

NOTES RELATIVES AUX AURORES BOREALES

PAR

CARL STØRMER

(Manuscrit reçu le 15 décembre 1921).

Dans les chapitres suivants, nous allons publier quelques résultats extraits de la très grande collection de photographies d'aurores prises par mes collaborateurs et moi, à Kristiania, à Bygdø et aux stations auxiliaires de la Norvège méridionale, pendant ces dernières années. On réserve à un mémoire plus étendu l'élaboration complète de ce matériel.

Chapitre I.

Sur l'exactitude obtenue dans les mesures photogrammétriques des aurores boréales.

1. Dans l'introduction de mon mémoire »Exemples de rayons auroraux dépassant des altitudes de 500 kilomètres au-dessus de la terre«¹, nous avons parlé du grand matériel d'environ 50 photographies d'aurore prises le 22 mars 1920 simultanément de *trois* stations différentes. Comme de pareils photogrammes donnent des contrôles très exacts des méthodes employées, nous en publions ici un photogramme typique consistant en trois photographies d'un rayon auroral, prises simultanément de Kristiania, Kongsberg et Fredrikstad, à 11^h 46^m 21^s du soir, temps moyen de l'Europe centrale.

A Kristiania qui était la station principale, le travail fut dirigé par M. *Stenseth* qui était simultanément en connection téléphonique avec M. *Busengedal* à Kongsberg et avec M. *Meldahl* à Fredrikstad. La pose fut réglée par ordre dans le téléphone, et dura une dizaine de secondes. Voilà les longitudes et latitudes des trois stations ainsi que leurs distances mutuelles, et les azimuts de l'une des stations vus de l'autre²

¹ *Geofysiske Publikationer* Vol. II, No. 2.

² D'après un calcul que je dois à M. le Commandant *Klingenberg*, chef de »Norges geografiske opmaaling«.

Stations	Latitudes	Longitudes
C	59° 54' 44"	0°
K	59° 40' 10"	1° 4' à l'ouest de C.
F	59° 12' 27"	0° 13' 4" à l'est de C.

Base	Longueur	Azimut
C—K	65.70 km.	66°.17
C—F	79.43 »	—9°.01
F—K	89.20 »	180°—54°.23

Ici C, K et F désignent respectivement les stations Kristiania, Kongsberg et Fredrikstad. La longitude de la station C est 10° 48' 22" à l'est de Greenwich, mais pour plus de commodité, les longitudes des autres stations sont rapportées à la station C. Quant à l'azimut qui est donné en centièmes de degrés, il est défini comme l'angle entre la direction du sud et la direction de la première station vers la seconde, compté comme positif vers l'ouest. Les situations des stations sont marquées sur la Fig. 1 dans les *Geofysiske Publikationer* Vol. II, No. 2.

2. Les négatifs dont on voit une reproduction sur la Planche I, ont été mesurés de deux manières différentes; d'abord d'après la méthode exposée dans mon mémoire sur l'expédition de 1913, *Geofysiske Publikationer* Vol. I, No. 5¹ et ensuite d'après la méthode envisagée dans ce même mémoire p. 33.

Considérons d'abord les résultats des mesures d'après la première méthode.²

Comme l'heure observée était 11^h 46^m 21^s du soir le 22 mars, on en déduit par des procédés connus le temps sidéral à la station C, mesuré en degrés, égal à 172°.44. Comme étoiles de repère, nous avons choisi les étoiles α , β et δ de la constellation Perseus.

On trouve alors les résultats suivants:

Base C—K

Etoile	h	a	k	u	λ
α Persei	28.9	180—38.5	28.8	77.2	82.8
β »	19.7	180—40.2	25.3	74.6	84.3
δ »	28.6	180—42.7	30.2	73.5	80.7

Base C—F

Etoile	h	a	k	u	λ
α Persei	28.9	180—38.5	28.8	180—40.3	180—49.5
β »	19.7	180—40.2	25.3	180—36.4	180—61.0
δ »	28.6	180—42.7	30.2	180—43.0	180—54.3

¹ Rapport sur une expédition d'aurores boréales à Bossekop et Store Korsnes pendant le printemps de l'année 1913.

² Tous les calculs nécessaires ont été faits par mon assistant Mademoiselle *Agnes Gundersen* qui vient d'avoir passé ses examens d'astronomie et de mathématiques supérieures à l'Université de Kristiania.

Base F-K

Etoile	h	a	k	u	λ
α Persei	28.2	180-38.1	29.2	32.2	31.4
β »	19.0	180-39.9	25.7	23.6	38.0
δ »	28.0	180-42.3	30.7	30.2	24.2

Ici les lettres ont la signification suivante:

- h est l'altitude en degrés de l'étoile au-dessus de l'horizon.
a est son azimut à la station principale.
k est l'angle entre le cercle vertical et le cercle de déclinaison passant par l'étoile.
u est l'angle entre la direction de la station principale à la station secondaire et la direction à l'étoile.
 λ est 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. Les angles se rapportent tous à la station principale.

Cela posé, nous avons, en suivant la méthode indiquée, choisi trois points au bord gauche du rayon auroral sur la photographie prise à Kristiania¹, et les avons marqués sur la Fig. 1, respectivement avec les chiffres 1, 2 et 3.

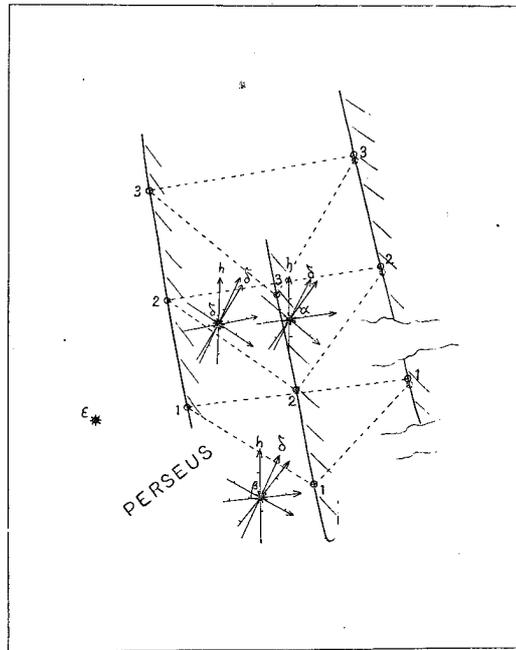


Fig. 1. Les situations parmi les étoiles du rayon auroral vu de Kristiania (à gauche), de Fredrikstad (au milieu) et de Kongsberg (à droite) réunies sur un même dessin, d'après la première méthode.

