(7) + 33,2.(8) - 65,0.(9)$   
 XXIII.  $0 = - 30,0 - 28,3.(11) + 24,3.(12) + 24,3.(13) - 31,1.(14) - 31,1.(15)$   
 $- 7,1.(16) - 6,7.(18) + 21,0.(19)$   
 XXIV.  $0 = + 100,0 + 11,3.(12) - 24,3.(13) + 6,7.(18) + 6,7.(19) - 2,9.(20)$   
 $- 2,9.(21) + 17,4.(27) - 12,5.(28)$   
 XXV.  $0 = + 88,0 + 24,0.(14) - 25,2.(15) + 19,2.(24) + 4,3.(25) + 4,3.(26)$   
 $+ 10,0.(27) - 17,4.(28) + 27,4.(31)$   
 XXVI.  $0 = + 30,0 + 19,5.(22) - 44,5.(23) + 23,0.(35) - 29,7.(36) + 55,7.(37)$   
 $+ 1,7.(38)$   
 XXVII.  $0 = + 110,0 - 53,8.(20) + 2,9.(21) - 48,4.(22) - 48,4.(23) - 48,4.(24)$   
 $- 17,4.(27) - 17,4.(28) - 2,8.(29) - 29,7.(36)$   
 XXVIII.  $0 = + 125,0 + 22,6.(30) + 23,3.(34) + 23,3.(35) + 1,7.(37) + 1,7.(38)$   
 $+ 2,2.(39) + 2,2.(40) - 51,0.(41) + 24,0.(42) - 24,0.(43)$   
 XXIX.  $0 = + 24,0 - 12,3.(32) - 12,3.(33) + 13,0.(34) - 2,2.(39) + 14,2.(40)$   
 $- 13,9.(48) + 3,6.(49)$   
 XXX.  $0 = + 178,0 - 20,2.(32) + 12,3.(33) - 25,2.(43) + 18,4.(44) - 33,4.(52)$   
 $+ 35,9.(53)$   
 XXXI.  $0 = + 214,0 - 12,2.(45) + 21,5.(46) - 31,6.(50) - 0,5.(51) - 10,8.(56)$   
 $- 10,5.(57)$

Die obigen Seitengleichungen sind auf dieselbe Weise gebildet, wie die Seitengleichungen im Verbindungsnetze. Die siebente Decimalstelle der Logarithmen ist hier wie dort als Maasseinheit für die in den Gleichungen vorkommenden absoluten Glieder angenommen.

§ 32. Mit Leichtigkeit gelangen wir zu den folgenden, den generellen Gleichungen (9) und (10) entsprechenden Relationen zwischen den Winkelcorrectionen (1), (2), (3)... und den Correlaten I, II, III...

*Tableau 3.*

$$12.(1) = + I - 3,7. XXII$$

$$12.(2) = + I + III - 29,9. XXII$$

$$14.(3) = + I + III$$

$$14.(4) = + II + III$$

$$12.(5) = + IV$$

$$12.(6) = + II + 15,6. XXII$$

$$11.(7) = + I - 12,5. XXII$$

$$10.(8) + (9) = + II + III + 33,2. XXII$$

$$10.(9) + (8) = + II - 65,0. XXII$$

$$10.(10) + (11) = + IV$$

$$10.(11) + (10) + (12) = + V - 28,3. XXIII$$

$$10.(12) + (11) + (13) = + VI + IX + 24,3. XXIII + 11,3. XXIV$$

$$9.(13) + (12) = + VI + 24,3. XXIII - 24,3. XXIV$$

$$15.(14) = + V + VII - 31,1. XXIII + 24,0. XXV$$

$$15.(15) = + V + VII + X - 31,1. XXIII - 25,2. XXV$$

$$15.(16) = + V - 7,1. XXIII$$

$$15.(17) = + IV$$

$$11.(18) + (19) = + VI - 6,7. XXIII + 6,7. XXIV$$

$$11.(19) + (18) = + VI + VII + X + 21,0. XXIII + 6,7. XXIV$$

$$11.(20) = + VIII + X - 2,9. XXIV - 56,8. XXVII$$

$$10.(21) = + VIII + X - 2,9. XXIV + 2,9. XXVII$$

$$11.(22) = + XIII + 19,5.XXVI - 48,4.XXVII$$

$$11.(23) = + XI + XIII - 44,5.XXVI - 48,4.XXVII$$

$$10.(24) = + VIII + IX + 19,2.XXV - 48,4.XXVII$$

$$10.(25) = + VI + VII + IX + 4,3.XXV$$

$$10.(26) = + V + VII + 4,3.XXV$$

$$15.(27) + 3.(31) = + VIII + X + 17,4.XXIV + 10,0.XXV - 17,4.XXVII$$

$$12.(28) - 2.(31) = + VIII + IX - 12,5.XXIV - 17,4.XXV - 17,4.XXVII$$

$$12.(29) = + XI + XIII - 2,8.XXVII$$

$$12.(30) = + XI + XII + 22,6.XXVIII$$

$$7.(31) + 3.(27) - 2.(28) = + X + 27,4.XXV$$

$$10.(32) = + XVI + XVIII - 12,3.XXIX - 20,2.XXX$$

$$15.(33) + 2.(34) + 2.(35) = + XVI - 12,3.XXIX + 12,3.XXX$$

$$15.(34) + 2.(33) + 2.(35) = + XIV + 23,3.XXVIII + 13,0.XXIX$$

$$22.(35) + 2.(33) + 2.(34) + 7.(36) = + XII + 23,0.XXVI + 23,3.XXVIII$$

$$10.(36) + 7.(35) = + XIII - 29,7.XXVI - 29,7.XXVII$$

$$17.(37) + 2.(38) = + XI + XII + 55,7.XXVI + 1,7.XXVIII$$

$$19.(38) + 2.(37) + 2.(39) = + XII + 1,7.XXVI + 1,7.XXVIII$$

$$17.(39) + 2.(38) = + XIV + 2,2.XXVIII - 2,2.XXIX$$

$$15.(40) = + XIV + XV + 2,2.XXVIII + 14,2.XXIX$$

$$10.(41) = - 51,0.XXVIII$$

$$16.(42) - (43) = + XIV + XV + 24,0.XXVIII$$

$$11.(43) - (42) = - XIV + XVI - 24,0.XXVIII - 25,2.XXX$$

$$10.(44) = + XVII + 18,4.XXX$$

$$11.(45) + (46) = + XIX - 12,2.XXXI$$

$$11.(46) + (45) = + XIX + XX + 21,5.XXXI$$

$$14.(47) = + XVII + XVIII$$

$$13.(48) + 2.(49) = + XV + XVI + XVIII - 13,9.XXIX$$

$$14.(49) + 2.(48) = + XVI + XVIII + 3,6.XXIX$$

$$10.(50) = - XIX + XXI - 31,6.XXXI$$

$$15.(51) = + XIX - 0,5.XXXI$$

$$14.(52) - 3.(53) = - XVIII - 33,4.XXX$$

$$14.(53) - 3.(52) = + XVII + XVIII + 35,9.XXX$$

$$15.(54) = + XIX + XX$$

$$15.(55) = + XX + XXI$$

$$11.(56) = + XX + XXI - 10,8.XXXI$$

$$11.(57) = + XXI - 10,5.XXXI$$

§ 33. Solviren wir die im obenstehenden Tableau 3 enthaltenen Gleichungen in Bezug auf (1), (2), (3)..., substituiren wir hernach die so gefundenen Ausdrücke der Grössen (1), (2), (3)... in die Bedingungsleichungen, welche das Tableau 2 enthält, so gelangen wir zu den folgenden 31 Endgleichungen zwischen den Factoren (Correlaten) I, II, III... Diese Gleichungen bilden unter sich drei unabhängige Systeme, durch welchen Umstand die Elimination nicht unbedeutend erleichtert worden ist. Das grösste System ist auf die vortheilhafteste Art hinsichtlich der Elimination geordnet.

