

*CARL STØRMER*

---

RÉSULTATS DES MESURES PHOTOGRAMMÉTRIQUES  
DES AURORES BORÉALES OBSERVÉES DANS LA  
NORVÈGE MÉRIDIONALE DE 1911 A 1922

(AVEC 19 FIGURES ET 48 PLANCHES)

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
Préface .....	3
Introduction .....	5
Chapitre I. Stations et méthodes de travail .....	6
§ 1. Stations et équipement .....	6
§ 2. Sur les méthodes employées pour mesurer et calculer les photographies .....	8
§ 3. Méthodes complémentaires pour la mesure et le calcul de la hauteur et de la situation des arcs et des rayons .....	11
Chapitre II. Rapport détaillé des observations et photographies des aurores boréales .....	13
§ 4. Les aurores boréales pendant les années 1911 et 1916 .....	13
§ 5. L'aurore boréale de la nuit du 15 au 16 février 1917 .....	14
§ 6. Autres aurores boréales de l'année 1917, en particulier celle du 21 Août .....	19
§ 7. Aurore boréale du 16 décembre 1917 .....	20
§ 8. Aurores boréales pendant l'année 1918 .....	22
§ 9. Aurores boréales de janvier au 4 octobre 1919 .....	27
§ 10. L'aurore boréale du 4 octobre 1919 .....	29
§ 11. L'aurore boréale de la nuit du 17 au 18 octobre 1919 .....	30
§ 12. L'aurore boréale de la nuit du 16 au 17 novembre 1919 .....	33
§ 13. Aurore remarquable du 19 décembre 1919 .....	35
§ 14. Aurores boréales de janvier jusqu'au milieu de mars 1920 .....	36
§ 15. Grande aurore boréale de la nuit du 22 au 23 mars 1920 .....	37
§ 16. Autres aurores boréales de l'année 1920 .....	50
§ 17. Aurores boréales de l'année 1921 .....	51
§ 18. Aurores boréales de l'année 1922 .....	56
Chapitre III. Résultats généraux et comparaison avec les résultats obtenus à Bossekop et à Haldde .....	60
§ 19. Répartition des altitudes de tous les points d'aurore calculés. Limites inférieures .....	60
§ 20. Les rayons auroraux .....	62
§ 21. Les couronnes .....	64
§ 22. Les draperies et les arcs radiés .....	66
§ 23. Les arcs non radiés .....	67
§ 24. Sur la distance de l'aurore à l'axe magnétique et sur la violence de l'orage magnétique simultané .....	70
§ 25. Remarques finales .....	71
Explication des tables .....	72
Table I .....	73
» II .....	82
» III .....	103
» IV .....	104
» V .....	107
Explication des planches .....	108

## Préface.

En publiant ici le rapport détaillé de tous les photogrammes d'aurores boréales pris à Oslo, à Bygdø, et aux stations auxiliaires pendant les années de 1911 à 1922, j'ai voulu exprimer en quelques lignes toute ma reconnaissance aux personnes et aux institutions qui ont contribué au résultat heureux de ce long travail.

Je remercie tout d'abord mes collaborateurs aux stations d'aurores, qui ont pendant plusieurs années résisté au froid et aux inconvénients divers pendant les nuits d'aurores, pour assurer un bon résultat à la collaboration. On trouvera leurs noms dans le rapport détaillé.

Et aussi tous mes remerciements à M<sup>elle</sup> Agnes Gundersen pour son travail assidu pendant plusieurs années passées à mesurer, à calculer et à dessiner des photogrammes. De même dois-je remercier M. R. Wesøe de sa précieuse assistance dans le même genre de travail. M. le photographe Worm-Petersen a fait, avec son habileté bien connue les diapositifs originaux de toutes les aurores reproduites. De cela je lui suis très reconnaissant. Enfin je dois exprimer ma gratitude à M<sup>elle</sup> Madeleine Dain pour l'excellente aide qu'elle m'a donnée pendant la correction des épreuves.

Mes remerciements aussi au directeur de *Norges Geografiske Opmaaling*, M. Klingenberg, pour les calculs des bases diverses et le dessin d'une carte servant à marquer la situation géographique de chaque aurore mesurée.

L'Administration des télégraphes et des téléphones m'a rendu de grands services en mettant à ma disposition, en cas d'aurore, les lignes téléphoniques entre les diverses stations. En même temps, le chef de «Signalavdelingen» Oscarsborg, m'a prêté un certain nombre d'appareils téléphoniques à utiliser aux stations et le directeur de l'institut météorologique, M. Hesselberg, a mis à ma disposition 4 appareils du modèle de Halde pour photographier l'aurore.

Le directeur de l'observatoire de Oslo, le professeur Schroeter, m'a rendu de grands services en me permettant de conserver une des stations principales sur le toit de l'observatoire et en mettant à ma disposition un cabinet de travail pour pouvoir faire les mesures et les calculs des matériaux rassemblés.

En remerciant toutes ces personnes et institutions, il me faut enfin exprimer aussi ma vive reconnaissance aux fonds *Nansenfondet* et *Jubilæumsfondet* et à l'administration de l'institut géophysique de Tromsø, qui ont fourni de grands subsides pour maintenir les diverses stations d'aurore en fonction et pour élaborer le matériel recueilli.

RÉSULTATS DES MESURES PHOTOGRAMMÉTRIQUES DES AURORES  
BORÉALES OBSERVÉES DANS LA NORVÈGE MÉRIDIIONALE  
DE 1911 A 1912  
PAR CARL STØRMER

(Reçu par la Commission Géophysique le 14 janvier 1926)

Dans le présent rapport, nous allons donner un résumé détaillé des mesures photogrammétriques des aurores boréales, faites par mes assistants et moi, dans la Norvège méridionale, pendant les années écoulées de 1911 à 1922.

Les méthodes d'observation et de calcul employées sont essentiellement les mêmes que celles exposées en détail dans mon mémoire: *Rapport sur une expédition d'aurores boréales à Bossekop et Store Korsnes pendant le printemps de l'année 1913*<sup>1</sup>.

Grâce à la situation des stations d'observation, le matériel recueilli à trait aux aurores situées au-dessus des régions s'étendant de la latitude de 58° à celle de 68°, comprenant donc presque toute la Norvège, excepté les parties les plus au nord. Pour ces dernières parties, les mesures photogrammétriques prises pendant l'année 1913 par M. Bernt Johannes Birkeland et moi-même<sup>1</sup> et en 1914 par Krogness et Vegard<sup>2</sup>, ont donné assez d'éclaircissements, au moins pour les années 1913 et 1914.

On peut donc dire qu'en publiant le présent rapport, la hauteur et la situation de l'aurore boréale au-dessus de toute la Norvège sera maintenant assez connue et cela pour la première fois. Il serait à désirer que cet exemple fût bientôt suivi dans d'autres parties de la terre, et en particulier dans les régions antarctiques.

Des communications préliminaires sur les matériaux recueillis ont été données, entre autres dans les publications suivantes:

1. *Het Poollicht van 22 Februari 1911*. Hemel en Damkring, juillet 1911.
2. *Sur les trajectoires des corpuscules électrisés dans l'espace sous l'action du magnétisme terrestre, avec application aux aurores boréales etc.* (Second mémoire) Archives des sciences physiques et naturelles, Genève 1912.
3. *Photographs of the aurora borealis*, The astrophysical journal, Vol. XLV, no. 1, janvier 1917.
4. *Nordlysets corpusculartheori*, Astronomisk tidskrift, 2den aargang 5—6. Kjøbenhavn 1918.
5. *The corpuscular theory of aurora borealis*, The book of the opening of the Rice Institute Vol. III, Houston, Texas.
6. *Situation dans l'espace de quelques aurores boréales. Observations faites à Bygdø près de Christiania pendant l'automne 1919*, l'Astronomie (Bulletin de la société astronomique de France) avril 1920.

<sup>1</sup> *Geofysiske publikationer* Vol. I no. 5. Kristiania 1921.

<sup>2</sup> *The position in space of the aurora polaris from observations made at Haldde observatory 1913—14*, *Geofysiske publikationer* Vol. I, no. 1.



7. *L'aurore boréale du 22—23 mars 1920*, Astronomische Nachrichten no. 5047 juin 1920.
8. *Sur quelques rayons auroraux observés le 22 mars 1920 et atteignant l'altitude de 500 km*, Comptes Rendus, Paris, séance du 13 septembre 1920.
9. *Nogle fotografier af nordlyskronen om morgenen den 23 mars 1920, taget fra Bygdø ved Kristiania*. Nordisk astronomisk tidsskrift 1920, Bind I, no. 4.
10. *Exemples de rayons auroraux dépassant l'altitude de 500 kilomètres au-dessus de la terre*, Geofysiske publikationer Vol. II, no. 2.
11. *Sur l'aurore boréale du 13 mai 1921*, Comptes Rendus, Paris, séance du 27 juin 1921.
12. *The aurora borealis. A mystery of Nature elucidated during the course of the last few decades*, Scientific American Monthly, Juillet 1921.
13. *Notes relatives aux aurores boréales*, Geofysiske publikationer Vol. II, no. 8.
14. *Les phénomènes d'aurores boréales et les problèmes qui s'y rattachent*, Congrès des mathématiques à Helsingfors 1922.
15. *Résultat des mesures photogrammétriques de l'aurore boréale du 22—23 mars 1920*, Comptes Rendus, Paris, séance du 8 janvier 1923.
16. *Höhe und Lage des Nordlichtes am 22 März 1920*, Die Naturwissenschaften 1923, Heft 11.
17. *Fotografisk bestemmelse af nordlysets høide over det sydlige Norge*, Fysisk tidsskrift, 1923, Kjøbenhavn.
18. *Les aurores boréales*, Livre du Cinquantenaire de la Société Française de Physique, Paris 1924.

En outre, des reproductions de photographies d'aurores boréales et de brèves communications ont été données de temps en temps, soit dans les séances de l'Académie des Sciences de Oslo (Kristiania), soit dans diverses revues périodiques et au cours de conférences à des congrès scientifiques.

## CHAPITRE I.

### Stations et méthodes de travail.

#### § 1. Stations et équipement.

Sur la carte (fig. 1) on peut voir la situation de nos stations d'observation des aurores boréales. Voici leurs latitudes et longitudes, ces dernières comptées par rapport à l'observatoire de Oslo (Kristiania), dont la longitude à l'est de Greenwich est de  $10^{\circ} 43', 4$ . Les longitudes sont comptées positives à l'est et négatives à l'ouest de l'observatoire :

Station	Marque	Latitude	Longitude
Oslo (Kristiania).....	C	$59^{\circ} 54' 44''$	$0^{\circ} 0' 0''$
Aas (1911).....	A <sub>1</sub>	59 39 57	0 2 53
Aas (plus tard).....	A	59 39 47	0 3 20
Skien.....	S	59 13 8	— 1 6 48
Bygdø.....	B	59 54 14	— 0 1 52
Oscarsborg.....	O	59 40 22	— 0 6 35
Horten.....	H	59 25 0	— 0 15 0
Kongsberg (1918).....	K <sub>1</sub>	59 40 6	— 1 3 44
Kongsberg (plus tard)...	K	59 40 10	— 1 4 0
Fredrikstad.....	F	59 12 27	0 13 4
Dombaas.....	D	62 5 30	— 1 37 30

En combinant ces stations deux à deux nous avons obtenu une série de bases servant à calculer la hauteur et la situation des aurores photographiées. Soit  $X$  la station principale et  $Y$  la station secondaire; nous désignons la base par  $X-Y$ , sa longueur en kilomètres par  $g$ , et l'azimut de la station  $Y$  vue de la station  $X$ , par  $\alpha_0$ ; enfin nous désignons par  $h_0$  l'angle que fait la direction de la station  $X$  à la station  $Y$  avec le plan horizontal en  $X$ ,  $h_0$  étant considéré comme négatif au-dessous de ce plan;  $\alpha_0$  et  $h_0$  sont mesurés en centièmes de degrés.

Pour les valeurs des grandeurs relatives aux diverses bases employées, voir la table ci-dessous.

Nous n'avons trouvé nécessaire de calculer  $h_0$  que dans les cas des bases  $C-S$ ,  $A-S$  et  $B-D$ . En effet, pour les autres bases, l'influence de  $h_0$  sur les résultats était insignifiante.

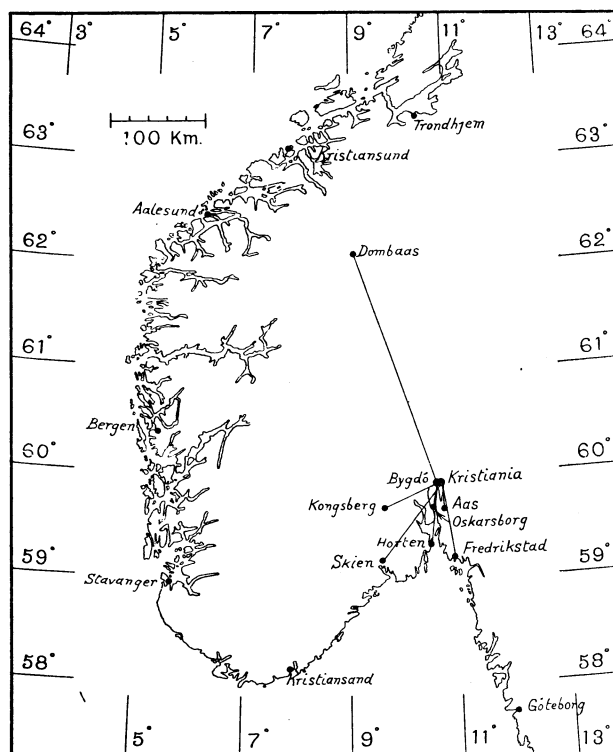


Fig. 1.

Base	C-A <sub>1</sub>	C-A	C-S	A-S	B-K <sub>1</sub>	B-O	B-K	O-K	C-O	B-H	C-K	C-F	K-F	O-H	B-D
$g$ . . . .	27,62	27,90	99,66	82,76	63,56	26,12	63,74	53,92	27,36	55,66	65,70	79,43	89,20	29,61	258,52
$\alpha_0$ . . . .	354,39	353,62	39,46	53,40	66,08	9,76	66,27	90,03	13,02	12,90	66,17	350,99	304,67	15,61	161,21
$h_0$ . . . .			-0,45	-0,40											-1,04

A chaque station il y avait au moins un observateur qui était en rapport téléphonique avec une ou deux des autres stations et qui était chargé de photographier l'aurore d'après les ordres reçus au téléphone. Les noms des divers observateurs seront donnés dans le rapport détaillé du travail de chaque soirée d'aurore.

Quant à l'équipement des stations, il était semblable à celui de mes stations de Bossekop et de Store Korsnes pendant mon expédition de 1913<sup>1</sup>.

Les appareils photographiques avec enregistreur de temps étaient en général placés aux stations  $C$  et  $B$ , et les autres stations étaient pourvues: soit d'un appareil sans enregistreur, soit d'un appareil du modèle employé à l'observatoire de Haldde<sup>2</sup> et dont une série d'exemplaires étaient mis à ma disposition par l'institut météorologique de Oslo. Dans tous les appareils, l'objectif photographique était du même modèle<sup>3</sup> «Ernemann Kinostigmat» avec ouverture de 25 mm. et distance focale de 50 mm. Pour les plaques photographiques, nous nous sommes servis de plusieurs sortes de plaques des plus rapides, comme: *Lumière étiquette violette*, *Hauff ultra rapides*, *Gevaert sensima*, *Imperial Eclipse* et *Herzog Sonja EW*. Toutes étaient sensibles au violet et à l'ultra-violet; les essais avec plaques orthochromatiques ou autochromatiques n'ont pas donné de bons résultats.

<sup>1</sup> Voir le § 2 de mon rapport, Geofysiske Publikationer Vol. I, no 5.

<sup>2</sup> Voir le rapport de Krogness et Vegard, Geofysiske Publikationer, Vol. I, no. 1.

<sup>3</sup> Malheureusement les objectifs des appareils du type Haldde ayant été achetés pendant la guerre, n'étaient pas d'aussi bonne qualité que les autres.

## § 2. Sur les méthodes employées pour mesurer et calculer les photographies.

Quant à la méthode employée pour mesurer les négatifs, elle a été suffisamment expliquée dans le rapport de mon expédition en 1913. Ajoutons seulement que le procédé de marquer les bords des arcs d'aurores avec de l'encre sur les plaques avant de les placer dans l'appareil de projection n'a été appliqué qu'assez rarement.

Quant aux méthodes de mesure et de calcul des dessins d'aurore faits d'après les négatifs, quelques petites modifications y ont été apportées.

D'abord nous n'avons pas jugé nécessaire de construire de nouveaux réseaux; en effet, les déformations des nouveaux objectifs différaient très peu de la déformation de l'objectif employé à Bossekop, et une nouvelle construction de réseaux exigerait des efforts considérables.

Passons aux méthodes de calcul. Il faut rappeler la définition des diverses grandeurs figurant dans les formules.

Considérons deux étoiles, que nous appellerons étoile 1 et étoile 2.

Soit  $B_1$  l'angle entre le cercle de déclinaison de l'étoile 1 et le grand cercle passant par l'étoile 1 et l'étoile 2.

Soit  $B_2$  l'angle correspondant de l'étoile 2, et soit  $a$  la distance en degrés entre les deux étoiles.

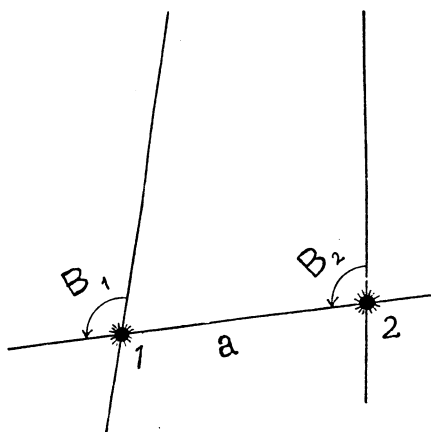


Fig. 2.

Alors  $B_1$ ,  $B_2$  et  $a$  ont été calculés à l'aide des formules

$$\operatorname{tg} \frac{B_1 - B_2}{2} = \sin \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} \operatorname{sec} \frac{\delta_1 - \delta_2}{2} \operatorname{tg} \frac{\varrho_1 - \varrho_2}{2}$$

$$\operatorname{tg} \frac{B_1 + B_2}{2} = \cos \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} \operatorname{cosec} \frac{\delta_1 - \delta_2}{2} \operatorname{tg} \frac{\varrho_1 - \varrho_2}{2}$$

$$\operatorname{tg} \frac{a}{2} = \cos \frac{B_1 - B_2}{2} \operatorname{sec} \frac{B_1 + B_2}{2} \operatorname{tg} \frac{\delta_1 - \delta_2}{2}$$

et le résultat a été contrôlé par les formules approximatives suivantes

$$a = (\delta_1 - \delta_2) \operatorname{sec} B$$

$$\operatorname{tg} B = \frac{\varrho_1 - \varrho_2}{\delta_1 - \delta_2} \cos \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$$

Ici  $\varrho_1$  et  $\delta_1$  sont l'ascension droite (en degrés) et la déclinaison de l'étoile 1,  $\varrho_2$  et  $\delta_2$  celles de l'étoile 2.

Il a été nécessaire de calculer  $B_1$ ,  $B_2$  et  $a$  pour une série d'étoiles non figurant dans mon rapport de 1913 et ces nouveaux résultats sont donnés dans la table V.

Pour orienter et mesurer les dessins d'aurore, il est nécessaire de calculer les angles suivants :

$h$ , la hauteur de l'étoile au-dessus de l'horizon.

$a$ , son azimuth.

$k$ , l'angle entre le cercle vertical et le cercle de déclinaison de l'étoile.

$u$ , l'angle entre la direction de la station principale à la station secondaire et la direction de la station principale à l'étoile.

$\lambda$ , l'angle entre le cercle vertical de l'étoile et le grand cercle passant par l'étoile et par le point d'intersection entre la sphère céleste et la direction de la station principale à la station secondaire.

Nous nous sommes servis des formules suivantes déjà citées dans mon rapport de 1913 :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

$$\sin a = \cos \delta \sin t \sec h$$

$$\cos a = -\cos \varphi \sin \delta \sec h + \sin \varphi \cos \delta \cos t \sec h$$

$$\sin k = \sin a \cos \varphi \sec \delta = \sin t \cos \varphi \sec h$$

$$\cos u = \cos h \cos (a - a_0)$$

$$\cotg \lambda = \sin h \cotg (a - a_0)$$

$$\sin u \sin \lambda = \sin (a - a_0)$$

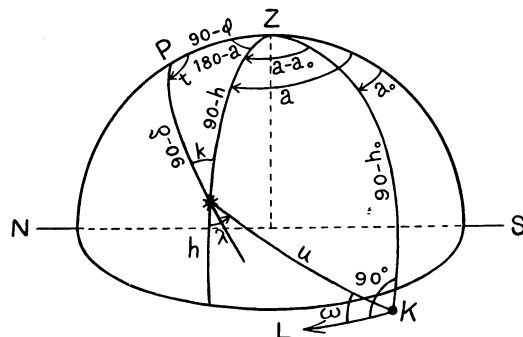


Fig. 3.

Ici :

$\varphi$  est la latitude de la station principale.

$\delta$  est la déclinaison de l'étoile.

$t$  est l'angle horaire de celle-ci.

$a_0$  est l'azimuth du point d'intersection  $K$  entre la sphère céleste et la direction de la station principale à la station secondaire.

Ces formules sont valables quand la station secondaire est située dans le plan horizontal de la station principale, c'est à dire<sup>1</sup> quand  $h_0 = 0$ . Dans le cas de très longues bases, comme de Bygdø à Dombaas par exemple, il a été nécessaire d'appliquer pour  $\lambda$  et  $u$  les formules générales où  $h_0$  n'est pas nul.

Voici ces formules<sup>2</sup>

$$\cos u = \sin h_0 \sin h + \cos h_0 \cos h \cos (a - a_0)$$

$$\cotg \lambda = -\tg h_0 \cos h \operatorname{cosec} (a - a_0) + \sin h \cotg (a - a_0)$$

avec

$$\sin u \sin \lambda = \cos h_0 \sin (a - a_0)$$

comme contrôle.

L'angle  $\lambda$  a aussi été calculé à l'aide de cette dernière formule et de la suivante :

$$\sin u \cos \lambda = -\sin h_0 \cos h + \cos h_0 \sin h \cos (a - a_0)$$

Pour retrouver sûrement les points d'aurore correspondants sur les deux dessins, nous nous sommes servis d'un système de coordonnées sphériques avec pôle au point  $K$  (où la direction de la station principale à la station secondaire rencontre la sphère céleste).

<sup>1</sup> Voir le paragraphe précédent.

<sup>2</sup> Bericht über eine Expedition nach Bossekop etc. Videnskabselskabets Skrifter 1911, Christiania, et Geofysiske publikationer Vol. II, no. 8. Signalons dans ce dernier mémoire la faute d'imprimerie dans la formule de  $\cotg \lambda$ . En effet, au lieu de:  $\tg h_0$  il faut lire:  $-\tg h_0$ .

L'une des coordonnées, la distance angulaire du pôle  $K$ , sera alors l'angle  $u$  et l'autre coordonnée sera l'angle que fait le grand cercle passant par  $K$  et par l'étoile, avec un grand cercle fixe passant par  $K$ .

Comme grand cercle fixe, nous nous sommes servis du cercle passant par  $K$  et normal au grand cercle passant par  $K$  et le zénith de la station principale. Sur la figure, ce grand cercle est indiqué par  $KL$ . En appelant  $\omega$  l'angle entre  $KL$  et le grand cercle passant par l'étoile on aura :

$$\cos w = \cos h \sin \lambda \sec h_0$$

D'autre part, même pour la base la plus grande  $B-D$ ,  $h_0$  n'excède pas  $1^{\circ},04$ , donc

$$1 \leq \sec h_0 \leq 1,00016$$

et nous pouvons donc avec assez d'exactitude pour notre but, remplacer  $\sec h_0$  par l'unité, ce qui donne

$$\cos w = \cos h \sin \lambda$$

Pour les signes des divers angles, rappelons que

$h$  est positif au-dessus de l'horizon, négatif au-dessous.

$a$  est compté de  $0^{\circ}$  à  $360^{\circ}$  dans la direction du mouvement diurne.

$k$  est positif sur l'hémisphère Ouest, négatif sur l'hémisphère Est.

$u$  est compté de  $0^{\circ}$  à  $180^{\circ}$ .

$\lambda$  est compté de  $0^{\circ}$  à  $360^{\circ}$  et positif dans la direction de l'aiguille d'une montre.

$\omega$  est compté de  $0^{\circ}$  à  $180^{\circ}$  et  $\cos \omega$  aura le même signe que  $\sin \lambda$ , c'est à dire le même signe que  $\sin (a-a_0)$ .

Pour les mesures des parallaxes, nous avons toujours contrôlé les mesures faites à l'aide de l'angle  $\omega$  par des mesures directes, en plaçant les deux dessins l'un sur l'autre et en faisant coïncider les étoiles.

Quelquefois, quand l'aurore était près de l'horizon, nous avons fait une correction pour la réfraction atmosphérique, correction qui en général était très petite, n'excédant pas  $0^{\circ},2$

Passons au calcul de  $r$  d'après la formule

$$r = \frac{g \sin (u + p)}{\sin p}$$

où  $g$  est la longueur de la base,  $p$  la parallaxe du point d'aurore et  $u$  l'angle précédemment défini, au point d'aurore. Nous avons dans cette formule introduit :

$$u_1 = u$$

$$u_2 = u + p$$

c'est à dire,  $u_1$  et  $u_2$  sont alors les valeurs de l'angle  $u$  mesurées respectivement sur les dessins des photographies prises à la station principale et à la station secondaire.

Le calcul à été fait à l'aide des tables de *Lohse* et de la machine à calculer *Brunswiga*. Pour en déduire la hauteur  $H$  au-dessus de la surface de la terre et la distance géodésique  $D$  de la station principale à la projection du point d'aurore sur la surface de la terre, nous avons suivi la méthode citée dans le rapport de 1913, § 10. Cependant, pour la plupart des photogrammes, nous nous sommes servis d'une nouvelle planche sur papier quadrillé en millimètres carrés, représentant la section de la terre en Norvège méridionale, et à l'échelle de 1 : 500 000.

Enfin, pour marquer la situation géographique de l'aurore, nous avons fait faire par *Norges geografiske opmaaling* une carte de la Scandinavie et de ses environs, avec Oslo au centre et s'étendant sur un rayon de 1000 km. environ autour de cette ville. La carte est à l'échelle de 1 : 2 000 000.

### § 3. Méthodes complémentaires pour la mesure et le calcul de la hauteur et de la situation des arcs et des rayons.

Comme résultat des calculs des photogrammes, nous avons déduit entre autres les règles suivantes :

1. *Arcs stables et homogènes* : L'altitude du bord inférieur est approximativement constante le long du bord. Cette altitude peut varier avec le temps, mais sera en général comprise entre 110 et 130 km., quelquefois elle peut descendre jusqu'à 90 km. ou monter jusqu'à 150 ou plus haut encore.

2. *Rayons auroraux* : Un long rayon auroral suit une ligne de force magnétique et sera approximativement rectiligne, avec direction très peu différente de la direction de la force magnétique au lieu situé au-dessous du rayon. Quelquefois cependant les rayons auroraux sont faiblement courbes, surtout quand ils sont très longs.

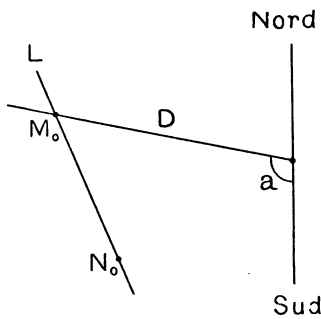


Fig. 4.

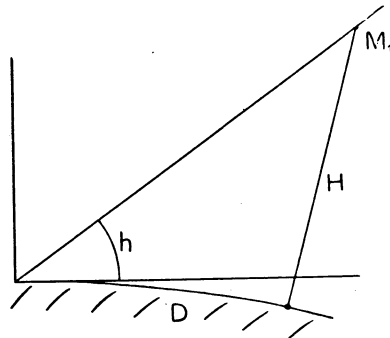


Fig. 5.

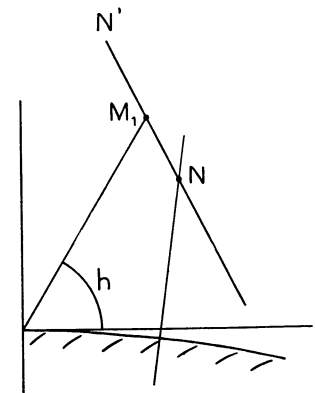


Fig. 6.

En admettant (en première approximation) ces lois, il est facile d'établir les situations des arcs auroraux et de trouver les altitudes de la base et du sommet d'un rayon auroral, quand on connaît l'altitude d'un seul point sur celui-ci.

Les procédés que nous avons employés sont les suivants :

*Arcs homogènes* : Pour une série de points le long du bord inférieur, on mesure  $h$  et  $a$ ;  $h$  étant ainsi connu, on choisit une valeur probable pour  $H$  et à l'aide de la planche mentionnée à la fin de § 2, on déduit  $D$ .  $D$  et  $a$  étant ainsi connus, on marque sur la carte la situation géographique de l'arc. (Voir aussi la fig. 5).

*Rayons auroraux* : Supposons d'abord que l'altitude et la situation d'un point  $N$  du rayon soient connues et soit  $N_0$  la projection de  $N$  sur la surface de la terre. La projection du rayon sur la surface de la terre sera alors, sur la carte géographique, une ligne droite  $L$  passant par  $N_0$  et ayant la direction de la déclinaison magnétique. Soit  $M$  un autre point choisi sur le rayon. On mesure  $h$  et  $a$  de ce point  $M$ . Sur la carte, la projection  $M_0$  du point  $M$  sera l'intersection de  $L$  avec une ligne droite passant par la station et ayant  $a$  comme azimuth. Sur la carte, on mesure la distance  $D$  de la station au point  $M_0$  et sur la section de la terre on trouve le point  $M_1$ , dont la hauteur est  $h$  et la distance géodésique  $D$ . Ceci fait, la hauteur  $H$  du point  $M_1$ , la même que celle du point  $M$ , peut être mesurée (voir fig. 4 et fig. 5).

Ce procédé est surtout pratique pour les rayons auroraux situés à l'Est ou à l'Ouest de la station.

Dans le cas d'un rayon dans le Nord ou dans le Sud magnétique, le plan passant par la station et le rayon est approximativement vertical et on peut se servir de la planche représentant la section verticale de la terre. On y marque alors la situation dans l'atmosphère du point  $N$  et on tire une ligne droite  $NN'$  passant par  $N$  et faisant avec le rayon terrestre passant par ce point le même angle que la force magnétique au lieu considéré. Alors si  $M$  est un autre point choisi sur le rayon, on mesure  $h$  et  $a$  en ce point et on marque sur la ligne  $NN'$  le point  $M_1$  ayant cette hauteur  $h$ . On trouvera ensuite les valeurs de  $H$  et de  $D$  comme à l'ordinaire (voir fig. 6).

Si le rayon est situé aux environs du point de radiation d'une couronne, un autre procédé peut être employé:

Soit  $N$  et  $N'$  deux points sur le rayon avec les valeurs  $h, a, v$  et  $h', a', v'$  de la hauteur, de l'azimuth et de la distance angulaire du point de radiation. Désignons par  $d$

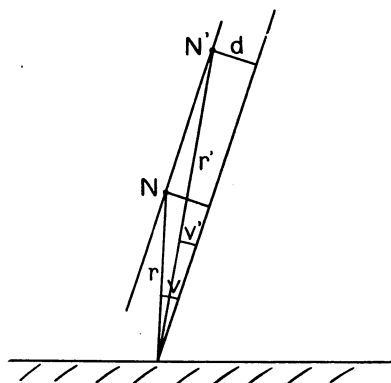


Fig. 7.

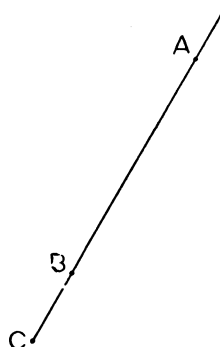


Fig. 8.

la distance du rayon auroral à une ligne droite parallèle au rayon et allant de la station au point de radiation. Alors, si  $r$  et  $r'$  sont les distances de la station aux points  $N$  et  $N'$  on a

$$d = r \sin v = r' \sin v',$$

ce qui permet de calculer  $r'$  quand  $r$  est connu.  $r'$  étant ainsi calculé et  $h$  et  $a$  étant mesurés, la hauteur et la situation du point  $N'$  peuvent être trouvées (voir figure 7).

Si les rayons sont courbes, cette méthode ne peut être employée, mais supposons que nous ayons deux rayons voisins  $L_1$  et  $L_2$  de même forme et position, de sorte que l'on puisse les faire coïncider géométriquement par une translation parallèle à la surface de la terre au-dessous des rayons. Alors, deux points à la même altitude et l'un sur  $L_1$ , l'autre sur  $L_2$ , auront partout la même distance entre eux, et cette distance sera vue de la station sous un angle qui, approximativement, varie en raison inverse de la distance. Donc, si l'on est capable de mesurer cet angle, on peut s'en servir pour trouver la hauteur des sommets des rayons courbes dans une couronne.

Quand il s'agit de calculer la hauteur de la base  $C$  d'un rayon auroral (voir figure 8) duquel on connaît déjà la hauteur de deux autres points  $A$  et  $B$  par le procédé photogrammétrique, on peut aussi, avec assez d'approximation, supposer que les différences des hauteurs des point  $B$  et  $C$  d'une part et de  $A$  et  $B$  de l'autre soient proportionnelles aux distances en millimètres sur le dessin des point  $B$  et  $C$  et des point  $A$  et  $B$  respectivement.

## CHAPITRE II.

### Rapport détaillé des observations et photographies des aurores boréales.

Nous allons passer maintenant au rapport détaillé de toutes les observations et photographies prises. L'essentiel s'en trouve sous forme abrégée dans les tables I et II, mais une série de remarques supplémentaires sont devenues nécessaires et seront données dans les paragraphes suivants. Quant à l'heure, *elle est partout le temps moyen de l'Europe centrale*, égale à l'heure de Greenwich plus une heure. *L'heure est comptée de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>, 0<sup>h</sup> correspondant à minuit.*

#### § 4. Les aurores boréales pendant les années 1911 et 1916.

Pendant l'année 1911, nous avons en fonction les deux stations de Oslo (*C*) et de Aas (*A*<sub>1</sub>), à une distance de 27,62 km l'une de l'autre. Comme assistant à Aas j'avais M. Bjarne Bjerke avec M. J. Fjeld comme suppléant. A Oslo mon aide était M. B. J. Birkeland, qui m'avait accompagné à mes expéditions à Bossekop en 1910 et 1913.

En 1911 nous n'avons eu que deux fois l'occasion de photographier l'aurore boréale, les 22 février et 8 avril. Les résultats en ont déjà été publiés<sup>1</sup> en 1911 et 1912.

Cependant à cette époque je n'avais pas encore cette expérience et cette exactitude que le travail avec des milliers de photographies a développées depuis. Par conséquent il faut dire que les résultats tirés des mesures des photogrammes pris le 8 avril étaient loin d'être satisfaisants. En effet, à cause de la petite parallaxe due à une situation défavorable de l'aurore, la détermination des hauteurs demandait une révision. Celle-ci a donc été faite avec ce résultat, que la plus grande partie des parallaxes ont été rejetés comme trop petits pour pouvoir en tirer des conclusions sûres. *Ainsi toutes les hauteurs au-dessous de 80 km ont été rejetées. C'est le même résultat auquel je suis parvenu relativement aux hauteurs au-dessous de 80 km mesurées pendant ma première expédition à Bossekop en 1910*: elles ont toutes été rejetées à cause de la parallaxe trop petite due, soit à la trop petite base, soit à la situation défavorable de l'aurore par rapport à cette base. Comparés avec les photogrammes excellents obtenus en 1919 et 1920, ces photogrammes du 8 avril 1911 ont relativement peu de valeur.

Passons aux détails. L'aurore du 22 février était bien remarquable. Il y avait alors un arc auroral homogène et stable qui s'étendait de l'horizon de l'ouest à l'horizon de l'est en passant près du zénith. L'arc resta presque sans changements durant une heure et il était tout à fait isolé, bien séparé de l'aurore ordinaire qui brillait à l'horizon du nord.

Nous prîmes de cet arc remarquable 7 photogrammes dont un seul réussit; en effet, l'action de l'arc sur les plaques était très faible. Le photogramme figure dans les tables comme no. 1. Pour plus de détails nous renvoyons aux mémoires déjà cités.

Pour les photogrammes pris le 8 avril 1911, les remarques suivantes seront d'un certain intérêt:

S 1. Cette photographie fut prise par M. Birkeland à la station *C* et a déjà été publiée auparavant<sup>2</sup>. On y voit de longs rayons qui, à la base, se terminent brusquement

<sup>1</sup> *Sur les trajectoires des corpuscules électriques etc., Second mémoire* § 26 et 27, Archives des sciences physiques et naturelles, Genève 1912, et *Het Pollicht van 22 Februari 1911*. Hemel en Dampkring 1911.

<sup>2</sup> Voir les mémoires nos 5 et 14 mentionnés dans l'introduction.



par une draperie lumineuse. En supposant le bord inférieur de celle-ci à 90 km. au-dessus de la terre, on trouvera que le rayon principal montait jusqu'à 250 km. et que l'épaisseur verticale de la partie la plus lumineuse de la draperie était de 10 à 13 km.

2. L'épaisseur verticale de la partie la plus lumineuse était de 10 km. environ.

8. Reproduite en planches dans les mémoires no. 2 et no. 5, cités dans l'introduction.

9. Aussi reproduite dans les mêmes mémoires.

Pendant les années de 1912 à 1915 inclusivement, aucune aurore n'a été photographiée. On était alors dans les années de fréquence minimum des aurores boréales, et d'autre part, on n'observa pas aussi exactement que dans les années suivantes. En effet, j'habitais alors à Oslo et de mon domicile l'horizon du nord était peu visible.

Depuis l'automne de 1916 j'habite une villa à Bygdø aux environs de Oslo, avec vue libre vers le nord jusqu'à 3 et 4 degrés au-dessus de l'horizon réel. Par conséquent, l'observation des aurores a depuis cette époque été bien plus exacte.

La première aurore photographiée en 1916 a été celle du 13 octobre. J'avais averti ma station à Aas et nous prîmes quelques photogrammes. La station avait été alors transportée à une autre place, non loin de celle utilisée le 8 avril 1911. J'avais comme aide à la station de Aas M. Bjarne Bjerke, maintenant professeur à *Norges Landbruks-høiskole*. Malheureusement, les photogrammes de ce soir-là ne réussirent pas; l'objectif de l'appareil à Aas s'étant déplacé, les photographies en devinrent diffuses.

À la station *C* cependant, les photographies réussirent parfaitement bien et j'ai de ce soir-là une des photographies les meilleures que j'ai jamais obtenues.

Voici les remarques complémentaires sur les photographies prises:

S 2. La situation géographique est trouvée en supposant l'altitude du bord inférieur égale à 100 km.

S 3. Très belle photographie, reproduite à plusieurs reprises. La meilleur reproduction s'en trouve dans la publication no. 13, citée dans l'introduction. Les parties les plus lumineuses étaient rouges, le reste jaune-vert. Sa position géographique est trouvée en supposant le bord inférieur des parties rouges à 85 km. au-dessus de la terre et le bord inférieur des parties vertes à 100 km.

S 4. Bel arc d'aurore, courbé vers le nord dans sa partie orientale. Reproduit dans la publication no. 3 citée dans l'introduction. Sa situation géographique est trouvée en supposant que  $H = 100$  km.

Dans mes cahiers d'observation j'ai noté pendant l'année 1916 des aurores boréales aussi le 11 janvier, le 9 mars et une fois en novembre, mais comme nulle photographie ne fut prise nous ne nous en occuperons pas.

### § 5. L'aurore boréale de la nuit du 15 au 16 février 1917.

Pendant le mois d'octobre 1916, une nouvelle station fut établie au nord de la ville de Skien. M. l'Ingénieur Halfstad, à Skien, m'avait rendu le grand service de me permettre de diriger cette nouvelle station. Le 15 février, j'eus occasion de photographier une splendide aurore boréale des trois stations *C*, *A* et *S*. Malheureusement, l'appareil photographique à la station *C*, le même dont je m'étais servi à Bossekop en 1913, ne donna cette fois que des images médiocres, la mise au point de l'objectif étant défectueuse. Au lieu d'être des points, les étoiles étaient de petits disques.

Cependant, en mesurant les plaques avec attention et précaution, nous croyons avoir réduit l'effet de ce défaut à un minimum. Pendant le travail à la station *C*, j'avais à mes côtés un habile étudiant, M. Colbjørnsen, qui nota toutes ses observations pendant le développement de l'aurore. Ces notes sont très utiles comme supplément aux photographies et nous les publions ici:

- 20<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> Arc double dans le Nord. Lumière diffuse très étendue dans le Nord-Ouest.
- 20 39 30 La lumière augmente.
- 20 46 30 Les deux arcs très accentués. Bord inférieur passant par Deneb. Les deux arcs se confondent en un seul aux deux extrémités.
- 20 48 30 Luminosité maximum à l'extrémité ouest.
- 20 49 30 L'intensité de l'arc augmente.
- 20 50 30 Les deux extrémités de l'arc ont maintenant la même intensité lumineuse.
- 20 51 0 L'arc inférieur devient plus lumineux encore, l'arc supérieur s'affaiblit.
- 20 51 30 L'arc supérieur a presque disparu, sauf aux extrémités.
- 20 52 30 Un rayon se développe de  $\epsilon$  Bootes jusqu'à  $\zeta$  Ursæ majoris.
- 20 55 30 Le rayon continue à se développer et se déplace vers le Nord (Photogramme pris).
- 20 56 30 L'arc inférieur devient plus intense en se déplaçant vers le Nord.
- 21 4 30 Le bord inférieur devient très étroit et très lumineux et tout de suite après des rayons commencent à se développer le long du bord de l'est. Le bord devient ensuite très accentué et paraît être détaché de l'arc radié.
- 21 6 30 L'arc supérieur est devenue très diffus et a atteint l'altitude de 35° environ.
- 21 7 30 Les deux arcs sont confondus en un seul, assez large.
- 21 8 30 De faibles rayons se sont maintenant développés tout le long de l'arc, surtout à l'Est.
- 21 9 0 Le développement des rayons augmente.
- 21 9 30 Des rayons tout le long de l'arc, surtout vers le Nord-Est et l'Ouest (les extrémités).
- 21 10 30 De très beaux rayons.
- 21 11 30 Jusqu'à 20 rayons à la fois, quelques uns longs et étroits, d'autres courts et larges.

A ce moment, l'aurore commence à se développer sur toute la moitié nord du firmament, sous forme de draperies et de rayons.

- 21<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> L'aurore a maintenant atteint le zénith. Autour de Jupiter il s'est formé *une tache rouge* très forte, diffuse et immobile. Un peu de rouge colore aussi le zénith.
- 21 28 30 Très lumineuse et très belle vers l'Est; autour de la grande Ourse jusqu'au zénith l'aurore est tout à fait grandiose. La Grande tache rouge autour de Jupiter subsiste.
- 21 29 30 Mince draperie très lumineuse près de l'horizon au Nord-ouest.
- 21 31 30 Même draperie très lumineuse; d'autres au-dessus de celle-ci. Maximum d'intensité vers l'Ouest.
- 21 34 30 De fortes flammes s'élancent au zénith. De longs rayons apparaissent aussi.
- 21 36 30 L'aurore s'étend maintenant d'un horizon à l'autre en passant par le zénith, occupant ainsi toute la moitié nord de la voûte céleste. Ensuite l'intensité de l'aurore commence à diminuer. Rayons au-dessus de Saturne.
- 21 37 30 Bande très lumineuse près de l'horizon du nord. Draperies sur toute la moitié nord du ciel; cependant l'aurore n'atteint pas le zénith.
- 21 40 30 Diminution continue de l'intensité de l'aurore. Vers le Lion, des plaques pulsatoires.
- 21 41 30 La bande au Nord très accentuée; elle s'étend de l'Ouest au Nord, à quelques degrés au-dessus de l'horizon. Les plaques pulsatoires continuent.

- 21<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> La bande commence à se développer en draperie. Sur le reste du ciel l'aurore a disparu, sauf sur la grande Ourse où il y a encore quelques plaques pulsatoires.
- 21 45 0 Dans la bande, des rayons semblent se développer. Elle se courbe vers l'Ouest.
- 21 46 30 La bande est en forme de draperie courbée.
- 21 48 30 La bande est en forme d'arc à deux sinuosités, dont l'une est entre Deneb et Vega.
- 21 50 30 L'intensité augmente vers Pegasus, où il semble que des rayons se développent.
- 21 51 30 La bande s'est transformée en draperies vers Pegasus. La sinuosité entre Deneb et Vega subsiste encore.
- 21 53 30 La bande est moins intense. Les plaques pulsatoires s'en sont allées vers le Nord (Cepheus, Draco, Ursa major).
- 21 55 30 La bande s'est maintenant transformée en une belle draperie à rayons. Plus proche de Vega.
- 21 57 30 Dans le Nord la bande a la forme d'une draperie, vers l'Ouest elle a la forme d'un arc.
- 21 58 30 La bande se divise en deux. Maximum d'intensité près de Vega.
- 22 0 30 Les deux bandes parallèles très accentuées.
- 22 3 30 Il s'est développé un segment obscur très caractéristique; maximum de hauteur de celui-ci: 10°, à l'Ouest de Deneb.
- 22 6 30 Les deux arcs parallèles dans le Nord se sont séparés davantage, la distance entre eux est de 10°. L'arc supérieur est assez diffus.
- 22 9 30 L'arc supérieur devient plus intense.
- 22 11 30 L'arc est assez large et avec rayons vers le Nord-Nord-Est.
- 22 13 30 Vers Perseus et au zénith, des plaques pulsatoires. L'arc est diffus et large.
- 22 15 30 Lumière diffuse çà et là vers le zénith. Des rayons diffus vers le zénith.
- 22 17 30 Faible couronne.
- 22 19 30 La faible couronne subsiste. De beaux rayons se forment à droite de Jupiter, à partir de l'arc jusqu'au zénith. L'arc est assez diffus.
- 22 21 30 La couronne a disparu. L'arc se courbe en forme de draperie avec plan tangent passant par les étoiles  $\alpha$  et  $\beta$  Arietis.
- 22 23 30 Le plan tangent se déplace vers l'Ouest et maintenant il est près de Jupiter.
- 22 26 30 Des flammes aurorales vers le Nord.
- 22 29 30 L'arc s'est transformé en plusieurs draperies.
- 22 31 30 Des flammes et une quantité de rayons.
- 22 34 30 Les draperies sont devenues faibles et diffuses.
- 22 38 30 Intensité nouvelle des draperies; des rayons près de Vega. Cependant l'aurore n'est plus du tout si intense qu'auparavant; elle atteint la hauteur de 35° au Nord.
- 22 40 30 Trois draperies parallèles à l'Ouest. Une quantité de rayons assez faibles.
- 22 43 30 Les draperies sont montées plus haut. Des flammes courent du firmament nord vers le zénith.
- 22 45 30 Les fortes flammes persistent à l'Ouest. De beaux rayons. Les draperies sont plus lumineuses.
- 22 49 30 Les flammes continuent. Les draperies se sont dissolues et sont devenues diffuses.
- 22 50 30 Un beau rayon à quatre degrés à l'Ouest de Cassiopeia. Il s'évanouit aussitôt.
- 22 56 30 Des fragments faibles de draperies sur tout l'hémisphère nord.
- 22 58 30 Des flammes très fortes sur tout l'hémisphère nord vers le zénith.
- 22 59 30 Accroissement rapide d'intensité de l'aurore. Une quantité de larges rayons.

- 23<sup>h</sup> 3<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> Comme auparavant. Des plaques pulsatoires au Nord.  
 23 7 30 Une couronne très faible.  
 23 9 30 L'aurore est en décroissance. Des fragments de draperies dans le Nord.  
 La station de Aas cesse le travail.  
 23 30 30 Depuis la dernière observation, l'aurore a diminué lentement, en se déplaçant vers le Nord. Elle est très faible maintenant. La station de Skien cesse le travail.

Comme on le voit par cette description il, se présenta cette fois une occasion unique d'obtenir une quantité d'intéressants photogrammes. Cependant l'organisation des stations d'aurore n'était pas cette année-là aussi complète que plus tard; et, à cause de la guerre, il était extrêmement difficile de se procurer les plaques photographiques les plus rapides. Entre 20<sup>h</sup> et minuit, une trentaine de photogrammes furent pris, dont 9 seulement réussirent. (Voir les tables I et II.)

Nous allons à ces photogrammes ajouter les remarques suivantes:

14. Nous nous sommes servis des plaques *Imperial flash light*.

S 5 et S 6. Les deux photographies furent prises en même temps, mais à cause d'un malentendu au téléphone, M. Bjerke pointa son appareil vers Andromeda et moi vers Perseus. Nous avons marqué la situation sur la carte I en supposant pour les points choisis que  $H = 100$  km. On voit que la situation concorde bien avec celle de l'arc du photogramme 14. (Plaques imperial flash light.)

S 7. Mêmes plaques. Hypothèse  $H = 100$  km.

S 8. Mêmes plaques. Egalement  $H$  supposé égal à 100 km.

Alors la station de Skien entra en fonction, de sorte que j'étais en relation téléphonique simultanée avec les deux stations de Aas et Skien. Nous prîmes un photogramme (no. 15) de la partie Est de l'arc; cependant, comme la photographie prise à Oslo était un peu diffuse, nous avons mesuré seulement les photographies prises à Aas et à Skien, Aas étant choisie comme station principale:

15. D'après la photographie prise à Aas, le rayon descend jusqu'à 97 km. environ. Cependant ce rayon semble être un rayon faux produit par la vue tangentielle d'une draperie courbée. Il était situé au-dessus de la ville de Umeå en Suède. En comparant ce résultat avec les observations visuelles de M. Colbjørnsen à 20<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> et à 20<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, où l'extrémité du rayon atteignait à l'étoile de  $\zeta$  Ursæ majoris, il est probable que le sommet du rayon atteignit à une hauteur de 500 km. environ.

16. De cet arc, des photographies furent prises simultanément des trois stations C, A et S. Cependant celle prise à la station C ne réussit pas. (Plaques Imperial flash light.) Pour fixer la direction de l'arc nous y avons choisi deux autres points A et B, le point B n'étant cependant pas visible sur le dessin. Pour ces points, nous avons supposé la hauteur égale à 139 km., comme pour le point 1.

A 20<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> 8<sup>s</sup>, un nouveau photogramme fut pris, aux stations C, A et S, d'un arc dans le Nord. La hauteur de l'arc au-dessus de l'horizon était d'environ 21° à 22° degrés. Les photographies n'ont pourtant pas été utilisées, la direction de la parallaxe étant peu différente de la direction de l'arc. (Plaques Imperial flash light). Les trois photogrammes suivants aux mêmes trois stations ne réussirent pas. Même plaques.

17. Plaques Hauff ultra rapid. Pour mieux marquer la situation géographique, nous avons choisi le long du bord les points 3, 4 et 5, dont nous avons supposé l'altitude égale à 90 km. L'épaisseur verticale de la partie la plus lumineuse était de 8 à 9 km.

Un beau photogramme fut aussi pris aux trois stations à 21<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> 48<sup>s</sup>, de belles draperies rayonnées. La pose était d'environ 4<sup>s</sup>, mais comme les étoiles n'y peuvent être identifiées, le photogramme n'a pas été utilisé.

18. En 1917 j'avais aussi mesuré et calculé ce photogramme et trouvé les hauteurs de 87 à 110 km. c'est à dire des valeurs à peu près égales à celles trouvées maintenant.

En ce qui concerne les photogrammes suivants, nous ajouterons les remarques ci-après:

21. Pour le point le plus bas de la draperie, on trouve une altitude de 98 km., ce qui coïncide bien avec le photogramme no. 20.

Après le photogramme no. 21, treize autres photogrammes furent pris dont l'un seulement, le no. 22, réussit. Ce résultat peu encourageant était dû aux plaques trop peu sensibles.

D'après les résultats de ce soir-là, il semble que l'aurore atteignit au niveau de 90 km. environ au-dessus de la terre; quant à l'altitude maximum, nous n'avons pas assez de matériel photographique pour pouvoir la constater; cependant nous avons vu, en combinant les résultats du photogramme no. 15 avec les observations visuelles de M. Colbjørnsen, que la hauteur de 500 km. semble être atteinte par le sommet d'un rayon auroral. Ce résultat semble être vérifié par les observations visuelles faites à *Neumunster* et à *Heidelberg*. En effet, dans les *Astronomische Nachrichten*, Tome 204, no. 4875, p. 46, M. Ebbell a publié quelques observations, auxquelles nous empruntons les passages suivants:

« — — — (A Neumunster) le phénomène était à peu près invariable, sous forme d'arc auroral dans le nord, jusqu'à 21<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>. Alors des rayons commencèrent à apparaître et à se développer çà et là normalement à l'arc. La largeur et la longueur en étaient variables et quelques rayons s'évanouirent vite, d'autres restèrent plus longtemps. En général il y avait un plus grand nombre de rayons à l'Ouest qu'à l'Est. Le maximum d'activité fut à 21<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>. Les rayons les plus hauts atteignirent alors à une altitude de 35° au-dessus de l'horizon. »

En combinant ceci avec les observations simultanées de M. Colbjørnsen, que l'aurore à ce moment atteignait au zénith; on en déduit que les rayons devaient atteindre à une altitude d'au moins 480 km.

A Heidelberg, M. Max Wolf observa également cette même aurore vers 21<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et il trouva que les rayons s'élevaient jusqu'à 15° au-dessus de l'horizon, ce qui correspond à une altitude d'au moins 400 km.

En ce qui concerne les plaques pulsatoires, j'ai reçu de M. Ole Olden, professeur à une école de Stavanger, une description intéressante. Concernant une observation faite vers 22<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> il dit: « Un trait bien curieux était que souvent il y avait ce que je pourrais nommer une décharge intermittente. Pour me faire mieux comprendre, prenons une comparaison avec les touches d'un piano: on frappe constamment *c, e, a, c'* — — *c, e, a, c'* — — *c, e, a, c'*, — — . . . . . En d'autres termes: il y a sur le ciel une série de régions fixes, appelées *c, e, a* et *c'*. A un moment le ciel s'éclaire d'une lumière diffuse en *c*, ensuite la lumière disparaît et un moment après c'est la région *e* qui s'illumine. Ensuite celle-ci devient sombre à son tour et la lumière se montre en *a*, puis *a* devient sombre et *c'* lumineux et puis le même jeu recommence. »

C'est là un phénomène que je me rappelle avoir observé aussi pendant les flammes ou corruscations qui suivaient les fortes aurores. J'ai vu de pareilles luminosités discontinues se développer rapidement vers le haut et elles avaient l'air de décharges électriques rapidement dirigées vers l'espace cosmique et qui en s'élevant illuminaient des régions séparées entre elles par des espaces qui ne s'illuminent pas.

Ces phénomènes auroraux sont si faiblement lumineux et se déplacent si vite que je n'ai jamais réussi à les photographier en instantanés.

Avant de terminer le rapport sur cette remarquable aurore, il me semble intéressant de citer les remarques suivantes, empruntées à une lettre du 12 mars 1917, et que j'ai reçue de M. Ole Krogness, qui faisait des observations sur cette même aurore à la montagne de

Haldde non loin de Bossekop. Il dit: «Le 15 février 1917, nous étions dans une période de mauvais temps et ce fut seulement vers le soir que le ciel s'éclaircit. Aucune photographie ne fut prise. Cependant il était très intéressant de faire des observations au nord de la zone d'aurore (qui cette fois se trouvait dans la Norvège méridionale) ce soir-là. Nous avions l'arc auroral très intense près de l'horizon du sud, toutes les fois qu'il nous a été possible de faire des observations. Au nord de l'arc, il y avait seulement une aurore en forme de faibles draperies. Aucun phénomène fortement lumineux. Ceci me rappelle ce que M. Kurt Wegener m'écrivait de Spitsbergen que les rayons fins et fortement lumineux n'étaient pas à observer là-bas.»

### § 6. Autres aurores boréales de l'année 1917, en particulier celle du 21 août.

Le 14 mars, 27 jours après le 15 février, l'aurore apparaît de nouveau. Malheureusement le ciel était couvert, mais je pouvais voir l'aurore briller à travers les nuages.

Le 16 avril, à 22<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, je remarquai à l'horizon du nord, à droite de l'étoile  $\beta$  Persei, les sommets de faibles rayons dont les bases étaient au-dessous de l'horizon visible de Bygdø.

La nuit du 17 au 18 avril, l'aurore était assez belle, je la remarquai à 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> en revenant de chez des amis. Je me rendis aussitôt à l'observatoire de Oslo, et suivis de là le développement de l'aurore. Comme il était trop tard pour avertir les stations de Aas et Skien, je me bornai à prendre de temps à autre des photographies des divers aspects de l'aurore. Au commencement, elle avait la forme d'un arc fortement lumineux dans le nord. A 23<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> l'arc se transforma en draperies. A 0<sup>h</sup> 24<sup>m</sup>, je remarquai près de la planète Saturne quelques beaux rayons, rouges de la base au sommet. Ces mêmes rayons furent aussi observés par mon collègue, M. L. Vegard, également de Oslo<sup>1</sup>.

En tout, 22 photographies furent prises. Voici les remarques supplémentaires aux photographies mesurées :

S 9. La situation géographique est indiquée en supposant que  $H = 110$  km.

S 10. Egalement.

S 11. Egalement.

S 12. Egalement. Quant au rayon, nous avons calculé l'altitude de son sommet en supposant l'altitude de la base égale à 110 km. Le résultat fut de 420 km.

S 13. Hypothèse  $H = 110$  km.

S 14. Cette fois nous avons marqué la situation géographique de l'arc sous l'hypothèse  $H = 110$  et  $H = 130$  km. En supposant la base du rayon à l'altitude de 120 km., on trouve que le sommet atteint à 300 km. environ.

S 15. Faible draperie avec un long rayon. On a supposé pour le bord de la draperie et pour la base du rayon l'altitude de 120 km. Alors le sommet du rayon doit atteindre à 450 km.

S 16. Hypothèse  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

Le 18 avril il y avait une faible aurore dans le nord, entre 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et minuit et demie (0<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> du 19 avril).

Le 21 août apparut une aurore de tout premier ordre. Je la remarquai de mon domicile à Bygdø au commencement du crépuscule, sous forme de bandes irrégulières et très lumineuses, sur le ciel du nord. Ces bandes s'élevaient lentement vers le zénith. Aussitôt j'avertis mes stations de Aas et de Skien, mais malheureusement personne ne répondit au téléphone, et il me fut impossible d'entrer en communication téléphonique avec mes

<sup>1</sup> Voir p. 168—169 du mémoire: *The position in space of the aurora polaris from observations made of the Haldde observatory 1913--1914*, Geofysiske publikationer, Vol. I, no.1. Kristiania 1920.

assistants. Donc il me fallut renoncer à prendre des photogrammes de cette belle aurore. Dans ces circonstances, je laissai le soin de prendre des photographies à mon assistant, M. l'étudiant Colbjørnsen, et je suivis moi-même le développement de l'aurore à Bygdø. M. Colbjørnsen réussit à prendre une série de belles photographies. Les 6 meilleures, où l'on voyait de très longs rayons allant presque de l'horizon au zénith, furent malheureusement abîmées pendant le renforcement des plaques. Parmi le reste, nous en avons mesuré deux seulement, qui représentent une faible couronne; c'était en effet la première couronne photographiée en Norvège méridionale. Les photographies sont indiquées dans la table I sous les numéros S 17 et S 18. La position du point de radiation figure dans la table III. Il était difficile de déterminer exactement ce point, parce que les rayons étaient diffus et n'atteignaient pas au centre de la couronne.

Durant le développement maximum de cette aurore, les longs rayons auroraux étaient situés entièrement sur la moitié nord du firmament, et ne dépassaient pas le sud d'une ligne de l'ouest à l'est à travers le zénith. Ils étaient très longs et donnaient l'impression d'atteindre à de très grandes altitudes. Heureusement nous avons un moyen de juger

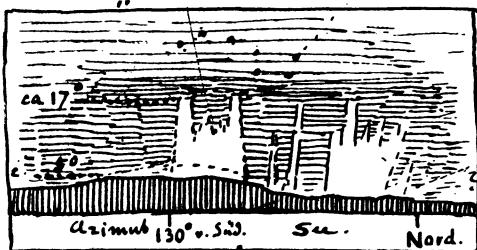


Fig. 9.

de la hauteur probable de ces beaux rayons par une observation intéressante faite le même soir par M. H. Meyer, professeur à Schloss Glarisegg, dans le Steckborn, (Canton de Thurgau), Suisse. Dans une lettre du 6 février 1918, il m'a communiqué ses observations, que nous reproduirons ici.

Il dit: «J'ai vu la même aurore boréale entre 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et j'en ai fait le dessin ci-dessus, où l'on peut trouver à peu près la situation des rayons d'après les étoiles de la grande Ourse.

«La montagne s'élève à 5° environ, et les rayons les plus hauts atteignirent à 15 ou 20° au-dessus de l'horizon. Le phénomène changea environ 4 fois, c'est-à-dire apparut, resta peut-être une minute, disparut ensuite à droite, à gauche, apparut de nouveau pour disparaître encore, etc. Chaque fois, le groupement des rayons était à peu près le même et la couleur en était du jaune au rouge brique. — — —

«Si l'on considère Oslo et Steckborn comme étant à peu près sur le même méridien (moins de 2° de différence en longitude), et si l'on juge l'altitude du sommet d'un rayon vu de Steckborn égale à 17°, rayon dont le sommet était en même temps au zénith de Kristiania, cela donne une altitude du sommet de 650 km.»

J'ai vérifié ce résultat et trouvé une altitude de 600 à 650 km.

Ainsi, il semble fort probable que cette fois aussi les longs rayons auroraux atteignirent à de très grandes altitudes.

### § 7. Aurore boréale du 16 décembre 1917.

Le 16 décembre, il apparut au-dessus de la Norvège méridionale une aurore magnifique, qui fut aussi observée en Suède et en Danemark.

Vers 19<sup>h</sup>, je remarquai l'aurore, et me rendis aussitôt à l'observatoire d'où j'avertis mon assistant à Aas, M. le professeur Bjarne Bjerke. Les rapports téléphoniques furent bientôt établis et le travail commença vers 20<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>. Nous primes pendant les deux heures suivantes 31 photogrammes, dont plusieurs d'un grand intérêt. L'aurore était en effet magnifique, et de tout premier ordre.

Le premier photogramme, pris à 20<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, d'une draperie rayonnée près de Vega, ne réussit pas, la photographie, prise à Aas, étant trop faible. Non plus le suivant, à 20<sup>h</sup>

27<sup>m</sup> 20<sup>s</sup>, de la même draperie. Les deux photogrammes suivants, no<sup>s</sup> 23 et 24, réussirent. Vient ensuite une série de 4 photogrammes non réussis. A 21<sup>h</sup> 41<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, nous prîmes le photogramme d'un arc auroral passant par Cassiopeia. Seule la photographie prise à Oslo réussit et on y voit le bord sud de l'arc passer entre  $\beta$  et  $\gamma$  Cassiopeia. Le photogramme suivant, à 21<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>, ne réussit pas non plus; la photographie prise à Aas ne montre rien, pourtant celle prise à Oslo montre très bien le bord de l'arc et a été utilisée pour trouver la situation géographique de l'arc, en supposant pour l'altitude du bord: 100, 150 et 200 km. (Voir S 19.) Vers 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> l'arc, vu de Oslo, passa par le zénith magnétique, et nous prîmes deux photogrammes, mais ils ne réussirent pas non plus. En effet, *le bord sud de l'arc était partagé en étroites bandes irrégulières, parallèles à la direction de l'arc* et dont l'aspect était différent, selon qu'on les regardait dans la direction des lignes de force magnétique (comme à Oslo) ou obliquement (comme à Aas); il en résulta une différence si notable entre les deux images, que l'identification en est très incertaine.

Viennent ensuite trois photogrammes réussis, les no<sup>s</sup> 25, 26 et 27, ce dernier meilleur que le précédent (no. 26).

A 22<sup>h</sup> 4<sup>m</sup> un nouveau photogramme fut pris au zénith magnétique, vers le bord strié qui formait encore la limite de l'arc vers le sud. Mais, comme auparavant, (à 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>) le photogramme ne réussit pas.

Pendant cette frontière sud de l'arc s'accroît et s'intensifie rapidement, de sorte que le photogramme suivant, no. 28, réussit très bien.

Alors commença un développement remarquable de longs rayons verts et rouges. (Voir le photogramme no. 29, pris vers le sud.) Quant au photogramme no. 30, il a été mesuré plusieurs fois. Une valeur  $p=7^{\circ},4$  au point 1, au lieu de  $p=7^{\circ},5$  donne  $H=96$  km. et la détermination de la hauteur semble donc être bonne. Le photogramme suivant fut pris vers le zénith magnétique, où brillait une belle couronne verte et rouge. Comme photogramme il n'est pas utilisable, mais la photographie, prise à Oslo, a été utilisée pour déterminer le point de radiation. (Voir S 20.)

A 22<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 22<sup>s</sup> la couronne était extrêmement belle, et nous en prîmes un photogramme avec pose de 2<sup>s</sup>. La photographie prise à Oslo était excellente et a été reproduite à diverses reprises<sup>1</sup>, mais celle prise à Aas n'était pas assez bonne pour l'identification des rayons. (Voir S 21.)

La position du point de radiation avait aussi été mesurée en 1918, avec le même résultat que celui des mesures nouvelles. (Voir la table III.)

Le photogramme suivant, no. 31, est remarquable en ce qu'il est le photogramme réussi d'une couronne; en effet, avec une aussi grande base que  $C-A$ , de 27,90 km. il est très difficile d'identifier les divers rayons de la couronne. On voit bien sur ce photogramme que les rayons sont courbes. Leurs sommets dépassent 400 km. d'altitude.

Le photogramme suivant, no. 32, réussit aussi. Les rayons sont alors moins prédominants, la couronne étant plutôt une masse lumineuse de différentes couleurs. Il est remarquable d'en voir l'effet sur les plaques photographiques: il semble que certaines parties rouges n'ont pas eu d'effet du tout, et que d'autres, les bleues et les violettes, ont eu un effet considérable. A cause de ces effets, nous avons reproduit sur la planche 1 trois de ces photographies. Quant aux plaques elles étaient, ou bien Lumière étiquette violette, ou bien Hauff ultra rapides, toutes sensibles seulement aux rayons bleus et violets. Pour la photographie prise à Oslo à 22<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>, elle est remarquable par l'étroite bande lumineuse qu'on y voit au centre. Je me souviens que pendant la pose de la plaque j'ai vu cette bande s'éclairer subitement et fugitivement (peut-être moins d'une seconde), pour disparaître ensuite.

<sup>1</sup> La plus belle reproduction en est la planche 8 de la publication no. 13, citée dans l'introduction.



Le dernier photogramme de ce soir-là présente un intérêt particulier; en effet, aux environs de Jupiter, il y avait à ce moment une lumière *rouge-violette*, et c'est cette lumière que nous avons photographiée. Sur les plaques, on peut distinguer de faibles traces de rayons et le calcul a prouvé que ces rayons montaient à une hauteur considérable: plus de 500 km. (Voir no. 33.)

Sur cette aurore remarquable et qui était de première grandeur, j'ai reçu une série de rapports de différentes personnes en Norvège. Et aussi le directeur de l'observatoire «Orionobservatoriet» en Danemark, M. Aage Fock, a eu l'obligeance de m'envoyer le rapport d'une série d'observations intéressantes de différentes localités en Danemark.

Parmi toutes ces observations, nous allons en citer quelques unes d'un intérêt particulier:

M. Olaf Næsheim, à Haugesund (latitude  $59^{\circ} 25'$ , longitude  $5^{\circ} 15'$ , à l'est de Greenwich) dit:

«Entre  $22^{\text{h}} 20^{\text{m}}$  et  $22^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ , l'aurore s'étendit sur l'hémisphère sud jusqu'à Rigel, en sorte que les constellations Orion, Taurus etc. étaient couvertes par des rayons auroraux.»

M. Vilh. Larsen, professeur d'une école de la ville de Aarhus en Danemark (latitude  $56^{\circ} 9'$ ) dit:

«Vers  $21^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ , l'intensité de l'aurore augmenta et égala presque celle de la pleine lune qui venait d'apparaître. J'allai en dehors de la ville pour mieux voir le phénomène, qui alors se développait dans toute sa splendeur. Il y avait un arc vers le nord, et le ciel septentrional était semé de surfaces lumineuses de toutes les couleurs du spectre. Sans cesse de grandes masses aurorales s'élançaient à une grande vitesse vers le zénith. En même temps, on y remarquait une quantité de longs et forts rayons blancs, jaunes, bleus et verts. Toute la région allant du zénith jusqu'à  $20-30^{\circ}$  de ce point était colorée de flammes rouges de toutes teintes: rouge sang, carmin et rouge lie de vin. De la partie ouest de l'arc et quelquefois aussi de la partie est, de grandioses faisceaux de rayons et de flammes rouges s'élançaient vers le zénith, où ils se formaient en couronne . . . .»

Dans plusieurs des descriptions données, la couleur rouge de l'aurore boréale fut comparée à la lueur d'un incendie éloigné.

Si j'avais eu à ma disposition assez de plaques photographiques, et un réseau de stations aurorales comme j'en ai eu pour l'aurore du 22 au 23 mars 1920, j'aurais sans doute obtenu de cette intéressante aurore des matériaux bien autrement complets que ceux obtenus ce soir-là.

### § 8. Aurores boréales de l'année 1918.

La première aurore que je réussis à photographier apparut le 12 février. Cette fois, les trois stations de Oslo, Aas et Skien étaient en activité. Cependant la position de l'aurore était très mauvaise par rapport à la base C—A; et à la station de Skien, dirigée cette fois par M. Thalberg, des lampes électriques très fortes, nouvellement installées à la gare tout près de la station d'aurore, faisaient rater presque toutes les plaques.

Donc, malgré le grand nombre (environ 200) de plaques prises, le résultat fut très pauvre: pas un seul photogramme de réussi et seulement 7 photographies d'utilisables.

Vers  $21^{\text{h}}$ , je vis sur l'hémisphère sud un arc passant par Cetus, Betelgeuze et Procyon; à l'est il passa à  $10^{\circ}$  Est de la planète Saturne. Vers  $21^{\text{h}} 5^{\text{m}}$  l'arc passa à  $2^{\circ}$  au nord du Baudrier d'Orion. A  $21^{\text{h}} 15^{\text{m}}$  l'aurore avait disparu complètement. Voici mes observations sur la seconde phase de l'aurore:

$21^{\text{h}} 17^{\text{m}}$  l'aurore commence à apparaître dans le nord en forme d'arc, qui se développe ensuite en étendue et en intensité.

21 45 Vega au bord inférieur, Deneb au bord supérieur.

22 8 L'arc est très beau, de couleur blanc-verdâtre.

- 22<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> L'arc s'est divisé en deux, une partie de chaque côté de Deneb.  
 22 21 50<sup>s</sup> La photographie prise est marquée S 24. En supposant le bord inférieur à la hauteur de 110 km. la situation est marquée sur la carte II.  
 22 56 30 L'arc s'est transformé en draperie jaune-verte. (Voir S 25.) La situation est marquée sous l'hypothèse  $H = 100$  km. pour le bord inférieur.  
 23 51 20 Arc intense. (Voir S 26.) Hypothèse  $H = 100$  km.  
 23 54 20 L'extrémité ouest courbée. (Voir S 27.) Hypothèse  $H = 100$  km.

La dernière photographie réussie fut prise à minuit. (Voir S 28.) Même hypothèse. Voici les autres dates d'aurores boréales:

13 février. Arc auroral dans le nord, sans changements notables de 22<sup>h</sup> à minuit. A 22<sup>h</sup> il passa par Deneb. Après minuit, ciel couvert. Nulle photographie de prise.

28 février. Un peu d'aurore dans le nord entre 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et 23<sup>h</sup>. A 23<sup>h</sup> des rayons et des draperies aux environs de  $\alpha$  et  $\delta$  Cygni. Nulle photographie de prise.

Le 3 mars, il apparut vers l'horizon du nord un arc diffus et faible. A Bygdø, je pris 9 photographies de l'arc, dont trois ont été mesurées:

S 29. Situation marquée d'après l'hypothèse  $H = 130$  km.

S 30. Même hypothèse.

S 31. L'arc est devenu plus lumineux et plus régulier. Hypothèses  $H = 100$  et  $H = 130$  km.

Dans la nuit du 7 au 8 mars, il y eut encore une aurore et cette fois de premier ordre. Malheureusement elle commença à briller si tard qu'il était impossible d'obtenir la communication téléphonique avec mes stations de Oslo, Aas et Skien. Alors je n'avertis pas non plus l'observatoire de Oslo, me contentant de prendre des photographies à la station de Bygdø. Je pris 23 photographies entre 0<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> et 2<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> le 8 mars. (Voir table I.) Quelques remarques supplémentaires sont données ici:

S 32. A été reproduite dans la publication no. 12, citée dans l'introduction. La situation géographique est marquée en supposant  $H = 110$  km.

Vers 1<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> apparurent des rayons auroraux au-dessus de l'arc. Puis l'aurore devint diffuse, avec des rayons aux contours peu nets.

S 33. Situation marquée en supposant  $H = 110$  km.

S 34. Même hypothèse:  $H = 110$  km.

S 35. De même.

S 36. De même. L'aurore est diffuse avec des rayons peu distincts.

A 1<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> l'intensité de l'aurore augmente, en même temps qu'elle s'élève et se rapproche du zénith. Nous primes de belles photographies, à 1<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> et à 1<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>, de très beaux rayons vers le nord-est.

S 37. Remarquables rayons vers l'est. Sur le plus grand rayon nous avons choisi trois points. En supposant pour le point 1 la hauteur  $H = 120$  km. on trouve que l'altitude du point 3 sera de 350 km. Alors s'ouvrit une période splendide dans le développement de l'aurore. A l'ouest et à l'est se développèrent des rayons auroraux extrêmement lumineux et s'étendant presque du zénith à l'horizon. Ce développement avait beaucoup de ressemblance avec celui du 21 août 1917.

A 1<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> 20<sup>s</sup> je pris une très belle photographie de la partie inférieure des longs rayons vers le Procyon à l'ouest; cette belle photographie a été reproduite à plusieurs reprises. Voir la planche 2.

A 1<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> je photographiai de nouveau les rayons; ils étaient alors devenus encore plus longs; en les regardant j'aperçus un phénomène remarquable:

*Sans que changeât ni la forme, ni la position des rayons, leur couleur passa successivement du bleu-vert au rouge-violet et cela sur toute leur étendue, de la base au sommet.*

J'en pris une excellente photographie (S 38) qui a été reproduite à plusieurs reprises ; la meilleure reproduction s'en trouve dans la publication no. 13, en planche 6. (Voir l'introduction.) En supposant la base à l'altitude de 120 km. on trouve que les parties les plus hautes qui soient visibles sur la photographie s'élèvent à 485 km. environ. Peu après, à 1<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, une nouvelle photographie fut prise vers la grande Ourse, on y voit les sommets des rayons se rapprocher du zénith magnétique et former un fragment de couronne.

Les rayons étaient alors splendides à l'est de l'horizon jusqu'au zénith. Une photographie fut prise à 2<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> vers Vega, qui se trouvait à ce moment au milieu des rayons auroraux. On y voit une masse de rayons, les uns derrière les autres.

A ce moment, je dus aller changer les plaques.

Quand je revins vers 2<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> les longs rayons avaient disparu et il ne restait que des rayons plus courts et de lumière vague, aux environs du zénith magnétique. 3 photographies furent prises dont l'une, à 2<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, fut excellente. (Voir S 39.) Elle a été reproduite auparavant, p. ex. dans la publication no. 12 citée dans l'introduction. Deux autres photographies : S 40 et S 41, furent prises aussitôt après. A 3<sup>h</sup> on cessa le travail.

23 mars : Le soir il y avait un arc faible et immobile, bas vers le nord ; quelques photographies furent prises, mais mal réussies.

Du 5 au 6 avril : Une aurore assez belle brilla sur l'hémisphère nord cette nuit-là. Cependant elle commença si tard que je ne pus obtenir le rapport téléphonique avec les stations.

Par conséquent je me contentai d'observer l'aurore de mon domicile à Bygdø et de la photographier de temps à autres pendant la nuit. Ce travail dura jusqu'à 4<sup>h</sup> du matin ; 33 photographies furent prises. Voici les remarques supplémentaires aux photographies mesurées :

S 42 Situation marquée correspondant à  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

S 43. L'arc plus irrégulier. Hypothèse  $H = 110$  km. L'arc se transforma aussitôt après en une draperie rayonnée, avec le bord inférieur très lumineux. Puis il redevint diffus et immobile jusqu'à 1<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>, où il se transforma de nouveau en draperies rayonnées.

S 44. Les draperies en question. Situation marquée d'après les hypothèses :  $H = 90$  et  $H = 110$  km. Puis l'aurore redevint immobile et diffuse, et peu à peu prit la forme d'un arc qui, vers 2<sup>h</sup>, devint assez intense.

S 45. L'extrémité de cet arc. Hypothèse  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

S 46. Même arc. Mêmes hypothèses. Vers 2<sup>h</sup> 28<sup>m</sup>, nouvelle formation de draperies très belles.

S 47. Les draperies en question. Hypothèse  $H = 100$  km. Après une période d'immobilité, une dernière formation de draperies à 3<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>.

