

MEDDELANDEN FRÅN STATENS METEOROLOGISK-HYDROGRAFISKA ANSTALT. BAND 1. N:o 4.

RECHERCHES SUR LES GRANDS VENTS
PRÈS DE LA CÔTE SUÉDOISE
DU GOLFE DE BOTNIE

PAR

C. J. ÖSTMAN

AVEC 15 FIGURES DANS LE TEXTE ET 2 PLANCHES HORS TEXTE.



S T O C K H O L M 1 9 2 2

MEDDELYDEN FÖR DEN SÄFÄR MED L. N.

RECHERCHES SUR LES GRANDS VENTS
PRÉS DE LA CÔTE SUÉDOISE
DU GOLFE DE ROTHE



STOCKHOLM 1922

KUNOL BOKTRYCKELIET I P. A. NORSTEDT & SÖNER

222267

Table des matières.

	Pages
Texte et tableaux.	
Introduction	1
I. Documents utilisés pour ces recherches	2
II. Détails sur les points d'observation et la côte	4
III. Fréquence des grands vents	7
Tableau I a. Nombres d'heures avec une force de vent de 7 Beaufort et au-dessus	8
» I b. » » » » » » » 10 » » »	12
» I c. » » » » » » » 11 » » »	15
Sur l'ouragan, force de vent de 12 Beaufort et au dessus	16
Tableau II a. Nombres d'heures de 7 Beaufort et au-dessus, réparties sur les années resp.	16
» II b. » » 10 » » » » » » » »	17
» III. Moyenne par année de journées avec 7 Beaufort au moins	17
La durée des grands vents	20
Nombre de périodes de grands vents	21
Comparaison entre la force du vent en pleine mer et sur la côte	22
» » » » » estimée et mesurée	23
Le nombre d'heures de grands vents et les taches solaires	23
IV. Le gradient barométrique	25
Le gradient autour d'une dépression:	
a 1) pour les vents soufflant parallèlement à la côte	28
» 2) » » » normalement » » »	28
b) durant l'hiver et durant l'été	29
c) l'influence de la variation barométrique	29
d) » » » courbure des isobares	29
Le gradient autour d'un anticyclone	30
Sur la corrélation entre le gradient et la force du vent	32
V. La déviation de la direction du vent	33
Sur le frottement	35
La déviation et le terrain	36
VI. Sur la situation synoptique	40
Trajectoires des dépressions et des noyaux de variation barométrique	40
La situation typique durant le grand vent en été	43
» » » » » » hiver	44
VII. Bibliographie	46

15 figures dans le texte.

Planches.

- I. Carte hypsométrique et représentation graphique de la fréquence des grands vent selon le tableau I a.
- II. Carte des stations.

Introduction.

En plusieurs occasions et pour plusieurs buts, on a eu besoin, dans notre pays, d'une recherche plus exacte concernant la fréquence des grands vents et des tempêtes dans nos parages, c'est-à-dire des vents d'une force de 7 Beaufort et au-dessus — désignés par *grands vents* dans la suite — forces sur lesquelles on prévient les navigateurs par voie d'annonces.

Mon désir était naturellement de comprendre dans les recherches toute la côte de la Suède, mais à cause de la trop grande extension du travail, j'ai dû plus tard me borner à une seule partie, au golfe de Botnie, où d'ailleurs les conditions de vent étaient le moins connues. Pour une partie du reste de la côte, il existe pourtant une recherche commencée par M. F. LINDHOLM et l'auteur de cette étude.

La valeur d'un tel travail, soit pour le service de prévision, soit entre autre pour le cabotage, les trains de bois et le trafic aérien près de la côte, est évidente.

Dès l'organisation par M. EKHOLM, des stations d'avertissement en 1905, certaines d'entre elles furent chargées de tenir un journal de tous les vents d'une force de 7 Beaufort et au-dessus, ainsi que de leur durée, mesure prise pour contrôler l'exactitude des avertissements. On demandait aux observateurs de certains phares des notes analogues.

C'est sur ces matières primaires que la présente recherche se base, tout en s'appuyant aussi sur les expériences que l'auteur a faites comme météorologue praticien.

Les travaux antérieurs sur la fréquence des vents ont généralement porté sur la direction du vent, faute d'observations suffisantes sur la durée des vents d'une force donnée.

L'intention dans le présent travail n'a pas seulement été de déterminer la fréquence en question, mais aussi de préciser le caractère spécial et les écarts de chaque station d'observation, de faire une comparaison entre la force de vent estimée et mesurée, d'étudier la grandeur du gradient barométrique et sa variation, et enfin la situation synoptique aux moments de grands vents.

Je ressens comme un devoir agréable d'exprimer ma profonde gratitude à M. le Professeur F. ÅKERBLOM pour l'assistance bienveillante qu'il m'a prêtée pendant mes études et surtout pour les conseils précieux qu'il m'a donnés pendant mon travail.

Le directeur en chef, M. A. WALLÉN, a honoré mon travail en l'insérant dans les publications de l'Institut Météorologique et Hydrographique de l'État. Je le prie d'agrérer l'expression de mes chaleureux remerciements.

Je remercie enfin cordialement le Météorologue d'État en chef, M. B. ROLF, qui a bien voulu discuter avec moi de nombreux détails.

Stockholm, novembre 1922.

C. J. Östman.

I. Documents utilisés pour ces recherches.

La recherche suivante sur les grands vents de la côte suédoise du golfe de Botnie, se base sur les matériaux d'observations suivants:

I. *Les journaux de l'Institut Météorologique et Hydrographique de l'État* des observations de grand vent et de tempête, etc. Les observations sont faites selon l'instruction pour les stations d'avertissement, délivrée le 25 août 1905 §§ 6—12 et plus tard selon une nouvelle instruction du 11 nov. 1913 §§ 7—13. La teneur du § 11 (resp. 12) est la suivante: « Les observations de grand vent et de tempête ainsi que des phénomènes qui les accompagnent, doivent commencer aussitôt que la force du vent aura atteint 7 Beaufort et seront à exécuter, si possible, chaque heure ou plus souvent, tant que la force indiquée continue ou est dépassée. Dans chaque cas doivent être notés les degrés 7 et 10 (d'après la nouvelle instruction 11) Beaufort ainsi que la plus grande force observée et l'heure où elle a commencé. Il est à désirer que, si possible, le temps pour l'arrivée des vents d'une force de 8, 9, 11 (resp. 10) et 12 Beaufort soit également noté. La montre doit être réglée d'après l'heure civile suédoise et les aires de vent déterminées d'après le méridien géographique. »

II. *Les journaux du Bureau Nautique-Météorologique Royal.*¹

a) Ceux des phares faisant des observations comme stations de second ordre. Sur les formulaires se trouve imprimé un *supplément* de l'instruction en usage pour les observations météorologiques, du même contenu que le paragraphe ci-dessus cité, à savoir: « Aussi souvent que la force de vent atteint ou dépasse 7 Beaufort, des observations particulières doivent être faites sur la force et la direction du vent. — — — A ce sujet on devra exactement noter: *les temps* où la force a atteint 7 Beaufort et 10 Beaufort, de même *la plus grande force atteinte et l'heure de son début* — ainsi que *les directions de vent* respectives. »

b) Ceux des phares qui font principalement des observations de l'eau tombée et du vent. Dans ces journaux il y a la même *instruction supplémentaire* que dans ceux mentionnés ci-dessus.