*Tableau 4.*

SYSTEM 1.

$$0 = - 0,942 + 0,3290.I + 0,1547.III - 3,9364.XXII$$

$$0 = - 4,695 + 0,3365.II + 0,1623.III - 1,5907.XXII$$

$$0 = - 6,397 + 0,1547.I + 0,1623.II + 0,3270.III + 1,5185.XXII$$

$$0 = - 85,0 - 3,9364.I - 1,5907.II + 1,5185.III + 691,8264.XXII$$

SYSTEM 2.

$$0 = + 7,464 + 0,4000.XIX + 0,1500.XX - 0,1000.XXI + 3,9016.XXXI$$

$$0 = + 5,938 + 0,1500.XIX + 0,3160.XX + 0,1576.XXI + 1,0910.XXXI$$

$$0 = - 6,310 - 0,1000.XIX + 0,1576.XX + 0,3485.XXI - 5,0963.XXXI$$

$$0 = + 214,0 + 3,9016.XIX + 1,0910.XX - 5,0963.XXI + 180,8872.XXXI$$

SYSTEM 3. (Siehe Beilage).

§ 34. Die Elimination zwischen den vorstehenden Endgleichungen hat die folgenden Werthe der Factoren (Correlaten) I, II, III... gegeben:



SYSTEM 3.

IV	V	VI	XXIII	VII	IX	XXIV	X	XXV	VIII	XXVII	XI	XII	XIII	XXVI	XXVIII	XIV	XXIX	XVI	XXX	XV	XVIII	XVII			
+ 0,2510	- 0,0102	+ 0,0009	+ 0,3111	.....	+ 0,0010	+ 0,0144	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	- 3,412 = 0	
- 0,0102	+ 0,4022	- 0,0092	- 7,7308	+ 0,2333	- 0,0103	- 0,1444	+ 0,0667	+ 0,3500	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 0,233 = 0	
+ 0,0009	- 0,0092	+ 0,4584	+ 6,1128	+ 0,1833	+ 0,1908	- 0,3120	+ 0,0833	+ 0,4300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 1,861 = 0
+ 0,3111	- 7,7308	+ 6,1128	+ 386,8301	- 2,1659	+ 2,4988	- 22,6444	- 0,0925	+ 2,4880	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	- 30,0 = 0
	+ 0,2333	+ 0,1833	- 2,1659	+ 0,4250	+ 0,1000	+ 0,5583	+ 0,1584	+ 0,7800	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 4,163 = 0
+ 0,0010	- 0,0103	+ 0,1908	+ 2,4988	+ 0,1000	+ 0,3901	+ 0,2358	+ 0,0220	+ 1,5181	+ 0,1824	- 6,2741	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 0,477 = 0
+ 0,0144	- 0,1444	- 0,3120	- 22,6444	+ 0,5583	+ 0,2358	+ 133,0268	+ 0,4311	+ 9,0922	- 0,4047	+ 11,5430	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 100,0 = 0
	+ 0,0667	+ 0,0833	- 0,0925	+ 0,1584	+ 0,0220	+ 0,4311	+ 0,5215	+ 1,9537	+ 0,2532	- 5,9572	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 6,576 = 0
	+ 0,3500	+ 0,4300	+ 2,4880	+ 0,7800	+ 1,5181	+ 9,0922	+ 1,9537	+ 236,6432	+ 1,0130	- 77,1476	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 88,0 = 0
					+ 0,1824	- 0,4047	+ 0,2532	+ 1,0130	+ 0,4411	- 12,3268	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 2,991 = 0
					- 6,2741	+ 11,5430	- 5,9572	- 77,1476	- 12,3268	+ 114,6339	- 4,6333	+ 1,2502	- 12,8784	+ 252,9530	+ 25,7024	- 0,1471	- 0,1010	- 0,1471	- 1,8117	.....	.....	.....	.....	.....	+ 110,0 = 0
										- 4,6333	+ 0,3171	+ 0,1366	+ 0,1742	- 0,7382	+ 1,9754	+ 0,0007	- 0,0016	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 15,582 = 0
										+ 1,2502	+ 0,1366	+ 0,2442	- 0,0421	+ 5,6786	+ 3,2787	- 0,0127	+ 0,0075	- 0,0070	- 0,0871	.....	.....	.....	.....	.....	+ 3,047 = 0
										- 12,8784	+ 0,1742	- 0,0421	+ 0,3946	- 7,0860	- 0,8654	+ 0,0050	+ 0,0034	+ 0,0050	+ 0,0610	.....	.....	.....	.....	.....	+ 6,335 = 0
										+ 252,9530	- 0,7382	+ 5,6786	- 7,0860	+ 601,8779	+ 59,3807	- 0,2790	- 0,2769	- 0,3098	- 3,8150	.....	.....	.....	.....	.....	+ 30,0 = 0
										+ 25,7024	+ 1,9754	+ 3,2787	- 0,8654	+ 59,3807	+ 448,0724	+ 5,1327	+ 24,8671	- 2,4134	+ 47,4557	+ 1,5181	.....	.....	.....	.....	+ 125,0 = 0
										- 0,1471	+ 0,0007	- 0,0127	+ 0,0050	- 0,2790	+ 5,1327	+ 0,3378	+ 1,8098	- 0,0939	+ 2,0589	+ 0,1238	.....	.....	.....	.....	+ 4,711 = 0
										- 0,1010	- 0,0016	+ 0,0075	+ 0,0034	- 0,2769	+ 24,8671	+ 1,8098	+ 70,7603	- 2,8965	+ 13,1373	- 0,1870	- 1,9446	.....	.....	.....	+ 24,0 = 0
										- 0,1471	.....	- 0,0070	+ 0,0050	- 0,3098	- 2,4134	- 0,0939	- 2,8965	+ 0,3839	- 3,4789	+ 0,0731	+ 0,2292	.....	.....	.....	- 0,412 = 0
										- 1,8117	.....	- 0,0871	+ 0,0610	- 3,8150	+ 47,4557	+ 2,0589	+ 13,1373	- 3,4789	+ 284,6503	- 0,1440	+ 2,0565	+ 3,9919	.....	.....	+ 178,0 = 0
														+ 1,5181	+ 0,1238	- 0,1870	+ 0,0731	- 0,1440	+ 0,2082	+ 0,0674	.....	.....	.....	.....	+ 4,529 = 0
																	- 1,9446	+ 0,2292	+ 2,0565	+ 0,0674	+ 0,4182	+ 0,1302	.....	.....	+ 8,956 = 0
																			+ 3,9919	.....	+ 0,1302	+ 0,2463	.....	.....	+ 8,610 = 0



Tableau 5.

I = — 5,68	XVII = — 25,17
II = + 4,74	XVIII = — 20,85
III = + 19,63	XIX = + 6,39
IV = + 13,82	XX = — 41,52
V = + 11,76	XXI = + 39,22
VI = — 3,97	
VII = — 12,35	XXII = + 0,0583
VIII = — 34,36	XXIII = + 0,2217
IX = + 5,88	XXIV = — 0,6519
X = — 1,75	XXV = — 0,5065
XI = — 68,26	XXVI = — 0,2611
XII = + 34,28	XXVII = — 0,9560
XIII = — 18,40	XXVIII = — 0,0184
XIV = + 1,09	XXIX = — 0,3677
XV = — 21,32	XXX = + 0,0766
XVI = + 15,71	XXXI = + 0,0338

§ 35. Durch die Substitution der obenstehenden numerischen Werthe der Grössen I, II, III... in die Gleichungen des Tableau 3. und durch die Solution dieser Gleichungen in Bezug auf (1), (2), (3)... gelangen wir zu den folgenden numerischen Werthen der Winkelcorrectionen (1), (2), (3)...

Tableau 6.