Vient ensuite une belle aurore dans la nuit du 11 au 12 avril. Une série de photographies furent pris avec base C—A. A l'observatoire je pris les photographies moi-même, avec l'aide de M. Tveter, tandis que M. Colbjørnsen prenait des notes sur le développement de l'aurore. A la station de Aas M. Bjarne Bjerke, qui était en communication téléphonique avec moi, prit des photographies simultanément aux miennes.

J'avais aussi averti la station de Skien, mais sans en obtenir de réponse.

Voici premièrement les notes prises par M. Colbjørnsen :

21<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> à 21<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> Des rayons.

21 45 à 21 50 Des corruscations et des taches lumineuses

21 50 à 21 55 Couronne.

22 31 Des corruscations très fortes et très rapides au zénith.

- 22<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> Les mêmes corruscations. Des plaques aurorales pulsatoires par périodes de 2 à 6 secondes.
- 22 38 Les corruscations sont finies. De longs et larges rayons dans le nord.
- 22 40 Un long et étroit rayon passant par  $\delta$  Cassiopeia.
- 22 45 Les rayons ont disparu. Des taches diffuses (fragments de draperies) dans le Nord.
- 22 51 Des fragments intenses de draperies dans le nord-ouest aux environs de Jupiter. Premier photogramme pris, mais mal réussi. Les deux suivants aussi. Tache lumineuse près de  $\alpha$  Orionis.
- 23 0 Des corruscations. Long rayon étroit dans le Nord. Un arc assez diffus et quelquefois avec des rayons (au Nord et Nord-ouest) persiste pendant la demi-heure suivante.
- 23 38 L'aurore commence à changer. Elle n'est plus si fragmentaire; un arc entier et assez fort s'est formé vers le nord.
- 23 48 L'arc est assez fort, mais irrégulier. De temps à autre, des traces de rayons. Les corruscations sont presque éteintes.
- 23 55 De faibles rayons le long de l'arc, qui est devenu assez irrégulier. Son bord inférieur est à 3—5 degrés au-dessus de l'horizon du nord. L'arc s'étend de l'ouest au nord-est.
- 0 0 L'arc est extrêmement régulier et beau. Photogrammes pris, mais pas très bons. (Voir le no 35).
- 0 8 Le bord inférieur de l'arc, vu de l'observatoire, passe par le haut du support des fils téléphoniques sur le toit de la bibliothèque.
- 0 15 L'arc s'est divisé; des rayons commencent à se développer. Plusieurs rayons bien distincts. Photogrammes pris.
- 0 25 Le développement des rayons est fini. Des corruscations. L'arc est à peu près comme auparavant.
- 0 45 Nouveau développement de rayons et de draperies.
- 0 55 Le développement est fini. Des nuages dans le nord.
- 1 26 De fortes flammes dans le nord.

Passons maintenant aux photogrammes.

Les trois premiers furent mal réussis. Le quatrième, no. 34, d'un fragment de draperie assez diffuse, a été calculé.

35. Le long de l'arc, nous avons choisi les points  $a$ ,  $b$ ,  $c$  et  $d$ , et marqué leur situation, en supposant que  $H = 100$  km.

S 48. Hypothèse:  $H = 100$  km.

36. Le long de l'arc, nous avons choisi des points dont nous avons marqué la situation géographique, en supposant que  $H = 104$  km., comme au point 1.

37. Arcs et draperies.

38. Draperie rayonnée. La partie la plus lumineuse avait l'épaisseur verticale de 11 km. environ.

39. Les sommets de ces rayons ont dépassé l'altitude de 400 km.

40. Minimum d'altitude: 84 km.

41. Le point 4 a été mesuré plusieurs fois. Une parallaxe au point 4, égale à  $3^{\circ},4$  donne:  $H = 80$  km., en tout cas, une altitude assez basse!

42. Moins bon.

Vient ensuite un long intervalle où nul photogramme ne fut pris, l'aurore étant très calme.

43. Rayon.

En considérant les résultats de cette nuit, les défauts suivants, relatifs aux préparations, sautent aux yeux :

D'abord la trop petite base  $C-A$ , pour la mesure des aurores éloignées du grand cercle vertical de l'ouest à l'est.

Ensuite le trop petit nombre de plaques photographiques disponibles.

Enfin, les difficultés avec la station de Skien, et pour avertir M. Thalberg, et relativement aux lampes électriques près de la station.

Je me décidai donc à abandonner la station de Skien et à trouver une autre station plus commode. Pendant l'automne, je fus assez heureux pour parvenir à établir une nouvelle station à la ville de *Kongsberg*, à 66 km. environ de l'observatoire, et à peu près à 64 km. de Bygdø. En effet, M. l'étudiant Stenseth prit à charge d'assister lui-même au travail, et le 19 octobre la station était organisée.

Voici les autres aurores de cette année-là, d'après mes observations à Bygdø :

*21 septembre*: Une belle aurore. Les stations  $C$  et  $A$  étaient en fonction, mais le résultat fut assez pauvre, à cause de la position défavorable de l'aurore dans le Nord. Voir les photogrammes nos 44 et 45.

*28 septembre*: A Bygdø, je remarquai une aurore boréale derrière les nuages.

*29 septembre*: Aurore très singulière. En effet, pendant une heure entière, un rayon blanchâtre, accompagné d'une sorte de fragment de draperie, brilla aux environs de Vega, et cela tout à fait isolément, et indépendamment des faibles traces d'un arc auroral vers l'horizon du nord. Étant occupé moi-même, je chargeai mon assistant à l'observatoire, M. L. Tvetter, d'essayer d'obtenir des photogrammes de cette aurore singulière. La station de Aas fut avertie et quelques photogrammes furent pris, avec M. Braathe à la station de Aas. Mais la pose fut choisie trop courte: pas de traces d'aurore sur les plaques.

*1 octobre*: Faible arc d'aurore près de l'horizon du nord. Quelques photographies prises à Bygdø.

*8 octobre*: De 19<sup>h</sup> à minuit, une aurore d'un caractère assez diffus. Un arc jusqu'à 45° d'altitude, avec des rayons vers le zénith. Malheureusement j'étais malade et ne pus rien faire.

*23 octobre*: Vers 23<sup>h</sup> une faible aurore, avec de faibles rayons vers le Nord.

*4 novembre*: De 23<sup>h</sup> à 23<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> une faible aurore près de l'horizon du Nord. Des rayons diffus. A 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> le ciel est couvert de nuages.

*5 novembre*: De 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> à minuit un léger arc près de l'horizon du Nord.

*11 novembre*: Enfin, j'eus occasion de me servir de la nouvelle station de Kongsberg, dirigée ce soir-là par M. Stenseth. J'avais moi-même ma station dans le jardin de ma villa à Bygdø et nous prîmes quelques photogrammes excellents, avec la grande base  $B-K_1$ .

Quant à l'aurore boréale, elle eut cette nuit-là trois maxima d'intensité, à 19<sup>h</sup>, à 23<sup>h</sup> et à 0<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> le 12 novembre. A 19<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> un arc passa sur la grande Ourse.

Les 8 premiers photogrammes furent mal réussis, à cause des nuages. Le neuvième a le numéro 46. Les trois photogrammes suivants sont mal réussis; au contraire le quatrième, no. 47, était excellent, avec une grande parallaxe due à la grande base.

*12 novembre*: Vers 18<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> et vers 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> un peu d'aurore, mais aucune photographie de prise.

*23 novembre*: Dans l'après-midi, un arc au-dessous de la grande Ourse. Deux photographies furent prises, S 49 et S 50, et la situation fut trouvée en supposant que  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

*20 décembre*: Entre 18<sup>h</sup> et 20<sup>h</sup> une aurore bas vers le Nord.

21 décembre: De même.

25 décembre: En revenant le soir à Bygdø je remarquai, entre 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et 23<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, des arcs pulsatoires passant par le zénith et des arcs et draperies derrière les nuages dans le nord. A cause des nuages aucune photographie ne fut prise.

### § 9. Aurores boréales de janvier au 4 octobre 1919.

La première aurore que j'eus la chance de photographier cette année-là apparut le 31 janvier. Je pris 6 photogrammes, avec base  $B-A$ , d'un arc diffus dans le nord; mais comme la situation de l'arc était très défavorable, les parallaxes furent trop petites et trop incertaines pour pouvoir être utilisées. Parmi les photographies, prises d'une seule station, quelques unes ont été mesurées, à savoir celles-ci:

S 51. Situation géographique marquée correspondant à  $H = 120, 140$  et  $160$  km.

S 52. Hypothèse  $H = 130$  km.

S 53. Même arc que les deux précédents et devenu très beau. Hypothèse  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

Vint ensuite:

19 mars: Une aurore diffuse dans le nord. J'avertis M. Stenseth à Kongsberg et nous prîmes une série de 7 photogrammes dont un seul, le no. 48, réussit.

21 mars: Entre 20<sup>h</sup> et 21<sup>h</sup> il y avait dans le Nord un arc qui se transforma ensuite en rayons et en draperies. Quelques photographies furent prises, mais ne réussirent pas.

23 mars: Arc pulsatoire remarquable: Ce singulier phénomène apparut entre 23<sup>h</sup> et 24<sup>h</sup>. Un arc diffus et tranquille se développa sur le ciel du nord en passant par Cassiopeia. Ailleurs, nulle trace d'aurore. Cet arc avait des *pulsations étranges* et très lentes. Quelques parties de l'arc s'illuminèrent, restèrent lumineuses quelque temps, puis s'évanouirent complètement, et apparurent de nouveau. L'arc était faible et diffus, et tout le temps sans rayons. Je réussis à obtenir de cet arc intéressant quelques photogrammes avec base  $B-K_1$ . Je pris moi-même la première photographie, S 54. Nous avons marqué la situation géographique correspondant aux hypothèses  $H = 130$  et  $H = 150$  km. pour le bord inférieur. Sur le premier photogramme réussi, no. 49, l'impression sur les plaques est très faible. Les parallaxes ont été mesurées plusieurs fois, avec des résultats concordant assez bien. Quant aux points 3, 4, 5, 6, nous avons marqué leur situation géographique correspondant à  $H = 130$  et  $H = 150$  km.

L'autre photogramme réussi, no. 50, était encore plus faible, ce qui a rendu les mesures plus douteuses. Quant aux points 2, 3, 4, 5, nous avons marqué leur situation correspondant à  $H = 130$  et  $H = 150$  km.

S 55. Même hypothèse  $H = 130$  et  $H = 150$  km.

S 56. De même.

Les deux derniers photogrammes, pris à 23<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> et 23<sup>h</sup> 27<sup>m</sup>, ne réussirent pas; on ne voit rien sur les plaques, en dépit d'une pose de 30 secondes.

17 avril: Une belle aurore le soir, avec maximum d'intensité vers 23<sup>h</sup>. Rayons et draperies et après cela une période de corruscations et de flammes, où des zones parallèles à l'arc du Nord s'élançaient à une grande vitesse vers le zénith, où elles s'évanouirent vers 60° d'altitude. Bientôt après le ciel fut couvert de nuages. Aucune photographie satisfaisante de prise.

20 avril: Le soir il apparut un bel arc dans le nord. A cause de la situation défavorable de l'arc par rapport aux bases disponibles, seule ma station de Bygdø fut en activité. Je pris moi-même 22 photographies intéressantes de l'arc, dont les meilleures ont été mesurées. (Voir de S. 57 à S. 66 inclusivement.) Pour déduire leur situation

géographique, on a choisi des points le long des bords inférieurs et trouvé leur situation correspondant aux hypothèses  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

Vers 23<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> l'arc commença à être irrégulier, avec tendance à former des draperies. Vers 23<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> on pouvait voir le long de l'arc des pulsations. A 0<sup>h</sup> 3<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> le 21 avril l'arc avait repris sa forme régulière.

Ce fut la dernière soirée d'aurore de ce printemps. Comme on le voit, le manque de bases assez bien choisies m'a plusieurs fois empêché de mesurer des aurores splendides et très intéressantes. Et aussi la provision de plaques à chaque station était trop restreinte.

Pour mieux organiser le travail je me décidai donc, au moyen d'annonces dans les journaux, à m'assurer l'assistance de personnes qualifiées et habitant à des lieux propres à y établir de nouvelles stations d'aurores. Le résultat fut excellent; en effet, il me fut donné de pouvoir, pendant l'hiver de 1919 à 1920, établir une série de nouvelles stations, de sorte qu'enfin je pus disposer du réseau suivant:

B. Bygdø, station principale, dont je suis *moi-même* le chef, avec comme assistants d'abord Stenseth, puis Ødegaard et enfin Andersen.

C. L'observatoire de Oslo, seconde station principale, chef Stenseth, assistant Tveter, puis Wesøe.

O. Oscarsborg, chef Bjerke, puis Hafnor, assistant Arnesen.

H. Horten, chef Glimme, assistant Kolderup.

K. Kongsberg, chef Busengedal, avec l'assistance de son fils.

F. Fredrikstad, chef Meldahl.

D. Dombaas, chef Sigurd Enebo.

Parmi ces stations, tantôt une, tantôt deux étaient pendant le travail en rapport téléphonique avec Bygdø, et tantôt une, tantôt deux en rapport avec l'observatoire.

A ma station de Bygdø, j'obtins une, autre ligne téléphonique, pour diriger les arrangements relatifs aux relations téléphoniques entre les stations et pour mieux assurer la collaboration de toutes les stations. Et de même à l'observatoire je pus disposer de deux lignes téléphoniques.

Le nombre de plaques disponibles à chaque station fut aussi augmenté considérablement et de nouveaux appareils photographiques, du modèle de Halde (voir le § 1) furent mis à ma disposition par l'institut météorologique de Oslo.

La station de Aas fut supprimée et remplacée par celle de Oscarsborg.

Revenons maintenant aux autres aurores de 1919:

25 août: Le soir, une belle aurore se forma vers le Nord; malheureusement les stations n'étaient par définitivement organisées, et la plupart des assistants étaient en vacances. Je me contentai donc de prendre quelques photographies à Bygdø. 16 plaques furent prises, dont une (le no. S 67) a été mesurée. En supposant la base de l'aurore à 120 km. on trouve que le sommet dépasse l'altitude de 400 km.

9 septembre: Entre 21<sup>h</sup> et 22<sup>h</sup>, je remarquai une belle aurore aux rayons diffus, dont quelques-uns touchaient au zénith. Cependant comme je me trouvais dans le chemin de fer de Oslo à Bergen, je ne pus rien faire. M. Stenseth prit quelques photographies, mais elles ne réussirent pas.

19 septembre: De la ville de Drøbak, à 30 km. environ au sud de Oslo, je remarquai une belle aurore entre 21<sup>h</sup> et 23<sup>h</sup>. Ce fut d'abord un arc régulier qui, subitement, se transforma en belles draperies rayonnées rouges et vertes. Plus tard apparurent de longs rayons, quelques uns atteignirent au zénith magnétique, où il se forma une faible couronne. Puis de fortes flammes s'élançèrent rapidement vers le zénith et le spectacle se termina par des pulsations. A 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> nouvel arc, mais bientôt après le ciel se couvrit de nuages. A la station de Oscarsborg, M. M. Bjerke et Arnesen prirent quelques photographies, mais elles ne réussirent pas. A Kongsberg le ciel était couvert.

*21 septembre:* Dans le spectroscopie de poche, je pus distinguer la ligne d'aurore vers le Nord, bien que le ciel fût assez couvert.

*23 septembre:* Un léger arc persista dans le Nord jusqu'après minuit et plus tard il y eut quelques rayons. J'avertis mes stations de Kongsberg et de Oscarsborg et quelques photogrammes avec bases *B—K* et *B—O* furent pris, mais ne réussirent pas.

*25 septembre:* Faible aurore dans le Nord. Quelques photogrammes avec base *B—K* furent encore pris, sans résultat.

*1 octobre:* Aurore de premier ordre, avec de longs rayons jaunes-verts et de belles couronnes; mais le ciel était presque entièrement couvert de nuages, en sorte que l'aurore n'était visible que de temps à autre dans les éclaircies. Quelquefois je pouvais comprendre que tout le ciel était rempli de rayons et de draperies. Quelques photographies furent prises, mais ne réussirent pas.

*3 octobre,* le ciel resta couvert jusqu'à 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>; alors j'aperçus une belle aurore dans le Nord. Les stations furent averties, mais ne furent prêtes que vers 23<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>; en attendant je découvris un arc pulsatoire remarquable, passant par  $\alpha$  Aquilæ et le zénith, et de la même nature que celui du 23 mars 1919. Malheureusement l'arc avait disparu quand les stations furent prêtes pour le photographier; donc la hauteur ne pouvait pas être mesurée. Aucun des photogrammes pris ne réussit. Vers minuit le ciel se couvrit de nouveau.

#### § 10. L'aurore boréale du 4 octobre 1919.

Le 4 octobre, nous eûmes enfin la possibilité d'obtenir une série de photogrammes excellents d'aurore boréale.

L'aurore commença vers 19<sup>h</sup> sous forme d'un arc intense au-dessous de la grande Ourse. L'arc s'éleva de plus en plus et se transforma vers 20<sup>h</sup> en belles draperies et en longs rayons. J'avertis les stations de Oscarsborg et de Kongsberg et pendant le soir une belle série de photogrammes fut prise. A Bygdø, je dirigeai moi-même le travail, aidé de M. Stenseth. A Oscarsborg M. Bjerke prit les photographies, aidé de M. Arnesen, et à Kongsberg M. Busengedal était le chef de la station. Environ 25 photogrammes furent pris avec bases *B—O* et *B—K*.

Nous allons donner les remarques supplémentaires aux explications des photographies données dans les table I et II:

51. A cause de la petite parallaxe le résultat est un peu douteux, mais en tout cas les sommets des rayons semblent avoir monté à plus de 300 km.

52. Ni les sommets, ni les bases ne peuvent être bien distingués sur les photographies. Mais les sommets semblent dépasser 350 km.

53. Ce photogramme a été publié auparavant dans la publication no. 6, citée dans l'introduction. A cause de la petite parallaxe le résultat est un peu douteux. Les mesures ont montré que la base était à une hauteur de 143 km. et le sommet à plus de 400 km.

54. La frontière sud de l'aurore était alors formée par un arc vaste et diffus, assez irrégulier et de couleur jaune-vert. La parallaxe était difficile à mesurer.

55, 56. Mêmes remarques.

57. La luminosité était assez faible.

58. Sur la photographie prise à Oscarsborg, on peut mesurer l'altitude de la base. Elle est égale à 110 km. Le sommet du rayon en question dépasse 350 km.

59. La détermination de la hauteur est assez bonne, si on en juge d'après la situation géographique trouvée.

Alors l'aurore augmenta d'intensité, avec beaucoup de rayons atteignant presque au zénith. Vers 20<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> un photogramme fut pris vers Cassiopeia, mais l'identification de l'aurore sur les deux plaques était trop incertaine. Le photogramme de 20<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> fut rejeté



pour la même cause. A 20<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> et à 20<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> des photogrammes furent pris d'une faible couronne, mais ils ne réussirent pas non plus.

A 21<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 19<sup>s</sup> fut pris le premier photogramme d'un arc auroral avec la longue base *B—K*. Cependant la direction de la parallaxe étant à peu près parallèle à l'arc, le photogramme était inutilisable. Pourtant, en supposant le bord inférieur à 110 km. d'altitude, nous avons établi la situation géographique de l'arc. (Voir S 68.)

L'aurore resta alors assez longtemps, sous forme d'arc, dans le Nord. Le photogramme suivant ne réussit pas non plus, mais nous avons utilisé la photographie prise à Bygdø, avec l'hypothèse:  $H = 110$  km. (Voir S 69.) Viennent ensuite quelques photogrammes excellents:

60. Faible rayon. Pour la base, on trouve  $H = 129$  km. et pour le sommet  $H = 176$  km.

61. Draperie, très belle.

62. Draperie. Sur la photographie prise à Kongsberg, on voit à droite une partie de la maison. Très bonne détermination de la hauteur.

63. On en déduit, pour le bord inférieur de la draperie, l'altitude de 96 km.

64. Très belle. On trouve encore une fois que le bord inférieur marqué par la base du rayon court et très lumineux avait la hauteur de 95 à 96 km. Ensuite, que l'étendue verticale de ce rayon était comprise entre 11 et 14 km.

65. A peu près la même limite inférieure.

A ce moment des nuages commencèrent à se développer dans le nord et bientôt il fut impossible de prendre des photogrammes.

Quant à l'aurore, elle se développa davantage. Vers 22<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> il y avait une faible couronne. Au nord, les draperies changeaient et montraient des aspects divers. A 22<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> nous primes même une photographie d'une aurore si intense, qu'elle se voit très bien sur la plaque, malgré la courte pose de 1<sup>s</sup>. Cependant le ciel se couvrait de plus en plus, et on cessa le travail vers 23<sup>h</sup>.

Pour le développement de l'aurore ce soir-là, rappelons qu'il y eut deux périodes distinctes, toutes deux commençant par un arc homogène qui s'élevait de plus en plus, pour se transformer en draperies rayonnées. Puis ce furent des rayons et des couronnes. Entre les deux périodes il y eut des corruscations. Les photogrammes avec base *B—O* furent pris pendant la première période, ceux avec base *B—K* pendant la seconde.

## § 11. Aurore boréale de la nuit du 17 au 18 octobre 1919.

Le 16 octobre (27 jours après le 19 septembre), l'aurore se montra de nouveau sous forme d'arc très faible près de l'horizon du Nord. Je l'aperçus de Bygdø entre 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et minuit. J'avais averti la station de Kongsberg et nous étions tout prêts à prendre des photogrammes. Mais l'arc resta régulier, homogène et sans rayons de sorte que nul photogramme ne fut pris.

Le 17 octobre cependant, l'aurore se développa avec beaucoup d'éclat.

Vers 18<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> j'aperçus l'aurore en arc régulier sous la grande Ourse. J'avertis aussitôt les stations de Kongsberg et Oscarsborg, en leur demandant d'être prêtes<sup>1</sup> à 21<sup>h</sup>, et en attendant je pris toute une série de photographies moi-même, à ma station principale de Bygdø.

A Bygdø M. Stenseth me seconda très habilement, aidé de M. Ødegaard; M. Busengedal travailla à Kongsberg et M. Bjerke à Oscarsborg.

<sup>1</sup> Les lignes téléphoniques ne purent être mises à ma disposition plus tôt.

Le travail photographique commença à 19<sup>h</sup> 13<sup>m</sup>. Voici les remarques supplémentaires aux photographies de S 70 à S 79:

S 70 à S 72. Arc diffus dont le bord inférieur est un peu difficile à distinguer, surtout vers l'Ouest. Situation géographique établie d'après l'hypothèse:  $H = 110$  km.

S 73. Même arc. Le bord inférieur maintenant plus net. Hypothèse:  $H = 110$  km.

S 74. Même arc, avec un autre au-dessous. Hypothèse  $H = 110$  km. pour l'arc supérieur,  $H = 100$  km. pour l'arc inférieur.

S 75. L'arc supérieur. Hypothèse:  $H = 110$  km.

Vers 19<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> de belles draperies se développèrent dans le Nord, au-dessous de la grande Ourse. Ceci dura jusqu'à 20<sup>h</sup> environ.

Vers 20<sup>h</sup> il se développa *au sud du zénith un arc diffus remarquable* qui était isolé et qui formait la frontière de l'aurore vers le sud. De cet arc, je pris une série de 9 photographies, ce qui dura environ une demi-heure. Il n'avait pas de structure rayonnée du tout, au contraire, il était très diffus et de contours peu nets. La couleur en était jaune-verdâtre. Les photographies de S 76 à S 79 sont prises de différentes parties de cet arc et la situation géographique est établie en supposant pour le bord en question, respectivement  $H = 150$  et  $H = 200$  km.

A 20<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 40<sup>s</sup> je réussis enfin à obtenir de cet arc un photogramme, le no. 66, pas très bon, mais montrant en tout cas que l'altitude de l'arc était probablement assez grande.

Revenons aux photographies prises vers le Nord:

S 80. Situation marquée correspondant à l'hypothèse:  $H = 100$  km.

S 81. La direction en accord avec celle de S 80, si l'on suppose que  $H = 110$  km.

S 82. Hypothèse  $H = 100$  km.

Une vingtaine de minutes après se montrèrent vers le nord-ouest de faibles rayons, dont nous primes les photogrammes no<sup>s</sup> 67 et 68.

Pendant la demi-heure suivante, une série de photogrammes de faibles rayons au nord-ouest fut prise, mais comme les parallaxes étaient d'environ 2<sup>o</sup> et moins encore, nous les avons omis.

Cependant, les photogrammes 69 et 70 sont bons. L'arc dans le Nord redevint ensuite homogène et sans irrégularités, en sorte que sa hauteur et sa position ne pouvaient être trouvées par les bases  $B-O$  et  $B-K$ . Voici quelques photographies, prises seulement à Bygdø:

S 83. Arc dans le Nord. Hypothèse  $H = 110$  km.

S 84. Le même, plus à l'Ouest. Même hypothèse. Peu à peu, l'arc se transforma en un arc très large et assez diffus:

S 85. Ce même arc. Hypothèse  $H = 110$  km.

S 86. Très beau alors. La même hypothèse.

S 87. L'arc est devenu très marqué, avec un beau segment obscur au-dessous. Pour le bord inférieur, nous avons supposé  $H = 107$  km., moyenne des altitudes déduites des 12 photogrammes du no. 71 à 82.

A ce moment des sinuosités et irrégularités commencèrent à se développer le long du bord inférieur de l'arc, ce qui permit d'obtenir de bons photogrammes avec base  $B-K$ ; pendant la demi-heure suivante, 12 photogrammes très intéressants (les no<sup>s</sup> de 71 à 82) furent aussi pris avec cette même base.

Nous avons réuni toutes les positions géographiques des points, dont les hauteurs sont calculées sur une carte spéciale, la carte V. Sur la carte VI nous avons, comme comparaison, marqué les situations correspondant à  $H = 107$  km. pour le bord inférieur. (107 est à peu près la moyenne de toutes les hauteurs du bord mesurées sur les photogrammes no<sup>s</sup> 71 à 82).

De ces 12 photographes, nous avons encore tiré les conclusions suivantes :

La partie photographiée de l'arc était au zénith d'une région à l'Ouest de la ville de Namsos.

Les irrégularités du bord inférieur étaient en mouvement de l'Ouest à l'Est à une vitesse variant de 120 à 450 mètres par seconde.

Si l'on suppose que les parties supérieures de l'arc étaient à la même distance de l'observateur que les bords inférieurs on trouve, pour l'épaisseur verticale de l'arc, les valeurs suivantes :

No<sup>s</sup> 71 à 78. Entre 50 et 70 km. pour la partie la plus lumineuse ; on peut pourtant suivre la luminosité jusqu'à l'altitude de 140 km. au-dessus du bord inférieur.

No<sup>s</sup> 80 à 82. Cette fois la lumière est plus concentrée vers le bord, de sorte qu'on obtient 20 km. pour la partie la plus lumineuse.

Après la prise du dernier photogramme M. Busengedal, n'ayant plus de plaques dans les châssis, dut aller en changer dans la chambre noire.

En attendant, je pris la photographie S 88, de l'extrémité ouest de l'arc. La situation est marquée en supposant  $H = 107$  km.

Vers 23<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> l'arc commença subitement à se transformer en belles draperies rayonnées. M. Busengedal était encore dans la chambre noire ; mais 5 minutes plus tard il avait enfin changé les plaques, et comme les draperies et les rayons subsistaient encore, nous réussîmes à prendre quelques photographes intéressants, entre autres les no<sup>s</sup> de 83 à 88. Sur ces photographes, il faut faire les remarques supplémentaires suivantes :

84. La base du rayon mesuré avait l'altitude de 97 km.

85. Un peu diffus. L'altitude de la base du rayon mesuré était égale à 100 km.

86. Les bases des deux rayons étaient à 137 et 133 km au-dessus de la terre ; sur les plaques ils sont diffus et difficiles à voir.

Après avoir pris le photogramme no. 88, M. Busengedal fut de nouveau obligé de changer les plaques, et en attendant je pris un photogramme assez remarquable, avec base  $B-O$ . En effet, vers le Nord-Est, je remarquai au-dessus du toit de ma maison une lumière diffuse rouge-violet sans rayons apparents. De cette lumière je pris à 0<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> un photogramme, avec base  $B-O$ , et quand je développai plus tard les plaques, j'y vis avec étonnement *des rayons bien distincts dans la partie lumineuse où je n'avais pas vu de rayons du tout*. L'explication me semble en être celle-ci : que les rayons émettaient de la lumière *ultra-violette*<sup>1</sup> invisible à l'œil nu, mais pouvant impressionner la plaque photographique (Lumière, étiquette violette). Malheureusement, le photogramme pris avec cette base  $B-O$  n'était pas bon, la parallaxe en étant très petite : entre 0°,7 et 1°,2. Donc nous pouvons seulement avoir une idée assez vague de la hauteur des sommets de ces intéressants rayons. Trois mesures respectives ont donné les valeurs de 400 à 550 km.

Vers 0<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> M. Busengedal avait fini le changement des plaques et nous prîmes alors une intéressante série de photographes, les no<sup>s</sup> de 89 à 92, d'une belle draperie vers le Nord. Surtout le no. 91 était admirable et a été reproduit déjà<sup>2</sup>. Sur la photographie prise à Kongsberg on peut suivre le rayon 4, 3, 2, 1, jusqu'à 320 km. au-dessus de la terre.

Après ce développement, l'arc dans le Nord reprit sa forme régulière et homogène. La photographie S 89 a été utilisée pour trouver la situation géographique, en supposant  $H = 100$  km. Le no. 93 montre un faible reste de draperie.

Viennent ensuite quelques photographes prises à Bygdø :

S 90 et S 91. Arc avec bord inférieur très net. Hypothèse  $H = 100$  km.

<sup>1</sup> *Die Naturwissenschaften* 4 mai 1923, Heft 18, p. 338.

<sup>2</sup> Voir la publication no. 6, citée dans l'introduction.

La partie Ouest de cet arc était limitée vers le haut par les restes de courts rayons dont la situation semblait favorable à la base  $B-O$ . Le no. 94 fut pris avec cette base. Pour l'arc au-dessous, nous avons supposé son bord inférieur à 100 km. d'altitude, et marqué la situation géographique correspondante sur la carte VII. Ce même arc resta environ un quart d'heure sans changements sensibles. Trois photographies, les nos S 92, S 93 et S 94, furent prises et la situation fut marquée en supposant toujours  $H=100$  km.

95. De faibles rayons.

96. Les mêmes. Au-dessous et à droite, un arc. Ce fut le dernier photogramme pris cette nuit-là, si riche en phénomènes d'aurore intéressants.

18 octobre: Encore une aurore boréale, mais des nuages empêchaient le travail. C'est seulement grâce à de petites éclaircies dans le Nord que je pus constater vers 21<sup>h</sup> quelques rayons. Vers 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> le ciel s'éclaircit à l'Ouest et au Nord. Mais il ne resta qu'une faible lumière aurorale sans structure; par le spectroscopie de poche je pouvais voir la ligne d'aurore.

30 octobre: A 21<sup>h</sup> 49<sup>m</sup> j'aperçus, malgré le ciel couvert, la ligne d'aurore dans le Nord. Entre 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> et 22<sup>h</sup> il y eut quelques rayons faibles et étendus dans des éclaircies au Nord, mais bientôt après des nuages empêchèrent toute observation.

## § 12. L'aurore boréale de la nuit du 16 au 17 novembre 1919.

Le 16 novembre, il apparut aussi une belle aurore, dont j'obtins une quantité de bons photogrammes avec bases  $B-O$  et  $B-K$ ; quelques uns furent aussi pris des trois stations  $B$ ,  $O$  et  $K$  à la fois, ce qui a fourni un bon contrôle. Mes assistants étaient les mêmes que le 17 octobre. Le travail commença à 21<sup>h</sup>. L'aurore se montra alors sous forme d'arc dans le Nord, avec quelques rayons diffus et faibles.

Le 8<sup>me</sup> photogramme réussit, c'était le no. 97.

Peu à peu l'arc vers le Nord s'élargit. Il avait l'air d'une zone étendue occupant une place considérable dans la direction Nord-Sud. Vers 22<sup>h</sup>, il se forma au-dessous de l'arc une petite draperie lointaine, qui a été mesurée sur les photogrammes nos 98, 99, 101 et 104. Voici les remarques supplémentaires:

97. Le sommet du rayon à 220 km. environ.

98. La parallaxe est un peu incertaine, parce que les contours de la draperie sont diffus et faibles. Afin de trouver la situation et la direction de la draperie, nous avons mesuré une série de points du bord inférieur, en supposant  $H = 120$  km.

99. Détermination assez bonne. La base du rayon 1, 2 à 99 km, épaisseur verticale d'environ 14 km. Pour le point 3, nous avons choisi  $H = 100$  km. et nous avons aussi marqué la situation géographique du point 2 en nous servant de la même hypothèse.

100. Comme l'arc est très diffus, la détermination en est incertaine. Comme comparaison, nous avons marqué la situation géographique des points 1, 2, 3, correspondant aux  $H = 100$  km. et  $H = 120$  km.

101. Bon. D'après la photographie prise à Kongsberg, le bord inférieur est à 99 km. d'altitude.

102. Le grand rayon du milieu est très intéressant. Comme contrôle, nous avons aussi mesuré la parallaxe de la ligne médiane du rayon, en choisissant des points à la même hauteur ( $h$ ) au-dessus de l'horizon que les points à gauche et à droite. Ainsi le point placé entre les points 7 et 8 donne  $H = 132$  km.

La meilleure détermination de la base est  $H = 127$  km. L'épaisseur verticale de la partie la plus lumineuse sera de 16 à 22 km.

103. Les points 1 et 4 ont été omis, parce que les mesures en étaient trop douteuses; nous avons aussi marqué la situation géographique des points 1, 2, 3, 4, en supposant  $H = 100$  km et  $H = 120$  km.

104. Les points 1, 2, 3, appartiennent à la draperie qu'on voit aussi sur les nos 98, 99 et 101.

Peu à peu, le développement de l'aurore vers le Nord-Ouest et vers l'Ouest devint très beau.

105. Excellent photogramme.

106. La base du rayon, mesurée d'après la photographie prise à Kongsberg, était à 128 km. au-dessus de la terre.

107. La base du rayon, mesurée de la même manière, était à 117 km. au-dessus de la terre.

107\*. La mesure des points 2 et 3 sur le photogramme 107 coïncide assez bien avec celle des mêmes points ici.

109. Sur les photographies on voit deux draperies courbes et un rayon situé vers l'extrémité gauche de la draperie.

110. De même.

111 et 111\*. Ici les draperies sont photographiées des trois stations à la fois et, comme on le voit, les résultats coïncident à peu près. Pour mieux fixer la situation géographique des draperies nous avons, sur la photographie prise à Kongsberg (111 K), marqué une série de points et supposé respectivement  $H = 90$  km. et  $H = 100$  km.

112. Le sommet du rayon était à 325 km. au-dessus de la terre.

113 et 113\*. La même aurore des trois stations.

114 et 114\*. De même. Coïncidence parfaite.

115. L'aurore avait alors l'aspect d'une grosse plaque brillante de couleur jaune-vert. Ce fut le dernier photogramme d'une longue série (des nos 105 à 115), montrant bien le développement caractéristique de l'aurore.

Nous primes ensuite une série de photogrammes, avec base  $B-K$ , de l'aurore vers le Nord, où il y avait près de l'horizon des fragments de draperies, et de courts rayons aux contours un peu diffus et parfois difficiles à distinguer. (Voir nos 117, 118 et les suivants).

119. La base du rayon se confond avec une lueur aurorale et le sommet est en dehors du champ photographique.

120. Formation d'un repli de lumière au bord inférieur.

121, 122. Même phénomène, avec rayons.

123. Photogramme excellent. Sommet du rayon au-dessus de 320 km.

124. Bon aussi.

Au Nord-Ouest il se forma alors le long du bord inférieur d'un arc des irrégularités ayant l'aspect de draperies superposées. Voir les nos 125 et 126. La hauteur des points les plus bas est de 99 km.

Ensuite, pendant une demi-heure, aucun photogramme ne fut pris. En effet, l'aurore resta assez tranquille, sous la forme d'un arc plus ou moins irrégulier dans le Nord. Vers minuit et demie de beaux rayons commencèrent à se développer:

127. La situation de l'arc (au-dessous) est trouvée avec l'hypothèse  $H = 100$  km.

128. De faibles rayons.

130. Très beaux rayons. Situation de l'arc trouvée en supposant  $H = 100$  km. Excellent photogramme.

131. Également excellent. La base du rayon mesuré était à 117 km. et son sommet à 204 km. au-dessus de la terre. Il est typique des rayons d'aurores moyennes observées à Bygdø. La hauteur du bord inférieur de la draperie est estimée, d'après la photographie prise à Kongsberg, égale à 97 km.

132. En supposant pour le bord inférieur de l'arc  $H = 100$  km. on trouve son étendue verticale aux points 4, 5, 6, 7, égale à 20, 17, 20 et 22 km.

133. Situation du bord inférieur de l'arc trouvée en supposant  $H = 100$  km. Le bord inférieur de la draperie est estimé, d'après la photographie prise à Kongsberg, égal à 97 km.

134. Un peu douteux; difficile d'identifier l'aurore. Aux nos 135 à 141 il n'y a rien de particulier à ajouter.

142. Draperie ou arc radié; pour les points 5, 6, 7, 8, 9, nous avons supposé  $H = 96$  km. ce qui donne la situation vue sur la carte VII.

Ce fut le dernier photogramme de cette nuit-là. L'aurore dura jusqu'à 2<sup>h</sup> environ.

### § 13. Aurore remarquable du 19 décembre 1919.

Pour bien établir la station d'aurore chez M. Sigurd Enebo à Dombaas je décidai de m'y rendre moi-même. J'y arrivai le 19 décembre au soir.

Sur le chemin de la gare au domicile de M. Enebo, nous eûmes tous deux le spectacle d'une aurore boréale remarquable. En effet, vers l'horizon du Sud-Ouest, nous remarquâmes une partie *d'un arc auroral pulsatoire très faible*. Nulle part, ni au Nord, ni au Sud, la moindre trace d'aurore; le fragment pulsatoire du Sud-Ouest était tout à fait isolé sur le ciel.

Comme j'avais amené les appareils photographiques et l'équipement pour la station de Dombaas, nous prîmes immédiatement quelques photographies de cette remarquable aurore, entre 19<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> et 19<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> du soir. Malgré la longue pose d'une ou deux minutes, il était assez difficile de distinguer les contours de l'aurore sur les plaques. Mais elle était bien visible à l'œil nu; elle avait des pulsation étranges: 15 secondes environ elle demeura pour s'évanouir ensuite quelques secondes, demeurer de nouveau à la même place pendant 15 secondes, puis s'évanouir et ainsi de suite.

De retour à Bygdø, je publiai dans les journaux un petit article, afin d'obtenir d'autres observations sur ce remarquable phénomène. Je reçus alors une série de réponses qui prouvaient que l'aurore avait été observée à plusieurs endroits en Norvège méridionale; à Florø, Hop près de Bergen, Haugesund, Arendal, Larvik, Spydeberg, Sande, Krekling près de Kongsberg et à trois endroits aux environs de Oslo.

Malheureusement les observations étaient trop vagues pour qu'on en pût déduire une détermination exacte de la hauteur et de la situation du phénomène auroral. Un bon rapport de M. Olaf H. Hassel à Krekling, combiné avec mes photographies, a donné comme résultat le plus vraisemblable que l'aurore était située au-dessus d'une région s'étendant de Stavanger jusque vers l'Ouest-Sud-Ouest, à une altitude de 90 à 120 km.

Les pulsations ont été observées par plusieurs observateurs. Ainsi M. Brandsø, à Florø, dit que l'intervalle entre deux illuminations successives était de 20 secondes. M. M. Eilert Aasland et Niels Bye, qui observèrent le phénomène avec attention aux environs de Oslo disent: Nous observâmes les pulsations environ pendant une heure, de 19<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> ou 19<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> jusqu'à 20<sup>h</sup> et surtout vers 20<sup>h</sup>, avec beaucoup d'attention. La lumière s'évanouit complètement pour reparaitre, et s'évanouir de nouveau. La période parut être de 15 à 20 secondes. La lumière était diffuse, homogène et sans rayons.

D'après les observations que j'ai reçues, cette remarquable aurore dura presque deux heures, de 19<sup>h</sup> à 21<sup>h</sup>. Elle était de même nature que l'arc pulsatoire du 23 mars 1919.

#### § 14. Aurores boréales de janvier jusqu'au milieu de mars 1920.

La première aurore boréale que j'eus occasion de photographier en 1920, se montra le 9 janvier. Vers 18<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, il y avait un arc près de l'horizon du Nord. A 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> le ciel se couvrit de nuages. A 22<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> je vis l'arc derrière les nuages et Vega était alors au bord supérieur.

Vers 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> je commençai de la photographier. Comme le temps n'était pas favorable, je n'avertis pas les autres stations. Vers 23<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> il y avait des draperies près de l'horizon, entre Pegasus et Cygnus, puis seul un arc demeura, bas vers le Nord.

Les observations cessèrent à 1<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>. Les photographies prises n'étaient pas assez bonnes pour être mesurées.

Voici les autres aurores :

14 janvier: Vers 22<sup>h</sup> un arc près de l'horizon du Nord. J'en pris quelques photographies avec base *B—K*, mais ils ne réussirent pas.

11—12 février: A 0<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> j'aperçus une faible luminosité vers l'horizon du Nord et dans le spectroscopie je pouvais distinguer la ligne d'aurore.

13 février: Ciel couvert à Bygdø, mais aurore observée à Kongsberg.

14 février: De même.

27 février: A 23<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> ligne d'aurore visible dans le spectroscopie, mais pas d'aurore visible. Clair de lune.

Enfin le 4 mars une aurore splendide! Dès que je l'aperçus j'avertis Kongsberg, Horten et l'Observatoire. Pendant le travail, Bygdø était en rapport téléphonique avec les deux stations de Kongsberg et de Oscarsborg, l'Observatoire avec Horten.

M. Ødegaard m'assistait à Bygdø et les assistants aux autres stations étaient: à l'Observatoire (*C*): M. M. Tveter et Stenseth, à Oscarsborg (*O*): M. Bjerke, à Kongsberg (*K*): M. Busengedal, à Horten (*H*): M. Glimme.

Les photographies, pris avec base *C—H*, furent mal réussies. Cependant parmi ceux avec bases *B—O* et *B—K* un certain nombre étaient excellents, malgré un clair de lune très intense. De plus, pendant la formation de la couronne, la relation téléphonique fut interrompue pendant quelques minutes. L'aurore apparut au Nord sous la forme d'un arc homogène, qui peu à peu s'éleva vers le zénith. Quand l'arc eut atteint le zénith, j'y remarquai, vers 22<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, un phénomène singulier:

L'arc principal qui était diffus, homogène et assez large, était tout à fait stable, sans mouvements internes et sans variations d'intensité; au bord sud de l'arc cependant, il se montra des arcs très étroits qui étaient en état pulsatoire et qui étaient parallèles à l'arc principal et situés tout près de celui-ci.

Passons aux photographies:

143. Il était difficile de déterminer la parallaxe à cause du faible contraste entre l'arc et le ciel. Au surplus, l'arc lui-même avait des contours diffus.

144. Mêmes remarques.

Les quatre photographies suivants ne réussirent pas.

145 et 146. Même arc.

Sur le photographie suivant, à 22<sup>h</sup> 31<sup>m</sup>, la photographie prise à Bygdø, vers les Gémeaux, montre un arc strié semblable à ceux souvent photographiés à Bossekop en 1910 et 1913<sup>1</sup>. Sur la photographie prise à Oscarborg cependant l'arc est beaucoup plus homogène, de sorte qu'il est trop difficile de trouver les points correspondants sur les deux photographies. Donc, nous ne les avons pas usités pour calculer la hauteur:

<sup>1</sup> Voir mes mémoires: *Bericht über eine Expedition nach Bossekop etc.* Taf. 8 et 68. Videnskabs-selskabets Skrifter, Mat. Naturv. Klasse 1911, no. 17 et *Rapport sur une expédition d'aurores boréales à Bossekop etc.* Planche XXIX, Geofysiske publikationer, Vol. I, no. 5.

S 95. La situation géographique est trouvée sous l'hypothèse  $H = 110$  km.

S 96. Cette fois sous l'hypothèse  $H = 110$  km. et  $H = 130$  km.

147. L'arc s'est alors dédoublé plusieurs fois. Alors l'aurore commença d'être plus agitée; je compris que nous aurions bientôt des draperies et des rayons et pris mes dispositions.

Malheureusement la communication téléphonique fut interrompue juste au moment où une couronne splendide se développait au zénith magnétique. Mais après quelques minutes la communication revint et je pris, avec base  $B-O$ , une série de photogrammes excellents:

148. Évalué d'après la photographie prise à Bygdø, le sommet atteignit à la hauteur de 360 km.

149. Rien de particulier.

150. Ce photogramme est excellent pour la détermination exacte de la base des rayons. En effet, nous avons trouvé les hauteurs:

Base du rayon 3, 4, 5 .....	111 km.
—>— 6, 7 .....	108 »
—>— 8, 9 .....	106 »
—>— 10, 11 .....	111 »
—>— 12, 13 .....	107 »

A côté des premiers de ces rayons on peut distinguer des rayons très fins, obtenus presque à la limite de rendement de l'objectif photographique. On en déduit que *la largeur de ces rayons ne surpasse pas 900 mètres.*

Quant aux sommets des rayons auroraux, ils ne sont pas bien visibles.

151 et 152. Les sommets des rayons dépassent l'altitude de 300 km.

153. Cette fois la détermination des sommets des rayons est meilleure. Ils dépassent le niveau de 350 km.

Sur les trois derniers photogrammes: 154, 155 et 156, il n'y a rien de particulier à remarquer. Vers minuit il y avait un arc auroral dans le Nord au-dessous de Perseus

8 mars: Encore une aurore boréale. De 21<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> à 22<sup>h</sup> j'aperçus un arc auroral vers l'horizon du Nord. De 23<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> à 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> il se montra des rayons et des draperies près de l'horizon. Je pris une photographie à 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> mais elle ne réussit pas.

18 mars: Faible arc près de l'horizon du Nord. Il resta sans changements jusqu'à minuit.

### § 15. Grande aurore boréale de la nuit du 22 au 23 mars 1920.

Dans la nuit du 22 au 23 mars, nous eûmes une aurore grandiose. Déjà la veille, au soir le 21 mars j'aperçus l'aurore. Entre 22<sup>h</sup> et 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> il y avait des draperies vers le Nord. J'avertis les stations et nous prîmes 7 photogrammes avec base  $B-K$ . Deux seulement réussirent, les nos 157 et 158. Nous avons aussi calculé une photographie prise à Kongsberg, le no. S 97, en supposant  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

L'aurore de la nuit suivante, du 22 au 23 mars, fut la plus grandiose que j'ai jamais vue, plus grande même que celles que j'ai vues à Bossekop pendant mes expéditions de 1910 et 1913.

J'étais préparé à quelque chose d'extraordinaire; en effet, il y avait au centre du disque solaire un énorme groupe de taches et pendant la journée du 22 mars, des perturbations magnétiques très fortes m'avaient été signalées de l'observatoire de Oslo.

Le soir, les 7 stations d'aurore étaient averties:

$B$ , Bygdø, station principale, dirigée par moi, assistant M. Ødegaard.

$C$ , L'Observatoire, seconde station principale, dirigée par M. Stenseth.



*O*, Oscarsborg, dirigée par M. Bjerke, assistant M. Arnesen.

*K*, Kongsberg, dirigée par M. Busengedal, avec l'aide de son fils.

*H*, Horten dirigée par M. Glimme, assistant M. Kolderup.

*F*, Fredrikstad dirigée par M. Meldahl.

*D*, Dombaas, dirigée par M. Enebo.

Pendant le travail on combina les stations téléphoniques de la manière suivante:

*B-O*, *B-H*, *B-O-H*, *B-D*, *O-H*, *C-K*, *C-F*, *C-K-F*, *K-F* et *B-K*.

Aussi une grande quantité de photographies fut-elle prise (en tout 620), et en particulier de la station *B*. Le travail dura toute la nuit, du crépuscule à l'aube.

En dépit des prévisions, la provision de plaques ne fut pas suffisante. Surtout pendant les dernières heures, l'altitude de plusieurs phénomènes intéressants ne put être mesurée faute de plaques.

J'ai déjà publié des communications préliminaires sur cette aurore remarquable. Voir les publications nos 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17 et 18, citées dans l'introduction.

Quant aux traits généraux de cette aurore, en voici un aperçu:

Pendant le crépuscule, vers 19<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, je découvris déjà la ligne jaune-verte dans mon spectroscopie de poche, et cela *tout le long de l'horizon du sud*, cette ligne n'étant visible d'aucune autre part, même pas de l'horizon du Nord. Bientôt après je pouvais distinguer un arc auroral jaune-vert très intense, au sud, au-dessous de Sirius, et peu après de longs rayons rouges se montrèrent çà et là sur le ciel méridional. Le travail photographique commença vers 20<sup>h</sup> et se poursuivit jusqu'à 5<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> le 23 mars.

Un grand nombre de bons photogrammes furent pris et aussi une quarantaine de photographies de couronnes d'aurores boréales. Ces couronnes étaient pendant le soir de couleur rouge, plus tard jaune-vertes et le matin du 23 mars d'une couleur bleue tout à fait remarquable.

Quant aux photographies et photogrammes réussis, nous les avons déjà énumérés au préalable dans la publication no. 7. Dans les heures qui y sont données, il y a une petite erreur d'environ une quinzaine de secondes que nous avons corrigée ici.

Passons aux remarques supplémentaires relativement aux photographies et photogrammes pris:

S 98. La situation de l'arc correspondant aux hypothèses  $H = 90$  et  $H = 100$  km. est marquée.

S 99. Pour cette couronne et toutes les suivantes, les mesures du point de radiation se trouvent dans la table III.

S 100. Un peu difficile à mesurer.

S 101. La détermination du point de radiation bien meilleure. Sur la photographie on voit des défauts dus au développement de la plaque.

S 102. Aussi très bonne. Mêmes défauts.

S 103. De même.

S 104 et 105. Egalemeut bonnes.

S 106. L'arc dans le sud. Comme l'identification des étoiles était difficile, j'ai plus tard photographié la même région du ciel avec une pose plus longue et alors les étoiles sont bien visibles. Puis la comparaison avec les mêmes maisons sur d'autres photographies a bien vérifié le calcul. Sur la carte XII, les situations de l'arc correspondant aux hypothèses  $H = 90$  km. et  $H = 110$  km. sont marquées. Relativement à cet arc, M. K. Graff à l'observatoire de Bergedorf près de Hambourg a fait une observation dont nous sommes servis pour déduire l'altitude. En effet<sup>1</sup>, il dit:

<sup>1</sup> Nordlicht am 22 Martz 1920, Meteorologische Zeitschrift, Heft 5, 1920.

«8<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> (c'est-à-dire 20<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>) Dunkles Segement völlig entwickelt. Es erreicht die größte Erhebung oberhalb  $\alpha$  Cygni in etwa 14° Höhe.»

En supposant donc que cet arc est vu en même temps de Bygdø et de Bergedorf on en déduit aisément que l'altitude:  $H = 105$  km. satisfait bien aux deux observations. Sur la carte XII nous avons marqué la direction de Bergedorf vers le Cygne par une longue flèche.

Bientôt après il se développa de l'est au zénith un faisceau immense de rayons rouges qui persista pendant une vingtaine de minutes. Nous en prîmes 4 photographies. Ce faisceau remarquable a aussi été observé par M. Graff qui, dans le rapport cité, dit:

«8<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>. (20<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>). Riesige etwa 15° breite karminrote Garbe schießt wie ein näher Feuerschein in NE bei  $\alpha$  Coronæ, woher inzwischen das Emanationscentrum gewandert est, in die Höhe und bleibt unter mehrfachen starken Lichtschwankungen mehr als 23 Minuten bestehen. 8<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> (20<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>) Roter Buschel am Emanationscentrum unweit  $\alpha$  Coronæ nach  $\zeta$  et  $\eta$  Ursæ majoris, ein zweiter hellerer auf  $\alpha$  Ursæ majoris gerichtet.»

M. Th. Rasmussen, de Ulfborg Station (Jutland, Danemark), m'a aussi envoyé une description très intéressante de l'aurore et il dit relativement à ce faisceau remarquable:

«A environ 20<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, il se forma dans le Nord-Est une grande tache très rouge qui, pour commencer, ressemblait à la lueur d'un incendie. La base en était à environ 10° au-dessus de l'horizon du Nord-Est, sa limite vers l'Est passait près de l'Arcturus, et son sommet près de Mizar.

20<sup>h</sup> 46<sup>m</sup>. Le sommet de la tache rouge un peu à gauche de Mizar.

20<sup>h</sup> 51<sup>m</sup>. Parfois des rayons jaunes dans la tache rouge. La couleur s'est affaiblie.

20<sup>h</sup> 53<sup>m</sup>. Un rayon rouge très fort et un peu courbé se développe dans la tache rouge. Son sommet près de Mizar.

20<sup>h</sup> 54<sup>m</sup>. Le rayon rouge a disparu. La tache est plus faible.

20<sup>h</sup> 56<sup>m</sup>. La tache est plus grande, elle s'est déplacée un peu vers la gauche; elle s'étend de la petite Ourse (à l'Ouest) à  $\epsilon$  Bootes (à l'Est). La couleur en est jaune-rouge.»

Il parut que cette tache rouge et surtout le rayon courbé observé par M. Rasmussen, devaient atteindre à une hauteur immense; cependant les observations ne sont pas assez exactes pour pouvoir le confirmer.

Il se développa alors vers 20<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> une éblouissante couronne rouge, dont nous prîmes une série de photographies intéressantes:

S 107. Très bonne détermination du point de radiation.

S 108 à S 111. Très belles photographies aussi. Sur la dernière photographie on voit à droite, en perspective, un beau rayon. En supposant pour sa base une altitude de 120 km. on trouve que son sommet doit dépasser 500 km. Si l'altitude de la base est encore plus grande, ce qui est vraisemblable d'après les photogrammes pris plus tard, son sommet sera encore plus élevé.

S 112. L'arc dans le sud. D'après les observations de M. Rasmussen à Ulfborg il est possible de calculer la hauteur de cet arc. En effet, il m'écrivit:

«20<sup>h</sup> 46<sup>m</sup>. L'arc jaune et fortement lumineux passe maintenant près des Pléiades (à l'Ouest) aux environs de Capella et un peu au nord du zénith, le long de Ursa majoris, mais n'atteint l'horizon ni à l'ouest, ni à l'est.»

En combinant ceci avec ma photographie, je trouve que l'altitude  $H = 107$  km. est la valeur la plus vraisemblable pour le bord inférieur de l'arc. Les situations correspondant à  $H = 90$ ,  $H = 107$  et  $H = 110$  km. sont marquées sur la carte XII.

S 113. Bonne détermination du point de radiation.

S 114. La couronne est maintenant devenue plus diffuse.

S 115—S 116. Même couronne.

S 117. L'arc au sud. Sa situation correspondant à  $H = 90$  et  $H = 110$  est trouvée.

S 118. De même.

S 119. Couronne. Elle est maintenant plus faible.

Vers 21<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> la communication téléphonique avec les stations *O*, *K* et *D* fut enfin rétablie et nous primes, de longs rayons auroraux, une série de photogrammes du plus haut intérêt scientifique. Cependant la longueur et l'éclat de ces rayons semblaient avoir déjà atteint leur maximum, bien que les hauteurs trouvées fussent immenses. Voici les remarques supplémentaires à ces photogrammes remarquables :

159. Les négatifs ont été dessinés et mesurés plusieurs fois; aussi avons-nous, des négatifs originaux, fait des diapositifs, et de ceux-ci de nouveaux négatifs renforcés, ce qui a beaucoup augmenté les contrastes et l'exactitude des mesures. Ce sont les mesures des négatifs renforcés qui sont publiées ici. D'après toutes les mesures, aussi bien des négatifs originaux que des négatifs renforcés, l'altitude de 500 km. se trouve de beaucoup dépassée.

Sur la photographie prise à Bygdø, le rayon 3, 2, 1, peut être suivi encore plus haut qu'au point 1. En supposant qu'il suive une ligne de force magnétique, on trouve pour son sommet l'altitude de 780 km.

Les bases des rayons sont en dehors du champ photographique.

160. Ces mesures ont déjà été publiées dans la publication no. 10, citée dans l'introduction.

160\*. Ces mesures ont été faites indépendamment des précédentes, pour contrôler les résultats. Le sommet du rayon 6, 5, 4, est en dehors du champ photographique, le point le plus haut sur les photographies a l'altitude de 635 km.

S 120 et S 121. Les photographies reproduites ici font partie des photogrammes inutilisables comme tels, la base usitée *B—O* étant trop petite. Nous avons construit la situation de l'arc en supposant  $H = 107$  km.

161. Ce photogramme<sup>1</sup> avec la grande base *C—K* présente un intérêt tout particulier. En effet, le calcul a donné pour l'aurore la plus grande altitude calculée jusqu'ici. Cette fois aussi nous avons fait les mesures et les calculs non seulement des négatifs originaux, mais aussi des négatifs renforcés et cela plusieurs fois, et toujours nous avons retrouvé ces hauteurs immenses. Le point 1 a été mesuré avec beaucoup de soin. Une parallaxe  $p = 2^{\circ},4$  donnerait  $H = 742$  km. et une situation marquée sur la carte XII par un cercle pointillé.

Il est remarquable que ce rayon si élevé fût situé si loin vers le nord, à  $65^{\circ}$  de latitude.

162. Première photographie vers l'Ouest de rayons très éloignés observés de Bygdø. Pour bien retrouver les rayons sur les deux photographies, j'en ai fait faire une image stéréoscopique et en regardant cette image au stéréoscope j'ai tout de suite retrouvé tous les rayons correspondants sur les deux photographies.

Quant aux sommets des rayons, nous avons évalué leur altitude d'après la photographie prise à Bygdø. En voici les résultats :

Rayon	1, 2, 3,	sommet	650 km.	environ	
—	4, 5,	—	580	—	—
—	6, 7, 8,	—	690	—	—
—	9, 10,	—	550	—	—
—	11, 12, 13, 14,	—	490	—	—

163. Le même procédé a été employé ici. Voici les altitudes des sommets

<sup>1</sup> Voir les publications 17 et 18 citées dans l'introduction; dans la dernière, la figure a été placée à l'envers.

Rayon 3, 4, sommet 540 km. environ  
 — 7, 8, — 490 — —  
 — 9, — 650 — —

164. Excellent photogramme déjà mesuré et publié dans la publication no. 10. Pour vérifier le résultat, nous avons refait les mesures et les calculs (voir 164\*).

164\*. Nouveau calcul, comme contrôle. Quant au sommet du rayon 3, 2, 1, il semble être en dehors du champ photographique; on peut le suivre jusqu'à l'altitude de 615 km.

165. Le rayon en question était un peu diffus et situé au bord du champ photographique; pour contrôler le résultat, nous avons refait le dessin et le calcul et ainsi vérifié que la hauteur de 500 km. était bien dépassée et que sans doute le sommet était au delà de 600 km.

Alors les deux stations *F* et *H* entrèrent en fonction et nous prîmes quelques photogrammes avec base *C—F* de l'arc dans le sud; cependant l'arc était diffus, et à la station *F* il était partiellement recouvert par quelques arbres, en sorte que les photographies ne purent être utilisées.

166. Ces rayons étaient très intéressants, surtout parce que leurs bases étaient à l'altitude remarquable de plus de 400 km.

166\*. Mêmes rayons. Bon contrôle.

Pour les sommets, nous avons trouvé les altitudes:

pour le rayon 1, 2, 3, environ 730 km.  
 —»— 4, 5, — 575 km.

167. Mêmes rayons un peu plus tard. Hauteur du sommet du rayon 2, 1, environ 600 km.

Ce fut le dernier photogramme de ces rayons si remarquables par leur altitude immense. Quant à leur situation, ils s'étendaient de Luleå vers l'ouest—sud—ouest, en passant par Trondhjem et le nord de Aalesund, jusqu'à l'Ecosse.

Pendant la demi-heure suivante une série de photogrammes fut prise, mais aucun ne réussit; tantôt ce fut l'aurore qui était trop faible et diffuse, tantôt ce furent des fautes ou des obstacles dans le travail.

Entre 22<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> et 22<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> j'essayai de prendre des photogrammes avec la longue base *B—D*, mais ils ne réussirent pas, les aurores choisies étant défavorablement situées. Les photographies prises par M. Enebo à Dombaas sont cependant intéressantes comme types d'aurores observées cette nuit-là, et nous en avons reproduit quelques unes sur la planche 8 (prises à 22<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 41<sup>s</sup> et à 22<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>).

168. Ni les bases, ni les sommets ne peuvent être fixés avec certitude.

169. Même remarque à faire.

170. Hauteur du sommet: 350 km. environ.

171. Très faible.

Les rayons étaient alors si faibles que plusieurs des photogrammes ratèrent.

172 et 172\*, pris simultanément. La situation si élevée du bord inférieur de la draperie semble être caractéristique pour des draperies aussi faibles et d'une étendue verticale aussi grande.

173 et 173\*. A cause de la petitesse de la parallaxe, les mesures sont moins bonnes.

174 et 174\*. Même aurore que le no. 172. Sans doute les résultats du no. 174, avec la base la plus grande, sont les meilleurs.

175 et 175\*. La base du rayon 2 semble être au-dessus de 200 km., ce qui répond bien à l'aspect du rayon, qui était faible et diffus.

176 et 176\*. La hauteur de la base était de 160 et celle du sommet de 300 km.

177 et 177\*. La base du rayon, (le point 3 sur le photogramme 177\*), est bien déterminée.

178 et 178\*. Les bases des rayons 5, 6 et 3, 4, sont respectivement aux altitudes de 190 et 160 km.

179 à 181. Rien de particulier à remarquer.

182. La hauteur de la base du rayon 3, 4 est de 140 km.

Les bases des rayons deviennent maintenant plus lumineuses et tendent à se former en draperies; en même temps, la hauteur diminue.

183. Situation défavorable et petite parallaxe.

184 à 185\*. La hauteur de la base des rayons a diminué sensiblement.

186 et 186\*. Rayons diffus; la base du rayon 1, 2, 3, à 160 km.

187. Draperie; l'épaisseur de la partie la plus lumineuse, aux points 2 et 3, était respectivement de 17 et 18 km.

188. La base du rayon 1, 2, à 113 km.

189. Photogramme excellent des trois stations *C*, *K* et *F*, dont nous avons déjà publié les mesures et calculs dans la publication no. 13 citée dans l'introduction. La base du rayon était à l'altitude de 120 km. comme il a été dit dans le mémoire cité.

190 à 190\*\*. Même rayon photographié des mêmes trois stations. Excellent photogramme. La base à 136 km., le sommet à 295 km.

191 à 191\*\*. Encore un photogramme pareil du même rayon. Base du rayon à 130 km.

192. Long rayon dont le sommet, d'après la photographie prise à Kongsberg, atteignait à 375 km. environ.

193. Rien de particulier. L'aurore augmente d'intensité et les rayons deviennent plus longs.

194. Excellent photogramme. A en juger d'après la photographie prise à Kongsberg, la base du rayon était à 107 km. au-dessus de terre.

195. La hauteur de la base du rayon 1, à 135 km. environ, à en juger d'après la photographie prise à Fredrikstad.

195\*. La hauteur de la base du rayon 2, 3, à 135 km. environ.

196. Longs rayons; bases et sommets difficiles à déterminer.

197 et 197\*. Longs rayons. Très bonne détermination de la hauteur des points 4 et 5.

197\*\*. Autres points sur les mêmes rayons. A en juger d'après la photographie prise à Fredrikstad, le sommet devait atteindre à plus de 400 km. D'après la photographie prise à Kongsberg, la hauteur de la base était de 124 km. environ.

198. La base du rayon est au point 2.

198\*. La comparaison montre que la détermination de la hauteur du point 1 doit être très bonne.

L'aurore avait alors atteint le zénith magnétique, et à ma station principale de Bygdø, je pris quelques photographies d'une couronne. Elles ne réussirent pas trop bien.

199. La base du rayon semble cachée derrière les nuages.

200. Les points sont choisis le long du bord droit du rayon. En comparant les deux photographies, on voit que la largeur du rayon est beaucoup plus grande sur la photographie prise à Fredrikstad que sur celle prise à l'Observatoire, ce qui montre que le rayon était en réalité un faisceau de rayons qu'on aperçut de l'Observatoire tangentiellement et de Fredrikstad plus de face. La base est à 165 km., le sommet à 440 km. environ.

201. Ce photogramme fut pris simultanément des stations de Bygdø, Oscarsborg et Horten. — Il semble qu'on ait vu tangentiellement une draperie de rayons. En effet, aux stations *B* et *O* on peut bien retrouver des points communs, mais à la station *H*, la draperie est vue plus de face et il est difficile d'en identifier les diverses

parties avec celles des autres photographies. Donc nous n'avons mesuré que les photographies prises aux stations *B* et *O*.

202. Pris vers la même région que le photogramme no. 200. La base du rayon est au point 1; le sommet est en dehors du champ photographique. Même différence du rayon en largeur que sur le photogramme no. 200.

A 0<sup>h</sup> 6<sup>m</sup> 25<sup>s</sup> nous prîmes un nouveau photogramme avec base *B—H*. Cependant, comme dans le cas du photogramme no. 201, l'aspect de l'aurore est si différent aux deux stations, que l'identification des points est impossible.

A ce moment l'aurore se développa avec beaucoup de splendeur. Elle était observée en même temps par M. Th. Rasmussen, à Huseby skole, station de Ulfsborg, Danemark. Dans une lettre il me dit :

« 0<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>. De nouveau l'aurore est très intense, de même à 0<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> et à 0<sup>h</sup> 19<sup>m</sup>. Essentiellement forte et remarquable entre 0<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> et 0<sup>h</sup> 39<sup>m</sup>. Des quantités de rayons se développent et s'élèvent de plus en plus. L'aurore passe sur le zénith et les rayons aussi. L'extrémité de l'aurore vers le sud passe par Gemma ( $\alpha$  Coronæ) et Denebola ( $\beta$  Leonis) et se poursuit vers l'ouest. Les rayons viennent de toutes les parties du ciel, entre l'Ouest, le Nord et l'Est, et convergent tous vers un point aux environs de Coma Berenices, où ils forment une couronne assez indistincte. Les rayons varient en quantité et en couleur, la plupart sont jaunes et ils montent et disparaissent. Ils sont si nombreux et serrés qu'on a l'impression de se trouver au-dessous d'une voûte grandiose, où l'on peut très bien distinguer les arcs et les arcs-boutants. »

Continuons notre rapport :

203. La hauteur des bases des rayons est de 150 et 170 km. respectivement; les sommets au-dessus de 300 km.

204. Rien de particulier.

205. De longs rayons. On peut suivre le rayon principal au-dessous du point 1. En mesurant la hauteur de la base par des méthodes différentes, nous avons trouvé des valeurs de 110 à 120 km., le plus probable nous semble être 116 km. Quant au sommet, il s'élève à plus de 400 km.

205\* et 205\*\*. Mêmes rayons calculés avec les bases *B—O* et *O—H*. Le résultat obtenu avec les bases *O—H* est probablement le moins exact.

S 122. Couronne. Nous l'avons photographiée aussi à la station *B*, mais l'identification en était trop difficile.

206. Hauteur des sommets: au-dessus de 400 km.

207. La photographie prise simultanément à Horten a été rejetée, l'identification en étant trop incertaine.

208. Le sommet dépasse 400 km.

209. Rayon diffus; la partie inférieure appartient à un autre rayon.

S 123. Impression faible à cause de la courte pose de 1<sup>s</sup>.

210. Ce photogramme présente un intérêt particulier. Aux deux stations, on a pointé les appareils sur des rayons auroraux superbes venant du zénith. Il était d'abord difficile de retrouver les étoiles sur les deux photographies, mais en prenant plus tard de nouvelles photographies des mêmes régions du ciel, nous avons enfin réussi à les identifier. Une fois les étoiles identifiées, le calcul de l'angle  $\omega$  permettait de retrouver les points correspondants sur les deux plaques et ainsi de mesurer la parallaxe, qui cette fois était très grande. Les sommets étaient en dehors du champ photographique. Les bases étaient très fines et très caractéristiques.

211. Couronne. Sur la photographie prise à Bygdø on peut suivre le rayon 1, 2, jusqu'à l'altitude de 400 km. environ.

212. Mêmes rayons que sur le no. 210. Le sommet du rayon principal en dehors du champ photographique. Il monte à plus de 380 km.

S 124. Couronne.

213. Les points 1 et 3 représentent les bases des rayons.

214 et 214\*. Le sommet au moins à 380 km. D'après la photographie prise à Fredrikstad, la base était à 137 km.

215. Le sommet dépasse 470 km.; la base à 130 km.

216 et 216\*. Excellent photogramme et bonne coïncidence entre les résultats des deux bases. Bases et sommets des rayons difficiles à fixer.

217. Les sommets montent à 375 et 400 km. environ.

218. La base du rayon 3, 4, à 120 km., le sommet en dehors du champ photographique.

219. Le point 1 à la base du rayon. Les sommets en dehors du champ photographique.

A ce moment la station de Oscarsborg n'avait plus de plaques photographiques et le travail à cette station dut cesser.

220. Malgré la grande parallaxe, la détermination de la hauteur est douteuse à cause de la faiblesse des négatifs.

221 à 221\*\*. Bon photogramme.

222. Les points 1 et 6, représentant les bases des rayons, sont bien déterminés. Les sommets sont en dehors du champ photographique. Sur la photographie prise à Horten on peut suivre le rayon 1, 2, 3, 4, 5, jusqu'à l'altitude de 440 km.

S 125. En supposant la base à 140 km., le point le plus haut du rayon sera à 360 km. d'altitude.

223 et 223\*. La base du rayon 1, 2, à 137 km., celle du rayon 3, 4, 5, 6, à 106 km.

224. La base du rayon au point 1.

Alors toutes les plaques à la station de Horten étant épuisées, la station cesse le travail.

225 et 225\*. Excellent photogramme. La hauteur des bases des rayons 1, 2 et 3, 4, était respectivement de 118 et 126 km.

Alors un spectacle merveilleux commença à se développer. Le long de l'horizon du Nord, il y avait une masse diffuse et faiblement lumineuse, ressemblant à des nuages, mais ayant la couleur caractéristique jaune-verte des aurores boréales. De cette masse, une quantité de flammes diffuses s'élançaient vers le zénith en des éclairs de rayons larges et diffus, se renouvelant à chaque instant. J'avais l'impression très nette que des décharges électriques étaient lancées dans l'espace vers les couches supérieures de l'atmosphère et cela dura pendant au moins un quart d'heure.

Nous essayâmes de prendre des photogrammes de ces flammes, mais c'était impossible; elles étaient trop faibles et leur mouvement trop rapide.

A ces essais on employa toutes les plaques restantes, aux stations de Fredrikstad et de l'observatoire, et alors les stations de Bygdø et de Kongsberg seules purent continuer le travail. J'établis donc le rapport téléphonique entre ces deux stations et nous réussîmes, pendant le reste de la nuit, à prendre toute une série de photogrammes excellents.

Vers 1<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> le travail fut repris; voici les remarques supplémentaires:

226. Une draperie commence à se former vers l'Ouest. Au-dessus il y a encore des pulsations.

227. Même draperie. La direction de la parallaxe étant presque parallèle au bord de la draperie, nous avons choisi une partie lumineuse 1, 2, aisément reconnaissable sur les deux photographies. D'autre part, pour trouver la direction de la draperie, nous avons choisi sur la photographie prise à Kongsberg, le long du bord, une série de points, 3, 4, 5, 6, et 7, dont la situation géographique a été trouvée avec les hypothèses  $H = 90$  et  $H = 100$  km.

228. Même draperie et rayon très fin. La base de ce rayon se trouve à l'altitude de 136 km.

229. Les points 2, 3, 4, 5, 6, sur la photographie prise à Kongsberg, ont été mesurés pour en déduire la situation géographique correspondant à l'hypothèse  $H = 100$  km.

La draperie est maintenant très belle et s'étend d'un côté de l'horizon à l'autre.

230. La base du rayon 1—6 est bien déterminée. Le sommet en dehors du champ photographique. Sur la photographie prise à Kongsberg, on peut suivre le rayon jusqu'à la hauteur de 350 km.

231. Même draperie. Le rayon peut être suivi sur la photographie prise à Kongsberg jusqu'à 310 km. Situation du bord 7, 8, 9, 10, trouvée en supposant  $H = 95$  km.

S 126. La partie vers l'Ouest. La draperie est alors très belle. Situation du bord trouvée en supposant  $H = 100$  km.

A ce moment nous pointâmes nos appareils vers le zénith magnétique où brillait une couronne splendide. Mais la base B—K était trop grande pour permettre de retrouver les points correspondants sur les deux plaques.

Le premier photogramme, avec pose de moins d'une seconde, ne montre que les parties les plus lumineuses, ce qui n'est pas très favorable à la détermination du point de radiation. Le suivant, pris à  $1^{\text{h}} 51^{\text{m}} 45^{\text{s}}$ , pose  $1^{\text{s}}$ , ne réussit pas non plus. Sur le troisième on ne voit presque rien et les deux suivants étaient aussi inutilisables. Le photogramme pris à  $1^{\text{h}} 56^{\text{m}} 43^{\text{s}}$ , pose  $1^{\text{s}}$ , ne réussit pas non plus, mais la photographie prise à Kongsberg montre une faible mais très belle couronne, avec de courts rayons dans les parties les plus lumineuses.

La photographie suivante, à  $1^{\text{h}} 57^{\text{m}} 19^{\text{s}}$ , pose  $1^{\text{s}}$ , prise à Bygdø, montre une draperie tout à fait merveilleuse, qui a été reproduite dans la planche 4 de mon mémoire no. 13, cité dans l'introduction. La photographie prise simultanément à Kongsberg montre seulement des traces d'aurore, et l'identification est impossible.

A ce moment, il était nécessaire de changer les plaques à la station K et le travail photogrammétrique fut interrompu jusqu'à  $2^{\text{h}} 14^{\text{m}}$ . En attendant, je pris une série de photographies à Bygdø, avec le petit appareil à 6 images sur chaque plaque (modèle Haldde). L'aurore se développa alors avec une beauté et une splendeur qui surpassaient même les plus belles aurores vues par moi à Bossekop en 1910 et 1913.

18 photographies furent prises coup sur coup, l'heure fut observée pour chaque plaque (à 6 images); elle doit être exacte à une minute près. Nous avons noté respectivement  $2^{\text{h}}$ ,  $2^{\text{h}} 2^{\text{m}}$  et  $2^{\text{h}} 5^{\text{m}}$ . Après la rectification de temps nécessaire, il faut y ajouter 23 secondes, et les positions des étoiles ont été calculées d'après cette rectification. Sur les deux premières plaques, on voit des draperies rayonnées et des faisceaux de rayons, mais presque pas d'étoiles, à cause de la pose trop courte. La troisième plaque a été utilisée pour trouver le point de radiation d'une couronne splendide et cette fois les étoiles sont identifiées avec certitude et retrouvées sur les 5 photographies de S 127 à S 131. Si l'on suppose pour l'heure une inexactitude de 1 ou 2 minutes, cela donne seulement une inexactitude en  $h$  de  $0^{\circ},02$  et  $0^{\circ},04$  et en  $a$  de  $0^{\circ},5$  et  $1^{\circ}$  seulement et la détermination du point de radiation peut donc être considérée comme très bonne. (Voir la table III).

Il est très intéressant de comparer nos observations avec celles faites simultanément par M. Quenisset à l'observatoire Flammarion, à Juvisy, près de Paris. Il dit<sup>1</sup>:

«A 1 heure du matin (temps de Greenwich) le 23, le spectacle devint prodigieusement beau; l'aurore se développa dans toute sa splendeur: le ciel du Nord s'embrasa d'une phosphorescence éclatante, sillonnée de gigantesques rayons au Nord jusque vers la grande Ourse (presque au zénith), à l'Ouest vers le brillant Jupiter, et aussi à l'Est,

<sup>1</sup> L'Astronomie, Avril 1920, p. 153—154.



au Nord-Est, dans toutes les directions du firmament, sur une étendue angulaire de plus de 180 degrés! Et toute cette féerie lumineuse *était en vibration, animée de pulsations étranges.*»

Sur la figure qui accompagne cette description, on voit entre autres un rayon auroral s'étendant de  $\gamma$  Persei jusqu'à la hauteur de  $\alpha$  Ursæ majoris. Nous avons essayé d'en déduire la hauteur du sommet du rayon, en supposant qu'il fait un angle de  $70^\circ$  avec la surface de la terre au-dessous de lui. Si nous supposons la hauteur de sa base égale respectivement à 100, 120 et 140 km., on trouve pour son sommet les altitudes de 530, 645 et 750 km. environ, c'est à dire des altitudes du même ordre de grandeur que les altitudes maxima mesurées directement cette nuit-là.

A 2<sup>h</sup> 14<sup>m</sup>, le changement des plaques était achevé et voici les remarques supplémentaires aux photogrammes pris :

233. La base du rayon 3, 4, 5, 6, était à l'altitude de 112 km., le sommet en dehors du champ photographique. On peut suivre le rayon jusqu'à 450 km. Les bases des rayons forment un bord plus lumineux, d'une étendue verticale de 20 à 30 km. Le long du bord, nous avons marqué une série de points, dont les positions géographiques ont été établies avec l'hypothèse  $H = 100$  km. Les trois photogrammes suivants n'ont pas été utilisés parce que l'identification des rayons en est incertaine.