Les journaux I. sont des copies du mémorial, dans lequel les observations sont groupées en colonnes.

Les journaux II a) et b) par contre contiennent des modèles pour la rédaction des observations, p. ex.: « Le 27 novembre la force du vent NE était 7 entre 6 h. et 7 h. 30 de l'après-midi et entre 8 h. et 10 h. de l'après-midi et 8 entre 7 h. 30 et 8 h. de l'après-midi. » Le temps indiquant le commencement du grand vent a presque toujours conformément à cela été noté à une demi-heure près, quoique quelques observateurs aient observé une plus grande exactitude; à côté, il y a des définitions de temps comme: « Pendant l'après-nuit » etc.

¹ Les journaux du Bureau Nautique-Météorologique sont depuis sa cessation fin 1921 conservés par l'I.M.-H. de l'É.

Fondée sur les trois sortes de journaux mentionnés, la fréquence des grands vents a été calculée aux 11 stations de phare suivantes au golfe de Botnie, détaillées dans la suite, c'est à dire:

Rödkallen (II b), Rönnskär (I), Bjuröklubb (II a), Stora Fjäderägg (II b), Holmögadd (II a), Skag (II b), Lungö (II a), Bremö (II a), Storjungfrun (II a), Örskär (II b) och Understen (II a). (Les signes entre parenthèses indiquent la nature du journal.)

L'étude embrasse les années 1907—1921 (15 ans).

III. *Les journaux de l'Administration Royale du Pilotage*, des phares et des bateaux-feu qui entre autre font des observations sur la direction et la force du vent à 8 h. du matin et du soir et à 2 h. du matin et du soir. Elles sont faites selon l'instruction suivante:

« La direction du vent est notée comme d'habitude et d'après un compas corrigé pour la déclinaison. La force du vent sera indiquée d'après l'échelle suivante:

Calme	0
Légère brise	2
Fraîche brise	4
Forte brise	6
Très forte brise	8
Tempête	10
Tempête violente	12

Dans le doute sur le nombre à choisir on peut employer les nombres impairs intermédiaires. »

De ces journaux nous avons extrait le rapport sur le vent à 8 h. du matin, les jours où il y avait grand vent aux bateaux-feu sousmentionnés. Le temps embrasse les années 1915—1920 et les mois de juin à novembre ou décembre, durant lesquels les bateaux-feu étaient à leur poste et équipés. Pour comparer la force de vent à la côte et au large de la côte j'ai combiné (l'explication suivra) les observations des bateaux-feu Norströmsgrund, Sydostbotten, Västra banken et Finngrundet avec celles des phares Germundsö, Rönnskär, Holmsund, Skag, Björn et de la station météorologique d'Utvalnäs.

IV. *Des cartes originales synoptiques* faites tous les jours au *Service de prévision* et appartenant à l'*Institut Météorologique et Hydrographique de l'État*, complétées en cas de besoin avec les observations des journaux des stations de 2^{ème} et 3^{ème} ordre et des Annales de l'*Institut Météorologique Central de Finlande*.

Sur ces cartes le gradient barométrique est pris et les trajectoires des dépressions et des noyaux de variations barométriques y sont déterminées; ces noyaux sont marqués selon la méthode de M. EKHOLM c.-à-d. entourés d'*isallobares*, lignes de même variation de pression durant 12 heures.

Ces cartes sont aussi employées pour étudier d'autres conditions liées aux périodes de grands vents.

II. Détails sur les points d'observation et la côte.

Bjuröklubb. L'anémomètre à moulinet de Robinson, installé en 1916, est en plein vent à peu près à 35 m d'altitude, sans pourtant être sur le plus haut point du promontoire accore et étroit, qui avance vers le NNW. A cause de sa place par rapport au phare l'anémomètre peut être un peu abrité des vents du N—NE. Le phare est éteint à partir du 10 juin jusqu'au 1^r juillet et à cause des glaces en moyenne depuis la première moitié du mois de décembre jusqu'à la dernière moitié du mois de mai. Pendant ce temps on ne fait pas d'observations de nuit; c'est pourquoi les tableaux de vent de cette station sont par partie traités un peu différemment des autres. Les observations sont, du reste, faites ici soigneusement et doivent être comptées parmi les plus exactes.

Lungö. Une île couverte de bois, atteignant à la partie nord sa plus grande hauteur, 50 m au-dessus de la mer. Le phare est placé sur la pointe peu élevée du SE. Depuis le 1^r janvier 1910 s'élève, tout près du phare, l'anémomètre, à 20 m d'altitude environ; il est entouré de maisons et de forêts à une distance peu avantageuse, qui font obstacle aux vents du nord. Par suite d'un malentendu les notes sur le grand vent et la tempête furent prises durant quelque temps déjà à partir du trait 7 de l'anémomètre, ce qui désigne une vitesse de 7 m par seconde. Pour déterminer le moment où apparemment la force avait atteint 7 Beaufort, une estimation a été nécessaire en tels cas; elle a été faite par une comparaison des stations voisines et avec considération de la situation synoptique. Pourtant il faut regarder les observations de cette station comme moins bonnes, à cause du malentendu mentionné, et de l'emplacement peu satisfaisant de l'anémomètre.

Bremö. L'anémomètre se trouve ici depuis le 18 septembre 1909 et placé sur un monticule sans arbres à la pointe du NE de l'île, environ 15 m au-dessus de la mer et à peu près à 60 m d'une construction. L'île étant couverte de forêts, les vents du sud-ouest surtout sont empêchés d'atteindre l'anémomètre. Les observations d'ici ne sont pas assez bonnes; elles montrent d'année en année une forte baisse assez régulière en nombre d'heures de vent de 7 Beaufort et plus. La cause n'en a pu être trouvée.

Storjungfrun a un anémomètre à moulinet de Robinson depuis le 28 septembre 1916, installé à côté du phare à la pointe du NE de l'île, à environ 10 m au-dessus de la mer. A quelque distance au nord se trouve une forêt. Les observations faites ici sont très bonnes.

Understen. L'anémomètre, installé le 26 septembre 1913, est placé environ 12 m au-dessus de la mer, dépassant en hauteur toutes les constructions environnantes sur cet îlot sans arbres. Lors de l'installation on demanda à l'observateur d'estimer la force de vent comme auparavant et de lire en même temps l'anémomètre et de noter ces deux valeurs dans le journal. Pour le temps 29/9 1913 au 8/1 1914 on possède des notes établies de la sorte, notes discutées à fond page 23.

Aux cinq stations mentionnées la *vitesse de vent* a été mesurée à l'aide d'anémomètres à moulinet de Robinson durant une partie du temps qu'embrasse la statistique de vent. Les notes communiquées indiquent le temps de l'installation de cet anémomètre. Le type en usage aux phares suédois est construit de la sorte que l'observateur peut lire directement la vitesse moyenne, après que l'anémomètre était en mouvement pendant cinq minutes. Pendant plusieurs années avant les dates mentionnées on employait à ces stations (excepté Understen) des anémomètres Hagemann, se basant sur la raréfaction de l'air dans un tube exposé verticalement au vent. Avant l'installation d'anémomètres dans ces stations, on estimait la force de vent d'après l'échelle à 12 degrés de Beaufort, méthode encore en usage dans les stations décrites dans la suite.