(1) = — 0,491	(8) = + 2,648	(16) = + 0,679
(2) = + 1,017	(9) = — 0,170	(17) = + 0,921
	(10) = + 1,338	(18) = — 0,752
(3) = + 0,997	(11) = + 0,439	(19) = — 1,548
(4) = + 1,741	(12) = — 0,245	(20) = + 1,826
	(13) = + 1,945	(21) = — 3,699
(5) = + 1,152		
(6) = + ,0471	(14) = — 1,309	(22) = + 2,071
(7) = — 0,582	(15) = + 0,235	(23) = — 2,616

(24) = + 0,807	(35) = + 0,807	(47) = - 3,287
(25) = - 1,261	(36) = + 1,210	(48) = - 1,605
(26) = - 0,277	(37) = - 3,105	(49) = - 0,232
(27) = - 2,142	(38) = + 2,117	(50) = + 3,174
(28) = + 0,218	(39) = - 0,139	(51) = + 0,425
(29) = - 6,999	(40) = - 1,699	(52) = + 0,675
(30) = - 2,866	(41) = + 0,094	(53) = - 2,947
(31) = - 1,253	(42) = - 1,225	(54) = - 2,342
(32) = - 0,216	(43) = + 1,082	(55) = - 0,153
(33) = + 1,380	(44) = - 2,377	(56) = - 0,242
(34) = - 0,567	(45) = + 0,835	(57) = + 3,534.
	(46) = - 3,204	

§ 36. Die Correctionen (1), (2), (3)..., an die im Tableau 4 gegebenen Werthe der Fundamentalwinkel angebracht, führen zu den folgenden vollständig ausgeglichenen Werthen derselben Winkel.

Tableau 7.

Winkel.	Wahrscheinlichste Werthe der Fundamentalwinkel.	Winkel.	Wahrscheinlichste Werthe der Fundamentalwinkel.	Winkel	Wahrscheinlichste Werthe der Fundamentalwinkel.
	Station A.		Station D.		Station F.
D — C	61° 27' 22,787	A — B	12° 5' 58,677	C — D	35° 15' 50,842
B — D	38 43 41,231	C — A	5 50 35,889	G — C	37 13 17,504
	Station B.	C — C	73 38 30,964	E — G	61 43 37,659
C — A	20 32 24,481	G — C	36 35 24,190	F — E	20 22 59,572
D — C	108 37 56,073	H — G	30 36 49,773		Station G.
	Station C.	F — H	10 16 48,631		
			Station E.	M — F	28 58 28,017
D — C	39 43 4,092	H — G	18 9 37,256	F — M	18 12 44,351
B — D	53 25 29,995	F — H	23 9 54,346	F — H	47 34 10,320
A — B	59 16 31,579	D — F	67 15 8,408	D — F	66 37 15,306
		C — D	66 38 26,577	C — D	34 49 56,972

Winkel.	Wahrscheinlichste Werthe der Fundamentalwinkel.	Winkel.	Wahrscheinlichste Werthe der Fundamentalwinkel.	Winkel.	Wahrscheinlichste Werthe der Fundamentalwinkel.
	Station $\Phi$ .		Station $\mathcal{M}$ .		Station $\mathcal{D}$ .
$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	15° 7' 26,684	$\mathcal{G} - \mathcal{H}$	21° 18' 40,686	$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	34° 27' 40,189
$\mathcal{G} - \mathcal{D}$	35 11 47,227	$\mathcal{F} - \mathcal{G}$	73 12 3,907	$\mathcal{M} - \mathcal{N}$	50 11 58,638
$\mathcal{F} - \mathcal{G}$	97 29 37,363	$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	31 55 17,259	$\mathcal{F} - \mathcal{M}$	30 6 45,512
$\mathcal{M} - \mathcal{F}$	42 58 58,990	$\mathcal{N} - \mathcal{D}$	52 0 54,948		Station $\mathcal{P}$ .
$\mathcal{F} - \mathcal{D}$	22 22 46,138			$\mathcal{D} - \mathcal{N}$	33 16 27,116
	Station $\mathcal{L}$ .		Station $\mathcal{N}$ .	$\mathcal{N} - \mathcal{N}$	124 37 18,665
$\mathcal{P} - \mathcal{D}$	32 59 53,680	$\mathcal{H} - \mathcal{M}$	0 38 49,831	$\mathcal{F} - \mathcal{N}$	64 27 51,054
$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	26 47 9,469	$\mathcal{D} - \mathcal{M}$	77 47 10,097	$\mathcal{D} - \mathcal{N}$	96 41 35,005
$\mathcal{M} - \mathcal{N}$	58 10 55,863	$\mathcal{D} - \mathcal{F}$	39 54 15,528		Station $\mathcal{Q}$ .
$\mathcal{H} - \mathcal{M}$	42 30 18,312	$\mathcal{P} - \mathcal{D}$	48 50 46,464	$\mathcal{P} - \mathcal{N}$	28 44 50,497
$\mathcal{G} - \mathcal{H}$	35 19 13,475	$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	27 53 50,470	$\mathcal{N} - \mathcal{P}$	30 19 10,122
		$\mathcal{D} - \mathcal{N}$	32 0 29,745		Station $\mathcal{R}$ .
				$\mathcal{N} - \mathcal{D}$	88 55 32,099
				$\mathcal{P} - \mathcal{N}$	27 28 51,922

§ 37. Das Tableau, welches ich hiernach folgen lasse, enthält eine Zusammenstellung der Winkel derjenigen Dreiecke, welche zur Bildung der Bedingungsgleichungen im Tableau 2 gedient haben, und aus welchen alle vorkommenden Dreiecksseiten sich ableiten lassen. In den beiden Dreiecken  $\mathcal{F}\mathcal{G}\mathcal{H}$  und  $\mathcal{H}\mathcal{M}\mathcal{N}$  sind nur zwei Winkel durch Beobachtungen gegeben, wie schon erwähnt ist. Die nicht gemessenen Winkel sind durch ( ) eingeschlossen. Die dritte Decimalstelle der Secunde, welche bisher nur als Rechnungsgrösse mitgenommen ist, wird in den ausgeglichenen Werthen der Dreieckswinkel verworfen.

Tableau 8.

Dreiecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.		Ausgegliche Wink.		Dreiecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.		Ausgegliche Wink.	
		sphär.	ebene.	sphär.	ebene.			sphär.	ebene.		
$\mathcal{N}\mathcal{B}\mathcal{C}$	$\mathcal{N}$	100° 11' 3,492	4,02	3,99	$\mathcal{B}\mathcal{C}\mathcal{D}$	$\mathcal{B}$	108° 37' 54,332	56,07	55,86		
	$\mathcal{B}$	20 32 23,484	24,48	24,46		$\mathcal{C}$	53 25 29,524	30,00	29,78		
	$\mathcal{C}$	59 16 32,161	31,58	31,55		$\mathcal{D}$	17 56 32,088	34,57	34,35		
	Summe	179 59 59,137	0,08	0,00		Summe	179 59 55,944	0,64	0,00		
	180° + Exc. sph.	180 0 0,079				180° + Exc. sph.	180 0 0,639				
	Dreiecksfehler	— 0,942				Dreiecksfehler	— 4,695				

Drei- ecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.		Ausgeglichene Winkel		Drei- ecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.		Ausgeglichene Winkel	
		sphär.	ebene.	sphär.	ebene.			sphär.	ebene.		
A B D	A	38° 43' 40",214	41",23	41",08	E D E	E	39° 43' 2",940	4",09	3",55		
	B	129 10 17,816	20,55	20,40		D	37 38 29,626	30,96	30,42		
	D	12 5 56,029	58,68	58,52		E	66 38 25,656	26,58	26,03		
	Summe	179 59 54,059	0,46	0,00		Summe	179 59 58,222	1,63	0,00		
	180° + Exc. sph.	180 0 0,456				180° + Exc. sph.	180 0 1,634				
Dreiecksfehler		— 6,397		Dreiecksfehler		— 3,412					
D E G	D	36° 35' 23",751	24",19	23",80	D F G	D	40° 53' 36",704	38",40	37",72		
	E	108 34 40,405	40,01	39,62		F	72 29 10,646	8,35	7,66		
	G	34 49 57,249	56,97	56,58		G	66 37 16,567	15,31	14,62		
	Summe	180 0 1,405	1,17	0,00		Summe	180 0 3,917	2,06	0,00		
	180° + Exc. sph.	180 0 1,172				180° + Exc. sph.	180 0 2,056				
Dreiecksfehler		+ 0,233		Dreiecksfehler		+ 1,861					
E F G	E	41° 19' 32",676	31",60	31",14	F G H	F	82° 6' 39",104	37",23	36",75		
	F	37 13 19,052	17,50	17,04		G	47 34 9,513	10,32	9,83		
	G	101 27 13,816	12,28	11,82		H	50 19 15,835	13,91	13,42		
	Summe	180 0 5,544	1,38	0,00		Summe	180 0 4,452	1,46	0,00		
	180° + Exc. sph.	180 0 1,381				180° + Exc. sph.	180 0 1,461				
Dreiecksfehler		+ 4,163		Dreiecksfehler		+ 2,991					
D G H	D	30° 36' 50",018	49",77	48",90	E F H	E	23° 9' 54",111	54",35	53",71		
	G	114 11 26,080	25,63	24,75		F	119 19 58,156	54,74	54,10		
	H	35 11 47,009	47,23	46,35		H	37 30 16,217	12,82	12,19		
	Summe	180 0 3,107	2,63	0,00		Summe	180 0 8,484	1,91	0,00		
	180° + Exc. sph.	180 0 2,630				180° + Exc. sph.	180 0 1,908				
Dreiecksfehler		+ 0,477		Dreiecksfehler		+ 6,576					
F G R	F	61° 43' 35",833	37",66	36",53	G H M	G	18° 12' 46",967	44",35	43",89		
	G	94 45 22,426	22,69	21,56		H	140 28 46,218	36,35	35,89		
	Summe	156 28 58,259	0,35	58,09		M	21 18 43,791	40,69	40,22		
	180° + Exc. sph.	180 0 3,383				Summe	180 0 16,976	1,39	0,00		
	(R	23 31 5,124	3,03	1,91)		180° + Exc. sph.	180 0 1,394				
Dreiecksfehler		+ 15,582		Dreiecksfehler		+ 15,582					