234. Rayons remarquables vers le Nord. Seules les parties inférieures avec les bases des rayons sont visibles, les sommets sont en dehors du champ. L'identification fut possible seulement en retrouvant par la direction de la parallaxe les bases des rayons distingués. La photographie prise à Bygdø a été reproduite à une échelle agrandie dans la publication no. 13 (citée dans l'introduction) en planche 5. Quant aux bases des rayons, elles sont difficiles à déterminer exactement, parce que la luminosité en diminue graduellement, pour disparaître vers le bas. Ainsi sur la photographie prise à Kongsberg, on peut encore distinguer le rayon 1, 2, vers l'altitude de 112 km. Le point le plus bas du rayon 7, 8, est le point 7, avec hauteur de 112 km. Quant au rayon plus large 3, 4, 5, 6, on ne le suit qu'avec difficulté jusqu'à 10 km. au-dessous du point 3, c'est à dire jusqu'à 139 km. environ. Pour la largeur des rayons, celle du rayon 7, 8, ne dépasse pas 1600 mètres et peut être bien plus petite encore; en effet, la petite échelle de la photographie n'a pas permis de photographier des détails plus fins.

235. Restes des rayons précédents. Le point 1 est juste à la base d'un rayon.

A ce moment il y avait au zénith magnétique une belle couronne, dont nous primes une série de photogrammes. A cause de la base trop grande de 64 km., il fut impossible de reconnaître les parties correspondantes de la couronne et les photographies n'ont pu être utilisées que pour la détermination du point de radiation; elles sont numérotées de S 132 à S 136 inclusivement.

236. Rayon avec base à 120 km.

Les 5 photogrammes suivants n'ont pas été utilisés à cause de la forme si défectueuse de l'aurore.

Viennent ensuite quelques photogrammes très intéressants. En effet, les très hauts rayons semblent alors vouloir reparaître :

237. Très hauts rayons. Les mesures ont été faites d'après des négatifs renforcés, faits de leur côté d'après les positifs des négatifs originaux. Les sommets semblent atteindre à plus de 500 km. Nous avons aussi mesuré les négatifs originaux, ce qui était plus difficile, les contours en étant assez diffus; cela a donné pour les sommets des rayons des hauteurs dépassant 600 km.

238. Mêmes rayons. Ce qui est remarquable ici, c'est la hauteur énorme de la base du rayon 1, 2, 3, : plus de 300 km. Les mesures ont été établies cette fois aussi d'après des négatifs renforcés, pour bien fixer les contours. Comme contrôle, nous avons mesuré

les négatifs originaux, ce qui a donné pour la base du rayon 1, 2, 3, une hauteur de 300 km. environ, comme auparavant.

En même temps que ces hauts rayons, nous avons observé des aurores descendant plus bas que d'ordinaire. En effet, vers le Nord-Ouest il se développa une petite draperie très intéressante dont voici les photogrammes :

239. Le point le plus bas de l'arrête 1, 2, était à 83 km., le plus haut à 104 km. Comme contrôle nous avons dessiné, mesuré et calculé les négatifs encore une fois, et trouvé cette fois pour le point le plus bas 82 km., ce qui s'accordait avec la mesure précédente. Comme la parallaxe est très grande, le résultat est très sûr.

240. Même draperie. Cette fois, le bord inférieur de la draperie a monté.

241. Même draperie. Le bord inférieur est redescendu. D'après la photographie prise à Kongsberg, on trouve l'altitude de la base du bord 1, 2, égale à 82 km., celle du bord 3, 4, égale à 81 km. L'étendue verticale du bord 1, 2, est de 13 km.

Alors une phase bien remarquable de l'aurore commença. Vers le nord de longs rayons bleus parurent et ces rayons semblaient être d'une nature toute différente de celle du reste de l'aurore, qui avait sa couleur habituelle jaune-verdâtre. Ces rayons étaient assez larges et extrêmement longs. Voici le premier photogramme :

242. Pour les bases, nous avons trouvé les hauteurs suivantes :

Du rayon	1	.....	$H = 275$	km.
—>—	2, 3	.....	$H = 270$	»
—>—	4, 5	.....	$H = 260$	»

Les sommets étaient en dehors du champ photographique et atteignaient presque à l'étoile polaire c'est à dire à des hauteurs de 700 km. au moins !

Les photogrammes suivants, pris à 3<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> 22<sup>s</sup> et à 3<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 22<sup>s</sup>, des sommets des rayons bleus, ne sont malheureusement pas utilisables, l'identification des rayons y étant trop incertaine.

243. Sur la photographie prise à Kongsberg, on peut suivre le rayon jusqu'à 650 km. environ au-dessus de terre.

Le dernier photogramme fut pris à 4<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> 20<sup>s</sup>, mais ne réussit pas. Il était très regrettable que la provision de plaques à Kongsberg fût alors épuisée et qu'on ne pût ainsi mesurer photogrammétriquement la hauteur de ces remarquables rayons. Ceci était d'autant plus déplorable que le développement de l'aurore fut tout à fait remarquable pendant le reste de la nuit ; le ciel se couvrit peu à peu de ces rayons bleus dont l'intensité et la longueur étaient tout à fait exceptionnelles et qui formèrent enfin une éblouissante couronne.

A ma station de Bygdø, je pris consécutivement un grand nombre de photographies et cela jusqu'au moment même où le ciel devint trop clair pour qu'on y pût distinguer les étoiles de la 2<sup>ème</sup> grandeur. L'aurore brillait encore très distinctement, alors que toutes les étoiles avaient disparu.

Après le changement des plaques, le travail recommença vers 4<sup>h</sup> 22<sup>m</sup>. Les rayons bleus avaient alors atteint le zénith.

S 137. Long rayon bleu vers l'ouest. La base ainsi que le sommet sont en dehors du champ photographique. Nous avons choisi sur le rayon un point *A* aussi bas que possible et un point *B* aussi haut que possible, leurs coordonnées sont

	A	B
<i>h</i>	34°, 0	71°, 5
<i>a</i>	180°—37°, 5	180°—51°, 7

En supposant que le rayon avait la direction de la force magnétique à l'endroit situé au-dessus du rayon, on trouve les hauteurs correspondantes suivantes :

Hauteur supposée du point A	$H = 150 \text{ km.}$	$H = 250 \text{ km.}$
Hauteur correspondante du point B	$H = 495 \text{ »}$	$H = 850 \text{ »}$

Ainsi, d'après cette évaluation, combinée avec le résultat que la base des rayons bleus sur le photogramme 242 était à 270 km. environ au-dessus de terre, il apparaît que le sommet atteignit à une hauteur considérable.

A 4<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 17<sup>s</sup>, une belle photographie fut prise des bases des rayons bleus vers l'Est. Elle est reproduite sur la planche 11. Une nouvelle photographie fut prise à 4<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 55<sup>s</sup>, d'où il apparaît que l'aurore se développait avec rapidité vers le Sud.

A 4<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> une intéressante photographie fut prise vers le Nord, qui montre que les bases des rayons bleus étaient à peu près à 20° au-dessus de l'horizon du Nord. Au-dessous des bases des rayons, le ciel était clair et sans aurore.

S 138. Longs rayons bleus. Photographie très intéressante. Les bases et les sommets sont en dehors du champ. Cette fois aussi nous avons choisi sur un rayon deux points A et B ce qui nous a donné.

Hauteur supposée du point A.....	$H = 150 \text{ km}$	$H = 200 \text{ km}$
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 470 \text{ »}$	$H = 640 \text{ »}$

Là, je fus obligé de changer les plaques de nouveau; quand ce fut fait, 8 minutes plus tard, les rayons avaient passé au zénith magnétique et y formaient une couronne éblouissante de couleur bleue. Je regardai la couronne au travers d'un petit spectroscopie de poche et pouvais distinguer une multitude de lignes spectrales dans les parties bleues et violettes. En comparaison de ces lignes, la ligne d'aurore jaune-verte était assez faible.

Je pointai l'appareil photographique vers le centre de la couronne et réussis à en prendre coup sur coup 12 vues merveilleuses. En étudiant plus tard les négatifs, je pus reconnaître sur toutes les plaques les mêmes étoiles  $\epsilon$ ,  $\eta$  et  $\varrho$  dans la constellation d'Hercule, ainsi que l'image déformée de Vega près de la limite Est du champ photographique.

Voici les remarques supplémentaires à ces photographies:

S 139. Cette photographie a été reproduite à plusieurs reprises. La meilleure reproduction s'en trouve dans la publication no. 13 citée dans l'introduction, en planche 7. On peut y voir un des rayons, marqué par  $a$ , de la base au sommet.

En le supposant parallèle à la ligne allant de l'observateur au point de radiation on trouve:

Hauteur supposée du point A.....	$H = 100 \text{ km}$	$H = 150 \text{ km}$
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 460 \text{ »}$	$H = 700 \text{ »}$

S 140. Pour le rayon marqué par  $a$  on trouve:

Hauteur supposée du point A.....	$H = 100 \text{ km}$	$H = 150 \text{ km}$
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 350 \text{ »}$	$H = 530 \text{ »}$

S 141. Rien à remarquer.

S 142. Pour le rayon marqué par  $a$  on trouve:

Hauteur supposée du point A.....	$H = 100$ km	$H = 150$ km
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 450$ »	$H = 670$ »

S 143 à S 146. Rien à remarquer.

S 147. Pour le rayon marqué par  $a$  on trouve:

Hauteur supposée du point A.....	$H = 100$ km	$H = 150$ km
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 365$ »	$H = 551$ »

S 148. Cette photographie est très intéressante en ce qu'elle montre bien la courbure des rayons auroraux, comme nous l'avons déjà constaté sur la photographie no. 31, du 16 décembre 1917. Pour le rayon marqué par  $a$  on trouve:

Hauteur supposée du point A.....	$H = 100$ km	$H = 150$ km
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 500$ »	$H = 750$ »

S 149. La courbure bien visible. Pour le rayon  $a$  on trouve:

Hauteur supposée du point A.....	$H = 100$ km	$H = 150$ km
Hauteur correspondante du point B.....	$H = 550$ »	$H = 830$ »

S 150. Cette fois, il semble que le point de radiation se soit déplacé pendant la pose.

A ce moment on dut rechanger les plaques. Quand ce fut fait l'aube était déjà assez avancée, mais les longs rayons étaient encore bien visibles. Leur couleur était cependant plus jaune-vert, surtout vers la base des rayons. Nous prîmes 6 photographies de l'aurore vers l'Ouest, et bien que la pose fut souvent de moins d'une seconde les rayons sont bien visibles sur les plaques. Cependant, comme on n'y voit pas une seule étoile, ces photographies n'ont pas été mesurées. Au moment où la dernière photographie de réussite fut prise, il était 5<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> 31<sup>s</sup>; le centre du soleil était alors à 8° seulement au-dessous de l'horizon. Peu après, l'aube était si avancée qu'il devint impossible de faire plus d'observations.

Cette dernière phase de l'aurore fut aussi observée à Trondhjem, par un jeune étudiant en météorologie, M. Anton Røstad, qui faisait alors son service militaire dans cette ville et qui m'a envoyé une description de l'aurore, dont voici un extrait:

«Quand je pris ma faction à 3<sup>h</sup> il y avait une couronne d'aurore grandiose dont les rayons s'élançaient sur tout le ciel, et tout le temps, jusqu'à l'aube, les rayons furent en très forte vibration. Je n'ai jamais rien vu de pareil. Le ciel avait l'air tout en feu. Les rayons sur tout le ciel vibraient et se déplaçaient dans un mouvement de va-et vient de quatre fois par seconde.

Parfois les rayons étaient fortement colorés, surtout en violet et en rouge. D'abord ils étaient jaune-verts vers le Sud-Ouest jusqu'à la hauteur de 20°, puis rouges-violet plus haut, et blancs-jaunes près du point de radiation. Souvent il y avait au point de radiation des rayons violets qui se déployaient en forme d'éventail; parfois les rayons se concentraient en une sorte de noeud à ce point.

Au point du jour, l'aurore devint excessivement lumineuse. Les derniers rayons s'en voyaient encore à 5<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>.

A ce moment on ne voyait que les deux étoiles de Vega et Arcturus. Mais on pouvait distinguer la couleur rouge des rayons. Ils se montrèrent d'abord aux environs

<sup>1</sup> *The aurora of march 22—25, 1920 and associated phenomena* by Charles F. Brooks and Herbert Lyman, Washington D. C. 1920.

d'Arcturus et se développèrent ensuite du côté du point de radiation, pour s'y concentrer en demi-cercle avec une tache rose à ce point. Ils étaient tellement intenses que l'on pouvait juger de la situation du point de radiation à 6 ou 7° degrés à l'ouest et à 1° au nord de Vega.»

Eu calculant, on peut voir qu'au moment où M. Røstad observa les derniers rayons, à 5<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>, le soleil n'était qu'à 5°, 8 au-dessous de l'horizon de Trondhjem.

Dans la *Monthly weather review* de juillet 1920, on trouve une description de cette même aurore boréale au-dessus des Etats-Unis, et il est intéressant de noter que la phase la plus brillante observée à Washington D. C. eut lieu entre 10<sup>h</sup> et 10<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, temps du méridien 75° à l'Ouest de Greenwich, c'est-à-dire entre 4<sup>h</sup> et 4<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> temps moyen de l'Europe centrale. C'est précisément à cette heure que les longs rayons bleus furent observés à Bygdø dans leur acheminement vers le Sud.

### § 16. Autres aurores boréales de l'année 1920.

Le soir du 23 mars, l'aurore apparut de nouveau, mais très réduite:

A 20<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> des rayons isolés et assez beaux étaient visibles dans le Nord, et vers 22<sup>h</sup> il y avait un arc auroral bas vers le Nord. Cependant, comme les lignes de nos téléphones ne fonctionnaient pas, et qu'aussi les stations auxiliaires n'avaient pas encore reçu de plaques nouvelles, aucune photographie ne fut prise.

C'est avec beaucoup d'impatience que j'attendis l'arrivée du 18 avril, 27 jours après le 22 mars. En attendant, j'observais le ciel tous les soirs, mais en général le temps était mauvais et on ne put observer aucune aurore avant le 18 avril. A Kongsberg cependant, M. Busengedal avait plus de succès; en effet, dans une lettre datée du 19 avril, il dit:

«Pendant le mois d'avril, j'ai observé l'aurore plusieurs fois. Par exemple les 2, 6, 13 et 17; mais en général, le ciel était en partie couvert de nuages, sauf le 17 avril, où j'ai noté les observations suivantes:

«En revenant à la maison vers 22<sup>h</sup>, je vis qu'il y avait une aurore. Je me rendis à ma station, et après avoir tout préparé je pus observer l'aurore à loisir. A 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> le ciel était parfaitement clair et un arc très lumineux s'étendait de l'horizon de l'Est à l'horizon de l'Ouest avec le bord inférieur assez net, passant par  $\beta$  Andromedae; le bord supérieur, qui était diffus, passait par  $\beta$  Persei. A 23<sup>h</sup> l'arc était pulsatoire vers l'Ouest; il disparut, pour reparaitre de nouveau avec une grande intensité, puis s'évanouir, etc. Quelquefois un second arc apparaissait juste au-dessous de Cassiopeia.

Vers 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> l'arc était encore plus lumineux, avec le bord inférieur très net et un segment obscur très prononcé. Bientôt après l'arc fut caché par un nuage.

A minuit, l'arc s'était élevé jusqu'aux constellation de Cassiopeia et de Perseus, et il se transforma subitement en un grand nombre de rayons grandioses, dont quelques uns avaient leurs sommets au-dessus de l'étoile Polaire. Bientôt après les rayons disparurent. Le ciel était alors tout à fait clair. A 0<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> nouveau développement de rayons s'étendant de l'horizon du nord jusqu'au zénith en passant par l'arc. Un de ces rayons était magnifique: il se montra d'abord juste à droite de Cassiopeia; il était assez étroit, *sa base était à l'horizon et son sommet au-dessus de l'étoile polaire*, et il brillait avec une intensité qui, près de l'horizon, surpassait celle de la lune (!). Ce rayon se déplaçait très lentement vers l'Est et, une demi-heure après, (vers 1<sup>h</sup>), il était près de Deneb et un peu à gauche de cette étoile; puis il disparut derrière des nuages venant de l'Est. Alors l'arc aussi avait disparu et l'aurore était devenue très agitée. Le ciel se couvrait de plus en plus, mais je pouvais distinguer des flammes et des corruscations dans les éclaircies des nuages».

Je regrette qu'il ne m'ait pas été possible de mesurer la hauteur de ce rayon remarquable observé par Busengedal. En supposant que la base n'en fût même qu'à 90 km., le sommet devait sûrement dépasser 500 km au moins.

Continuons notre rapport et passons à la date suivante:

*18 avril:* L'aurore se montra de nouveau en forme d'arc vers l'horizon du nord. Je réussis ce soir-là à prendre une série de photogrammes avec la grande base Bygdø—Dombaas, de 258 km. À Dombaas M. Enebo était le chef de la station. Parmi 17 photogrammes de pris un seul était assez bon pour être mesuré; il a été publié déjà dans mon mémoire no. 13, cité dans l'introduction. (Dans les tables I et II, il a le numéro 244).

Pendant le reste de l'année, l'aurore se montra plusieurs fois, mais nul photogramme ne fut pris. Aux mois d'août et septembre j'étais en voyage, et plus tard l'aurore était si faible que les stations ne furent pas averties.

Voici les observations d'aurores faites par mes assistants et moi.

- 12 août:* Aurore observée à Kongsberg par M. Busengedal.  
*21 —* De même.  
*22 —* De même.  
*7 septembre:* Aurore observée à Dombaas, par M. Enebo.  
*9 —* Kongsberg (Busengedal) et Dombaas (Enebo).  
*11 —* Kongsberg (Busengedal) et Dombaas (Enebo).  
*21 —* Dombaas (Enebo).  
*22 —* Kongsberg (Busengedal) et Dombaas (Enebo).  
*28 —* Dombaas (Enebo).  
*29 —* De même.

De retour à Bygdø je continuai les observations tous les soirs:

- 8 octobre* A 23<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> un léger arc au Nord.  
*16 —* Faible lumière aurorale près de l'horizon du Nord entre 22<sup>h</sup> et minuit.  
*17 —* Arc auroral dans le Nord à 20<sup>h</sup>.  
*13 novembre:* Vers minuit, un faible arc, et des plaques diffuses près de l'horizon du Nord.

*15 novembre:*

- 17<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> arc auroral dans le Nord.  
 18 45 le bord supérieur passant par l'étoile 12 Can. venat. L'arc resta presque sans changements jusqu'à minuit, où le ciel se couvrit. Pas de rayons.

*17 novembre:*

- 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> Arc auroral vers le Nord, comme le 15 novembre.  
 21 20 l'arc est descendu plus près de l'horizon et a diminué d'éclat.  
 22 25 l'arc a disparu.  
 22 50 l'arc est réapparu, mais il est très faible et près de l'horizon.  
 23 27 Des rayons et des draperies très lointains, près de l'horizon du Nord.

*5 décembre:*

Entre 23<sup>h</sup> et 24<sup>h</sup> faible lumière aurorale le long de l'horizon du Nord. Ligne aurorale visible dans le spectroscopie de poche.

## § 17. Aurores boréales de 1921.

Voici mes observations de cette année-là:

*13—14 février:* Vers 19<sup>h</sup>, un arc bas vers le Nord et qui disparut vers 20<sup>h</sup>.  
 Nouvel arc après minuit, dont nous primes à Bygdø quelques photographies:

S 151. Le long du bord inférieur, nous avons choisi quelques points, dont nous avons trouvé les situations géographiques en supposant  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

S 152. De même.

25 mars: Entre 23<sup>h</sup> et minuit une faible aurore près de l'horizon du Nord, tantôt en forme de rayons et de draperies agités, tantôt en forme d'arc; disparue vers 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

26 mars:

21<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> Arc très faible, bas vers le Nord.

21 50 L'arc un peu plus fort.

8 avril:

21<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 40<sup>s</sup> Faible lumière près de l'horizon du Nord. Ligne aurorale bien visible dans un spectroscopie de poche.

21 53 30 Des sommets de rayons visibles au-dessus de l'horizon, juste au Nord.

21 57 30 Les sommets des rayons se sont déplacés vers l'Ouest, au-dessous des étoiles  $\alpha$ ,  $\beta$  Cassiopeiæ.

22 15 30 Un segment obscur visible tout près de l'horizon. Lumière au-dessous de  $\beta$  Persei, près de l'horizon.

22 17 30 Faible rayon, de l'horizon jusqu'à  $\varrho$  et  $\vartheta$  Andromedæ.

22 18 30 Sommets de rayons à l'horizon au-dessous de  $\beta$  Cassiopeiæ.

22 27 30 Rayons diffus, de l'horizon jusqu'à mi-hauteur de Cassiopeiæ.

22 50 Tout a disparu.

14 avril: Aurore bas vers l'horizon du nord. J'avertis Kongsberg, et 5 photographes furent pris, mais ils ne réussirent pas.

16 avril: Arc auroral près de l'horizon du nord.

3 mai: De même.

Entre le 13 et le 16 mai il y eut comme on sait des perturbations magnétiques extrêmement violentes sur toute la terre, accompagnées d'aurores boréales remarquables, visibles jusqu'aux tropiques. Ces phénomènes coïncidèrent avec le passage d'une grande tache au centre du disque solaire.

Malheureusement les conditions météorologiques étaient peu favorables; c'est seulement dans la nuit du 13 au 14 mai que nous pûmes prendre des photographes d'aurore.

13—14 mai: Vers 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> étant déjà couché je fus averti par des voisins qu'il y avait aurore. Aussitôt je descendis au jardin avec un appareil photographique. Malgré la nuit d'été si claire (le soleil était à 8°,9 au-dessous de l'horizon) j'aperçus sur le ciel bleu foncé une couronne de rayons verts, rouges et violets qui était d'une beauté extraordinaire. J'en pris 4 photographies, dont les nos S 153 et S 154 ont servi à déterminer le point de radiation. La pose était environ d'une seconde.

Je me mis le plus rapidement possible en rapport téléphonique avec mes stations de Oscarsborg et de Kongsberg et nous réussîmes à obtenir une série de photographes avec bases  $B-K$  et  $C-O$ .

La première forte période d'aurore était passée et l'aurore avait déjà diminué quand les stations furent prêtes.

Voici les remarques supplémentaires aux photographes pris:

245. Sur la photographie prise à Kongsberg, on peut mesurer la hauteur de la base du rayon. On trouve 103 km. Le sommet est en dehors du champ photographique, mais on peut suivre le rayon au-delà de 300 km.

La couleur du rayon, ainsi que celle des suivants (nos 245 à 249) était violette ou blanc-mauve.

246. Même rayon. La base, ni le sommet ne sont visibles. On peut suivre le rayon jusqu'à la hauteur de 400 km.

247. Le point 1 est à la base du rayon. Le sommet est en dehors du champ photographique. On peut suivre le rayon jusqu'à 300 km.

248. De même.

249. La base du rayon est maintenant plus bas. Le sommet est en dehors du champ photographique.

250. La base est en dehors du champ photographique et le sommet est caché derrière des masses aurorales. Le sommet surpasse 400 km.

251. Le point 1 appartient probablement à un court rayon de draperie; cependant, les points 2, 3, 4, et 5, sont choisis le long d'un rayon dont la base est à environ 200 km au-dessus de terre ce qui d'ailleurs se répéta dans la suite. Le sommet du rayon atteint à 450 km.

252. Arc au sud du zénith. Bord difficile à voir à cause du faible contraste.

253. Même arc. Même remarque.

Il est intéressant de comparer le calcul des photogrammes précédents avec une observation faite à l'observatoire de *Berlin-Babelsberg* cette même nuit. En effet dans les *Astronomische Nachrichten*, no. 5105 p. 278, Kiel, on trouve la remarque suivante:

«Le segment obscur près de l'horizon du Nord était bordé par une région très lumineuse et il fut visible toute la nuit, — —. La situation de la partie la plus élevée du segment (environ 4° au dessus de l'horizon) se déplaçait quelquefois rapidement entre le Nord et le Nord-Nord-Est. — —»

Au moyen de la construction graphique, je trouve que l'arc sur les photogrammes 252 et 253 doit être identique à celui vu de *Berlin-Babelsberg*; en effet, avec la hauteur calculée du bord inférieur on trouve que ce bord devait être vu là-bas sous un angle de 4° à peu près au-dessus de l'horizon, conformément avec l'observation citée plus haut.

254. Même arc. Cette fois l'arc sur la plaque se distinguait très peu du ciel. A l'œil nu le contraste était très grand.

255. Même arc. Contraste plus grand.

Alors de très longs rayons commencèrent à se développer:

256. Longs rayons. Ce photogramme a déjà été calculé et publié dans la publication no. 11 citée dans l'introduction. Nous avons, comme contrôle, refait les mesures, et le résultat, qui se trouve exposé à la table II, ne diffère pas essentiellement de celui publié auparavant.

La partie la plus lumineuse du rayon à gauche s'arrête au point 2. On peut cependant suivre une très faible trace du rayon jusqu'au point 1.

Le sommet semble être en dehors du champ photographique. On peut suivre le rayon jusqu'à une altitude d'au moins 460 km. Ce qui est remarquable c'est la grande altitude de la base du rayon.

257. Long rayon. La base en est aussi très élevée; le sommet est en dehors du champ photographique. Sur la photographie prise à Kongsberg, on peut suivre le rayon jusqu'à 470 km. au moins.

258. Deux arcs. Pour mieux fixer leur situation géographique, nous avons choisi deux points *A* et *B* aussi bas que possible sur les deux arcs, et marqué leurs situations correspondant à  $H = 100$  km.

259. L'arc à droite.

260. Les deux arcs. Comme sur le photogramme no. 258, deux points *A* et *B* ont été choisis avec l'hypothèse  $H = 100$  km.

S 155. L'arc vers l'Ouest. Une série de points ont été choisis et leurs situations ont été trouvées sous l'hypothèse  $H = 100$  km.

261. Courte draperie.



Vers l'Ouest l'aurore était alors très belle. Elle consistait en un arc diffus à gauche, et un autre plus marqué à droite. Le long de ce dernier on voyait des pulsations et des corruscations très violentes: des parties en forme d'arcs de cercles (voir les nos S 157 à S 160) apparaissaient subitement, brillaient quelques secondes pour disparaître ensuite, périodiquement.

S 156. Arc pulsatoire. Hypothèse  $H = 100$  km.

262. Même arc. Sur la photographie on distingue aussi l'arc diffus à gauche.

S 157 à S 160. Arc pulsatoire. Situation géographique déduite de l'hypothèse  $H = 100$  km.

Plus tard il se développa de nouveau des rayons formant couronne. De cette couronne nous prîmes quelques bonnes photographies où l'on peut identifier les étoiles  $\varphi$ ,  $\tau$ ,  $\sigma$  et  $\eta$  Hercules,  $\zeta$  Coronæ et  $\mu$  Bootes, ce qui permet de bien mesurer la situation du point de radiation. (Voir S 161 à S 165).

Bientôt après, le ciel commença de se couvrir de nuages et le travail cessa vers 1<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

Passons aux aurores des mois de septembre à décembre:

4 septembre: Dans la nuit du 3 au 4 septembre une singulière aurore apparut. Le soir du 3 septembre le ciel était partiellement couvert. Pas d'aurore observée avant 1<sup>h</sup> le 4 septembre.

Vers 1<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> j'aperçus un arc pulsatoire remarquable. Malheureusement il était trop tard pour prévenir les stations. Cet arc était composé de larges parties qui apparaissaient et disparaissaient alternativement. L'arc s'étendait de  $\alpha$  Aquilæ jusqu'au nord des Gémaux en passant par la grande Ourse. Je pris une série de photographies entre 2<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> et 2<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, mais j'avais par inadvertance resserré l'ouverture de l'objectif à  $F$  3,5 au lieu de conserver l'ouverture  $F$  2, en sorte que rien ne marqua sur les plaques.

Vers l'aube une lumière large et diffuse s'étendait encore de Vénus jusqu'aux étoiles  $\alpha$  et  $\beta$  Ursæ majoris.

28 septembre: A 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> je remarquai des arcs auroraux dans le Nord. Mais quand je voulus avertir mes stations aucune réponse de Horten, et les lignes téléphoniques avec Oscarsborg et Kongsberg ne fonctionnaient pas; enfin, à Dombaas un vent très fort rendait impossible tout travail. Je pris quelques photographies de l'arc, qui plus tard monta jusqu'au zénith, mais les photographies ne réussirent pas. Vers 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> le ciel se couvrit de nuages.

29 septembre: Entre 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et 20<sup>h</sup> il y eut un arc le long de l'horizon du Nord. Il se transforma vers 20<sup>h</sup> en rayons très faibles dont les sommets montaient jusqu'à l'étoile 12 Can. venat. Vers 21<sup>h</sup>, très faible lumière aurorale près de l'horizon du Nord.

4 octobre: Vers 21<sup>h</sup> un faible arc dans le Nord. Je me mis en rapport téléphonique avec M. Enebo à Dombaas, et nous prîmes une série de photogrammes de cet arc. Malheureusement la plupart des photographies réussirent mal comme photogrammes, les contours étant diffus et les plaques à Dombaas moins bonnes. Seul un photogramme a été mesuré, c'est le no. 263.

Le même arc a probablement été observé à Halde vers le sud. En effet, dans une copie des observations faites à Halde ce soir-là et que M. Krogness a eu l'obligeance de m'envoyer, on lit:

»22<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> Arc auroral sur le ciel du sud s'étendant de l'Ouest (en passant par Delphinus, Pegasus, Triangulum, Aldebaran, Orion et la partie inférieure des Gemaux), jusqu'à l'Est près de Procyon.»

Comme nulle photographie n'a été prise à Halde, l'identification est difficile.

Quant aux autres photogrammes de ce soir-là, ils ont été rejetés comme photogrammes; mais on s'est servi de quelques unes des photographies prises à Dombaas, pour

trouver la situation géographique des arcs, en supposant une valeur donnée pour la hauteur du bord inférieur.

Ainsi pour S 166 nous avons supposé  $H = 120$  km. et pour S 167, 168 et 169,  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

Au cours de la nuit, l'arc vu de Bygdø se rapprocha de plus en plus de l'horizon du Nord, pour y disparaître, et vers 1<sup>h</sup> il ne restait plus qu'une faible lumière vers le Nord.

*6 octobre*: Le 5 octobre le ciel resta couvert, mais le 6 octobre vers 21<sup>h</sup>, j'aperçus vers le Nord un léger arc qui, à 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, se transforma en de faibles rayons, dont les sommets atteignaient à la grande Ourse. J'étais en rapport téléphonique avec M. Busengedal à Kongsberg, mais les photogrammes pris ne furent pas assez bien réussis pour pouvoir être mesurés. Vers minuit tout avait disparu.

*8 au 9 octobre*: Après un ciel couvert le 7 octobre nous eûmes, le 8 octobre au soir, un ciel favorable. Vers 19<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> j'aperçus un arc auroral dans le Nord et immédiatement je fis tous les préparatifs pour la nuit. Les stations de Dombaas, Kongsberg, Oscarsborg, Horten et de l'Observatoire furent averties, et se préparèrent aussi. Pendant ce temps, je pris à Bygdø une série de photographies de l'arc dans le Nord. Celles qui ont été mesurées pour trouver la situation géographique sont numérotées de S 170 à S 179. Pour les numéros de S 170 à S 177 nous avons supposé  $H = 120$  et  $H = 140$  km., pour les numéros suivants, où le bord inférieur de l'arc est plus prononcé, nous avons supposé  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

Vers 21<sup>h</sup> les stations étaient prêtes. Les combinaisons téléphoniques suivantes furent d'abord établies:  $B-H-D$ , avec station principale  $B$  dirigée par moi et  $C-O-K$  avec station principale  $C$ , dirigée par M. Stenseth.

Toute une série de photogrammes fut prise sans résultat. Ce fut seulement le 23<sup>ème</sup> photogramme  $C-K$  qui fut assez bon pour être mesuré. Tous les photogrammes entre  $B$ ,  $H$ , et  $D$  furent rejetés. Voici les remarques supplémentaires aux photogrammes pris:

264. Les points 1 et 3 indiquent les bases des rayons, les points 2 et 4 les sommets. La photographie prise à Oscarsborg ne réussit pas.

265. Les bases des rayons sont difficiles à déterminer.

266. A en juger d'après la photographie prise à Kongsberg, la base du rayon 1, 2, est à la hauteur de 117 km.

Vers 23<sup>h</sup> une très belle draperie lointaine jaune-verte se développa vers le Nord. De cette draperie, nous prîmes une série de photogrammes réussis:

267. La draperie. Le point 1 est à la base du rayon à gauche et le point 2 à droite. L'étendue verticale du rayon 2, 3, est de 32 km.

268. Même draperie.

269. Même draperie. L'étendue verticale du rayon 1, 2 est de 43 km.

270. La draperie est maintenant très belle. Pour mieux fixer sa situation nous avons, le long du bord inférieur, marqué les points 6, 7 et 8, en supposant  $H = 108$  km. L'étendue verticale de la draperie est maintenant de 15 km. environ.

Cette draperie est du même type que celles qu'on voit souvent à Bossekop et que nous avons souvent aussi photographiée pendant nos expéditions de 1910 et 1913.

Le bord à droite, par l'effet de la vue tangentielle de la draperie, est maintenant bien marqué, mais la draperie étant mal située par rapport à la station de Kongsberg, les photogrammes suivants ne réussirent pas. Après l'apparition de cette draperie, l'aurore se transforma successivement en taches et en plaques diffuses et très faibles. Une bonne photographie de cette sorte d'aurore fut prise vers 23<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> et est reproduite sur la planche 14. Plus tard, vers 0<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> le 9 octobre, une faible tache aurorale fut aperçue

en mouvement lent vers l'Est, au-dessous de Vega. Comme sa position était favorable à la base  $C-O$ , quelques photogrammes en furent pris. (Voir nos 271 et 272). On en déduit, pour la vitesse de la tache, 500 mètres par seconde vers l'Est.

*11—12 octobre:* Vers 21<sup>h</sup>, un bel arc vers le Nord, s'élevant jusqu'à mi-chemin de la grande Ourse. Vers 22<sup>h</sup>, le bord supérieur atteignait à cette constellation, mais peu après le ciel se couvrit. Après minuit, je réussis à prendre quelques photographies de l'arc vers le Nord-Est. (Voir les numéros S 180, S 181 et S 182.) La situation géographique fut trouvée en supposant  $H = 110$  et  $H = 130$  km.

*21 octobre:* Vers 18<sup>h</sup> 37<sup>m</sup>, je vis un arc auroral bas vers le Nord, dont le bord inférieur était à 6° au-dessus de l'horizon véritable. Vers 19<sup>h</sup> 2<sup>m</sup>, l'arc s'étendait depuis l'azimuth de  $\zeta$  Ursæ majoris, jusqu'à l'azimuth de  $\beta$  Tauri. A 19<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>, le bord inférieur passa par  $\mu$  Ursæ majoris. Vers 20<sup>h</sup>, je pris quelques photographies de l'arc, qui était alors très beau. Elles sont numérotées: S 183, S 184 et S 185, et la situation de l'arc a été trouvée en supposant  $H = 110$  et  $H = 130$  km. D'après les mêmes hypothèses, on trouve l'étendue verticale de la partie la plus lumineuse égale à 15 km. pour l'un et 17 km. pour l'autre. Peu après le ciel se couvrit. Vers 23<sup>h</sup> il était clair, mais sans aurore.

*27 au 28 octobre:* Vers 23<sup>h</sup>, je remarquai un arc auroral très bas vers le Nord. Le bord inférieur était à 3° au-dessus de l'horizon vrai et le bord supérieur passait par l'étoile 12 Can. venat. A 0<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> le 28 octobre, il se montra des rayons dont les bases étaient au-dessous de l'horizon visible, et dont les sommets s'élevaient à 5° et 6° au-dessus de l'horizon véritable.

*31 octobre:* Vers 21<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>, traces d'aurore derrière les nuages à droite d'Arcturus.

*7 novembre:* Vers 22<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, un arc dont le bord inférieur était à peu près à 3° au-dessus de l'horizon véritable. De 22<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> à 23<sup>h</sup>, de longs rayons faibles dont les bases étaient au-dessous de l'horizon visible (à 3°) et dont les sommets atteignaient à une hauteur égale aux deux-tiers de la hauteur de  $\zeta$  Ursæ majoris. A 23<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>, de faibles rayons au-dessous de Vega, les bases également invisibles, les sommets jusqu'à mi-hauteur de Vega.

*16 décembre:* Traces d'aurore vers l'horizon du Nord, à 19<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>. A 21<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, plus rien.

*29 au 30 décembre:* Faible lumière aurorale vers 0<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

### § 18. Aurores boréales de l'année 1922.

Cette année-là, je réussis enfin à prendre une série de bons photogrammes des arcs auroraux dans le Nord, en utilisant la base formidable Bygdø—Dombaas, de 258,52 km.

Voici les aurores de cette année-là:

*23—24 janvier:* Vers 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, un faible arc auroral près de l'horizon du Nord. Il dura jusqu'à 0<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> environ.

*3—4 février:* Vers 19<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, j'aperçus un arc dans le Nord. J'avertis aussitôt mes stations de Dombaas, Kongsberg, Oscarsborg, Horten et de l'Observatoire; cependant M. Busengedal à Kongsberg était malade, et les lignes téléphoniques avec Horten et Oscarsborg étaient coupées. Il ne me restait donc que la base  $B-D$ , M. Enebo à Dombaas étant là. Nous réussîmes à prendre une longue série d'intéressants photogrammes de l'arc, bas vers le Nord.

Voici les remarques supplémentaires aux photogrammes et photographies prises:

273. Sur la photographie prise à Dombaas, on peut distinguer la base du rayon 1,2, qui se trouve à la hauteur de 135 km.

274. Arc irrégulier.

275. Étendue verticale de la partie la plus lumineuse égale à 26 km.

276. Pour fixer la situation géographique, nous avons marqué deux points *A* et *B*, avec la supposition  $H = 135$ . Étendue verticale de la partie la plus lumineuse: 30 km.

277. Le non-accord de cette mesure avec la précédente est probablement dû à la nature si diffuse de l'arc sur la photographie prise à Dombaas et qui rend difficile de marquer exactement le bord inférieur. L'étendue verticale est ici d'environ 22 km. Nous avons aussi le long du bord inférieur marqué des points dont la situation a été trouvée sous l'hypothèse  $H = 123$  km.

278. Arc diffus.

S 186. Partie orientale de l'arc; situation trouvée en supposant  $H = 130$  km.

279. Le bord inférieur maintenant très net. Pour le point 4, nous avons supposé  $H = 117$  km.

280. Très beau photogramme. Il a été mesuré d'abord par M. Wesøe, puis de son côté par M<sup>elle</sup> Gundersen, et les différences en  $H$  n'excèdent pas 4 km. Nous publions ici les meilleures mesures. On a aussi choisi un point *A*, à gauche, et trouvé sa situation en supposant  $H = 110$  km.

281. Plus diffus. Vers le Nord-Ouest.

282. Même arc, vers le Nord-Nord-Est. D'après les mesures, l'arc semble avoir monté dans l'atmosphère, ce qui est d'ailleurs vérifié par le photogramme no. 283.

S 187. La situation géographique est trouvée sous l'hypothèse  $H = 140$  km.

283. Même arc. Bord inférieur à peu près à la même altitude qu'au no. 282.

284. Pour le point 5, nous avons supposé  $H = 132$ . La petite différence en hauteur des divers points est probablement due à la nature diffuse de l'arc.

285. Bord inférieur de nouveau très net. Les mesures sont de M<sup>elle</sup> Gundersen.

Indépendamment de ces dernières mesures, l'arc a aussi été mesuré et calculé par M. Wesøe, qui a trouvé les hauteurs successives de 143, 137, 138, 134 et 140, concordant bien avec celles trouvées par M<sup>elle</sup> Gundersen.

286. Le bord inférieur maintenant moins net. On voit sur la carte XIX que l'extrémité occidentale tend à se courber vers le Nord, ce qui a été vérifié sur les photogrammes suivants.

287. Même arc vers Nord-Nord-Est.

288. Pour le point no. 5 on a supposé  $H = 114$  km.

289. On voit alors sur la photographie prise à Dombaas que l'extrémité occidentale de l'arc se courbe vers le Nord et ensuite vers l'Est.

290. Rien de particulier.

L'aurore commence alors à être plus agitée, et l'arc n'est plus si régulier qu'auparavant. Une série de photogrammes réussirent mal. A 0<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> l'arc redevint régulier.

291. L'arc vers le Nord-Ouest.

292. Pour les points 5 et 7 nous avons supposé  $H = 130$  km.

293. Même hypothèse relativement aux points 4 et 5.

294. Pour le point 4 nous avons supposé  $H = 142$  km.

S 188. Hypothèse  $H = 135$  km.

295. Pour les points 1 et 2 nous avons supposé  $H = 135$  km.

Les autres photogrammes de cette nuit-là ont été rejetés comme moins bons.

5 février: Vers 23<sup>h</sup> je remarquai une faible luminosité vers le Nord et la ligne d'aurore était visible dans mon spectroscopie de poche.

Dans la nuit du 18 au 19 mars, je fus averti d'un phénomène bien singulier:

A l'Ouest, près des étoiles Castor et Pollux, je vis un *rayon rouge isolé et très étroit* qui ressemblait à un rayon auroral. Au-dessous du rayon, près de l'horizon, je vis en même temps de la lumière rouge, dont l'intensité variait simultanément à l'inten-

sité du rayon. Le ciel était couvert de nuages diffus et très légers et on pouvait voir les étoiles à travers les nuages. En regardant le rayon au spectroscope, je compris immédiatement que ce rayon n'était point un rayon auroral mais *un phénomène singulier de l'optique atmosphérique*, dû à la réflexion d'un incendie. J'eus la confirmation par téléphone que c'était bien l'incendie d'une ferme nommée Ballerud, située à 6 km. à l'ouest de Bygdø. Le nuage devait être fait de petits cristaux de glace dont les faces horizontales réfléchissaient l'incendie, provoquant ainsi le rayon, orienté perpendiculairement à l'incendie. La hauteur du nuage devait alors être de 3000 mètres environ au-dessus du sol.

20 mars: Arc très faible près de l'horizon du Nord.

22 mars: De même.

28 mars: Entre 21<sup>h</sup> et 22<sup>h</sup> arc près de l'horizon du Nord; bord inférieur environ à 4° au-dessus de l'horizon vrai.

8 avril: Aussi un faible arc près de l'horizon du Nord, vers 21<sup>h</sup>.

22 avril: Arc pareil. J'avertis toutes les stations; mais nous n'obtinmes aucun résultat.

8 septembre: Vers minuit une faible luminosité près de l'horizon du Nord. Ligne d'aurore apparente.

14 septembre: Vers 22<sup>h</sup> de forts rayons et des bandes passant par le zénith et sur le ciel du Sud. Cela ne dura qu'une demi-heure. J'avertis Oscarsborg et Kongsberg, mais M. Busengedal et M. Hafnor étaient tous deux sortis. Plus tard, de faibles rayons, et une luminosité diffuse vers le Nord. Quelques photographies furent prises.

15 septembre: Le ciel était couvert, mais je pouvais distinguer la ligne aurorale derrière les nuages, dans le Nord.

17 septembre: Des nuages. Vers minuit un arc près de l'horizon du Nord.

18 septembre: Entre 23<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et minuit, un arc auroral le long de l'horizon du Nord, le bord inférieur au-dessous de l'horizon visible. Quelques faibles rayons

20 septembre: Entre 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> et 21<sup>h</sup> de belles draperies et des rayons au-dessous de la grande Ourse. Un arc passait entre  $\alpha$  et  $\beta$  Ursæ majoris. A 21<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> tout avait disparu. J'avertis mes stations mais sans résultat; en effet le téléphone à Kongsberg était en mauvais état, et à Horten le vent rendait tout travail impossible. Enfin il ne resta de l'aurore qu'un faible arc près de l'horizon et qui s'évanouit de plus en plus. Vers minuit le ciel se couvrit.

23 septembre: Faible lumière à l'horizon dans le Nord magnétique.

27 au 28 septembre: Enfin une bonne soirée! Nous réussîmes à prendre une série de photogrammes d'un arc auroral vers le Nord, avec base *B—D*. La station de Kongsberg était aussi en activité, mais comme il n'y avait pas de rayons, nul photogramme ne fut pris avec base *B—K*.

Aussitôt la communication téléphonique avec M. Enebo à Dombaas rétablie, il m'avertit d'observer un arc remarquable au zénith de Dombaas. J'étais à ce moment à la maison, et allai vite à une fenêtre du côté nord, pour observer l'arc, mais ne pus rien voir. Dans une lettre, M. Enebo m'a donné sur cet arc les détails suivants; il dit: «Je remarquai d'abord cet arc à 21<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>; il était tout à fait calme et sans structure, et s'étendait de l'horizon jusqu'à 20° au-dessus, à la constellation d'Ophiucus. Il resta environ 10 minutes et disparut ensuite complètement. Environ 16 minutes après il apparut de nouveau, et jusqu'à la même hauteur. Quelques minutes il resta sans changement, puis il se prolongea lentement vers le zénith magnétique et puis, subitement, jusqu'à l'horizon opposé, près des Pléiades. Environ 30 secondes, l'arc resta sur tout le ciel; ensuite il se retira rapidement de l'Est jusqu'au zénith, et puis, plus lentement, du zénith jusqu'à l'horizon de l'Ouest. L'arc avait partout la même largeur et des contours très nets et paraissait tout à fait homogène».

De cet arc, M. Enebo prit 3 photographies, chacune avec pose d'une minute; cependant la lumière de l'arc ne s'est marquée que très faiblement sur les plaques.

M. Enebo dit aussi que cet arc avait beaucoup de ressemblance avec un arc pareil observé au printemps de cette même année, car tous deux apparurent à l'horizon de l'Ouest, se développèrent en hauteur jusqu'au zénith magnétique, pour se prolonger ensuite jusqu'à l'horizon de l'Est, et demeurer en entier pendant 30<sup>s</sup> environ. Vers l'Ouest, cet arc du printemps resta visible 10 minutes environ.

Ce qui est assez surprenant, c'est que je ne pus voir de Bygdø cet arc du 27 septembre. Peut-être n'observai-je pas assez attentivement; en effet, sur la colline de Holmenkollen (près de Oslo) l'arc fut observé par M<sup>lle</sup> Sem; malheureusement, la description qu'elle en a donnée est trop vague pour permettre d'en déduire la hauteur de l'arc. M. Enebo a reçu aussi sur cet arc des observations de Telemark et de Lillehammer.

Passons maintenant aux photogrammes que M. Enebo et moi avons pris ce soir-là. Voici les remarques supplémentaires:

296 et 297. La hauteur du bord inférieur a diminué, ce qui répond bien au fait que ce bord est plus diffus sur le no. 296 et plus concentré sur le no. 297.

298. La photographie prise à Bygdø est très faible, en sorte que les mesures ne sont pas très bonnes.

299. Le long de la bande, la lumière est distribuée irrégulièrement. L'étendue verticale de la partie la plus lumineuse est d'environ 14 km. Nous avons aussi choisi deux points: les nos 3 et 4, dont la situation est trouvée en supposant  $H = 110$  km.

Sur les photogrammes suivants, il est souvent difficile de voir des étoiles assez proches de l'horizon. Nous nous sommes alors servis des détails de l'horizon visible: crêtes de montagnes etc., pour établir une fois pour toute des réseaux de coordonnées  $u$ ,  $\omega$ ,  $h$  et  $a$ , et ces réseaux ont ensuite été utilisés pour mesurer les photogrammes. En construisant ces réseaux, nous nous sommes servis de photographies montrant des étoiles proches de l'horizon. Passons aux photogrammes:

300. Rien de particulier à remarquer.

301. On voit aussi, sur la photographie prise à Dombaas un arc plus près de l'horizon. Le long du bord inférieur de celui-ci, nous avons choisi une série de points dont les positions géographiques ont été trouvées en supposant  $H=110$  et  $H=130$  km.

Leurs coordonnées étaient

Point	1	2	3	4
$h$	6°,3	6°,2	5°,8	5°,4
$a$	180°-18°,5	180°-12°,0	180°-6°,5	180°-1°,4

S 189. Le même arc inférieur. Cette fois nous avons mesuré:

Point	1	2	3	4	5
$h$	6°,1	6°,4	6°,3	5°,9	5°,3
$a$	180°-19°,6	180°-14°,9	180°-10°,6	180°-6°,3	180°-2°,7

et les positions correspondant à  $H = 110$  et  $H = 130$  km. ont ensuite été marquées.

302 à 304. Les mesures sont peut-être un peu douteuses, d'abord à cause des petites valeurs de  $h$  et ensuite de l'absence des étoiles comme points de repère près de l'arc.

Vers 0<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> l'arc devint irrégulier et se dissolva ensuite en draperies rayonnées. Cependant les photogrammes pris ne réussirent pas, la luminosité de l'aurore à Bygdø étant trop faible.

Passons aux autres aurores boréales observées à Bygdø pendant le reste de l'année:

5 octobre: Vers 19<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> j'observai dans le Nord des draperies et un rayon rougeâtre dans la constellation de Corona; j'avertis aussitôt Dombaas et vers 21<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> la communication téléphonique était établie. Nous prîmes des photogrammes des rayons tout près de l'horizon, mais ils ne réussirent pas.

10 octobre: Vers 19<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> des rayons diffus et agités dans le Nord jusqu'à la grande Ourse, mais déjà à 19<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> tout avait disparu et il n'y eut plus trace de l'aurore jusqu'à 23<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, où le ciel se couvrit.

17 octobre: Entre 22<sup>h</sup> et minuit un faible arc dans le Nord et tangent à Voksenkollen, environ à 3° au-dessus de l'horizon véritable. Plus tard il se transforma en rayons avec bases au-dessous de l'horizon visible.

20 octobre: Entre 19<sup>h</sup> et 20<sup>h</sup> bel arc dans le Nord, mais à 20<sup>h</sup> déjà disparu. J'avertis toutes mes stations. A 23<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> un faible arc, tangent à Voksenkollen, à 3° au-dessous de l'horizon vrai. Vers minuit, des rayons avec leurs bases au-dessous de l'horizon visible, et qui s'étendaient jusqu'à  $\gamma$  Bootes et  $\zeta$  Hercules. Après minuit, seule une faible luminosité dans le Nord. Pas de photogrammes pris.

23 octobre: A 20<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>, un arc près de l'horizon du Nord; il disparut bientôt après.

25 octobre: A 19<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> un arc, tangent à Voksenkollen. J'avertis toutes les stations; aucun photogramme d'obtenu.

Pendant les trois dernières années, 1920, 1921 et 1922, soit moi-même soit mon assistant, M. Tvetter, à l'Observatoire, observâmes le ciel *chaque soir*, pour l'observation des aurores boréales; grâce à cela, les aurores même les plus faibles ont été notées.

### CHAPITRE III.

#### Résultats généraux et comparaison avec les résultats obtenus à Bossekop et à Haldde.

##### § 19. Répartition des altitudes de tous les points d'aurore calculés.

###### Limites inférieures.

Dans le rapport sur l'expédition de Bossekop en 1913 nous avons publié une figure très instructive, représentant les hauteurs de tous les points d'aurore calculés, chaque hauteur étant représentée par un point sur la figure. Il est intéressant de comparer cette figure avec la correspondante, représentant les hauteurs de tous les points d'aurore calculés dans le présent rapport (Fig. 10).

Dans cette comparaison, quelques différences caractéristiques sautent aux yeux:

1°. A Bossekop, la distribution des points est beaucoup plus concentrée vers la limite inférieure. Mais ceci est pour la plupart dû au choix des points le long des rayons auroraux, très fréquents à Oslo, mais très rares à Bossekop, en 1913.

2°. La limite inférieure est plus basse à Oslo, environ à 80 ou 82 km., au lieu de 87 km. environ à Bossekop.

3°. Au contraire à Oslo la limite supérieure est presque deux fois aussi haute que celle de Bossekop. Ceci tient aux hauteurs énormes atteintes par les rayons auroraux, pendant les grandes perturbations magnétiques.

Des résultats plus frappants s'obtiennent si l'on fait une statistique des hauteurs des points les plus bas de chaque aurore et surtout si l'on compare entre eux les divers types d'aurores.

Considérons d'abord l'ensemble des points les plus bas des aurores de toutes sortes. Pour bien trouver les hauteurs des points les plus bas, dans le cas où elles ne pourraient pas être trouvées directement, nous nous sommes servis des points voisins à parallaxe connue, en suivant les méthodes exposées au § 3.

Pour chaque hauteur, nous avons compté le nombre des points ayant cette hauteur, et pour mieux éliminer les erreurs accidentelles, nous en avons déduit trois courbes représentatives, de la manière suivante :

Nous avons réparti les hauteurs en groupes de trois, en commençant par 77 km. Pour chaque groupe nous avons fait la somme du nombre de points, et cette somme doit correspondre à la hauteur du milieu du groupe, la somme en question étant égale à trois fois la moyenne des nombres du groupe. Ensuite nous avons multiplié toutes les sommes par un même facteur, la plus grande des sommes étant choisie comme unité.

En dessinant alors une courbe, en choisissant la hauteur comme ordonnée et la somme en question comme abscisse, on aura une courbe représentant la fréquence relative des diverses hauteurs d'aurore, correspondant au groupement trois par trois et commençant par la hauteur de 77 km.

Cependant, pour supprimer le choix spécial du commencement de 77 km., nous avons aussi dessiné les courbes correspondant aux deux autres cas, c'est-à-dire aux groupements commençant respectivement par 78 et 79 km. L'ensemble de ces trois courbes donnera donc un exposé assez juste des résultats.

De pareilles courbes ont été construites d'après la table de fréquence des limites inférieures observées à mon expédition de Bossekop en 1913<sup>1</sup>.

Quant aux résultats obtenus par Krogness et Vegard en 1914, les nombres donnés dans leur

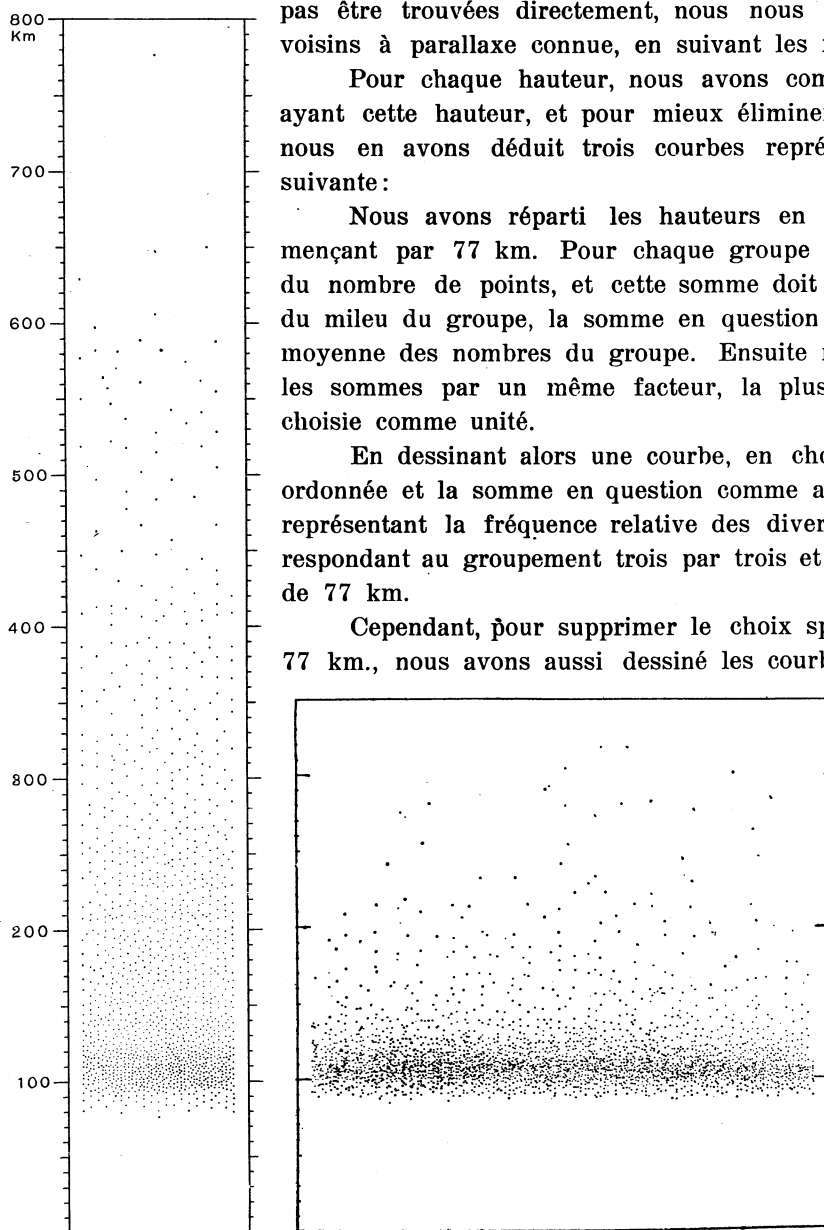


Fig. 10.

livre<sup>2</sup> sont trouvés en faisant la somme des hauteurs des groupes comprenant chacun 4 nombres et commençant par les hauteurs 85, 85.5, 86, 86.5, et en faisant correspondre la somme au troisième nombre de chaque groupe. Cependant, comme les nombres choisis ne sont pas publiés, nous n'avons pu faire une statistique pareille ici et par conséquent nous nous sommes bornés à publier les résultats<sup>1</sup> tels quels.

<sup>1</sup> Geofysiske publikationer Vol. 1. no. 5, p. 214.

<sup>2</sup> Ibid. Vol. 1, no. 1, p. 97 à 104.

<sup>1</sup> En omettant la hauteur de 73 km., qui dans le tableau de Vegard et Krogness ne figure que pour un seul cas.



Dans le tableau IV sont réunis les nombres qui ont servi de base au calcul des courbes de fréquence.

Les courbes correspondantes sont données sur la figure 11, depuis la hauteur de 70 km. jusqu'à la hauteur de 180 km. Pour la courbe de fréquence de Haldde, l'échelle des hauteurs est choisie telle que la fréquence maximum correspond à une abscisse égale à 0,5, tandis que la fréquence maximum des autres courbes correspond à une abscisse égale à l'unité.

Par cette comparaison des limites inférieures on reconnaît les traits généraux suivants:

A Oslo et aux stations auxiliaires, l'aurore pénètre plus profondément dans l'atmosphère; d'un autre côté, il y a aussi des aurores dont les limites inférieures sont situées beaucoup plus haut que celles observées à Bossekop et à Haldde.

Ceci devient beaucoup plus frappant quand on passe aux formes spéciales d'aurores.

### § 20. Les rayons auroraux.

Comme nous l'avons dit auparavant, la fréquence des rayons auroraux a été beaucoup plus grande à Oslo qu'elle ne l'était à Bossekop pendant mon expédition en 1913. En effet, tandis que quelques rayons seulement furent observés à Bossekop, la plupart des photogrammes pris à Oslo et aux stations auxiliaires représentent des rayons auroraux. Surtout pendant la grande perturbation magnétique du 22 au 23 mars 1920, les rayons auroraux furent d'une fréquence et d'une longueur tout à fait extraordinaires. Pour bien faire ressortir ce fait, et en général la nature des rayons des diverses aurores de 1911 à 1922, nous avons dessiné la figure 12, qui donne une idée de la hauteur et de l'étendue de tous les rayons observés.

Sur chaque rayon, on a marqué par de petits cercles les points mesurés photogrammétriquement. Les bases et les sommets sont aux extrémités des lignes, excepté quand ces lignes se terminent par des flèches, ce qui signifie que les bases ou les sommets sont situés plus bas ou plus haut. On a ajouté quelques cas où les hauteurs sont estimées soit à vue d'oeil, soit d'après des photographies d'une seule station, en faisant des hypothèses sur la hauteur des bases des rayons; ces cas sont indiqués par des lignes en traits interrompus.

En regardant la figure 12 on est frappé d'un phénomène singulier:

Pendant les grandes aurores accompagnées de perturbations magnétiques très violentes et du passage d'un groupe de taches au milieu du disque solaire, les rayons auroraux *peuvent obtenir une longueur formidable et être situés bien plus haut qu'à l'ordinaire dans l'atmosphère*<sup>2</sup>. On peut le voir d'une manière très frappante dans l'aurore du 22 au 23 mars 1920 (photogrammes 159 à 167). Non seulement les sommets montaient à 800 km. environ, mais les bases étaient situées à des altitudes exceptionnelles, par exemple à 400 km. environ sur les photogrammes nos 166 et 167.

C'est là peut-être le phénomène le plus intéressant de tous ceux que nous avons observés et la cause de ce phénomène singulier donne beaucoup à penser; est-ce parce que les courants d'électrons sont beaucoup plus condensés qu'à l'ordinaire qu'ils peuvent illuminer l'atmosphère à une si grande altitude, ou la pression ou la composition de l'atmosphère doivent-elle se changer pendant l'aurore même, à cause des effets électrostatiques des électrons accumulés; on serait tenté de croire que la limite de l'atmosphère se déplace vers le haut, quand la charge électrique devient assez grande, comme dans l'hypothèse de M. Vegard, où cette charge électrique joue un rôle prépondérant<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> L. Vegard: *The Auroral Spektrum and the Upper Strata of the Atmosphere*, Philosophical Magazine, Juillet 1923.

<sup>2</sup> Voir aussi les observations de Flögel dans son mémoire: *Über die Höhe des Nordlichts und dessen Lage im Raume*, Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, Novembre et Décembre 1871.

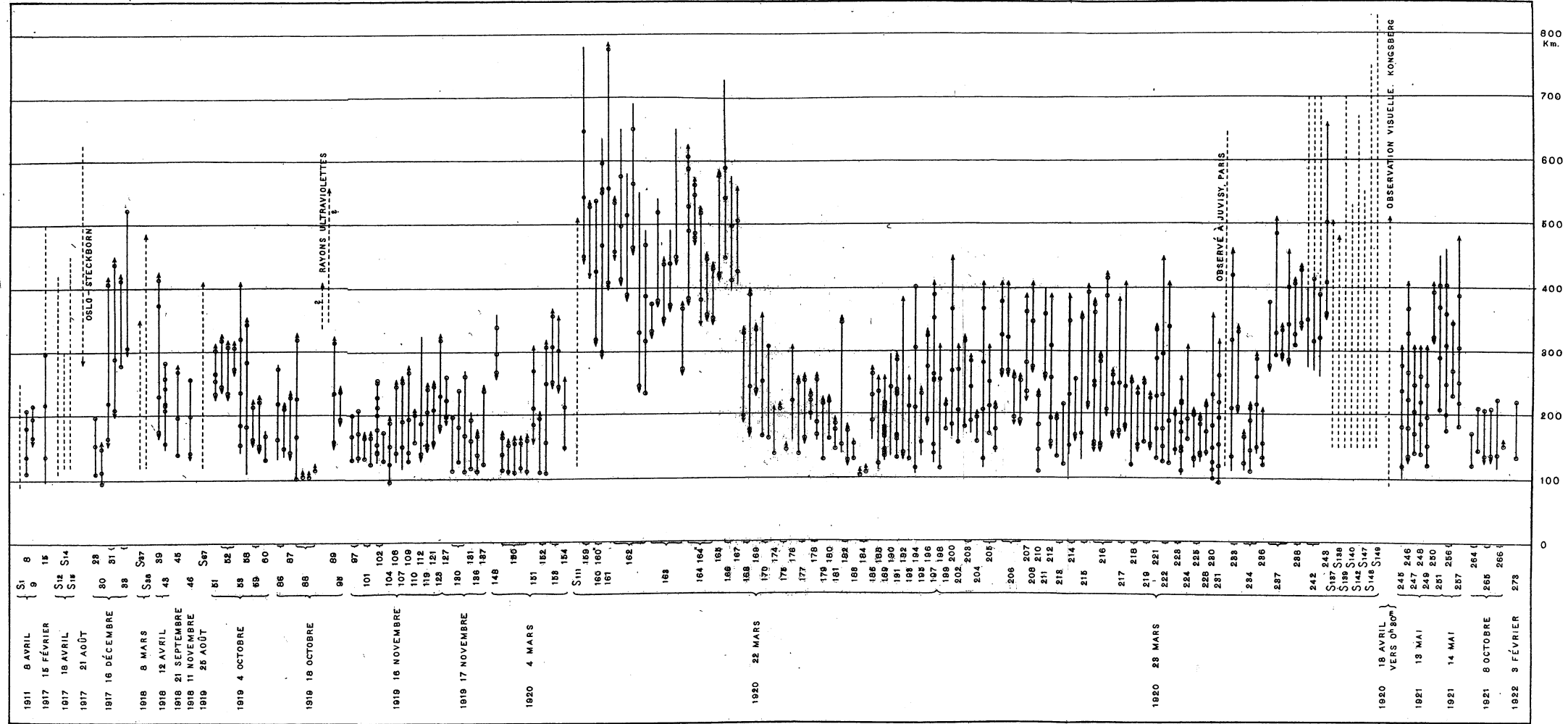
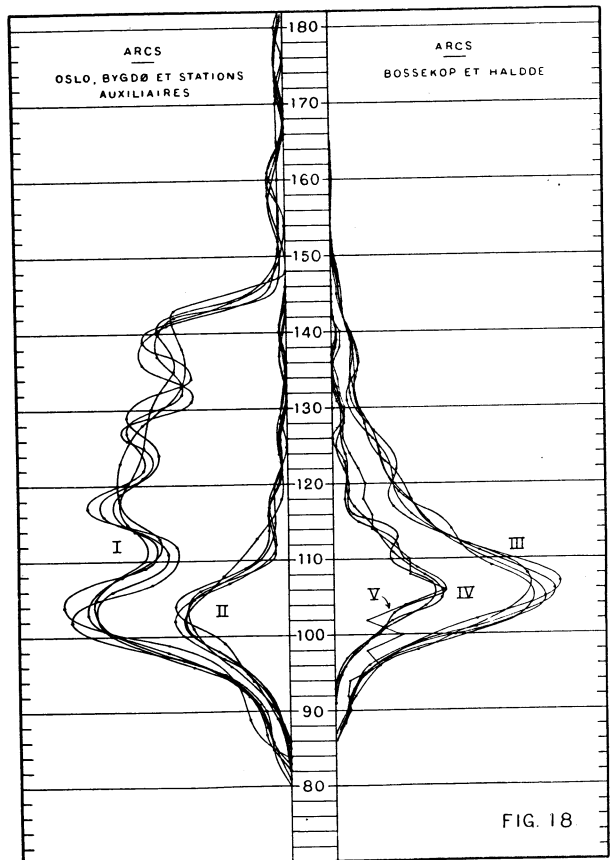
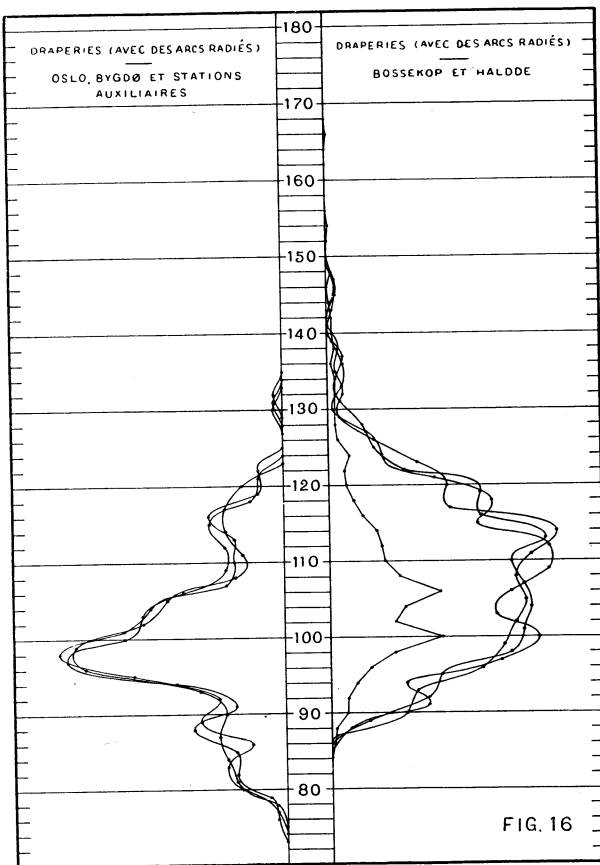
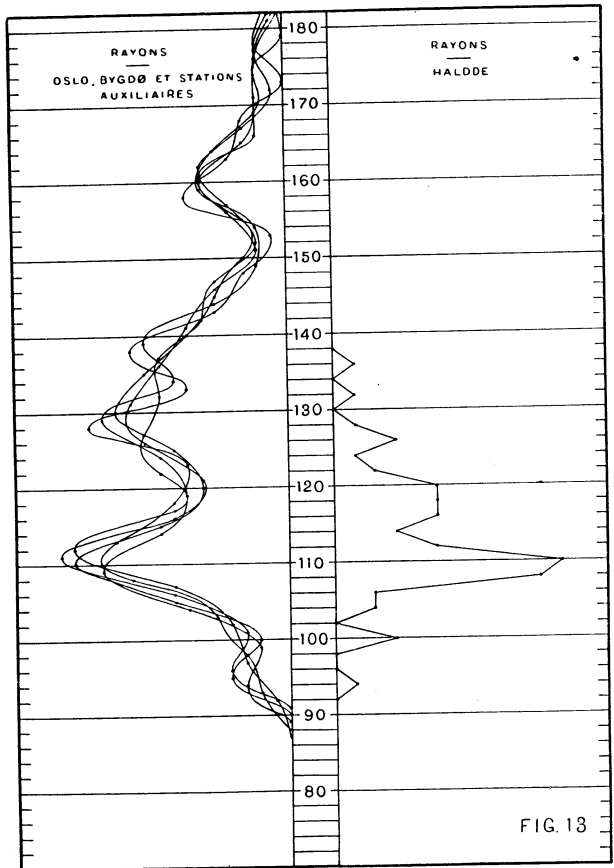
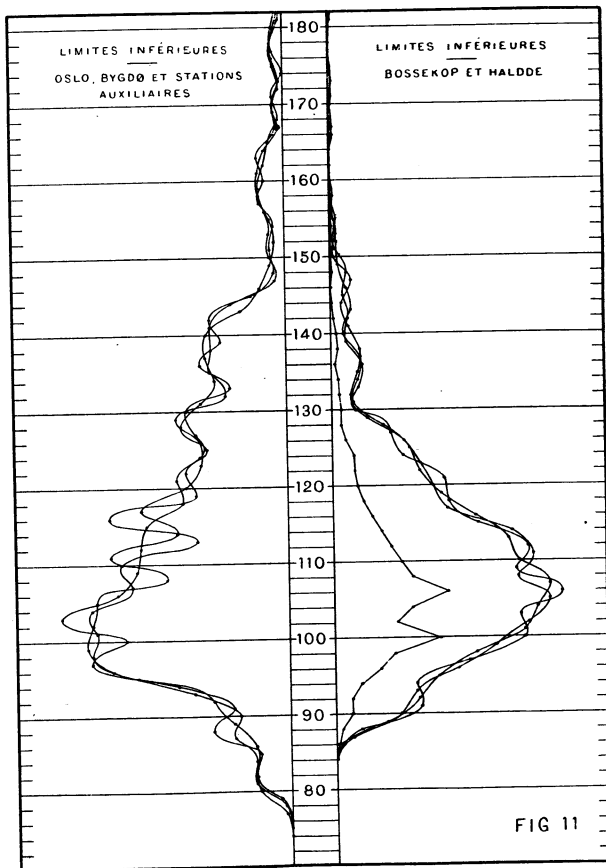


Fig. 12. Rayons.



Pour trancher cette question, des spectrogrammes des rayons auroraux dans cette région supérieure seraient d'une importance capitale.

Les hauts rayons semblent intimement liés aux grandes perturbations magnétiques et leur hauteur ne semble pas dépendre exclusivement de leur situation géographique; en effet, plusieurs d'entre eux, p. ex. ceux du photogramme 161, étaient situés assez loin vers le nord, où nous avions auparavant mesuré des rayons tout à fait ordinaires.

Passons maintenant à la statistique des hauteurs des bases des rayons.

Cette fois, nous n'avons pas assez de photogrammes de Bossekop, n'ayant observé les rayons que très rarement. Cependant les observations faites par Krogness et Vegard doivent fournir assez de matériaux pour permettre la comparaison. Comme les hauteurs observées à Oslo, à Bygdø et aux stations auxiliaires varient dans des limites assez grandes, nous avons cette fois rangé les nombres de fréquence en groupes comprenant chacun 5 hauteurs, et de cette manière nous avons obtenu 5 courbes de fréquences différentes, correspondant aux 5 manières différentes de commencer la répartition. Comme auparavant, les abscisses des courbes ont été multipliées par un même facteur, ainsi que la fréquence maximum soit égale à l'unité. La courbe donnée par Krogness et Vegard a été reproduite en réduisant l'abscisse maximum aussi à l'unité. (Pour les nombres originaux voir la table IV.)

Sur la figure 13, on voit les 5 courbes de fréquence jusqu'à l'altitude de 182 km., comparées avec la courbe de fréquence de Krogness et Vegard.

On voit un maximum situé entre 108 et 113 km., peut-être un peu plus élevé que le maximum correspondant à Haldde. Ensuite, des maxima secondaires situés entre 125 et 140 km. et entre 157 et 163 km.

### § 21. Les couronnes.

Parmi les photographies de couronnes d'aurores boréales prises de 1911 à 1922, en tout 61 furent assez bonnes pour qu'on en pût déduire la position du point de radiation. On en trouve la liste dans la table III. D'après les mesures, la position de ce point est assez variable, aussi durant la même aurore, et les variations en sont souvent très rapides, p. ex. sur la photographie S 150, où la position semble avoir varié pendant la pose même.

Pour mieux étudier les variations du point de radiation, nous avons rassemblé les résultats en 9 figures, comprenant chacune les photographies suivantes:

I: S 17 à S 18 le 21 août 1917	VI: S 127 à S 136 le 23 mars 1920
II: S 20 à S 23 le 16 décembre 1917	VII: S 139 à S 150 le 23 mars 1920
III: S 39 à S 41 le 8 mars 1918	VIII: S 153 à S 154 le 13 mai 1921
IV: S 99 à S 119 le 22 mars 1920	IX: S 161 à S 165 le 14 mai 1921
V: S 122 à S 124 le 23 mars 1920	

Autour de chaque point est tracé un cercle indiquant l'incertitude des mesures (rayon égal à  $\Delta h = \Delta a$ ). Enfin, le point d'intersection de la sphère céleste et de la direction moyenne d'une aiguille aimantée suspendue librement par son point de gravité, point appelé *zénith magnétique*, est marqué par une croix. Cette position, dont la hauteur est égale à l'inclinaison magnétique, et l'azimuth à la déclinaison changée de signe, est tirée des nombres suivants, communiqués par M. Lous à l'observatoire de Oslo:

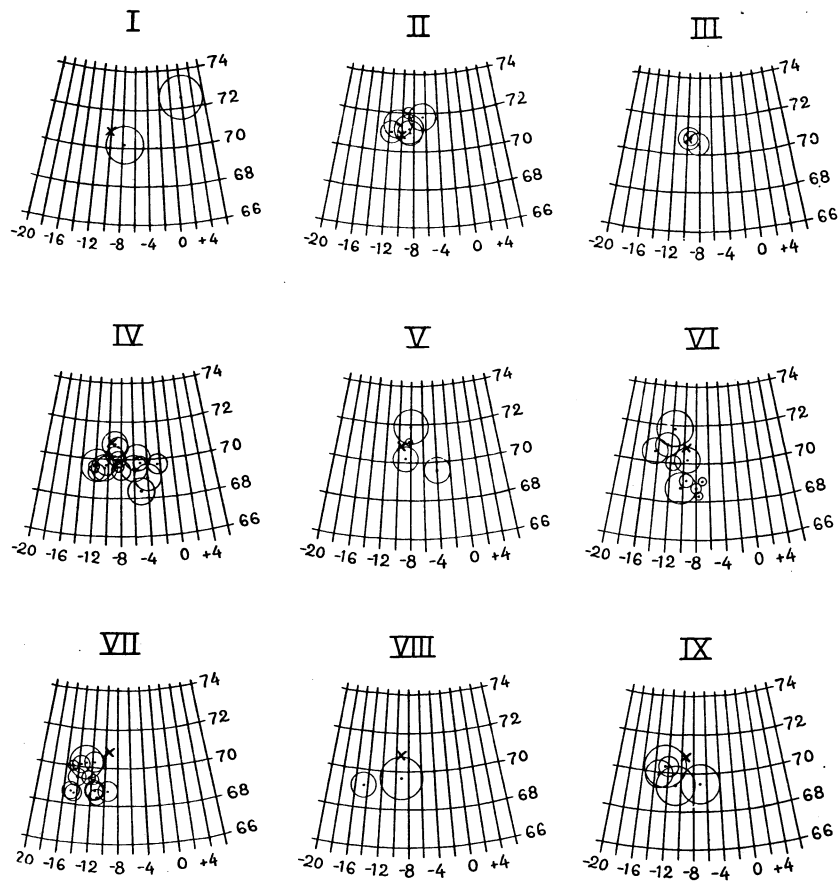


Fig. 14.

Valeurs moyennes de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques à l'observatoire de Oslo.

(D'après M. Lous.)

Date	Août 1917	Décembre 1917	Mars 1918	Mars 1920	Mai 1921
Déclinaison.....	10°,1 W	10°,0 W	9°,9 W	9°,6 W	9°,3 W
Inclinaison .....	70°,8	70°,8	70°,8	70°,8	70°,8

Valeurs moyennes des coordonnées du point de radiation.