Aux onze places pour lesquelles la fréquence de vent a été calculée, les surveillants des phares, qui répondent des observations, les ont faites eux-mêmes, à l'exception de courtes périodes et de cas accidentels. En tenant compte de ce que ces hommes sont familiarisés avec ces travaux et s'intéressent aux observations du vent et du temps, et qu'ils ont en général été employés au phare pendant de longues années, leurs estimations de la force de vent doivent être considérées comme très satisfaisantes. En 1921, la moyenne des ans de service de ces personnes était de 28.7 (max. 45, min. 21 ans.). On ne peut pourtant pas contester que l'estimation dépend de facteurs personnels et locaux, parce que l'observateur, comme mesure, prend l'effet que la force du vent a sur lui-même et au point d'observation. Du reste, les avantages et désavantages de l'estimation d'un côté et de l'indication des anémomètres de l'autre côté ont été discutés par plusieurs auteurs.

Selon l'instruction des stations d'avertissement *la direction de vent* doit, pendant l'observation de grand vent, être notée par 16 aires de vent (vraies, non magnétiques) ce qui en général a aussi eu lieu. Autrement la direction doit être indiquée par 32 aires de vent, ce que l'on a surtout fait aux bateaux-feu.

Rödkallen est une petite île basse et nue avec un poste d'observation dans la partie nord-ouest. Le surveillant du phare occupe son poste à partir d'avril ou de mai le et quitte en décembre ou janvier. La recherche concernant cette station n'a, de ce fait, pu porter que sur le printemps et l'été. Les observations sont un peu incomplètes; par ex. il y a un certain jour la note: «Grand NW» dans le journal, sans indication de temps ou de force. En outre, quelques journaux ont reproduit des extraits du mémorial du phare, où l'on a noté la direction et la force de vent pour 2 h. et 8 h. du matin, 2 h. et 8 h. de l'après-midi. Dans ces cas le nombre d'heures de grands vents a été calculé de la façon décrite une fois auparavant, d'où suit que les tableaux sont un peu inexacts.

Rönnskär est situé sur une basse langue au SE d'une île couverte de forêts au NW. Les observations de grands vents furent commencées le 22 novembre 1914. La recherche est limitée à la période de cinq ans, 1915—1919, surtout parce que pendant les dernières années la force et la direction de vent n'ont été observées qu'aux heures habituelles.

Stora Fjäderägg. Le phare est placé sur la partie la plus élevée de la petite île basse, à peu près 20 m au-dessus de la mer.

Holmögadd est environ 5 m au-dessus de la mer à la pointe du sud d'une île presque sans arbres.

Skag est une langue saillante pas bien haute, couverte de bois, séparée du groupe d'îlots au sud et au nord. La station est placée à environ 5 m d'altitude sur un écueil de la côte est.

Örskär. La station est située à peu près à 5 m d'altitude au côté ouest de l'île.

Les stations *Germundsö*, *Holmsund*, *Utvälnäs* (*Bönan* sur la carte des stations) et *Björn*, dont les observations sont employées seulement pour la comparaison de la force de vent près de la côte et au large de cette côte ne sont pas décrites ici.

Pl. II montre la position des points d'observation choisis.

La côte de la baie de Botnie (Bottenviken) est en général couverte de forêts et vers le nord relativement basse. Un archipel assez profond et également couvert de forêts s'étend de Rönnskär jusqu'à la frontière finlandaise.

La partie méridionale de *la côte de la mer de Botnie* (Bottenhavet) se compose d'un vaste archipel qui, plus près de la terre ferme, consiste en de grandes îles et des îlots boisés, mais plus au large il y a des îlots plus petits dénués d'arbres et des écueils. La terre est plus élevée au nord-ouest de Storjungfrun qu'au sud de cette île; et de là vers la pointe de Skag la côte est le plus souvent boisée, les îles sont montagneuses et également boisées; au nord de Skag le littoral devient plus bas. Il y a cependant aussi des forêts.

J'ai jugé nécessaire de faire cette courte description de la côte pour que chacun puisse plus précisément se faire une idée des relations entre les vents et la côte.

Il faut encore se rappeler que les vallées formées par les fleuves du Norrland avec leur direction nord-ouest—sud-est jouent, ainsi que le détroit de Jämtland, un certain rôle pour les vents de côte.

Pl. I donne une image un peu idéalisée du terrain de la Scandinavie. Des lignes d'altitude égale ont été tirées pour la Suède septentrionale et pour une partie de la Norvège septentrionale; ces lignes respectives indiquent: 33, 66, 100, 200, 500, 1 000, 1 500 et 2 000 mètres. La carte est tracée selon M. V. Bjerknes (Échelle 1: 2,5 mill. à 60° de lat. Projection conique ortomorphe, complétée pour la Suède avec les isohypes de 33, 66 et 100 mètres de la carte hypsométrique de l'État-Major (échelle 1: 0,5 mill.).

III. Fréquence des grands vents.

Tableau I a.

Nombres d'heures avec une force de vent de 7 Beaufort et au-dessus (1907—1921).

Rödkallen.

Lat. $65^{\circ} 19'$ N.Long. $23^{\circ} 22'$ E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Juin	17	71	123	—	—	—	—	—	—	5	20	3	—	—	—	—	239	15.9
Juillet	47	5	18	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	100	6.7
Août	27	40	45	12	18	—	—	16	15	20	39	—	—	—	7	—	239	15.8
Sept. . . .	73	70	49	4	16	28	30	39	24	48	3	16	24	34	23	—	481	32.1
Oct. . . .	65	56	113	15	—	18	18	6	33	—	229	14	14	12	14	9	616	41.1
Nov. . . .	22	63	47	—	—	32	4	15	24	119	278	13	10	—	—	11	638	42.7
Somme	251	305	395	31	34	78	52	76	96	192	599	46	48	46	44	20	2 313	154.3
Moyenne par direction	16.7	20.3	26.3	2.1	2.3	5.2	3.5	5.1	6.4	12.8	39.9	3.1	3.2	3.2	2.9	1.3	154.3	demi-année

Rönnskär.

Lat. $65^{\circ} 2'$ N.Long. $21^{\circ} 33'$ E.

(1915—1919.)

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan. . . .	4	7	12	—	—	—	—	—	—	1	3	—	11	—	5	—	43	8.6
Févr. . . .	4	—	—	—	—	—	—	9	69	3	3	—	18	—	9	12	127	25.4
Mars	8	—	5	—	—	—	—	—	5	2	—	—	6	—	6	—	32	6.4
Avril	—	—	—	—	—	—	5	—	10	—	—	—	—	—	20	2	37	7.4
Mai	20	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	20	60	12.0
Juin	2	19	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	7.8
Juillet	5	—	12	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	1	24	4.8
Août	1	9	4	6	—	—	5	3	6	—	—	—	6	5	—	45	9.0	
Sept. . . .	16	1	54	20	26	14	9	3	27	—	3	6	26	8	5	—	218	43.6
Oct. . . .	63	47	21	1	15	12	19	30	42	—	10	—	—	—	1	261	52.2	
Nov. . . .	18	38	—	—	8	16	67	13	95	25	45	1	1	—	7	334	66.8	
Déc. . . .	18	—	—	—	—	5	—	—	62	8	—	—	—	—	—	—	93	18.6
Somme	159	121	143	27	49	47	105	58	322	39	64	7	62	14	53	43	1 313	262.6
Moyenne par direction	31.8	24.2	28.6	5.4	9.8	9.4	21.0	11.6	64.4	7.8	12.8	1.4	12.4	2.8	10.6	8.6	262.6	

Bjuröklubb.