Drei- ecke	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgeglichen Winkel		Drei- ecke	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgeglichen Winkel	
			sphär.	ebene.				sphär.	ebene.
699	6	94° 30' 45,581	44,59	43,96	699	6	47° 11' 12,913	12,37	11,30
	8	42 30 17,505	18,31	17,68		8	97 29 44,362	37,36	36,29
	9	42 58 61,856	58,99	58,36		9	35 19 12,265	13,47	12,41
	Summe	180 0 4,942	1,89	0,00		Summe	180 0 9,540	3,20	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 1,895				180° + Exc. sph.	180 0 3,205		
Dreiecksfehler		+ 3,047			Dreiecksfehler		+ 6,335		
995	9	100° 41' 13,935	14,17	12,69	995	9	58° 10' 56,430	55,86	54,98
	9i	37 14 7,139	4,74	3,25		9i	83 56 14,045	12,21	11,33
	Summe	137 55 21,074	18,91	15,94		Summe	180 0 7,351	2,64	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 4,464				180° + Exc. sph.	180 0 2,640		
	(6)	42 4 43,390	45,55	44,06		Dreiecksfehler		+ 4,711	
999	9	52° 0' 56,647	54,95	53,72	999	9	59° 47' 1,985	3,15	2,21
	9i	77 47 11,322	10,10	8,87		9i	39 54 14,446	15,53	14,58
	9o	50 11 60,243	58,64	57,41		9o	80 18 45,987	44,15	43,21
	Summe	180 0 8,212	3,69	0,00		Summe	180 0 2,418	2,83	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 3,683				180° + Exc. sph.	180 0 2,830		
Dreiecksfehler		+ 4,529			Dreiecksfehler		- 0,412		
999	9	48° 50' 48,841	46,46	45,91	999	9	32° 13' 47,573	43,95	43,29
	9i	96 41 37,952	35,01	34,45		9i	32 59 53,896	53,68	53,02
	9o	34 27 43,476	40,19	39,64		9o	114 46 29,463	24,34	23,69
	Summe	180 0 10,269	1,66	0,00		Summe	180 0 10,932	1,97	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 1,659				180° + Exc. sph.	180 0 1,976		
Dreiecksfehler		+ 8,610			Dreiecksfehler		+ 8,956		
999	9	59° 54' 22,584	20,21	19,46	999	9	32° 0' 32,949	29,75	28,92
	9i	91 20 54,298	51,55	50,80		9i	59 3 63,114	60,62	59,80
	9o	28 44 52,839	50,50	49,74		9o	88 55 32,341	32,10	31,28
	Summe	180 0 9,721	2,26	0,00		Summe	180 0 8,404	2,47	0,00
	180° + Exc. sph.	180 0 2,257				180° + Exc. sph.	180 0 2,466		
Dreiecksfehler		+ 7,464			Dreiecksfehler		+ 5,938		

Dreiecke.	Winkel.	Beobachtete sphärische Winkel.	Ausgeglichene Winkel	
			sphär.	ebene
BDR	B	33° 16' 23",942	27",12	26",70
	D	30 19 10,275	10,12	9,70
	R	116 24 20,729	24,02	23,60
	Summe	179 59 54,946	1,26	0,00
180° ← Exc. sph.		180 0 1,256		
Dreiecksfehler		— 6,310		

§ 38. Aus den Dreiecken in § 37 stellen sich schliesslich, mit Hinzuziehung der in der ersten Abtheilung dieser Abhandlung, p. 453, bestimmten Länge der Dreiecksseite  $DR$  (NUPPI-VAARA—LOHDIZHOKKI),  $\log DR = 4,1506537$ , die folgenden wahrscheinlichsten Werthe der Dreiecksseiten heraus:

Tableau 9.

bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen	bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen.
	von A			von D	
B	3,6566421	4535,677	A	4,2246685	16775,232
C	3,2674668	1851,258	B	4,1315411	13537,583
D	4,2246685	16775,232	C	4,2034039	15973,640
	von B		C	4,0460485	11118,559
A	3,6566421	4535,677	E	4,2494463	17760,135
C	3,7154314	5193,157	F	4,2660366	18451,711
D	4,1315411	13537,583	G	4,4654145	29202,127
	von C			von E	
A	3,2674668	1851,258	C	4,2225983	16695,458
B	3,7154314	5193,157	D	4,0460485	11118,559
D	4,2034039	15973,640	F	4,2741684	18800,459
E	4,2225983	16695,458	G	4,0645849	11603,390
			H	4,4301040	26921,795



bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen.	bis	Logar. der Entfernung in Toisen.	Entfernung in Toisen.
		von F			von M
D	4,2494463	17760,135	G	4,4555574	28546,796
E	4,2741684	18800,459	H	4,1467336	14019,535
F	4,1026671	12666,805	I	4,1506537	14146,651
G	4,0844992	12147,844	N	4,2917422	19576,824
H	4,5001697	31635,138	O	4,3962813	24904,701
		von G			von N
		von G	H	4,5262534	33593,357
D	4,2660366	18451,711	I	4,3600265	22910,074
E	4,0645849	11603,390	N	4,2917422	19576,824
F	4,1026671	12666,805	O	4,3028457	20083,792
G	4,2122563	16302,579	P	4,0585131	11442,295
H	4,4464953	27957,303	Q	4,3762974	23784,683
M	4,4555574	28546,796	R	4,3097423	20405,268
		von H			von O
		von H	I	4,1734638	14909,526
D	4,4654145	29202,127	N	4,3962813	24904,701
E	4,4301040	26921,795	N	4,3028457	20083,792
F	4,0844992	12147,844	P	4,1825784	15225,740
G	4,2122563	16302,579			von P
H	4,3156614	20685,281	I	4,4045653	25384,304
M	4,1467336	14019,535	N	4,0585131	11442,295
N	4,5262534	33593,357	O	4,1825784	15225,740
		von I	Q	4,3135333	20584,166
		von I	R	4,0645257	11601,808
		von I			von Q
F	4,5001697	31635,138	N	4,3762974	23784,683
G	4,4464953	27957,303	P	4,3135333	20584,166
H	4,3156614	20685,281	R	4,1006810	12609,012
M	4,1506537	14146,651			von R
N	4,3600265	22910,074	N	4,3097423	20405,268
O	4,1734638	14909,526	P	4,0645257	11601,808
P	4,4045653	25384,304	Q	4,1006810	12609,012

§ 39. Um die Genauigkeit der hier behandelten Winkelmessungen durch eine präcise Zahl anzugeben, bemerke ich zunächst, dass wir für diesen Zweck nicht nöthig haben bis zu den einzelnen unmittelbaren Messungen zurückzugehen, obwohl die ursprünglich gestellte Minimumbedingung sich auf diese bezog. Aus den Gleichungen (9) in unserer allgemeinen Formelentwicklung geht nämlich hervor, dass wir zu denselben Resultaten gelangt wären, wenn wir gesetzt hätten

$$\text{Min.} = m_a(1)^2 + m_b(2)^2 + m_c(3)^2 \dots + m_p\{\alpha(1) + \beta(2) + \gamma(3) \dots\}^2 + m_q\{\alpha'(1) + \beta'(2) + \gamma'(3) \dots\}^2 \dots$$

wo (1), (2), (3) . . . , so wie bisher, Correctionen sind, welche auch an die wahrscheinlichsten Werthe der Fundamentalwinkel  $A, B, C \dots$ , so wie sie sich allein aus den Winkelmessungen auf den einzelnen Stationen ableiten lassen, angebracht werden müssen, damit die geometrischen Bedingungen des ganzen Netzes erfüllt werden. Es wird sogar richtiger sein, von der hierauf gestellten Minimumbedingung auszugehen, wenn wir den wahrscheinlichen Fehler der Winkelmessungen berechnen wollen, weil, allgemein gesprochen, die einzelnen Beobachtungen so angeordnet sein können, dass unter ihnen eine Fehlercompensation stattfindet, welche compensirten Fehler weiter keinen Einfluss, weder auf die aus den Winkelmessungen gezogenen Resultate noch auf ihre Genauigkeit haben können.