Par les réseaux dont on trouve la description dans les *Geofysiske Publikationer* Vol. 1, No. 5, Paragr. 6, nous avons d'abord trouvé les points correspondants sur l'image

¹ Les dessins d'aurores d'après les négatifs ont été faits cette fois, par moi-même.

prise à Kongsberg; ils sont marqués sur la Fig. 1 par des petits cercles en traits plains, réunis avec les trois premiers points par des lignes pointillées.

Voilà les résultats avec la base C—K:

Base C—K

Point	u+p	p	r	h	a	H	D
1	82.9	11.5	327	24.3	180—44.4	141	292
2	82.2	11.2	335	29.9	180—45.7	174	283
3	81.7	10.7	350	35.5	180—47.0	210	276

Ici les lettres ont la signification suivante:

p est la parallaxe, c'est à dire l'angle sous lequel est vu la base du point en question.

r est la distance du point à la station principale (C).

h est la hauteur du point en degrés.

a est l'azimut du point.

H est l'altitude du point au-dessus de la terre, en km.

D est la distance en km, mesurée le long de la surface de la terre, de la station principale au point situé verticalement au-dessous du point de l'aurore.

Considérons ensuite les résultats obtenus avec la base C—F. Les points correspondants sur l'image prise à Fredrikstad sont réunis avec les points de l'image prise à Kristiania par des lignes pointillées qui cette fois ont une inclinaison assez forte. Avec signification analogue des lettres, voici ce que nous avons trouvé:

Base C—F

Point	u+p	p	r	h	a	H	D
1	180—34.4	7.6	339	24.2	180—44.4	146	303
2	180—37.8	8.2	341	29.9	180—45.7	177	288
3	180—41.7	8.5	357	35.5	180—47.0	214	282

Enfin nous avons fait les mesures et le calcul avec la base F—K, où Fredrikstad (F) par conséquent fut la station principale. On a eu le soin de choisir les mêmes points de l'aurore, en les déterminant par les directions pointillées provenant de la construction précédente dans le cas de la base C—F.

On est ainsi revenu aux points correspondants sur l'image prise à Kongsberg en tirant des directions déterminées des valeurs de l'angle λ avec la base F—K. Sans fautes d'observation et de mesure on devrait donc avoir coïncidence avec les anciens et nouveaux points 1, 2 et 3 sur l'image prise à Kongsberg. Comme on le voit sur la figure, la coïncidence est assez bonne. Voilà les résultats:

Base F—K

Point	u + p	p	r	h	a	H	D
1	33.2	7.2	390	19.6	180—36.8	141	359
2	36.9	7.6	405	24.6	180—37.7	179	358
3	40.9	8.0	420	29.6	180—38.8	217	353

Ici il faut se rappeler que les valeurs de r, h, a et D se rapportent à la station principale Fredrikstad.

En prenant la moyenne des trois déterminations de H, l'écart maximum en km. et en centièmes de la moyenne fut:

Point	Moyenne	Ecart en km.	Ecart relatif
1	142.7	3.3	2.3 pour cent
2	176.7	2.7	1.5 »
3	213.7	3.7	1.7 »

On a donc probablement déterminé l'altitude avec une exactitude de quelques pour cent près.

3. Ensuite nous avons mesuré les images d'après la seconde méthode sans superposition des dessins d'aurore¹. On mesure alors chaque dessin séparément et retrouve le point d'aurore à l'aide de la valeur de l'angle ω que fait avec l'horizon le grand cercle passant par le point d'intersection entre la sphère céleste et la direction de la station principale à la station secondaire. Nous avons d'abord calculé cet angle ω pour les étoiles de repère et voilà le résultat:

<i>Base C—K</i>		<i>Base C—F</i>		<i>Base F—K</i>	
Etoile	ω	Etoile	ω	Etoile	ω
α Persei	29.7	α Persei	48.2	α Persei	62.7
β »	20.4	β »	34.6	β »	54.4
δ »	29.9	δ »	44.5	δ »	68.8

¹ Cette fois les dessins d'après les négatifs ont été faits par Mademoiselle Gundersen, et cela tout à fait indépendamment des dessins du cas précédent (faits par moi).

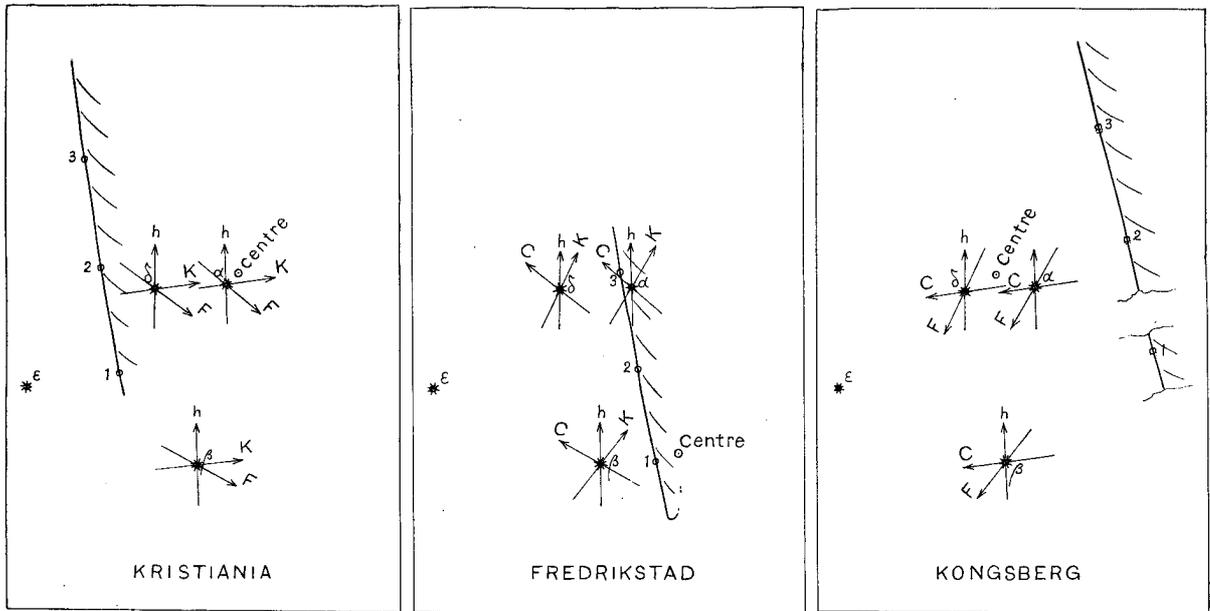


Fig 2. Les situations parmi les étoiles du rayon auroral, dessinées séparément d'après la seconde méthode. Le «centre» désigne le point où l'axe optique de l'objectif rencontre la sphère céleste.