Groupe	Date	Hauteur	Azimuth	Nombre de cas <sup>1</sup>
I .....	1917 21 août S 17—S 18	71°,3	— 2°,8	2
II .....	— 16 décembre S 20—S 23	71°,4	— 9°,2	6
III .....	1918 8 mars S 39—S 41	70°,7	— 9°,2	3
IV .....	1920 22 — S 99—S 119	69°,7	— 8°,0	17
V .....	— 23 — S 122—S 124	70°,7	— 7°,3	4
VI .....	— 23 — S 127—S 136	69°,7	— 10°,2	10
VII .....	— 23 — S 139—S 150	69°,3	— 12°,7	13
VIII .....	1921 13 mai S 153—S 154	69°,4	— 11°,9	2
IX .....	— 14 — S 161—S 165	69°,9	— 11°,1	5
Valeurs moyennes { En tout		70,0	— 9,7	62
{ Des 9 groupes		70,2	— 9,2	9

<sup>1</sup> Il y a 61 photographies, mais comme le no. S 150 contient deux points de radiation, nous avons 62 mesures.

Comme on le voit, le point de radiation est situé tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de la position normale du zénith magnétique à Oslo (point marqué par une croix); *en moyenne environ un degré au-dessous.*

Il serait d'un intérêt tout particulier d'observer les variations du magnétisme terrestre simultanément à la prise des photographies de couronnes, pour étudier en détail le rapport entre la situation du point de radiation et la position simultanée du zénith magnétique; mais cela était impossible, l'observatoire de Oslo ne possédant pas d'appareils enregistreurs.

Grâce à l'obligeance du directeur de l'observatoire de «Rude Skov» en Danemark et de M. Sigurd Enebo à Dombaas, j'ai obtenu une liste des variations du magnétisme tirée de des magnétogrammes pris simultanément des couronnes d'aurores, mais malheureusement je n'ai pu obtenir de cette comparaison aucun résultat digne d'intérêt: l'aurore boréale qui était située entre ces deux stations aura probablement beaucoup compliqué les phénomènes magnétiques.

## § 22. Les draperies et les arcs radiés.

Passons maintenant au type d'aurore constituée par des rayons serrés les uns contre les autres et formant ainsi des draperies (ou des arcs radiés). Quelquefois les rayons sont longs, mais en général ils sont assez courts et d'une longueur verticale d'une vingtaine de kilomètres seulement.

Ces formes d'aurores sont les plus lumineuses et les moins élevées: en effet, nous avons à plusieurs reprises constaté que le bord inférieur était à 85 km. ou peut-être plus bas encore.

Nous avons réuni sur la figure 15, par ordre chronologique, toutes les limites inférieures mesurées le long du bord inférieur des draperies et arcs radiés photographiés.

Nous avons aussi marqué l'épaisseur verticale de la partie la plus lumineuse toutes les fois qu'on pouvait la mesurer. Pendant la grande aurore du 22 au 23 mars 1920, cette partie était parfois beaucoup plus étendue qu'à l'ordinaire (comme sur les photographes 172 et 174); le bord inférieur était en même temps plus élevé.

Passons maintenant à la statistique et à la comparaison avec les résultats obtenus à Bossekop et à Haldde. Nous nous sommes alors servis des énumérations des types A, B et types intermédiaires, tables 3, 4 et 5, dans ma note: *Summary of results of the aurora borealis expeditions of 1913 to Bossekop, Norway*<sup>1</sup>. Pour tracer les courbes de fréquence, nous avons réuni les nombres de fréquence en groupes de trois, comme auparavant, dans le cas des limites inférieures. Les nombres originaux se trouvent dans la table IV.

Sur la figure 16, on peut voir les courbes de fréquence.

On voit qu'en général les draperies (ou arcs radiés) observés à Oslo, à Bygdø et aux stations auxiliaires sont situés un peu plus bas que ceux observés à Bossekop et à Haldde en 1913 et 1914. Nous avons un maximum de fréquence très accentué, entre 96 et 100 km. Des maxima secondaires semblent exister, entre 80 et 84 km. et entre 86 et 92 km., le premier n'a pas d'équivalent à Bossekop et à Haldde. Que les draperies puissent descendre jusqu'au niveau de 80 à 84 km. doit être considéré comme bien prouvé, d'après les excellents photographes nos 239 à 241 pris pendant la grande aurore du 22 au 23 mars 1920. Au-dessus du maximum principal, il semble qu'il existe un maximum secondaire situé entre 114 et 118 km.

<sup>1</sup> Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, décembre 1916.

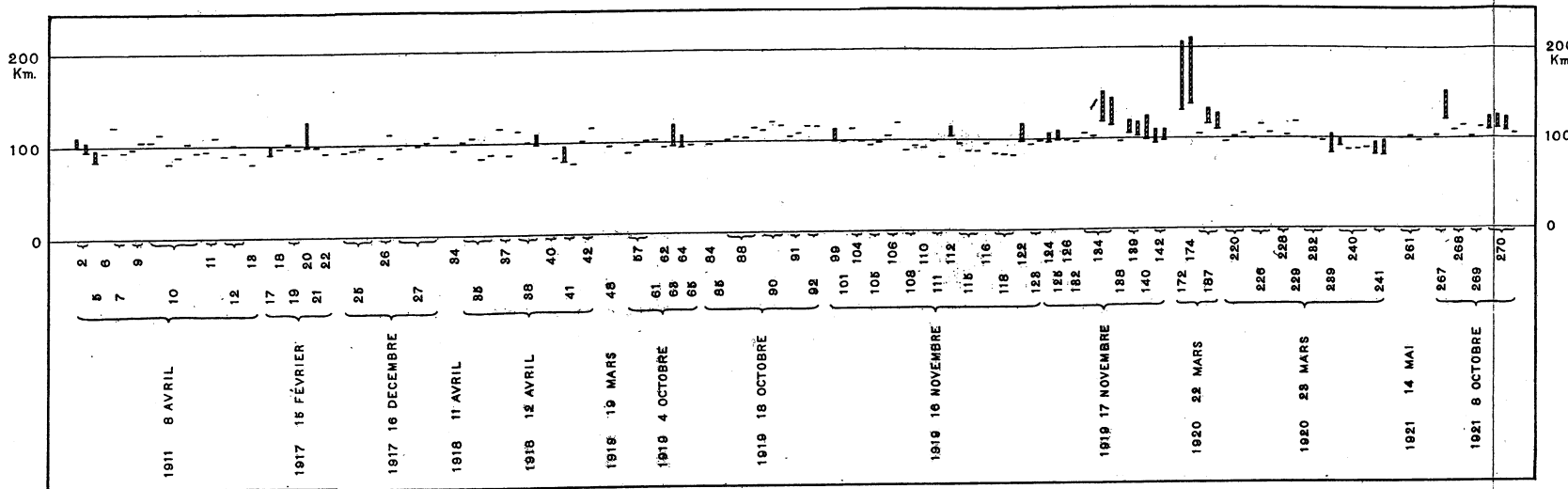


Fig. 15. Draperies (avec des arcs radiaux).

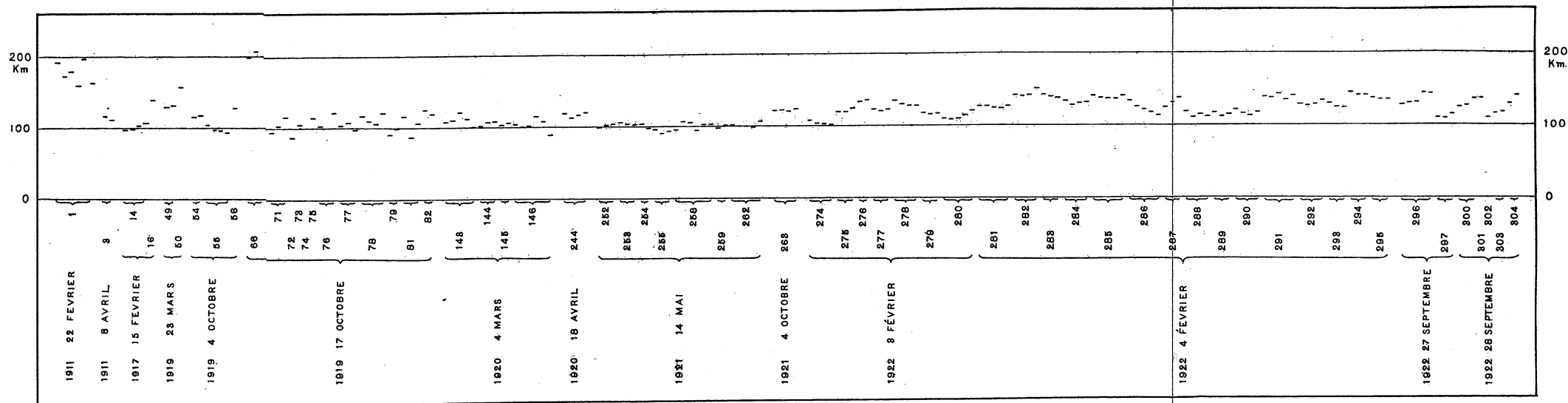


Fig. 17. Arcs.

### § 23. Les arcs non radiés.

Quand aux arcs d'aurore non radiés observés à Oslo, à Bygdø et aux stations auxiliaires, il y en a de différents types, dont l'un très fréquent, les autres assez rares.

Parmi les derniers, nous avons d'abord *les arcs homogènes* et calmes, en forme de bandes bien limitées, d'une largeur de quelques degrés, et passant près du zénith ou sur le ciel du sud à Oslo. Elles restent presque sans changements une demi-heure au moins; pendant ce temps il n'y a pas d'autre aurore, peut-être seulement quelques faibles traces vers l'horizon du Nord. Un arc pareil se montra le 22 février 1911 (photogramme no. 1) et sa hauteur était d'environ 200 km. Des arcs semblables avaient déjà été observés, p. ex. le 15 février 1865, à Kristiania (Oslo)<sup>1</sup> et le 2 janvier 1897, à Stockholm<sup>2</sup>.

Un autre type remarquable et rare, est celui des *arcs pulsatoires*. Les quelques fois où j'ai vu ce phénomène, il était tout à fait isolé sur le ciel, sans aucune trace d'aurore ailleurs. Une seule fois, le 23 mars 1919, nous réussîmes à en mesurer l'altitude, qui était de 129 à 157 km. D'autres arcs pulsatoires remarquables aux 19 décembre 1919 et 4 septembre 1921, sont décrits dans les § 13 et 17<sup>3</sup>.

Enfin, l'arc remarquable vers le sud, au 17 octobre 1919, était aussi d'une espèce singulière et semblait être situé très haut, probablement à 200 km. environ (voir le photogramme no. 66).

A part ces types d'arcs remarquables, et dont nous avons trop peu de photogrammes, la plupart des arcs étaient, ou des arcs homogènes vers le nord ou des arcs près du zénith à Oslo et formant souvent la limite de l'aurore vers le sud.

Sur la figure 17, on peut voir l'altitude de tous les arcs mesurés, par ordre chronologique.

Passons à la statistique. Nous avons fait séparément 3 énumérations. (Voir la table IV):

- I. D'abord, de tous les arcs observés à Oslo, Bygdø, et aux stations auxiliaires.
- II. Ensuite des arcs dont la distance de l'axe magnétique était égale ou supérieure à  $28^\circ$  et qui en général passèrent près du zénith de Oslo et des stations auxiliaires (sauf Dombaas).
- III. De tous les arcs et bandes homogènes contenus dans les tables 6 et 7 de ma communication dans le «Terrestrial Magnetism»<sup>4</sup>.
- IV. De tous les arcs et bandes homogènes passant près du zénith à Bossekop et contenus dans la table 6 de la communication citée.
- V. Ensuite nous avons reproduit l'énumération de Krogness et Vegard des arcs diffus à Haldde.

Sur la figure 18, on voit ces nombres représentés comme courbes de fréquence I, II, III, IV et V. Les 5 courbes I et les 5 courbes III sont les résultats d'énumérations par groupes de 5 hauteurs. Les courbes II et IV sont les résultats des énumérations par groupes de 5 et de 3 hauteurs et leurs abscisses sont choisies égales à la moitié de celles des courbes I et III, pour ne pas embrouiller la figure; enfin la courbe V est la courbe de fréquence de Krogness et Vegard réduite à la même échelle que les courbes II et IV.

<sup>1</sup> Voir: *Catalog der in Norwegen bis Juni 1878 beobachteten Nordlichter*. Zusammengestellt von Sophus Tromholt, herausgegeben von J. F. Schroeter, Kristiania 1902, p. 334.

<sup>2</sup> *Über eine sonderbare am 2. Januar beobachteten Nordlichterscheinung* von Karl Bohlin, Bihang til K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Band 24. Afd. I no. 5. Stockholm 1898.

<sup>3</sup> Voir aussi l'observation d'un pareil arc du 24 février 1879, faite par Sophus Tromholt et publiée dans *Christiania Videnskabselskabs Forhandling* 1880, no. 6, p. 90.

<sup>4</sup> Summary of results of the aurora borealis expedition of 1913 to Bossekop, Norway l. c. Décembre 1916.



En regardant ces courbes, on est surtout frappé de la différence de hauteur des arcs près du zénith:

*A l'exception des rares types mentionnés au commencement, les arcs près du zénith à Oslo ont leur fréquence maximum entre 101 et 105 km., les arcs à Bossekop entre 104 et 107 km.*

Relativement aux arcs homogènes, il y a une autre question de grand intérêt: c'est leur situation géographique, surtout leur orientation relativement au champ magnétique, terrestre. Pour une série de photographies et de photogrammes, nous avons sur la carte

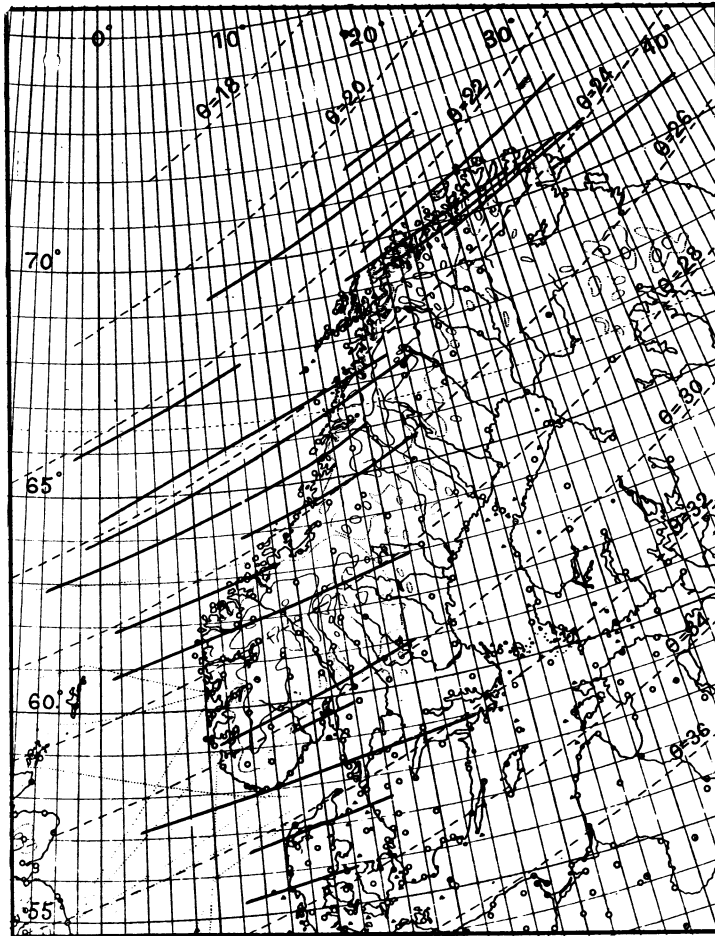


Fig. 19.

XX tracé la situation moyenne des arcs. Comme on le voit, les matériaux obtenus ont permis de trouver ces situations, pour la plus grande partie de la Scandinavie, jusqu'aux Lofoten. Les résultats de mon expédition à Bossekop en 1913, et des mesures faites à Halde, complètent les résultats obtenus au sud, en sorte que nous connaissons maintenant la situation géographique des arcs homogènes au-dessus de la Scandinavie, entre les latitudes de 55° et 73° c'est-à-dire dans l'intervalle de 20° à 34° de l'arc magnétique de la terre.

Sur la fig. 19, nous avons dessiné une série de directions caractéristiques des arcs homogènes, d'après les photographies et photogrammes suivants, comptés d'après leur ordre du Sud au Nord: S 98; S 117 et S 110; S 76 à S 79; 147, S 95 et S 96; 14 et S 5; S 70 à S 72;

S 80 à S 82; S 170 et S 171; S 92 à S 94; 280 à 282; 281 et 292; S 166 et S 167.

Nous les avons complétées par les directions déduites des photogrammes suivants, pris à mon expédition de Bossekop et de Store Korsnes au printemps de 1913:

31 et 32, 150 à 152, 208 à 210, 163, 164 et 166, 51 et 52, 249 et 250, 239 et 250, 239 et 240, 238.

On voit que les directions de ces arcs septentrionaux concordent bien avec les résultats obtenus aux stations de Norvège méridionale. Comme on le sait, les isochasmes de Fridtz, c'est-à-dire les lignes passant par les endroits de la terre où la fréquence de l'aurore est la même, sont en forme d'ovales avec centre près du point M, où l'axe magnétique de la terre rencontre sa surface dans le Groenland septentrionale.

Nous avons pensé qu'il serait d'un certain intérêt de comparer la situation des arcs auroraux avec des cercles ayant leurs centres sur l'axe magnétique.<sup>1</sup>

Pour obtenir la situation du point  $M$  aussi exactement que possible, nous avons eu recours à l'autorité bien connue du professeur Adolf Schmidt, à Potsdam, qui, dans une lettre du 16 mai 1925, m'a répondu ainsi:

« — — — Als zuverlässigste Bestimmung der Lage der magnetischen Achse der Erde muß jetzt wohl die von L. A. Bauer gelten, (vgl. Terr. Magn. Vol. 28, 1923, S. 15). Diese Zahlen sind freilich nicht unmittelbar für Ihren Zweck zu verwenden, weil die Wirkung des innern und des äußern Anteils im weit entfernten Außenraum besonders berechnet werden müssen. Ich erlaube mir, diese allerdings in ihren Grundlagen etwas hypothetische Rechnung in der Anlage beizufügen.

Was die absolute Stärke der Wirkung des äußeren Kreisstromes betrifft,<sup>2</sup> so habe ich eine Schätzung dieser Größe versucht, die auf einen mittleren Wert von rund 100 bis 200  $\gamma$  geführt hat. Sie finden eine Angabe darüber in der Veröffentlichung »Ergebnisse der Magn. Beob. in Potsdam und Seddin 1900—1910, S. 37 Anm. 3, die ich Ihnen gleichzeitig übersende. Spätere gelegentliche Schätzungen haben mich zu der Vermutung geführt, daß 200  $\gamma$  wohl bis auf weiteres als der wahrscheinlichste Wert zu gelten habe. Ich habe mich auch schon wiederholt mit der Frage beschäftigt, ob es wohl möglich sei, die Werte der Wirkung des Kreisstroms für die verschiedenen Jahre zu bestimmen und glaube, daß dies schließlich gelingen werde. Im Hinblick auf Ihre letzte Frage wäre dies von Wichtigkeit.

Anlage zum Briefe vom gleichen Tage:

An der Erdoberfläche sei das Potential der innern Kräfte  $RJ$ , das der äußern  $RA$ , wobei  $R$  den Erdradius bezeichnet.  $A$  setzt sich aus zwei Teilen zusammen:  $A'$ , das aus elektrischen Strömen in der Nähe der Erde (immerhin vielleicht in Hunderten von Kilometern Höhe) entspringt und  $A''$ , der Wirkung des weit entfernten äquatorealen Ringstromes.

Die Betrachtung wird auf den homogenen Teil, d. h. den durch eine Kugelfunktion 1. Ordnung ausgedrückten Teil des Potentials beschränkt.  $A''$  (das überhaupt nur diesen Teil enthält) ist nach meiner Schätzung zu ungefähr ( $-1:200$ ) von  $J$  anzunehmen. (Es hat die entgegengesetzte Richtung.) Wir betrachten nun den Raum außerhalb des Gebiets, in dem die  $A'$  hervorrufenden Ströme fließen. In diesem ist das Potential dieser Ströme  $-\frac{n}{n+1} \cdot A' R^3 : r^2$ , d. i. wegen  $n = 1$  gleich  $-\frac{1}{2} A' R^3 : r^2$ , wobei  $r$  die Entfernung vom Erdmittelpunkt ist. Das Potential der innern Kräfte wird  $JR^3 : r^2$ . Berücksichtigt man, daß  $A' = A - A'' = A + \frac{1}{200} J$  ist, so folgt für das Potential im fernen Außenraum  $R^3 \left( \left(1 - \frac{1}{400}\right) J - \frac{1}{2} A \right) : r^2$ . Das ist das Potential der auf den äquatorealen Ringstrom wirkenden Kräfte, das seine Lage im Raum bestimmt. Das Potential des Stromes selbst kommt hierbei offenbar nicht in Betracht.

Nach Bauers Zahlen sind nun die Komponenten von  $J$ :  $-30468$ ,  $-2202$ ,  $5776$  und diejenigen von  $A$ :  $-523$ ,  $69$ ,  $113$ . Daraus folgt für den Außenraum:  $-30115$ ,  $-2231$ ,  $5705$ . Danach ist das Südende der für die Außenwirkung in Betracht kommenden Achse nach dem Punkte N. Br.  $78^\circ 30'$ , W. Lg. v. Grw.  $-68^\circ 38'$  gerichtet. Der Unterschied gegenüber den für  $J$  geltenden Werten  $78^\circ 32'$ ,  $-69^\circ 08'$  ist sehr gering.»

<sup>1</sup> Preliminary report on the results of the aurora polaris expedition to Bossekop in the spring of 1913, 1, 2, 3, 4, et 5th, communication. Terrestrial Magnetism etc. 1915 et 1916.

<sup>2</sup> Voir le § 24.

Nous avons donc choisi comme coordonnées du point  $M$  les coordonnées trouvées par M. Adolf Schmidt; elles sont peu différentes des coordonnées employées dans mon mémoire de 1911—12, aux archives de Genève<sup>1</sup>. (Latitude  $78^{\circ} 54'$  et longitude à l'ouest de Greenwich — pour l'année 1900 —  $70^{\circ} 50'$ ).

Sur toutes les cartes, et sur la figure 19, nous avons tracé lesdits cercles, en indiquant par  $18^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$ ,  $22^{\circ}$  . . . . . la distance angulaire  $\theta$  de chaque cercle au point  $M$ .

On voit alors que les arcs auroraux coupent ces cercles sous un petit angle, comme s'ils étaient des fragments de cercles ayant leurs centres sur un diamètre de la terre coupant sa surface en un point plus rapproché du pôle nord que le point  $M$ .

#### § 24. Sur la distance de l'aurore à l'axe magnétique et sur la violence de l'orage magnétique simultané.

Conformément à la théorie que j'ai développée dans le mémoire de Genève de 1912 cité dans le paragraphe précédent, j'ai aussi fait une recherche préliminaire sur la distance de l'aurore à l'axe magnétique, et sur la violence de la perturbation magnétique correspondante. En effet, d'après cette théorie, il doit exister dans l'espace, très loin de la terre, un courant assez permanent de corpuscules électriques venant du soleil et en forme d'anneau, situé dans le plan magnétique équatorial de la terre. Les corpuscules électriques doivent se mouvoir quelque temps dans cet anneau pour se dissiper ensuite, mais comme il vient toujours de nouveaux corpuscules, l'anneau reste assez permanent et devra par son action magnétique expliquer la situation vraie de la zone de fréquence maximum des aurores boréales. Pendant les perturbation magnétiques, la quantité de corpuscules émis par le soleil doit être beaucoup plus considérable qu'à l'ordinaire, ainsi *l'anneau sera beaucoup plus fort*, et ceci doit expliquer que la zone d'aurores boréales (et d'aurores australes) s'éloigne de l'axe magnétique, ce qui rend l'aurore visible en des lieux plus proches des tropiques qu'à l'ordinaire.

Quand l'éruption extraordinaire des corpuscules du soleil a cessé, l'anneau doit ensuite diminuer peu à peu de force, pour reprendre enfin son état normal, en même temps que l'aurore reprend sa place habituelle dans la zone de fréquence maximum. Grâce à la complaisance du directeur de l'observatoire magnétique de Bilt, en Hollande, nous avons pu voir les magnétogrammes pris simultanément à tous nos photogrammes d'aurore, et consulter les observations horaires du magnétisme terrestre aux dates correspondantes.<sup>2</sup>

On voit d'abord qu'à toutes les dates où les photogrammes ont été pris à Oslo, Bygdø, et aux stations auxiliaires, le caractère magnétique était marqué par le chiffre 2, excepté le 18 avril 1917, où ce caractère était marqué par 1.

On voit donc qu'à toutes les dates d'aurore il y avait des troubles magnétiques correspondant à la visibilité de l'aurore au sud de la zone de fréquence maximum. Cependant ces caractères magnétiques ne fournissent pas d'échelle suffisante pour la violence de la perturbation magnétique, quand celle-ci dépasse une certaine valeur.

En regardant les photogrammes de l'observatoire de Bilt, on voit d'abord que les dates d'aurores boréales avec troubles magnétiques les plus forts sont les suivantes:

22 au 23 mars 1920 . . . . .	$\theta$ jusqu'à $34^{\circ}$
13 mai 1921 . . . . .	— » — $32^{\circ}$
16 décembre et 21 août 1917 . . . . .	— » — $33^{\circ}$ et $32^{\circ}$

<sup>1</sup> Sur les trajectoires des corpuscules électrisés dans l'espace etc., second mémoire § 2 et § 19. Archives des sciences physiques et naturelles, Genève 1912.

<sup>2</sup> Annuaire de Konenklijik Nederlandsch Meteorologisch Instituut, B. Magnétisme Terrestre 1911 à 1922.

8 mars 1918 .....	$\theta$ jusqu'à $32^\circ$
4 mars 1920 .....	—»— $31^\circ$
15 février 1917 .....	—»— $30^\circ$ ,

ce qui correspond bien à ces grandes valeurs de l'angle  $\theta$ .

Il y a ici une recherche intéressante à faire:

Chaque fois que la situation géographique d'une aurore boréale a été déterminée photogrammétriquement, on doit, en étudiant les magnétogrammes d'une série d'observatoires répartis sur toute la terre, trouver l'action magnétique parallèle à l'axe magnétique de la terre et due au courant corpusculaire en dehors de la terre. On peut voir ainsi quel sera le rapport entre cette action et la valeur maximum de l'angle  $\theta$  de l'aurore correspondante.

Pour faciliter cette recherche nous avons, dans la table I, ajouté pour chaque aurore les valeurs de l'angle  $\theta$  correspondant.

Les recherches préliminaires, faites dans ce sens par Carlheim Gyllensköld<sup>1</sup> et Adolf Schmidt<sup>2</sup>, rendent l'existence de cet anneau et son influence sur la zone d'aurore tout à fait vraisemblables.

### § 25. Remarques finales.

Certaines espèces d'aurores boréales n'ont pas été étudiées ici à cause: les unes de leur rareté, les autres de la difficulté de les photographier. Parmi les premières, notons surtout les aurores en forme de taches pulsatoires et parmi les autres surtout les flammes que nous avons mentionnées à plusieurs reprises, entre autres pendant l'aurore boréale du 15 février 1917, et dans la nuit du 22 au 23 mars 1920, vers une heure du matin.

En 1923, 24, 25 et 26 les recherches ont été poursuivies et les matériaux de plus de 250 photogrammes ont été recueillis. Il y a aussi une série de taches pulsatoires parmi ces photogrammes; ils seront calculés aussitôt que possible.

Nous ne parlerons pas ici de la théorie des phénomènes auroraux, qui seront l'objet de travaux futurs; il nous a tout d'abord paru nécessaire de publier, aussi complets que possible, les matériaux recueillis pendant la période de 1911 à 1922.

<sup>1</sup> Norrskenet och solens atmosfär, Populär astronomisk tidsskrift 1920 p. 124, Stockholm.

<sup>2</sup> Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften, Tome VI 1 B. Ad. Schmidt: Erdmagnetismus, p. 334 et 394 à 396.

## EXPLICATION DES TABLES

## TABLE I

Dans cette table se trouvent réunis tous les photogrammes et toutes les photographies d'aurores boréales mentionnées dans le texte, par ordre chronologique. L'heure est celle du temps moyen de l'Europe centrale, compté de minuit à minuit, de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>; elle est comptée au milieu de la pose. Pour les noms des constellations, nous nous sommes servis des abréviations internationales adoptées au congrès astronomique de Rome en 1922. On a aussi ajouté la distance,  $\theta$ , de l'aurore à l'axe magnétique de la terre, en degrés. Voir § 24.

## TABLE II

Là se trouvent réunis tous les calculs de hauteur et de situation des aurores, d'après les photogrammes pris.  $P$  désigne le point d'aurore choisi, et pour les autres lettres, nous renvoyons aux § 1 et § 2.

## TABLE III

Cette table renferme la position du point de radiation de toutes les couronnes d'aurores boréales photographiées;  $h$  et  $a$  sont la hauteur et l'azimut et  $\Delta h$  et  $\Delta a$  les fautes probables dans les mesures de ces coordonnées.

## TABLE IV

Cette table contient toutes les énumérations de la fréquence des limites inférieures des aurores, conformément aux explications des § 19 à 23.

## TABLE V

Ici se trouvent réunis tous les nouveaux calculs des positions relatives des astres. Pour les explications, voir le § 2.

TABLE I

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
<b>1911</b>									
1	22 févr.	20h 58m 0s	20s	C-A <sub>1</sub>	Arc homogène	$\beta$ Ari		I	28-30
S 1	8 avril	22 50 28	5	C	Rayons et draperie	$\zeta, \xi$ Cas, $\varphi$ And		I	25-27
2	—	23 18 20		C-A <sub>1</sub>	Courte draperie	1 Per, $\xi$ And		I	27-28
3	—	- 20 40	8	C-A <sub>1</sub>	Arc avec rayons	$\beta, \gamma, \vartheta$ Per		I	26-28
4	—	- 29 10	8	C-A <sub>1</sub>	Draperie avec rayons diffus	$\alpha, \varepsilon$ Per		I	25-26
5	—	- 30 30		C-A <sub>1</sub>	Draperie	$\varepsilon, \beta$ Per		I	26-27
6	—	- 32 10		C-A <sub>1</sub>	Draperie avec rayons	$\varepsilon, \beta$ Per		I	25-27
7	—	- 33 10		C-A <sub>1</sub>	Même aurore	$\varepsilon, \beta$ Per		I	25-27
8	—	- 34 10		C-A <sub>1</sub>	Rayons fins	$\varepsilon, \nu, \beta$ Per		I	25-26
9	—	- 35 30	7	C-A <sub>1</sub>	Draperie et rayons	$c, \alpha, \beta, \text{Per}, \gamma$ And		I	25-27
10	—	- 38 10		C-A <sub>1</sub>	Draperie avec courts rayons	$\alpha, \beta, \zeta$ Per, $\gamma$ And		I	25-27
11	—	- 39 10		C-A <sub>1</sub>	Même aurore	$\delta, \beta, \text{Per}, \gamma$ And		I	26-27
12	—	- 40 20		C-A <sub>1</sub>	Même aurore	$\beta, \zeta$ Per, $\gamma$ And		I	24-28
13	—	- 41 40		C-A <sub>1</sub>	Même aurore	$\alpha, \beta, \zeta$ Per, $\gamma$ And		I	26-27
<b>1916</b>									
S 2	13 oct.	22 27 7	5	C	Arc auroral	$\gamma, \omega, \mu$ U Ma		I	26-27
S 3	—	- 33 44	3	C	Draperies	$\eta$ U Ma, $\lambda, \gamma$ Boo		I	27-28
S 4	—	- 57 20	5	C	Arc	$\eta, \xi, \omega$ U Ma, 12 C Vn		I	25-27
<b>1917</b>									
14	15 févr.	20 17 8		C-A	Arc diffus	$\varepsilon, \eta, \zeta$ U Ma		I	29-30
S 5	—	- 21 8		A	Même arc	$\alpha$ Ari, $\beta, \delta$ And		I	29-30
S 6	—	- 21 8		C	Même arc	$\alpha, \varepsilon, \beta$ Per		I	29-30
S 7	—	- 31 8		A	Même arc	$\eta$ U Ma, $\vartheta, \lambda$ Boo		I	29-30
S 8	—	- 42 28		A	Même arc	$\eta$ U Ma, $\lambda, \gamma$ Boo		I	28-30
15	—	20 55 8		A-S	Arc et rayon	$\beta, \gamma, \rho, \varepsilon$ Boo		I	28-29
16	—	20 59 8	cr.45	A-S	Arc diffus	$\varepsilon, \gamma, \beta$ Cas		I	29-30
17	—	21 18 28	2	A-S	Fragment de bande	10 Lac, $\nu, \beta, \eta$ Peg		I	26-28
18	—	21 26 23	5	C-A	Draperies rayonnées	Jupiter, $\beta$ Ari		I	29-30
19	—	21 30 18		C-A	Les mêmes	Jupiter, $\beta$ Ari		I	29-30
20	—	21 53 8		C-S	Draperie lointaine	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg		I	24-26
21	—	21 54 38		C-S	La même	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg		I	24-26
22	—	23 0 8		C-A	Faibles draperies	$\alpha, \varepsilon, \beta$ Per		I	29-30
S 9	18 avril	0 16 0		C	Arc	$\beta, \varepsilon$ Per, $\gamma$ And		II	25-27
S 10	—	0 18 0		C	Même arc	$\varepsilon$ Per, $\beta$ Tau, $\iota$ Aur		II	25-26
S 11	—	0 21 50		C	Même arc	$\alpha, \iota$ Aur, $\beta$ Tau		II	25-26
S 12	—	0 29 50		C	Même arc et rayon	$\nu, \iota, o$ And		II	25-28
S 13	—	0 39 30		C	Même arc	$\xi$ Cas, $\varphi, \nu$ And		II	25-26
S 14	—	0 42 0		C	Arc et rayon	$\delta, \varepsilon, \beta$ Per		II	25-27
S 15	—	0 42 40		C	Faible draperie avec rayon	$\vartheta, \iota, o$ And		II	25-27
S 16	—	0 44 0		C	Même aurore	$\nu, \vartheta, \iota$ And		II	24-26
S 17	21 août	22 50 0	20	C	Couronne	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg			30-32
S 18	—	22 55 0	20	C	Couronne	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg			30-32
23	16 déc.	20 28 10		C-A	Draperie rayonnée	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg		II	27-29
24	—	20 31 20		C-A	Faible rayon au bord de la draperie	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		II	29-30
S 19	—	21 42 40		C	Arc	$\varepsilon, \gamma, \beta$ Cas		II	29-30
25	—	21 56 30		C-A	Partie septentr. d'un arc	$\varepsilon, \zeta, \eta$ U Ma		II	28-29
26	—	21 59 0		C-A	Draperies	$\varepsilon, \zeta, \eta$ U Ma		II	28-29
27	—	21 59 40		C-A	Les mêmes	$\varepsilon, \zeta, \eta$ U Ma		II	28-30
28	—	22 5 0		C-A	Vers le zénith magnétique	$\alpha, \varepsilon, \beta$ Per		II	30-31
29	—	22 6 40		C-A	Vers le sud	Jupiter, $\alpha, \eta$ Tau		II	30-32
30	—	22 9 0	3	C-A	Bases des rayons intenses	$\alpha, \gamma, \varepsilon$ U Ma		II	29-30
S 20	—	22 9 40		C	Couronne en rouge et vert	$\delta, \varepsilon, \nu$ Per			30-32
S 21	—	22 10 22	2	C	—>—	$\varepsilon, \delta$ Per, $\alpha, \beta$ Aur		II	30-32
31	—	22 11 0		C-A	—>—	$\alpha, \varepsilon, \beta$ Per	1		30-32
S 22	—	22 11 0		A	—>—	$\nu, \varepsilon, \delta$ Per			30-32
32	—	22 11 40		C-A	—>—	$\alpha, \varepsilon, \beta$ Per	1	II	30-32
S 23	—	22 12 40		C	—>—	$\varepsilon, \delta$ Per, $\alpha, \beta$ Aur	1		30-32
—	—	22 13 40		C	—>—	Curieuse effets photographiques	1		30-32
—	—	22 15 40		C	—>—	—>—	1		30-32
33	—	22 19 0		C-A	Taches et rayons rouges	$\alpha, \eta$ Tau, Jupiter		II	32-33
<b>1918</b>									
S 24	12 févr.	22 21 50		C	Arc	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		II	26-27
S 25	—	22 56 30		C	Draperie jaune-verte	$\alpha$ Lyr, $\iota$ Her		II	26-28

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
<b>1918</b>									
S 26	12 févr.	23h 51m 20s		C	Arc	$\alpha, \beta$ Ari, $\alpha$ Tri		II	25-27
S 27	—	23 54 20		C	Arc courbé	$\alpha, \beta$ Ari, $\alpha$ Tri		II	25-27
S 28	—	24 0 0		C	Arc	$\beta, \mu$ And		II	26-27
S 29	3 mars	23 27 0		B	Arc	$\alpha, \beta$ Ari, $\alpha$ Tri		II	24-25
S 30	—	23 29 0		B	Arc	$\beta, \delta, \iota$ And		II	24-25
S 31	—	23 33 0		B	Arc	$\alpha$ Tri, $\beta, \mu$ And		II	24-26
S 32	8 mars	0 54 30		B	Arc	$\beta$ Tri, $\gamma, \varphi$ And		II	25-27
S 33	—	1 16 30		B	Draperie diffuse	$\iota, \circ$ And, 10 Lac		II	25-26
S 34	—	1 21 30		B	—>—	$\beta$ Per, $\gamma$ And, $\xi$ Cas		II	26-27
S 35	—	1 24 30		B	—>—	$\iota$ Aur, $\zeta, \xi$ Per		II	26-27
S 36	—	1 27 30		B	—>—	$\beta, \xi$ Per, $\gamma$ And		II	26-27
S 37	—	1 46 0		B	Longs rayons	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg	2	II	28-29
—	—	1 53 20		B	—>—	$\alpha, \beta$ C Mi	2		29-30
S 38	—	1 56 30		B	—>—	$\alpha, \beta$ C Mi, $\beta, \lambda$ Gem		II	29-30
S 39	—	2 30 30		B	Couronne	$\zeta, \eta$ U Ma, $\gamma$ Boo, 12 C Vn	2		30-32
S 40	—	2 31 30		B	—>—	$\zeta, \eta$ U Ma, $\gamma$ Boo, 12 C Vn			30-32
S 41	—	2 32 30		B	—>—	$\zeta, \eta$ U Ma, $\gamma$ Boo, 12 C Vn	2		30-32
S 42	6 avril	0 45 55		B	Arc	$\epsilon, \delta, \beta$ Per		III	24-26
S 43	—	0 47 55		B	Même arc	$\epsilon, \xi, \beta$ Per		III	25-26
S 44	—	1 48 25	2 <sup>s</sup>	B	Bande	$\alpha, \beta, \delta$ Aur		III	25-27
S 45	—	2 16 25		B	Arc	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		III	24-25
S 46	—	2 22 15		B	Même arc	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		III	24-26
S 47	—	2 33 25	2	B	Draperie	$\alpha, \beta$ Gem		III	27-28
34	11 avril	23 28 50		C-A	Aurore au nord-ouest	$\alpha, \beta$ Aur, $\delta$ Per		III	28-29
35	12 avril	0 3 0		C-A	Arc avec courts rayons	$\gamma, \mu, \nu$ Gem		III	25-28
S 48	—	0 5 20		C	Même arc	$\iota, \circ$ And, 10 Lac		III	26-27
36	—	0 11 30		C-A	Arc avec faible rayon	$\gamma, \nu, \mu$ Gem		III	26-27
37	—	0 17 0		C-A	Arc et draperies	$\beta$ Tau, $\delta$ Aur		III	25-27
38	—	0 20 0		C-A	Draperie rayonnée	$\beta$ Tau, $\delta$ Aur		III	25-28
39	—	0 26 0		C-A	De longs rayons	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		III	26-28
40	—	0 35 0		C-A	Fragments diffus de draperies	$\delta, \lambda, \gamma$ Gem		III	27-28
41	—	0 37 0		C-A	Fragments analogues	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		III	27-29
42	—	0 39 0		C-A	La même aurore, plus faible	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		III	27-29
43	—	1 34 0		C-A	Rayon	$\alpha, \delta$ Gem		III	26-27
44	21 sept.	22 0 30		C-A	Faible rayon	$\alpha, \delta$ Cr B, $\epsilon$ Boo		III	27-28
45	—	22 15 30		C-A	Rayons	$\epsilon, \eta, \zeta$ U Ma		III	27-28
46	11 nov.	22 46 38		B-K <sub>1</sub>	Faible rayons	$\zeta, \eta, \iota$ U Ma, $\lambda$ Boo		III	26-27
47	12 nov.	0 6 50		B-K <sub>1</sub>	Tache ou court rayon	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\iota$ Her		III	27-28
S 49	23 nov.	18 47 53	60	B	Arc	$\gamma$ U Ma, 12, 8 C Vn		III	25-27
S 50	—	18 49 13	60	B	Même arc	$\gamma$ U Ma, 12, 8 C Vn		III	26-27
<b>1919</b>									
S 51	31 janv.	20 3 8		B	Arc diffus	$\epsilon, \beta$ Per, $\beta$ Tri		III	30-31
S 52	—	21 29 38		B	Arc dans le nord	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg		III	24-26
S 53	—	21 38 48	60	B	Même arc, très beau	$\alpha$ Lyr, $\gamma, \delta$ Cyg		III	24-27
48	19 mars	21 52 11		B-K <sub>1</sub>	Draperie diffuse	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		III	26-27
S 54	23 mars	23 4 12	30	B	Arc pulsatoire	$\eta, \tau$ Tau, $\zeta$ Per		II	26-28
49	—	23 8 12	30	B-K <sub>1</sub>	Le même	$\eta, \tau$ Tau, $\zeta$ Per		II	26-28
50	—	23 11 52	40	B-K <sub>1</sub>	Le même	$\eta, \tau$ Tau, $\zeta$ Per		II	26-28
S 55	—	23 14 12	30	B	Le même	$\alpha, \beta$ Lyr, $\delta$ Cyg		II	28-29
S 56	—	23 21 42	40	B	Le même	$\delta, \alpha, \zeta$ Cas		II	27-28
S 57	20 avril	22 56 30		B	Arc dans le nord	$\zeta$ Tau, $\zeta, \circ$ Per		III	23-25
S 58	—	23 0 30		B	Le même	$\beta, \zeta, \tau$ Tau		III	24-25
S 59	—	23 6 0		B	— très beau	$\zeta, \beta, \tau$ Tau		III	23-25
S 60	—	23 8 0	60	B	— très beau	$\beta$ Tri, $\gamma, \nu$ And		III	23-25
S 61	—	23 11 15		B	—	$\beta, \zeta$ Tau, $\zeta$ Per		III	23-25
S 62	—	23 14 0	60	B	— très beau	$\epsilon, \beta$ Per, $\beta$ Tri		III	24-25
S 63	—	23 15 30	20	B	—	$\zeta, \beta, \text{Per}, \gamma$ And		III	24-25
S 64	21 avril	0 3 30	60	B	— très beau	$\epsilon, \beta, \zeta$ Per		III	23-25
S 65	—	0 19 0		B	—	$\beta$ Tau, $\epsilon$ Per, $\iota$ Aur		III	23-24
S 66	—	0 20 0		B	—	$\epsilon, \beta, \zeta$ Per		III	22-25
S 67	25 août	23 0 0	7	B	Beau rayon	$\psi, \omega, \mu$ U Ma		II	23-25
51	4 oct.	20 9 31	20	B-O	Longs rayons	$\alpha$ $\beta$ Aur, 7 Cam		IV	27-29
52	—	20 10 36	20	B-O	Longs rayons	$\epsilon, \delta, \alpha$ U Ma		IV	26-28

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
	<b>1919</b>								
53	4 oct.	20 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup>	4 <sup>s</sup>	B-O	Beau rayon	$\alpha, \xi$ Aur, $\beta$ , 11 Cam		IV	28-29
54	—	20 30 2	30	B-O	Arc diffus	$\epsilon, \delta, \lambda$ Per		IV	29-30
55	—	20 32 17	15	B-O	Le même arc	$\alpha, \delta, \epsilon$ U Mi		IV	29-30
56	—	20 37 32	30	B-O	—>—	$\epsilon, \delta, \beta$ Per		IV	29-30
57	—	20 42 47	20	B-O	Faible draperie	$\alpha, \gamma, \delta$ Cas		IV	29-31
58	—	20 47 13	7	B-O	Rayons	$\alpha, \eta$ , Aur, $\delta$ Per		IV	29-30
59	—	20 50 18	15	B-O	Beaux rayons vers le nord-est	$\alpha, \eta$ Aur, $\lambda$ Per		IV	29-30
S 68	—	21 20 19	20	B	Arc	$\alpha, \epsilon, \gamma$ Boo		IV	26-27
S 69	—	22 13 52		B	Arc	$\lambda$ Boo, $\epsilon, \eta, \zeta$ U Ma		IV	27-28
60	—	22 15 17	10	B-K	Faible rayon	$\alpha, \beta, \gamma$ U Ma		IV	27-28
61	—	22 17 42	7	B-K	Draperie avec rayon	$\alpha, \beta, \gamma$ U Ma		IV	28-29
62	—	22 20 22	10	B-K	Draperie et rayons	$\beta, \gamma, \epsilon, \vartheta$ U Ma		IV	27-29
63	—	22 22 7	5	B-K	—>—	$\beta, \gamma, \epsilon$ U Ma		IV	26-28
64	—	22 22 44	4	B-K	—>—	$\gamma, \epsilon, \eta$ U Ma	2	IV	26-27
65	—	22 23 50	3	B-K	—>—	$\beta, \gamma, \epsilon$ U Ma		IV	26-27
S 70	17 oct.	19 13 52	20	B	Arc diffus	$\alpha, \eta, \epsilon$ Boo		IV	26-27
S 71	—	19 14 42	30	B	—>—	$\beta, \gamma, \omega$ U Ma		IV	27-28
S 72	—	19 16 23	30	B	—>—	$\alpha, \beta, \vartheta$ Aur		IV	27-29
S 73	—	19 29 53	30	B	—>—	$\alpha, \eta, \epsilon$ Boo		IV	26-27
S 74	—	19 31 13	40	B	Deux arcs	$\psi, \omega, \lambda$ U Ma		IV	25-27
S 75	—	19 32 38	30	B	L'arc supérieur	$\alpha, \beta$ Aur		IV	27-28
S 76	—	20 18 35	30	B	Arc diffus vers le sud	$\alpha, \beta, 72$ Oph		IV	29-31
S 77	—	20 20 15	30	B	—>—	$\alpha$ Tri, $\alpha, \beta$ Ari		IV	31-33
S 78	—	20 21 25	30	B	—>—	$\alpha, \zeta, \delta$ Aql		IV	30-32
S 79	—	20 22 25	30	B	—>—	$\alpha$ And, $\beta, \nu$ Peg		IV	31-32
66	—	20 33 40	30	B-K	Faible reste de l'arc	$\beta, \vartheta, \iota$ Aql		IV	31-32
S 80	—	20 58 56	40	B	Arc ou bande	$\eta$ U Ma, 12, 8 C Vn		IV	26-27
S 81	—	21 2 41	30	B	Même arc	$\alpha, \beta$ Cr B, $\epsilon$ Boo		IV	25-27
S 82	—	21 5 56	20	B	—>—	$\beta$ Cr B, $\epsilon, \rho$ Boo		IV	26-27
67	—	21 29 27		B-O	Faible rayon	$\alpha, \beta$ Cr B, $\epsilon$ Bo		IV	25-26
68	—	21 30 12	10	B-K	Même aurore	$\alpha, \beta$ Cr B, $\epsilon$ Boo		IV	25-26
69	—	22 0 8	cr. 30	B-K	Tache dans un arc	$\alpha, \beta$ Cr B, $\epsilon$ Boo		IV	25-26
70	—	22 3 23	50	B-K	Autre tache	$\lambda$ Boo, $\eta$ U Ma, 12 C Vn		IV	26-27
S 83	—	22 22 14	30	B	Arc double	$\psi$ U Ma, 12, 8 C Vn		IV	25-27
S 84	—	22 25 39	60	B	Le même	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		IV	25-27
S 85	—	22 58 20	60	B	Arc simple et large	49, $\omega, \mu$ U Ma		IV	25-26
S 86	—	23 8 0	60	B	Le même	17 H, 12, 8 C Vn		IV	24-26
S 87	—	23 14 30	60	B	—>—	17 H, 12, 8 C Vn		IV	25-27
71	—	23 21 41	40	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-26
72	—	23 22 46	20	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
73	—	23 24 51	20	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-26
74	—	23 28 21	40	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
75	—	23 31 46	30	B-K	—>—	$\lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		V, VI	25-27
76	—	23 34 21	40	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
77	—	23 35 21	30	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn	3	V, VI	25-27
78	—	23 37 11	30	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
79	—	23 38 31	15	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
80	—	23 39 46	20	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
81	—	23 43 26	30	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
82	—	23 46 57	30	B-K	—>—	$\gamma$ Boo, 12, 8 C Vn		V, VI	25-27
S 88	—	23 50 32	40	O	—>—	$\zeta$ Aql, 95, $\sigma$ Her		VII	25-27
83	—	23 59 52	5	B-K	Rayon d'une draperie	$\vartheta, \lambda$ Boo, $\eta$ U Ma		VII	24-25
84	18 oct.	0 1 2		B-K	Draperies superposées	$\epsilon, \zeta, \eta$ U Ma		VII	26-27
85	—	0 7 30	7	B-K	Draperie plus faible	$\eta$ U Ma, $\lambda$ Boo, 12 C Vn		VII	25-26
86	—	0 8 27		B-K	La même avec deux rayons	$\epsilon, \eta$ U Ma, 12 C Vn		VII	25-26
87	—	0 9 2	10	B-K	La même avec de faibles rayons	$\eta$ U Ma, 12, 8 C Vn		VII	25-26
88	—	0 10 22		B-K	La même avec un beau rayon	$\vartheta, \lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VII	24-26
89	—	0 27 3		B-K	Draperie avec rayons	$\vartheta, \lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VII	24-26
90	—	0 35 53		B-K	Draperie courbe	$\lambda, \gamma$ Boo, $\eta$ U Ma		VII	25-27
91	—	0 36 28	15	B-K	La même, très belle	$\lambda, \gamma$ Boo, $\eta$ U Ma	3	VIII	25-26
92	—	0 37 13	15	B-K	La même	$\lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VIII	24-26
S 89	—	0 44 23	40	B	Arc	12, 8 C Vn		VIII	25-26
93	—	1 0 54	15	B-K	Faible reste	$\lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VII	24-25
S 90	—	1 3 19	20	B	Arc	$\lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VIII	25-26



Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
	<b>1919</b>								
S 91	18 oct.	1 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup>	20 <sup>s</sup>	B	Le même	$\lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VIII	25-26
94	—	1 6 49	15	B-O	Arc avec courts rayons	$\beta$ Lyr, $\alpha, \rho$ Her		VII	24-27
S 92	—	1 9 19	15	B	Même arc	$\lambda, \gamma$ Boo, 12 C Vn		VII	25-26
S 93	—	1 10 4	20	B	—	$\rho, \eta, \sigma$ Her		VII	24-26
S 94	—	1 11 4	15	B	—	$\beta$ Cyg, $\gamma$ Lyr, $\alpha$ Her		VII	24-25
95	—	1 16 50		B-K	Faibles rayons	$\alpha$ Lyr, $\iota$ Her, $\gamma$ Dra		VII	23-26
96	—	1 22 20		B-O	—	$\beta$ Cyg, $\alpha, \gamma$ Lyr		VII	23-25
97	16 nov.	21 32 30	10	B-K	Rayon diffus dans un arc	$\phi, \lambda$ Boo, $\eta$ U Ma		IX	25-27
98	—	22 3 37	10	B-K	Draperie au-dessous d'un arc	$\zeta, \eta$ U Ma, $\gamma$ Boo		IX	24-27
99	—	22 4 19	5	B-K	Même draperie	$\zeta, \eta$ U Ma, $\gamma$ Boo		IX	25-26
100	—	22 8 32	30	B-O	Extrémité ouest de l'arc	$\varepsilon$ Del, $\alpha$ Aql, 12 Vul		IX	27-29
101	—	22 13 42	10	B-K	Draperie no. 99	$\lambda, \gamma$ Boo, $\eta$ U Ma		IX	25-27
102	—	22 15 27	10	B-K	Beaux rayons	$\gamma$ Boo, $\eta$ U Ma, 12 C Vn		IX	23-27
103	—	22 17 33	10	B-O	Arc avec rayon	$\alpha$ Lyr, $\iota, \rho$ Her		IX	26-28
104	—	22 24 33		B-K	Rayon et draperies	$\gamma$ Boo, $\zeta, \eta$ U Ma		IX	25-28
105	—	22 28 33	30	B-K	Très belles draperies	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\rho$ Her		IX	25-28
106	—	22 29 33	15	B-K	Les mêmes et un rayon	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\alpha$ Her		IX	25-27
107	—	22 30 43	15	B-K	Les mêmes	$\beta$ Cyg, $\beta$ Lyr, $\rho$ Her		IX	26-27
107*	—	—	15	B-O	—	$\beta$ Cyg, $\beta$ Lyr, $\rho$ Her		IX	26-27
108	—	22 46 44	15	B-O	—	$\alpha, \beta$ Lyr, $\rho$ Her		IX	26-27
109	—	22 47 35	20	B-O	—	$\beta$ Cyg, $\beta$ Lyr, $\alpha, \rho$ Her		IX	25-28
110	—	22 48 30	15	B-O	—	$\beta$ Cyg, $\beta$ Lyr, $\gamma$ Dra		IX	25-28
111	—	22 50 15	30	B-K	—	$\beta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		VII	25-28
111*	—	—	30	B-O	—	$\beta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		VII	25-28
112	—	22 52 50	20	B-K	—	52, $\gamma, \delta$ Cyg		IX	27-28
113	—	22 54 45		B-K	La même aurore	52, $\beta, \delta$ Cyg, $\gamma$ Lyr		X	27-28
113*	—	—		B-O	—	52, $\beta, \delta$ Cyg, $\gamma$ Lyr		X	27-29
114	—	22 55 25		B-K	—	$\beta, \delta$ Cyg, $\eta$ Lyr		X	27-29
114*	—	—		B-O	—	$\beta, \delta$ Cyg, $\eta$ Lyr		X	27-29
115	—	22 57 15	20	B-K	Plaque aurorale	$\beta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		X	26-29
116	—	23 6 6	20	B-K	Arc avec court rayon	$\beta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr		X	27-28
117	—	23 13 56	20	B-K	Aurore dans le nord	$\zeta$ CrB, $\beta, \gamma$ Boo		IX	22-27
118	—	23 15 16	20	B-K	La même	$\mu, \beta, \gamma$ Boo		IX	23-26
119	—	23 16 56	30	B-K	Rayons	$\varphi$ Her, $\beta, \gamma$ Boo		IX	24-26
120	—	23 40 48	30	B-K	Même aurore	$\iota, \sigma, \tau$ Her, $\beta, \gamma$ Dra		IX	25-26
121	—	23 42 48	30	B-K	—	$\iota, \tau$ Her, $\beta, \gamma$ Dra		IX	25-27
122	—	23 47 48		B-K	—	$\iota$ Her, $\beta, \gamma$ Dra		X	25-27
123	—	23 49 39	15	B-K	—, avec rayons	$\sigma, \tau$ Her, $\beta, \gamma$ Dra	3	X	25-27
124	17 nov.	0 1 4		B-K	Aurore dans le nord	$\varphi$ Her, $\beta, \gamma$ Boo		X	25-27
125	—	0 5 20	15	B-K	Arc ondulé	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		X	26-27
126	—	0 6 20		B-K	—	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her	4	X	25-27
127	—	0 29 21		B-K	Faibles rayons	1,9 Peg, $\zeta$ Cyg, 31 Vul		X	25-27
128	—	0 30 1		B-K	—	$\zeta, \delta, 41$ Cyg		X	24-25
129	—	0 30 46		B-K	—	$\gamma, \delta, \eta$ Cyg		X	24-27
130	—	0 31 51	10	B-K	Très beaux rayons d'arc	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr, $\iota$ Her	4	X	24-27
131	—	0 32 21	7	B-K	—	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr, $\iota$ Her	4	X	25-26
132	—	0 38 52	20	B-K	Arc et draperies	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr	5	X	25-27
133	—	0 39 52	20	B-K	Draperies lointaines	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr		X	25-27
134	—	0 40 22	20	B-K	—	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		X	23-26
135	—	0 41 22	30	B-K	—, rayons	$\gamma$ Cyg, $\alpha$ Lyr, $\iota$ Her, $\gamma$ Dra		X	23-27
136	—	0 44 53	15	B-K	Faisceau de rayons	$\alpha$ Lyr, $\iota$ Her, $\beta$ Dra		X	25-26
137	—	0 45 53	10	B-K	—	$\alpha$ Lyr, $\iota$ Her, $\beta, \gamma$ Dra		X	24-27
138	—	1 4 33	15	B-K	Draperies	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		X	23-25
139	—	1 7 29	20	B-K	—	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		VII	25-26
140	—	1 10 34	15	B-K	—	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr		VII	24-25
141	—	1 12 54	30	B-K	Les mêmes	$\alpha, \gamma, \eta$ Lyr, $\iota$ Her		VII	23-26
142	—	1 15 24		B-K	Draperies ou arc rayonné	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr		VII	24-26
	<b>1920</b>								
143	4 mars	22 17 6	15	B-O	Arc homogène et diffus	$\alpha, \beta, \gamma$ Per		X	29-30
144	—	22 18 21	15	B-O	Même arc	$\alpha, \beta, \gamma$ Per		X	29-30
145	—	22 27 26	10	B-O	—	$\alpha, \eta$ Aur, $\varepsilon$ Per		X	29-30
146	—	22 29 36	15	B-O	—	$\alpha, \eta$ Tau, $\zeta$ Per		X	29-30
S 95	—	22 34 26		B	—	$\alpha, \beta, \gamma$ U Ma		X	30-31
S 96	—	22 40 26	12	B	—	$\alpha, \beta, \gamma$ U Ma		X	30-31
147	—	22 47 5	15	B-O	—	$\alpha, \beta, \phi$ Gem		X	30-31

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
	<b>1920</b>								
148	4 mars	23 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup>	6 <sup>s</sup>	B-O	Sommet d'un rayon	$\alpha, \eta$ Aur, $\varepsilon$ Per		X	27-29
149	—	23 4 51	7	B-O	Reste de la couronne vers le sud	$\alpha$ Leo, Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem		X	30-31
150	—	23 5 48	6	B-O	Beaux rayons	$\alpha, \zeta, \eta$ Tau	5	XI	29-31
151	—	23 7 32	6	B-O	Longs rayons	$\beta, \zeta, \alpha, \eta$ Tau		X	27-30
152	—	23 8 50	8	B-O	—>—	$\beta, \alpha, \eta$ Tau	5	XI	28-29
153	—	23 9 38	7	B-O	Sommets des rayons	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		X	29-31
154	—	23 16 10	7	B-K	Faible rayon	$\varepsilon, \gamma, \delta$ Cas		X	28-29
155	—	23 19 25		B-O	Restes de rayons	$\alpha, \eta, \delta$ Aur, $\varepsilon$ Per		X	29-30
156	—	23 21 18	6	B-O	Draperies rayonnées	$\alpha, \beta, \eta$ Aur		IX	29-30
S 97	21 mars	23 36 43	60	K	Arc vers le nord	$\beta$ Tri, $\gamma, \beta$ And		X	22-25
157	—	23 54 13	15	B-K	Court rayon	$\beta$ Tri, $\gamma, \beta$ And		X	23-24
158	—	23 54 43		B-K	—>—	$\beta$ Tri, $\gamma$ And		X	23-24
S 98	22 mars	20 8 27		B	Arc au-dessous de Sirius	$\alpha, \beta$ C Ma		XII	33-34
S 99	—	20 18 27		B	Couronne	$\alpha, \beta, \delta$ Gem			30-32
S 100	—	20 20 49	6	B	—>—	Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem	6		30-32
S 101	—	20 21 35	7	B	—>—	10, $\times$ U Ma, $\alpha$ Gem	6		30-32
S 102	—	20 22 7	10	B	—>—	$\times, 10$ U Ma, $\alpha$ Gem	6		30-32
S 103	—	20 22 47	6	B	—>—	$\times, 10$ U Ma, $\alpha$ Gem	6		30-32
S 104	—	20 24 27		B	—>—	$\times, 10$ U Ma, $\alpha$ Gem			30-32
S 105	—	20 32 27		B	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 106	—	20 33 27		B	Arc dans le sud	$\alpha, \delta$ Hya		XII	32-33
S 107	—	20 41 4		C	Couronne	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 108	—	20 42 24		C	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 109	—	20 42 27		B	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 110	—	20 43 34		C	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn	6		30-32
S 111	—	20 44 27		B	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 112	—	20 45 27		B	Arc dans le sud	$\alpha, \beta$ C Ma		XII	32-33
S 113	—	20 45 27		C	Couronne	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn	6		30-32
S 114	—	20 48 42	8	C	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 115	—	20 49 55		C	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 116	—	20 51 27		B	—>—	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
S 117	—	20 54 27		B	Arc dans le sud	$\alpha, \beta$ C Ma		XII	31-33
S 118	—	20 55 27		B	—>—	$\alpha, \delta$ Hya		XII	32-33
S 119	—	20 56 30		C	Couronne	$\times, 10$ U Ma, 38 Lyn			30-32
159	—	21 21 17	10	B-O	Sommets des rayons	$\alpha$ Aur, 7 Cam, $\mu$ Per		XII	27-29
160	—	21 23 56		C-K	Hauts rayons	$\varepsilon, \gamma, \beta$ Cas	7	XII	26-27
160*	—	—			(Nouvelles mesures)		7	XII	25-27
S 120	—	21 29 16		O	Arc près de Rigel	$\zeta, \alpha, \beta$ Ori		XII	31-32
S 121	—	21 32 6	15	O	—>—	$\zeta, \alpha, \beta$ Ori		XII	31-32
161	—	21 32 36		C-K	Sommets des rayons	$\iota$ Her, $\beta, \gamma$ Dra	7	XII	26-28
162	—	21 33 18	7	B-O	Hauts rayons	$\eta$ Tau, $\zeta, \alpha, \beta$ Per		XII	25-27
163	—	21 33 56	7	B-O	—>—	$\eta$ Tau, $\zeta, \alpha$ Per		XII	25-27
164	—	21 35 47		C-K	Sommets des rayons	$\varepsilon, \gamma, \beta$ Cas	7	XII	24-27
164*	—	—			(Nouvelles mesures)		7	XII	24-27
165	—	21 45 21		B-O	Sommets des rayons	$\alpha, \beta, \delta$ Aur		XII	29-30
166	—	22 6 56		B-H	Hauts rayons	$\lambda, \gamma, \varepsilon, \pi^4$ Ori	8	XII	29-31
166*	—	22 6 56		B-O	Mêmes rayons	$\lambda, \gamma, \varepsilon, \pi^4$ Ori	8	XII	29-31
167	—	22 8 26		B-H	—>—	$\lambda, \gamma, \varepsilon$ Ori		XII	29-31
	—	22 29 41		D	Draperie	Vega	8		
	—	22 34 0	8	D	—>—	Vega	8		
168	—	22 46 24		C-K	Rayons	$\alpha, \eta$ Cep, $\alpha, 33$ Cyg		XII	26-27
169	—	22 47 57	15	C-K	—>—	$\alpha, \eta$ Cep, $\alpha, 33$ Cyg		XII	26-28
170	—	22 58 50		K-F	—>—	$\alpha, \beta, \delta$ Cas		XII	25-27
171	—	23 2 40		C-K	—>—	$\alpha, \beta, \delta$ Cas		XII	27-28
172	—	23 10 35	10	C-K	Faible draperie	$\delta$ Cas, $\alpha, \delta$ Per		XII	26-28
172*	—	—		C-F	—>—			XII	26-28
173	—	23 10 40		B-O	Rayons	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg		III	28-29
173*	—	—		B-H	—>—			III	27-29
174	—	23 11 5	10	C-K	Le même que 172	$\delta$ Cas, $\alpha, \delta$ Per		XII	26-28
174*	—	—		C-F	—>—			XII	26-27
175	—	23 13 20	12	B-O	Faibles rayons	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		III	28-30
175*	—	—		B-H	—>—			III	28-30
176	—	23 13 20		C-K	Rayons diffus	$\alpha, \delta, \gamma$ Per		XII	27-28
176*	—	—		C-F	—>—			XII	27-28
177	—	23 15 25	13	B-O	Rayons	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\iota, \rho$ Her		III	29-30
177*	—	—		B-H	—>—			III	29-30
178	—	23 16 5	10	B-O	—>—	$\delta, \iota$ Cyg, $\alpha, \gamma$ Lyr, $\iota$ Her		III	28-29

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
178*	1920								
179	22 mars			B-H	Rayons			III	28-31
180	—	23 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup>	10 <sup>s</sup>	B-H	—>—	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg		III	28-29
180*	—	23 17 20	10	B-O	—>—	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg		III	28-29
180**	—	—	—	B-H	—>—			III	28-29
181	—	23 17 55	7	O-H	—>—			III	28-29
181*	—	—	—	B-O	—>—	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		VII	28-30
181**	—	—	—	B-H	—>—			VII	28-30
182	—	23 18 25	—	O-H	—>—			VII	28-29
183	—	23 18 25	—	B-H	—>—	$\alpha, \gamma$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		III	28-30
183	—	23 19 35	3	B-H	—>—	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		III	27-28
184	—	23 20 2	8	B-H	—>—	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		III	27-28
185	—	23 21 30	15	B-O	—>— diffus	$\alpha, \beta$ Lyr, $\delta$ Cyg		III	28-29
185*	—	—	—	B-H	—>—			III	28-29
186	—	23 23 7	9	B-O	—>— diffus et faible	$\alpha$ Aur, $\delta, \epsilon$ Per		XII	27-28
186*	—	—	—	B-H	—>—			XII	27-28
187	—	23 24 19	2	B-H	Draperie	$\alpha, \gamma, \delta$ Cas		XII	27-28
188	—	23 27 50	15	B-H	Rayons diffus	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		XII	28-29
189	—	23 46 21	—	C-K-F	Rayon	$\alpha, \beta, \delta$ Per		XIII	27-28
190	—	23 47 6	8	C-K	Même rayon	$\alpha, \delta, \epsilon$ Per		XIV	27-28
190*	—	—	—	C-F	—>—			XIV	27-28
191	—	23 47 51	10	C-K	—>—	$\alpha, \delta, \epsilon$ Per		XV	27-28
191*	—	—	—	C-F	—>—			XV	27-28
191**	—	—	—	K-F	—>—			XV	27-28
192	—	23 51 2	10	K-F	Long rayon	$\beta, \gamma, \epsilon$ Cas		XII	26-27
193	—	23 51 40	5	C-K	Même rayon	$\beta, \gamma, \epsilon$ Cas		XII	27-28
194	—	23 54 22	—	C-K	Long rayon	$\alpha, \eta$ Cep, $\alpha$ Cyg	8	XII	26-27
195	—	23 55 27	—	C-K	Rayons	$\beta, \gamma, \epsilon$ Cas		XII	25-26
195*	—	—	—	K-F	—>—			XII	27-28
196	—	23 56 22	—	C-F	—>—	$\alpha, \beta, \eta$ Aur		XII	27-29
197	—	23 57 22	—	C-K	Longs rayons	$\alpha, \beta, \eta$ Aur		XII	27-28
197*	—	—	—	C-F	—>—			XII	27-29
197**	—	—	—	K-F	—>—			XII	28-29
198	23 mars	0 2 22	—	C-K	Rayons	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		VII	27-29
198*	—	—	—	C-F	—>—			VII	28-29
199	—	0 3 49	—	C-F	Faible rayon	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		VII	28-29
200	—	0 5 12	—	C-F	Rayon	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		VII	29-30
201	—	0 5 25	20	B-O	Draperie rayonnée	Jupiter, $\epsilon$ Leo, $\iota$ Cnc, $\beta$ Gem		XII	30-31
202	—	0 6 22	—	C-F	Rayons	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr		VII	29-30
203	—	0 7 32	—	C-F	—>—	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr		XII	29-30
204	—	0 7 45	—	B-H	—>—	$\delta$ Cyg, $\alpha, \gamma$ Lyr		XII	29-30
205	—	0 9 5	8	B-H	Longs rayons	$\delta$ Cyg, $\alpha, \gamma$ Lyr, $\iota$ Her		IX	29-31
205*	—	—	—	B-O	—>—			IX	29-31
205**	—	—	—	O-H	—>—			IX	29-31
S 122	—	0 11 40	—	O	Couronne	12, 8 C Vn			30-32
206	—	0 12 55	—	B-O	Longs rayons	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		XII	28-30
207	—	0 13 30	—	B-O	Rayons	$\alpha, \beta, \delta$ Gem		XII	28-30
208	—	0 14 10	9	B-O	Longs rayons	$\alpha, \beta, \delta$ Gem, Jupiter		XII	29-30
209	—	0 15 28	—	C-F	Rayons diffus	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		XII	28-29
S 123	—	0 17 24	1	B	Couronne	$\epsilon, \eta, \zeta$ U Ma			30-32
210	—	0 17 53	—	C-F	Rayons venant du zénith	$\zeta, \eta, \theta$ Dra	9	XII	29-30
211	—	0 18 29	2	B-O	Couronne	$\epsilon, \eta, \zeta$ U Ma		XII	30-31
212	—	0 18 58	—	C-F	Rayons du zénith	$\zeta, \eta, \theta, \iota$ Dra		XII	29-31
S 124	—	0 19 52	1	B	Couronne	$\zeta, \eta$ U Ma, 12 C Vn			30-32
213	—	0 21 36	7	B-H	Rayons	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		X	29-30
214	—	0 22 33	—	C-K	—>—	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		X	29-30
214*	—	—	—	C-F	—>—			X	29-31
215	—	0 23 3	—	K-F	—>—	$\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		III	30-32
216	—	0 25 3	—	C-F	—>—	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		XVI	29-31
216*	—	—	—	K-F	—>—			XVI	29-31
217	—	0 26 23	—	C-K	—>—	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr		X	28-30
217*	—	—	—	C-F	—>—			X	30-31
218	—	0 27 23	—	C-K	—>—	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr, $\iota$ Her		III	29-31
219	—	0 32 5	—	C-K	—>—	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		IX	27-29
220	—	0 32 24	—	B-H	Rayons et draperie	$\delta$ Cyg, $\alpha, \beta$ Lyr		XVI	29-31
221	—	0 36 1	6	C-K	Rayons	$\alpha, \beta, \epsilon$ Aur		XIV	27-28
221*	—	—	—	C-F	—>—			XIV	26-28
221**	—	—	—	K-F	—>—			XIV	27-29

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
<b>1920</b>									
222	23 mars	0h 36m 24s		B-H	Rayons	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		IX	28-30
S 125	—	0 37 8	10	C	Longs rayons	$\alpha, \beta, \epsilon$ Aur			
223	—	0 39 13	4s	C-K	Rayons	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		XVI	28-30
223*	—	—	—	C-F	—>—	—		XVI	29-30
224	—	0 39 24	—	B-H	—>—	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		VII	28-29
225	—	0 42 34	—	C-K	Deux larges rayons	$\gamma, \beta, \epsilon$ Cas		X	27-28
225*	—	—	—	K-F	—>—	—		X	26-28
226	—	1 24 4	8	B-K	Draperie au début	Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem		VII	28-29
227	—	1 24 58	5	B-K	Même draperie	$\alpha, \beta, \vartheta$ Gem		VII	28-30
228	—	1 46 16	5	B-K	—>—	Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem		XVI	28-30
229	—	1 46 58	5	B-K	—>—	Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem		XVI	29-30
230	—	1 47 52	8	B-K	—>—	$\iota, \alpha, \gamma, \delta$ Cyg		XVI	29-30
231	—	1 48 15	6	B-K	—>—	$\iota, \alpha, \gamma, \delta$ Cyg	9	XVI	29-30
232	—	1 49 8	10	B-K	—>—	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas		XVI	28-29
S 126	—	1 51 45	5	B	—>—	Jupiter, $\alpha$ Gem		XVI	29-30
S 127	—	—	—	B	Couronne	—			30-32
S 128	—	—	—	B	—>—	—			30-32
S 129	—	—	—	B	—>—	$\alpha$ Cr B, $\gamma, \epsilon, \alpha$	9		30-32
S 130	—	—	—	B	—>—	Boo, $\eta$ U Ma			30-32
S 131	—	—	—	B	—>—	et 12 C Vn			30-32
233	—	2 14 48	6	B-K	Rayons et draperies	$\alpha, \beta, \epsilon$ Aur		XVI	25-27
234	—	2 19 20	5	B-K	Beaux rayons	$\alpha, \beta, \epsilon$ Aur, $\alpha, \delta$ Per		XVI	26-28
235	—	2 20 7	6	B-K	Restes des rayons	$\alpha, \beta, \epsilon$ Aur		XVI	26-27
S 132	—	2 21 3	4	B	Couronne	$\epsilon, \eta, \zeta$ UMa, $\lambda, \gamma, \beta$ Boo			30-32
S 133	—	2 22 9	3	K	—>—	$\epsilon, \eta, \zeta$ U Ma			30-32
S 134	—	2 22 52	3	B	—>—	$\epsilon, \eta, \zeta$ UMa, $\lambda, \gamma, \beta$ Boo			30-32
S 135	—	2 22 52	3	K	—>—	$\epsilon, \eta, \zeta$ UMa, $\lambda, \gamma, \beta$ Boo	9		30-32
S 136	—	2 25 48	7	B	—>—	$\eta, \zeta$ UMa, $\lambda, \beta$ Boo	9		30-32
236	—	2 27 1	9	B-K	Masse de rayons	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		IX	29-30
237	—	3 19 57	—	B-K	Hauts rayons	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas	10	IX	26-29
238	—	3 20 57	10	B-K	—>—	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas	10	IX	26-28
239	—	3 22 32	10	B-K	Courte Draperie	Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem	10	XV	27-29
240	—	3 24 52	9	B-K	Même draperie	Jupiter, $\alpha, \beta$ Gem		XIII	27-29
241	—	3 31 41	7	B-K	—>—	$\alpha, \beta, \vartheta$ Gem	11	XV	27-28
242	—	3 49 22	—	B-K	Rayons bleus	$\alpha, \beta, \epsilon$ Aur		XVI	24-26
243	—	3 53 22	—	B-K	—>—	$\alpha, \delta, \epsilon, \beta$ U Mi		XVI	27-29
S 137	—	4 25 22	7	B	—>—	$\alpha, \beta, \gamma$ U Ma		XVI	28-29
—	—	4 28 17	8	B	Bases des rayons bleus	—	11		
S 138	—	4 31 22	—	B	Rayons bleus	$\alpha, \beta, \gamma$ U Ma		XVI	28-29
S 139	—	4 40 35	6	B	Couronne de rayons bleus	$\rho, \epsilon, \eta$ Her	12		30-32
S 140	—	4 40 55	6	B	—>—	—	12		30-32
S 141	—	4 41 21	6	B	—>—	—	12		30-32
S 142	—	4 41 44	5	B	—>—	—	12		30-32
S 143	—	4 42 7	7	B	—>—	—	12		30-32
S 144	—	4 42 26	8	B	—>—	—	12		30-32
S 145	—	4 43 8	8	B	—>—	—	13		30-32
S 146	—	4 43 31	10	B	—>—	—	13		30-32
S 147	—	4 43 56	8	B	—>—	—	13		30-32
S 148	—	4 44 30	7	B	—>—	—	13		30-32
S 149	—	4 45 18	10	B	—>—	—	13		30-32
S 150	—	4 46 0	5	B	—>—	—	13		30-32
244	18 avril	23 41 30	—	B-D	Arc	$\zeta, \omicron, 16, \pi$ Per		XII	23-24
<b>1921</b>									
S 151	14 févr.	0 25 5	cr 120	B	Arc	$\iota, \omicron$ And, $\tau$ Cyg		XII	22-24
S 152	—	0 59 5	cr 120	B	—>—	$\iota, \omicron$ And, 10 Lac		XII	23-25
S 153	13 mai	22 31 36	cr. 1	B	Couronne	$\zeta, \eta$ UMa, 12 C Vn			30-32
S 154	—	22 33 36	1	B	—>—	$\zeta, \eta$ UMa, 12 C Vn			30-32
245	—	23 39 58	5	B-K	Rayons	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas		XII	27-28
246	—	23 40 38	8	B-K	—>—	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas		XII	26-28
247	—	23 47 10	6	B-K	—>—	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas		XIII	27-29
248	—	23 47 44	6	B-K	—>—	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas		XIV	28-29
249	—	23 48 22	5	B-K	—>—	$\epsilon, \gamma, \beta$ Cas		XV	28-29
250	—	23 54 40	—	C-O	—>—	$\epsilon, \zeta, \eta$ U Ma		XVI	29-30
251	—	23 59 13	—	C-O	Rayons et draperie	Jupiter, $\gamma, \delta$ Leo		XVI	28-30
252	14 mai	0 0 58	—	C-O	Arc	$\alpha, \eta, \zeta$ Boo		XVI	30-31
253	—	0 1 43	—	C-O	—>—	$\alpha, \eta, \zeta$ Boo		XVI	30-31
254	—	0 2 59	—	C-O	—>—	$\alpha, \eta, \zeta$ Boo		XVI	30-31