Die nach der obenstehenden Formel berechnete Summe der Fehlerquadrate ist = 2602,86. Um hieraus das Quadrat des mittlern Fehlers einer Winkelbestimmung mit dem Gewichte 1, oder einer einzelnen Winkelmessung abzuleiten, muss diese Quadratsumme mit der Anzahl der überzähligen Bestimmungen des Netzes dividirt werden, welche Anzahl mit der Zahl der geometrischen Bedingungen zusammenfällt, welchen die gemessenen Winkel unterworfen sind. Diese Bedingungen hatten wir beim Suchen der Correctionen (1), (2), (3) . . . auf die Zahl 31 reducirt. Ihre Anzahl ist aber ursprünglich grösser, indem die bei der allgemeinen Formelentwicklung durch  $f(A, B, C \dots)$   $f'(A, B, C \dots)$  . . . bezeichneten Functionen ebenfalls geometrische Bedingungen sind, deren Zahl hier in Betracht kommt. Mit andern Worten, wir haben die Summe 2602,86 mit der Anzahl der in der obenstehenden Minimumgleichung enthaltenen quadratischen Glieder, um die Anzahl der eigentlichen Unbekannten unseres Ausgleichungsproblems, oder 26, verringert, zu dividiren. Die Zahl der soeben angedeuteten quadratischen Glieder ist aber 72. Demnach haben wir:

$$\text{mittlerer Fehler einer Winkelbestimmung mit dem Gewichte } p = \mp \sqrt{\frac{2602,86}{(72-26)p}} = \mp \frac{7,522}{\sqrt{p}},$$

oder

$$\text{wahrscheinlicher Fehler derselben Bestimmung} = \mp \frac{5,073}{\sqrt{p}},$$

wo die Gewichtseinheit das Gewicht einer einzelnen Messung eines kleinsten Winkels ist.

Ich habe den wahrscheinlichen Fehler einer solchen Winkelmessung aus der Uebereinstimmung der einzelnen Messungen mit ihren Mittelwerthen abgeleitet, und habe ihn auf diesem Wege =  $\mp 3,324$

gefunden. Die vollständige Ausgleichung giebt also einen bedeutend grösseren wahrscheinlichen Fehler einer Winkelmessung, so wie es auch in Bezug auf die am Repsold'schen Instrumente beobachteten Richtungen im Verbindungsnetze der Fall war. (Siehe Seite 430).

## ANHANG.

### § 40. Höhen der Norwegischen Dreieckspunkte über der Meeresfläche.

In Zusammenhang mit den Messungen der Horizontalwinkel der Norwegischen Dreiecke wurde ein trigonometrisches Nivellement ausgeführt, welches für die Dreieckspunkte im Hauptnetze vom nördlichen Endpunkte, FUGLENAES, und für das Verbindungsdreiecksnetz vom westlichen Basisendpunkte, BUGTEN, ausging. Die Höhen der beiden Ausgangspunkte, FUGLENAES und BUGTEN, welche sich dicht am Meeresufer befinden, wurden unmittelbar durch kleine mechanische Nivellirungsoperationen bestimmt.

Das Instrument, welches für das trigonometrische Nivellement gedient hat, ist dasselbe Repsold'sche Universalinstrument, mit welchem die Horizontalwinkel gemessen sind. Das Instrument ist für solchen Zweck mit einem 6-zölligen Höhenkreis, welcher durch zwei einander diametral gegenüberstehende Mikroskope abgelesen wird, versehen. Eine kleine Häng-Libelle, auf den Mikroskopenträger angebracht, giebt die gemeinschaftlichen Verrückungen der beiden Mikroskope an.\*)

Der Beobachter, Herr Rittmeister Klouman, welcher sein Augenmerk hauptsächlich auf die Horizontalwinkel gerichtet hatte, hat, und das mit Recht, das Nivellement nur als Nebensache behandelt. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass nicht immer die vortheilhaftesten Tageszeiten für Messungen vertikaler Winkel benutzt sind, und dass die von einer Station aus zu beobachtenden Dreieckspunkte nicht immer nach einem vorausgefassten Plan gewählt werden konnten, indem der Beobachter sich häufig auf das Beobachten derjenigen Signale beschränken musste, welche gerade sichtbar waren, wenn ihm Musse gegeben war an die Vertikalwinkelmessungen zu gehen. Wenn nicht zwei Beobachter vorhanden sind, um reciproke Zenithdistanzen gleichzeitig zu messen, oder wenn das Terrain nicht erlaubt, die Zenithdistanzen je zweier Punkte, deren Höhenunterschiede bestimmt werden sollen, von einem Punkte aus zu messen, welcher sich

---

\*) *Note de l'éditeur.* Une division du niveau répondait à 4<sup>1</sup>/<sub>54</sub>. A chaque pointé d'un objet, les deux bouts de la bulle ont été lus, pour corriger la lecture micrométrique.

nahezu in der Mitte zwischen den beiden fraglichen Punkten befindet, um somit den Höhenunterschied von der jedesmaligen Refraction, vorausgesetzt dass sie nach beiden Richtungen gleich ist, unabhängig zu machen; so bleibt die Methode der reciproken Vertikalwinkelmessungen, wenn sie auch nicht gleichzeitig sein können, doch immer die vortheilhafteste, wenn nur dieselbe und die günstigste Tageszeit für das Messen der beiden reciproken Zenithdistanzen gewählt werden kann. Aber selbst dies hat, aus dem angegebenen Grunde, nicht regelmässig befolgt werden können. Indessen bewirkten die beträchtlichen Höhen der Dreieckspunkte, dass die Refraction eine grosse Constanz hatte, und dass somit die Höhenunterschiede der Dreieckspunkte sich aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial mit einer verhältnissmässig recht befriedigenden Genauigkeit ableiten lassen. Eine Menge überzähliger, zur Bestimmung der Höhenunterschiede nicht nothwendiger, und meistens nicht reciprok beobachteter Zenithdistanzen liefern das nöthige Material, um die Refractionsconstante mit hinlänglicher Schärfe abzuleiten, und um zu einem sicheren Urtheile über die Genauigkeit der Höhenbestimmungen zu gelangen.

In den Tagebüchern sind die Barometer- und Thermometerstände, welche zu den Zeiten der Vertikalwinkelmessungen stattfanden, regelmässig annotirt. Bei der Berechnung des Einflusses der Refraction auf die Zenithdistanzen im Hauptdreiecksnetze sind dieselben, so wie auch die Abhängigkeit der Refraction von den höheren Potenzen des Winkels, welchen die beiden Lothlinien, durch den Beobachtungsort und das Beobachtungsobject, mit einander machen, auf eine Weise berücksichtigt worden, zu deren Auseinandersetzung hier nicht der geeignete Ort ist. Im Verbindungsdreiecksnetze ist auf diese Momente keine Rücksicht genommen, weil bei den geringen Entfernungen in demselben ihr Einfluss auf die abzuleitenden Höhenunterschiede fast gänzlich verschwindend ist.