Cela posé, nous avons, sur le dessin de l'image prise à Kristiania (voir Fig. 2) choisi des points 1, 2 et 3 près de ceux du cas précédent¹. Ensuite nous avons, sur l'image prise à Kongsberg, retrouvé ces mêmes points à l'aide des valeurs de l'angle ω , en se servant des réseaux. Sur la Fig. 2 ces points sont marqués par des petits cercles en traits plains. En mesurant les valeurs de l'angle u sur les deux dessins, on en tire par soustraction la parallaxe. Voilà les résultats:

Base C—K

Point	u_c	u_k	p	ω	r	h	a	H	D
1	71.2	82.9	11.7	25.5	322	24.1	180—44.6	138	287
2	71.1	82.3	11.2	31.4	335	29.6	180—45.9	172	284
3	70.9	81.8	10.9	37.4	344	35.2	180—47.2	204	272

Ici u_c et u_k désignent les valeurs de l'angle u sur l'image prise à Kristiania et respectivement à Kongsberg, et la valeur de ω se rapporte à la base C—K.

Ensuite on fait la même opération avec la base C—F (voir Fig. 2). Voici les résultats:

Base C—F

Point	u_c	u_f	p	ω	r	h	a	H	D
1	180—42.1	180—34.1	8.0	37.5	320	24.1	180—44.6	138	286
2	180—46.0	180—37.5	8.5	43.4	327	29.6	180—45.9	168	277
3	180—50.1	180—41.5	8.6	48.7	352	35.2	180—47.2	209	279

¹ Les points ne coïncident pas tout à fait avec ceux du cas précédent, mais ils sont comme ceux-ci situés sur le bord gauche du rayon auroral.

Enfin, en partant des points marqués sur l'image prise à Fredrikstad, nous avons fait le calcul avec la base F—K. Par la construction à l'aide de l'angle ω nous avons obtenu presque la coïncidence entre les anciens et nouveaux (cercles pointillés) points 1, 2 et 3 sur l'image prise à Kongsberg, comme on peut le voir sur la figure 2. Voilà les résultats des mesures:

Base F—K

Point	u_f	u_k	p	ω	r	h	a	H	D
1	25.7	33.0	7.3	49.4	382	19.1	180—26.8	135	354
2	28.7	36.7	8.0	57.7	383	23.9	180—37.8	165	341
3	32.5	40.9	8.4	64.5	400	29.0	180—38.8	203	339

Cela posé, évaluons comme dans le cas précédent la moyenne des hauteurs et l'écart maximum, absolu et relatif. On trouve:

Point	Moyenne	Ecart en km	Ecart relatif
1	137.0	2.0	1.5 pour cent
2	168.3	3.7	2.2 » »
3	205.3	3.7	1.8 » »

Donc la même exactitude que dans le cas précédent.

4. Nous avons enfin fait une dernière épreuve en calculant la situation géographique des points de la surface de la terre situés verticalement au-dessous des points d'aurore. Dans ce calcul, nous avons supposé que la surface de la terre soit une sphère de rayon de 6389 km. Voilà les résultats du calcul, φ désignant la latitude et L la longitude à l'ouest de Kristiania.

Base C—K

Point	φ	L
1	61.73	3.88
2	61.62	3.83
3	61.55	3.81

*Première méthode.**Base C—F*

Point	φ	L
1	61.79	4.02
2	61.65	3.89
3	61.57	3.89

Base F—K

Point	φ	L
1	61.74	3.86
2	61.70	3.91
3	61.63	3.97

*Seconde méthode.**Base C—K*

Point	φ	L
1	61.68	3.81
2	61.62	3.86
3	61.51	3.76

Base C—F

Point	φ	L
1	61.67	3.80
2	61.58	3.75
3	61.55	3.85

Base F—K

Point	φ	L
1	61.70	3.78
2	61.58	3.72
3	61.53	3.79

Sur la figure 3, on voit la situation des points projetés, d'après la première (I) et la seconde (II) méthode. En comparant cela avec une carte de la Norvège on trouve que le rayon auroral était situé verticalement au-dessus du grand glacier »Jostedalsbræen«.

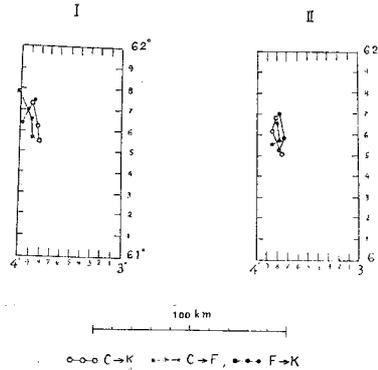


Fig. 3. Projection du rayon auroral sur la surface de la terre; d'après les deux méthodes.

Comme un rayon auroral suit en général une ligne de force du magnétisme terrestre, les points 1, 2 et 3 devraient être situés, ainsi que leurs projections, sur ligne droite; cette ligne droite doit ensuite faire un angle avec la surface de la terre égal à l'inclinaison magnétique et l'angle entre sa projection et la méridienne doit être près de la déclinaison magnétique. En regardant la figure 3 on aura donc l'impression que les résultats avec la base C—K doivent être les plus exacts; cela est d'ailleurs probable a priori, la parallaxe avec cette base étant beaucoup plus grande qu'avec les bases C—F et F—K.

Considérons la direction entre les points 1 et 3. On trouve approximativement:

D'après la première méthode $\left\{ \begin{array}{l} \text{Déclinaison } 11^\circ \text{ vers l'ouest} \\ \text{Inclinaison } 73^\circ 5 \end{array} \right.$

D'après la seconde méthode $\left\{ \begin{array}{l} \text{Déclinaison } 8^\circ \text{ vers l'ouest} \\ \text{Inclinaison } 73^\circ 8 \end{array} \right.$

qui sont au moins du même ordre de grandeur que les valeurs observées.

5. En résumé, la méthode photogrammétrique avec des bases assez grandes semble donc donner des résultats tout à fait satisfaisants relatifs à la situation et l'altitude des aurores boréales et peut donner, même pour des photographies un peu diffuses comme celles traitées ici, une exactitude de quelques pour cent près.