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
<b>1921</b>									
255	14 mai	0 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup>		C-O	Arc	$\alpha, \gamma, \zeta$ Boo		XVI	30-31
256	—	0 4 44	3 <sup>s</sup>	C-O	Rayons	Jupiter, Saturne, $\delta, \gamma$ Leo	11	XVI	28-30
257	—	0 6 53	9	B-K	—	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg, $\alpha$ Lyr		XVI	29-31
258	—	0 13 47		C-O	Deux arcs	Jupiter, Saturne, $\delta$ Leo		XVII	29-31
259	—	0 15 17		C-O	L'arc à droite	Jupiter, Saturne, $\delta$ Leo		XVII	29-30
260	—	0 16 7		C-O	Les deux arcs	Jupiter, Saturne, $\delta$ Leo		XVII	29-31
S 155	—	0 16 40	8	B	—	Jupiter, Saturne, $\delta$ Leo		XIII	29-31
261	—	0 17 7		C-O	Draperie	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ U Ma		XIV	29-30
S 156	—	0 18 31	7	B	Arc pulsatoire	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		XVII	30-31
262	—	0 18 48	6	C-O	Le même	$\beta, \gamma, \psi$ Leo		XIV	29-31
S 157	—	0 19 10	9	B	—	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		XV	30-31
S 158	—	0 19 45	7	B	—	$\alpha$ Lyr, $\iota$ Her, $\delta$ Cyg		XIII	30-31
S 159	—	0 21 58	7	B	—	$\alpha, \varepsilon$ Boo, $\alpha$ Cr B		XIV	30-31
S 160	—	0 22 23	10	B	—	$\alpha, \varepsilon$ Boo, $\alpha$ Cr B	11	XV	30-31
S 161	—	0 37 18	5	B	Couronne	$\varphi, \eta$ Her, $\zeta$ Cr B			30-32
S 162	—	0 40 6	6	B	—	$\varphi, \eta$ Her, $\zeta$ Cr B			30-32
S 163	—	0 43 14		C	—	$\tau, \varphi$ Her, 17 Dra			30-32
S 164	—	0 46 0	3	B	—	$\varphi, \eta$ Her, $\zeta$ Cr B			30-32
S 165	—	0 48 33	7	B	—	$\varphi, \eta$ Her, $\zeta$ Cr B			30-32
263	4 oct.	22 48 18	cr. 60	B-D	Arc	$\gamma$ U Ma, 8,12 C Vn		XVII	23-24
S 166	—	23 15 48	cr 120	D	—	$\gamma$ Boo, 8,12 C Vn		XVII	22-23
S 167	—	23 22 48		D	—	$\gamma$ Boo, $\alpha, \zeta$ Cr B, $\zeta$ Her		XVII	22-23
S 168	—	23 24 48		D	—	$\gamma$ Boo, $\eta$ U Ma, 12 C Vn		XVII	22-23
S 169	—	23 27 48		D	—	$\eta$ U Ma, 12 C Vn		XVII	22-23
S 170	8 oct.	20 0 23	cr. 60	B	—	$\alpha, \beta, \psi$ Aur		XVII	25-27
S 171	—	20 1 43		B	—	$\alpha, \mu$ U Ma, 38 Lyn		XVII	25-27
S 172	—	20 17 28		B	—	$\psi, \omega, \mu$ U Ma		XVII	24-26
S 173	—	20 19 53		B	—	$\psi, \omega, \mu$ U Ma		XVII	24-26
S 174	—	20 23 43		B	—	$\alpha, 10$ U Ma 38 Lyn		XVII	24-26
S 175	—	20 58 43		B	—	$\psi, \omega$ U Ma, 12 C Vn		XVII	24-26
S 176	—	21 15 14	30	B	—	$\alpha, 10$ U Ma, 38 Lyn		XVII	25-26
S 177	—	21 16 29		B	—	$\lambda, \psi, \omega$ U Ma, 12 C Vn		XVII	25-26
S 178	—	21 35 14		B	Arc au bord net	$\psi, \omega, \mu$ U Ma		XVII	23-25
S 179	—	21 40 34		B	—	$\psi, \omega, \mu$ U Ma		XVII	23-25
264	—	22 43 38		C-K	Faibles rayons	$\beta, \gamma, \lambda$ Boo		XVII	23-24
265	—	22 46 54		C-K	—	$\beta, \gamma, \lambda$ Boo		XVII	24-25
266	—	22 47 39		C-K	—	$\beta, \gamma, \lambda$ Boo		XVII	23-25
267	—	23 14 40	cr. 10	C-K	Draperie	$\eta$ U Ma, 8,12 C Vn	14	XVI	21-26
268	—	23 16 20		C-K	—	$\gamma, \psi, \omega$ U Ma		XVI	25-26
269	—	23 17 10		C-K	—	$\chi, \psi, \omega$ U Ma		XVI	25-26
270	—	23 17 40		C-K	—	$\gamma, \psi, \omega$ U Ma		XVI	25-26
	—	23 57 0	60	B	Faibles restes		14		
271	9 oct.	0 24 42	30	C-O	Faible tache	$\delta, \sigma, 95$ Her		XVI	27-28
272	—	0 25 52	30	C-O	La même tache	$\delta, \sigma, \rho$ Her		XVI	26-28
S 180	12 oct.	0 13 16	60	B	Arc	$\gamma, \psi, \lambda$ U Ma	14	XVII	27-29
S 181	—	0 14 56	20	B	—	$\beta, \gamma$ U Ma		XVII	27-29
S 182	—	0 16 26	60	B	—	$\beta, \gamma$ U Ma		XVII	26-28
S 183	21 oct.	19 57 55	60	B	—	8,12 C Vn		XVIII	24-26
S 184	—	20 0 15	60	B	—	8,12 C Vn		XVIII	24-26
S 185	—	20 3 25	60	B	—	$\psi, \omega, \mu$ U Ma		XVIII	24-26
<b>1922</b>									
273	3 févr.	21 2 8	20	B-D	Faibles rayons dans un arc	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		XVIII	21-24
274	—	21 20 38		B-D	Arc irrégulier	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		XVIII	23-25
275	—	21 54 18		B-D	Arc diffus	$\alpha$ Lyr, $\delta$ Cyg, $\iota$ Her		XVIII	24-25
276	—	21 55 38		B-D	—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg		XVIII	24-25
277	—	21 57 8		B-D	—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg		XVIII	24-25
278	—	23 30 19	60	B-D	—	$\alpha, \delta, \psi$ And		XVIII	23-24
S 186	—	23 33 49		B	—	$\alpha, \beta$ Lyr, $\delta$ Cyg		XVIII	24-25
279	—	23 57 14	45	B-D	Arc homogène	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		XVIII	24-25
280	—	23 59 29	cr. 60	B-D	—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg	15	XVIII	24-25
281	4 févr.	0 1 9	cr. 60	B-D	—	$\alpha, \delta, \iota$ And	15	XVIII	23-24
282	—	0 3 9	cr. 60	B-D	—	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr	15	XVIII	24-25

Table I continuée

No.	Date	Heure	Pose	Stat.	Aurore	Etoiles	Pl.	Carte	$\theta$
	<b>1922</b>								
S 187	4 févr.	0h 4m 19s	30s	B	Arc homogène	$\alpha, \gamma, \delta$ Cyg		XVIII	24—25
283	—	0 5 39		B—D	—>—	$\alpha, \beta, \iota$ And		XVIII	23—24
284	—	0 6 39		B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg		XVIII	24—25
285	—	0 11 19		B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg	16	XIX	23—25
286	—	0 12 9		B—D	—>—	$\alpha, \beta, \iota$ And		XIX	23—25
287	—	0 13 39		B—D	—>—	$\alpha, \beta, \eta$ Lyr, $\delta$ Cyg		XIX	24—25
288	—	0 14 9		B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg	16	XIX	23—25
289	—	0 14 59		B—D	—>—	$\alpha, \beta, \iota$ And		XIX	24—25
290	—	0 15 39		B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg		XIX	24—25
291	—	0 43 9	60	B—D	—>—	$\beta, \pi, \vartheta$ And		XIX	23—24
292	—	0 46 19	60	B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg		XIX	23—25
293	—	0 48 29		B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg	16	XIX	23—25
294	—	0 51 9		B—D	—>—	$\alpha, \gamma, \tau$ Cyg		XIX	23—25
S 188	—	0 54 9		D	—>—	$\alpha$ Tri, $\beta$ Ari		XIX	22—24
295	—	0 55 39		B—D	—>—	$\beta, \pi, \vartheta$ And		XIX	23—24
296	27 sept.	23 7 12	120	B—D	—>—	$\zeta, \eta$ UMa, 12 CVn		XVIII	21—23
297	—	23 42 12	30	B—D	—>—	$\eta$ UMa, 8, 12 CVn		XIX	24—25
298	—	23 43 27	10	B—D	Rayons dans l'arc	$\zeta, \eta$ UMa, 12 CVn		XIX	23—24
299	—	23 46 52	8	B—D	Bande d'aurore	$\varepsilon, \zeta, \eta$ UMa		XIX	25—26
300	28 sept.	0 19 12	cr. 60	B—D	Arc homogène	$\eta$ UMa, 8, 12 CVn		XIX	23—24
301	—	0 20 42	—60	B—D	—>—	$\eta$ UMa, 8, 12 CVn		XVIII	21—22
S 189	—	0 22 23	—60	D	Arc	L'horison de Dombaas		XVIII	21—22
302	—	0 34 43	120	B—D	—>—	$\eta$ UMa, 8, 12 CVn		XIX	23—24
303	—	0 38 13	120	B—D	—>—	$\eta$ UMa, 8, 12 CVn, $\gamma$ Boo		XIX	23—24
04	—	0 41 43	120	B—D	—>—	$\eta$ UMa, 8, 12 CVn, $\gamma$ Boo		XIX	22—23

TABLE II

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
1	1911 22 février	20 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	C-A <sub>1</sub>	1		180-83.7	4.4	358		31.0	191	298	86.7
				2		180-78.0	4.8	323		31.0	172	270	180-87.2
				3		180-84.7	4.0	394		25.4	179	346	85.8
				4		180-79.5	4.4	353		25.4	159	311	180-88.9
				5		180-86.2	2.8	564		18.0	196	521	85.4
				6		180-82.6	3.3	476		18.0	163	441	88.7
2	8 avril	23 18 20	C-A <sub>1</sub>	1	180-22.5	180-20.4	2.1	265	71.7	21.1	100	244	180-12.7
				2	180-21.4	180-19.3	2.1	252	80.2	21.0	95	232	180-9.1
3	—	23 20 40	C-A <sub>1</sub>	1	180-33.8	180-31.5	2.3	363	31.6	17.0	116	341	180-35.2
				2	180-29.0	180-26.9	2.1	344	37.6	17.3	111	323	180-29.2
4	—	23 39 10	C-A <sub>1</sub>	1	180-39.5	180-37.7	1.8	543	30.2	18.6	193	500	180-41.1
				2	180-38.5	180-36.7	1.8	531	27.6	16.7	173	495	180-40.7
				3	180-37.5	180-35.8	1.7	550	25.5	15.1	164	518	180-40.3
5	—	23 30 30	C-A <sub>1</sub>	1	180-33.0	180-31.0	2.0	412	21.8	11.6	96	398	180-36.7
				2	180-32.2	180-30.2	2.0	402	19.5	10.3	84	891	180-36.3
6	—	23 32 10	C-A <sub>1</sub>	1	180-30.7	180-29.1	1.6	486	31.7	15.6	147	458	180-32.4
				2	180-29.4	180-27.7	1.7	437	27.1	13.0	112	419	180-32.2
				3	180-28.1	180-26.5	1.6	446	21.8	10.1	93	433	180-31.9
7	—	23 33 10	C-A <sub>1</sub>	1	180-30.0	180-28.5	1.5	508	28.3	13.7	139	484	180-32.5
				2	180-28.4	180-27.1	1.3	560	21.4	10.0	121	542	180-32.2
				3	180-35.2	180-33.1	2.1	416	19.7	11.2	94	402	180-39.0
8	—	23 34 10	C-A <sub>1</sub>	1		180-36.6	1.8	529		20.9	208	479	180-38.6
				2		180-34.3	1.6	563		16.3	181	526	180-37.9
				3		180-32.4	1.6	535		12.5	137	513	180-37.3
				4		180-31.1	1.5	550		9.2	111	534	180-36.8
				5		180-29.8	1.5	530		8.7	102	516	180-35.5
9	—	23 35 30	C-A <sub>1</sub>	1	180-40.9	180-38.8	2.1	477	40.2	25.0	216	418	180-39.3
				2	180-37.5	180-35.7	1.8	518	34.2	20.0	195	473	180-35.2
				3	180-34.7	180-33.1	1.6	546	27.7	15.4	166	513	180-37.4
				5	180-34.4	180-32.4	2.0	428	49.9	25.6	196	375	180-29.7
				6	180-30.2	180-28.4	1.8	422	42.6	19.9	156	388	180-29.0
				7		180-15.4	1.1	386		12.8	97	371	180-16.0
				8	180-18.5	180-17.3	1.2	396	47.5	13.6	105	378	180-18.4
				10	—	23 38 10	C-A <sub>1</sub>	1		180-25.2	1.3	524	
2		180-22.1	1.5					401		9.9	81	390	180-27.2
3		180-21.6	1.4					420		10.2	88	408	180-26.4
4		180-21.2	1.2					482		10.3	104	467	180-25.7
5		180-20.9	1.2					475		10.4	103	460	180-25.3
6		180-19.6	1.3					413		10.9	91	400	180-23.6
11	—	23 39 10	C-A <sub>1</sub>	1	180-31.6	180-29.8	1.8	442	35.5	17.7	148	411	180-33.3
				2	180-28.7	180-26.9	1.8	402	25.1	11.8	94	388	180-32.0
				3	180-26.1	180-24.5	1.6	414	32.0	13.5	109	396	180-28.2
12	—	23 40 20	C-A <sub>1</sub>	1	180-29.3	180-27.5	1.8	410	22.0	10.7	89	397	180-33.2
				2	180-27.5	180-26.3	1.2	590	23.2	10.5	134	569	180-31.2
				3	180-25.5	180-23.9	1.6	405	30.7	12.7	101	389	180-27.9
				4	180-23.0	180-21.2	1.8	321	43.9	15.7	95	305	180-22.6
				5	180-22.3	180-20.6	1.7	331	42.0	14.7	92	316	180-22.6
13	—	23 41 40	C-A <sub>1</sub>	1	180-29.5	180-27.8	1.7	438	23.3	11.3	101	424	180-33.1
				2	180-28.4	180-26.7	1.7	423	19.0	9.0	80	413	180-32.7
				3	180-25.7	180-23.9	1.8	360	27.0	11.4	81	348	180-28.8
14	1917 15 février	20 17 8	C-A	1	180-66.7	180-56.0	10.7	125	180-57.4	50.7	97	78	180+44.7
				2	180-66.8	180-57.5	9.3	146	180-46.0	41.4	98	108	180+52.0
				3	180-67.3	180-59.4	7.9	175	180-38.1	34.8	102	141	180+56.0
				4	180-68.2	180-61.7	6.5	217	180-30.8	28.3	106	188	180+59.2
15	—	20 55 8	A-S	1	180-22.4	180-20.2	2.2	738	66.4	20.7	297	660	180+43.9
				2	180-18.7	180-16.7	2.0	682	56.0	15.7	217	635	180+42.6
				3	180-15.4	180-13.6	1.8	619	39.7	10.1	137	598	180+41.4
16	—	20 59 8	A-S	1	67.2	89.2	22.0	221	42.2	38.0	139	170	180-66.4
17	—	21 18 28	A-S	1	81.7	180-87.9	10.4	458	10.4	10.1	96	444	180-45.1
18	—	21 26 23	C-A	2	81.6	180-88.0	10.4	458	9.5	9.3	90	446	180-45.2
19	—	21 30 18	C-A	1		84.8	4.8	332		15.5	97	316	73.0
				2		180-89.8	6.1	263		20.7	98	243	77.2
				3		87.0	3.6	444		11.0	99	429	76.6
19	—	21 30 18	C-A	1	82.8	180-89.8	7.4	217	30.5	30.4	113	184	75.6
				2	83.9	180-88.6	7.5	214	27.5	27.5	102	187	76.9
				3	82.2	88.2	6.0	267	22.0	21.9	104	244	75.3

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$a$
19	1917 15 février	21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup>	C-A	4	83.4	89.4	6.0	267	19.8	19.9	96	248	76.6
				5	180-88.0	180-83.3	4.7	338	14.5	14.4	93	323	85.8
				6	180-87.5	180-80.4	7.1	223	31.0	31.0	118	188	86.8
				7	180-86.0	180-78.9	7.1	221	28.0	27.9	107	193	88.3
20	—	21 53 8	C-S	1		180-34.1	5.0	641		8.4	125	622	180 + 0.9
				2		180-33.9	5.2	613		6.4	98	601	180 - 0.5
21	—	21 54 38	C-S	1	180-37.7	180-33.0	4.7	662	16.6	10.4	153	637	180 + 2.6
				2	180-37.5	180-32.6	4.9	629	11.4	7.3	110	614	180 + 2.1
22	—	23 0 8	C-A	1		180-67.7	9.0	165		44.0	116	118	180-77.6
				2		180-64.4	8.6	168		39.7	109	128	180-74.0
				3		180-60.7	10.0	140		44.2	100	100	180-69.0
				4		180-58.5	10.2	134		41.9	91	99	180-67.4
				5		180-54.2	7.3	178		37.5	110	141	180-59.5
23	16 décembre	20 28 10	C-A	1	180-61.0	180-57.2	3.8	354	37.2	31.8	197	296	180-61.5
				2	180-58.7	180-54.6	4.1	318	33.1	27.7	154	275	180-60.3
				3	180-55.4	180-51.1	4.3	289	26.3	21.2	110	265	180-58.8
24	—	20 31 20	C-A	1	180-76.6	180-69.1	7.5	200	41.4	40.0	130	150	180-78.6
				2	180-73.9	180-65.6	8.3	176	38.0	36.2	106	140	180-76.1
25	—	21 56 30	C-A	1		180-30.8	4.5	182		29.6	92	154	180-14.6
				2		180-33.2	4.4	199		27.4	94	174	180-20.7
				3		180-36.1	4.3	219		25.2	96	196	180-26.3
				4		180-39.1	4.1	246		22.8	100	224	180-31.2
				6		180-37.5	4.1	238		28.7	117	205	180-25.2
				7		180-40.4	3.8	273		26.0	124	241	180-30.8
				8		180-43.1	3.9	280		23.8	118	252	180-35.3
				26	—	21 59 0	C-A	1	180-37.8	180-32.9	4.9	177	180-51.3
2	180-43.6	180-39.9	3.7					277	180-33.8	22.4	111	252	180-31.9
27	—	21 59 40	C-A	1		180-33.6	4.5	196		28.6	96	170	180-20.3
				2		180-36.0	4.6	204		28.3	100	177	180-24.2
				3		180-39.5	6.5	157		37.9	98	122	180-22.2
				4		180-43.4	6.4	172		35.5	102	138	180-31.5
				5		180-43.2	4.4	249		32.2	136	207	180-31.1
				6		180-41.1	4.8	219		29.7	112	187	180-30.7
				7		180-39.9	3.3	311		22.5	125	282	180-31.7
				8		180-40.5	3.6	289		20.7	108	265	180-33.6
28	—	22 5 0	C-A	1	67.7	80.9	13.2	121	180-82.4	66.5	111	48	360-24.2
				2	71.5	85.2	13.7	117	90.0	71.5	111	37	360-6.0
				4	61.2	73.6	12.4	125	180-83.2	60.4	109	61	360-18.5
				5	59.4	71.8	12.4	123	88.4	59.4	107	62	360-3.4
				6	63.1	75.1	12.0	130	180-84.3	62.5	116	59	360-17.4
				7	62.1	73.5	11.4	135	87.6	62.0	120	63	360-1.6
				29	—	22 6 40	C-A	1	46.5	54.8	8.3	158	180-79.6
2	45.2	53.1	7.9					162	180-87.4	45.2	116	103	360-8.8
3	46.3	54.2	7.9					165	83.7	46.1	120	102	0.4
4	34.6	40.2	5.6					185	180-78.0	34.0	105	151	360-14.1
5	36.1	41.3	5.2					203	180-80.9	35.8	121	162	360-12.6
30	—	22 9 0	C-A	1	180-54.7	180-47.2	7.5	157	180-47.1	36.8	95	124	180+37.6
				2	180-58.8	180-51.3	7.5	167	180-51.2	41.9	113	122	180+39.7
				3	180-64.0	180-57.2	6.8	198	180-55.7	48.0	149	130	180+42.8
				4	180-56.1	180-48.8	7.3	165	180-52.1	41.0	110	123	180+36.2
				5	180-59.7	180-52.8	6.9	185	180-55.2	45.2	133	128	180+38.1
31	—	22 11 0	C-A	1	72.1	75.7	3.6	431	82.0	70.4	407	136	16.7
				2	73.1	79.8	6.7	235	76.2	68.3	219	84	31.3
				3	73.7	82.5	8.8	181	71.7	65.7	165	73	40.4
				4	74.7	78.1	3.4	460	80.9	72.2	438	182	23.4
				5	76.4	81.6	5.2	304	77.3	71.4	289	93	35.4
				6	78.0	85.2	7.2	222	73.5	69.8	209	75	46.0
				7	76.8	83.1	6.3	252	85.0	76.0	245	59	13.6
				9	77.5	82.7	5.2	305	85.5	76.8	297	67	12.6
				32	—	22 11 40	C-A	1	64.4	70.2	5.8	260	180-88.0
2	64.3	70.2	5.9					255	180-87.2	64.2	230	107	360-12.3
33	—	22 19 0	C-A	1	47.9	51.2	3.3	378	180-77.7	46.3	278	250	360-19.6
				2	52.0	54.5	2.5	521	180-80.3	50.9	411	308	360-18.4
				3	52.8	56.2	3.4	391	180-75.5	50.3	306	238	360-24.6
				4	56.9	59.1	2.2	624	180-78.9	55.2	522	328	360-22.8



Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
<b>1918</b>													
34	11 avril	23 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup>	C—A	1	180—42.4	180—37.7	4.7	208	44.0	28.0	100	181	180—39.6
				2	180—40.6	180—36.1	4.5	209	41.4	25.6	93	187	180—38.9
35	12 avril	0 3 0	C—A	1	180—71.3	180—67.9	3.4	436	12.3	11.6	102	420	180—77.2
				2	180—66.8	180—63.8	3.0	478	11.7	10.6	106	462	180—72.7
				3	180—63.6	180—60.2	3.4	408	11.3	10.0	84	337	180—69.5
				4	180—60.6	180—57.1	3.5	384	13.5	11.6	88	370	180—66.1
36	—	0 11 30	C—A	1	180—66.4	180—64.2	2.2	654	6.8	6.2	104	641	180—72.5
37	—	0 17 0	C—A	1	180—56.4	180—54.3	2.1	618	20.5	17.0	208	573	180—60.9
				2	180—55.1	180—53.2	1.9	674	17.4	14.3	200	634	180—60.2
				3	180—53.8	180—52.0	1.8	700	14.0	11.4	176	668	180—59.4
				4	180—49.6	180—47.0	2.6	450	16.2	12.4	112	432	180—54.8
				5	180—46.1	180—43.3	2.8	392	20.0	14.2	108	373	180—50.6
				6	180—42.0	180—40.1	1.9	542	15.1	10.0	116	524	180—47.3
				7	180—36.0	180—33.9	2.1	425	17.2	9.9	87	413	180—41.0
38	—	0 20 0	C—A	1	180—59.7	180—57.7	2.0	676	23.1	21.7	279	601	180—64.1
				2	180—58.2	180—56.1	2.1	632	19.4	18.3	228	579	180—63.2
				3	180—56.8	180—54.8	2.0	653	15.8	15.1	201	612	180—62.3
				4	180—55.2	180—53.1	2.1	609	11.2	11.0	144	585	180—61.1
				5	180—51.6	180—48.9	2.7	446	13.7	12.7	113	428	180—57.2
				6	180—47.3	180—44.3	3.0	372	16.4	14.0	101	356	180—52.4
				7	180—45.6	180—42.6	3.0	361	19.8	16.0	109	341	180—50.1
				8	180—44.8	180—41.8	3.0	355	17.7	14.4	98	339	180—49.7
39	—	0 26 0	C—A	1	180—69.9	180—67.6	2.3	643	40.6	37.7	413	477	180—70.8
				2	180—66.6	180—63.8	2.8	512	35.0	31.8	373	531	180—68.6
				3	180—63.2	180—60.4	2.8	497	28.9	25.6	230	432	180—66.3
				4	180—59.0	180—56.5	2.5	533	20.0	16.9	175	497	180—63.7
				5	180—67.8	180—65.1	2.7	537	32.7	30.0	285	445	180—70.0
				6	180—64.9	180—62.1	2.8	505	27.3	24.5	226	444	180—68.5
40	—	0 35 0	C—A	1	180—70.5	180—67.6	2.9	510	12.0	11.5	122	491	180—76.4
				2	180—69.8	180—67.0	2.8	526	9.3	8.7	100	512	180—75.8
				3	180—61.4	180—58.4	3.0	454	9.9	8.7	84	443	180—67.3
41	—	0 37 0	C—A	1	180—76.4	180—73.1	3.3	464	10.2	9.9	96	450	180—82.4
				2	180—75.2	180—71.9	3.3	461	8.2	7.9	80	451	180—83.3
				3	180—72.8	180—69.3	3.5	427	11.6	11.1	96	413	180—78.8
				4	180—71.2	180—67.7	3.5	423	9.0	8.5	77	413	180—77.2
42	—	0 39 0	C—A	1	180—78.8	180—75.2	3.6	429	12.1	11.8	102	414	180—84.8
				2	180—77.0	180—74.1	2.9	530	10.6	10.3	116	513	180—83.1
43	—	1 34 0	C—A	1	180—59.8	180—57.2	2.6	517	36.6	31.0	282	424	180—60.3
				2	180—56.8	180—54.4	2.4	542	31.9	26.2	258	467	180—58.7
				3	180—54.0	180—51.7	2.3	546	26.4	21.0	216	493	180—57.2
				4	180—50.9	180—48.8	2.1	573	19.7	15.2	157	493	180—55.5
				5	180—57.7	180—55.2	2.5	525	30.5	25.4	242	457	180—60.0
				6	180—55.1	180—52.8	2.3	554	25.8	20.9	218	500	180—58.6
				7	180—53.4	180—51.3	2.1	594	22.6	18.0	208	547	180—57.6
44	21 septembre	22 0 30	C—A	1	180—66.4	180—62.4	4.0	354	17.9	16.4	110	334	180—71.6
				2	180—65.2	180—61.4	3.8	370	14.4	13.1	94	355	180—70.7
45	—	22 15 30	C—A	1	180—55.0	180—51.6	3.4	369	60.4	45.4	268	248	180—41.2
				2	180—47.7	180—44.2	3.5	319	54.0	36.8	196	247	180—39.2
				3	180—40.8	180—37.4	3.4	286	46.3	28.2	140	246	180—37.2
				4	180—52.5	180—49.3	3.2	379	54.5	40.3	252	277	180—43.3
				5	180—46.9	180—43.5	3.4	324	48.1	33.0	182	263	180—41.8
				6	180—53.5	180—50.8	2.7	459	49.3	37.6	290	346	180—47.5
				7	180—49.1	180—46.1	3.0	384	43.2	31.2	208	317	180—46.3
46	11 novembre	22 46 38	B—K <sub>1</sub>	1	180—69.8	180—63.6	6.2	529	28.8	26.8	256	455	180— 1.2
				2	180—69.5	180—62.9	6.6	494	23.2	21.6	198	443	180— 1.9
				3	180—69.3	180—62.4	6.9	470	16.6	15.5	142	443	180— 2.3
47	12 novembre	0 6 50	B—K <sub>1</sub>	1	75.7	87.2	11.5	319	17.1	16.6	99	301	180—38.8
				2	75.9	87.2	11.3	325	20.7	20.0	118	300	180—38.9
<b>1919</b>													
48	19 mars	21 52 11	B—K <sub>1</sub>	1	180—75.3	180—66.4	8.9	377	13.4	13.1	96	362	180— 8.8
				2	180—73.7	180—65.1	8.6	387	15.2	14.7	109	368	180— 6.9
49	23 mars	23 8 12	B—K <sub>1</sub>	1	42.1	48.3	6.2	441	22.1	15.1	129	417	180—74.1
				2	42.6	48.4	5.8	472	20.4	14.1	131	448	180—73.3
50	—	23 11 52	B—K <sub>1</sub>	1	44.0	49.2	5.2	532	21.8	14.8	157	502	180—72.0
51	4 octobre	20 9 51	B—O	1	180—45.4	180—42.8	2.6	391	180—63.3	39.3	254	291	180+34.2
				2	180—44.1	180—42.0	2.1	477	180—61.5	37.6	302	361	180+34.5
				3	180—36.5	180—34.6	1.9	447	180—57.6	30.0	234	374	180+31.4

Tableau II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
51	1919	20 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> 51 <sup>s</sup>	B-O	4	180-34.5	180-33.0	1.5	543	180-53.9	27.2	265	465	180+31.9
52	4 octobre	20 10 36	B-O	1	180-51.1	180-48.6	2.5	449	62.9	43.8	318	309	180-19.6
				2	180-39.6	180-37.7	1.9	482	49.0	28.8	245	407	180-18.6
				3	180-52.8	180-50.2	2.6	442	59.4	43.4	283	332	180-24.0
				5	180-59.3	180-56.6	2.7	463	48.6	40.2	307	337	180-38.3
				6	180-54.0	180-51.3	2.7	433	40.0	31.3	235	357	180-36.7
				7	180-63.4	180-60.6	2.8	466	44.7	39.5	306	343	180-44.3
				8	180-61.2	180-58.5	2.7	473	38.9	33.4	273	377	180-43.2
53	—	20 15 41	B-O	1		180-27.8	1.9	367		23.4	155	328	180+28.5
				2		180-31.7	2.1	375		28.0	185	324	180+29.9
				3		180-37.0	2.2	410		33.6	236	332	180+31.5
				4		180-44.1	2.2	474		40.9	320	342	180+33.8
54	—	20 30 2	B-O	1	180-51.8	180-46.6	5.2	209	180-43.3	32.6	115	173	180+52.6
				2	180-53.5	180-48.7	4.8	234	180-37.8	29.4	118	200	180-56.6
55	—	20 32 17	B-O	1	180-75.3	180-63.3	12.0	112	72.0	67.1	104	42	180-40.0
				2	180-69.4	180-57.2	12.2	104	80.0	67.3	98	40	180-14.9
				3	180-63.6	180-52.4	11.2	106	88.7	63.6	96	46	180-7.4
				4	180-58.7	180-48.4	10.3	109	180-82.0	57.7	93	57	180+22.6
56	—	20 37 32	B-O	1	180-63.3	180-57.2	6.1	207	180-42.0	37.3	128	160	180-65.6
57	—	20 42 47	B-O	1	180-77.9	180-65.1	12.8	107	180-58.2	56.2	89	58	180+77.7
				2	180-79.5	180-66.5	13.0	106	180-67.2	65.0	97	44	180-74.5
				3	180-81.3	180-68.3	13.0	108	180-72.8	70.8	102	35	180+72.5
58	—	20 47 13	B-O	1	180-53.8	180-51.8	2.0	588	180-43.2	33.5	343	465	180-54.7
				2	180-49.0	180-47.1	1.9	577	180-37.1	27.1	283	492	180-52.3
				3	180-44.0	180-42.0	2.0	501	180-28.7	19.5	183	459	180-50.1
59	—	20 50 18	B-O	1	180-53.5	180-50.1	3.4	338	180-49.7	37.8	213	258	180-51.0
				2	180-46.0	180-42.9	3.1	329	180-41.4	28.5	163	282	180-47.6
				3	180-53.2	180-50.1	3.1	371	180-46.1	35.3	221	292	180-52.6
				4	180-45.9	180-42.9	3.0	340	180-36.6	25.4	153	300	180-49.4
60	—	22 15 17	B-K	1	180-75.4	180-63.9	11.5	287	36.2	34.9	168	229	180-5.7
				2	180-74.1	180-62.3	11.8	276	28.6	27.5	132	240	180-5.8
61	—	22 17 42	B-K	1	180-74.8	180-61.1	13.7	236	30.9	29.7	120	201	180-6.0
				2	180-74.1	180-60.7	13.4	240	26.7	25.8	108	212	180-5.9
				3	180-72.7	180-59.6	13.1	243	25.0	23.8	102	219	180-4.6
				4	180-71.7	180-58.5	13.2	238	27.2	25.8	107	211	180-3.2
				5	180-72.7	180-59.1	13.6	233	31.2	29.6	118	198	180-3.8
62	—	22 20 22	B-K	1	180-82.0	180-69.1	12.9	267	20.1	19.8	95	247	180-15.3
				2	180-80.3	180-62.5	17.8	185	29.6	29.1	94	159	180-13.8
63	—	22 22 7	B-K	1	88.7	180-83.1	8.2	444	13.4	43.2	116	424	180-25.0
				2	180-69.3	180-60.5	8.8	363	18.8	17.7	119	339	180-1.7
				3	180-68.8	180-60.0	8.8	361	15.2	14.2	99	344	180-1.6
				4	180-66.9	180-58.6	8.3	377	18.5	17.1	117	344	180+0.7
64	—	22 22 44	B-K	1		180-72.5	9.1	384		17.6	126	359	180-16.9
				2		180-72.8	8.6	407		12.0	97	393	180-16.8
				3		180-74.9	8.5	416		12.0	99	401	180-18.9
				4		180-74.8	8.7	407		13.9	110	388	180-19.0
				5		180-74.7	8.9	397		14.9	113	377	180-19.1
65	—	22 23 50	B-K	1	180-83.4	180-74.7	8.7	406	15.2	15.2	119	385	180-17.1
				2	180-83.1	180-74.5	8.6	411	11.9	11.8	97	396	180-16.8
				3	180-80.1	180-70.1	10.0	345	14.1	14.0	92	330	180-13.8
66	17 octobre	20 35 40	B-K	1	38.8	44.6	5.8	443	180-44.1	25.9	206	386	36.2
				2	36.2	41.1	4.9	491	180-47.8	26.0	230	426	40.0
				3	34.4	39.6	5.2	488	180-41.4	21.9	198	439	39.0
67	—	21 29 27	B-O	1	180-65.2	180-63.2	2.0	668	11.0	10.0	149	644	180-55.0
68	—	21 30 12	B-K	1	57.4	62.3	4.9	661	14.5	12.2	171	629	180-57.1
				2	57.5	62.6	5.1	637	10.8	9.1	131	616	180-56.6
69	—	22 0 8	B-K	1	63.3	69.4	6.1	561	12.5	11.2	133	540	180-50.9
				2	64.9	71.5	6.6	526	10.8	9.9	111	510	180-49.2
70	—	22 3 23	B-K	1	82.0	180-87.9	10.1	363	16.5	16.2	111	343	180-32.1
				2	82.3	180-87.5	10.2	360	14.3	14.0	96	344	180-31.6
				3	85.9	180-84.8	9.3	393	13.9	13.8	105	375	180-27.9
				4	85.4	180-84.0	10.6	345	16.6	16.5	106	325	180-28.4
71	—	23 21 41	B-K	1	180-77.2	180-70.3	6.9	499	8.8	8.6	94	487	180-10.7
				2	180-76.0	180-69.4	6.6	519	9.3	9.1	103	505	180-9.5
				3	180-78.3	180-72.3	6.0	581	9.2	9.0	116	564	180-11.9
72	—	23 22 46	B-K	1	180-73.9	180-66.0	7.9	424	10.3	9.9	87	412	180-7.4
73	—	23 24 51	B-K	1	180-73.5	180-66.9	6.6	510	10.0	9.6	105	495	180-7.0
74	—	23 28 21	B-K	1	180-83.6	180-76.6	7.0	509	9.1	9.1	101	500	180-17.1

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$a$
<b>1919</b>													
75	17 octobre	23 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 46 <sup>s</sup>	B-K	1	180-78.2	180-72.0	6.2	561	9.6	9.4	115	544	180-11.8
76	—	23 34 21	B-K	1	180-77.2	180-70.6	6.6	523	9.2	9.0	103	509	180-10.9
				2	180-76.3	180-69.3	7.0	489	9.9	9.6	100	475	180- 9.9
				3	180-68.5	180-63.0	5.5	592	10.0	9.3	122	574	180- 4.1
77	—	23 35 21	B-K	1	180-75.3	180-68.9	6.4	533	9.2	8.9	104	519	180- 8.9
				2	180-74.6	180-68.2	6.4	531	9.7	9.4	108	516	180- 8.1
				3	180-65.9	180-59.5	6.4	493	10.1	9.3	98	479	180+ 0.7
78	—	23 37 11	B-K	1	180-77.2	180-71.2	6.0	577	9.4	9.2	117	560	180-10.8
				2	180-77.0	180-71.1	5.9	587	8.4	8.2	110	572	180-10.7
				3	180-74.4	180-68.2	6.2	548	9.0	8.7	106	533	180- 8.0
				4	180-71.8	180-66.1	5.7	587	9.8	9.4	121	569	180- 5.3
79	—	23 38 31	B-K	1	180-71.1	180-64.0	7.1	464	9.9	9.3	91	451	180- 4.5
				2	180-66.6	180-60.0	6.6	480	10.7	9.8	99	466	180+ 0.0
				3	180-66.3	180-59.8	6.5	487	11.7	10.6	107	471	180+ 0.5
80	—	23 39 46	B-K	1	180-63.0	180-56.9	6.1	502	11.5	10.3	109	487	180+ 3.8
81	—	23 43 26	B-K	1	180-72.6	180-66.6	6.0	560	10.0	9.5	116	543	180- 6.0
				2	180-69.4	180-62.1	7.3	443	10.0	9.3	87	432	180- 2.8
				3	180-65.9	180-59.7	6.2	510	10.9	9.9	106	490	180+ 0.9
82	—	23 46 57	B-K	1	180-65.6	180-60.1	5.5	576	10.9	10.0	125	558	180+ 1.1
				2	180-68.9	180-62.9	6.0	543	11.0	10.2	119	525	180- 2.3
83	—	23 59 52	B-K	1	180-82.6	180-76.8	5.8	614	20.2	20.0	235	557	180-15.8
				2	180-82.6	180-76.7	5.9	603	15.8	15.7	189	565	180-16.0
				3	180-82.2	180-76.6	5.6	635	11.0	10.9	150	610	180-15.8
84	18 octobre	0 1 2	B-K	1	180-71.2	180-63.5	7.7	426	25.2	23.8	183	379	180- 3.1
				2	180-70.3	180-62.7	7.4	440	13.3	12.5	109	422	180- 3.5
				3	180-69.8	180-61.8	8.0	404	20.0	18.8	141	374	180- 2.3
				4	180-69.4	180-61.5	7.9	407	13.4	12.6	101	392	180- 2.6
85	—	0 7 30	B-K	1	180-64.6	180-59.6	5.0	631	13.6	16.7	210	586	180+ 2.9
				2	180-64.4	180-59.4	5.0	629	14.0	12.7	167	599	180+ 2.6
				3	180-64.2	180-59.3	4.9	629	8.6	7.7	114	613	180+ 2.2
86	—	0 8 27	B-K	1	180-61.0	180-56.3	4.7	647	25.7	22.3	273	575	180+ 7.8
				2	180-60.4	180-55.8	4.6	657	19.1	16.6	219	610	180+ 7.2
				3	180-60.3	180-55.6	4.7	642	12.5	11.9	163	613	180+ 6.5
				4	180-65.5	180-59.8	5.7	555	22.0	19.9	210	506	180+ 2.6
				5	180-64.9	180-59.8	5.1	620	12.3	11.2	149	595	180+ 1.9
87	—	0 9 2	B-K	1	180-67.6	180-62.1	5.5	588	22.5	20.4	228	532	180+ 0.4
				2	180-67.3	180-61.6	5.7	565	13.2	12.2	143	540	180- 0.4
88	—	0 10 22	B-K	1	180-76.4	180-71.0	5.4	640	28.3	27.4	319	542	180- 8.4
				2	180-75.9	180-70.1	5.8	593	20.7	20.0	226	539	180- 8.7
				3	180-75.6	180-69.6	6.0	572	15.0	14.5	167	540	180- 8.9
				4	180-75.4	180-69.4	6.0	571	8.2	7.8	102	557	180- 9.0
				5	180-81.2	180-75.1	6.1	580	8.0	7.9	105	565	180-15.0
				6	180-79.2	180-73.2	6.0	584	7.9	7.7	104	570	180-12.9
				7	180-84.1	180-78.5	5.6	640	7.5	7.5	115	624	180-17.8
89	—	0 27 3	B-K	1	180-76.1	180-71.0	5.1	678	8.2	8.0	130	659	180- 9.8
				2	180-74.3	180-68.4	5.9	576	8.4	8.2	108	562	180- 7.9
				3	180-76.7	180-71.3	5.4	641	27.7	26.8	314	546	180- 8.7
				4	180-76.1	180-70.6	5.6	616	20.8	19.9	235	559	180- 8.9
				5	180-75.7	180-70.1	5.6	614	12.8	12.4	159	586	180- 9.1
				6	180-57.8	180-53.4	4.5	652	23.5	19.6	248	592	180-10.7
				7	180-56.8	180-52.5	4.6	631	15.0	12.4	165	601	180-10.3
90	—	0 35 53	B-K	1	180-69.3	180-62.9	6.4	509	20.7	19.2	185	468	180- 1.8
				2	180-68.6	180-62.5	6.1	532	15.6	14.3	152	504	180- 1.7
				3	180-67.8	180-62.1	5.7	567	10.1	9.4	117	550	180- 1.2
				4	180-68.6	180-63.0	5.6	582	10.1	9.5	121	564	180- 2.0
				5	180-69.4	180-63.2	6.2	527	10.6	9.9	112	511	180- 2.9
91	—	0 36 28	B-K	1	180-69.2	180-63.7	5.5	596	24.9	23.2	258	527	180- 1.0
				2	180-68.7	180-62.9	5.8	561	19.2	17.8	194	519	180- 1.3
				3	180-68.3	180-62.4	5.9	549	14.0	13.0	146	524	180- 1.4
				4	180-68.0	180-62.1	5.9	548	9.4	8.8	107	533	180- 1.5
				5	180-69.4	180-63.3	6.1	536	9.8	9.2	108	521	180- 2.7
				6	180-68.3	180-62.5	5.8	559	8.9	8.4	105	545	180- 1.8
				7	180-70.2	180-64.0	6.2	530	16.5	15.4	161	499	180- 3.0
				8	180-69.9	180-63.7	6.2	529	10.9	10.3	116	512	180- 3.2
				9	180-71.6	180-65.0	6.6	503	16.5	15.5	153	473	180- 4.5
				10	180-71.2	180-64.7	6.5	509	10.6	10.1	109	493	180- 4.5
92	—	0 37 13	B-K	1	180-66.5	180-61.3	5.2	617	8.8	8.1	116	600	180+ 0.0
				2	180-65.8	180-60.8	5.0	638	8.3	7.6	116	622	180+ 0.7

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$a$
92	1919 18 octobre	0 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup>	B-K	3	180-64.7	180-59.5	5.2	606	8.4	7.7	110	591	180+ 1.8
				4	180-64.5	180-59.0	5.5	570	9.4	8.8	112	554	180+ 2.0
93	—	1 0 54	B-K	1	180-73.0	180-67.8	5.2	651	12.8	12.3	171	620	180- 6.4
				2	180-72.8	180-67.7	5.1	663	9.2	8.7	133	643	180- 6.3
94	—	1 6 49	B-O	1	180-54.5	180-51.5	3.0	391	15.0	12.1	93	376	180-43.8
				2	180-54.9	180-52.3	2.6	457	15.6	12.7	116	438	180-44.1
				3	180-56.4	180-53.7	2.7	447	15.2	12.6	112	429	180-45.7
				4	180-56.3	180-53.5	2.8	430	13.8	11.4	99	415	180-45.7
				5	180-60.2	180-57.3	2.9	434	13.1	11.4	100	419	180-49.8
				6	180-60.0	180-57.5	2.5	505	11.6	10.1	108	489	180-49.8
				7	180-61.2	180-59.0	2.2	583	11.7	10.3	129	563	180-50.9
				8	180-62.8	180-60.2	2.6	500	11.5	10.2	107	484	180-52.6
95	—	1 16 50	B-K	1	74.2	80.3	6.1	591	22.0	21.1	236	533	180-40.8
				2	74.9	80.5	5.6	644	13.6	13.1	193	657	180-39.4
				3	81.4	87.2	5.8	630	19.7	19.4	236	574	180-33.1
				4	82.0	87.0	5.0	730	12.3	12.2	194	694	180-32.2
96	—	1 22 20	B-O	1	180-65.6	180-64.0	1.6	841	15.6	14.1	255	786	180-54.9
				2	180-64.6	180-62.9	1.7	784	12.2	11.0	195	748	180-54.2
				3	180-64.0	180-62.3	1.7	780	10.0	9.0	168	752	180-53.8
				4	180-61.8	180-60.2	1.6	812	17.9	15.7	266	752	180-50.8
				5	180-60.8	180-59.1	1.7	755	14.4	12.6	206	716	180-50.2
				6	180-59.9	180-58.2	1.7	748	10.6	9.2	161	722	180-49.6
				7	180-64.7	180-63.3	1.4	955	15.7	14.1	297	888	180-54.0
				8	180-63.1	180-61.5	1.6	822	9.8	8.8	176	792	180-52.8
97	16 novembre	21 32 30	B-K	1	180-82.5	180-75.1	7.4	478	23.0	22.8	200	428	180-15.6
				2	180-82.2	180-74.8	7.4	478	18.9	18.7	168	441	180-15.5
				3	180-81.8	180-74.4	7.4	477	14.0	13.9	131	454	180-15.3
				4	180-79.8	180-72.8	7.0	500	23.0	22.6	208	447	180-12.7
				5	180-79.6	180-72.4	7.2	485	19.3	19.0	172	442	180-12.8
				6	180-79.4	180-72.1	7.3	477	14.8	14.5	135	453	180-12.8
				1	180-76.5	180-71.2	5.3	653	8.0	7.9	123	636	180-10.0
				98	—	22 3 37	B-K	1	180-66.5	180-61.1	5.4	593	9.3
99	—	22 4 19	B-K	2	180-66.4	180-61.1	5.3	604	7.8	7.1	103	591	180- 0.1
100	—	22 8 32	B-O	1	87.7	180-89.5	2.8	535	9.8	9.9	114	518	180-82.6
				2	180-88.6	180-84.7	3.9	382	11.9	12.0	90	369	180-78.8
				3	180-84.7	180-80.2	4.5	328	13.6	13.8	86	315	180-74.7
				4	85.6	89.2	3.6	416	12.6	12.7	105	399	180-84.8
				5	180-89.8	180-85.1	4.7	318	15.8	16.0	95	301	180-80.1
101	—	22 13 42	B-K	1	180-84.5	180-77.3	7.2	496	10.7	10.6	109	480	180-18.3
				2	180-84.5	180-77.5	7.0	511	11.3	11.2	119	492	180-18.2
				3	180-75.9	180-67.5	8.4	403	23.4	22.6	165	363	180- 8.5
				4	180-75.5	180-67.3	8.2	412	17.7	17.2	133	386	180- 8.6
				5	180-72.5	180-64.4	8.1	408	23.3	22.2	165	368	180- 4.8
				6	180-72.0	180-63.9	8.1	406	17.0	16.1	124	382	180- 5.1
				1	180-77.2	180-72.2	5.0	696	7.7	7.6	129	678	180-10.8
				2	180-77.7	180-72.4	5.3	658	12.6	12.4	173	627	180-11.2
				3	180-75.8	180-70.2	5.6	615	22.4	21.7	252	550	180- 8.3
				4	180-75.2	180-70.1	5.1	674	16.0	15.5	213	630	180- 8.3
				5	180-74.9	180-70.0	4.9	701	12.0	11.7	178	669	180- 8.3
				6	180-74.7	180-70.1	4.6	747	9.0	8.7	155	723	180- 8.3
7	180-74.5	180-70.1	4.4	781	7.2	7.1	144	760	180- 8.1				
8	180-72.0	180-67.1	4.9	687	7.2	7.0	120	671	180- 5.6				
9	180-72.0	180-67.0	5.0	673	9.6	9.2	142	652	180- 5.4				
10	180-72.0	180-67.0	5.0	673	15.1	14.4	200	634	180- 5.1				
11	180-72.5	180-67.0	5.5	612	20.3	19.4	229	559	180- 5.0				
12	180-72.7	180-67.1	5.6	602	23.6	22.6	255	535	180- 4.9				
13	180-58.3	180-52.8	5.5	530	12.8	10.8	120	512	180+ 8.6				
14	180-58.4	180-53.1	5.3	552	16.0	13.6	152	525	180+ 8.8				
103	—	22 17 33	B-O	2	180-65.5	180-61.9	3.6	367	20.8	18.8	128	341	180-54.2
				3	180-58.3	180-54.3	4.0	304	24.9	21.0	115	279	180-45.9
				5	180-65.1	180-62.1	3.0	441	21.4	19.3	159	406	180-53.7
				6	180-63.7	180-60.8	2.9	451	17.0	15.2	133	427	180-52.8
				7	180-62.5	180-59.5	3.0	430	13.6	12.2	105	414	180-52.0
				1	180-80.5	180-74.1	6.4	550	11.0	11.1	127	530	180-14.0
				2	180-80.4	180-74.1	6.3	559	9.6	9.7	117	542	180-14.0
104	—	22 24 33	B-K	3	180-60.9	180-55.6	5.3	569	11.2	9.6	107	504	180+ 6.0
				4	180-66.7	180-58.1	8.6	359	15.6	14.3	99	343	180+ 0.2
				5	180-63.2	180-55.9	7.3	415	14.8	13.1	107	399	180+ 3.9

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$				
104	1919 16 novembre	22 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup>	B-K	6	180-64.3	180-55.2	9.1	331	17.2	15.4	96	315	180+ 3.0				
				7	180-65.3	180-55.8	9.5	319	23.6	21.4	124	293	180+ 2.9				
				8	180-66.2	180-56.6	9.6	319	29.8	27.1	152	278	180+ 3.2				
				9	180-67.4	180-58.0	9.4	331	36.4	33.2	188	269	180+ 3.5				
				105	—	22 28 33	B-K	1	53.0	57.8	4.8	645	18.1	14.2	188	608	180-62.0
105	—	22 28 33	B-K	2	53.1	58.4	5.3	588	11.2	9.0	118	571	180-60.9				
				3	60.3	67.1	6.8	496	39.0	33.1	278	390	180-60.1				
				4	59.7	66.9	7.2	468	29.6	25.2	214	409	180-57.7				
				5	59.9	67.3	7.4	456	20.2	17.3	150	426	180-55.4				
				6	60.8	68.5	7.7	443	12.0	10.5	95	429	180-53.4				
				7	65.7	74.0	8.3	424	12.6	11.5	98	410	180-48.4				
				106	—	22 29 33	B-K	1	51.4	55.8	4.4	687	23.4	18.1	246	630	180-64.8
106	—	22 29 33	B-K	2	51.5	56.2	4.7	646	12.6	9.8	142	625	180-62.9				
				3	59.0	66.0	7.0	478	14.4	12.3	119	459	180-55.6				
				4	60.6	68.0	7.4	459	12.8	11.2	105	444	180-53.7				
				107	—	22 30 43	B-K	1	47.1	51.6	4.5	637	28.7	20.7	252	574	180-70.5
107	—	22 30 43	B-K	2	46.8	51.5	4.7	609	21.6	15.6	190	570	180-69.0				
				3	47.2	51.6	4.4	651	14.4	10.5	151	627	180-67.5				
				107*	—	—	B-O	2	180-79.0	180-76.6	2.4	607	15.8	15.6	189	568	180-69.0
108	—	22 46 44	B-O	3	180-77.3	180-75.2	2.1	689	10.6	10.5	161	662	180-67.5				
				108	—	22 46 44	B-O	1	180-62.6	180-59.8	2.8	462	16.2	14.5	131	439	180-51.9
				2	180-61.7	180-58.8	2.9	442	11.6	10.4	94	429	180-51.4				
109	—	22 47 35	B-O	3	180-53.5	180-50.6	2.9	399	16.6	13.5	105	382	180-42.6				
				4	180-52.0	180-49.3	2.7	420	12.9	10.4	89	408	180-41.6				
				109	—	22 47 35	B-O	1	180-78.7	180-76.0	2.7	538	28.3	27.7	268	457	180-67.5
				2	180-75.8	180-73.0	2.8	511	20.8	20.0	193	467	180-65.2				
109	—	22 47 35	B-O	3	180-73.7	180-70.9	2.8	505	14.8	14.1	142	480	180-63.4				
				4	180-71.7	180-69.4	2.3	609	10.0	9.5	128	590	180-61.7				
				5	180-68.8	180-66.5	2.3	597	19.8	18.4	213	548	180-57.8				
				6	180-66.2	180-63.9	2.3	584	11.9	10.9	136	563	180-55.9				
				110	—	22 48 30	B-O	1	180-77.8	180-74.9	2.9	498	23.7	23.1	212	444	180-67.1
				2	180-76.2	180-73.2	3.0	478	17.8	17.2	158	446	180-65.8				
				3	180-74.0	180-70.8	3.2	442	10.6	10.1	92	429	180-63.9				
110	—	22 48 30	B-O	4	180-64.9	180-62.8	2.1	634	8.3	7.6	114	618	180-54.8				
				5	180-57.2	180-54.1	3.1	391	19.8	16.6	123	368	180-45.7				
				6	180-56.9	180-53.8	3.1	390	18.6	15.6	116	369	180-45.6				
				7	180-55.7	190-52.2	3.5	338	44.0	34.9	200	269	180-36.7				
				8	180-52.6	180-48.9	3.7	305	39.2	30.0	158	258	180-35.6				
				111	—	22 50 15	B-K	1	58.1	63.6	5.5	596	9.7	8.1	111	581	180-56.2
				111	—	22 50 15	B-K	2	58.4	63.7	5.3	619	8.0	6.7	102	606	180-55.8
								3	45.9	51.8	5.9	487	19.6	13.9	134	464	180-69.8
4	46.0	51.8	5.8					496	15.1	10.7	111	480	180-68.9				
5	46.3	53.0	6.6					443	12.8	9.1	85	432	180-68.4				
111*	—	—	B-O					1	180-66.2	180-63.8	2.4	560	9.0	8.1	103	546	180-56.2
111*	—	—	B-O	2	180-65.6	180-63.4	2.2	608	7.5	6.7	99	596	180-55.8				
				3	180-79.4	180-76.3	3.1	469	14.2	13.9	128	447	180-69.8				
				4	180-78.4	180-75.4	3.0	483	11.1	10.7	107	467	180-68.9				
				5	180-77.8	180-74.4	3.4	424	9.5	9.1	81	414	180-68.4				
				112	—	22 52 50	B-K	1	41.6	47.6	6.0	450	35.7	22.7	187	404	180-77.9
112	—	22 52 50	B-K	2	41.1	47.0	5.9	453	25.0	16.0	140	427	180-75.3				
				3	47.0	54.2	7.2	412	20.0	14.4	115	393	180-68.5				
				4	47.5	54.5	7.0	426	17.2	12.3	104	409	180-67.4				
				113	—	22 54 45	B-K	3	34.5	37.8	3.3	679	30.9	16.9	230	628	180-83.3
113	—	22 54 45	B-K	5	37.9	41.8	3.9	625	26.4	15.8	198	584	180-78.7				
				6	55.8	65.4	9.6	347	31.2	25.4	157	307	180-62.2				
				7	55.4	65.5	10.1	331	26.6	21.7	129	302	180-61.4				
				8	55.3	65.6	10.3	325	23.3	19.0	113	302	180-60.8				
				9	57.0	66.6	9.0	372	21.3	17.9	124	348	180-58.6				
				10	56.7	65.7	9.0	371	18.8	15.8	111	352	180-58.4				
				113*	—	—	B-O	1	84.6	87.2	2.6	575	24.6	24.6	260	503	180-86.5
				2	85.7	88.4	2.7	554	21.1	20.8	217	502	180-84.9				
3	87.3	89.7	2.4	624	17.0	16.9	209	579	180-83.3								
4	89.1	180-88.5	2.4	624	23.0	22.9	268	552	180-81.4								
5	180-88.5	180-86.0	2.5	597	15.8	15.8	188	559	180-78.7								
6	180-73.7	180-68.5	5.2	268	26.5	25.4	166	324	180-62.2								
7	180-72.5	180-67.7	4.8	289	22.7	21.7	112	264	180-61.4								
8	180-71.6	180-66.4	5.2	264	20.0	19.0	91	247	180-60.8								
9	180-69.4	180-65.5	3.9	349	19.0	17.9	116	327	180-58.6								

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
113*	1919 16 novembre	22 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup>	B-O	11	180-83.2	180-79.7	3.5	421	14.2	14.1	116	401	180-73.2
				12	180-82.4	180-79.0	3.4	432	12.3	12.2	106	416	180-72.4
114	—	22 55 25	B-K	2	51.5	61.6	10.1	320	26.8	20.8	120	294	180-65.2
				3	51.6	61.6	10.0	323	24.0	18.8	111	300	180-64.7
				4	53.5	62.0	8.5	381	22.0	17.6	125	256	180-62.4
				5	53.4	61.9	8.5	380	19.8	15.9	114	360	180-62.1
				6	41.2	47.4	6.2	434	20.5	13.5	115	415	180-74.5
				7	41.1	47.2	6.1	440	18.6	12.2	108	423	180-74.2
114*	—	—	B-O	1	180-76.5	180-71.7	4.8	297	23.4	22.9	121	269	180-65.6
				2	180-75.9	180-71.4	4.5	315	21.5	20.8	119	290	180-65.2
				3	180-75.3	180-70.9	4.4	322	19.3	18.8	111	300	180-64.7
115	—	22 57 15	B-K	1	60.0	66.6	6.6	509	11.8	10.2	110	493	180-54.3
				2	59.8	66.3	6.5	516	9.8	8.4	96	503	180-54.4
				3	70.8	86.4	15.6	237	22.1	20.8	88	218	180-44.3
				4	66.3	82.9	16.6	221	24.6	22.4	88	202	180-49.4
				5	64.1	78.1	14.0	258	27.5	24.5	111	231	180-52.4
				6	46.9	53.7	6.8	434	22.6	16.3	135	408	180-69.2
				7	48.6	53.3	4.7	624	20.9	15.5	195	584	180-67.1
116	—	23 6 6	B-K	1	64.4	73.8	9.4	375	18.1	16.3	115	353	180-50.5
				2	64.2	73.9	9.7	363	15.5	13.8	96	348	180-50.4
117	—	23 13 56	B-K	1	180-69.4	180-62.4	7.0	463	13.4	12.5	117	445	180-2.6
				2	180-69.5	180-62.8	6.7	486	10.3	9.8	101	472	180-2.9
				3	180-65.4	180-58.3	7.1	439	13.2	12.0	106	423	180+ 1.5
				4	180-72.5	180-67.0	5.5	612	8.3	7.9	113	597	180-6.0
				5	180-72.1	180-66.6	5.5	610	6.3	6.0	93	599	180-5.7
				6	180-78.9	180-74.0	4.9	717	12.5	12.2	189	682	180-12.3
				7	180-78.5	180-73.8	4.7	747	9.9	9.6	166	720	180-12.0
				8	180-80.2	180-75.7	4.5	787	11.1	10.8	193	752	180-13.7
				9	180-79.9	180-75.6	4.3	823	9.6	9.3	184	792	180-13.4
				10	180-80.0	180-75.7	4.3	824	6.8	6.7	148	802	180-13.5
118	—	23 15 16	B-K	1	180-84.6	180-79.7	4.9	734	8.0	7.8	140	714	180-18.3
				2	180-81.0	180-76.5	4.5	790	6.8	6.6	139	770	180-14.7
				3	180-77.9	180-72.8	5.1	685	5.6	5.4	101	673	180-11.6
				4	180-69.9	180-64.0	5.9	557	6.7	6.3	85	547	180-3.4
				5	180-70.7	180-64.3	6.4	515	7.5	7.1	84	505	180-4.3
				6	180-69.7	180-62.9	6.8	479	8.4	7.9	83	469	180-3.2
119	—	23 16 56	B-K	1	180-85.0	180-78.9	6.1	589	21.8	21.8	241	527	180-18.4
				2	180-84.7	180-78.6	6.1	588	18.1	18.0	205	542	180-18.2
				3	180-84.3	180-78.3	6.0	597	12.5	12.4	154	570	180-17.8
120	—	23 40 48	B-K	1	180-89.6	180-82.3	7.3	497	11.4	11.4	117	478	180-23.3
				2	180-89.3	180-81.3	8.0	453	10.5	10.4	97	439	180-23.0
				3	180-89.5	180-81.5	8.0	453	9.7	9.6	91	441	180-23.2
121	—	23 42 48	B-K	1	88.6	180-84.1	7.3	499	10.0	10.2	107	483	180-25.0
				2	88.8	180-84.5	6.7	544	8.5	8.7	105	529	180-24.7
				3	180-84.8	180-77.4	7.4	483	10.4	10.6	106	467	180-18.3
				4	180-84.9	180-77.3	7.6	470	12.6	12.7	119	451	180-18.4
				5	180-84.0	180-76.5	7.5	475	10.6	10.8	106	459	180-17.5
				6	180-84.2	180-76.6	7.6	469	12.5	12.6	118	450	180-17.7
				7	180-84.4	180-76.9	7.5	476	17.5	17.4	158	443	180-17.7
				8	180-85.1	180-77.5	7.6	470	24.4	24.3	208	416	180-18.2
				9	180-85.6	180-78.0	7.6	471	29.5	29.4	245	395	180-18.5
122	—	23 47 48	B-K	1	180-88.7	180-81.2	7.5	483	26.7	26.6	231	416	180-22.3
				2	180-88.0	180-80.6	7.4	488	19.5	19.5	179	448	180-21.7
				3	180-87.2	180-79.5	7.7	468	26.9	26.8	225	403	180-20.6
				4	180-86.1	180-78.5	7.6	472	18.0	18.0	161	438	180-19.8
				5	180-87.1	180-79.5	7.6	474	12.8	12.8	122	454	180-20.8
				6	180-85.8	180-78.2	7.6	472	11.9	11.9	114	454	180-19.5
				7	180-86.9	180-79.6	7.3	493	11.5	11.6	118	475	180-20.7
				8	180-86.8	180-79.7	7.1	507	8.9	9.0	98	489	180-20.6
123	—	23 49 39	B-K	1	180-89.8	180-83.9	5.9	617	28.8	28.8	319	515	180-23.4
				2	180-89.6	180-83.0	6.6	550	22.6	22.6	231	491	180-23.2
				3	180-89.3	180-82.7	6.6	550	17.1	17.1	183	512	180-22.9
				4	180-84.4	180-76.6	7.8	457	22.6	22.5	188	410	180-17.7
				5	180-84.1	180-76.4	7.7	462	18.0	18.0	158	430	180-17.4
				6	180-83.0	180-75.9	7.1	500	11.8	11.9	122	481	180-16.5
				7	180-81.8	180-75.0	6.8	520	10.7	10.7	117	503	180-15.3
				8	180-81.3	180-74.1	7.2	489	9.4	9.4	98	476	180-14.8
				9	180-83.6	180-76.6	7.0	509	8.4	8.5	95	496	180-17.2

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
124	17 novembre	0 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup>	B-K	1	180-82.8	180-74.5	8.3	425	15.0	14.8	122	404	180-16.2
				2	180-82.8	180-75.1	7.7	460	13.2	13.2	120	440	180-16.2
				3	180-66.6	180-59.6	7.0	451	12.8	11.8	107	435	180+ 0.2
				4	180-66.7	180-60.0	6.7	473	11.3	10.5	103	458	180+ 0.0
				5	180-64.2	180-57.5	6.7	461	12.9	11.6	114	463	180+ 2.6
				6	180-64.2	180-57.6	6.6	468	11.4	10.4	101	454	180+ 2.5
				7	180-63.2	180-56.7	6.5	471	13.0	11.6	111	454	180+ 3.7
				8	180-63.2	180-56.7	6.5	471	11.6	10.4	102	456	180+ 3.6
				9	180-72.7	180-66.6	6.1	550	9.1	8.8	107	535	180- 6.2
				10	180-72.7	180-66.7	6.0	560	7.7	7.5	97	548	180- 6.2
125	—	0 5 20	B-K	1	74.4	83.8	9.4	388	15.2	14.6	109	370	180- 40.0
				2	74.5	83.8	9.3	392	13.6	13.0	99	377	180-39.7
126	—	0 6 20	B-K	1	72.6	80.0	7.4	487	10.4	10.0	102	473	180-41.4
				2	76.0	83.1	7.1	512	10.6	10.2	110	496	180-37.9
				3	87.6	180-83.9	8.5	429	12.7	12.7	108	412	180-26.1
127	—	0 29 21	B-K	1	38.7	41.5	2.8	865	18.2	11.3	224	821	180-76.4
				2	39.3	41.8	2.5	974	11.7	7.4	197	940	180-75.1
				3	39.4	41.9	2.5	976	18.0	11.3	260	923	180-75.7
				4	40.1	42.5	2.4	1028	10.4	6.7	199	995	180-74.1
				5	48.2	51.7	3.5	819	16.9	12.5	228	776	180-66.7
				6	49.0	52.2	3.2	902	9.7	7.4	179	771	180-65.0
128	—	0 30 1	B-K	1	56.2	60.2	4.0	793	16.8	14.0	237	744	180-58.7
				2	56.2	60.2	4.0	793	14.0	11.6	206	755	180-58.4
				3	56.1	60.4	4.3	739	10.4	8.8	154	715	180-58.1
129	—	0 30 46	B-K	1	67.5	72.4	4.9	711	12.5	11.5	179	679	180-46.8
				2	67.6	72.4	4.8	726	11.0	10.1	166	698	180-46.4
				3	57.5	63.0	5.5	592	24.4	20.4	230	536	180-58.8
				4	57.2	63.3	6.1	536	16.6	13.7	148	509	180-57.7
				5	58.8	64.6	5.8	570	22.8	19.3	210	521	180-57.1
				6	58.9	64.7	5.8	570	16.5	14.0	161	540	180-56.0
130	—	0 31 51	B-K	1	70.2	76.7	6.5	548	20.0	18.7	196	504	180-44.7
				2	70.2	77.3	7.1	503	11.5	10.8	113	486	180-43.8
				3	80.4	85.9	5.5	665	18.6	18.3	239	609	180-33.8
				4	80.9	86.4	5.5	664	13.1	13.0	181	630	180-33.1
				5	81.5	86.9	5.4	676	8.0	7.8	127	658	180-32.3
				6	82.7	88.3	5.6	653	16.0	15.9	209	609	180-31.2
				7	83.4	88.8	5.4	677	8.8	8.6	136	657	180-30.4
				8	83.4	89.4	6.0	610	16.6	16.4	198	568	180-30.5
				9	84.2	180-89.8	6.0	610	8.4	8.2	116	593	180-29.6
				10	85.2	180-88.9	5.9	620	7.8	7.6	112	605	180-28.5
				11	84.7	180-89.4	5.9	620	13.1	13.0	168	590	180-29.1
				12	84.2	89.8	5.6	653	21.2	20.9	261	587	180-29.9
131	—	0 32 21	B-K	1	71.7	78.3	6.6	543	19.5	18.5	192	500	180-43.1
				2	71.9	78.5	6.6	543	15.5	14.8	160	513	180-42.5
				3	72.2	78.9	6.7	536	10.7	10.2	117	519	180-41.8
				4	71.7	78.5	6.8	527	11.2	10.7	119	509	180-42.4
				5	71.3	78.1	6.8	527	17.5	16.6	170	492	180-43.3
132	—	0 38 52	B-K	1	74.4	81.1	6.7	540	17.4	16.8	177	503	180-40.0
				2	74.6	81.3	6.7	540	13.5	13.2	145	515	180-39.5
				3	75.0	81.7	6.7	541	8.9	8.6	103	527	180-39.0
133	—	0 39 52	B-K	1	76.0	82.6	6.6	550	12.3	11.9	135	527	180-38.0
				2	75.9	82.9	7.0	519	9.3	9.0	102	505	180-38.0
134	—	0 40 22	B-K	1	78.0	85.3	7.3	500	10.2	10.0	106	485	180-35.8
				2	79.7	87.7	8.0	458	11.2	11.0	103	442	180-34.2
				3	86.0	180-88.9	5.1	717	9.2	9.1	152	693	180-27.8
				4	86.0	180-88.8	5.2	703	7.3	7.2	126	685	180-27.7
				5	89.4	180-85.3	5.3	688	9.2	9.2	145	665	180-24.3
				6	89.3	180-85.3	5.4	675	7.6	7.6	124	657	180-24.3
135	—	0 41 22	B-K	1	67.2	74.0	6.8	534	22.5	20.7	208	484	180-48.3
				2	67.4	74.2	6.8	534	18.0	16.7	174	498	180-47.7
				3	84.0	89.3	5.3	690	7.8	7.8	130	671	180-29.8
				4	180-85.9	180-79.5	6.4	562	18.5	18.5	200	518	180-19.4
				5	180-85.9	180-79.6	6.3	571	15.4	15.4	175	537	180-19.4
				6	180-85.4	180-78.5	6.9	520	20.0	20.0	217	518	180-18.8
				7	180-85.0	180-78.5	6.5	552	14.8	14.7	162	521	180-18.5
136	—	0 44 53	B-K	1	180-88.3	180-81.0	7.3	495	17.6	17.6	167	460	180-22.0
				2	180-88.0	180-80.8	7.2	502	13.8	13.8	138	478	180-21.8
				3	180-87.6	180-80.7	6.9	524	10.1	10.0	112	507	180-21.4

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>	p	r	ω	h	H	D	α
<b>1919</b>													
137	17 novembre	0 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup>	B-K	1	180-88.3	180-82.1	6.2	585	21.6	21.6	238	524	180-21.9
				2	180-87.4	180-81.3	6.1	593	9.3	9.4	123	574	180-21.1
				3	180-81.3	180-72.8	8.5	412	15.3	15.1	119	391	180-14.6
				4	180-81.8	180-72.9	8.9	394	22.1	21.8	156	357	180-14.8
138	—	1 4 33	B-K	1	180-88.6	180-83.3	5.3	685	6.8	6.8	118	670	180-22.2
				2	81.4	87.9	6.5	563	7.6	7.4	97	550	180-32.3
139	—	1 7 29	B-K	1	180-83.0	180-76.0	7.0	507	11.5	11.4	120	489	180-16.4
				2	180-82.9	180-75.9	7.0	507	10.0	9.9	106	487	180-16.4
				3	180-82.0	180-74.9	7.1	498	11.6	11.5	118	479	180-15.4
				4	180-81.9	180-74.9	7.0	505	10.0	9.9	103	491	180-15.3
140	—	1 10 34	B-K	1	88.1	180-85.8	6.1	598	6.8	6.8	99	586	180-25.7
				2	88.0	180-86.0	6.0	608	9.2	9.2	125	590	180-25.8
141	—	1 12 54	B-K	1	80.5	88.1	7.6	482	10.4	10.2	103	467	180-33.4
				2	87.7	180-87.3	5.0	730	12.5	12.4	196	693	180-26.2
142	—	1 15 24	B-K	3	90.0	180-84.8	5.2	700	13.2	13.1	194	663	180-23.8
				4	180-77.9	180-70.7	7.2	480	13.0	12.7	123	460	180-11.3
				5	180-77.9	180-70.8	7.1	487	10.8	10.5	107	471	180-11.4
				1	80.9	88.5	7.6	482	11.0	11.0	110	465	180-33.1
				2	81.5	88.7	7.2	508	8.5	8.5	95	496	180-32.4
143	4 mars	22 17 6	B-O	3	87.6	180-84.9	7.5	486	10.8	10.8	110	470	180-26.2
				4	87.8	180-85.0	7.2	507	8.7	8.8	98	494	180-26.1
				1	180-72.8	180-63.8	9.0	150	48.2	44.5	108	103	180-55.2
				2	180-77.2	180-68.7	8.5	165	42.9	41.6	110	121	180-62.9
144	—	22 18 21	B-O	3	180-81.7	180-74.4	7.3	198	37.3	36.8	121	156	180-69.8
				4	180-82.7	180-72.2	10.5	136	55.1	54.4	112	78	180-67.6
				5	88.8	180-80.7	10.5	141	44.5	44.4	101	100	180-81.7
				1	180-85.7	180-77.3	8.4	174	35.2	35.0	102	140	180-82.8
				2	180-80.3	180-71.7	8.6	166	40.0	39.3	107	126	180-67.5
145	—	22 27 26	B-O	3	180-75.1	180-66.3	8.8	156	44.6	42.8	108	112	180-59.5
				1	84.4	180-85.3	10.3	146	46.4	46.2	106	99	180-88.2
146	—	22 29 36	B-O	2	88.2	180-80.1	11.7	127	53.5	53.5	103	74	180-83.2
				1	70.7	76.6	5.9	247	25.5	23.8	104	222	78.6
147	—	22 47 5	B-O	2	72.1	79.4	7.3	202	30.7	29.0	101	173	79.2
				3	73.5	81.6	8.1	183	35.0	33.2	102	151	79.9
				4	75.4	79.9	4.5	328	20.0	19.2	115	304	84.4
				5	76.9	82.6	5.7	261	24.0	23.3	108	236	85.6
				6	79.8	88.0	8.2	183	29.0	28.4	89	159	88.4
				1	61.1	69.4	8.3	169	55.8	46.4	124	114	55.3
148	—	23 3 57	B-O	2	62.0	71.1	9.1	156	64.8	53.0	126	92	48.4
				3	63.9	73.9	10.0	144	74.9	60.2	126	70	37.7
				4	65.4	75.7	10.3	142	80.0	63.6	127	62	30.5
				1	180-87.3	180-84.2	3.1	480	43.6	43.5	339	331	180-76.3
149	—	23 4 51	B-O	2	180-85.3	180-82.1	3.2	463	38.5	38.4	297	347	180-74.0
				3	180-83.6	180-80.4	3.2	461	34.4	34.0	268	367	180-72.4
				1	38.0	43.6	5.6	185	66.3	34.2	106	150	27.0
				2	39.2	45.9	6.7	158	70.5	36.4	95	126	24.8
150	—	23 5 48	B-O	3	40.0	46.2	6.2	175	76.7	38.6	111	134	20.5
				4	39.2	45.5	6.3	170	84.5	38.8	108	130	14.0
				1	60.8	63.9	3.1	434	30.2	26.0	202	378	66.8
				2	62.0	65.3	3.4	400	20.3	17.7	133	374	70.1
				3	66.9	70.9	4.0	354	29.0	26.3	165	309	73.7
				4	67.4	71.6	4.2	338	25.1	22.9	139	305	75.1
				5	68.2	72.5	4.3	332	20.5	18.7	114	309	76.7
				6	69.2	73.6	4.5	319	20.7	19.1	112	297	77.6
				7	67.8	72.1	4.3	331	28.7	26.2	153	290	74.9
				8	69.4	73.9	4.5	320	30.2	27.9	156	276	76.2
				9	71.0	75.8	4.8	303	21.4	20.0	110	280	79.2
				10	72.0	76.6	4.6	317	21.7	20.4	117	291	80.5
				11	70.7	75.1	4.4	329	28.9	26.9	156	286	77.9
151	—	23 7 32	B-O	12	75.7	80.2	4.5	328	29.0	27.9	160	282	83.5
				13	77.5	82.4	4.9	303	21.1	20.5	112	279	86.5
				1	180-89.3	180-86.6	2.7	553	27.0	27.0	270	474	180-79.4
				2	180-87.9	180-85.0	2.9	514	22.3	22.2	211	462	180-77.8
				3	180-86.5	180-83.7	2.8	531	18.2	18.1	185	492	180-76.4
151	—	23 7 32	B-O	4	79.0	85.1	6.1	245	27.0	26.4	103	216	87.5
				5	76.5	82.0	5.5	270	36.9	35.8	162	214	83.2



Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$a$
151	1920 4 mars	23 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>	B-O	6	72.1	76.7	4.6	317	33.0	31.2	170	265	78.8
				7	73.7	79.0	5.3	278	24.1	23.1	114	252	82.0
				8	70.8	75.2	4.4	329	21.9	20.6	123	303	79.2
152	—	23 8 50	B-O	1	81.4	84.4	3.0	497	36.9	36.6	308	381	89.0
				2	83.5	86.6	3.1	482	29.7	29.4	250	405	180-87.6
				3	86.1	89.8	3.7	405	21.2	21.2	157	369	180-84.5
				4	88.0	180-88.1	3.9	384	14.8	14.8	109	365	180-82.4
				5	79.9	82.6	2.7	550	18.5	18.3	194	507	89.1
				6	82.3	85.0	2.7	552	9.1	9.1	110	537	180-88.1
153	—	23 9 38	B-O	1		72.6	3.8	376		52.0	302	221	63.8
				2		74.2	4.1	351		43.1	245	247	71.6
				3		71.8	4.1	347		51.3	275	209	62.4
				4		67.8	3.1	447		51.4	356	264	56.5
				5		67.9	3.2	433		43.8	308	299	63.4
				6		68.3	3.5	397		38.0	252	302	67.2
154	—	23 16 10	B-K	1	82.4	180-82.0	15.6	235	38.9	38.6	149	179	180-33.5
				2	81.8	180-84.6	13.6	270	51.8	51.1	212	164	180-36.8
155	—	23 19 25	B-O	1	81.7	89.9	8.2	183	40.9	40.4	127	145	88.7
				2	82.8	180-88.8	8.4	179	36.7	36.4	108	141	180-89.3
156	—	23 21 18	B-O	3	180-88.2	180-81.6	6.6	225	33.6	33.6	127	183	180-78.2
				1	180-88.0	180-77.5	10.5	140	46.5	46.7	103	94	180-77.4
				2	180-86.9	180-77.2	9.7	151	48.6	48.6	115	98	180-75.5
				3	84.1	180-85.6	10.3	146	43.4	43.3	101	104	180-88.4
				4	83.0	180-86.7	10.3	146	45.8	45.5	105	100	89.8
				5	82.5	180-89.7	7.8	192	38.9	38.6	121	148	180-89.8
157	21 mars	23 54 13	B-K	6	84.4	180-87.5	8.1	185	32.6	32.6	102	153	180-86.9
				1	180-85.2	180-80.4	4.8	751	6.0	6.0	122	735	180-19.0
158	—	23 54 43	B-K	2	180-85.4	180-80.4	5.0	721	10.0	9.9	163	695	180-19.1
				1	180-87.7	180-82.7	5.0	725	6.5	6.3	120	710	180-21.5
159	22 mars	21 21 17	B-O	2	180-88.1	180-83.1	5.0	726	10.9	10.8	175	695	180-21.9
				1	88.6	180-89.4	2.0	748	58.3	58.2	647	358	180-82.7
160	—	21 23 56	C-K	2	180-87.7	180-85.5	2.2	678	51.4	51.4	543	390	180-76.5
				3	180-84.5	180-82.1	2.4	618	45.2	44.8	450	408	180-72.4
				4	89.3	180-88.5	2.2	680	49.0	49.0	528	413	180-81.4
				1		87.5	5.1	738		52.0	597	416	180-39.0
160*	—	—	C-K	2		87.6	5.2	724		47.3	550	453	180-37.9
				1	76.3	81.5	5.2	717	48.0	46.1	537	462	180-43.7
				2	76.0	81.8	5.8	643	40.5	39.1	427	472	180-42.0
				3	75.9	82.3	6.4	584	32.0	30.8	320	481	180-40.3
				4	80.2	85.4	5.2	723	48.9	47.8	555	449	180-38.4
				5	80.2	85.8	5.6	671	42.3	41.6	467	471	180-36.9
161	—	21 32 36	C-K	6	80.5	86.9	6.4	588	28.7	28.2	300	499	180-34.6
				1	180-46.3	180-44.0	2.3	1137	61.5	39.4	776	785	180+39.8
				2	180-42.2	180-39.7	2.5	962	51.9	31.8	556	753	180+36.9
				3	180-38.7	180-36.2	2.5	890	40.4	23.9	409	765	180+34.7
				4	180-44.0	180-41.2	2.8	886	53.4	33.9	534	679	180+36.3
				5	180-41.8	180-39.0	2.8	846	47.6	29.5	457	688	180+35.0
162	—	21 33 18	B-O	1	86.7	87.8	1.1	1360	12.0	12.0	415	1257	180-83.2
				2	85.4	86.5	1.1	1358	16.1	15.9	497	1219	180-84.7
				3	84.3	85.4	1.1	1356	20.0	19.7	575	1178	180-86.2
				4	180-88.4	180-87.2	1.2	1246	13.0	13.0	390	1150	180-78.1
				5	89.8	180-89.0	1.2	1247	19.3	19.4	515	1094	180-80.2
				6	180-85.8	180-84.6	1.2	1242	16.7	16.8	463	1114	180-75.5
				7	180-87.5	180-86.3	1.2	1245	22.0	22.1	564	1065	180-77.4
				8	180-89.0	180-87.8	1.2	1246	26.7	26.8	650	1014	180-79.0
				9	180-82.4	180-80.7	1.7	869	12.6	12.7	245	818	180-72.0
				10	180-83.7	180-82.1	1.6	927	16.9	17.0	330	845	180-73.3
				11	180-80.5	180-78.7	1.8	815	13.2	13.3	234	767	180-70.1
				12	180-82.4	180-80.6	1.8	820	19.3	19.4	317	739	180-71.9
				13	180-84.1	180-82.3	1.8	824	24.7	24.8	387	707	180-73.6
				14	180-86.3	180-84.5	1.8	828	31.3	31.3	467	660	180-75.9
163	—	21 33 56	B-O	1	84.9	86.3	1.4	1067	13.7	13.6	332	990	180-85.4
				2	84.3	85.7	1.4	1066	16.3	16.2	375	971	180-86.2
				3	86.2	87.4	1.2	1246	12.6	12.5	380	1154	180-84.1
				4	84.5	85.7	1.2	1244	19.8	19.7	519	1088	180-86.2
				5	89.2	180-89.5	1.3	1151	12.9	12.9	351	1069	180-81.0
				6	87.9	89.2	1.3	1151	17.6	17.6	437	1031	180-82.5
				7	88.8	180-89.6	1.6	935	19.7	19.7	373	835	180-81.4

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
163	1920 22 mars	21 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 56 <sup>h</sup>	B—O	8	87.5	89.1	1.6	935	24.2	24.3	438	800	180—82.9
				9	180—89.9	180—88.4	1.5	997	22.8	22.8	448	862	180—80.1
				10	180—82.5	180—80.8	1.7	869	14.7	14.6	272	809	180—72.4
				11	180—85.2	180—83.4	1.8	826	23.2	23.2	367	720	180—75.0
				12	180—80.9	180—79.1	1.8	817	12.0	11.9	216	775	180—70.7
				13	180—82.6	180—80.7	1.9	777	17.7	17.6	277	712	180—72.4
164	—	21 35 47	C—K	1		79.3	4.9	756		51.5	607	430	180—49.4
				2		81.5	5.3	703		51.2	562	405	180—46.3
				3		79.1	5.2	712		45.8	528	459	180—47.3
				4		81.5	5.6	666		44.7	485	440	180—43.9
				5		83.9	4.9	765		40.3	519	540	180—38.4
164*	—	—	C—K	1	74.5	79.5	5.0	741	52.7	50.0	588	439	180—48.6
				2	73.7	79.1	5.4	686	45.3	42.9	489	469	180—46.4
				3	73.4	79.2	5.8	639	36.2	34.4	383	502	180—44.2
				4	76.2	81.5	5.3	703	50.6	48.5	546	432	180—45.0
				5	76.0	81.5	5.5	678	44.1	42.4	478	469	180—43.1
				6	78.9	83.6	4.7	797	38.5	37.6	518	588	180—38.1
				7	78.9	84.1	5.2	721	29.5	28.9	381	601	180—36.7
				8	80.9	86.2	5.3	710	36.6	36.1	445	541	180—35.2
				9	81.3	86.7	5.4	697	28.5	28.1	358	587	180—33.8
				10	85.6	180—88.4	6.0	628	35.8	35.6	387	485	180—29.3
				11	87.2	180—87.1	5.7	661	38.2	38.1	430	491	180—27.5
				12	88.0	180—86.2	5.8	649	30.3	30.2	352	536	180—26.2
165	—	21 45 21	B—O	1	73.9	76.0	2.1	692	58.4	54.8	577	366	70.8
				2	74.7	77.4	2.7	541	52.4	49.8	422	327	75.5
166	—	22 6 56	B—H	1	61.9	64.0	2.1	1365	23.1	20.2	589	1180	72.8
				2	63.0	65.0	2.0	1445	18.2	16.1	541	1288	74.6
				3	64.3	66.3	2.0	1460	13.0	11.7	447	1346	76.5
				4	65.9	68.2	2.3	1288	19.3	17.5	497	1145	77.6
				5	67.2	69.5	2.3	1299	14.3	13.1	412	1195	79.4
166*	—	—	B—O	2	66.0	66.9	0.9	1530	17.7	16.1	581	1358	74.6
				3	67.3	68.4	1.1	1265	12.7	11.7	370	1178	76.5
				4	68.9	69.8	0.9	1561	18.8	17.5	629	1366	77.6
				5	70.2	71.3	1.1	1289	14.0	13.1	409	1186	79.4
				1	62.7	64.9	2.2	1313	19.6	17.3	505	1169	74.2
167	—	22 8 26	B—H	2	63.9	66.1	2.2	1326	14.7	13.2	426	1218	76.0
				1	180—57.6	180—52.7	4.9	612	46.2	37.4	390	457	180—18.7
168	—	22 46 24	C—K	2	180—53.5	180—48.4	5.1	553	30.5	24.1	244	486	180+16.8
				3	180—52.2	180—47.2	5.0	553	20.7	16.2	175	517	180+15.7
				4	180—61.7	180—56.4	5.3	592	36.6	31.6	329	480	180+10.1
				5	180—59.3	180—53.7	5.6	543	22.3	19.1	197	497	180+8.8
				1	180—60.2	180—54.4	5.8	529	44.4	37.4	334	399	180+15.1
169	—	22 47 57	C—K	2	180—56.8	180—51.2	5.6	525	30.4	25.0	239	458	180+13.5
				1	180—45.6	180—39.0	6.6	488	180—42.5	28.9	25.2	410	180—18.3
				2	180—41.0	180—34.9	6.1	480	180—28.3	18.1	16.6	444	180—17.9
				3	180—43.8	180—38.1	5.7	554	180—49.2	31.7	30.8	449	180—23.3
170	—	22 58 50	K—F	4	180—36.9	180—31.5	5.4	495	180—29.1	17.0	16.3	461	180—22.4
				1	82.5	180—86.7	10.8	350	42.0	41.5	237	252	180—33.8
				1	74.6	84.5	9.9	380	32.6	31.3	206	314	180—41.8
				2	74.5	84.6	10.1	373	19.7	19.1	131	345	180—39.8
172*	—	—	C—F	1	180—44.2	180—37.4	6.8	407	48.3	31.3	221	336	180—41.8
				2	180—36.0	180—30.5	5.5	421	34.0	19.1	150	388	180—39.8
				3	180—30.9	180—26.6	4.3	474	40.0	19.2	172	436	180—33.5
				4	180—26.4	180—22.2	4.2	410	49.0	19.5	148	377	180—26.9
173	—	23 10 40	B—O	2	180—30.3	180—28.7	1.6	449	180—35.6	17.0	14.6	420	180+35.1
				1	180—33.5	180—31.1	2.4	686	180—48.4	24.3	31.1	597	180+36.6
173*	—	—	B—H	2	180—27.7	180—24.9	2.8	480	180—39.0	17.0	15.6	448	180+35.1
				1	76.6	86.5	9.9	381	31.3	30.4	202	319	180—39.3
174	—	23 11 5	C—K	2	76.7	86.9	10.2	370	20.8	20.3	138	340	180—38.0
				3	76.7	86.5	9.8	385	32.7	31.7	211	317	180—39.4
				2	180—34.4	180—29.2	5.2	428	37.4	20.1	159	391	180—37.3
174*	—	—	C—F	3	180—42.9	180—37.2	5.7	483	50.6	31.7	267	394	180—39.4
				1	180—39.4	180—37.4	2.0	455	180—22.1	13.7	12.2	433	180+47.0
				2	180—52.9	180—50.4	2.5	461	180—35.4	27.5	22.6	395	180+57.0
175	—	23 13 20	B—O	1	180—36.4	180—33.1	3.3	528	180—23.6	13.7	14.5	502	180+47.0
				2	180—50.4	180—45.1	5.3	427	180—36.9	27.5	20.9	366	180+57.0
175*	—	—	B—H	1	74.7	85.1	10.4	363	38.1	36.5	222	281	180—43.1
				1	180—48.2	180—40.6	7.6	391	53.0	36.5	240	302	180—43.1
176	—	23 13 20	C—K	1	74.7	85.1	10.4	363	38.1	36.5	222	281	180—43.1
176*	—	—	C—F	1	180—48.2	180—40.6	7.6	391	53.0	36.5	240	302	180—43.1



Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
190*	1920 22 mars	23 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup>	C-F	1	180-49.9	180-42.4	7.5	410	46.3	33.6	236	329	180-48.3
191	—	23 47 51	C-K	1	71.4	80.5	9.1	410	45.8	42.8	286	286	180-49.7
				2	70.8	80.4	9.6	388	38.1	35.6	234	304	180-47.7
				3	70.8	81.0	10.2	366	26.8	25.2	165	323	180-45.1
191*	—	—	C-F	2	180-50.6	180-42.8	7.8	398	48.9	35.6	239	311	180-47.7
				3	180-43.1	180-35.9	7.2	372	38.5	25.2	167	327	180-45.1
191**	—	—	K-F	2	180-41.6	180-33.8	7.8	366	180-67.5	37.9	231	278	180-36.3
				3	180-33.4	180-26.7	6.7	343	180-54.7	26.6	161	300	180-34.4
				4	180-30.7	180-24.3	6.4	329	180-48.0	22.2	132	299	180-33.6
192	—	23 51 2	K-F	1	180-49.8	180-40.8	9.0	372	180-27.4	20.6	140	341	180- 8.8
193	—	23 51 40	C-K	1	180-73.0	180-63.1	9.9	341	22.1	21.0	130	311	180- 5.6
				2	180-75.5	180-65.5	10.0	344	38.2	36.7	212	267	180- 5.5
194	—	23 54 22	C-K	1	180-50.0	180-45.5	4.5	597	11.5	8.6	116	580	180+17.1
				2	180-50.9	180-46.3	4.6	592	24.2	18.4	210	544	180+18.0
				3	180-52.7	180-48.2	4.5	624	35.0	27.0	306	531	180+19.1
				4	180-55.3	180-50.9	4.4	665	44.3	34.9	402	512	180+20.2
195	—	23 55 27	C-K	1	180-80.1	180-73.7	6.4	566	24.2	23.7	247	499	180-12.9
195*	—	—	K-F	2	180-48.6	180-37.8	10.8	292	180-43.7	31.1	156	244	180-16.0
				3	180-56.5	180-45.2	11.3	323	180-57.8	44.7	232	221	180-17.0
196	—	23 56 22	C-F	1	180-68.7	180-59.8	8.9	444	50.2	45.7	325	294	180-67.7
				2	180-61.5	180-53.4	8.1	452	41.6	35.8	275	351	180-63.0
				3	180-55.4	180-47.3	8.1	414	31.5	25.7	191	362	180-59.9
197	—	23 57 22	C-K	4	58.7	66.2	7.5	460	61.2	48.4	351	289	180-75.8
				5	55.7	63.7	8.0	423	44.1	35.1	253	332	180-67.4
				6	54.4	63.7	9.3	364	26.0	20.9	139	333	180-62.3
197*	—	—	C-F	4	180-74.4	180-65.4	9.0	462	50.6	48.4	352	290	180-75.8
				5	180-64.6	180-56.0	8.6	440	39.4	35.1	263	345	180-67.4
				6	180-56.0	180-47.5	8.5	396	24.7	20.9	152	361	180-62.3
197**	—	—	K-F	1	180-53.7	180-46.0	7.7	479	81.6	53.2	389	269	180-66.8
				2	180-40.8	180-33.4	7.4	381	84.9	40.6	255	278	180-59.8
198	23 mars	0 2 22	C-K	1	180-46.0	180-40.7	5.3	464	46.8	31.6	255	380	180+30.7
				2	180-40.6	180-35.3	5.3	411	22.8	14.5	115	391	180+27.9
198*	—	—	C-F	1	180-49.2	180-42.4	6.8	452	180-43.9	31.6	249	370	180+30.7
199	—	0 3 49	C-F	1	180-50.5	180-42.1	8.4	364	180-36.2	27.3	176	315	180+35.3
				2	180-55.9	180-46.5	9.4	353	180-45.0	36.0	214	276	180+37.2
200	—	0 5 12	C-F	1	180-76.8	180-69.5	7.3	585	180-37.9	36.6	366	444	180+64.5
				2	180-71.2	180-63.9	7.3	561	180-28.1	26.4	268	483	180+59.9
				3	180-67.2	180-59.8	7.4	533	180-19.4	17.9	183	493	180+56.9
201	—	0 5 25	B-O	1	53.9	56.6	2.7	463	50.4	38.6	299	345	50.9
				2	52.8	55.6	2.4	441	41.2	31.7	243	361	54.5
				3	52.9	55.3	2.4	513	32.9	25.8	239	445	57.6
202	—	0 6 22	C-F	1	180-69.3	180-59.5	9.8	402	180-22.6	21.1	156	366	180+58.7
				2	180-73.6	180-63.4	10.2	401	180-30.5	29.2	205	339	180+62.0
				3	180-78.3	180-68.3	10.0	425	180-38.8	37.8	270	321	180+65.9
203	—	0 7 32	C-F	1	180-67.7	180-59.6	8.1	486	180-22.3	20.7	189	441	180+57.1
				2	180-71.0	180-62.8	8.2	495	180-28.9	27.3	243	423	180+59.5
				3	180-74.6	180-66.0	8.6	485	180-35.3	33.9	284	384	180+62.2
				4	180-69.9	180-52.9	8.0	455	180-24.5	21.3	180	412	180+49.6
				5	180-63.7	180-61.2	7.5	533	180-37.2	34.4	316	418	180+54.9
204	—	0 7 45	B-H	1	180-52.4	180-46.3	6.1	379	180-29.4	23.0	157	340	180+61.4
				2	180-55.8	180-49.6	6.2	392	180-34.6	28.0	194	335	180+63.4
205	—	0 9 5	B-H	1	180-48.5	180-43.3	5.2	421	180-21.8	16.1	130	396	180+59.2
				2	180-53.2	180-48.1	5.1	466	180-31.0	24.4	206	411	180+61.8
				3	180-58.6	180-53.5	5.1	503	180-38.6	32.1	281	408	180+65.0
				4	180-64.0	180-59.1	4.9	559	180-44.7	39.1	367	410	180+68.5
				5	180-56.1	180-50.5	5.6	440	180-25.3	20.7	169	401	180+66.2
				6	180-59.9	180-54.1	5.8	446	180-31.2	26.6	212	385	180+68.8
				7	180-64.8	180-58.6	6.2	440	180-37.4	33.1	251	354	180+72.2
				8	180-53.7	180-45.3	8.4	271	180-40.6	31.6	146	225	180+58.9
				9	180-58.5	180-49.8	8.7	281	180-45.9	37.8	176	216	180+61.7
205*	—	—	B-O	10	180-64.3	180-55.3	9.0	292	180-51.4	44.8	209	201	180+65.4
				1	180-51.4	180-48.6	2.8	401	180-20.7	16.1	123	378	180+59.2
				2	180-55.9	180-53.2	2.7	444	180-29.8	24.4	195	392	180+61.8
				3	180-61.1	180-58.2	2.9	439	180-37.4	32.1	244	358	180+65.0
				4	180-66.2	180-63.4	2.8	478	180-43.5	39.1	312	353	180+68.5
				5	180-58.9	180-55.9	3.0	413	180-24.3	20.7	158	377	180+66.2
				6	180-62.6	180-59.3	3.3	390	180-30.2	26.6	184	339	180+68.8
				7	180-67.2	180-63.7	3.5	384	180-36.4	33.1	218	310	180+72.2

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>	p	r	ω	h	H	D	α
205*	1920 23 mars	0 <sup>h</sup> 9 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup>	B—O	8	180—56.2	180—51.5	4.7	249	180—39.2	31.6	134	208	180+58.9
				9	180—60.8	180—56.0	4.8	259	180—44.4	37.8	162	199	180+61.7
205**	—	—	O—H	10	180—66.3	180—61.6	4.7	280	180—50.0	44.8	201	193	180+65.4
				1	180—43.0	180—40.6	2.4	460	180—22.7	15.3	137	435	180+56.3
				2	180—48.0	180—45.6	2.4	505	180—32.2	23.3	217	449	180+58.9
				3	180—53.5	180—51.2	2.3	575	180—39.8	30.9	315	470	180+61.7
				4	180—59.1	180—56.9	2.2	646	180—45.8	38.0	418	477	180+65.0
				5	180—50.5	180—47.8	2.7	466	180—26.2	19.9	173	426	180+63.0
				6	180—54.2	180—51.6	2.6	511	180—32.2	25.5	237	445	180+65.2
				7	180—58.8	180—56.3	2.5	565	180—38.3	31.9	317	456	180+68.0
				8	180—46.9	180—43.1	3.8	305	180—42.3	29.4	156	260	180+53.9
				9	180—51.7	180—47.7	4.0	314	180—47.5	35.4	187	249	180+56.2
206	—	0 12 55	B—O	10	180—57.6	180—53.3	4.3	317	180—52.7	42.3	218	226	180+59.4
				1	69.4	71.5	2.1	676	34.2	31.6	378	543	75.4
				2	70.7	72.8	2.1	681	27.7	26.0	326	582	78.4
				3	72.6	74.6	2.0	722	19.7	18.8	268	656	81.5
				4	72.6	75.0	2.4	602	31.8	30.1	322	496	79.5
				5	74.2	76.6	2.4	607	24.8	23.9	269	532	82.6
				6	77.9	82.2	4.3	345	47.6	46.1	253	230	81.9
				7	82.1	86.5	4.4	340	32.9	32.6	190	277	180—89.6
				8	77.6	80.6	3.0	492	30.5	29.7	258	410	85.5
				9	79.1	82.4	3.3	450	24.0	23.8	194	399	88.0
207	—	0 13 30	B—O	1	70.1	72.3	2.2	648	34.1	31.7	362	522	76.2
				2	71.9	74.2	2.3	626	25.6	24.2	281	547	79.9
				3	73.8	76.0	2.2	660	18.9	18.0	235	605	82.6
208	—	0 14 10	B—O	1	67.3	69.9	2.6	541	41.9	38.0	347	403	70.4
				2	68.7	71.4	2.7	525	32.1	29.6	275	438	75.2
209	—	0 15 28	C—F	1	180—53.1	180—44.2	8.9	358	180—52.4	39.4	233	266	180+29.7
				2	180—46.7	180—38.4	8.3	342	180—45.3	31.0	183	284	180+27.5
210	—	0 17 53	C—F	3	180—41.9	180—34.0	7.9	323	180—38.1	24.2	139	288	180+26.2
				1	180—80.0	180—63.9	16.1	257	180—64.1	62.4	229	115	180+59.1
				2	180—74.6	180—57.0	17.6	220	180—59.1	55.9	183	120	180+52.7
211	—	0 18 29	B—O	3	180—69.5	180—50.6	18.9	189	180—53.7	49.2	144	121	180+48.5
				4	180—63.3	180—44.0	19.3	167	180—46.4	40.6	110	124	180+44.5
				1	87.1	87.5	5.4	277	180—71.4	71.1	263	86	360—71.0
				2	82.1	86.1	4.0	374	180—75.3	73.5	359	100	360—51.6
212	—	0 18 58	C—F	3	90.0	83.6	6.4	233	180—72.8	72.7	223	67	360—79.8
				1	180—86.6	180—73.9	12.7	347	180—62.4	62.1	309	154	180+73.6
				2	180—81.0	180—67.4	13.6	312	180—56.1	55.0	258	171	180+65.1
213	—	0 21 36	B—H	3	180—73.8	180—59.2	14.6	271	180—47.0	44.7	193	186	180+57.7
				4	180—68.3	180—53.9	14.4	258	180—39.9	36.6	157	202	180+53.5
				1	180—42.4	180—37.8	4.6	425	180—25.1	16.5	134	399	180+52.5
				2	180—46.3	180—41.7	4.6	462	180—32.4	22.7	192	413	180+54.4
214	—	0 22 33	C—K	3	180—45.3	180—40.3	5.0	413	180—22.2	15.4	122	390	180+56.0
				4	180—52.8	180—47.5	5.3	444	180—35.2	27.4	216	381	180+60.0
				4	180—21.2	180—18.3	2.9	408	71.2	20.1	151	374	180+58.9
214*	—	—	C—F	6	180—23.7	180—20.4	3.3	398	76.0	23.0	166	357	180+60.0
				1	180—87.3	180—78.8	8.5	527	180—39.8	39.5	348	385	180+77.7
				2	180—82.4	180—72.7	9.7	450	180—29.3	29.0	231	379	180+72.2
				3	180—78.2	180—68.0	10.2	416	180—20.1	19.7	152	382	180+68.5
				5	180—75.5	180—66.3	9.2	455	180—33.8	32.6	256	368	180+63.8
				6	180—70.9	180—61.0	9.9	404	180—24.5	23.0	168	362	180+60.0
215	—	0 23 3	K—F	1	56.0	65.6	9.6	487	180—22.4	18.3	170	451	180+71.0
				2	55.9	63.9	8.0	575	180—44.5	35.6	353	442	180+78.3
				3	50.7	58.6	7.9	554	180—27.3	20.7	217	501	180+77.5
				4	51.7	58.4	6.7	651	180—46.5	34.8	393	503	180+83.9
216	—	0 25 3	C—F	1	180—68.7	180—59.1	9.6	409	180—21.8	20.2	153	374	180+58.1
				2	180—74.2	180—64.9	9.3	445	180—33.2	31.8	246	363	180+62.3
				3	180—79.6	180—71.5	8.1	535	180—43.3	42.4	373	371	180+66.9
				4	180—71.6	180—62.2	9.4	430	180—20.2	19.1	154	397	180+61.4
				5	180—80.5	180—71.0	9.5	455	180—38.6	37.9	290	342	180+69.0
				6	180—79.2	180—70.2	9.0	478	180—24.2	23.7	207	424	180+69.1
				7	180—86.6	180—78.8	7.8	574	180—40.7	40.5	387	410	180+76.5
				8	180—83.5	180—74.8	8.7	507	180—17.8	17.6	171	470	180+74.0
				9	180—87.8	180—79.1	8.7	516	180—28.5	28.4	262	435	180+78.5
216*	—	—	K—F	1	67.6	78.0	10.4	483	180—18.4	16.9	157	451	180+58.2
				2	66.1	75.8	9.7	513	180—30.2	27.3	252	439	180+61.7
				3	65.5	74.2	8.7	567	180—41.8	37.4	361	426	180+66.1

Table II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
216*	1920 23 mars	0 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup>	K-F	4	64.5	74.7	10.2	486	180-17.8	16.0	151	456	180+61.3
				5	62.7	72.5	9.8	500	180-37.6	32.8	284	402	180+67.7
				7	59.5	66.6	7.1	662	180-43.4	36.4	415	499	180+73.6
				9	52.8	61.0	8.2	547	180-31.8	24.8	248	478	180+76.5
217	--	0 26 23	C-K	1	180-31.7	180-27.3	4.4	393	52.8	24.7	174	347	180+45.6
				2	180-38.0	180-33.1	4.9	420	67.6	34.8	249	331	180+49.6
217*	--	--	C-F	3	180-78.3	180-70.2	8.1	530	180-25.7	25.2	244	462	180+68.0
				4	180-75.3	180-67.1	8.2	513	180-19.4	18.7	183	469	180+65.4
218	--	0 27 23	C-K	1	180-40.8	180-33.2	7.6	272	57.1	33.3	153	222	180+41.3
				2	180-48.0	180-40.5	7.5	327	70.7	44.5	233	225	180+46.5
				3	180-45.9	180-39.0	6.9	344	180-86.4	45.7	251	231	180+70.1
				4	180-25.3	180-20.6	4.7	282	75.7	24.4	121	252	180+59.6
219	--	0 32 5	C-K	1	180-36.5	180-32.3	4.2	479	29.4	17.0	157	447	180+33.3
				2	180-43.8	180-38.2	5.6	416	56.7	35.3	249	326	180+38.4
				3	180-45.9	180-39.2	6.7	356	34.9	24.2	154	317	180+25.8
				4	180-48.9	180-42.4	6.5	391	47.8	33.9	226	313	180+28.5
220	--	0 32 24	B-H	1	180-69.7	180-58.0	11.7	233	180-27.8	25.9	105	206	180+80.3
				2	180-71.3	180-56.3	15.0	179	180-36.2	34.0	102	146	180+80.3
				3	180-71.6	180-53.9	17.7	148	180-42.6	40.0	96	111	180+78.6
				4	180-45.1	180-40.5	4.6	451	180-33.6	23.1	189	403	180-52.9
				5	180-54.5	180-48.6	5.9	406	180-44.0	34.4	238	323	180+58.2
221	--	0 36 1	C-K	1	63.1	72.3	9.2	391	20.0	18.0	132	364	180-51.9
				2	63.0	72.1	9.1	395	28.4	25.0	177	348	180-53.7
				3	63.5	72.3	8.8	409	37.0	32.5	229	332	180-55.7
				4	64.6	72.9	8.3	435	45.6	40.0	288	318	180-58.1
				5	65.8	73.8	8.0	453	52.2	46.0	334	298	180-60.4
221*	--	--	C-F	1	180-45.9	180-39.0	6.9	416	25.4	18.0	141	387	180-51.9
				2	180-50.0	180-43.0	7.0	444	33.6	25.0	200	390	180-53.7
				3	180-54.7	180-47.4	7.3	460	41.2	32.5	259	372	180-55.7
				4	180-59.9	180-52.5	7.4	489	48.1	40.0	325	356	180-58.1
221**	--	--	K-F	6	180-29.6	180-22.6	7.0	281	180-61.5	25.8	127	248	180-40.2
				7	180-35.6	180-27.0	8.6	271	180-69.2	33.0	152	222	180-41.1
				8	180-42.7	180-32.5	10.2	271	180-75.9	41.1	181	198	180-42.7
222	--	0 36 24	B-H	1	180-37.0	180-32.7	4.3	401	180-28.2	16.5	126	377	180+46.5
				2	180-40.2	180-35.4	4.8	385	180-34.2	21.3	150	350	180+47.9
				3	180-44.4	180-39.0	5.4	372	180-40.3	26.9	177	322	180+49.6
				4	180-49.0	180-43.6	5.4	408	180-46.0	33.0	231	329	180+51.5
				5	180-53.5	180-48.3	5.2	458	180-50.6	38.6	296	342	180+53.5
				6	180-35.8	180-31.5	4.3	388	180-30.0	17.0	124	364	180+44.9
				7	180-42.8	180-37.9	4.9	400	180-41.3	26.6	189	347	180+47.7
				8	180-51.5	180-47.1	4.4	531	180-51.2	37.8	339	398	180+51.1
				9	180-50.2	180-45.3	4.9	463	180-52.7	37.8	294	349	180+48.9
				10	180-37.9	180-33.0	4.9	355	180-38.1	22.3	143	321	180+44.4
223	--	0 39 13	C-K	1	180-49.5	180-42.0	7.5	337	49.4	35.3	200	266	180+29.0
				2	180-45.9	180-38.8	7.1	333	35.2	24.5	145	296	180+26.0
				3	180-32.3	180-28.1	4.2	422	66.6	29.3	217	356	180+52.0
				4	180-29.2	180-25.1	4.1	390	59.3	24.8	173	344	180+50.3
				5	180-26.0	180-22.4	3.6	399	49.4	19.4	143	367	180+48.6
				6	180-24.1	180-20.7	3.4	392	39.1	14.9	112	372	180+47.0
223*	--	--	C-F	3	180-65.0	180-56.1	8.9	426	180-32.7	29.3	220	359	180+52.0
				4	180-62.3	180-53.5	8.8	417	180-28.2	24.8	186	368	180+50.3
				5	180-59.6	180-51.0	8.6	413	180-22.7	19.4	149	380	180+48.6
224	--	0 39 24	B-H	1	180-34.7	180-31.0	3.7	444	180-35.8	19.5	162	408	180+42.2
225	--	0 42 34	C-K	2	180-38.3	180-34.2	4.1	438	180-41.6	24.3	192	387	180+43.5
				1	180-65.8	180-57.1	8.7	365	21.8	19.7	132	336	180+ 1.9
				2	180-68.4	180-58.8	9.6	337	37.8	34.7	198	268	180+ 2.8
				3	180-62.9	180-54.5	8.4	366	23.1	20.3	136	336	180+ 5.3
				4	180-64.7	180-55.8	8.9	351	33.8	30.2	184	294	180+ 5.9
				5	180-70.2	180-61.3	8.9	372	23.0	21.4	145	339	180- 2.6
225*	--	--	K-F	6	180-71.2	180-62.0	9.2	363	30.9	29.1	184	308	180- 2.1
				1	180-66.6	180-55.8	10.8	394	180-19.5	17.8	131	367	180+10.0
				2	180-71.3	180-59.4	11.9	372	180-33.1	31.0	200	309	180+12.8
				3	180-69.3	180-58.6	10.7	410	180-19.7	18.2	140	381	180+12.8
				4	180-72.0	180-60.8	11.2	401	180-28.5	26.8	191	347	180+14.5
				5	180-63.1	180-54.0	9.1	456	180-22.2	19.7	168	419	180+ 5.9
226	--	1 24 4	B-K	1	27.9	32.2	4.3	453	27.0	12.6	115	434	180-88.6
				2	30.1	36.6	6.5	336	32.3	15.7	99	318	180-87.7

TABLE II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
	<b>1920</b>												
226	23 mars	1 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup>	B-K	3	33.0	41.1	8.1	297	37.8	19.6	106	275	180-86.7
227	—	1 24 58	B-K	1	34.9	47.0	12.1	222	44.6	23.6	92	201	180-87.3
				2	36.2	47.9	11.7	233	49.3	26.6	108	205	180-88.2
228	—	1 46 16	B-K	1	36.8	45.1	8.3	313	44.3	24.8	137	278	180-85.6
				2	41.9	57.9	16.0	196	48.3	30.0	100	167	180-82.9
				3	43.6	61.1	17.5	186	52.2	33.1	103	153	180-83.5
				4	34.8	40.8	6.0	398	34.7	19.0	141	368	180-84.0
				5	36.0	42.0	6.0	408	42.5	23.4	173	364	180-85.6
				6	37.9	43.9	6.0	423	50.9	28.5	213	359	180-87.6
229	—	1 46 58	B-K	1	24.0	29.0	5.0	355	50.2	18.0	118	331	82.2
230	—	1 47 52	B-K	1	180-45.4	180-38.4	7.0	325	78.7	44.3	231	224	180+55.3
				2	180-39.5	180-32.8	6.7	296	71.0	37.0	182	230	180+51.4
				3	180-34.8	180-28.6	6.2	282	62.7	30.6	148	237	180+48.7
				4	180-31.5	180-25.8	5.7	279	55.2	25.4	125	247	180+47.1
				5	180-29.2	180-24.1	5.1	293	48.8	21.6	113	267	180+46.1
				6	180-27.1	180-22.5	4.6	304	41.9	17.8	100	285	180+45.4
				7	180-43.7	180-35.3	8.4	252	80.0	42.9	174	179	180+57.2
				8	180-38.0	180-30.3	7.7	240	73.4	36.2	145	189	180+53.7
				9	180-32.1	180-25.0	7.1	217	63.2	28.3	106	188	180+50.5
231	—	1 48 15	B-K	1	180-26.1	180-21.4	4.7	284	44.6	18.0	94	266	180+47.3
				2	180-29.4	180-24.1	5.3	282	55.7	23.9	119	253	180+48.8
				3	180-33.8	180-27.9	5.9	290	66.2	30.7	153	243	180+51.2
				4	180-38.1	180-32.0	6.1	318	73.5	36.4	194	248	180+53.6
				5	180-42.0	180-35.5	6.5	327	78.5	41.0	219	238	180+56.0
				6	180-47.0	180-40.3	6.7	353	83.7	46.6	261	233	180+59.4
232	—	1 49 8	B-K	1	180-75.5	180-56.0	19.5	158	40.0	38.5	100	122	180-4.9
				2	180-71.5	180-53.9	17.6	170	37.3	35.1	99	137	180-0.8
				3	180-67.9	180-51.5	16.4	177	35.6	32.6	97	146	180+2.7
233	—	2 14 48	B-K	1	73.6	79.5	5.9	610	12.4	11.9	153	583	180-40.5
				2	72.9	79.4	6.5	553	22.6	21.5	223	498	180-42.2
				3	77.8	84.6	6.8	536	12.2	12.0	134	513	180-36.2
				4	77.2	83.9	6.7	543	21.0	20.4	209	493	180-37.4
				5	77.1	83.4	6.3	577	32.3	31.3	318	469	180-38.9
				6	77.2	82.9	5.7	637	40.5	39.3	420	462	180-40.4
				7	85.7	180-87.3	7.0	522	21.6	21.6	211	470	180-28.4
				8	85.2	180-88.3	6.5	563	34.0	33.9	331	443	180-29.5
234	—	2 19 20	B-K	1	71.8	79.6	7.8	462	14.1	13.5	124	440	180-42.3
				2	71.6	79.3	7.7	467	19.9	18.7	165	432	180-43.1
				3	86.1	180-85.4	8.5	430	18.7	18.6	149	398	180-27.8
				4	85.5	180-86.3	8.2	446	27.1	27.0	215	384	180-28.7
				5	85.2	180-86.7	8.1	452	33.6	33.4	259	362	180-29.4
				6	85.0	180-86.8	8.2	446	38.7	38.6	287	333	180-30.1
				7	78.8	180-89.0	12.2	302	20.7	20.3	111	278	180-35.6
				8	78.6	180-89.5	11.9	309	27.1	26.6	144	270	180-36.5
				9	78.5	90.0	11.5	320	36.1	35.3	190	253	180-37.9
				10	78.5	89.9	11.4	322	40.1	39.2	209	242	180-38.6
235	—	2 20 7	B-K	1	81.4	90.0	8.6	426	13.2	13.0	110	408	180-32.6
236	—	2 27 1	B-K	1	180-32.9	180-26.0	6.9	233	70.2	30.5	121	196	180+54.0
				2	180-37.8	180-29.6	8.2	221	75.8	36.4	133	174	180+55.5
				3	180-43.6	180-34.4	9.2	225	81.7	42.9	155	161	180+58.4
237	—	3 19 57	B-K	1	130-60.0	180-54.8	5.2	575	52.7	43.7	410	390	180+20.3
				2	180-61.7	180-56.2	5.5	553	48.4	41.3	378	391	180+15.6
				3	180-46.3	180-42.8	3.5	709	43.0	29.4	377	583	180+28.9
				4	180-43.2	180-40.0	3.2	734	28.4	19.2	277	665	180+26.5
				5	180-47.8	180-44.5	3.3	776	52.7	35.9	484	584	180+32.7
				6	180-45.2	180-41.8	3.4	716	45.0	29.9	386	585	180+30.8
				7	180-43.0	180-39.8	3.2	731	36.3	23.8	329	636	180+29.3
				8	180-41.5	180-38.6	2.9	786	28.5	18.6	293	713	180+23.3
				9	180-40.4	180-37.2	3.2	690	43.4	26.2	333	589	180+34.4
				10	180-39.0	180-35.9	3.1	691	37.3	22.4	294	611	180+33.3
				11	180-46.5	180-42.3	4.2	586	65.8	41.1	401	414	180+43.2
				12	180-41.6	180-37.8	3.8	589	56.2	33.3	342	467	180+40.0
				13	180-37.5	180-34.2	3.3	622	44.0	24.9	286	540	180+37.2
238	—	3 20 57	B-K	1	180-58.5	180-53.2	5.3	552	57.2	45.6	407	362	180+24.9
				2	180-57.2	180-51.2	6.0	475	52.6	41.8	327	336	180+23.1
				3	180-58.4	180-52.2	6.2	466	49.1	40.0	310	340	180+19.5
				4	180-64.6	180-59.4	5.2	605	49.2	43.1	428	413	180+12.5
				5	180-62.4	180-57.0	5.4	568	40.5	35.3	345	439	180+10.9

TABLE II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
238	1920 23 mars	3 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup>	B-K	6	180-46.6	180-43.6	3.0	840	36.7	25.8	408	711	180+26.0
				7	180-42.7	180-39.4	3.3	703	36.3	23.8	314	613	180+29.5
239	—	3 22 32	B-K	1	51.2	61.7	10.5	308	19.0	14.7	85	294	180-64.1
				2	50.8	61.6	10.8	299	23.8	18.2	100	279	180-65.4
240	—	3 24 52	B-K	1	58.7	72.1	13.4	262	22.0	18.7	88	244	180-57.0
				2	58.7	74.1	15.4	231	25.1	21.3	87	212	180-57.5
				3	58.5	74.8	16.3	219	29.0	24.5	94	196	180-58.7
				4	53.1	65.8	12.7	264	24.6	19.5	93	246	180-63.3
				5	46.1	54.5	8.4	355	18.4	13.3	91	341	180-69.2
				6	46.0	54.9	8.9	337	21.5	15.4	98	320	180-69.8
				7	44.2	53.2	9.0	326	20.9	14.5	89	311	180-71.6
241	—	3 31 41	B-K	1	53.4	62.4	9.0	361	14.7	11.7	83	349	180-61.2
				2	53.3	62.8	9.5	343	17.4	13.8	91	328	180-61.7
				3	59.8	71.1	11.3	308	17.1	14.7	85	293	180-55.1
				4	59.6	71.4	11.8	295	21.0	18.0	97	276	180-56.0
242	—	3 49 22	B-K	1	85.0	180-89.3	5.7	642	31.3	30.7	350	523	180-29.4
				2	180-84.4	180-79.3	5.1	704	24.1	23.9	317	613	180-17.6
				3	180-84.6	180-79.8	4.8	750	31.0	30.7	414	605	180-17.5
				4	180-76.9	180-71.8	5.1	681	26.1	25.5	322	585	180-9.3
				5	180-77.5	180-72.4	5.1	683	33.0	32.2	390	544	180-8.9
243	—	3 53 22	B-K	1	180-72.8	180-66.1	6.7	499	47.3	44.6	360	336	180+0.6
				2	180-75.0	180-68.2	6.8	500	56.2	53.5	409	278	180+1.8
				3	180-78.1	180-71.8	6.3	552	67.1	64.4	502	220	180+4.8
244	18 avril	23 41 30	B-D	1		20.0	6.8	747		5.9	119	731	180-29.8
				2		13.9	5.1	713		6.0	113	698	180-23.9
				3		11.2	4.0	720		6.2	117	704	180-18.1
				4		14.3	5.0	733		6.2	120	717	180-12.9
245	1921 13 mai	23 39 58	B-K	1	180-68.0	180-59.0	9.0	349	20.1	18.5	120	325	180-0.4
				2	180-68.3	180-59.8	8.5	373	29.8	27.5	181	321	180+0.9
246	—	23 40 38	B-K	3	180-69.4	180-61.3	8.1	397	38.4	35.5	238	311	180+2.0
				4	180-70.5	180-62.6	7.9	412	44.0	40.8	277	298	180+2.6
				1	180-63.7	180-56.4	7.3	418	19.0	17.1	136	391	180+3.9
				2	180-64.4	180-56.9	7.5	409	27.2	24.4	180	362	180+4.5
				3	180-65.8	180-58.0	7.8	398	36.2	32.7	224	323	180+5.4
				4	180-67.7	180-59.8	7.9	401	44.2	40.2	267	293	180+5.9
247	—	23 47 10	B-K	5	180-69.4	180-62.1	7.3	443	50.9	46.7	329	289	180+7.0
				6	180-70.8	180-63.7	7.1	462	55.8	51.4	367	272	180+8.0
				1	180-65.0	140-54.9	10.1	297	30.4	27.1	141	258	180+4.8
				2	180-66.4	180-56.1	10.3	296	38.2	34.3	171	238	180+5.4
				3	180-68.3	180-58.0	10.3	302	45.9	41.7	205	218	180+6.0
				4	180-70.0	180-60.2	9.8	325	52.6	48.3	247	208	180+6.9
248	—	23 47 44	B-K	1	180-61.9	180-51.9	10.0	289	32.0	27.8	140	250	180+8.5
				2	180-64.3	180-54.4	9.9	301	42.1	37.0	186	234	180+9.2
				3	180-66.2	180-56.5	9.7	315	48.5	43.2	220	222	180+9.8
				4	180-69.0	180-59.5	9.5	333	56.1	50.6	261	203	180+10.6
249	—	23 48 22	B-K	1	180-58.0	180-48.3	9.7	232	29.3	24.5	122	252	180+12.1
				2	180-58.8	180-49.4	9.4	296	35.7	30.0	153	250	180+13.0
				3	180-60.2	180-51.3	8.9	321	43.2	36.4	196	251	180+14.3
				4	180-63.0	180-54.4	8.6	347	51.6	44.3	247	238	180+15.5
250	—	23 54 40	C-O	1	76.6	80.2	3.6	429	49.0	47.5	323	275	81.5
				2	74.8	78.0	3.2	479	56.6	54.0	393	265	75.5
251	—	23 59 13	C-O	1	53.5	60.3	6.8	201	37.2	29.1	100	172	59.9
				2	74.6	77.2	2.6	588	18.6	18.1	208	541	86.7
				3	73.4	75.7	2.3	661	24.6	23.6	290	580	84.8
				4	72.2	74.4	2.2	686	31.6	30.0	369	562	82.4
				5	71.5	73.7	2.2	684	35.9	33.8	404	534	80.6
252	14 mai	0 0 58	C-O	1	50.8	61.7	10.9	127	180-88.8	50.8	99	79	11.6
				2	47.2	56.6	9.4	140	79.9	46.2	102	95	23.7
				3	44.9	52.8	7.9	159	67.2	40.5	104	119	34.1
253	—	0 1 43	C-O	1	46.5	55.4	8.9	146	180-84.4	46.5	106	98	7.0
				2	43.8	52.1	8.3	150	85.3	43.7	104	106	17.3
				3	42.4	50.2	7.8	155	77.1	41.1	103	114	24.3
254	—	0 2 59	C-O	1	39.7	46.8	7.1	161	180-89.2	39.6	104	122	12.4
				2	38.0	45.0	7.0	159	79.7	37.4	98	124	21.0
255	—	0 3 54	C-O	1	46.7	56.6	9.9	133	180-78.7	45.5	96	92	1.3
				2	43.1	52.6	9.5	132	87.4	43.0	91	95	15.4



TABLE II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	a
255	1921 14 mai	0 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup>	C-O	3	42.4	50.8	8.4	145	72.0	39.8	94	110	28.7
256	—	0 4 44	C-O	1	67.0	70.0	3.0	491	20.7	18.8	176	452	78.5
				2	66.7	69.5	2.8	525	22.3	20.3	201	477	77.9
				3	65.7	68.4	2.7	540	27.9	25.2	248	470	75.9
				4	64.9	67.4	2.5	579	33.8	30.2	310	477	73.7
				5	64.4	66.8	2.4	600	38.9	34.5	359	468	71.5
				6	64.0	66.3	2.3	624	43.4	38.2	404	461	69.4
				7	77.5	80.3	2.8	552	22.7	22.2	230	493	89.5
				8	75.5	78.4	2.9	530	29.4	28.4	269	447	86.6
				9	73.9	76.7	2.7	565	37.0	35.4	344	436	83.2
257	—	0 6 53	B-K	1	180-38.4	180-31.8	6.6	292	79.2	37.4	182	225	180+58.0
				2	180-44.0	180-36.9	7.1	310	85.4	43.7	218	216	180+61.8
				3	180-50.4	180-42.7	7.7	323	89.8	50.3	251	198	180+65.8
				4	180-56.6	180-49.0	7.6	364	180-86.7	56.5	306	191	180+71.0
				5	180-61.5	180-54.7	6.8	439	180-84.0	61.1	388	199	180+76.8
258	—	0 13 47	C-O	1	57.1	61.5	4.4	313	19.8	16.5	96	296	68.4
				2	54.8	59.6	4.8	282	26.0	21.1	107	259	64.8
				3	52.8	58.2	5.4	247	31.4	24.6	106	221	61.4
				4	62.1	69.6	7.5	196	32.4	28.2	95	171	71.0
				5	61.6	69.0	7.4	198	35.3	30.5	103	168	69.6
				6	60.4	68.3	7.9	185	39.1	33.3	103	152	67.0
259	—	0 15 17	C-O	1	67.7	72.7	5.0	300	19.2	17.7	98	281	79.6
				2	66.7	71.6	4.9	304	23.4	21.4	117	277	77.9
				3	62.9	69.5	6.6	223	29.6	26.2	102	197	72.4
				4	62.4	69.5	7.1	207	33.9	29.7	105	177	70.7
260	—	0 16 7	C-O	1	71.5	74.6	3.1	488	12.3	11.5	116	470	84.0
				2	70.3	73.9	3.6	419	16.0	14.9	121	397	82.4
				3	67.5	72.3	4.8	311	20.5	18.8	107	290	79.1
				4	62.7	69.3	6.6	223	29.1	25.7	100	198	72.3
				5	62.7	68.7	6.0	244	33.2	29.3	123	208	71.3
				6	55.2	60.3	5.1	267	25.6	20.8	100	246	65.5
261	—	0 17 7	C-O	1	86.7	180-80.0	13.3	117	58.6	58.5	100	61	180-83.4
				2	82.4	180-85.2	12.4	127	53.5	52.9	102	75	180-89.8
				3	79.8	180-87.7	12.5	126	50.8	49.8	97	80	86.7
				4	78.1	89.0	10.9	145	54.6	53.0	116	85	82.8
				5	81.4	180-85.6	13.0	121	58.0	57.1	102	65	86.8
				6	83.5	180-82.5	14.0	112	61.8	61.1	98	53	89.4
262	—	0 18 48	C-O	1	59.9	68.4	8.5	172	46.9	39.0	110	131	62.7
				2	60.8	68.6	7.8	188	36.7	31.5	100	157	68.0
				3	64.3	71.1	6.8	219	29.2	26.0	99	193	74.2
				4	66.7	72.3	5.6	267	24.5	22.4	107	243	77.7
				5	53.4	59.3	5.9	229	32.6	25.6	102	203	61.8
263	4 octobre	22 48 18	B-D	1	8.8	13.3	4.5	758	180-53.0	5.9	122	741	180-24.0
				2	7.1	10.7	3.6	765	180-86.0	5.9	123	747	180-19.3
				3	8.2	12.5	4.3	746	56.0	6.0	121	729	180-14.8
				4	11.5	17.3	5.8	761	34.6	6.0	124	743	180- 9.9
264	8 octobre	22 43 38	C-K	1	71.4	76.4	5.0	733	7.0	6.3	122	715	180-42.5
				2	71.0	76.0	5.0	731	11.2	10.4	172	701	180-43.1
				3	78.3	82.9	4.6	813	7.1	6.7	145	791	180-35.6
				4	77.8	82.6	4.8	779	12.7	12.3	210	738	180-36.2
265	—	22 46 54	C-K	1	76.9	82.9	6.0	624	10.0	9.8	136	602	180-37.2
				2	79.9	82.3	5.4	692	14.8	14.4	207	650	180-37.5
				3	86.1	180-88.3	5.6	673	8.9	8.8	137	652	180-28.0
				4	85.8	180-88.7	5.5	685	14.8	14.8	209	642	180-28.2
266	—	22 47 39	C-K	1	72.0	77.9	5.9	625	10.4	10.0	138	603	180-42.1
				2	71.8	77.3	5.5	669	17.5	16.7	224	619	180-42.9
				3	77.2	82.3	5.1	732	9.0	8.8	152	708	180-37.0
267	—	23 14 40	C-K	1	180-86.8	180-80.9	5.9	631	6.7	6.6	103	617	180-20.7
				2	180-76.2	180-69.9	6.3	562	10.2	9.9	121	544	180- 9.8
				3	180-76.3	180-70.0	6.3	563	13.9	13.4	153	534	180- 9.8
				4	180-71.9	180-66.7	5.2	666	8.6	8.3	130	646	180- 5.4
268	—	23 16 20	C-K	1	180-64.6	180-59.0	5.6	577	9.2	8.3	109	562	180+ 1.8
				2	180-59.3	180-54.4	4.9	625	9.0	7.7	114	609	180+ 7.2
269	—	23 17 10	C-K	1	180-56.8	180-52.2	4.6	647	8.6	7.1	112	632	180+10.0
				2	180-56.4	180-51.8	4.6	644	13.3	11.1	155	617	180+10.6
				3	180-64.3	180-58.6	5.7	565	9.1	7.9	102	550	180+ 2.3
270	—	23 17 40	C-K	1	180-52.4	180-47.9	4.5	621	9.2	7.3	109	606	180+14.2
				2	180-52.3	180-47.9	4.4	635	14.2	11.2	154	609	180+14.8

TABLE II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
<b>1921</b>													
270	8 octobre	23 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup>	C—K	3	180—55.1	180—50.3	4.8	604	9.7	7.9	111	588	180+11.5
				4	180—57.5	180—52.3	5.2	573	9.9	8.3	108	558	180+ 9.1
				5	180—59.2	180—53.7	5.5	552	10.1	8.6	105	538	180+ 7.4
271	9 octobre	0 24 42	C—O	1	180—77.3	180—73.4	3.9	385	14.2	14.0	104	368	180—63.9
				2	180—75.9	180—72.2	3.7	404	12.4	12.2	97	389	180—62.5
272	—	0 25 52	C—O	1	180—74.0	180—70.0	4.0	369	14.3	13.8	98	352	180—60.5
				2	180—73.2	180—69.1	4.1	357	12.8	13.3	92	343	180—59.7
				3	180—65.6	180—62.1	3.5	396	12.0	11.0	87	384	180—52.1
<b>1922</b>													
273	3 février	21 2 8	B—D	1	7.6	10.6	3.0	908	180—67.4	6.0	158	884	180—21.6
				2	12.1	17.0	4.9	885	180—75.4	10.6	220	843	180—21.8
				3	10.5	15.9	5.4	753	39.4	5.6	117	737	180—10.7
274	—	21 20 38	B—D	1	7.2	11.5	4.3	687	180—73.5	6.0	108	673	180—21.5
				2	7.7	12.9	5.2	637	75.8	6.6	104	623	180—16.9
				3	10.1	17.3	7.2	613	51.8	7.0	103	600	180—12.6
				4	13.2	22.9	9.7	597	38.4	7.2	102	583	180— 8.4
275	—	21 54 18	B—D	1	10.7	18.7	8.0	595	69.4	9.0	120	578	180—15.1
				2	14.2	24.4	10.2	603	44.4	8.9	120	585	180— 8.7
				3	19.2	31.4	12.2	637	30.5	8.6	125	619	180— 1.2
276	—	21 55 38	B—D	1	10.4	17.0	6.6	658	180—76.0	8.9	134	637	180—21.2
				2	11.0	18.0	7.0	655	67.0	9.1	136	634	180—14.2
277	—	21 57 8	B—D	1	13.1	22.3	9.2	614	180—50.7	8.9	123	595	180—27.1
				2	10.5	18.4	7.9	594	180—80.0	9.1	121	575	180—20.6
				3	11.2	19.5	8.3	598	69.6	9.3	123	579	180—14.6
278	—	23 30 19	B—D	1	33.0	45.9	12.9	831	180—12.0	5.7	135	812	180—51.2
				2	28.0	40.7	12.7	767	180—15.6	6.4	130	748	180—45.9
				3	23.2	35.0	11.8	725	180—20.4	7.0	128	707	180—40.7
				4	17.9	27.9	10.0	697	180—28.8	7.6	128	678	180—34.7
279	—	23 57 14	B—D	1	11.1	18.3	7.2	648	54.0	7.7	118	631	180—12.3
				2	14.5	23.7	9.2	650	36.8	7.4	116	634	180— 7.1
				3	19.3	30.7	11.4	668	25.8	7.2	117	651	180— 1.4
280	—	23 59 29	B—D	1	10.5	18.0	7.5	612	54.5	7.6	110	597	180—12.8
				2	13.1	22.1	9.0	622	40.0	7.4	109	606	180— 8.7
				3	17.1	28.0	10.9	642	28.3	7.0	110	627	180— 3.8
				4	22.2	34.6	12.4	684	20.5	6.6	115	668	180+ 2.0
281	4 février	0 1 9	B—D	1	26.6	39.5	12.9	736	16.2	6.2	121	720	180+ 6.8
				2	31.8	44.9	13.1	805	180—12.2	5.5	127	787	180—49.9
				3	26.6	39.2	12.6	749	180—16.6	6.4	127	731	180—44.3
				4	21.7	33.2	11.5	710	180—22.0	7.0	125	692	180—38.9
				5	17.2	27.1	9.9	685	180—29.4	7.4	124	667	180—33.7
282	—	0 3 9	B—D	1	13.2	21.0	7.8	683	180—41.8	7.7	127	664	180—23.4
				2	26.5	38.0	11.5	798	17.9	6.7	142	777	180+ 6.6
				3	30.8	43.1	12.3	829	14.1	6.1	141	808	180+11.3
				4	34.6	47.1	12.5	875	11.6	5.5	142	854	180+15.3
283	—	0 5 39	B—D	1	38.0	50.1	12.1	946	9.8	5.1	151	923	180+18.8
				2	29.4	41.0	11.6	843	180—14.2	6.0	143	822	180—47.4
				3	23.6	34.3	10.7	785	180—20.0	6.8	140	764	180—41.0
				4	18.3	27.5	9.2	747	180—28.3	7.4	138	726	180—35.0
284	—	0 6 39	B—D	1	10.2	16.2	6.0	690	65.6	8.2	134	670	180—14.6
				2	13.3	21.3	8.0	675	43.0	8.0	128	656	180— 9.0
				3	17.2	26.8	9.6	699	31.2	7.7	131	680	180— 4.0
				4	22.2	33.6	11.4	724	22.5	7.3	132	705	180+ 1.8
285	—	0 11 19	B—D	1	12.1	18.8	6.7	714	51.5	8.3	141	692	180—11.3
				2	15.4	23.9	8.5	708	36.4	8.0	138	687	180— 6.3
				3	19.1	29.1	10.0	724	27.9	7.7	137	703	180— 1.7
				4	23.3	34.8	11.5	740	21.5	7.4	137	719	180+ 3.1
				5	28.2	40.7	12.5	779	16.6	7.0	141	758	180+ 8.4
286	—	0 12 9	B—D	1	32.0	44.4	12.4	842	180—12.0	5.4	134	823	180—50.1
				2	26.9	39.3	12.4	763	180—15.9	6.1	126	745	180—44.8
				3	22.0	33.5	11.5	716	180—21.0	6.6	122	698	180—39.3
				4	16.8	26.6	9.8	680	180—29.2	7.0	118	663	180—33.5
				5	12.7	20.8	8.1	651	180—42.0	7.2	114	636	180—28.2
287	—	0 13 39	B—D	1	30.1	44.9	14.8	714	16.0	6.9	125	697	180+10.2
				2	34.7	49.4	14.7	774	13.0	6.4	132	754	180+15.1
				3	39.6	53.7	14.1	855	10.2	5.5	138	835	180+20.3
288	—	0 14 9	B—D	1	10.0	16.4	6.4	655	62.0	7.6	119	638	180—14.2
				2	13.8	23.2	9.4	623	39.2	7.5	111	608	180— 8.0

TABLE II continuée

No.	Date	Heure	Base	P	$u_1$	$u_2$	p	r	$\omega$	h	H	D	$\alpha$
<b>1922</b>													
288	4 février	0 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup>	B-D	3	19.2	31.1	11.9	648	26.8	7.4	115	632	180- 1.6
				4	25.2	40.0	14.8	651	19.2	7.0	112	635	180+ 5.1
289	—	0 14 59	B-D	1	19.1	31.0	11.9	646	180-27.2	7.6	117	629	180-35.8
				2	15.4	26.2	10.8	609	180-35.6	7.9	112	593	180-31.2
				3	12.4	21.3	8.9	607	180-48.2	8.2	115	591	180-27.1
290	—	0 15 39	B-D	1	10.9	18.0	7.1	646	58.0	7.9	121	629	180-13.1
				2	14.8	24.4	9.6	640	37.5	7.6	116	624	180- 7.0
				3	19.9	32.4	12.5	640	26.0	7.4	113	624	180- 0.9
				4	26.0	40.6	14.6	667	19.0	7.2	118	651	180+ 5.9
291	—	0 43 9	B-D	1	27.2	38.4	11.2	823	180-15.5	6.1	139	803	180-45.2
				2	21.3	31.0	9.7	790	180-20.9	6.5	138	770	180-38.8
				3	16.6	24.3	7.7	794	180-28.9	6.9	143	772	180 33.4
				4	12.6	19.1	6.5	751	180-40.2	7.0	135	731	180-28.4
				5	9.3	14.1	4.8	763	180-65.7	7.3	141	742	180-22.6
292	—	0 46 19	B-D	1	11.2	17.3	6.1	723	45.7	7.1	129	705	180-10.9
				2	15.9	24.3	8.4	728	29.5	6.8	127	710	180- 4.9
				3	21.0	31.1	10.1	761	21.2	6.4	129	743	180+ 0.8
				4	26.8	38.0	11.2	819	15.3	5.8	134	800	180+ 7.0
293	—	0 48 29	B-D	1	15.5	23.3	7.8	753	29.8	6.6	130	734	180- 5.2
				2	21.1	31.5	10.4	748	20.5	6.2	125	731	180+ 1.1
				3	26.7	38.8	12.1	773	15.2	5.8	124	756	180+ 6.9
294	—	0 51 9	B-D	1	22.8	32.5	9.7	824	19.6	6.5	145	803	180+ 2.8
				2	28.3	39.7	11.4	835	14.6	6.0	141	815	180+ 8.6
				3	33.6	45.6	12.0	888	11.0	5.2	141	868	180+14.2
295	—	0 55 39	B-D	3	14.1	21.4	7.3	742	180-36.6	7.3	137	722	180-30.1
				4	9.8	15.2	5.4	720	180-62.2	7.6	135	700	180-23.2
				5	8.8	13.7	4.9	717	80.0	7.7	135	696	180-17.2
296	27 sept.	23 7 12	B-D	1	10.2	14.6	4.4	849	180-35.5	4.9	128	831	180-27.0
				2	6.8	9.7	2.9	861	180-61.6	4.9	130	842	180-22.1
				3	6.2	8.8	2.6	872	74.0	4.8	131	853	180 17.1
				4	8.7	12.0	3.3	934	44.0	4.8	144	912	180-12.6
				5	12.0	16.5	4.5	936	29.0	4.7	143	915	180- 8.4
297	—	23 42 12	B-D	1	9.5	16.5	7.0	602	180-68.0	7.8	110	587	180-22.2
				2	8.9	15.4	6.5	606	78.0	7.7	109	591	180-16.8
				3	12.0	20.1	8.1	631	46.5	7.7	115	614	180-10.4
298	—	23 43 27	B-D	1	10.2	16.0	5.8	705	180-76.0	8.9	147	681	180-21.3
299	—	23 46 52	B-D	1	10.9	20.5	9.6	543	84.0	9.8	115	526	180-17.8
				2	13.1	26.0	12.9	508	59.0	10.2	110	491	180-12.2
300	28 sept.	0 19 12	B-D	1	8.0	12.2	4.2	746	72.0	6.3	125	729	180-13.2
				2	12.3	18.3	6.0	777	35.8	6.0	127	759	180- 8.8
				3	17.4	24.9	7.5	834	23.0	5.7	136	815	180- 2.7
301	—	0 20 42	B-D	1	13.9	20.3	6.4	804	31.4	6.2	137	785	180- 7.0
302	—	0 34 43	B-D	1	9.7	14.7	5.0	753	38.6	5.0	110	738	180-11.3
303	—	0 38 13	B-D	1	9.4	14.0	4.6	780	40.0	5.1	116	765	180-11.7
				2	14.4	21.2	6.8	790	25.4	5.1	118	774	180- 5.9
304	—	0 41 43	B-D	1	7.2	10.4	3.2	836	52.3	5.2	130	823	180-14.6
				2	11.2	15.8	4.6	878	33.0	5.3	141	863	180- 9.6

TABLE III

No.	Date	Heure	Stat.	h	$\alpha$	$\Delta h$	$\Delta \alpha$
<b>1917</b>							
S 17	21 août	22 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>	C	72.5	2°	± 1.2	± 4.0
S 18	—	22 55 0	C	70.2	— 7.7	± 1.0	± 2.9
S 20	16 décembre	22 9 40	C	71.8	— 6.5	± 0.7	± 2.2
S 21	—	22 10 22	C	72.0	— 8.9	± 0.2	± 0.8
31	—	22 11 0	C	71.0	— 8.7	± 0.6	± 2.0
31, S 22	—	—	A	71.2	— 8.8	± 0.8	± 2.4
32	—	22 11 40	C	71.4	— 10.7	± 0.8	± 2.5
S 23	—	22 12 40	C	71.0	— 11.6	± 0.6	± 1.7
<b>1918</b>							
S 39	8 mars	2 30 30	B	70.8	— 9.8	± 0.5	± 1.8
S 40	—	2 31 30	B	70.8	— 9.7	± 0.4	± 1.2
S 41	—	2 32 30	B	70.6	— 8.2	± 0.6	± 1.8
<b>1920</b>							
S 99	22 mars	20 18 27	B	68.4	— 5.0	± 0.8	± 2.0
S 100	—	20 20 49	B	69.0	— 4.0	± 0.6	± 2.0
S 101	—	20 21 35	B	69.8	— 5.0	± 0.4	± 1.0
S 102	—	20 22 7	B	69.7	— 10.3	± 0.4	± 1.6
S 103	—	20 22 47	B	69.5	— 8.0	± 0.5	± 1.6
S 104	—	20 24 27	B	69.7	— 2.4	± 0.5	± 1.6
S 105	—	20 32 27	B	69.4	— 11.8	± 0.5	± 1.4
S 107	—	20 41 4	C	69.6	— 8.4	± 0.2	± 0.6
S 108	—	20 42 24	C	70.0	— 8.6	± 0.4	± 1.3
S 109	—	20 42 27	B	70.1	— 5.5	± 0.6	± 2
S 110	—	20 43 34	C	70.2	— 9.1	± 0.4	± 1.3
S 111	—	20 44 27	B	69.6	— 10.6	± 0.7	± 2.0
S 113	—	20 45 27	C	69.7	— 12.1	± 0.2	± 0.7
S 114	—	20 48 42	C	70.7	— 8.6	± 0.5	± 1.5
S 115	—	20 49 55	C	70.8	— 9.0	± 0.7	± 2.2
S 116	—	20 51 27	B	69.6	— 6.0	± 0.7	± 2.0
S 119	—	20 56 30	C	69.7	— 11.7	± 0.8	± 2.5
S 122	23 mars	0 11 40	O	69.6	— 4.0	± 0.6	± 2.0
S 123	—	0 17 24	B	71.9	— 8.0	± 1.0	± 3.0
211	—	0 18 29	B	71.1	— 8.3	± 0.2	± 0.5
S 124	—	0 19 52	B	70.2	— 8.8	± 0.7	± 2.0
S 127	—	—	B	69.1	— 9.5	± 0.4	± 1.0
S 128	—	—	B	69.1	— 7.0	± 0.2	± 0.6
S 129	—	—	B	68.3	— 7.6	± 0.3	± 0.6
S 130	—	2 5 23	B	68.7	— 8.0	± 0.3	± 0.8
S 131	—	—	B	68.7	— 10.3	± 0.8	± 2.3
S 132	—	2 21 3	B	70.2	— 9.3	± 0.7	± 2.0
S 133	—	2 22 9	K	70.0	— 11.6	± 0.5	± 1.2
S 134	—	2 22 52	B	71.0	— 12.6	± 0.5	± 1.8
S 135	—	—	K	70.6	— 14.5	± 0.7	± 2.0
S 136	—	2 25 48	B	71.8	— 11.7	± 1.0	± 3.2
S 139	—	4 40 35	B	68.8	— 11.5	± 0.4	± 1.2
S 140	—	4 40 55	B	68.8	— 11.4	± 0.6	± 1.6
S 141	—	4 41 21	B	68.5	— 11.1	± 0.3	± 1.0
S 142	—	4 41 44	B	68.8	— 9.5	± 0.6	± 1.5
S 143	—	4 42 7	B	69.5	— 12.4	± 0.3	± 1.0
S 144	—	4 42 26	B	70.3	— 11.7	± 0.5	± 1.6
S 145	—	4 43 8	B	70.1	— 13.7	± 0.4	± 1.3
S 146	—	4 43 31	B	70.2	— 13.0	± 0.8	± 2.6
S 147	—	4 43 56	B	69.5	— 14.1	± 0.4	± 1.4
S 148	—	4 44 30	B	68.6	— 14.5	± 0.4	± 1.2
S 149	—	4 45 18	B	68.7	— 15.1	± 0.5	± 1.3
S 150	—	4 46 0	B	70.0	— 15.0	± 0.3	± 0.8
—	—	—	B	69.4	— 11.6	± 0.3	± 0.8
<b>1921</b>							
S 153	13 mai	22 31 36	B	69.7	— 9.1	± 1.1	+ 3.4
S 154	—	22 33 36	B	69.2	— 14.7	± 0.7	± 1.9
S 161	14 mai	0 37 18	B	70.3	— 12.0	± 0.5	± 1.6
S 162	—	0 40 6	B	70.3	— 12.4	± 1.1	± 3.3
S 163	—	0 43 14	C	69.9	— 13.4	± 0.7	± 2.1
S 164	—	0 46 0	B	69.4	— 10.8	± 1.0	± 3.0
S 165	—	0 48 33	B	69.5	— 7.0	± 1.0	± 3.0

TABLE IV

H	Toutes les formes			Rayons			Draperies (et arcs radiés)			Arcs non radiés			Les mêmes, près du zénith		H
	Oslo	Bossekop	Haldde	Oslo	Bossekop	Haldde	Oslo	Bossekop	Haldde	Oslo	Bossekop	Haldde	Oslo	Bossekop	
77	1		1				1								77
78															78
79			1												79
80	2						2								80
81	4						3								81
82	1						1								82
83	2						2								83
84	4		1				4								84
85	1						1								85
86	1		6				1		4			1			86
87	5	2					2			2					87
88	5	8	13				5	1	7			4			88
89	5	6					4	4		1			4		89
90	1	18	32				1	5	22		4	7		1	90
91	4	17					2	11		2	1			1	91
92	6	19	32				3	10	24		2	6			92
93	5	17					3	5		1	1			1	93
94	8	15	49	1		1	4	8	35	2	3	7		1	94
95	9	19		1			6	7		1	3			1	95
96	13	31	87	1			8	14	55	3	3	21		3	96
97	13	28		1			10	19		1	5			1	97
98	13	25	116				8	12	89	5	4	15		4	98
99	13	36					9	17		3	13			2	99
100	14	44	203	1		3	8	17	155	3	17	32		2	100
101	5	43					2	21		3	13			2	101
102	19	36	120	1	1		9	13	90	7	14	15		6	102
103	15	44		1			6	15		7	15			4	103
104	11	37	151	1		2	2	16	103	7	14	33		5	104
105	13	48		2	1		8	22		1	30			10	105
106	14	51	219	2		2	4	14	152	6	27	51		4	106
107	7	45		2				12		3	21			3	107
108	10	40	151	1	1	10	3	25	96	5	20	35		3	108
109	7	31		1	1		3	12		2	17			3	109
110	13	44	130	5		11	1	21	76	5	13	35		1	110
111	13	41		4			2	15		3	9				111
112	9	41	110	4			2	17	72	3	19	27		1	112
113	7	41		2			3	26		2	16				113
114	2	28	93			3	1	14	65	1	12	18		6	114
115	13	43		2			3	20		7	3			2	115
116	13	20	74	1	1	5	5	5	46	6	10	18		4	116
117	9	26		4			1	15		4	7			3	117
118	7	26	58	1		5	1	12	34	5	8	14		1	118
119	5	21		2	1		2	16		3	3			3	119
120	6	26	47			5		12	25	3	12	15		5	120
121	9	16					3	3		6	4			1	121
122	7	29	42	3	2	2		13	22	3	4	12			122
123	4	10		1				4		3	8			4	123
124	6	16	41	3	1	1		6	29	3	4	8		2	124
125	7	18						4		6	6				125
126	3	14	27	2		3		2	13	1	2	5			126
127	7	13		2	1			6		5	3			1	127
128	8	10	18	3	1	1		2	10	5	6	5		1	128
129	6	9		3	1			1		3	4			3	129
130	8	4	17	4					9	4	1	6		1	130
131	6	3		1	1		1			3	1			1	131
132	3	6	15	1	2	1		3	9	2	1	4		1	132
133	3	3		2				1			1				133
134	5	8	13	1					10	4	5	3		1	134
135	6	5		2				1		4	3				135
136	4	3	7	2		1		1	5	2	2	1			136
137	7	11		3				2		4	2				137
138	5	4	13	1				1	9	4	2	4			138
139	3	3		1						2	2			1	139
140	5	3	10	4					6	1	2	4		1	140





TABLE V

Etoile 1	Etoile 2	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	a	Etoile 1	Etoile 2	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	a
<b>Ascension droite 0<sup>h</sup>—4<sup>h</sup></b>					<b>Ascension droite 4<sup>h</sup>—8<sup>h</sup></b>				
ξ Per	ζ Per	14.1	13.5	4.04	β Tau	ι Aur	180—52.7	180—56.5	7.76
φ And	ν And	31.3	27.9	7.10	ι Aur	ζ Per	88.2	79.8	13.26
α -	i -	180—21.1	180—25.6	15.44	β CMi	λ Gem	180—15.2	180—15.7	8.54
α Per	α Cas	180—59.3	87.8	25.02	α Aur	ε Per	73.7	60.3	15.54
λ -	δ Per	58.0	53.6	4.65	-	ε Aur	50.9	48.3	3.40
β And	μ And	180—41.2	180—43.2	3.88	μ Per	λ Per	180—34.7	180—36.3	2.36
β -	δ -	55.1	51.0	7.94	3 Cam	-	64.8	58.3	5.82
ν -	β -	44.5	40.3	7.85	7 -	3 Cam	76.6	73.1	2.66
α Cas	ζ Cas	11.0	10.3	2.68	α CMa	β CMa	75.5	77.2	5.54
δ And	α And	77.1	73.3	6.92	α CMi	α CMa	30.7	32.1	25.70
o -	α -	11.3	10.1	9.76	ζ Ori	β Ori	45.5	46.1	9.02
<b>Ascension droite 8<sup>h</sup>—12<sup>h</sup></b>					<b>Ascension droite 12<sup>h</sup>—16<sup>h</sup></b>				
κ -	-	180—81.0	180—79.7	8.32	ξ Dra	ι Dra	180—80.4	180—88.4	4.82
ε -	γ -	180—20.5	180—20.6	8.04	β Boo	γ Boo	73.0	68.2	6.14
λ -	-	34.3	34.0	4.34	γ Boo	λ -	180—18.8	180—21.5	8.33
γ -	π <sup>4</sup> -	85.0	84.1	8.49	γ CrB	α CrB	180—76.1	180—77.0	1.88
α Aur	λ Per	180—63.8	180—76.9	12.42	α -	β -	180—31.5	180—32.3	2.82
-	7 Cam	180—20.8	180—24.6	8.34	ζ CrB	β Boo	180—59.5	180—65.4	8.21
η -	d Per	180—53.8	180—61.6	9.65	φ Her	-	76.1	64.6	13.06
γ Gem	φ Aur	180—12.1	180—14.1	15.06	17 HCVn	12 CVn	180—78.4	180—84.4	7.70
<b>Ascension droite 16<sup>h</sup>—20<sup>h</sup></b>					<b>Ascension droite 20<sup>h</sup>—24<sup>h</sup></b>				
o Her	φ Her	180—14.3	180—15.7	8.80	υ Cyg	τ Cyg	180—10.8	180—11.2	3.20
ζ Dra	η Dra	56.0	45.8	6.50	α -	33 -	180—18.2	180—23.5	12.10
					α Cep	-	61.8	47.7	10.16
					-	η Cep	83.1	75.9	3.96
					9 Peg	1 Peg	180—64.1	180—65.8	5.84
					1 -	31 Vul	180—41.5	180—44.4	10.00
					31 Vul	30 -	42.4	41.6	2.46
					ζ Cyg	31 -	57.1	54.7	5.54
					-	52 Cyg	180—83.1	180—86.6	5.88
					52 -	41 -	85.7	83.6	3.56
					α And	β Peg	89.8	82.2	14.16
					υ Peg	-	180—44.9	180—47.2	6.74
					γ Cyg	η Cyg	47.2	43.3	7.28
					ι And	β Peg	27.4	22.4	16.69
					β Peg	η -	180—63.4	180—65.9	5.02
					-	o And	180—1.3	180—1.5	14.25
					-	10 Lac	180—23.2	180—26.5	12.09
					ε Del	α Aql	78.2	76.4	10.73
					-	12 Vul	180—39.9	180—42.9	15.13
					δ Aqr	λ Aqr	180—2.8	180—2.7	8.26
					-	φ -	180—49.7	180—47.7	12.20
					λ -	-	88.2	89.5	8.86
					α Del	α Aql	61.2	58.6	13.86
					ω Psc	φ Psc	86.9	86.0	7.77
					τ Cyg	α Cyg	180—37.6	180—43.0	9.56
					ε -	-	180—3.8	180—4.5	11.35
					<b>4 mars 1920 Jupiter</b>				
					α Leo	Jupiter	180—68.2	180—73.3	19.22
					Jupiter	β Gem	180—55.7	180—62.5	18.27
					<b>22 mars 1920</b>				
					Jupiter	β Gem	180—54.8	180—61.2	17.18
					<b>13 mai 1921</b>				
					Jupiter	α Leo	180—72.5	180—74.4	10.32
					φ Leo	Jupiter	44.9	43.5	8.98
					<b>22 mars 1920 Saturn</b>				
					Saturn	α Leo	180—79.2	180—80.8	7.88
					<b>13 mai 1921</b>				
					Saturn	Jupiter	180—71.7	180—74.2	8.80



## EXPLICATIONS DES PLANCHES

Les planches de 1 à 16 sont des reproductions à une échelle agrandie d'une série de photogrammes et de photographies d'aurores boréales d'un intérêt particulier. Elles ont été faites d'après des diapositifs des négatifs originaux. Sur chaque image le numéro ou l'heure et la date sont indiqués.

Il y a lieu de remarquer que les reproductions S 39, 161 K, 161 C, 194 K, 194 C, 241 K, 241 B et celles du 22 mars 1920, à 22<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 0<sup>s</sup>, et du 8 octobre 1921, à 23<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> 0<sup>s</sup> ont été obtenues en prenant du négatif original un diapositif agrandi, puis de celui-ci un négatif renforcé et le diapositif fait d'après ce dernier a été reproduit. Sur les photogrammes 280 D, 281 D, 282 D, 285 D et 288 D on voit des marques de nombres qui étaient écrits sur des enveloppes, emballées par inadvertance en contact avec les plaques photographiques non encore développées. On voit souvent, p. et sur les reproductions 150 O, 150 B, 152 O et 152 B, que l'image est ronde; ceci est un effet de l'objectif seulement, le champ photographique s'arrêtant là où la lumière disparaît.