Lat. $64^{\circ} 29'$ N.Long. $21^{\circ} 35'$ E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan. . . .	91	92	36	26	—	7	48	26	88	10	—	35	28	17	9	513	—	
Févr. . . .	98	4	17	—	—	—	—	16	20	9	55	1	34	21	34	41	350	—
Mars	103	30	16	6	—	—	11	17	43	21	54	—	33	36	34	1	405	—
Avril	57	13	28	—	—	—	—	—	26	2	—	4	26	21	24	11	212	—
Mai	58	32	5	12	13	25	—	—	51	9	6	—	4	8	23	3	249	—
Juin	127	13	3	—	—	—	—	—	62	12	3	—	5	1	3	7	236	15.7
Juillet	94	33	20	6	7	—	—	—	33	23	—	—	6	9	58	289	19.3	
Août	250	53	49	3	27	6	14	1	39	3	10	3	—	—	31	31	520	34.7
Sept. . . .	288	42	107	84	48	5	27	25	5	26	18	—	69	62	69	87	962	64.1
Oct. . . .	292	54	87	26	24	13	44	20	32	20	28	21	9	14	45	53	782	52.1
Nov. . . .	340	27	19	28	15	61	92	78	66	147	145	25	12	6	60	40	1 161	77.4
Déc. . . .	286	65	103	64	83	28	45	93	129	26	77	9	6	7	20	12	1 053	—
Somme	2 084	458	490	255	217	145	281	276	594	308	396	63	233	210	369	353	6 732	—
Moyenne par direction	—	—	—	14.5	—	18.7	—	—	19.6	—	26.4	4.2	—	14.0	—	23.6	—	—
	139.0	72.7	17.0	9.7	7	18.4	20.5	15.6	16.0	24.6	24.6	—	—	—	—	—	—	—

448.8

Stora Fjäderågg.

Lat. 63° 48' N.

Long. 21° 0' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	41	47	73	23	5	6	26	62	100	25	89	40	19	6	25	28	615	41.0
Févr.	2	65	13	36	4	4	3	12	104	44	128	3	16	14	19	22	489	32.6
Mars	—	46	129	—	11	2	—	6	41	13	58	12	2	32	12	2	366	24.4
Avril	18	51	98	—	—	—	—	—	—	10	31	4	15	6	22	10	265	17.7
Mai	30	65	56	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	5	171	11.4	
Juin	28	22	56	—	—	—	—	—	11	42	31	3	7	—	—	—	200	13.3
Juillet	—	63	228	9	—	—	—	—	10	47	14	—	12	35	27	—	445	29.7
Août	9	53	205	47	34	7	43	8	33	47	66	14	3	17	24	13	623	41.5
Sept.	40	123	237	20	—	11	11	70	33	101	67	21	36	50	51	871	58.1	
Oct.	115	40	121	24	—	14	7	47	68	66	191	13	8	11	25	11	761	50.7
Nov.	142	56	86	8	21	23	94	54	126	86	218	34	19	13	6	15	1 001	66.8
Déc.	28	46	82	46	55	—	63	57	76	7	58	—	1	5	9	—	533	35.5
Somme	453	677	1 384	221	130	56	247	257	639	420	985	190	123	175	226	157	6 340	422.7
Moyenne par direction	30.2	45.1	92.3	14.7	8.7	3.7	16.5	17.1	42.6	28.0	65.6	12.7	8.2	11.7	15.1	10.5	422.7	

Holmögadd.

Lat. 63° 36' N.

Long. 20° 45' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	19	92	27	—	6	28	75	85	19	69	155	11	18	—	26	—	630	42.0
Févr.	19	50	45	3	—	4	9	47	123	106	80	22	28	29	6	599	39.9	
Mars	23	14	29	—	6	9	27	47	62	62	25	11	19	43	—	377	25.1	
Avril	4	101	51	—	—	—	1	28	27	—	18	4	6	63	4	—	307	20.5
Mai	6	95	66	—	—	—	4	—	72	10	13	8	5	4	5	13	301	20.1
Juin	74	132	92	—	—	—	—	28	35	5	13	22	4	—	10	6	421	28.1
Juillet	51	166	37	—	22	11	10	6	96	35	69	34	12	24	29	12	355	23.7
Août	50	131	49	—	22	11	15	21	99	124	128	101	32	67	65	34	1 032	68.8
Sept.	108	184	28	—	—	26	15	21	23	132	272	61	54	24	24	50	943	62.9
Oct.	99	79	37	1	—	7	21	23	151	145	243	205	51	8	37	31	1 148	76.5
Nov.	89	69	—	6	15	26	35	151	151	117	103	10	10	—	17	21	869	57.9
Déc.	50	61	94	28	23	38	84	62	151	117	103	10	—	—	17	21		
Somme	592	1 174	555	38	72	149	281	510	969	1 043	874	340	221	312	259	205	7 594	506.3
Moyenne par direction	39.5	78.3	37.0	2.5	4.8	9.9	18.7	34.0	64.6	69.5	58.3	22.7	14.7	20.8	17.3	13.7	506.3	

Skag.

Lat. 63° 12' N.

Long. 19° 3' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an	
Jan.	16	15	56	48	31	33	59	32	95	38	179	5	28	15	19	2	671	44.7	
Févr.	16	22	17	17	—	3	26	21	72	70	148	57	18	50	21	8	566	37.8	
Mars	14	5	127	25	5	2	12	3	44	29	68	4	13	14	42	—	407	27.1	
Avril	—	3	98	11	—	—	6	6	8	—	12	1	4	7	21	1	178	11.8	
Mai	3	—	72	41	7	—	14	—	8	—	—	—	—	16	21	—	182	12.1	
Juin	—	—	4	14	—	—	7	16	16	1	12	—	—	18	15	12	115	7.7	
Juillet	7	—	33	9	13	—	—	17	—	—	—	2	48	53	10	192	12.8		
Août	—	—	65	29	15	26	8	7	28	—	16	11	3	2	7	3	220	14.7	
Sept.	7	—	60	19	—	20	17	9	37	28	100	4	56	38	20	16	431	28.7	
Oct.	25	51	62	—	6	40	58	45	27	125	117	35	22	19	22	22	676	45.1	
Nov.	40	—	27	21	73	57	32	18	85	128	287	66	12	45	28	11	930	62.0	
Déc.	12	42	79	43	40	69	61	17	139	124	111	—	1	17	7	—	762	50.8	
Somme	140	138	700	277	190	250	294	174	574	551	1 050	183	159	289	276	85	5 330	355.3	
Moyenne par direction	9.3	9.2	46.6	18.5	12.7	16.7	19.6	11.6	38.2	36.	7	70.0	12.2	10.6	19.3	18.4	5.7	355.3	

Lungö.