Quant au rayon photographié ici, sa base était située à une altitude de 120 km. environ. Ses parties supérieures s'évanouissent vers l'altitude de 270 à 300 km.

Chapitre II.

Altitude et situation d'un arc auroral photographié simultanément des deux extrémités d'une base d'une longueur de 258.5 km.

6. Dans le présent chapitre, nous allons publier un photogramme obtenu avec une base de longueur exceptionnelle, de 258.52 kilomètres. L'une des extrémités de cette base était ma station à Bygdö, l'autre la maison de l'astronome bien connu *Sigurd Enebo* à Dombaas.

Avec une base aussi longue, nous avons surtout essayé de mesurer des aurores difficilement mesurables avec les autres bases à notre disposition, à savoir des arcs qui étaient vus de Bygdö près de l'horizon du nord. Un pareil cas se présenta le 18 avril 1920. La ligne téléphonique était en ordre à neuf heures et une série de photographies fut prise, par Monsieur Enebo et moi-même, d'un arc auroral dans le nord, sous la constellation de Perseus.

Nous allons en publier ici le photogramme le mieux réussi, pris à 11^h 41^m 30^s, temps moyen de l'Europe centrale. La photographie prise à Bygdö peut être vue en échelle agrandie sur la planche II, et à côté on voit la photographie prise simultanément par M. Enebo à Dombaas¹. Les étoiles de la constellation de Perseus sont bien visibles sur les deux photographies, et on remarquera qu' à Dombaas qui est situé beaucoup plus près de l'arc, l'intensité de celui-ci est bien plus grande qu' à Bygdö où l'atmosphère aussi a bien réduit l'action photographique à cause de la faible élévation de l'arc au-dessus de l'horizon.

7. Pour mesurer les photogrammes nous nous sommes servis de la méthode de projection décrite en détails dans mon mémoire: *Rapport sur une expédition d'aurores à Bossekop et Store Korsnes pendant le printemps de l'année 1913*². Quant aux coordonnées géographiques des deux stations, nous avons trouvé

Station	Latitude	Longitude
Bygdö	59° 54'.2	10° 41'.5 à l'est de Greenwich
Dombaas	62° 5'.5	9° 5'.9 — —

¹) Sur la photographie on voit une longue perche traverser l'image sans cependant nuire à son utilité.

²) *Geofysiske Publikationer* Vol. I. No. 5 Kristiania 1921.

D'après ces données, on trouve que la ligne droite allant de Bygdö à Dombaas a une longueur de 258.52 km. et qu'elle a une direction qui rencontre la sphère céleste en un point dont l'hauteur et l'azimut par rapport à Bygdö ont les valeurs suivantes¹.

Azimut a_0 compté du sud vers l'ouest

$$180^\circ - 18^\circ 47' 7''$$

Hauteur h_0 (au-dessous de l'horizon)

$$-1^\circ 2' 24''$$

Comme ici la direction de Bygdö à Dombaas n'est pas située dans le plan horizontal à Bygdö, il faut dans le calcul appliquer les formules générales se rapportant à ce cas.²

Comme étoiles de repère nous avons choisi les suivantes:

Etoile	Déclinaison	Ascension droite
ζ Persei	31°.65	57°.28
o »	32.04	54.82
16 »	37.99	41.38
π »	39.34	43.41

Pour faciliter l'application de la machine à calculer Brunswiga et l'usage des tables de Lohse³, les coordonnées sont partout données en centièmes de degrés.

Nous nous sommes servis des formules suivantes:²

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

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

où h et a sont l'hauteur et l'azimut de l'étoile en question, vue de la station de Bygdö. Par des procédés connus, nous avons trouvé les résultats:

Etoile	h	a	k	u	λ
ζ Persei	7.2	180-33.3	18.9	16.6	360-60.8
o »	6.9	180-31.1	17.8	14.7	360-57.6
16 »	9.8	180-18.8	11.9	10.9	360- 0.3
π »	11.5	180-20.1	12.9	12.6	360- 6.2

Cela posé, nous avons choisi 4 points le long du bord inférieur de l'arc aural et par le procédé décrit dans le *Rapport sur une expédition d'aurores boréales à Bossekop et Store Korsnes pendant le printemps de l'année 1913*, chapitre II, nous avons calculé l'altitude et la situation de ces points. Il fallait appliquer une petite correction dans la parallaxe de $0^\circ.1$ à cause de la réfraction terrestre agissant en particulier sur l'image prise à Bygdö, où l'arc était situé à 6° degrés à peu près au-dessus de l'horizon. Sur la Fig. 4, on voit la situation des points, vus de Bygdö, avec les points correspondants, vus de Dombaas.

¹ D'après un calcul que je dois à M. le Commandant *Klingenberg*, de «Norges geografiske opmaaling».

² *Carl Störmer*: Bericht über eine Expedition nach Bossekop etc. p. 53 et 54. Videnskabselskapets Skrifter Kristiania 1911.

³ Tafeln für numerisches Rechnen mit Maschinen. Leipzig 1909.

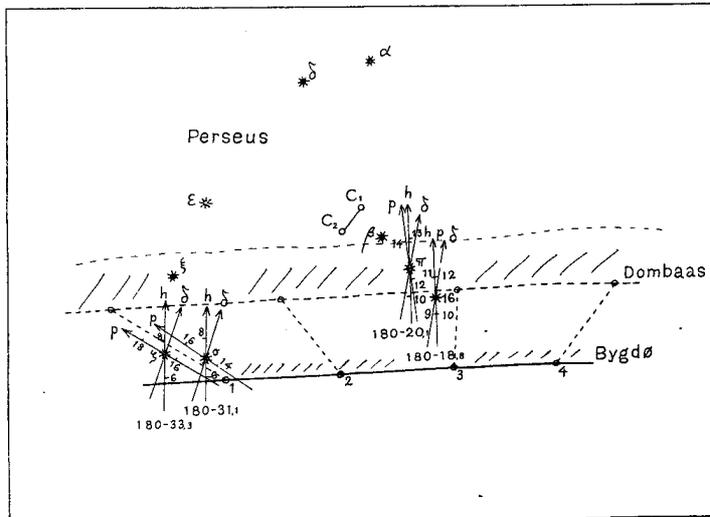


Fig. 4. Situations parmi les étoiles du bord inférieur de l'arc auroral, avec les 4 points choisis.