Les planches 17 à 41 contiennent tous les dessins des aurores mesurées, indiquant la situation des points choisis sur chaque aurore. Comme les figures sont petites, mais bien nettes, il faut les regarder à la loupe. Quant aux lettres, nous renvoyons au § 2 et aux tables I et II. Par C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> etc., nous avons marqué les centres des images prises à la station principale et à la station secondaire. (Voir p. 24 et 32 de mon rapport, Geof. publ. Vol. I, no. 5). Les nos 1, 189 et 244 sont omis, ayant été publiés auparavant.

Les planches 42 à 48 contiennent toutes les cartes montrant la situation de l'aurore. Chaque point est marqué par un petit cercle. Les points appartenant à la même aurore sont réunis par un trait (plein, dans le cas d'un photogramme, pointillé, dans le cas contraire) et une flèche indique la direction des numéros des points, qui vont en augmentant. Pour trouver sur quelle carte une aurore est marquée, on peut consulter la table I.



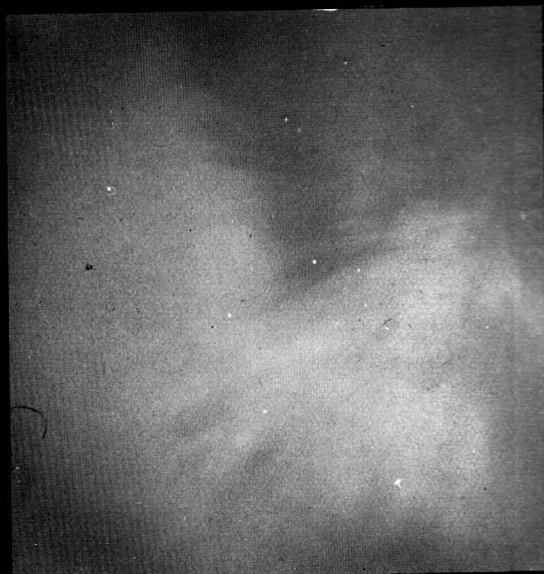
31 C



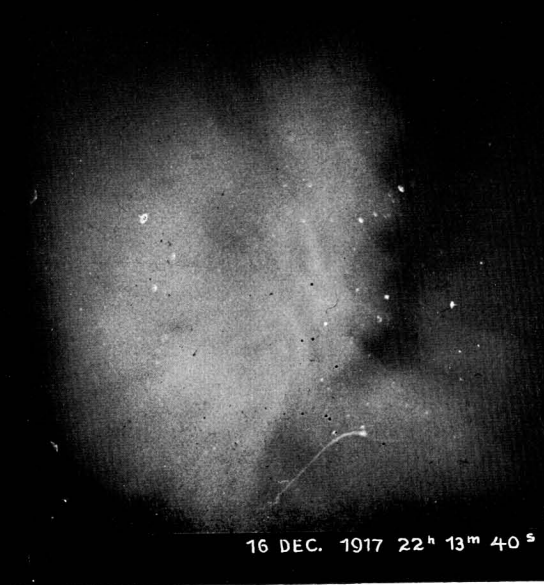
31 A



32 C



S 23



16 DEC. 1917 22<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>



16 DEC. 1917 22<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 40<sup>s</sup>





77 K



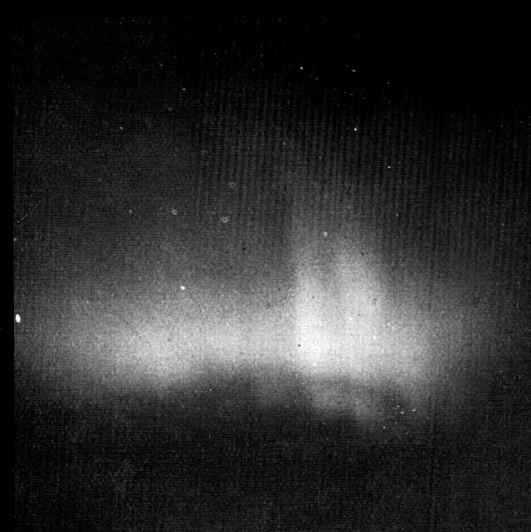
77 B



91 K



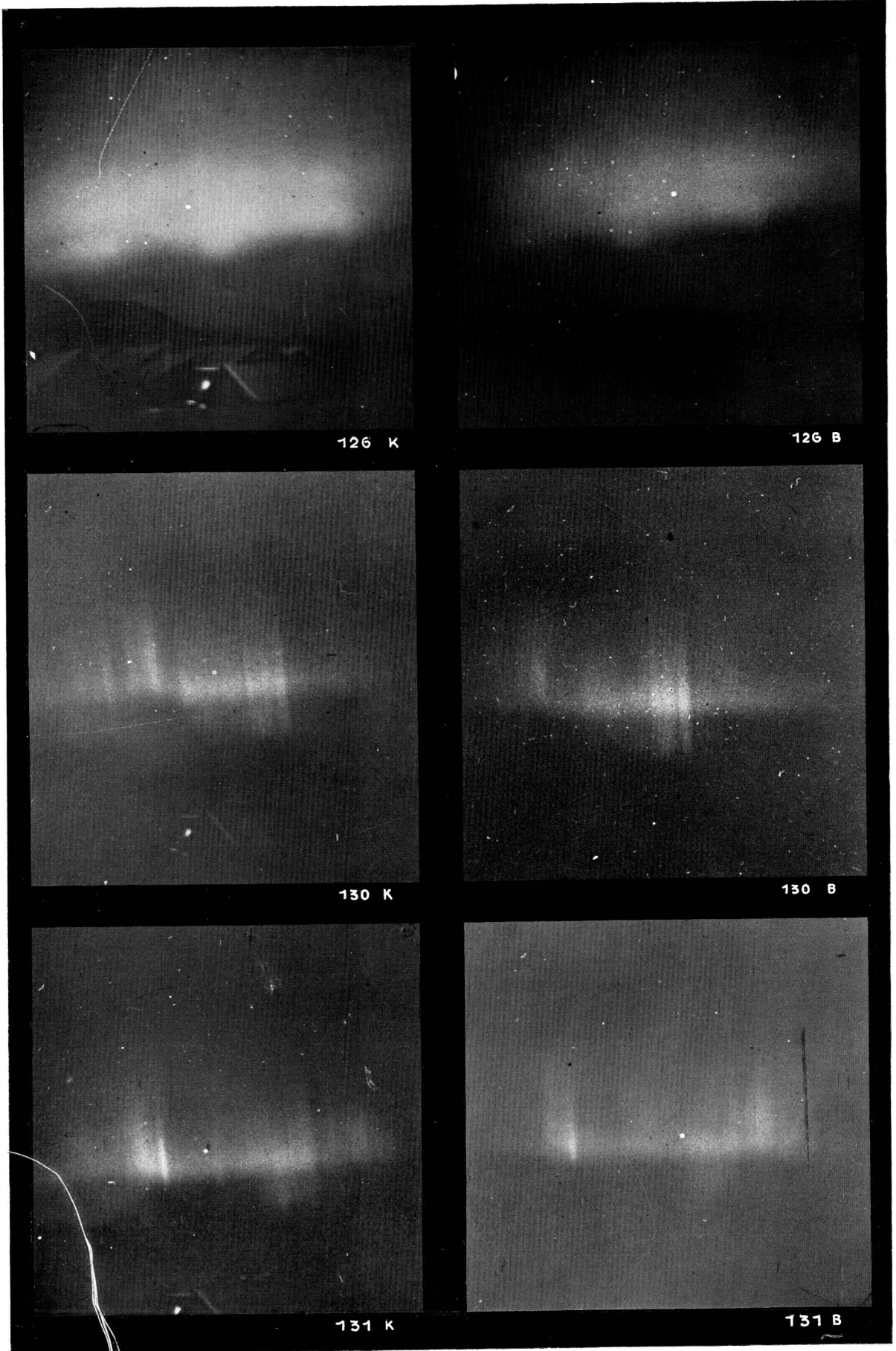
91 B



123 K



123 B



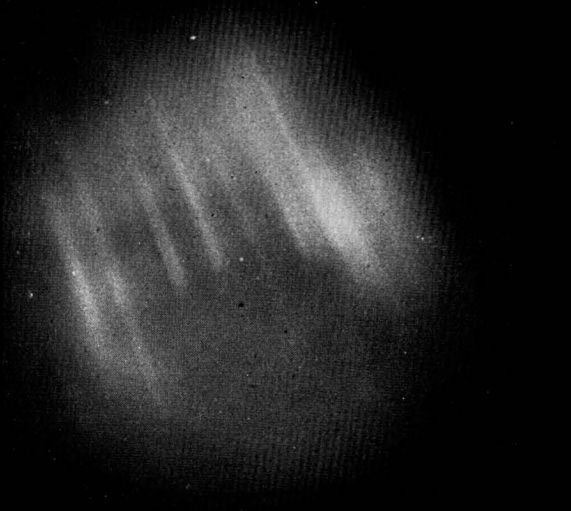




132 K



132 B



150 O



150 B



152 O



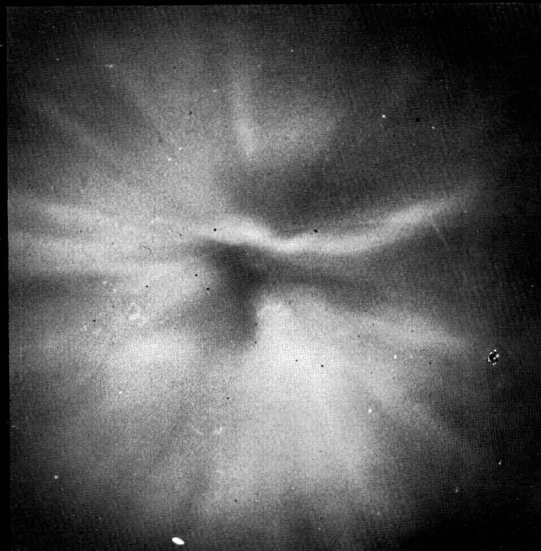
152 B



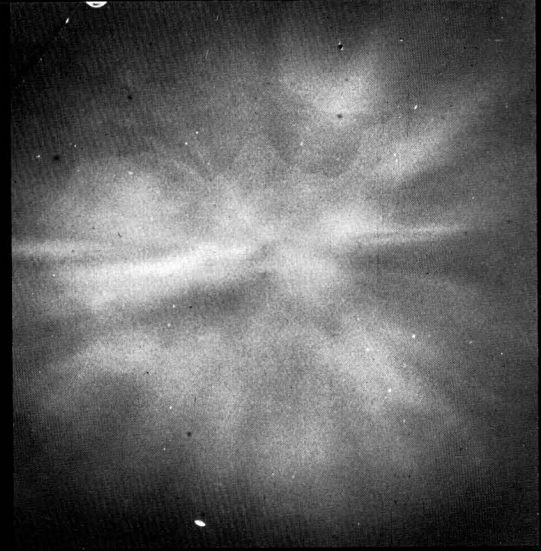
S 100



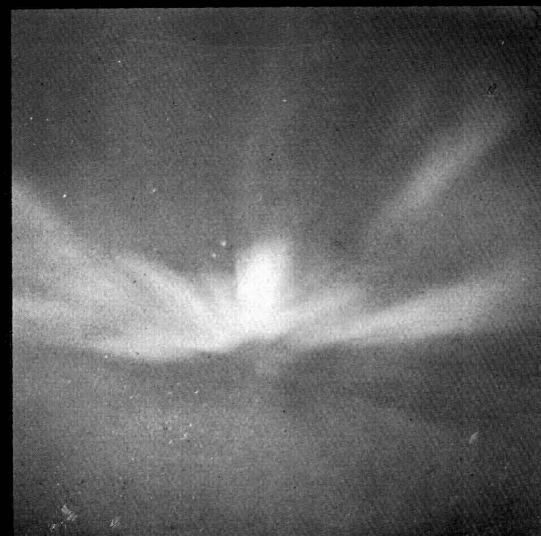
S 101



S 102



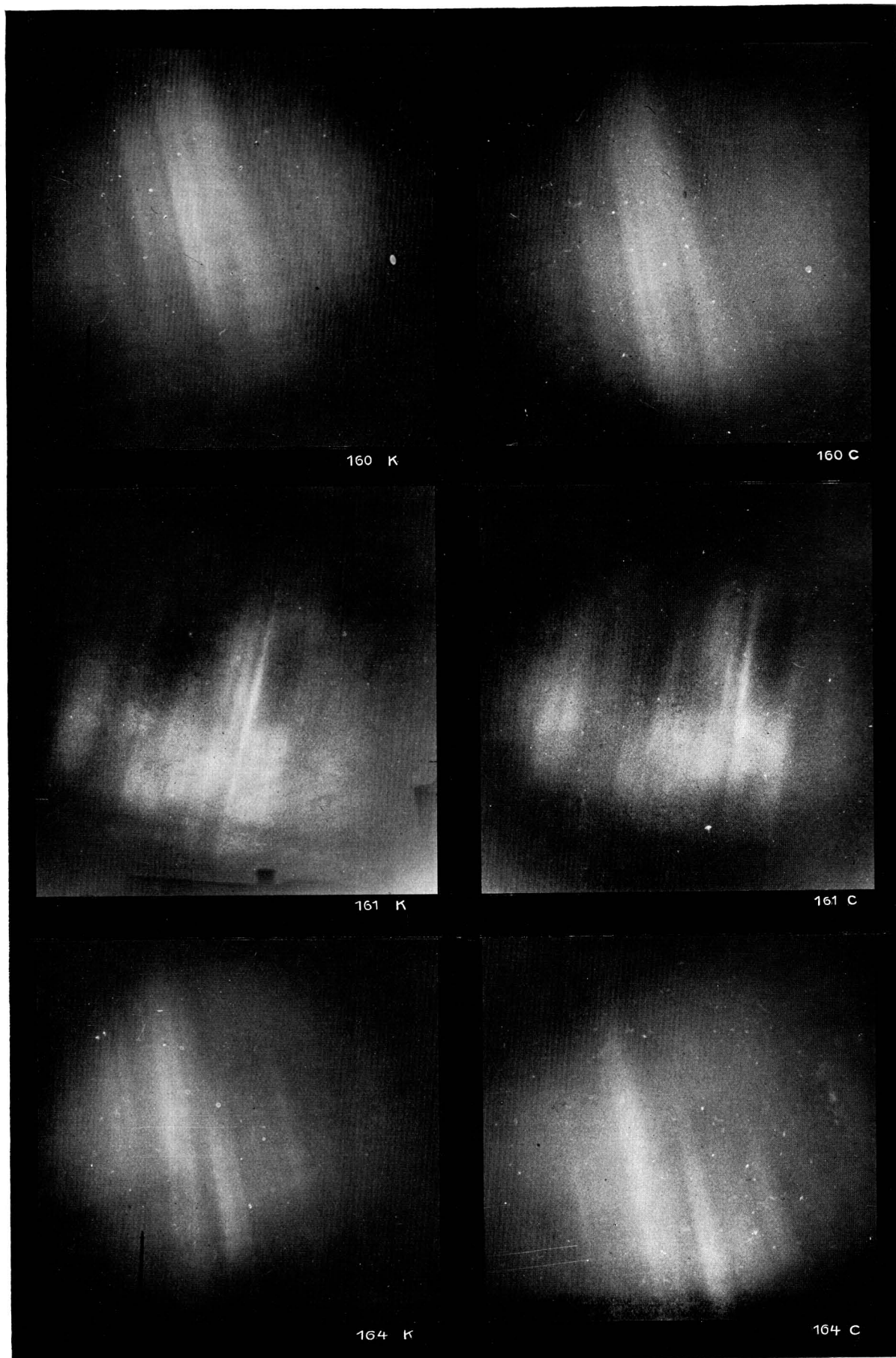
S 103



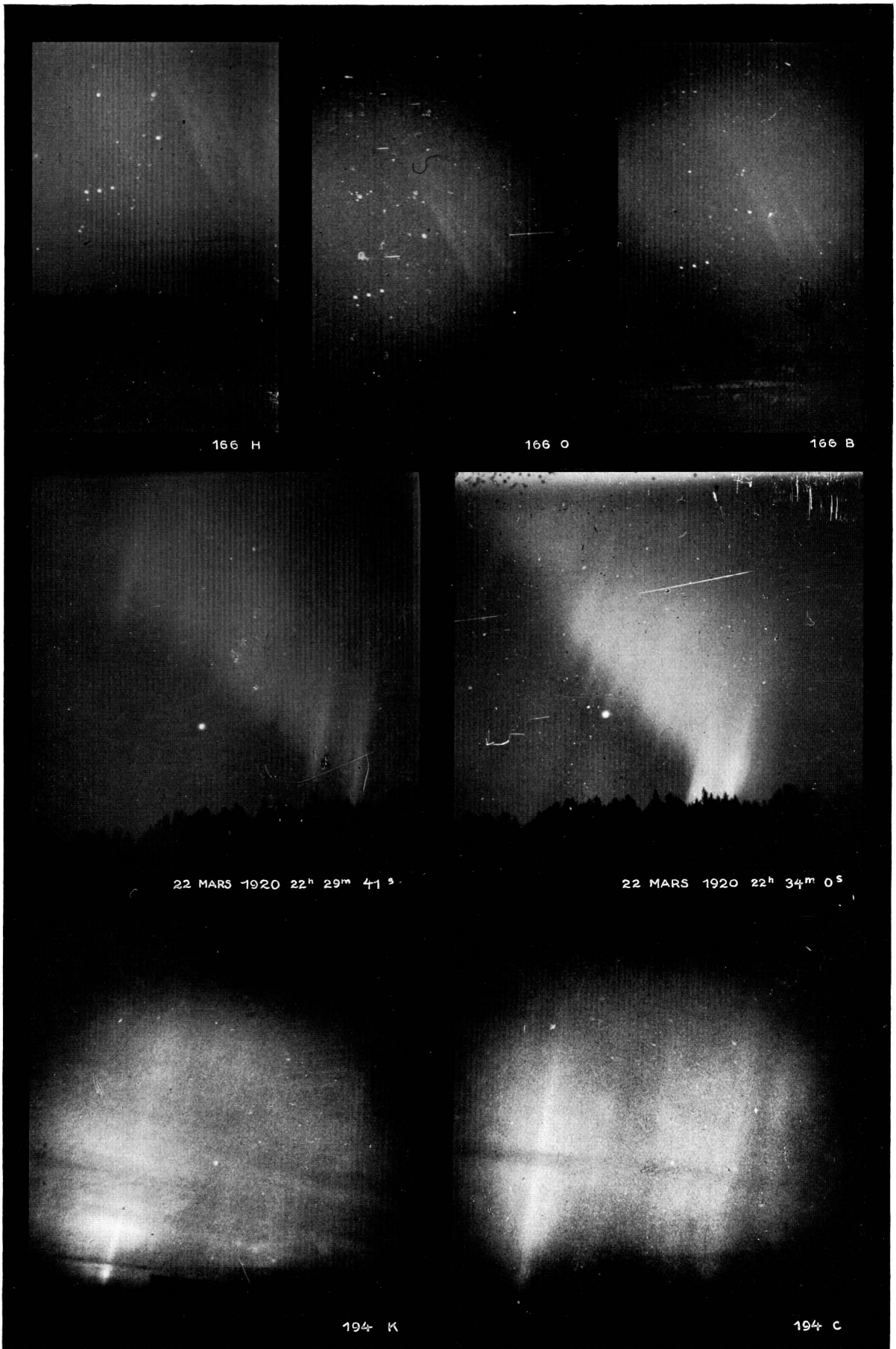
S 110

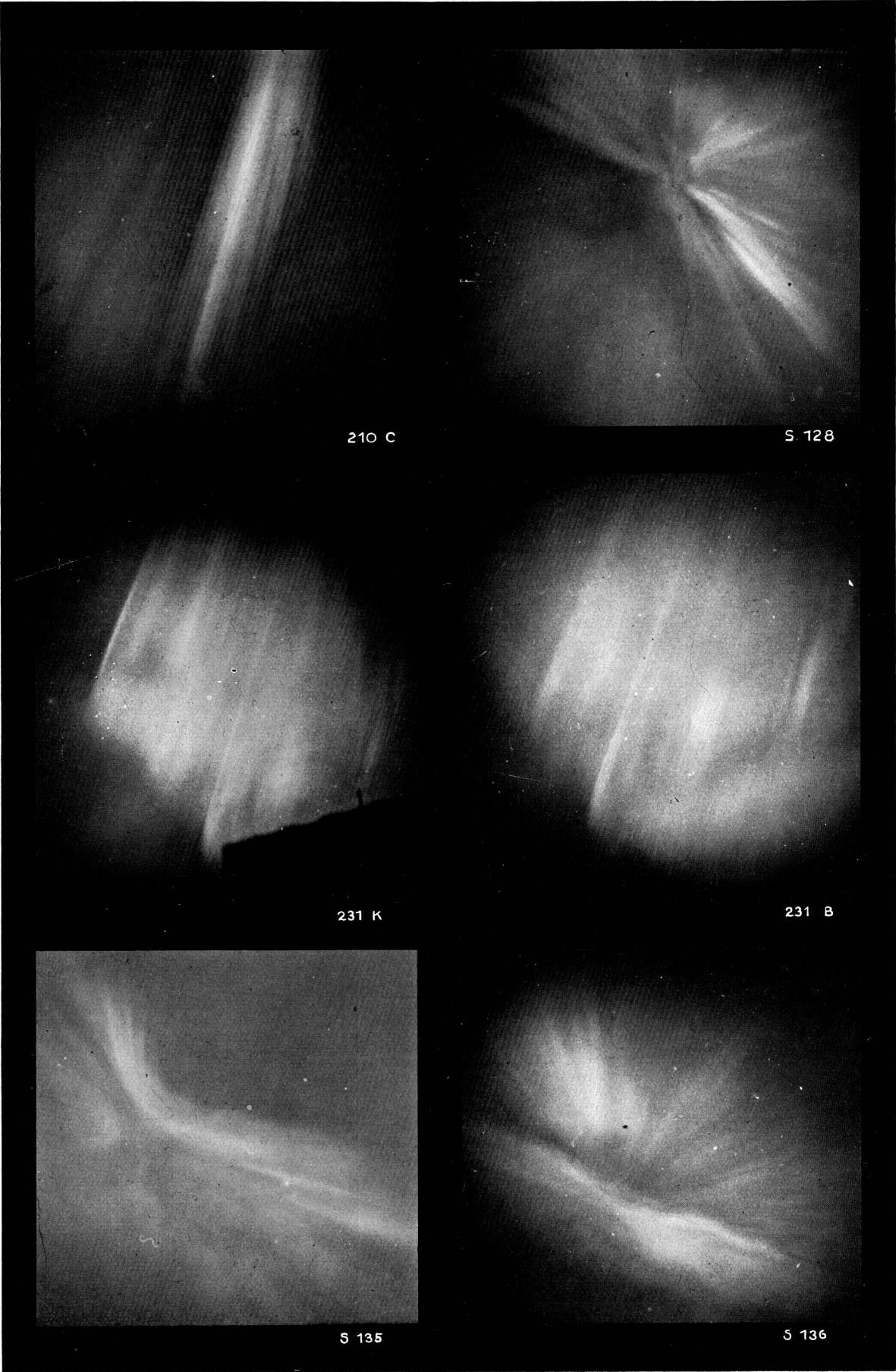


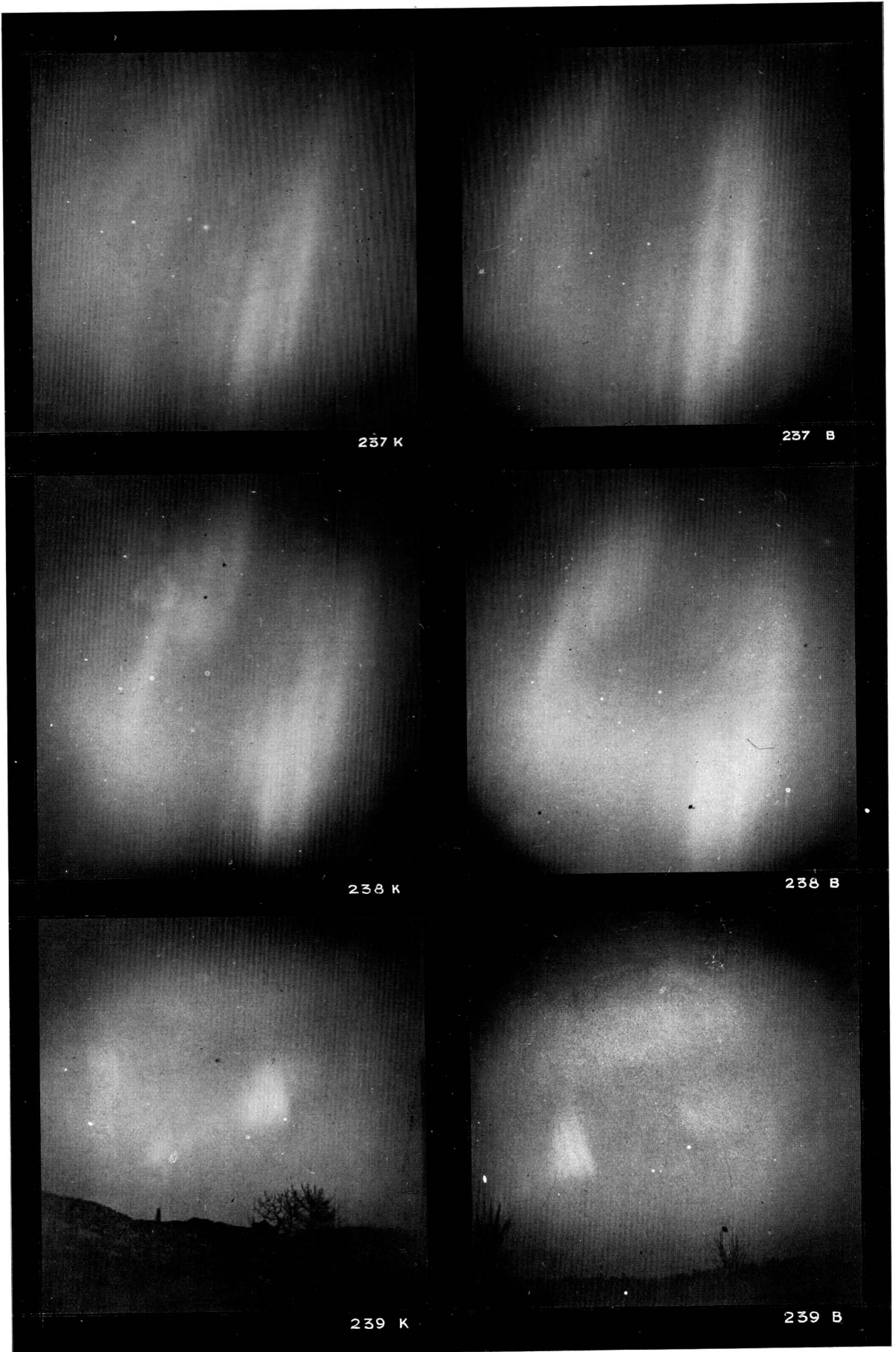
S 113

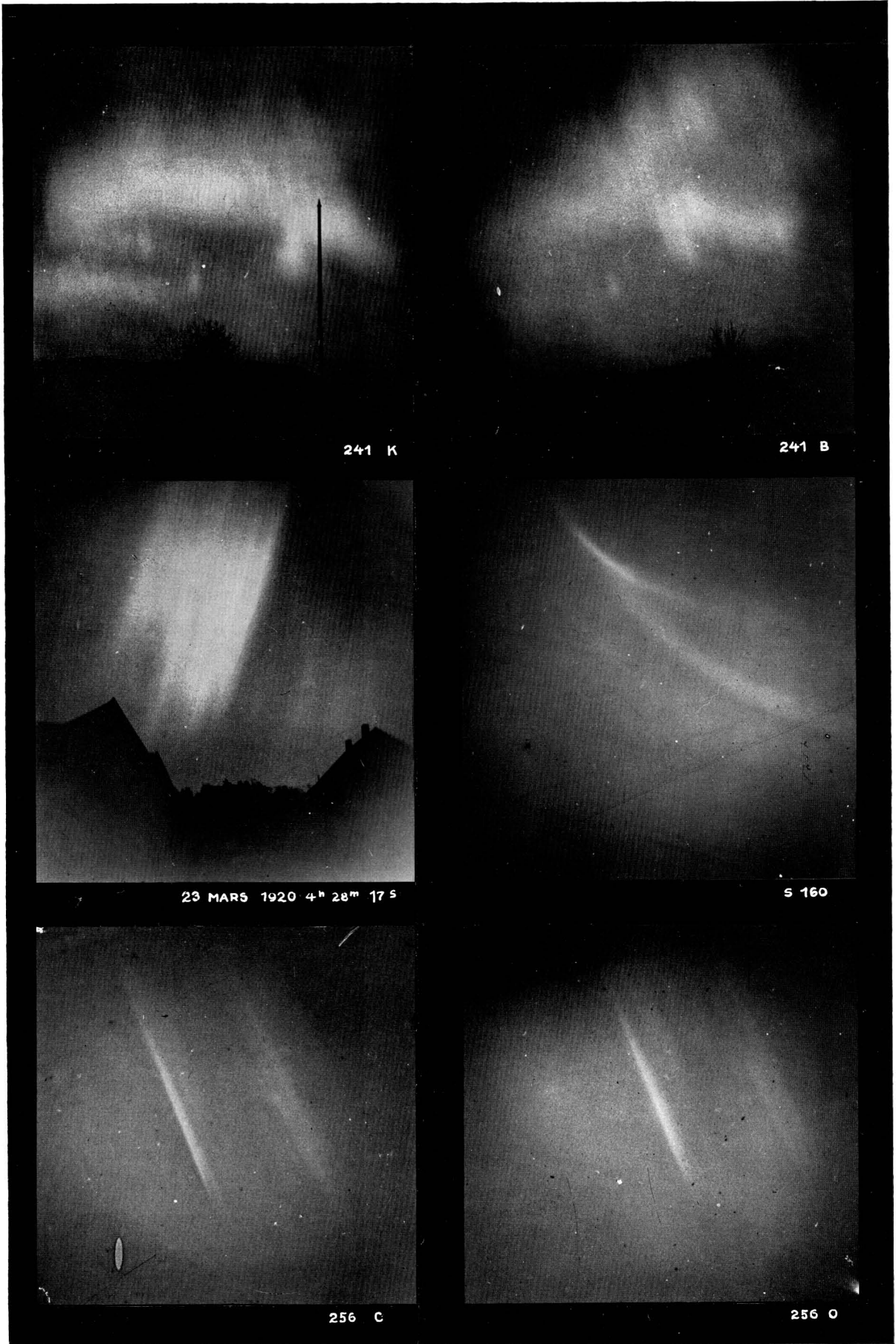




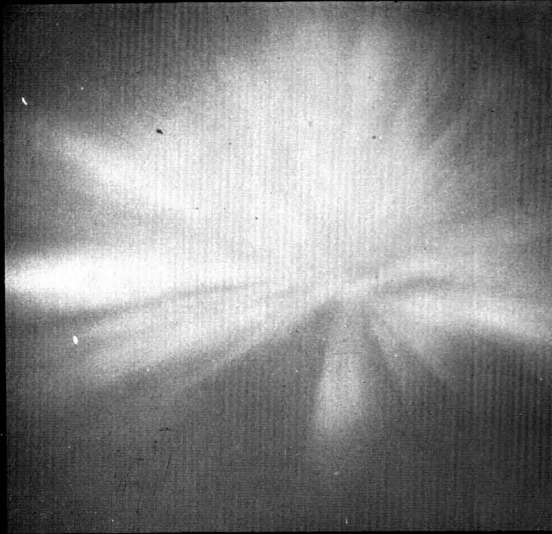




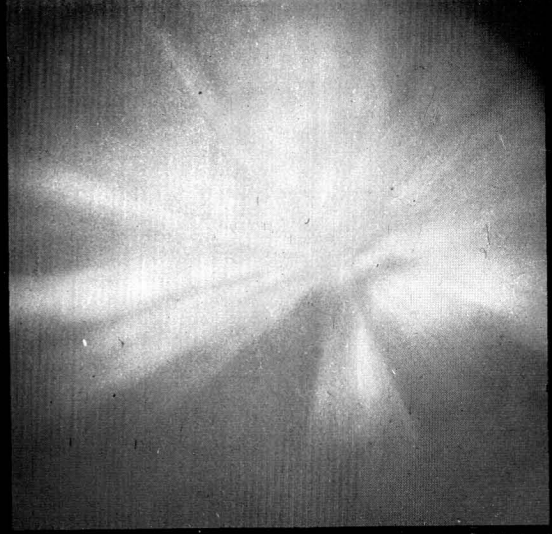








S 139



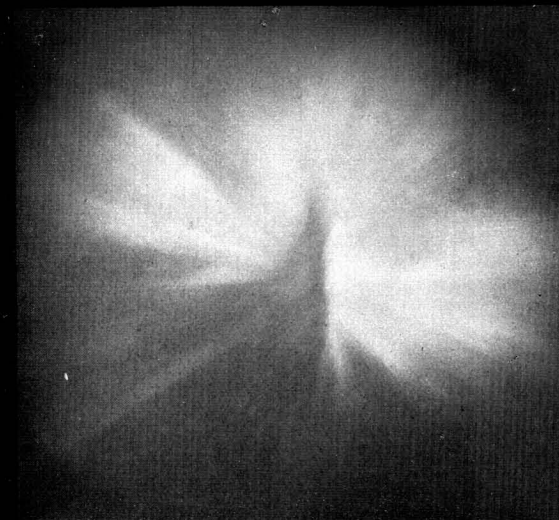
S 140



S 141



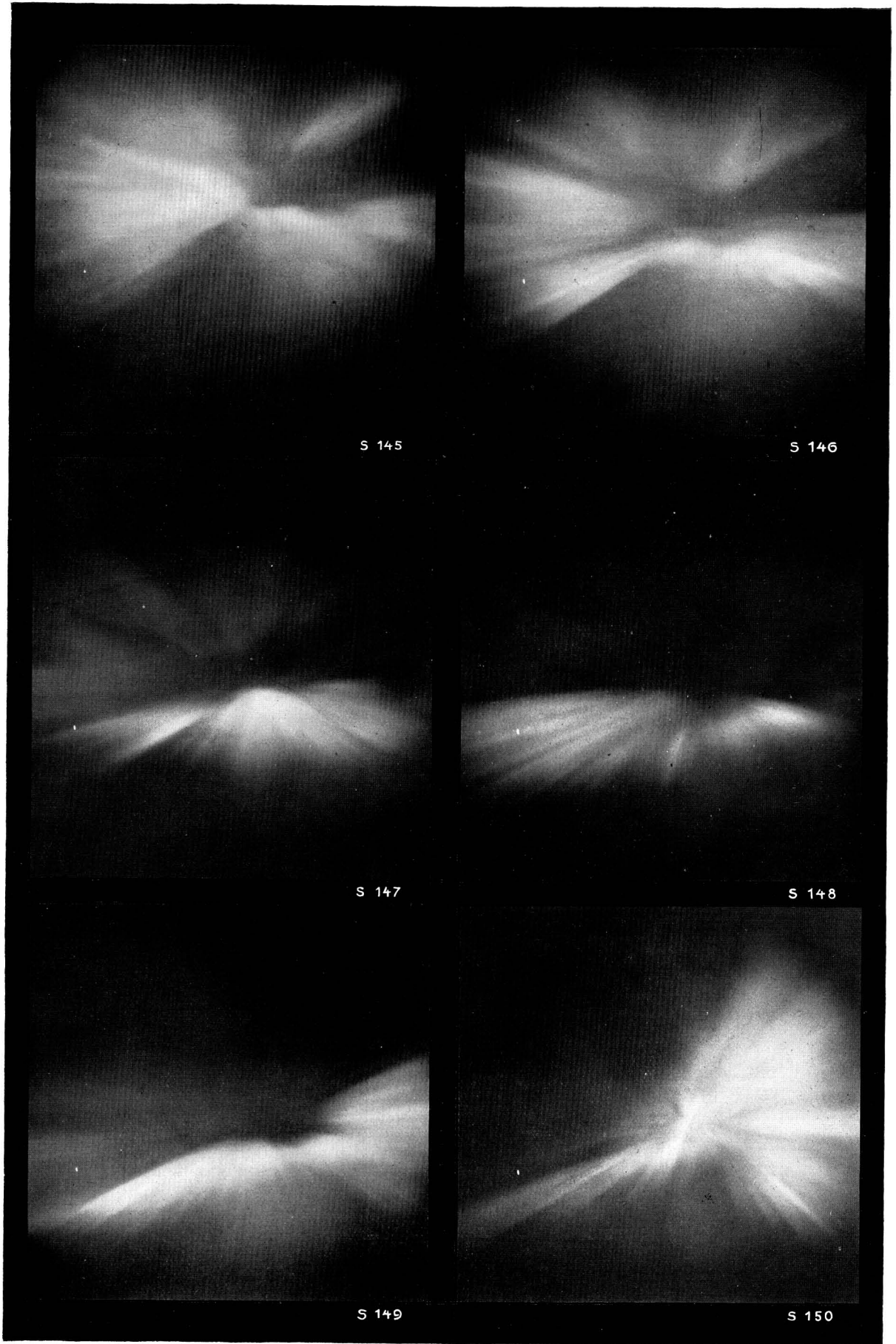
S 142



S 143



S 144



S 145

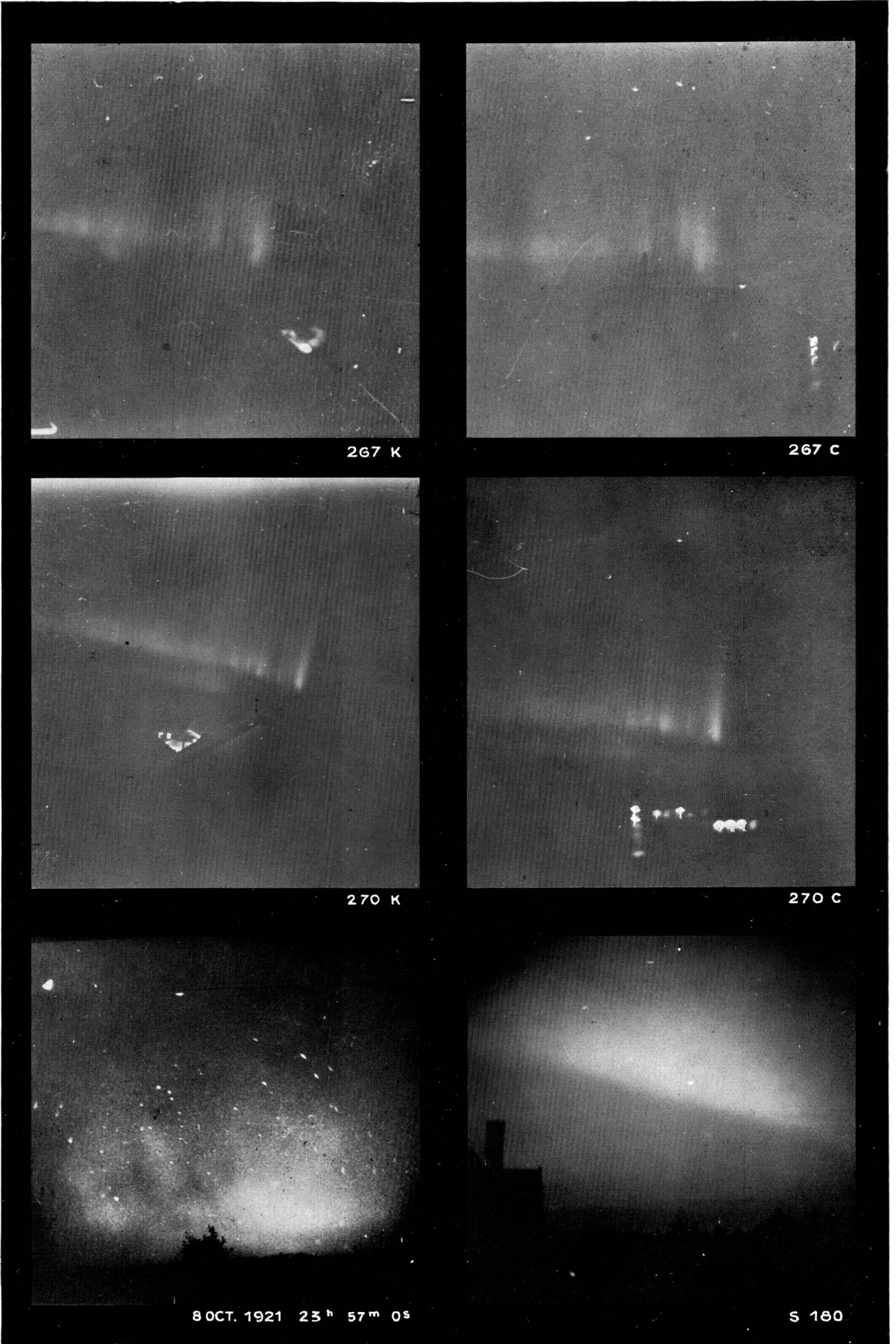
S 146

S 147

S 148

S 149

S 150





280 B



280 D



281 B



281 D



282 B



282 D





285 B



285 D



288 B



288 D

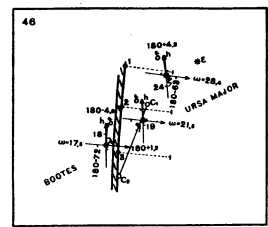
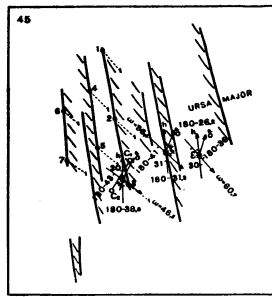
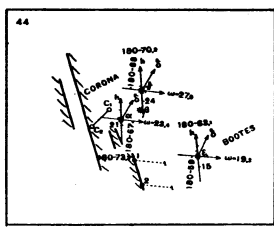
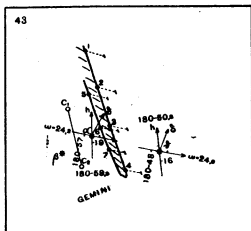
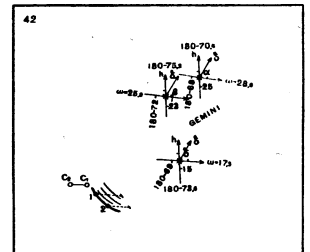
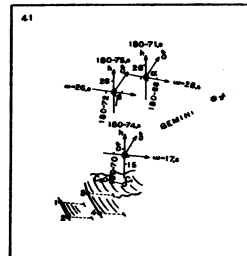
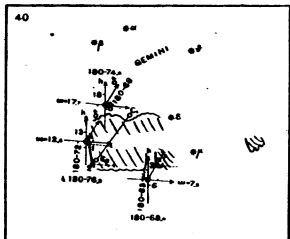
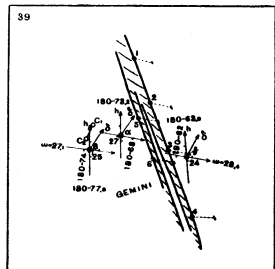
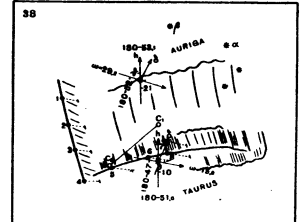
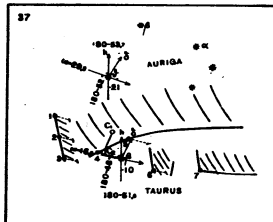
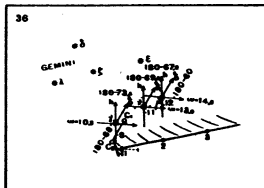
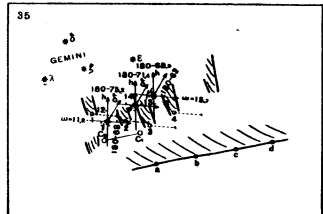
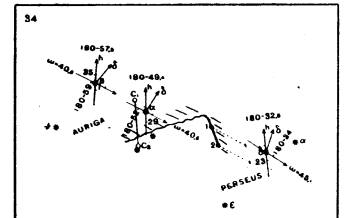
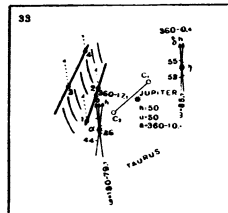
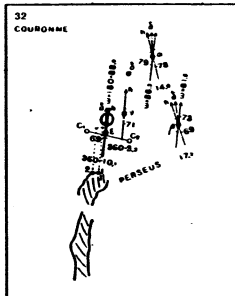
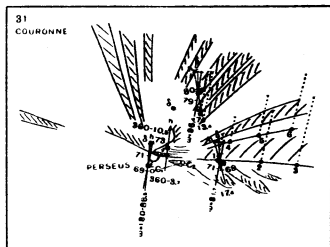
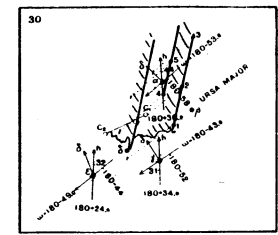
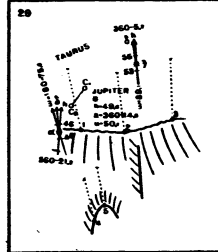
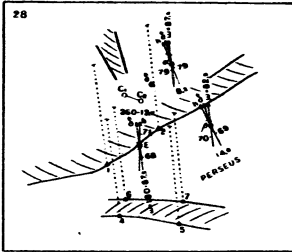
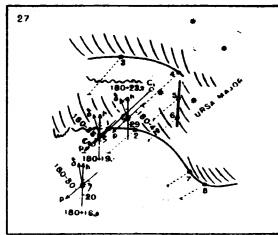
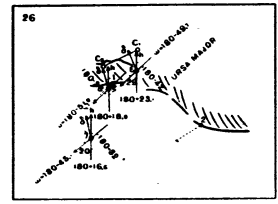
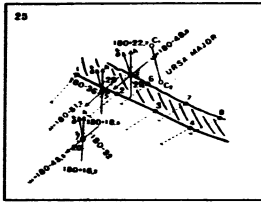
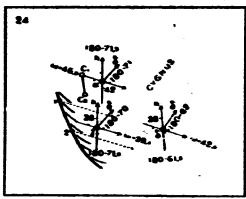
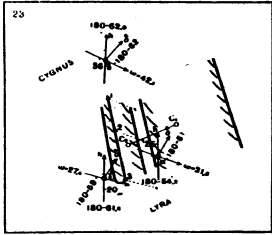


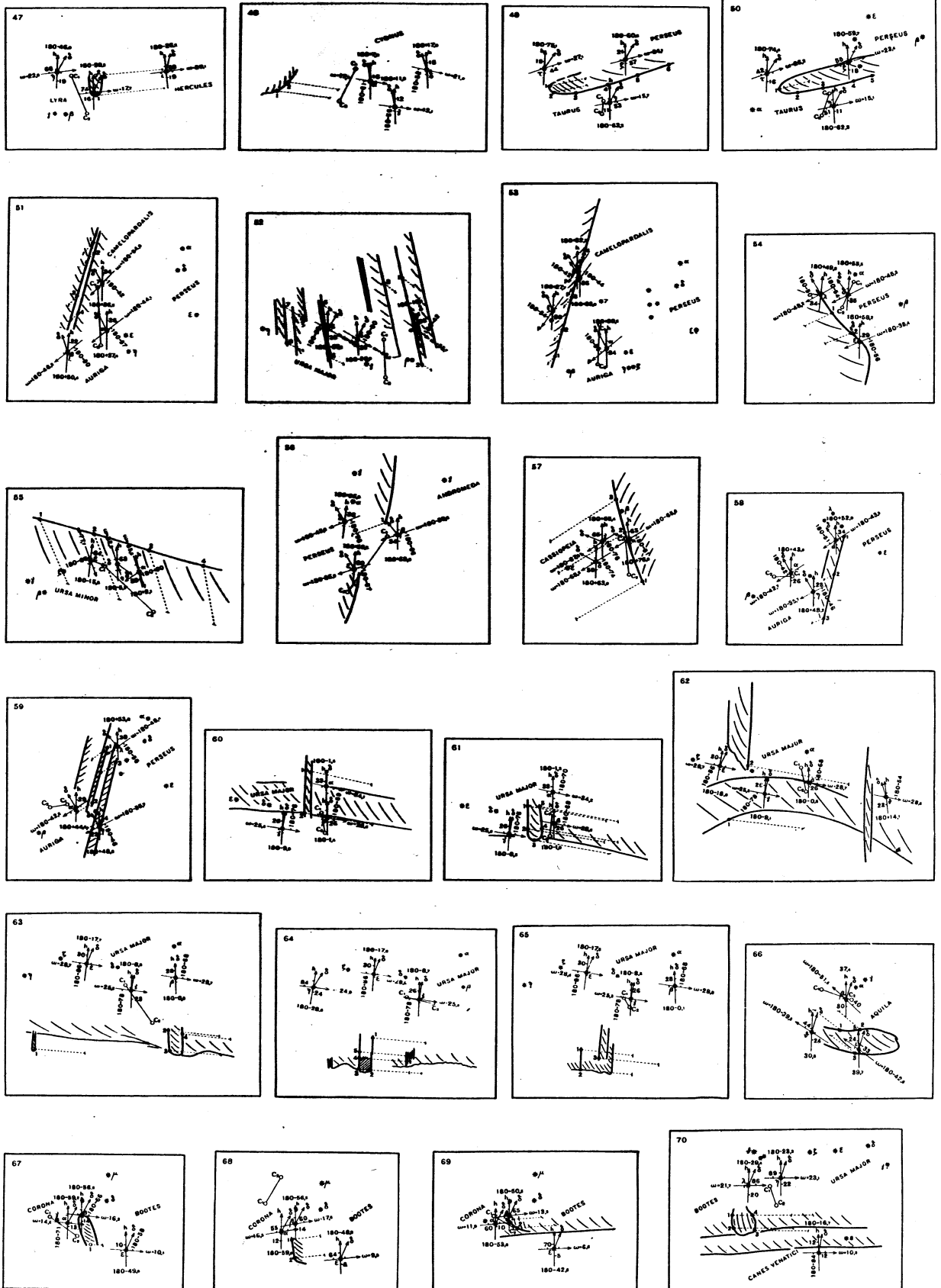
293 B

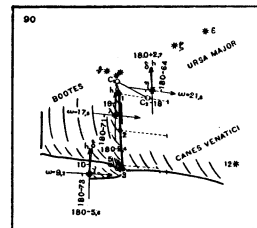
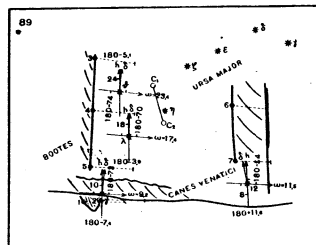
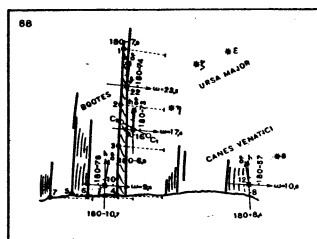
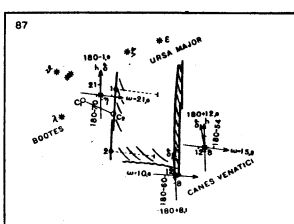
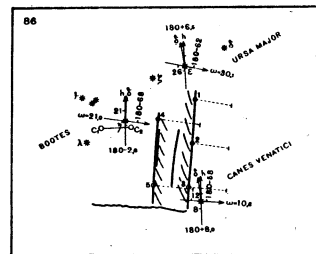
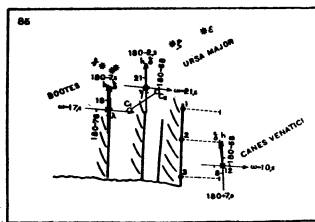
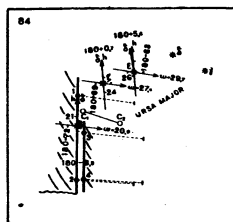
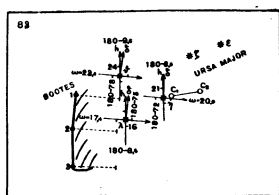
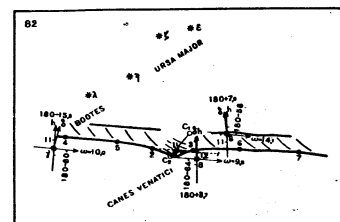
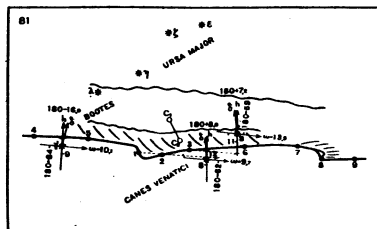
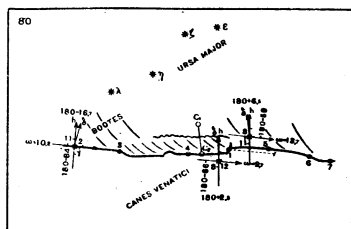
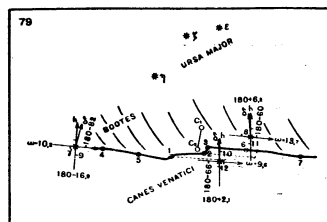
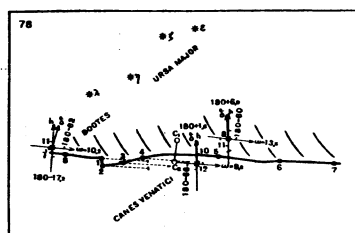
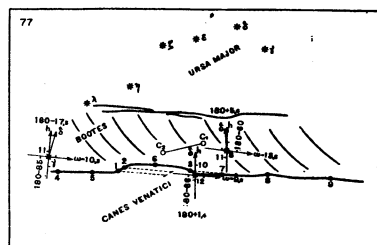
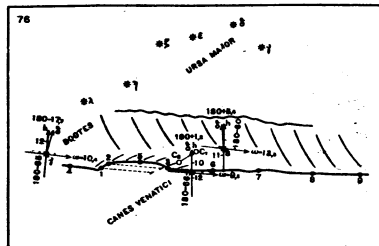
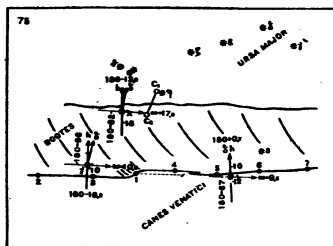
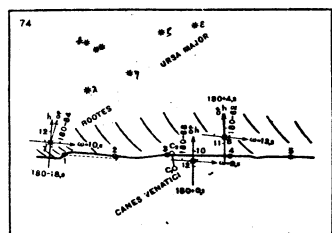
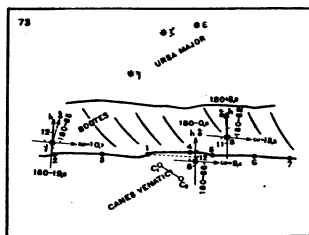
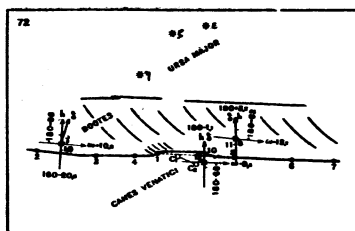
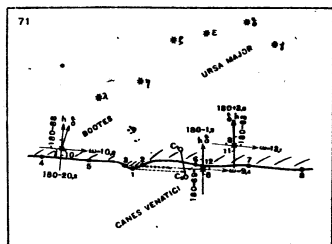


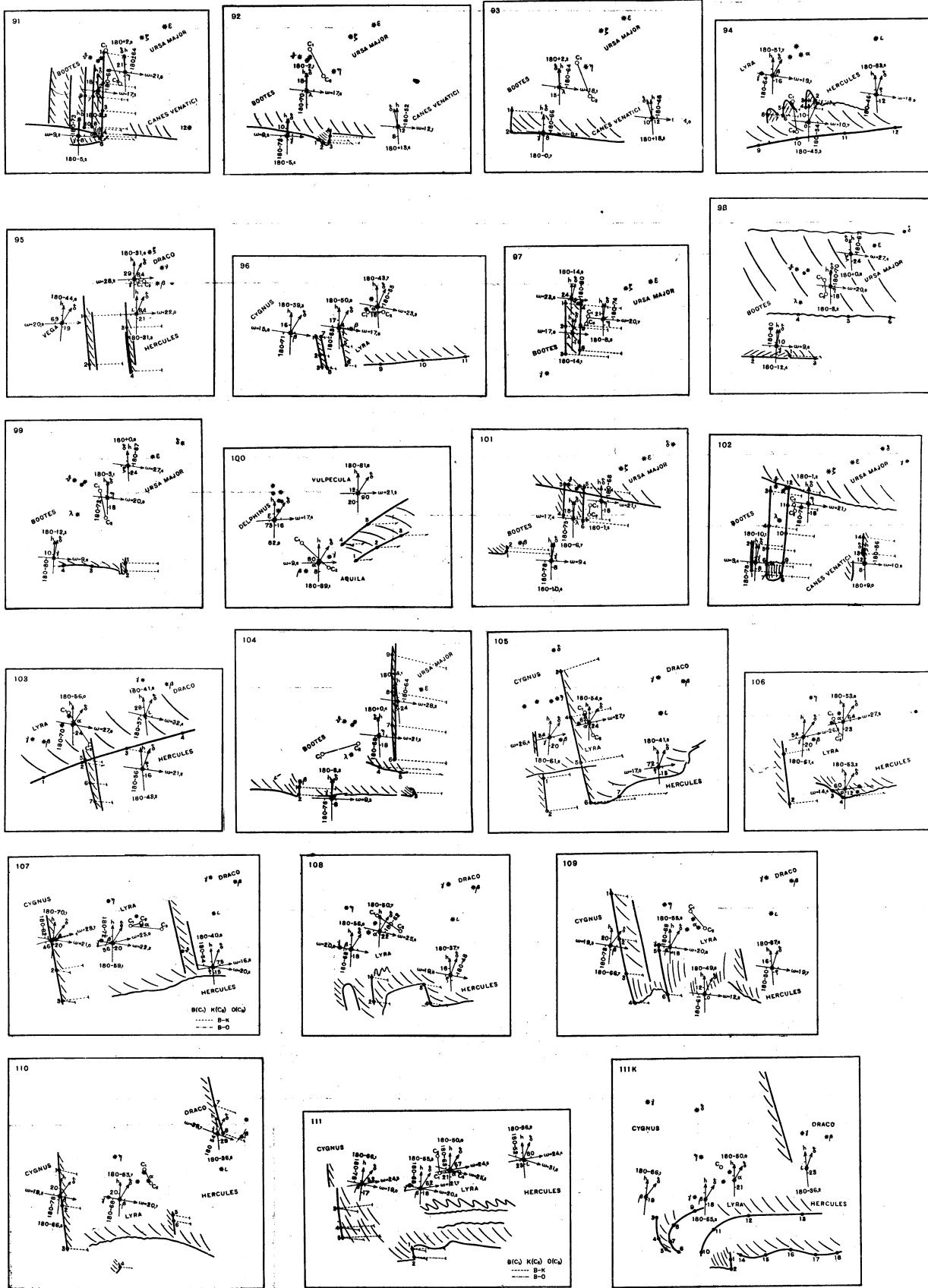
293 D

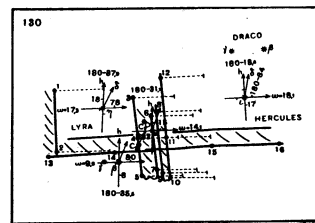
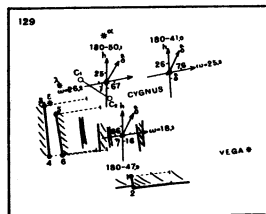
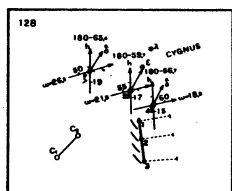
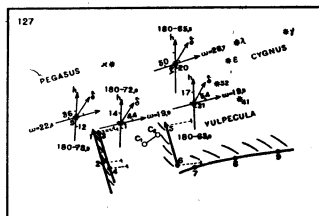
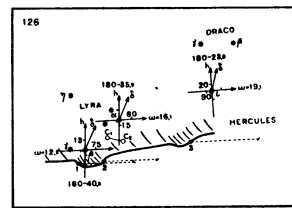
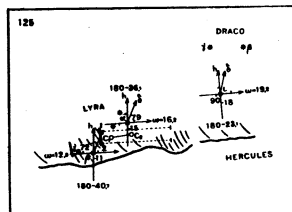
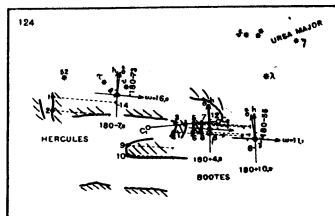
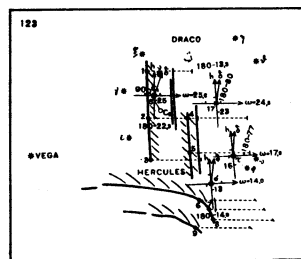
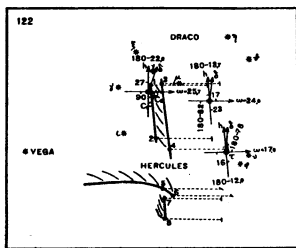
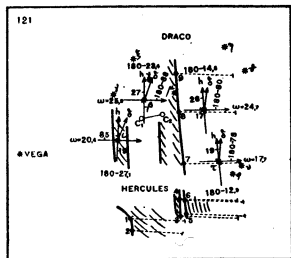
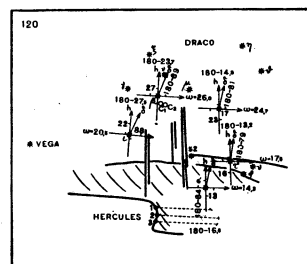
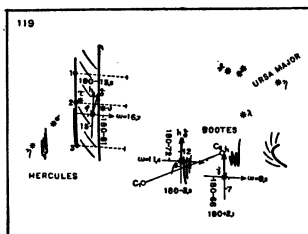
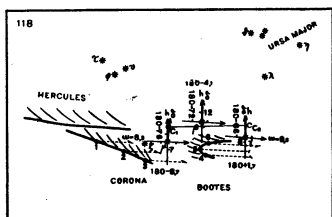
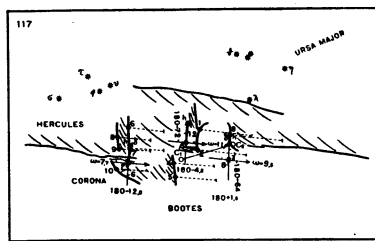
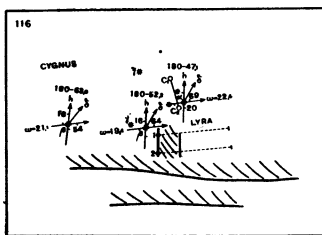
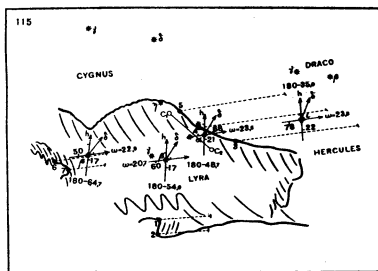
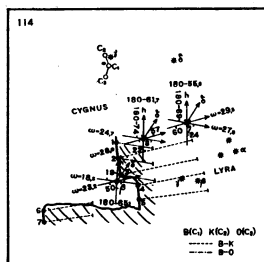
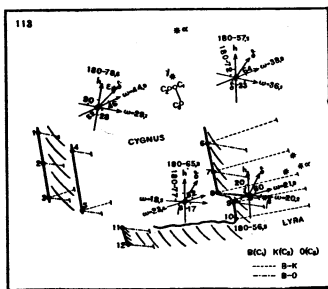
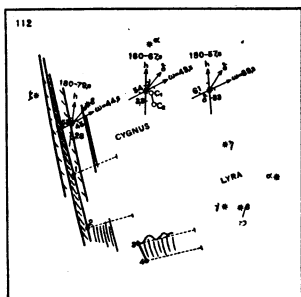


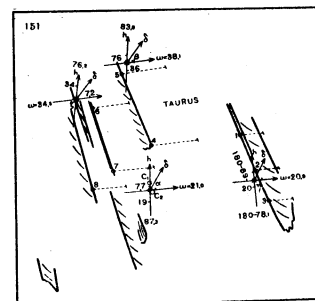
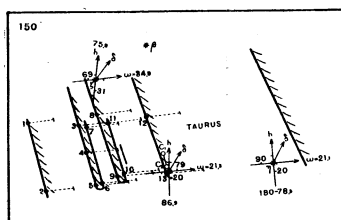
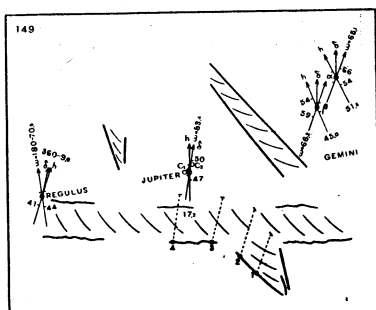
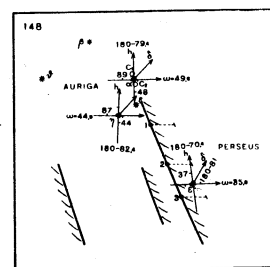
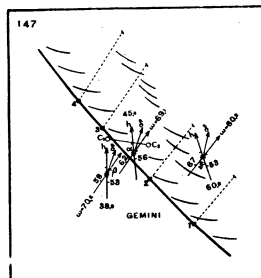
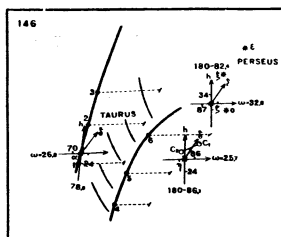
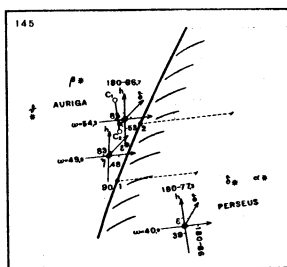
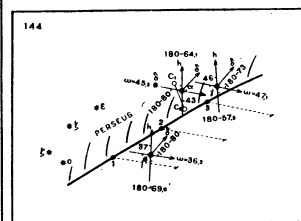
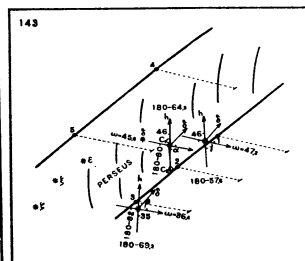
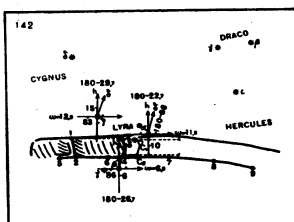
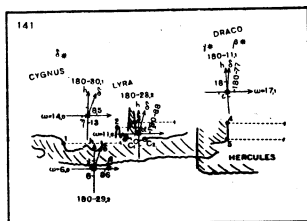
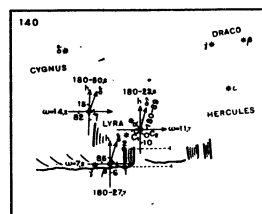
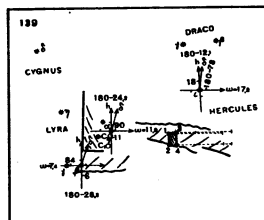
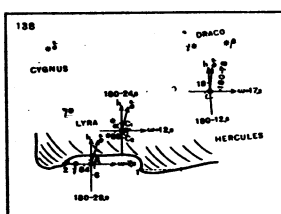
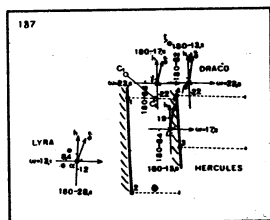
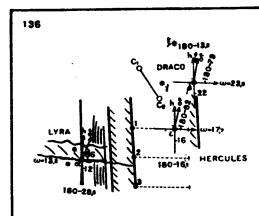
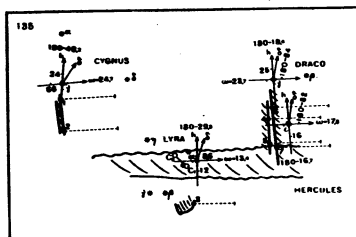
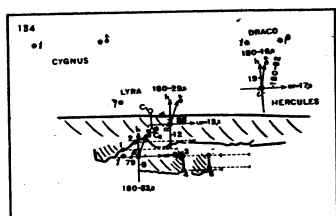
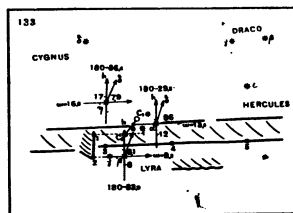
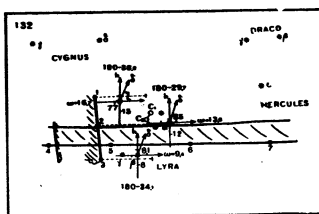
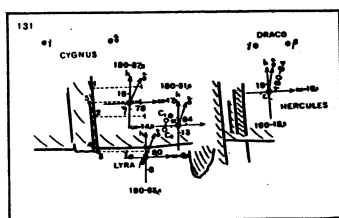




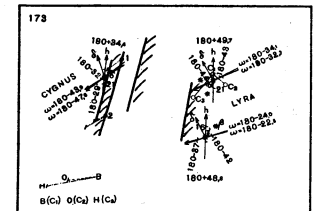
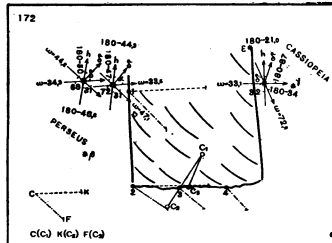
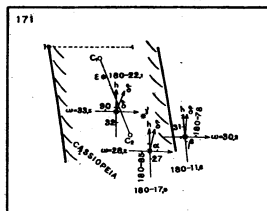
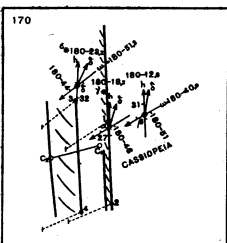
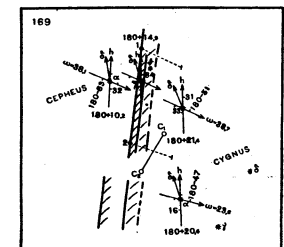
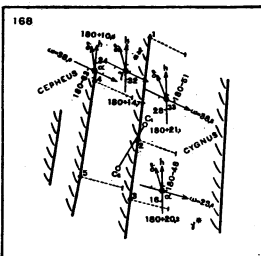
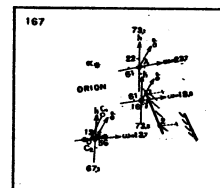
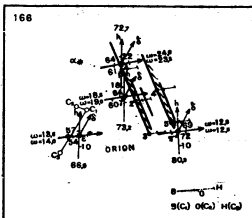
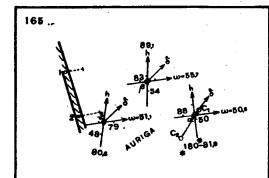
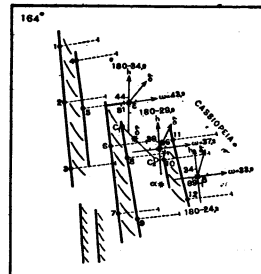
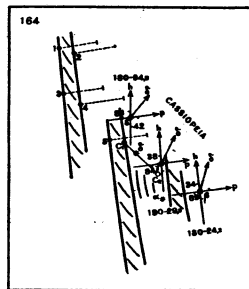
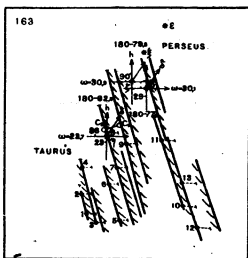
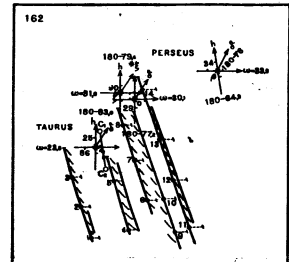
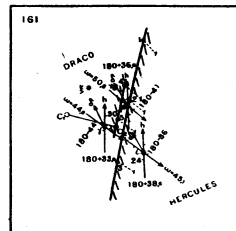
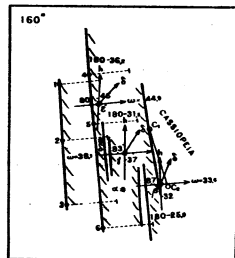
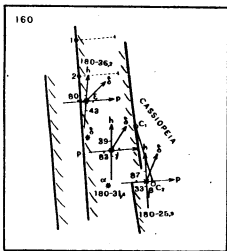
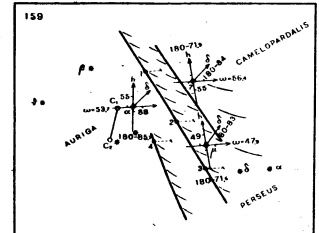
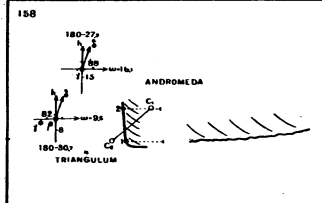
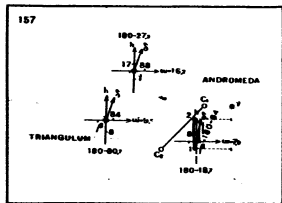
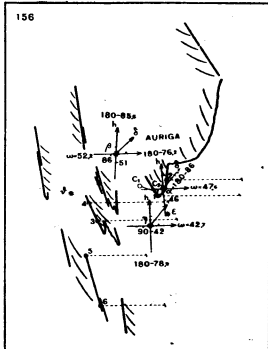
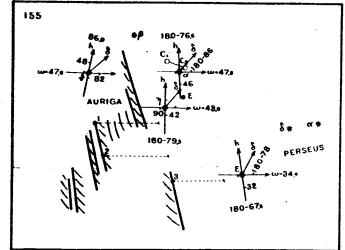
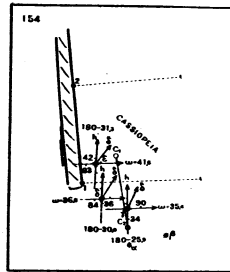
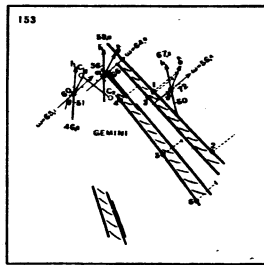
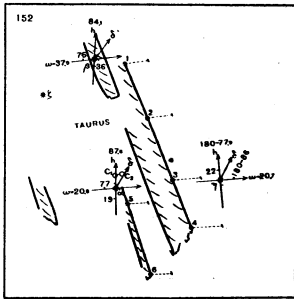




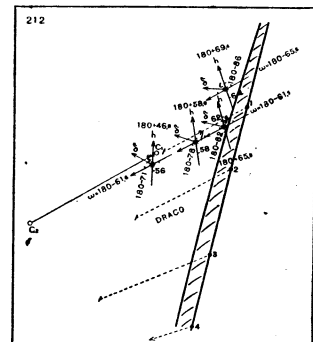
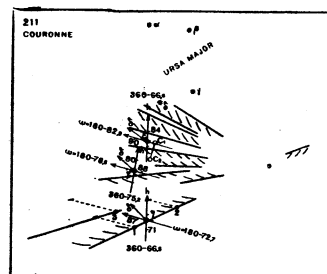
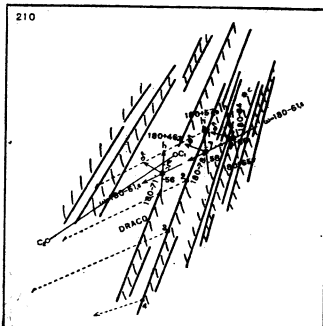
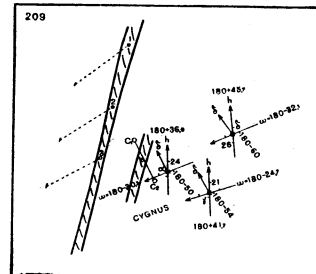
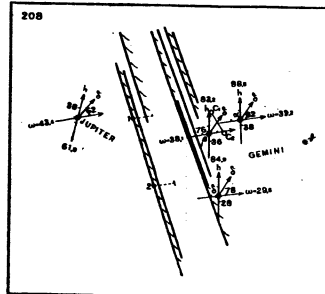
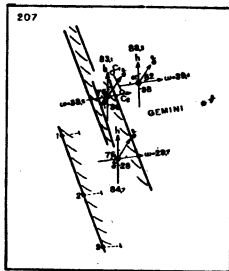
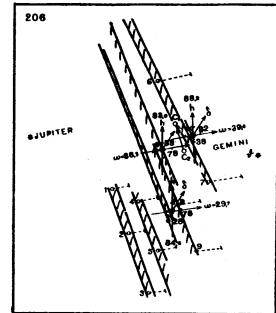
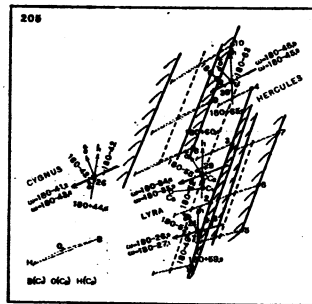
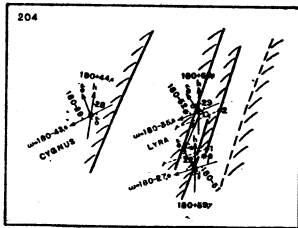
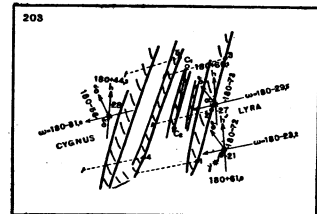
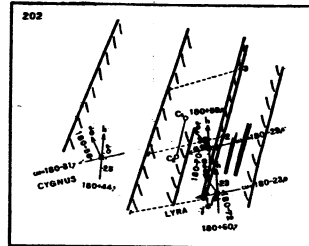
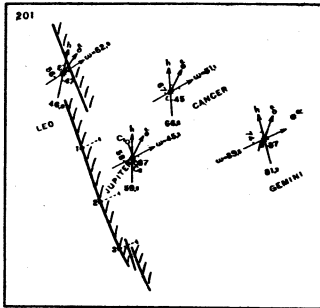
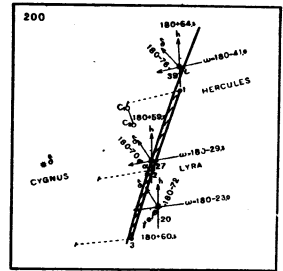
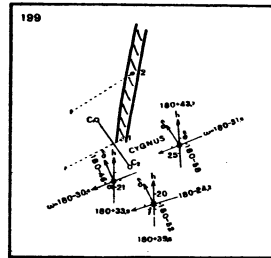
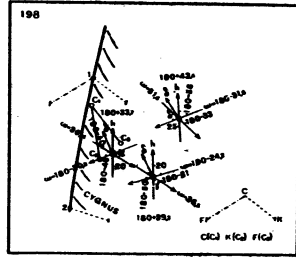
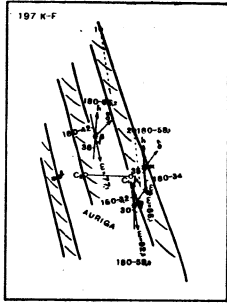