Nachdem die strengen, den beobachteten Höhenunterschieden entsprechenden Bedingungsgleichungen zwischen einer Constante der Refraction, und den Höhen der Dreieckspunkte über dem Ausgangspunkte gebildet waren, wurden durch Tâtonnement die wahrscheinlichsten Werthe der Unbekannten näherungsweise aus diesen Gleichungen ermittelt. Eine vollkommen strenge Ausgleichung hätte nur durch umständlichere Zahlenrechnungen, als es mir der Mühe werth erschien, erlangt werden können.

#### *Höhen der Dreieckspunkte im Hauptdreiecksnetze.*

a) Die nachfolgenden *Höhenunterschiede* sind mit dem definitiven Werthe der Refractionsconstante berechnet worden. Die bei den früheren Rechnungen angewandten Bezeichnungen der Dreieckspunkte sind hier beibehalten.

1. G — A = + 207,85 Toisen	14. S — Q = + 143,37 Toisen
2. D — A = + 544,98 „	15. M — Q = + 105,83 „
3. B — A = + 143,71 „	16. M — S = — 37,72 „
4. D — B = + 399,93 „	17. D — Q = — 4,36 „
5. D — G = + 230,20 „	18. N — M = + 21,72 „
6. F — G = + 168,74 „	19. D — M = — 111,38 „
7. G — G = + 34,53 „	20. P — N = — 154,28 „
8. S — G = + 143,67 „	21. P — D = — 22,52 „
9. D — G = + 196,16 „	22. N — P = — 4,72 „
10. G — D = — 195,67 „	23. Q — P = + 16,80 „
11. F — G = + 134,36 „	24. Q — N = — 138,73 „
12. S — D = — 87,97 „	25. N — N = — 157,09 „
13. D — S = + 88,15 „	

Der wahrscheinliche Fehler eines Höhenunterschiedes ist durchschnittlich =  $\mp$  0,49 Toisen.

b) Aus den obigen Höhenunterschieden sind die folgenden *Werthe der Höhen über A* abgeleitet worden, denen Näherungswerthe ihrer wahrscheinlichen Fehler beigeschrieben sind:

B — A = + 144,16 $\mp$ 0,38 Toisen	Q — A = + 313,30 $\mp$ 0,66 Toisen
G — A = + 207,85 $\mp$ 0,49 „	M — A = + 419,30 $\mp$ 0,66 „
D — A = + 544,54 $\mp$ 0,38 „	N — A = + 440,68 $\mp$ 0,76 „
G — A = + 313,87 $\mp$ 0,54 „	D — A = + 308,59 $\mp$ 0,76 „
F — A = + 482,74 $\mp$ 0,66 „	P — A = + 286,40 $\mp$ 0,85 „
G — A = + 348,51 $\mp$ 0,54 „	Q — A = + 302,57 $\mp$ 0,85 „
S — A = + 456,84 $\mp$ 0,54 „	N — A = + 282,63 $\mp$ 0,85 „

c) Aus dem vorangehenden Tableau und der direct bestimmten Höhe von A = 7,10 Toisen über der mittleren Meeresfläche, gehen die folgenden *Höhen der Dreieckspunkte über dem Meere* hervor:

A. FUGLENAES	+ 7,10 Toisen	G. JEMMELUFT-OIVI	+ 320,97 Toisen
B. HAAJEN	+ 151,26 „	F. KAAVEN	+ 489,84 „
G. TYVEN	+ 214,95 „	G. BALKIS-OIVI	+ 355,61 „
D. JEDKI	+ 551,64 „	S. HALDI	+ 463,94 „

У. LOHDIZHJOKKI	+ 320,40 Toisen	В. SPJELLEGA	+ 293,50 Toisen
М. NUPPI-VAARA	+ 426,40 „	С. АТІК	+ 309,67 „
М. ZHJARA-VAARA	+ 447,78 „	М. BÄLJATZ-VAARA	+ 289,73 „
С. AVJO-VAARA	+ 315,69 „		

*Höhen der Dreieckspunkte im Verbindungsdreiecksnetze.*

a) Unmittelbare Höhenunterschiede.

		Correction.
1. $A - B = -$	3,28 Toisen.	- 0,13
2. $A - B = -$	3,54 „	+ 0,13
3. $A - B = -$	3,46 „	+ 0,05
4. $C - B = +$	7,69 „	+ 0,10
5. $C - B = +$	8,01 „	- 0,22
6. $D - B = +$	104,76 „	+ 0,02
7. $D - B = +$	104,78 „	0,00
8. $D - B = +$	104,75 „	+ 0,03
9. $A - C = -$	10,98 „	- 0,22
10. $A - C = -$	11,31 „	+ 0,11
11. $A - E = -$	147,36 „	+ 0,01
12. $C - E = -$	136,13 „	- 0,02
13. $F - D = +$	114,36 „	+ 0,04
14. $G - D = +$	108,12 „	0,00
15. $F - E = +$	75,21 „	+ 0,04
16. $G - E = +$	69,02 „	- 0,05
17. $H - F = +$	16,84 „	- 0,04
18. $I - F = +$	105,79 „	+ 0,19
19. $K - F = +$	91,34 „	+ 0,04
20. $H - G = +$	22,89 „	+ 0,19
21. $I - G = +$	112,41 „	- 0,17
22. $K - H = +$	74,65 „	- 0,07

b) Aus einer approximativen Ausgleichung der vorstehenden Unterschiede sind die folgenden Höhen der Dreieckspunkte über  $B$  hervorgegangen:

$A - B = - 3,41$ Toisen	$G - B = + 212,90$ Toisen
$C - B = + 7,79$ „	$H - B = + 235,98$ „
$D - B = + 104,78$ „	$I - B = + 325,14$ „
$E - B = + 143,93$ „	$K - B = + 310,56$ „
$F - B = + 219,18$ „	

Der wahrscheinliche Fehler eines unmittelbaren Höhenunterschiedes wird hiernach  $= \mp 0,097$  Toisen.

c) Die Höhe von  $B$  über dem mittleren Niveau des angrenzenden Meerbusens ist direct bestimmt zu 4,926 Toisen. Hiemit ergeben sich folgende

*Höhen der Dreieckspunkte über dem Meere.*

$A$ . ELVERAKKEN	$+ 1,52$ Toisen.	$\mp 0,10$
$B$ . BUGTEN	$+ 4,93$ „	$0,00$
$C$ . RAFSHOLMEN	$+ 12,72$ „	$0,14$
$D$ . KONGSHAVNFJELD	$+ 109,71$ „	$0,10$
$E$ . LILLE-REIPAS	$+ 148,86$ „	$0,14$
$F$ . SKUODE-VAARA	$+ 224,11$ „	$0,14$
$G$ . STORE-REIPAS	$+ 217,83$ „	$0,14$
$H$ . PESKA-VAARA	$+ 240,91$ „	$0,17$
$I$ . VUOSGOL-VAARA	$+ 330,07$ „	$0,17$
$K$ . RAUTAS-VAARA	$+ 315,49$ „	$0,17$

Diese Höhen beziehen sich für  $A$  und  $B$  auf die bezeichneten Endpunkte der Basis

für  $C$  und  $D$  auf den Befestigungspunkt der Streben des Signals

für  $E, F, G, H, I$  und  $K$  auf die Signal-Tonnen (die Mitten der Tonnen)

Durchschnittlich kann angenommen werden, dass der Befestigungspunkt der Streben der Signale 0.85 Toisen, und die Mitte der Signal-Tonne 1,5 Toisen über dem Boden sich befand. Diese Zahlen sind indess nur ungefähre Schätzungen, da die Dimensionen der Signale nirgends in den Tagebüchern angegeben sind.