Voici les résultats du calcul:

Point	u+p	p	r	h	a	H	D	Latitude	Longitude
1	20.0	6.8	747	5.9	180-29.8	119	731	65.40	2.86
2	13.9	5.1	713	6.0	180-23.9	113	698	65.51	4.57
3	11.2	4.0	720	6.2	180-18.1	117	704	65.84	5.89
4	14.3	5.0	733	6.2	180-12.9	120	717	66.12	7.15

Sur la Fig. 5, on voit la situation des points situés verticalement au-dessous des points de l'aurore.

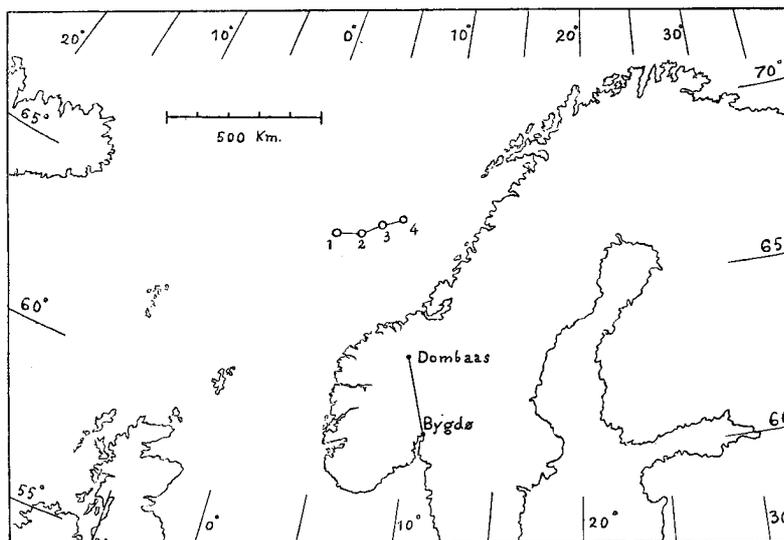


Fig. 5. Situation géographique de la partie photographiée de l'arc auroral.

Sur la photographie prise à Dombaas on peut bien mesurer l'étendu vertical de la partie la plus lumineuse de l'arc; cette partie est indiquée sur la Fig 4. On trouve environ 19 km.

Sur l'image prise à Bygdö, on peut d'un autre côté voir la luminosité faible s'étendre presque à l'étoile δ Persei, ce qui correspond à une épaisseur verticale de 190 km. environ, de manière que la lumière aurorale monta jusqu'à l'hauteur de 300 km.

Chapitre III.

Types d'aurores boréales photographiées à Kristiania et à Bygdö.

8. Les 6 photographies caractéristiques que nous publions comme planches III à VIII sont parmi les plus belles et les plus caractéristiques de toutes celles que nous avons prises de toutes nos stations de la Norvège méridionale.

Elles forment un supplément nécessaire à la collection d'aurores boréales photographiées à Bossekop, publiée dans le rapport de mon expédition de 1910¹. En effet, les aurores boréales observées à Kristiania, à environ dix degrés de latitude au Sud de Bossekop, sont en général différentes des aurores photographiées à Bossekop par leur structure si rayonnante, les longs rayons auroraux y formant un trait caractéristique.

Voici quelques explications nécessaires sur les aurores en question:

Planche III: Belle aurore boréale dans le nord photographiée à l'Observatoire de Kristiania, le 13 octobre 1916, à 10^h 34^m, temps moyen de l'Europe centrale. Pose 3 secondes. La partie la plus lumineuse, à droite, était d'une couleur rose très belle; le reste était vert-jaune. Les étoiles ζ et η Ursae majoris se voient au-dessus de l'aurore.

Planche IV: Draperie d'aurore près du zénith, en forme d'éventail, photographiée à Bygdö, dans la nuit du 22 au 23 mars, 1920, à 1^h 57^m 19^s. Pose seulement une seconde.

Planche V: Longs rayons auroraux vers le nord, photographiés à Bygdö, cette même nuit, à 2^h 19^m. Pose 4 secondes. Ces rayons furent photographiés simultanément de la station de Kongsberg, ce qui permet d'en établir la situation et l'altitude. Le résultat du calcul sera publié plus tard. Sur la photographie publiée ici, les parties supérieures des rayons sont en dehors du champ de l'objectif photographique. La constellation d'Auriga se voit sur la photographie.

Planche VI: Longs rayons auroraux dans l'ouest photographiés à Bygdö dans la nuit 7 au 8 mars 1918, à 1^h 57^m. Ces rayons étaient très remarquables, parce que leur couleur passait successivement du bleu-vert au rouge, sans qu'ils changeassent ni de forme ni de position. Les parties supérieures se trouvent en dehors du champ photographique. L'étoile en bas est Procyon, les deux étoiles déformées à droite sont Castor et Pollux. Dans le bas, à droite, on peut distinguer les contours de ma villa à Bygdö.

Planche VII: Couronne d'aurore boréale formée de rayons bleus très remarquables,

¹ *Bericht über eine Expedition nach Bossekop zwecks photographischer Aufnahmen und Höhenmessungen von Nordlichtern*, planches 63 à 86, Videnskabselskapets Skrifter, Math. Naturv. Kl. No. 17 Kristiania 1911.

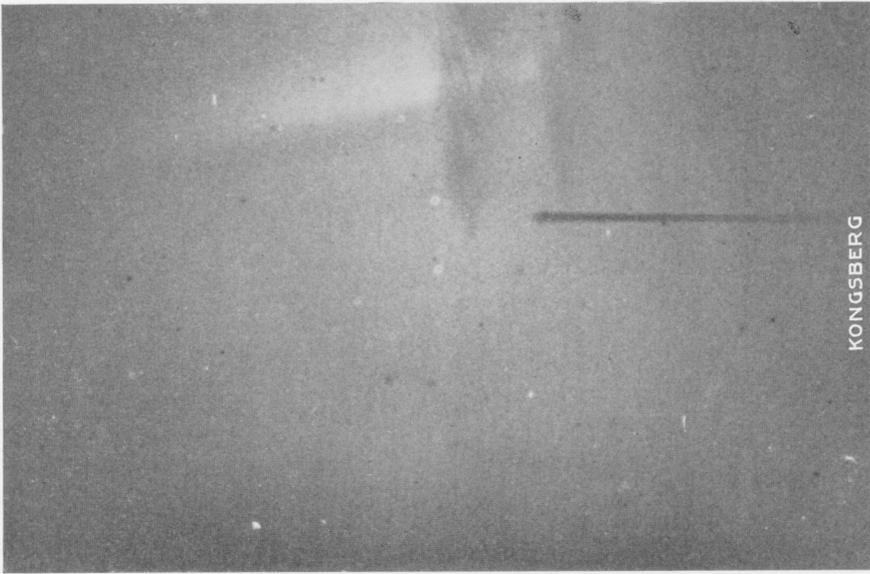
photographiée à Bygdö le matin du 23 mars 1920, à 4^h 41^m. Pose 6 secondes. Cette photographie est la première d'une série de 12 photographies consécutives de cette même couronne, prises entre 4^h 41^m et 4^h 46^m. On peut retrouver, sur ces photographies, les mêmes étoiles, de manière qu'elles forment un matériel unique pour déterminer le point de radiation. Vue dans un spectroscopie de poche, cette couronne bleue montrait très faiblement la ligne caractéristique jaune-verte, tandis que plusieurs autres lignes pouvaient être distinguées en bleu et violet.