Lat. 62° 39' N.

Long. 18° 5' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an	
Jan.	5	—	101	88	22	23	86	79	169	44	9	—	12	10	20	—	668	44.5	
Févr.	3	30	71	2	21	—	19	—	150	65	42	—	20	7	56	2	488	32.6	
Mars	—	25	97	—	7	4	62	19	45	15	12	—	3	6	13	—	308	20.5	
Avril	—	33	125	26	—	10	3	—	20	4	—	—	6	—	26	—	253	16.9	
Mai	—	4	107	6	8	12	13	—	5	—	—	—	—	5	—	160	10.7		
Juin	12	11	41	9	—	—	6	15	—	7	—	—	—	53	—	154	10.3		
Juillet	—	—	113	48	15	14	4	—	—	—	—	—	—	15	—	209	13.9		
Août	—	11	167	2	—	24	16	—	21	—	3	—	5	4	3	260	17.3		
Sept.	12	—	70	24	3	27	9	—	31	—	11	—	43	—	—	230	15.3		
Oct.	4	12	98	7	21	—	22	5	12	86	11	—	6	12	43	—	339	22.6	
Nov.	—	11	94	44	20	28	46	50	17	227	79	30	1	11	—	40	14	684	45.6
Déc.	7	21	261	50	103	28	34	29	206	4	39	—	—	25	—	807	53.8		
Somme	43	158	1345	306	220	188	318	155	901	297	164	1	106	39	299	20	4 560	304.0	
Moyenne par direction	2.9	10.5	89.7	20.4	14.7	12.5	21.2	10.8	60.1	19.8	10.9	0.1	7.1	2.6	19.9	1.3	304.0		

Bremö.

Lat. 62° 13' N.

Long. 17° 44' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	25	45	135	6	35	2	32	73	49	—	—	—	—	5	70	3	480	32.0
Févr.	50	22	40	—	—	—	42	15	34	12	15	—	—	3	69	99	401	26.7
Mars	19	8	59	59	5	—	—	—	—	4	—	—	—	20	19	3	196	13.1
Avril	14	15	126	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	23	—	195	13.0
Mai	2	10	32	31	31	3	—	—	—	—	—	—	—	6	17	—	132	8.8
Juin	6	—	29	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	9	22	70	4.7	
Juillet	1	12	87	23	1	—	—	—	3	—	—	—	—	43	19	189	12.6	
Août	11	18	45	36	1	—	27	8	9	—	2	—	—	49	33	239	15.9	
Sept.	7	59	23	1	1	—	8	37	1	2	1	—	25	—	146	40	351	23.4
Oct.	82	38	72	10	4	—	30	17	34	7	5	—	—	6	90	37	432	28.8
Nov.	53	68	50	15	20	3	110	72	33	37	2	—	—	40	25	69	597	39.7
Déc.	40	34	124	110	32	35	20	37	40	20	4	—	—	3	—	499	33.3	
Somme	310	329	822	300	130	43	269	262	204	82	29	—	25	88	563	325	3 781	252.0
Moyenne par direction	20.7	21.8	54.8	20.0	8.7	2.9	17.8	17.5	13.6	5.5	1.9	—	1.7	5.9	37.5	21.7	252.0	

Storjungfrun.

Lat. 61° 10' N.

Long. 17° 20' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	133	115	82	12	5	47	32	71	75	29	45	15	3	19	45	31	759	50.6
Févr.	92	57	26	—	3	19	31	26	33	18	18	4	14	39	82	65	527	35.1
Mars	59	38	88	—	6	3	17	17	11	50	23	45	26	16	41	32	472	31.5
Avril	89	117	58	49	1	3	17	4	8	—	12	—	6	11	27	30	432	28.8
Mai	66	75	44	12	5	—	3	5	5	1	9	—	3	16	4	7	255	17.0
Juin	67	27	29	—	—	—	6	2	1	4	21	9	5	—	6	—	177	11.8
Juillet	68	92	46	—	—	—	2	2	3	—	2	8	3	26	26	28	306	20.4
Août	59	127	101	5	21	12	22	18	18	4	13	8	1	21	47	43	520	34.7
Sept.	105	51	68	2	20	6	24	16	45	14	24	10	4	21	54	60	524	34.9
Oct.	122	91	106	18	—	5	40	48	43	25	76	3	—	21	92	50	740	49.3
Nov.	148	79	26	14	4	47	77	48	110	105	76	8	34	26	45	50	892	59.5
Déc.	148	80	80	35	57	17	72	33	124	82	16	—	6	24	39	813	54.2	
Somme	1156	949	754	147	122	159	343	285	476	332	335	110	99	222	493	435	6 417	427.8
Moyenne par direction	77.1	63.3	50.8	9.8	8.1	10.6	22.9	19.0	31.7	22.1	22.3	7.8	6.6	14.8	32.9	29.0	427.8	

Örskär.

Lat. 60° 32' N.

Long. 18° 23' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	105	26	188	23	5	19	28	27	15	3	58	30	—	28	28	63	646	43.1
Févr.	59	54	70	—	—	—	—	—	6	6	16	18	—	12	8	9	258	17.3
Mars	41	22	20	29	82	—	4	—	10	—	43	48	7	9	3	6	324	21.6
Avril	58	124	73	12	—	6	6	—	—	—	3	—	—	—	15	3	300	20.0
Mai	28	89	36	10	12	2	17	—	—	—	5	—	—	—	—	1	200	13.3
Juin	134	7	47	—	—	—	—	—	—	2	4	6	3	—	43	26	272	18.1
Juillet	77	8	32	—	—	—	—	—	5	—	1	—	12	10	34	44	223	14.9
Août	182	25	32	—	—	4	9	24	4	—	65	5	—	—	28	84	462	30.8
Sept.	181	59	40	—	—	—	—	7	14	17	19	35	19	8	68	64	531	35.4
Oct.	179	16	107	8	—	—	—	5	6	25	67	15	—	28	58	122	641	42.7
Nov.	116	60	77	17	9	27	38	48	10	6	72	56	40	4	27	108	715	47.6
Déc.	130	132	118	30	38	20	49	16	7	26	15	3	—	3	30	8	625	41.7
Somme	1 290	622	840	129	146	78	156	127	77	85	368	216	81	102	342	538	5 197	346.5
Moyenne par direction	86.0	41.5	56.0	8.6	9.7	5.2	10.4	8.5	5.1	5.7	24.6	14.4	5.4	6.8	22.8	35.8	346.5	

Understen.

Lat. 60° 17' N.