Tableau 5

I	III	XXII	II	XXIII	V	IV	XXV	IX	XXVI	X	VI	VIII	XXIV	XXVII	XII	VII	XI	XIII	XV	XXVIII	2
+ 0,1833	- 0,0583	+ 0,8217	+ 0,0667	+ 0,5633																	
- 0,0583	+ 0,2833	- 1,0383	+ 0,1167	- 0,1633	+ 0,1167		- 0,3400	+ 0,1167													
+ 0,8217	- 1,0383	+ 27,4023	- 1,2483	- 2,0107	- 0,7333	+ 0,7150		- 0,7333	+ 0,6767	+ 0,7150											
+ 0,0667	+ 0,1167	- 1,2483	+ 0,3000	+ 0,2533	+ 0,1167	- 0,1167	- 0,3400	+ 0,1167	+ 0,1167	- 0,1167											
+ 0,5633	- 0,1633	- 2,0107	+ 0,2533	+ 192,7523	+ 2,1750	- 1,5083	- 122,3069	- 0,1633	+ 48,5228	+ 0,1467	- 0,5500	- 0,5500	+ 13,4750								
	+ 0,1167	- 0,7333	+ 0,1167	+ 2,1750	+ 0,4000	+ 0,1667	- 3,7283	+ 0,1167	- 1,0500		- 0,1667	- 0,1667	+ 2,0417								
		+ 0,7150	- 0,1167	- 1,5083	+ 0,1667	+ 0,4000	- 1,6000		- 3,3717	+ 0,1167	- 0,1667	- 0,1667	+ 2,0417								
	- 0,3400		- 0,3400	- 122,3069	- 3,7283	- 1,6000	+ 856,1897	+ 7,6500	+ 172,4642	+ 3,2667	+ 1,6000	+ 1,0417	- 93,0225	- 50,6333		- 3,2667					
	+ 0,1167	- 0,7333	+ 0,1167	- 0,1633	+ 0,1167		+ 7,6500	+ 0,4088	+ 1,2500	+ 0,1755	- 0,0003	+ 0,1755	- 4,0083	+ 0,3467	- 0,0003	- 0,1758					
		+ 0,6767	+ 0,1167	+ 48,5228	- 1,0500	- 3,3717	+ 172,4642	+ 1,2500	+ 380,6190	+ 5,0300	+ 1,0500	- 1,5250	+ 17,4542	- 19,3750		- 1,2500					
		+ 0,7150	- 0,1167	+ 0,1467		+ 0,1167	+ 3,2667	+ 0,1755	+ 5,0300	+ 0,4089	- 0,0003	+ 0,1755	- 4,0083	+ 0,3467	- 0,0003	- 0,1758					
				- 0,5500	- 0,1667	- 0,1667	+ 1,6000	- 0,0003	+ 1,0500	- 0,0003	+ 0,5195	+ 0,1664	+ 0,3167	+ 0,7862	+ 0,1861	+ 0,1864					
				- 0,5500	- 0,1667	- 0,1667	+ 1,0417	+ 0,1755	- 1,5250	+ 0,1755	+ 0,1664	+ 0,5089	- 9,8750	+ 0,3467	- 0,0003	- 0,1758					
				+ 13,4750	+ 2,0417	+ 2,0417	- 93,0225	- 4,0083	+ 17,4542	- 4,0083	+ 0,3167	- 9,8750	+ 444,8616	+ 76,4667	+ 1,4333	+ 6,3083	- 0,8667	- 0,8667	- 0,8667	+ 1,0625	
							- 50,6333	+ 0,3467	- 19,3750	+ 0,3467	+ 0,7862	+ 0,3467	+ 76,4667	+ 327,4485	- 1,8317	+ 1,3645	- 0,1917	- 0,9250	- 0,9250	- 12,6367	+ 0
								- 0,0003		- 0,0003	+ 0,1861	- 0,0003	+ 1,4333	- 1,8317	+ 0,6064	+ 0,1864	+ 0,2463		+ 0,0561	- 4,0773	- 0
							- 3,2667	- 0,1758	- 1,2500	- 0,1758	+ 0,1864	- 0,1758	+ 6,3083	+ 1,3645	+ 0,1864	+ 0,5289	- 0,1667	- 0,1667	- 0,1667	- 0,2083	
													- 0,8667	- 0,1917	+ 0,2463	- 0,1667	+ 0,5518	+ 0,1667	+ 0,2228	- 3,5044	- 0
													- 0,8667	- 0,9250		- 0,1667	+ 0,1667	+ 0,5000	+ 0,1667	- 3,3750	
													- 0,8667	- 0,9250	+ 0,0561	- 0,1667	+ 0,2228	+ 0,1667	+ 0,4920	- 1,3510	+ 0
													+ 1,0625	- 12,6367	- 4,0773	- 0,2083	- 3,5044	- 3,3750	- 1,3510	+ 859,5321	+ 2
														+ 0,7289	- 0,1843		- 0,1902		+ 0,1025	+ 2,2028	+ 0
													+ 10,3333	- 7,1333	- 1,0605	+ 0,6667	- 3,4000	- 0,6667	+ 4,4083	- 29,6712	- 0
																					+ 0
													+ 10,4975		- 0,3141	- 2,0583	+ 1,7442	- 5,6917	+ 10,7948	+ 471,9762	+ 3
														- 1,4623	- 0,0059		- 0,1389	+ 0,1667		+ 5,0673	- 0
																		+ 0,1667	- 0,1667	- 0,8750	
																		+ 0,1667		- 0,8750	
																		+ 0,4167	+ 0,2000		
																		+ 1,4833	+ 4,2583	+ 2,0125	

Tableau 5

IV	XXVII	XII	VII	XI	XIII	XV	XXVIII	XVII	XXIX	XXXIV	XXX	XIV	XVI	XIX	XXXI	XXXIII	XVIII	XXXV	XX	XXXII	XXI	XXXVI	
																							+ 0,806 = 0
																							+ 7,833 = 0
																							- 9,6 = 0
																							+ 3,217 = 0
1,4750																							- 45,7 = 0
1,0417																							+ 0,292 = 0
1,0417																							- 0,122 = 0
1,0225	50,6333		- 3,2667																				+ 10,3 = 0
0,0083	+ 0,3467	- 0,0003	- 0,1758																				+ 3,397 = 0
4542	- 19,3750		- 1,2500																				- 83,2 = 0
0,0083	+ 0,3467	- 0,0003	- 0,1758																				- 2,270 = 0
3167	+ 0,7862	+ 0,1861	+ 0,1864																				+ 5,963 = 0
8750	+ 0,3467	- 0,0003	- 0,1758																				+ 1,460 = 0
8616	+ 76,4667	+ 1,4333	+ 6,3083	- 0,8667	- 0,8667	- 0,8667	+ 1,0625		+ 10,3333		+ 10,4975												- 44,1 = 0
4667	+ 327,4485	- 1,8317	+ 1,3645	- 0,1917	- 0,9250	- 0,9250	- 12,6367	+ 0,7289	- 7,1333			- 1,4623											- 116,3 = 0
4333	- 1,8317	+ 0,6064	+ 0,1864	+ 0,2463		+ 0,0561	- 4,0773	- 0,1843	- 1,0605		- 0,3141	- 0,0059											- 1,794 = 0
3083	+ 1,3645	+ 0,1864	+ 0,5289	- 0,1667	- 0,1667	- 0,1667	- 0,2083		+ 0,6667		- 2,0583												- 2,705 = 0
8667	- 0,1917	+ 0,2463	- 0,1667	+ 0,5518	+ 0,1667	+ 0,2228	- 3,5044	- 0,1902	- 3,4000		+ 1,7442	- 0,1389											- 1,851 = 0
8667	- 0,9250		- 0,1667	+ 0,1667	+ 0,5000	+ 0,1667	- 3,3750		- 0,6667		- 5,6917	+ 0,1667	+ 0,1667	+ 0,1667	+ 0,4167	+ 1,4833							+ 0,169 = 0
8667	- 0,9250	+ 0,0561	- 0,1667	+ 0,2228	+ 0,1667	+ 0,4920	- 1,3510	+ 0,1025	+ 4,4083		+ 10,7948		- 0,1667		+ 0,2000	+ 4,2583							- 1,767 = 0
0625	- 12,6367	- 4,0773	- 0,2083	- 3,5044	- 3,3750	- 1,3510	+ 859,5321	+ 2,2028	- 29,6712		+ 471,9762	+ 5,0673	- 0,8750	- 0,8750		+ 2,0125							- 52,5 = 0
	+ 0,7289	- 0,1843		- 0,1902		+ 0,1025	+ 2,2028	+ 0,4696	- 0,2718	+ 0,0833	+ 3,7340	- 0,0102											+ 4,473 = 0
3333	- 7,1333	- 1,0605	+ 0,6667	- 3,4000	- 0,6667	+ 4,4083	- 29,6712	- 0,2718	+ 331,4978	- 0,4667	+ 315,7850	+ 1,7629	- 3,5417			+ 74,0275	+ 110,9908						+ 12,8 = 0
								+ 0,0833	- 0,4667	+ 0,1667													- 2,733 = 0
4975		- 0,3141	- 2,0583	+ 1,7442	- 5,6917	+ 10,7948	+ 471,9762	+ 3,7340	+ 315,7850		+ 1306,2370	- 5,0417	- 11,6417	- 5,0417	- 105,9050	+ 176,3800	+ 1,2833		+ 1,2833	+ 65,3425			+ 107,9 = 0
	- 1,4623	- 0,0059		- 0,1389	+ 0,1667		+ 5,0673	- 0,0102	+ 1,7629		- 5,0417	+ 0,4825	+ 0,1667	+ 0,1667	+ 0,4167	+ 1,4833							- 2,960 = 0
					+ 0,1667	- 0,1667	- 0,8750		- 3,5417		- 11,6417	+ 0,1667	+ 0,5000	+ 0,1667	+ 0,8833	- 1,6333	- 0,1667		- 0,1667	- 3,6917			+ 5,418 = 0
					+ 0,1667		- 0,8750				- 5,0417	+ 0,1667	+ 0,1667	+ 0,5654	- 6,3033	+ 1,4833	+ 0,1458			+ 3,6688	- 0,1458		+ 14,326 = 0
					+ 0,4167	+ 0,2000			- 74,0275		- 105,9050	+ 0,4167	+ 0,8833	- 6,3033	+ 573,4639	- 2,1075	+ 1,2417	- 0,8083	- 0,6667	- 10,4899	+ 0,9062		- 209,8 = 0
					+ 1,4833	+ 4,2583	+ 2,0125		+ 110,9908		+ 176,3800	+ 1,4833	- 1,6333	+ 1,4833	- 2,1075	+ 876,5700	- 1,1417		- 13,9333	+ 299,4875	- 5,7917	- 1,3333	- 146,2 = 0
											+ 1,2833		- 0,1667	+ 0,1458	+ 1,2417	- 1,1417	+ 0,4583	- 0,8083	+ 0,1667	+ 10,1750	- 0,1458		+ 7,858 = 0
																				- 0,8083			- 1,000 = 0
											+ 1,2833		- 0,1667		- 0,6667	- 13,9333	+ 0,1667		+ 0,5000	- 0,6667	+ 0,1667	+ 0,0833	- 1,056 = 0
											+ 65,3425		- 3,6917	+ 3,6688	- 10,4899	+ 299,4875	+ 10,1750	- 0,8083	- 0,6667	+ 960,2755	- 6,4396		+ 349,8 = 0
														- 0,1458	+ 0,9062	- 5,7917	- 0,1458		+ 0,1667	- 6,4396	+ 0,4583	+ 0,0833	- 3,021 = 0
																- 1,3333			+ 0,0833		+ 0,0833	+ 0,1667	+ 2,350 = 0