Planche VIII: Couronne d'aurore formée de rayons jaunes-verts et rouges, photographiée à l'Observatoire de Kristiania, le soir du 16 décembre 1917, à 10^h 10^m. Pose 2 secondes. La constellation d'Auriga se voit à droite. La couronne fut photographiée simultanément à la station d'Aas, à 28 kilomètres environ au sud de Kristiania, ce qui permet de calculer la hauteur. Le résultat du calcul sera publié plus tard.

Toutes ces photographies caractéristiques ont été prises par moi-même à l'aide des appareils photographiques utilisés pendant mon expédition de 1913 et dont on trouve une description dans le rapport de mon expédition ¹.

¹ *Geofysiske Publikationer*, Vol. I. No. 5.

PLANCHE I



KONGSBERG

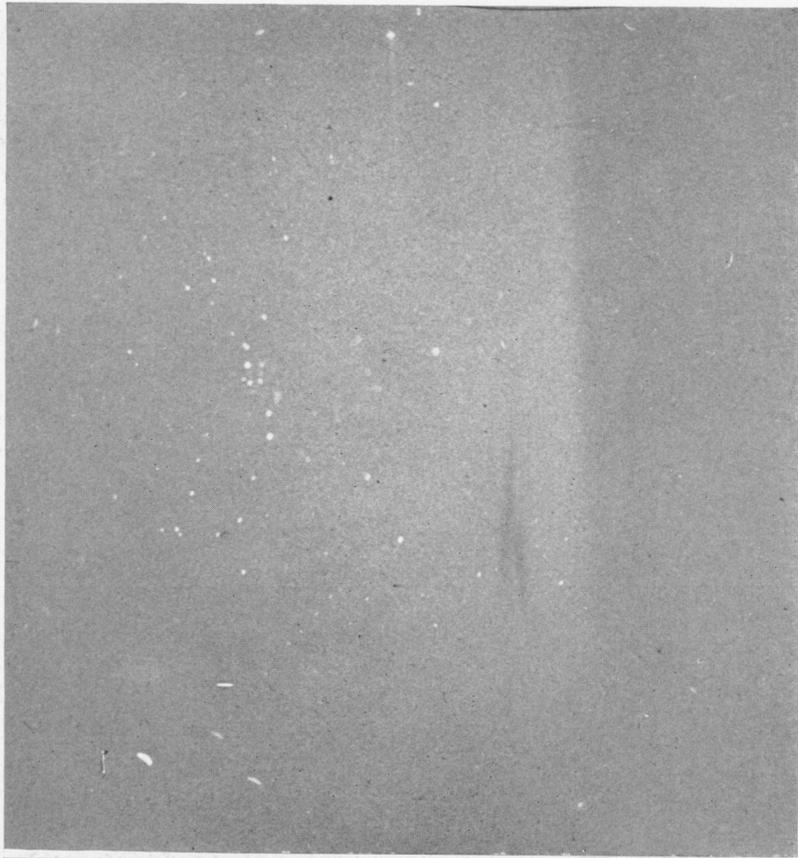


FREDRIKSTAD



KRISTIANIA

PLANCHE II



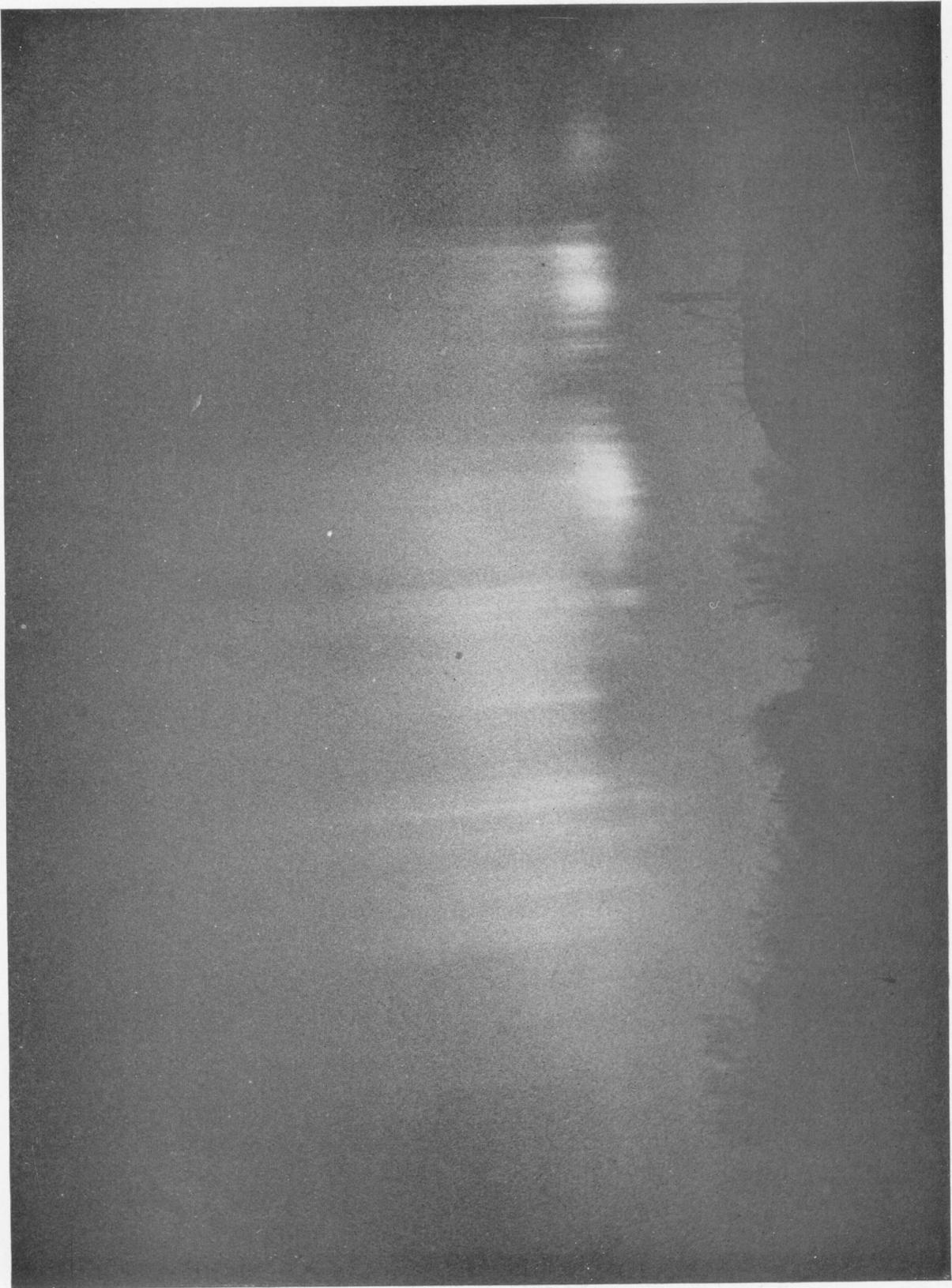


PLANCHE IV



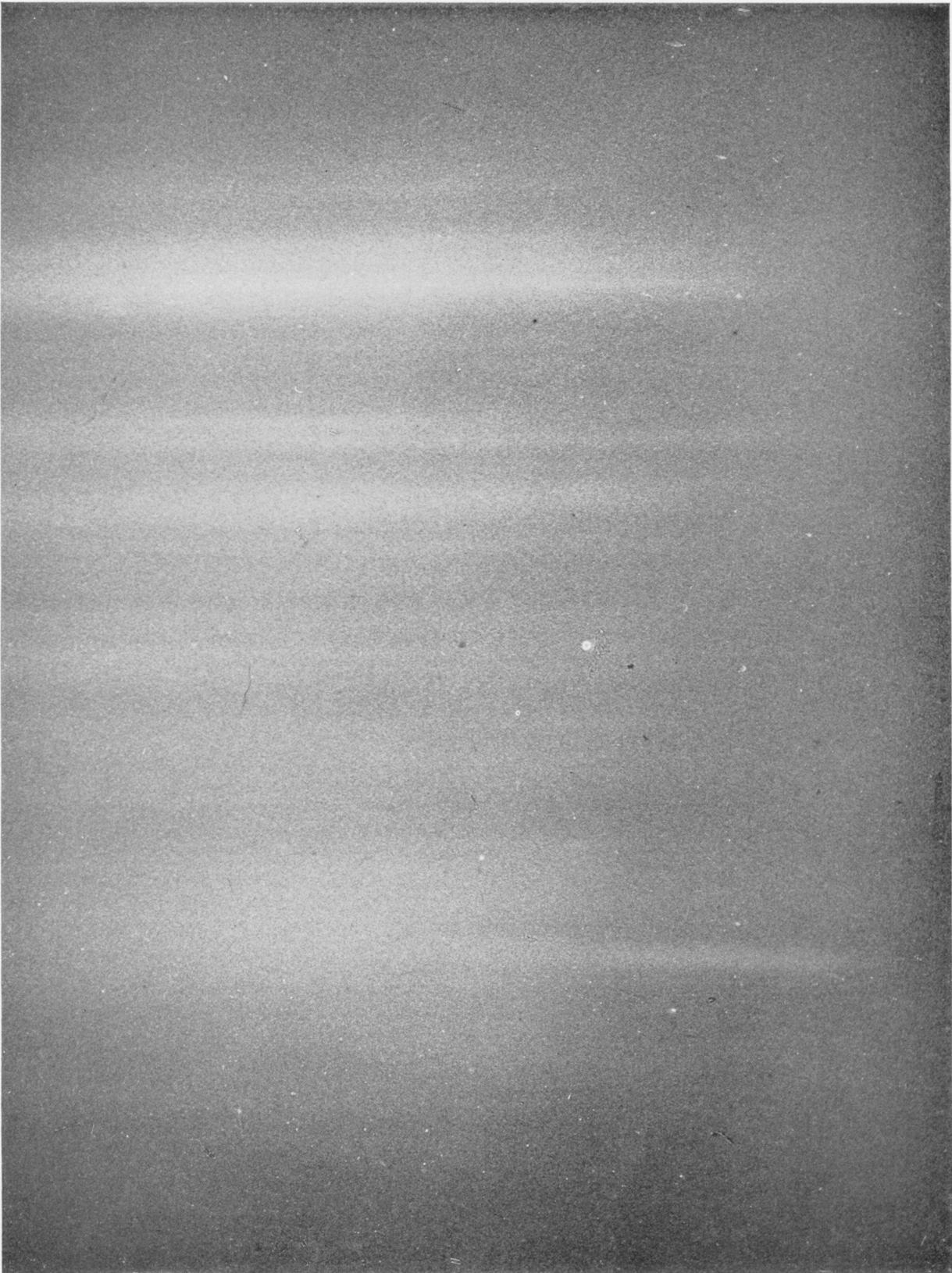
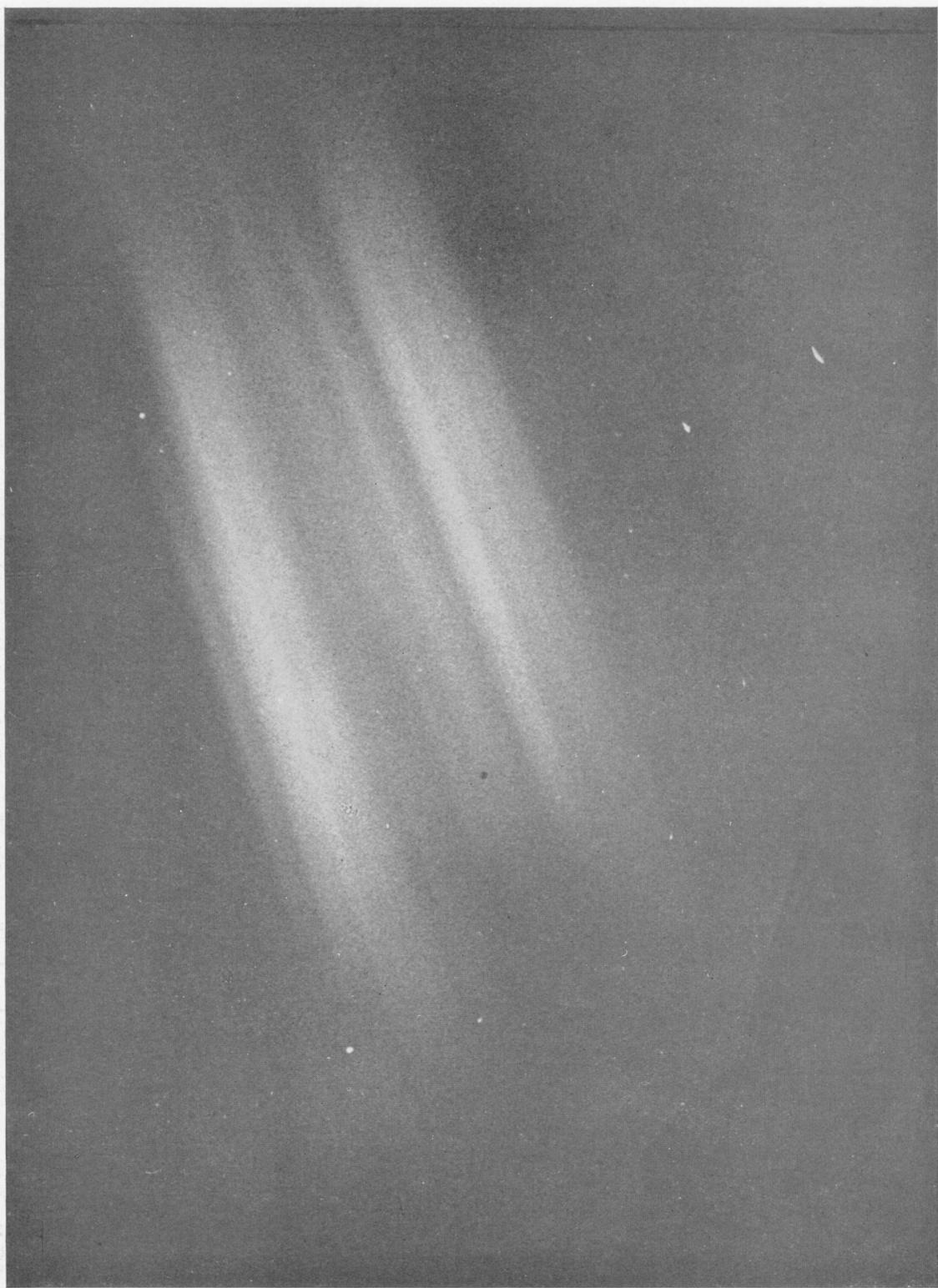