Long. 18° 55' E.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an	
Jan.	179	107	111	25	10	34	82	205	84	16	32	157	3	19	48	48	1 160	77.3	
Févr.	189	65	36	25	3	20	24	80	26	12	21	36	12	16	21	31	617	41.1	
Mars	58	56	34	40	37	37	47	33	37	6	31	14	22	8	23	30	513	34.2	
Avril	103	97	78	—	33	10	11	18	3	3	7	—	—	7	5	25	400	26.7	
Mai	60	57	13	14	1	—	19	4	12	1	—	—	—	—	12	32	225	15.0	
Juin	139	92	16	—	—	—	—	14	—	4	14	3	7	—	—	59	348	23.2	
Juillet	60	55	18	4	—	—	—	3	5	—	3	29	4	—	16	37	56	290	19.3
Août	231	70	3	1	3	12	29	25	4	23	35	8	16	—	14	54	528	35.3	
Sept.	216	93	39	52	12	45	13	14	44	—	16	43	62	25	29	44	112	777	51.8
Oct.	205	100	33	52	12	45	13	14	44	50	21	43	16	52	21	58	779	51.9	
Nov.	170	70	41	5	2	32	132	101	92	121	108	50	35	29	13	82	1 083	72.2	
Déc.	95	135	47	44	122	99	95	121	53	20	48	70	2	12	24	41	1 028	68.5	
Somme	1 705	997	469	262	223	296	468	646	355	275	389	447	138	188	262	628	7 748	516.5	
Moyenne par direction	113.7	66.5	31.3	17.5	14.9	19.7	31.2	43.1	23.7	18.3	25.9	29.7	9.2	12.5	17.5	41.8	516.5		

Tableau I b.

Nombres d'heures avec une force de vent de 10 Beaufort et au-dessus (1907—1921).

Rödkallen.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Juin	—	3	45	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	49	3.3
Juillet	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	31	2.1
Août	—	—	4	2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	9	0.6
Sept. . . .	—	—	10	—	—	—	2	5	7	—	—	2	6	—	—	—	32	2.1
Oct. . . .	—	—	6	—	—	10	—	—	—	—	11	—	6	—	—	—	33	2.2
Nov. . . .	—	—	4	—	—	—	—	—	12	71	—	—	—	—	—	—	87	5.8
Somme	23	3	69	2	—	10	2	5	10	13	90	2	12	—	—	—	241	16.1
Moyenne par direction	1.6	0.2	4.6	0.1	—	0.7	0.1	0.3	0.7	0.9	6.0	0.1	0.8	—	—	—	16.1	demi-année

Rönnskär.

(1915—1919.)

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan. . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	11	2.2
Févr. . . .	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4	6	13	2.6	
Mars	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	2	—	6	1.2	
Avril	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9	1.8	
Mai	11	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	3.2	
Juin	—	10	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	3.6	
Juillet	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0.6	
Août	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0.8	
Sept. . . .	—	—	22	2	2	—	6	—	3	—	3	1	15	6	—	60	12.0	
Oct. . . .	24	19	—	—	3	11	9	18	21	—	—	—	—	—	—	105	21.0	
Nov. . . .	5	9	—	—	6	6	35	5	70	8	—	—	—	—	—	144	28.8	
Déc. . . .	8	—	—	—	—	—	—	—	19	4	—	—	—	—	—	31	6.2	
Somme	50	40	40	2	11	17	50	23	118	12	3	1	26	6	15	6	420	84.0
Moyenne par direction	10.0	8.0	8.0	0.4	2.2	3.4	10.0	4.6	23.6	2.4	0.6	0.2	5.2	1.2	3.0	1.2	84.0	

Bjuröklubb.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan. . . .	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	5	4	4	—	23	—
Févr. . . .	4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	7	—	
Mars	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	3	8	—	14	—	
Avril	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	4	—	
Mai	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	7	—	
Juin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Juillet	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	16	—	
Août	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	16	—	
Sept. . . .	6	—	—	8	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	19	—	
Oct. . . .	21	8	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	6	—	—	40	—	
Nov. . . .	33	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	5	—	3	9	52	—	
Déc. . . .	—	7	—	—	—	—	—	—	19	8	—	—	—	—	2	36	—	
Somme	81	15	—	8	—	—	10	—	19	16	1	11	14	7	22	30	234	(15.6)
Moyenne par direction	5.4	1.0	—	0.5	—	—	0.7	—	1.3	1.0	0.1	0.7	0.4	0.5	1.5	2.0	15.6	

Stora Fjäderägg.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	—	—	—	—	—	—	—	5	—	38	—	7	—	—	—	—	50	3.3
Févr.	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	6	—	—	—	4	—	13	0.9
Mars	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	4	0.3
Avril	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	9	0.6
Mai	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	0.7
Juin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juillet	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	0.5
Août	1	—	1	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	1	—	0.5
Sept.	—	27	11	8	—	—	—	—	9	10	3	—	6	1	—	4	79	5.3
Oct.	17	9	35	4	—	—	10	—	5	—	14	—	—	6	2	—	102	6.8
Nov.	8	8	—	—	—	—	—	—	4	—	28	—	—	—	—	—	48	3.2
Déc.	—	—	14	—	16	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	39	2.6
Somme	26	44	79	12	16	10	5	8	60	15	58	—	6	10	16	5	370	24.7
Moyenne par direction	1.7	2.9	5.3	0.8	1.1	0.7	0.3	0.5	4.0	1.0	3.9	—	0.4	0.7	1.1	0.3	24.7	

Holmögadd.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	—	2	10	—	—	—	41	5	—	36	11	1	2	3	—	3	87	5.8
Févr.	—	3	—	—	—	—	—	7	—	4	—	19	—	—	—	—	61	4.1
Mars	7	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	2.5
Avril	—	2	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	5	6	—	16	1.1
Mai	—	—	12	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	17	1.1
Juin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	6	0.4
Juillet	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Août	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	5	—	—	—	—	—	10	0.7
Sept.	5	5	—	—	—	—	—	—	7	—	—	20	9	—	1	—	47	3.1
Oct.	23	37	—	—	—	—	—	—	7	60	—	—	12	—	8	11	158	10.5
Nov.	5	4	—	—	20	—	—	—	7	49	3	—	2	—	—	—	90	6.0
Déc.	2	10	24	8	—	—	—	8	44	—	7	—	—	—	—	—	103	6.9
Somme	42	63	48	9	—	20	49	13	115	120	54	28	31	7	18	16	633	42.2
Moyenne par direction	2.7	4.2	3.2	0.6	—	1.3	3.2	0.9	7.7	8.0	3.6	1.9	2.1	0.5	1.2	1.1	42.2	

Skag.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	—	—	11	12	—	29	28	11	12	2	24	—	—	6	4	2	141	9.5
Févr.	—	—	14	—	—	3	—	—	4	22	8	—	—	1	7	—	56	3.7
Mars	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	1	10	—	26	1.7
Avril	—	—	—	1	—	6	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	7	0.5
Mai	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	0.4
Juin	—	—	2	—	—	—	—	8	1	—	—	—	—	—	—	—	11	0.7
Juillet	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	14	0.9
Août	—	—	1	6	—	4	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	26	1.7
Sept.	—	—	12	—	—	—	4	—	2	—	—	—	—	4	1	—	23	1.5
Oct.	4	13	—	—	—	—	—	8	—	15	29	—	—	—	3	—	72	4.8
Nov.	8	—	—	13	9	11	14	—	21	34	94	—	—	7	—	1	212	14.2
Déc.	—	—	37	—	1	11	—	—	18	36	6	—	—	2	1	—	112	7.5
Somme	12	13	81	32	19	55	46	27	73	121	161	6	—	31	23	6	706	47.1
Moyenne par direction	0.8	0.9	5.4	2.1	1.2	3.7	3.1	1.8	4.9	8.1	10.7	0.4	—	2.1	1.5	0.4	47.1	