SYSTEM 3.

IV	V	VI	XXIII	VII	IX	XXIV	X	XXV	VIII	XXVII	XI	XII	XIII	XXVI	XXVIII	XIV	XXIX	XVI	XXX	XV	XVIII	XVII		
+ 0,2510	- 0,0102	+ 0,0009	+ 0,3111	.....	+ 0,0010	+ 0,0144	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	- 3,412 = 0
- 0,0102	+ 0,4022	- 0,0092	- 7,7308	+ 0,2333	- 0,0103	- 0,1444	+ 0,0667	+ 0,3500	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 0,233 = 0
+ 0,0009	- 0,0092	+ 0,4584	+ 6,1128	+ 0,1833	+ 0,1908	- 0,3120	+ 0,0833	+ 0,4300	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 1,861 = 0
+ 0,3111	- 7,7308	+ 6,1128	+ 386,8301	- 2,1659	+ 2,4988	- 22,6444	- 0,0925	+ 2,4880	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	- 30,0 = 0
	+ 0,2333	+ 0,1833	- 2,1659	+ 0,4250	+ 0,1000	+ 0,5583	+ 0,1584	+ 0,7800	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 4,163 = 0
+ 0,0010	- 0,0103	+ 0,1908	+ 2,4988	+ 0,1000	+ 0,3901	+ 0,2358	+ 0,0220	+ 1,5181	+ 0,1824	- 6,2741	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 0,477 = 0
+ 0,0144	- 0,1444	- 0,3120	- 22,6444	+ 0,5583	+ 0,2358	+ 133,0268	+ 0,4311	+ 9,0922	- 0,4047	+ 11,5430	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 100,0 = 0
	+ 0,0667	+ 0,0833	- 0,0925	+ 0,1584	+ 0,0220	+ 0,4311	+ 0,5215	+ 1,9537	+ 0,2532	- 5,9572	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 6,576 = 0
	+ 0,3500	+ 0,4300	+ 2,4880	+ 0,7800	+ 1,5181	+ 9,0922	+ 1,9537	+ 236,6432	+ 1,0130	- 77,1476	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 88,0 = 0
					+ 0,1824	- 0,4047	+ 0,2532	+ 1,0130	+ 0,4411	- 12,3268	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 2,991 = 0
					- 6,2741	+ 11,5430	- 5,9572	- 77,1476	- 12,3268	+ 114,6339	- 4,6333	+ 1,2502	- 12,8784	+ 252,9530	+ 25,7024	- 0,1471	- 0,1010	- 0,1471	- 1,8117	.....	.....	.....	.....	+ 110,0 = 0
										- 4,6333	+ 0,3171	+ 0,1366	+ 0,1742	- 0,7382	+ 1,9754	+ 0,0007	- 0,0016	.....	.....	.....	.....	.....	.....	+ 15,582 = 0
										+ 1,2502	+ 0,1366	+ 0,2442	- 0,0421	+ 5,6786	+ 3,2787	- 0,0127	+ 0,0075	- 0,0070	- 0,0871	.....	.....	.....	.....	+ 3,047 = 0
										- 12,8784	+ 0,1742	- 0,0421	+ 0,3946	- 7,0860	- 0,8654	+ 0,0050	+ 0,0034	+ 0,0050	+ 0,0610	.....	.....	.....	.....	+ 6,335 = 0
										+ 252,9530	- 0,7382	+ 5,6786	- 7,0860	+ 601,8779	+ 59,3807	- 0,2790	- 0,2769	- 0,3098	- 3,8150	.....	.....	.....	.....	+ 30,0 = 0
										+ 25,7024	+ 1,9754	+ 3,2787	- 0,8654	+ 59,3807	+ 448,0724	+ 5,1327	+ 24,8671	- 2,4134	+ 47,4557	+ 1,5181	.....	.....	.....	+ 125,0 = 0
										- 0,1471	+ 0,0007	- 0,0127	+ 0,0050	- 0,2790	+ 5,1327	+ 0,3378	+ 1,8098	- 0,0939	+ 2,0589	+ 0,1238	.....	.....	.....	+ 4,711 = 0
										- 0,1010	- 0,0016	+ 0,0075	+ 0,0034	- 0,2769	+ 24,8671	+ 1,8098	+ 70,7603	- 2,8965	+ 13,1373	- 0,1870	- 1,9446	.....	.....	+ 24,0 = 0
										- 0,1471	.....	- 0,0070	+ 0,0050	- 0,3098	- 2,4134	- 0,0939	- 2,8965	+ 0,3839	- 3,4789	+ 0,0731	+ 0,2292	.....	.....	- 0,412 = 0
										- 1,8117	.....	- 0,0871	+ 0,0610	- 3,8150	+ 47,4557	+ 2,0589	+ 13,1373	- 3,4789	+ 284,6503	- 0,1440	+ 2,0565	+ 3,9919	.....	+ 178,0 = 0
														+ 1,5181	+ 0,1238	- 0,1870	+ 0,0731	- 0,1440	+ 0,2082	+ 0,0674	.....	.....	.....	+ 4,529 = 0
																- 1,9446	+ 0,2292	+ 2,0565	+ 0,0674	+ 0,4182	+ 0,1302	.....	.....	+ 8,956 = 0
																							.....	+ 0,2463 + 8,610 = 0