PLANCHE VI



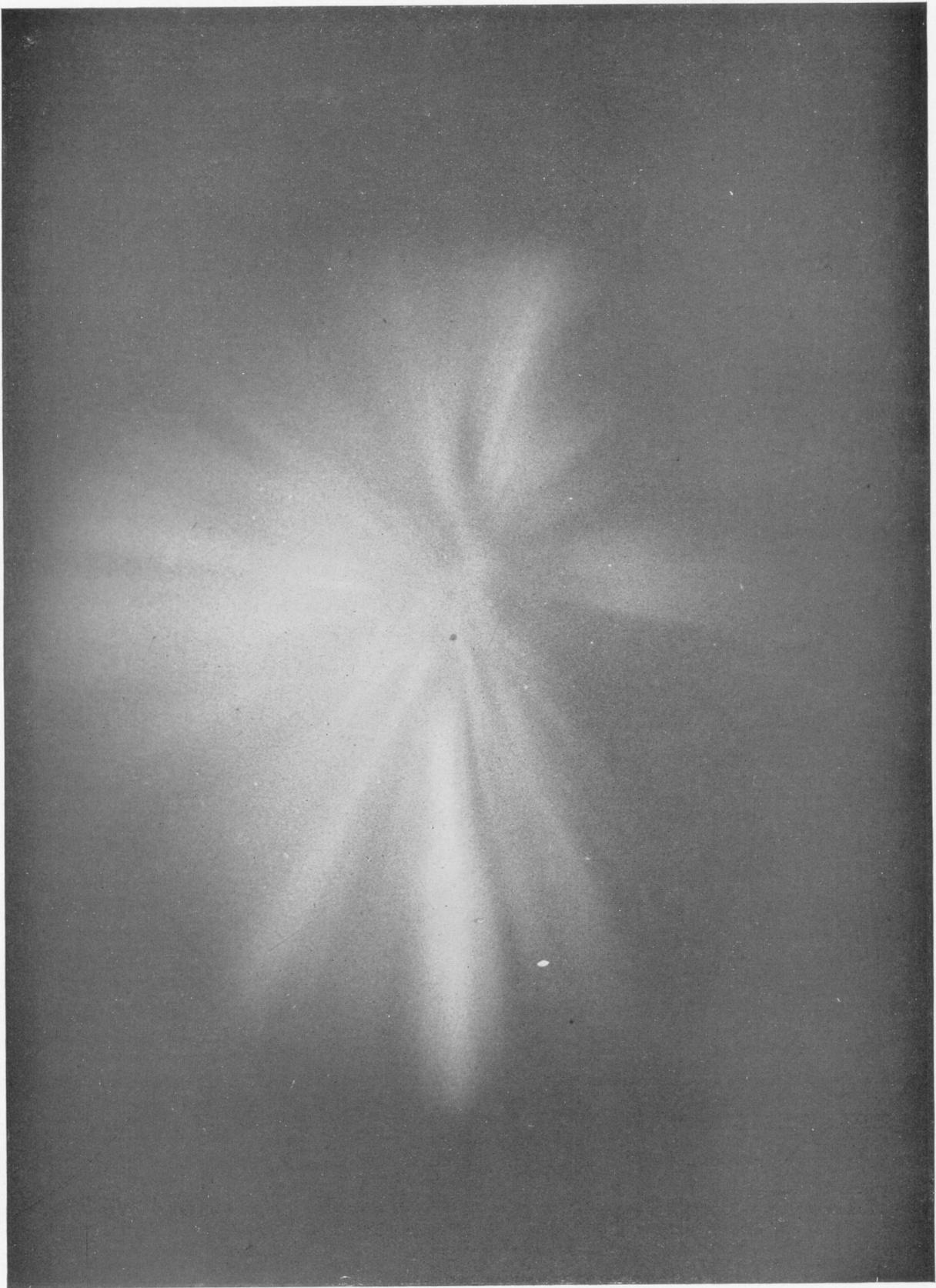


PLANCHE VIII