Lungö

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	—	—	30	—	24	—	3	10	14	6	—	—	—	5	—	92	6.1	
Févr.	—	8	10	—	13	—	2	—	12	21	—	—	—	—	—	66	4.4	
Mars	—	—	12	—	—	—	4	—	19	—	—	—	—	4	—	39	2.6	
Avril	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	0.7	
Mai	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Juin	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	3	—	26	1.7	
Juillet	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	0.6	
Août	—	—	2	—	—	5	—	—	2	—	—	—	—	—	—	9	0.6	
Sept.	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	11	0.7	
Oct.	—	4	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	3.7	
Nov.	—	—	8	—	3	3	—	—	42	—	6	—	—	—	6	68	4.5	
Déc.	—	—	50	8	7	—	—	5	22	—	—	—	—	2	—	94	6.3	
Somme	—	12	180	16	44	8	23	15	111	27	6	—	—	17	14	6	479	31.9
Moyenne par direction	—	0.8	12.0	1.1	2.9	0.5	1.5	1.0	7.5	1.8	0.4	—	—	1.1	0.9	0.4	31.9	

Bremö.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an	
Jan.	2	32	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	40	2.6		
Févr.	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	21	21	11	93	6.2	
Mars	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	1.1		
Avril	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	0.5		
Mai	—	—	—	—	9	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	1.7		
Juin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Juillet	—	—	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	1.5		
Août	—	—	9	—	—	2	4	—	—	—	—	—	—	1	—	16	1.1		
Sept.	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	0.9		
Oct.	—	10	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	3	22	1.5		
Nov.	—	10	10	—	—	21	6	—	—	—	—	—	—	—	11	58	3.8		
Déc.	—	11	—	57	15	14	8	—	5	—	8	—	—	—	—	118	7.8		
Somme	—	23	42	163	33	31	38	8	9	6	8	2	—	—	21	22	25	431	28.7
Moyenne par direction	—	1.5	2.8	10.9	2.2	2.1	2.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.1	—	—	1.4	1.5	1.7	28.7	

Storjungfrun.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an	
Jan.	30	11	27	—	—	—	7	—	6	5	—	—	—	—	15	101	6.7		
Févr.	8	31	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	9	5	10	63	4.2	
Mars	1	—	3	—	—	—	—	—	—	9	2	2	—	—	6	—	24	1.6	
Avril	5	34	19	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	74	4.9	
Mai	7	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	28	1.9	
Juin	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	0.3		
Juillet	3	7	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	15	1.0		
Août	16	—	—	—	16	—	—	—	—	1	—	—	—	5	8	46	3.1		
Sept.	18	19	9	—	19	6	—	2	5	—	—	—	1	—	—	79	5.3		
Oct.	85	9	16	3	—	—	15	—	4	—	—	6	—	—	16	154	10.2		
Nov.	31	5	7	3	—	2	6	9	9	17	—	7	2	—	16	1	115	7.7	
Déc.	9	21	33	—	22	13	—	—	2	10	—	—	—	8	—	118	7.9		
Somme	—	213	137	140	20	57	22	28	11	26	42	2	15	3	14	42	50	822	(54.8)
Moyenne par direction	—	14.3	9.1	9.4	1.3	3.8	1.5	1.9	0.7	1.7	2.8	0.1	1.0	0.2	0.9	2.8	3.3	54.8	

Örskär.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	9	9	36	—	—	8	9	—	6	—	—	9	—	12	18	19	135	9.0
Févr.	14	11	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	51	3.4		
Mars	—	—	5	14	10	—	—	—	—	—	10	10	—	—	—	49	3.3	
Avril	9	38	23	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	33	105	7.0	
Mai	—	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	1.4	
Juin	26	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	2.0	
Juillet	1	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	0.9	
Août	33	—	—	—	—	—	—	3	—	—	10	4	—	—	—	50	3.3	
Sept.	5	28	—	—	—	—	—	—	—	—	10	4	—	3	7	57	3.8	
Oct.	34	6	54	—	—	—	—	—	—	—	13	—	26	4	16	153	10.2	
Nov.	24	5	20	—	—	10	—	22	3	—	1	27	10	8	8	211	14.1	
Déc.	9	54	1	41	—	—	—	—	7	—	—	5	1	—	4	—	122	8.1
Somme	164	176	172	55	10	18	11	25	16	—	44	59	11	38	41	158	998	66.5
Moyenne par direction	10.9	11.6	11.5	3.7	0.7	1.2	0.7	1.7	1.1	—	2.9	3.9	0.7	2.5	2.7	10.7	66.5	

Understen.

Mois	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Jan.	12	—	16	3	2	6	10	23	17	9	—	24	—	1	11	16	150	10.0
Févr.	2	5	—	10	—	—	—	41	—	—	—	—	1	11	6	64	4.3	
Mars	13	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	3	1	9	31	2.1	
Avril	16	27	11	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	58	3.9	
Mai	5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	0.8	
Juin	6	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	—	—	—	11	0.7	
Juillet	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.1	
Août	—	13	8	—	—	—	—	7	11	—	7	—	—	1	9	56	3.7	
Sept.	10	13	2	—	—	—	—	5	—	4	3	—	—	—	—	37	2.5	
Oct.	44	31	8	23	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	16	128	8.4	
Nov.	11	3	23	—	2	2	45	15	—	22	—	—	—	—	7	130	8.7	
Déc.	3	24	—	6	6	12	—	22	3	3	—	—	—	11	4	94	6.3	
Somme	123	123	68	42	10	20	55	113	28	16	45	34	—	4	24	67	772	51.5
Moyenne par direction	8.2	8.2	4.5	2.8	0.7	1.3	3.6	7.5	1.9	1.1	3.0	2.3	—	0.3	1.6	4.5	51.5	

Tableau I c.

Nombres d'heures avec une force de vent de 11 Beaufort et au-dessus.

1907—1921.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV	Somme	Moyenne par an
Rödkallen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Rönnskär	2	5	3	—	—	11	2	4	10	5	—	—	2	6	1	—	51	[10.2]
Bjuröklubb	17	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	17	46	3.1	
Stora Fjäderågg	—	—	5	1	—	—	—	3	8	—	—	—	1	—	—	18	1.2	
Holmögadd	—	18	11	8	—	—	—	—	19	48	15	6	7	2	1	135	9.0	
Skag	1	1	—	6	—	9	—	4	2	8	19	—	—	5	—	55	3.7	
Lungö	—	—	17	8	18	—	6	7	8	—	—	—	8	—	—	77	4.8	
Bremö	—	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	0.6	
Storjungfrun	2	12	2	—	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—	5	6	33	2.2
Örskär	18	2	21	—	—	—	—	—	—	10	—	1	10	1	13	76	5.1	
Understen	34	25	14	9	2	1	2	21	—	—	1	—	—	4	3	116	7.7	

La somme d'heures avec une force de vent de 11 Beaufort et au-dessus est maximum pour les différentes stations pendant les mois suivants:

	Mois.	max. heures.
Rönnskär	oct.	25
Bjuröklubb	nov.	15
Stora Fjäderägg	oct.	6
Holmögadd	nov.	37
Skag	nov.	33
Lungö	janv.	31
Bremö	janv.	5
Storjungfrun	oct.	11
Örskär	oct.	39
Understen	oct.	33

Les tableaux correspondants pour la fréquence de la force de vent de **12 Beaufort** (*ouragan*) n'ont pas été reproduits ici à cause de l'incertitude dont on les croit affectés. Cette incertitude est provoquée par des rapports tels que: «coups d'ouragan de la force 11» et par des indications de durée invraisemblablement grande à certaines occasions. Il est cependant ressorti de l'examen que pendant le laps de temps 1907—1921 Holmögadd a eu le plus grand nombre d'ouragans, à savoir 11, puis vient Understen avec 8, les autres stations avec moins. La moyenne de la durée d'un ouragan a été évaluée à 2.5 h. Le plus grand nombre d'ouragans a été observé pendant les années 1917—1918; la direction des vents a été dans la plupart des cas N—NE.