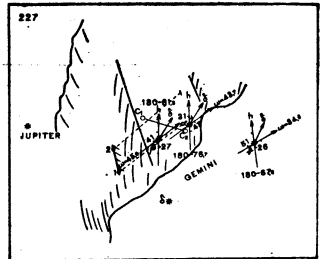
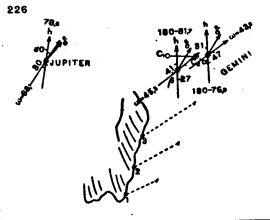
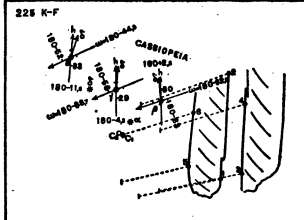
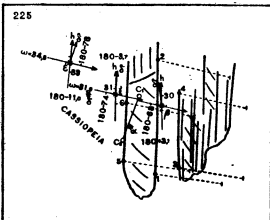
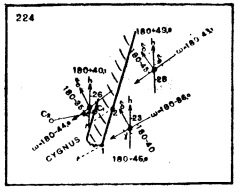
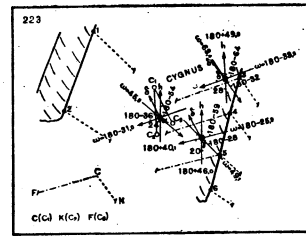
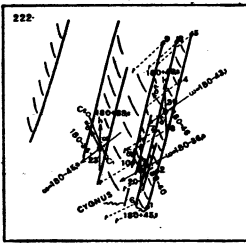
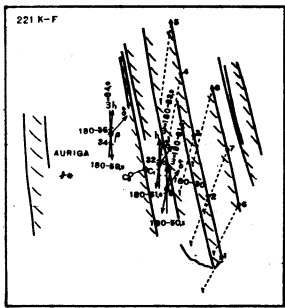
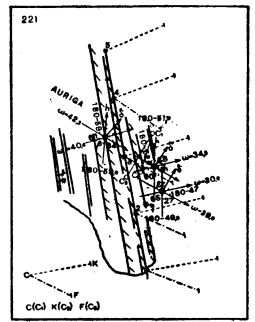
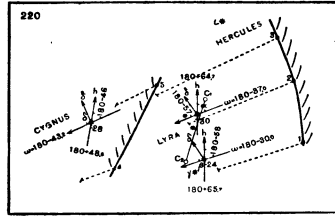
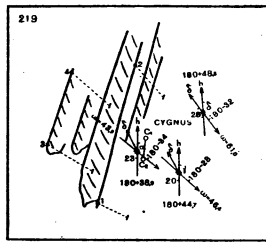
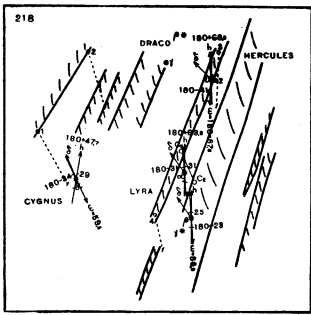
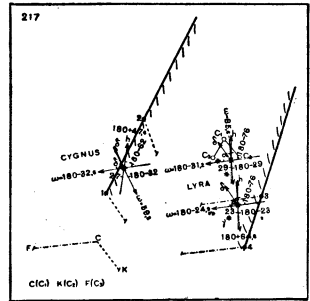
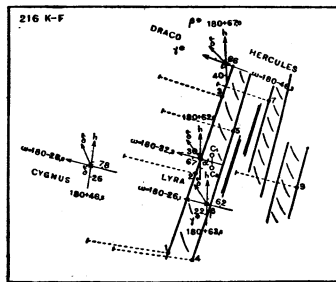
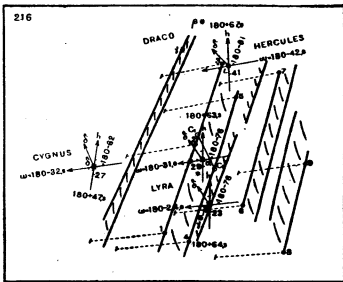
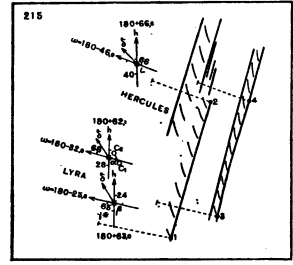
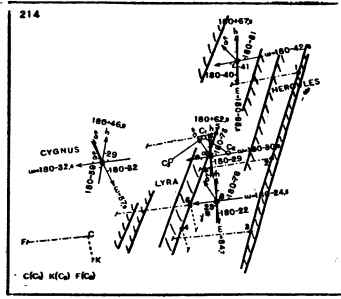
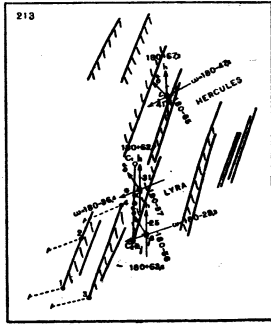


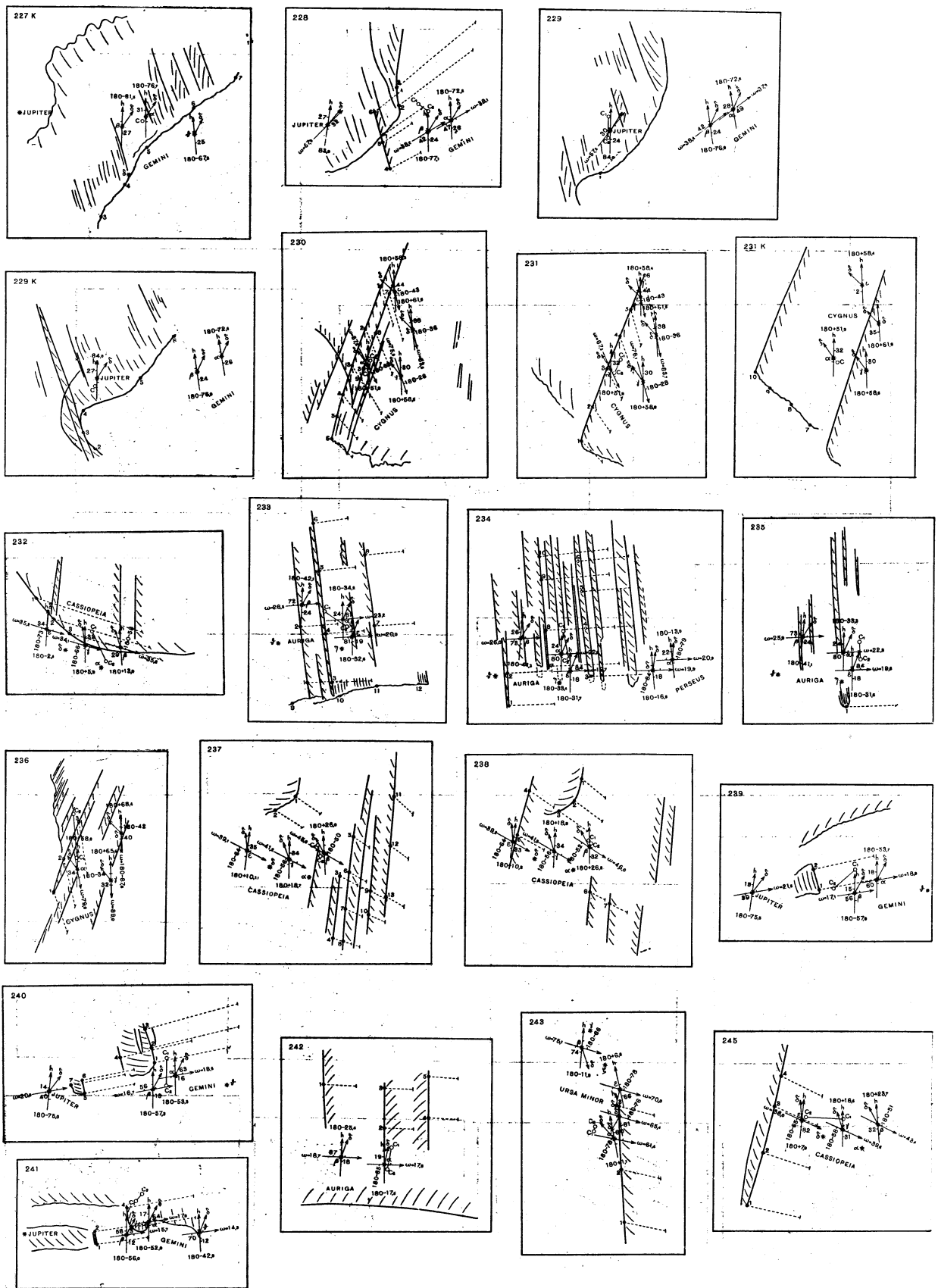


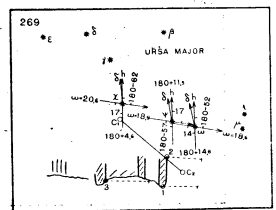
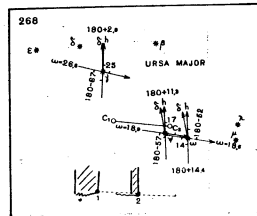
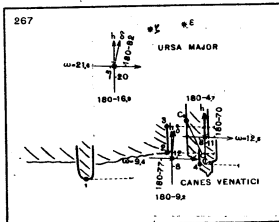
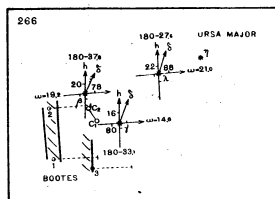
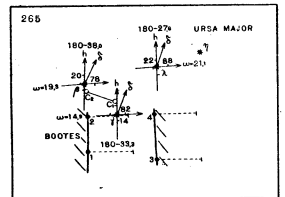
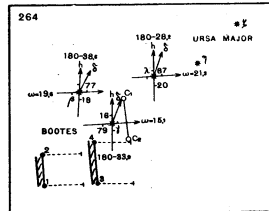
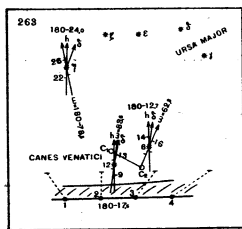
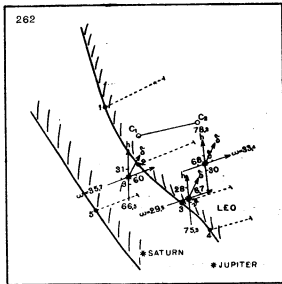
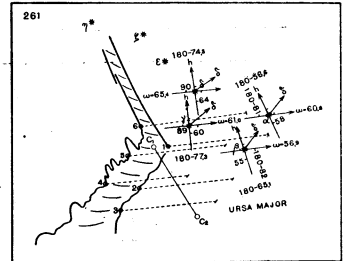
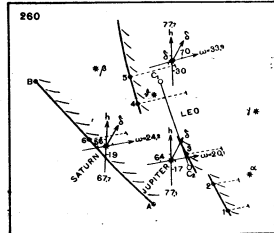
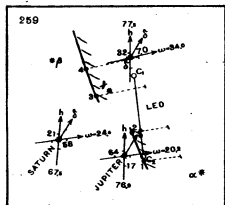
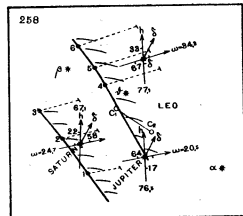
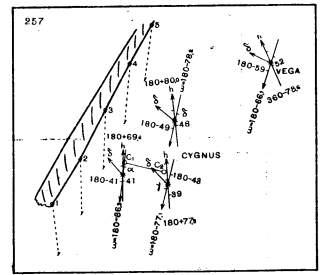
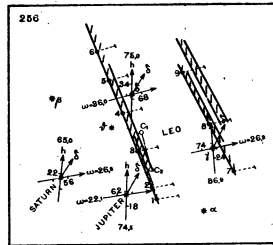
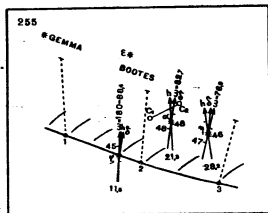
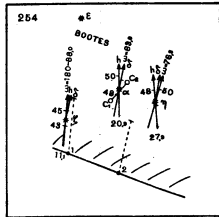
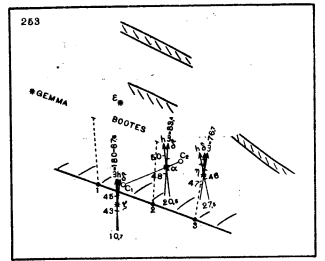
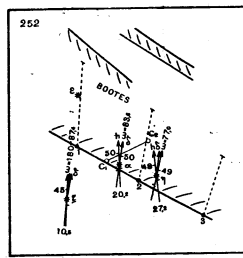
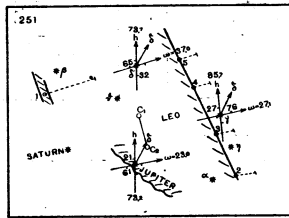
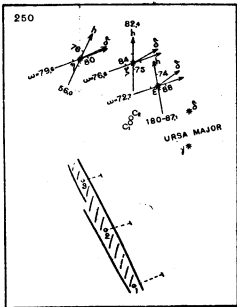
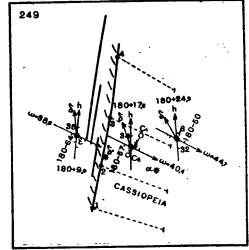
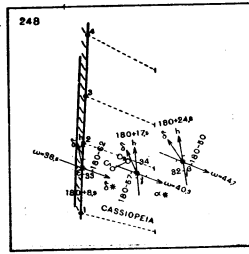
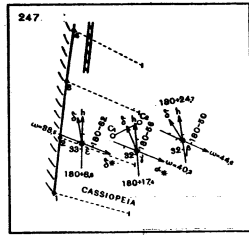
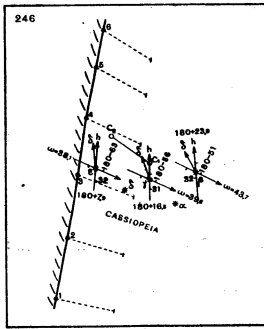


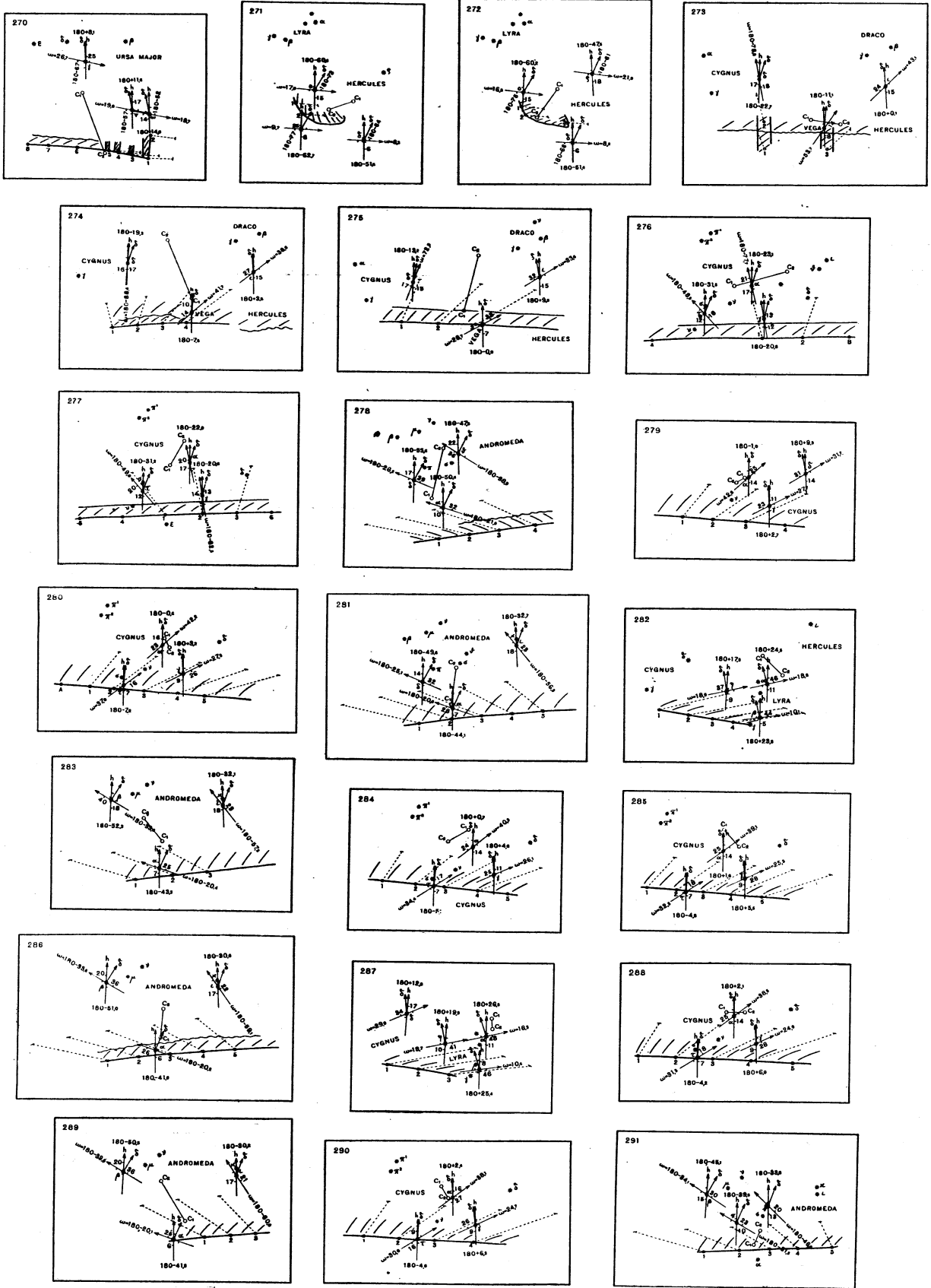


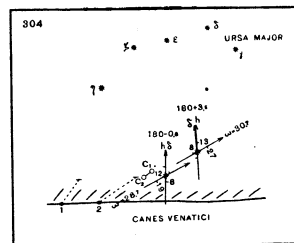
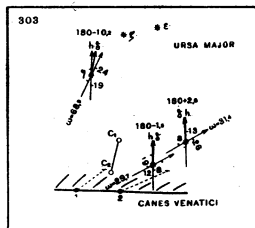
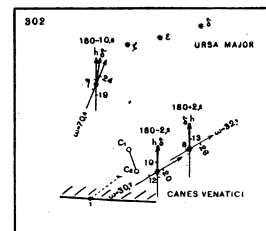
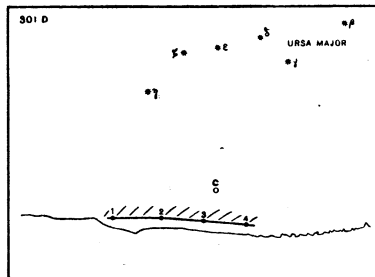
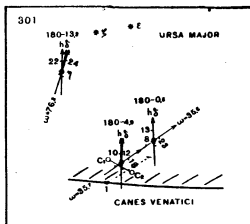
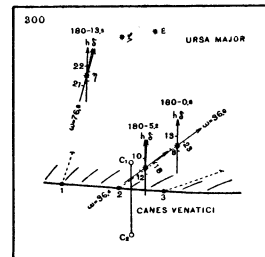
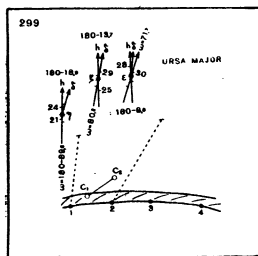
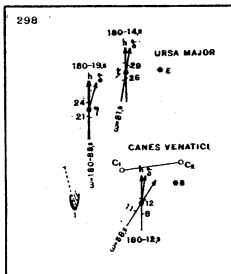
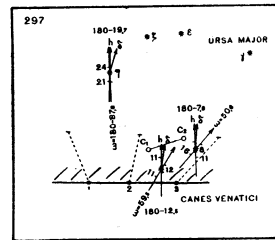
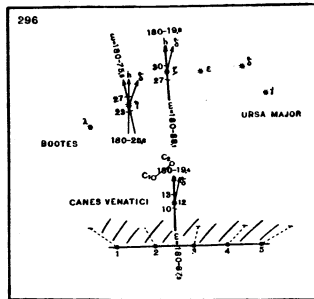
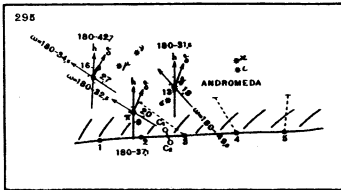
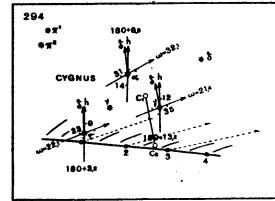
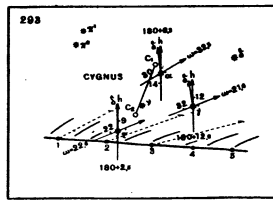
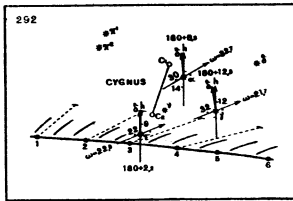




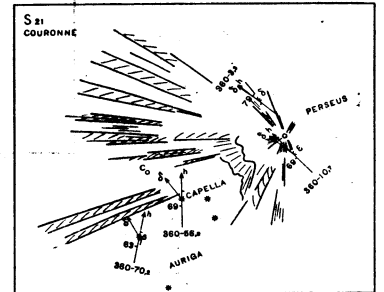
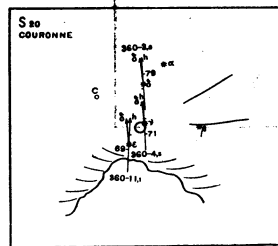
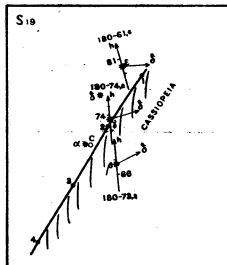
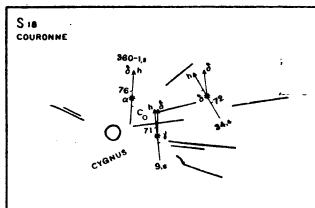
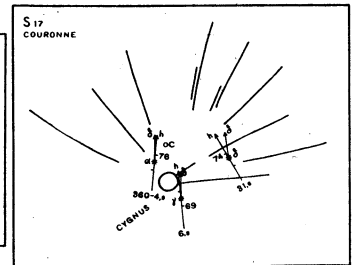
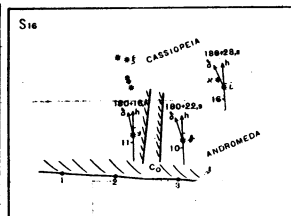
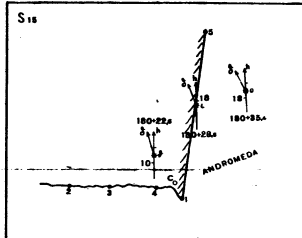
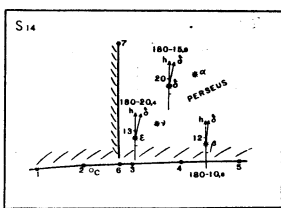
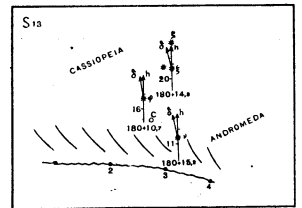
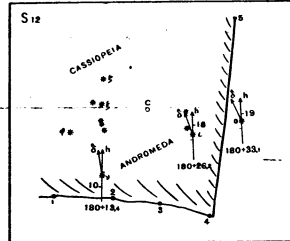
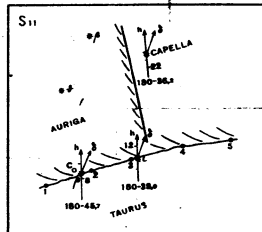
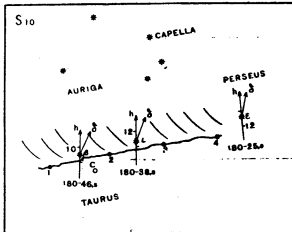
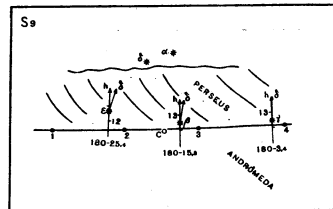
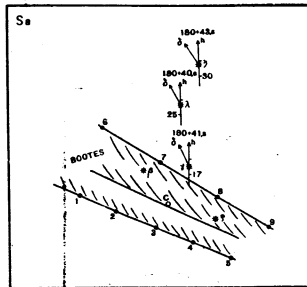
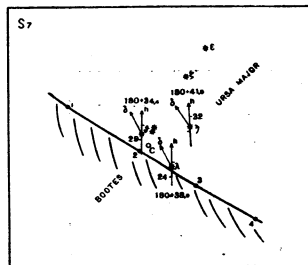
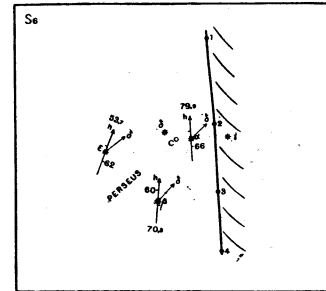
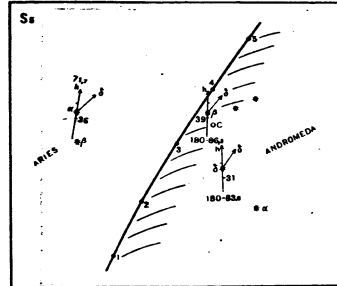
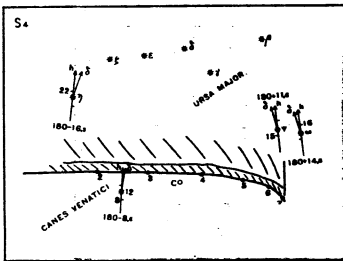
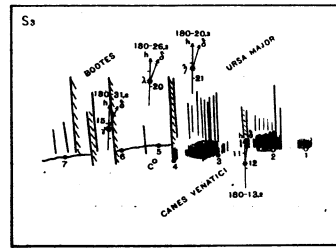
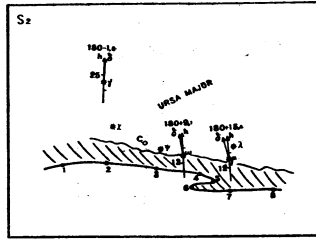
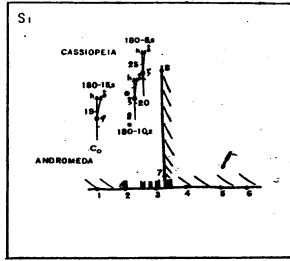


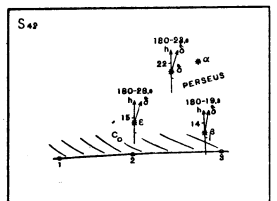
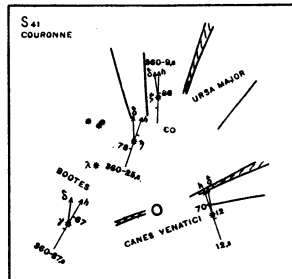
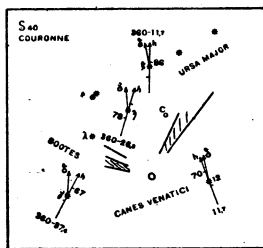
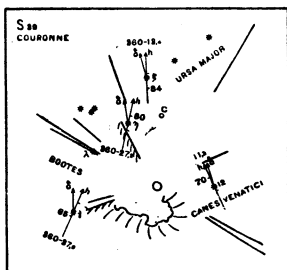
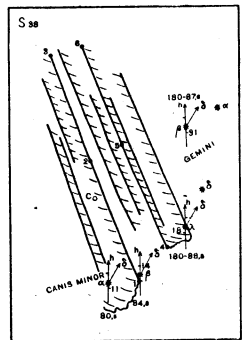
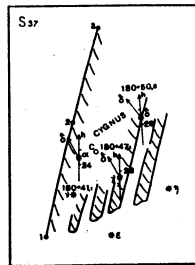
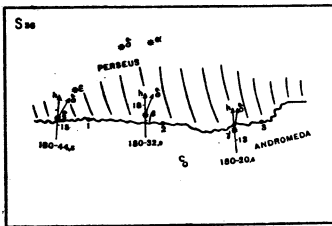
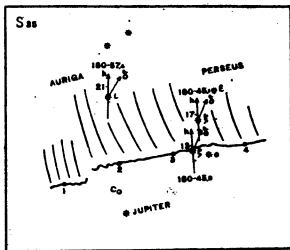
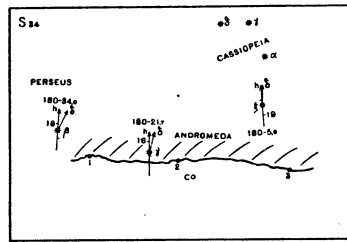
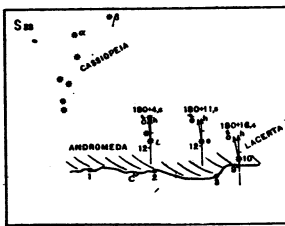
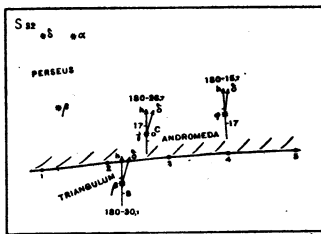
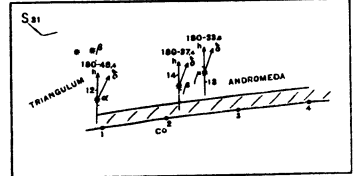
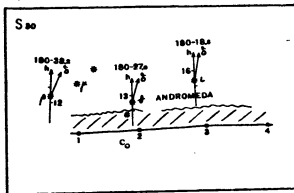
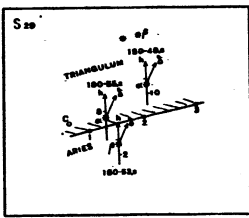
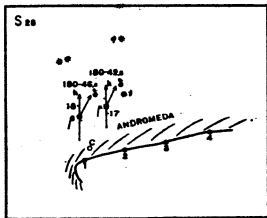
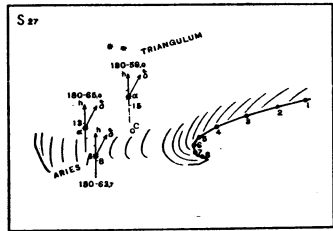
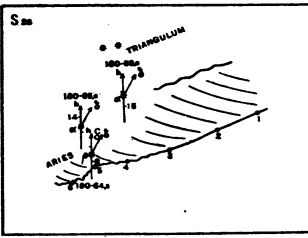
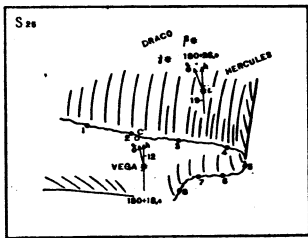
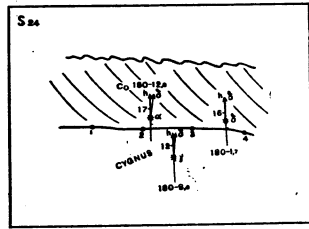
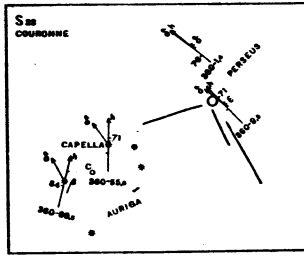
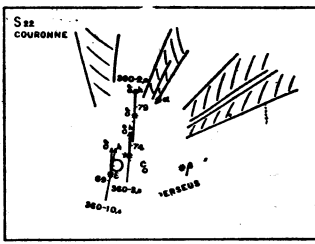


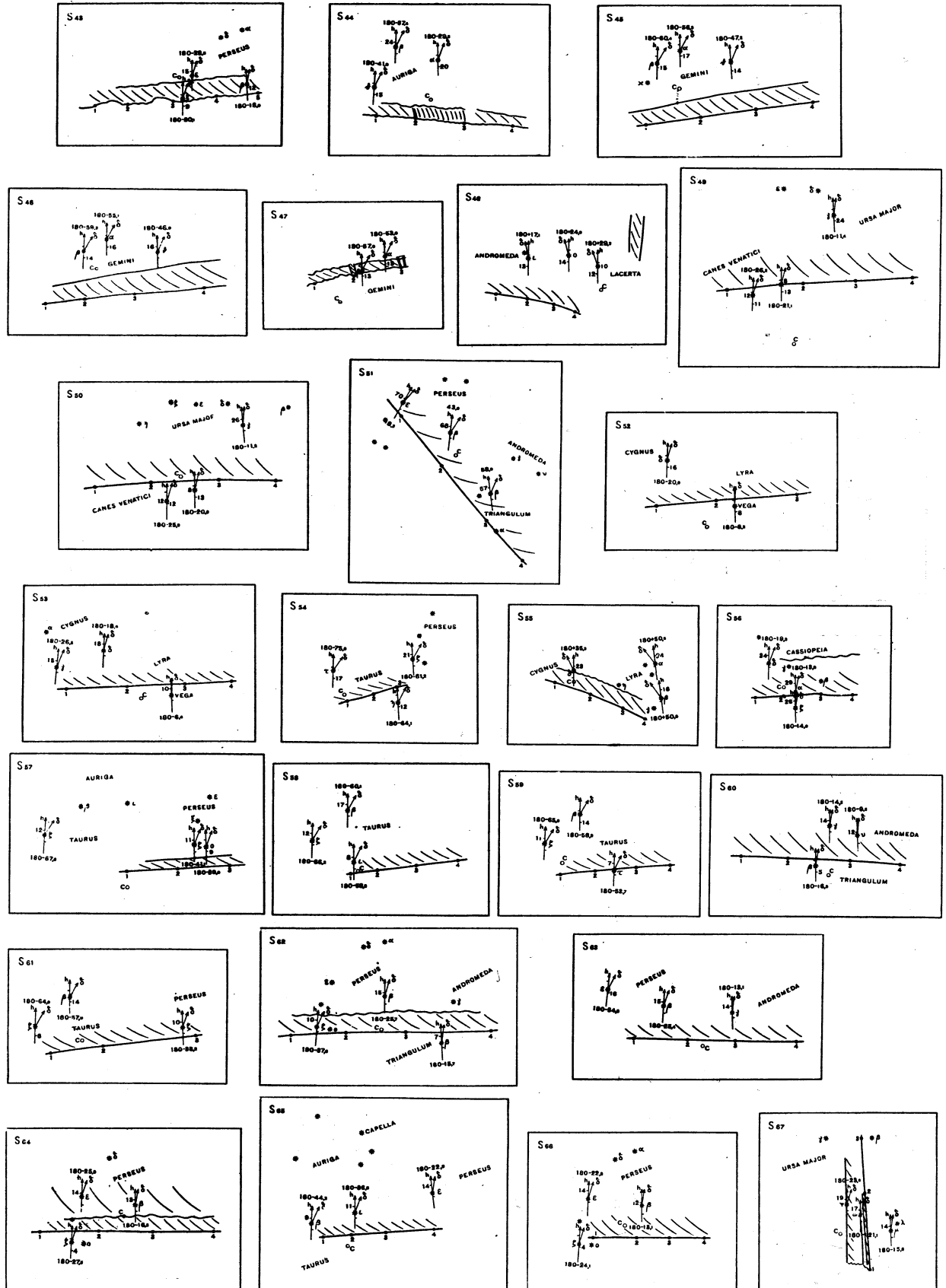


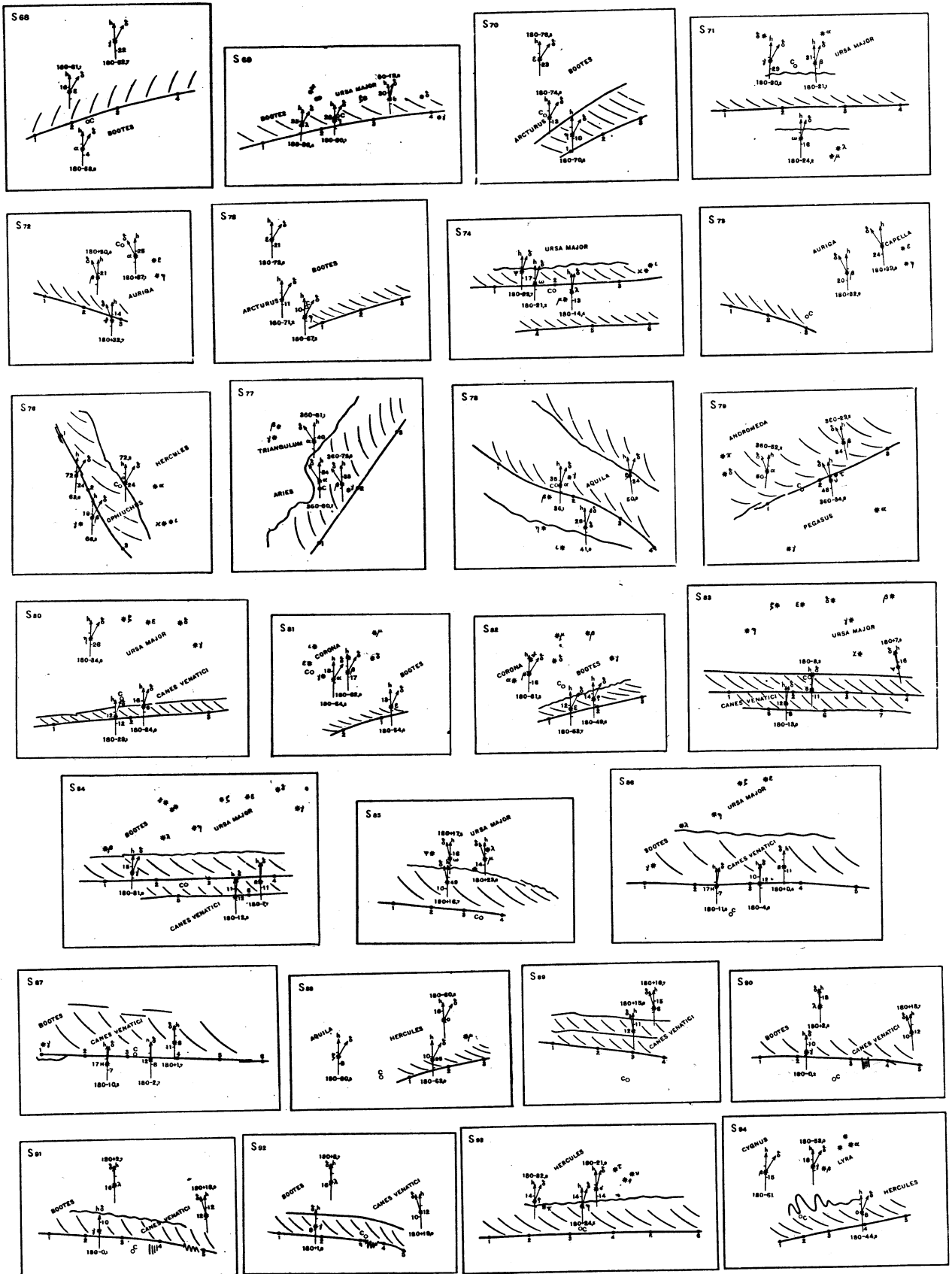


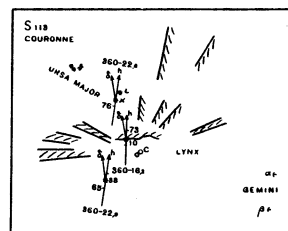
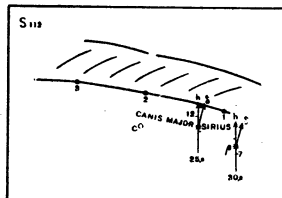
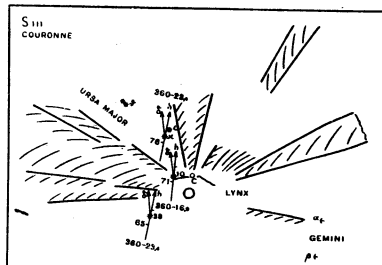
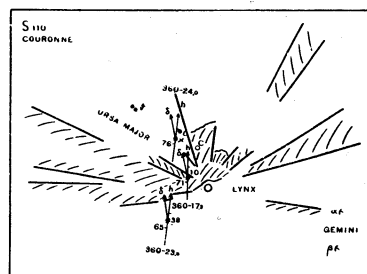
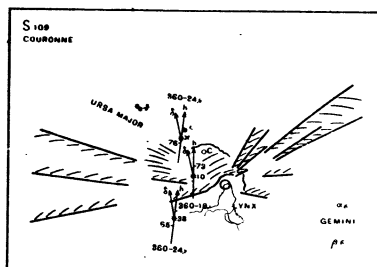
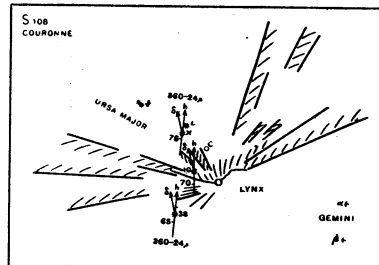
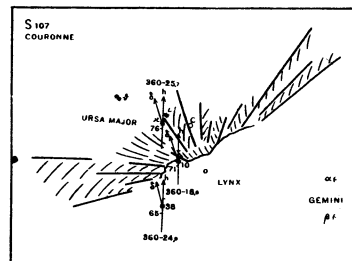
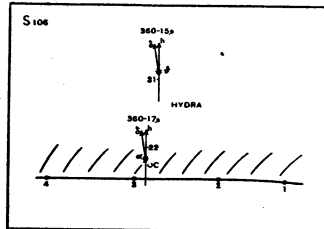
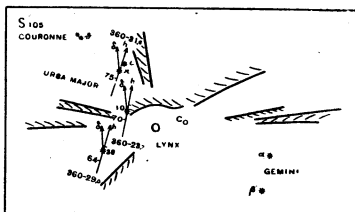
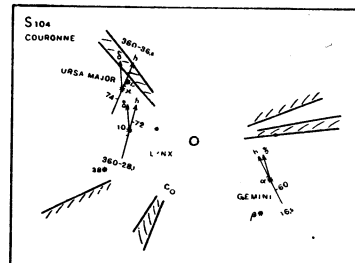
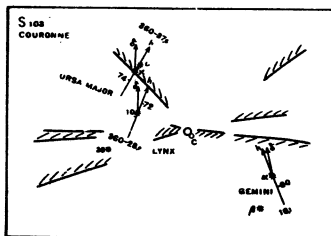
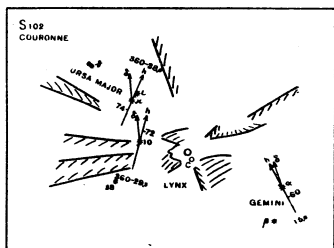
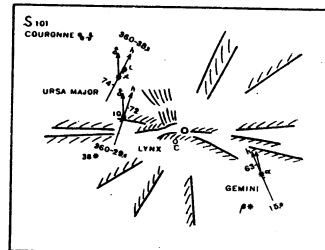
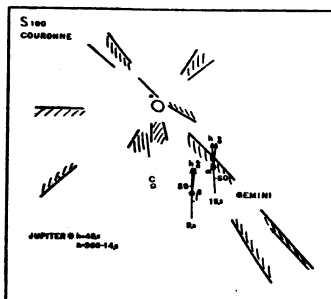
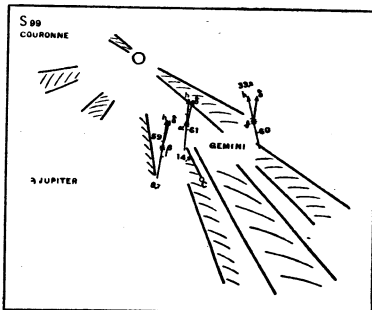
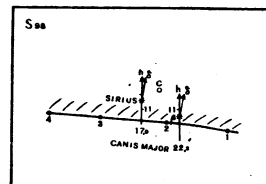
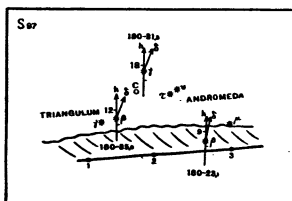
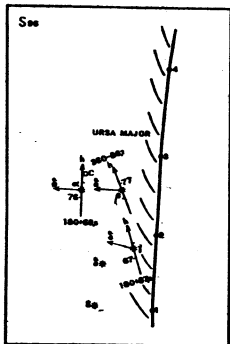
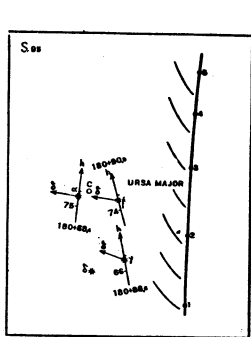


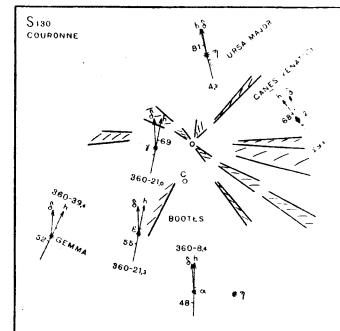
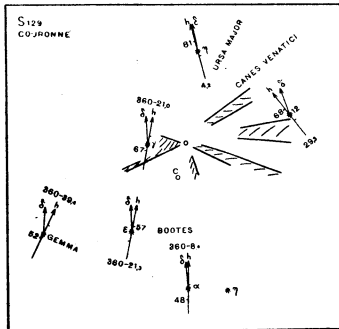
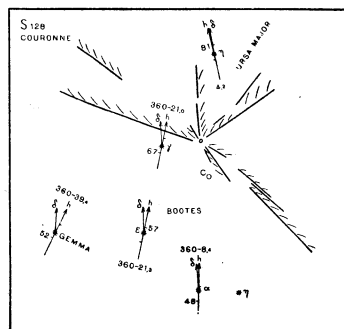
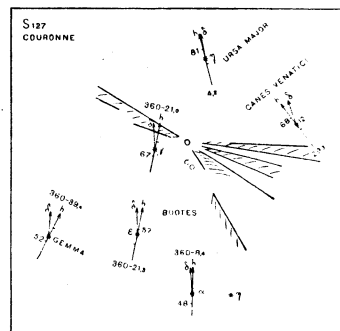
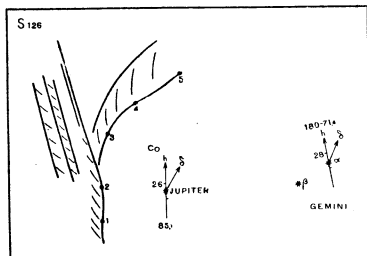
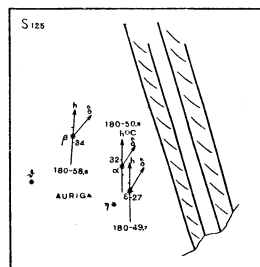
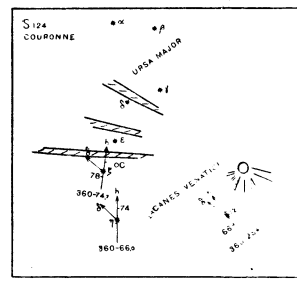
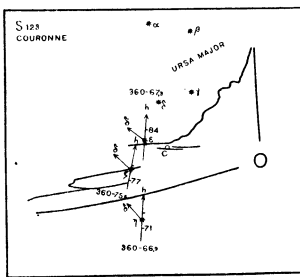
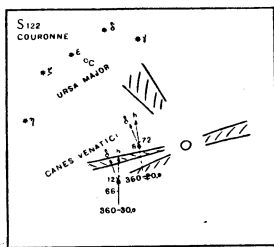
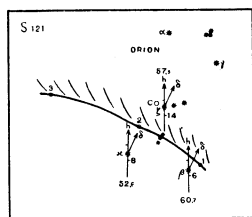
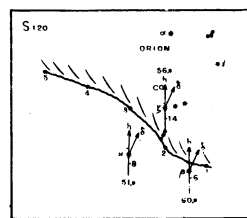
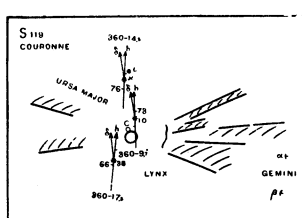
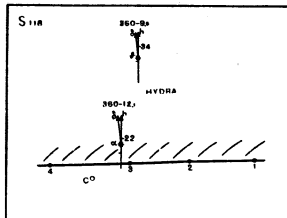
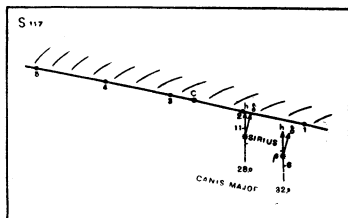
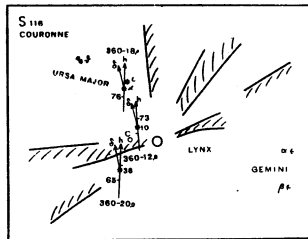
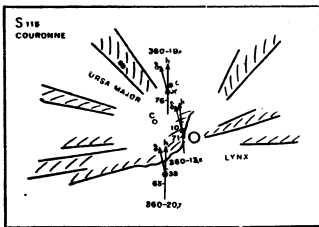
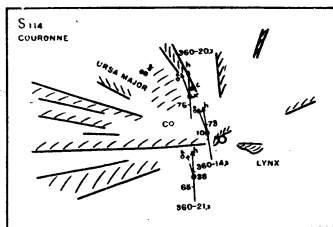


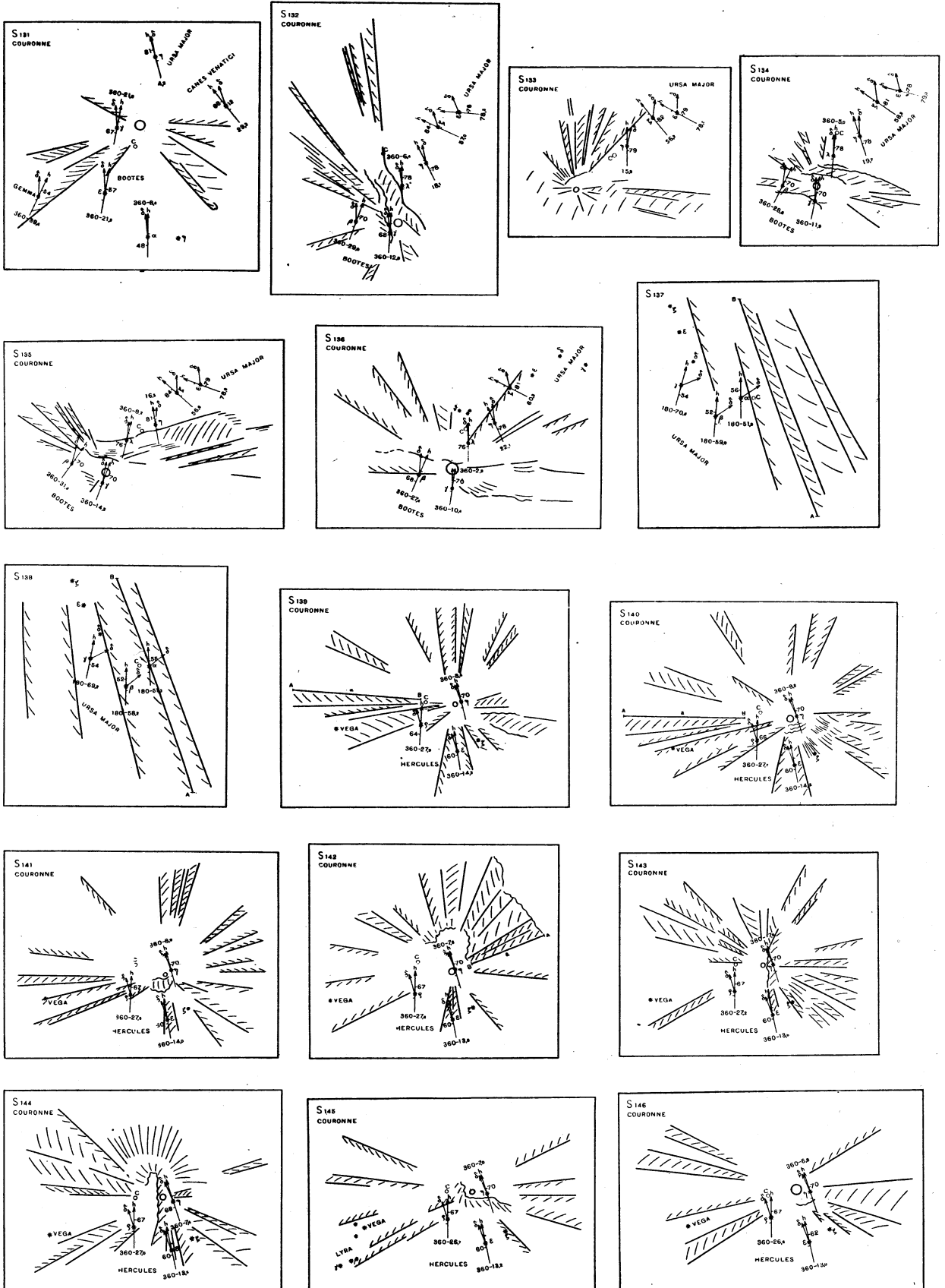




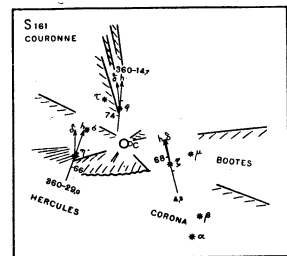
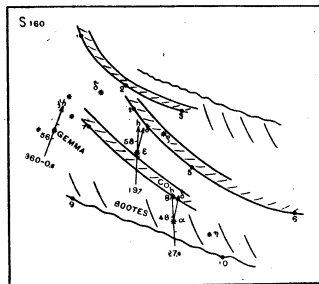
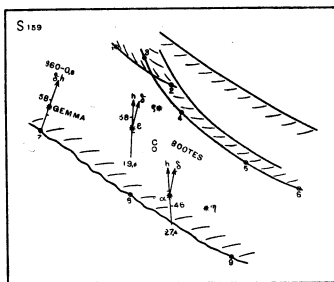
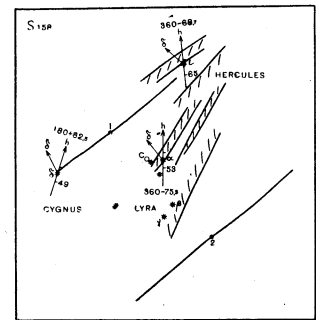
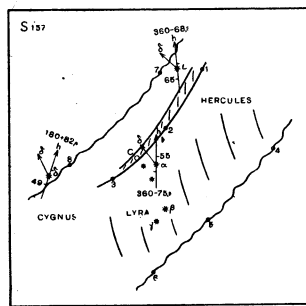
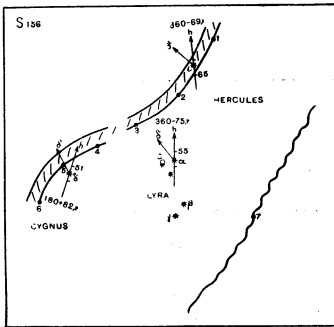
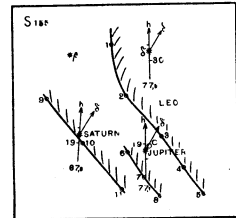
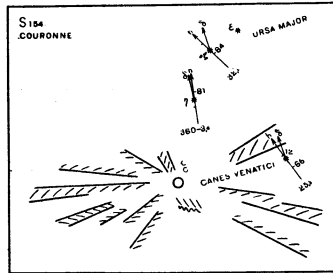
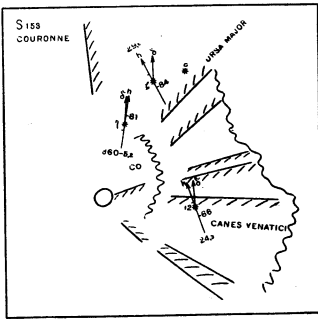
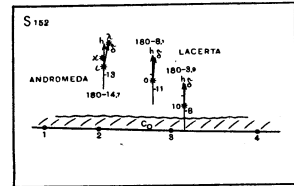
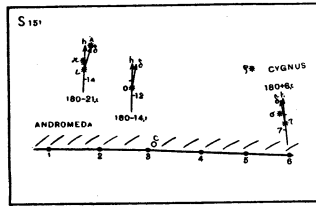
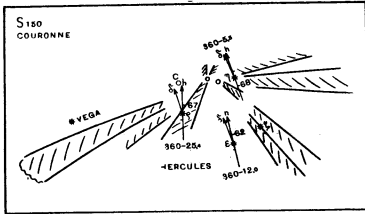
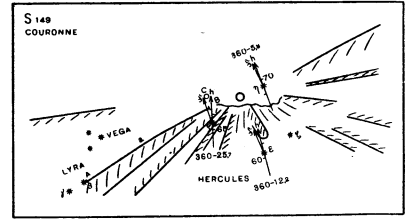
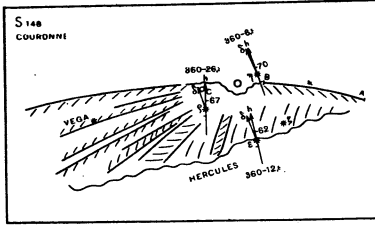
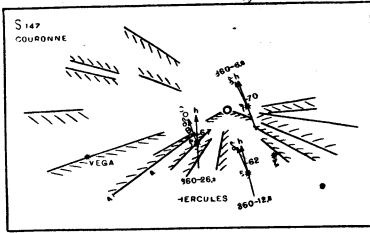




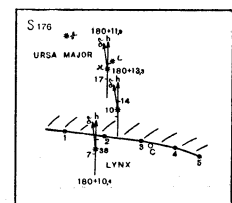
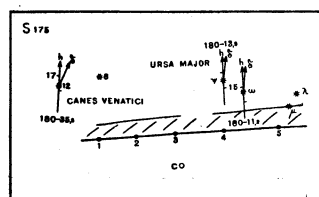
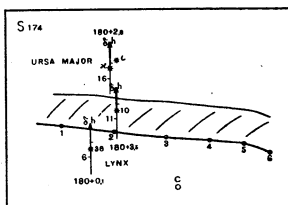
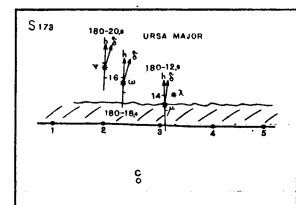
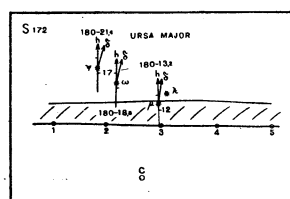
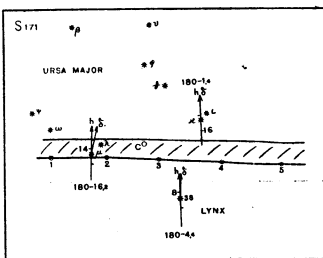
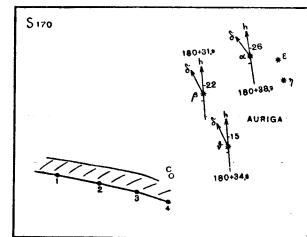
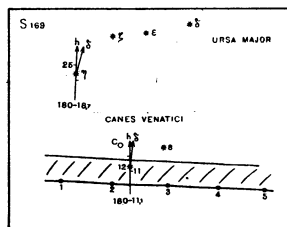
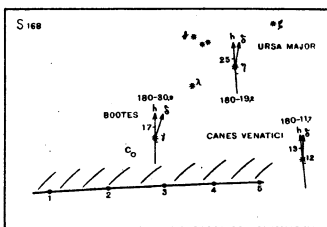
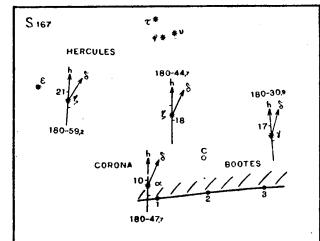
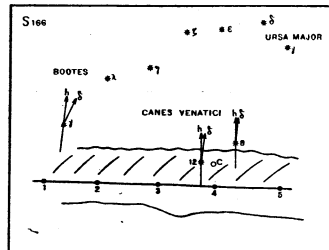
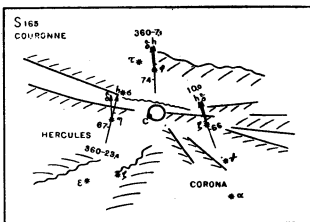
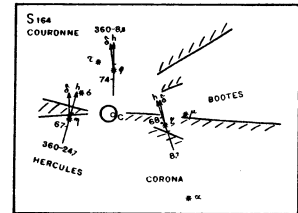
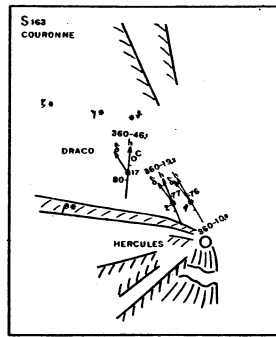
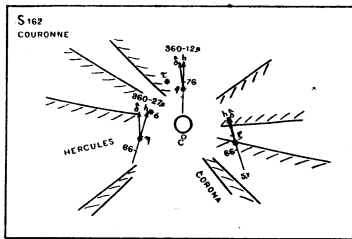


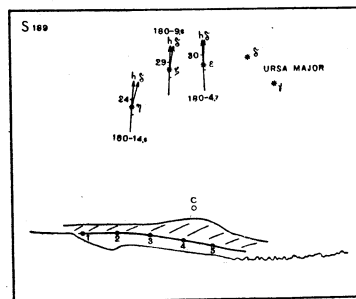
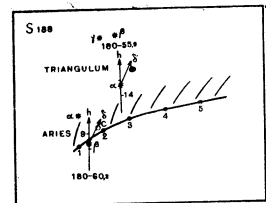
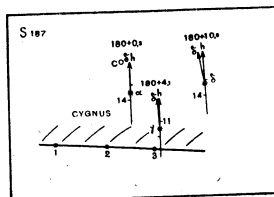
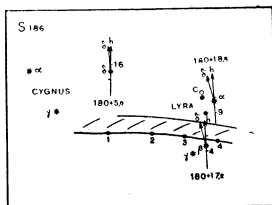
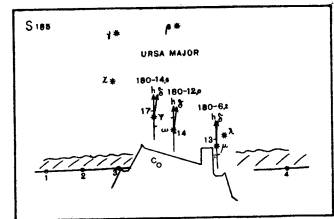
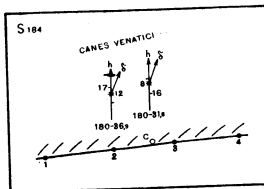
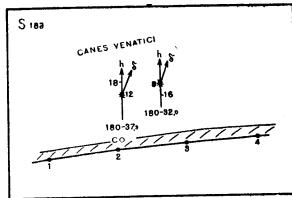
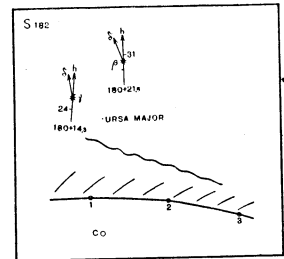
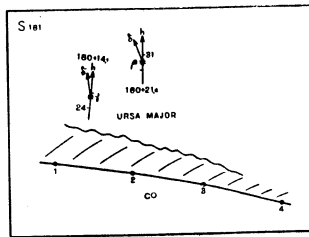
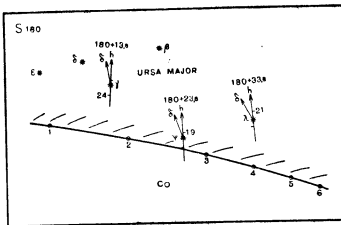
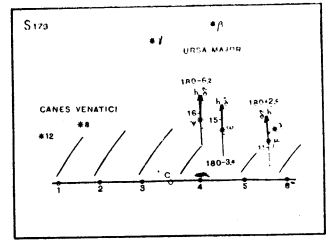
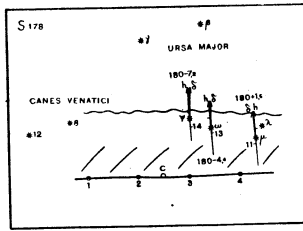
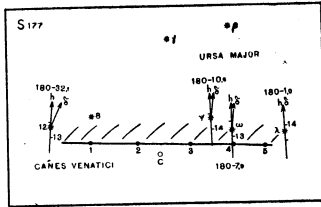


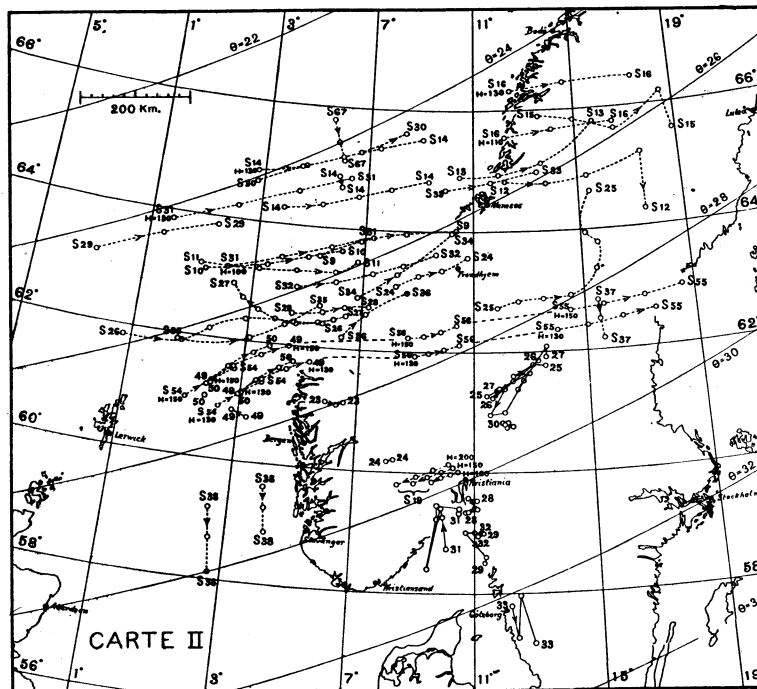
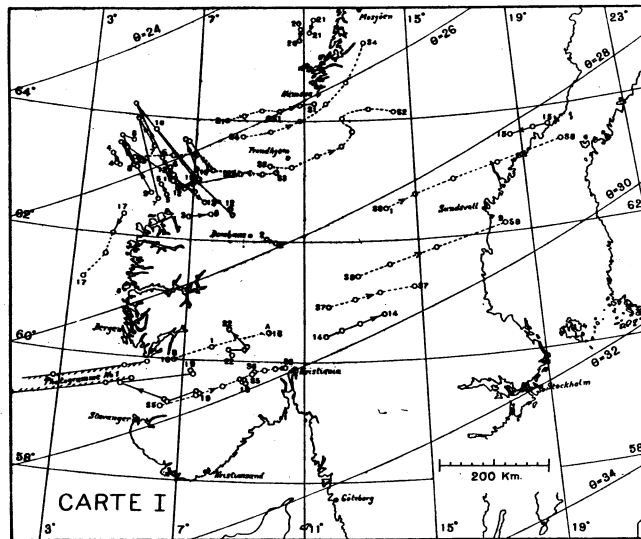
S131-S146

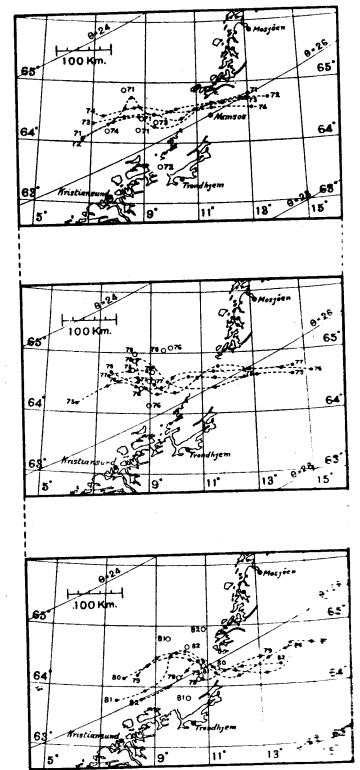
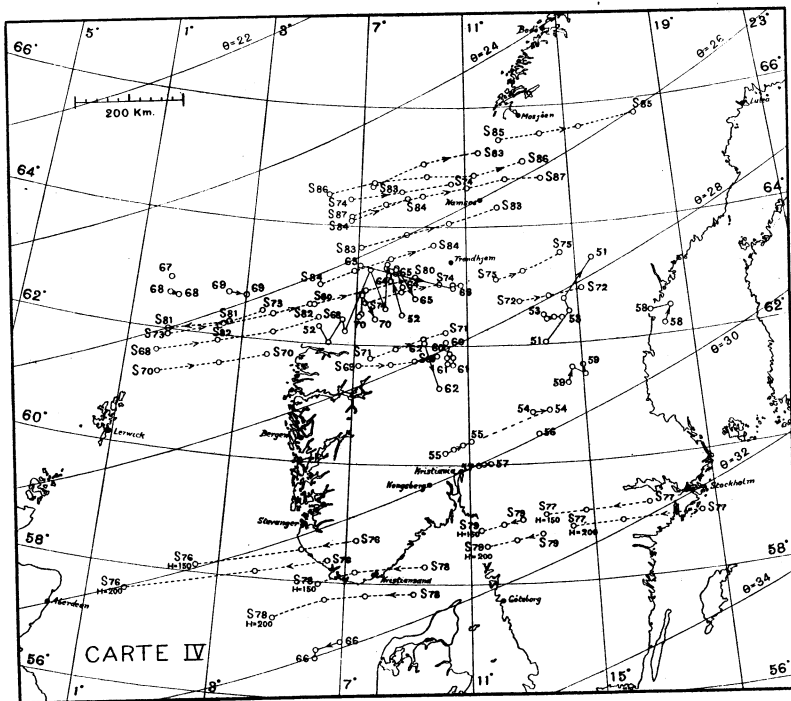
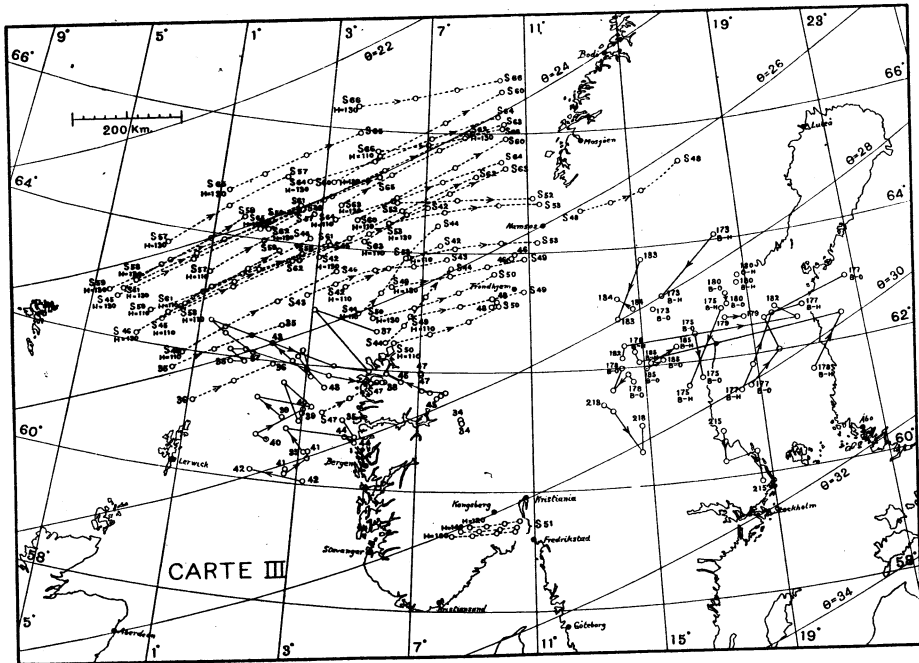




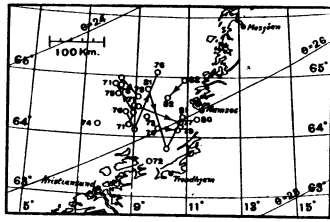




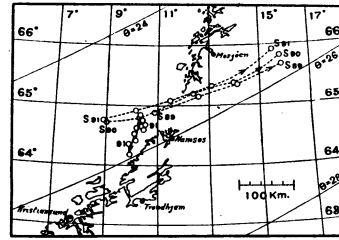




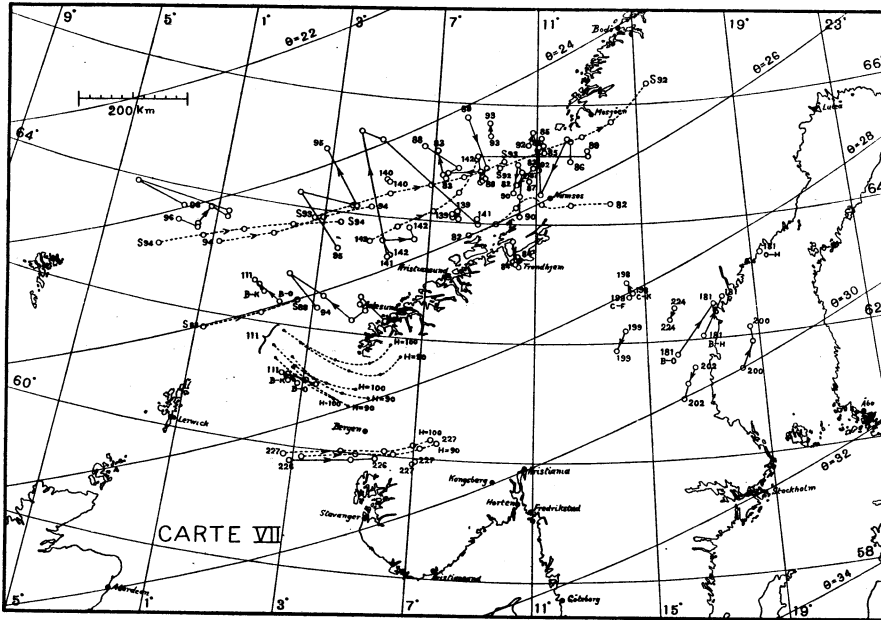
CARTE VI



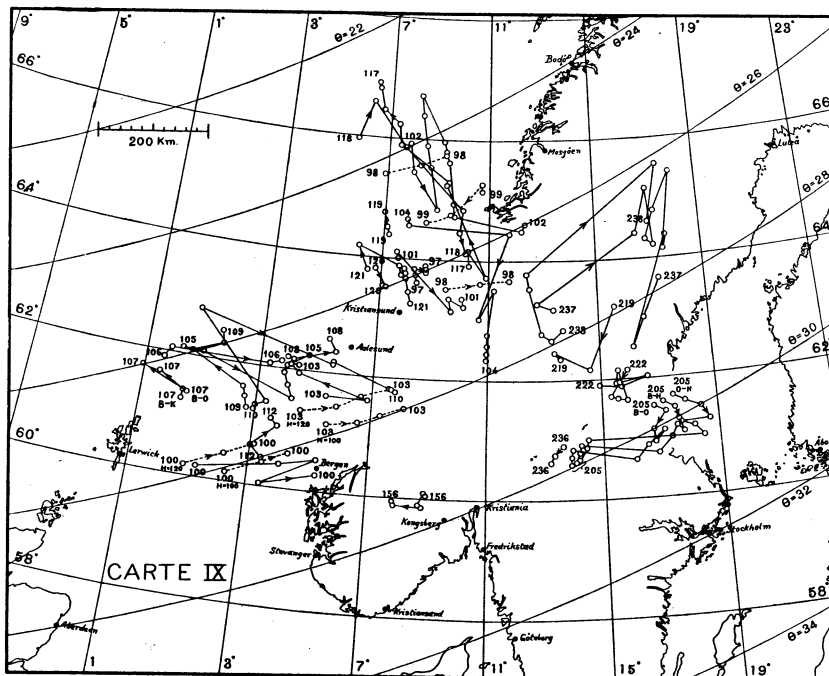
CARTE V



CARTE VIII



CARTE VII



CARTE IX