Les indications sur le maximum de vitesse en mètres par seconde semblent de même être douteuses. La valeur moyenne probable des plus grandes vitesses de vent mesurées est de 27 à 31 mètres par seconde.

Tableau II a.

Nombres d'heures avec une force de vent de 7 Beaufort et au-dessus réparties sur les années respectives.

	Rödkallen	Rönn-skär	Bjurö-klubb	Stora Fjäder-ägg	Holmögadd	Skag	Lungö	Bremö	Stor-jungfrun	Örskär	Under-sten
1907	237		370	493	612	514	271	387	574	405	579
1908	216		281	579	378	190	199	590	416	452	581
1909	24		267	462	337	514	173	347	303	241	311
1910	76		196	532	195	428	341	589	316	262	495
1911	259		256	453	225	288	81	352	338	353	530
1912	116		224	491	343	464	164	202	388	281	477
1913	84		243	307	323	291	283	123	360	274	597
1914	66		496	352	515	259	354	141	313	265	546
1915	17	440	764	405	429	209	436	191	550	308	711
1916	116	175	478	311	507	286	418	164	535	385	492
1917	238	222	777	589	747	529	301	133	438	265	306
1918	119	232	514	444	739	349	275	120	513	396	362
1919	176	244	697	408	630	325	373	113	477	328	543
1920	165		438	254	593	369	563	100	433	261	584
1921	406		731	260	1 021	315	328	223	463	721	634

Tableau II b.

Nombres d'heures avec une force de vent de 10 Beaufort et au-dessus réparties sur les années respectives.

	Rödkallen	Rönnskär	Bjuröklubb	Stora Fjäderågg	Holmögadd	Skag	Lungö	Bremö	Storjungfrun	Örskär	Understen
1907	61		10	17	18	63	74	92	25	54	62
1908	33	—	—	16	10	48	85	115	74	156	57
1909	—		19	—	21	64	41	48	27	50	36
1910	—		—	—	—	22	6	63	26	62	66
1911	—		—	16	5	27	14	16	48	90	62
1912	9		8	28	31	84	43	38	78	45	27
1913	10		7	16	8	47	2	—	21	65	84
1914	17		24	28	24	72	8	—	60	55	38
1915	6	113	42	39	32	30	3	15	120	105	43
1916	12	55	—	16	21	20	8	—	39	53	37
1917	35	77	19	48	185	141	59	30	33	31	22
1918	7	104	17	27	79	25	11	3	102	50	34
1919	6	71	6	43	112	37	63	—	72	20	53
1920	24		5	46	67	14	46	—	19	73	92
1921	21		77	30	20	12	16	11	78	89	59

Tableau III.

Moyenne par année de journées de 24 heures, où la force du vent s'est élevée à 7 Beaufort au moins.

	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
Rödkallen	—	—	—	—	—	1.6	0.9	1.7	2.7	3.4	3.5	—	13.8
Rönnskär	1.0	2.6	1.4	1.2	0.8	0.8	0.6	1.6	3.2	4.2	6.0	2.0	25.4
Bjuröklubb	—	—	—	—	—	2.2	1.6	3.5	5.4	5.3	6.9	—	43.2
Stora Fjäderågg	3.8	3.1	2.4	1.6	1.3	1.4	2.5	3.8	5.4	4.6	5.5	2.9	38.3
Holmögadd	4.9	4.1	2.5	2.0	2.4	2.6	2.0	4.3	6.1	5.4	7.3	5.1	48.7
Skag	4.9	4.3	2.7	1.5	1.7	1.1	1.5	1.9	3.7	4.3	6.1	5.2	38.9
Lungö	3.3	2.7	1.7	1.7	1.3	1.7	1.7	2.0	1.5	2.4	3.7	4.6	28.4
Bremö	2.7	1.6	1.3	1.4	0.9	0.5	1.2	1.7	2.2	2.7	3.1	2.7	22.2
Storjungfrun	6.5	4.7	4.3	3.7	2.3	2.4	2.4	4.6	4.4	5.2	6.5	5.7	52.7
Örskär	3.7	2.1	2.0	2.7	1.4	1.7	1.5	2.9	3.9	3.7	4.7	4.3	34.6
Understen	7.9	4.9	3.4	2.9	2.2	2.9	2.0	4.1	5.4	5.6	7.2	7.6	55.5

↓ Résumé des tableaux I—III précédents.

Stations	Moyen. de jours par an avec une force de vent ≥ 7 B	Moyen. d'heures par an ≥ 7 B	Moyen. d'heures par an ≥ 10 B	Moyen. d'heures par an ≥ 11 B	Nombres d'heures avec ≥ 7 B en % des heures de l'année	Nombres d'heures avec ≥ 10 B en % de nombres avec ≥ 7 B	Nombres d'heures avec ≥ 11 B en % de nombres avec ≥ 7 B	Nombres d'heures 11 B en % de nombres avec ≥ 10 B
Rödkallen ²	13.8	154.3	16.1	—	3.5	10.5	—	—
Rönnskär ³	25.4	262.6	84.0	10.2	3.0	31.8	3.9	1.2
Bjuröklubb ¹	43.2	448.8	15.6	3.1	5.1	3.5	0.7	19.8
Stora Fjäderågg	38.3	422.7	24.7	1.2	4.8	5.9	0.3	4.9
Holmögadd	48.7	506.3	42.2	9.0	5.8	8.3	1.8	9.5
Skag	38.9	355.3	47.1	3.7	4.1	12.9	1.0	7.9
Lungö	28.4	304.0	31.9	4.8	3.9	10.5	1.6	15.0
Bremö	22.2	252.0	28.7	0.6	2.9	11.4	0.2	2.1
Storjungfrun	52.7	427.8	54.8	2.2	4.9	12.8	0.5	4.0
Örskär	34.6	346.5	66.5	5.1	4.0	17.3	1.2	7.7
Understen	55.5	516.5	51.5	7.7	5.9	10.0	1.5	15.0

¹ Si l'on ne prend pas en considération les observations de nuit non faites pendant la saison froide.

² Comprend le temps juin—novembre.

³ D'une série de 5 ans; partiellement peu satisfaisante.

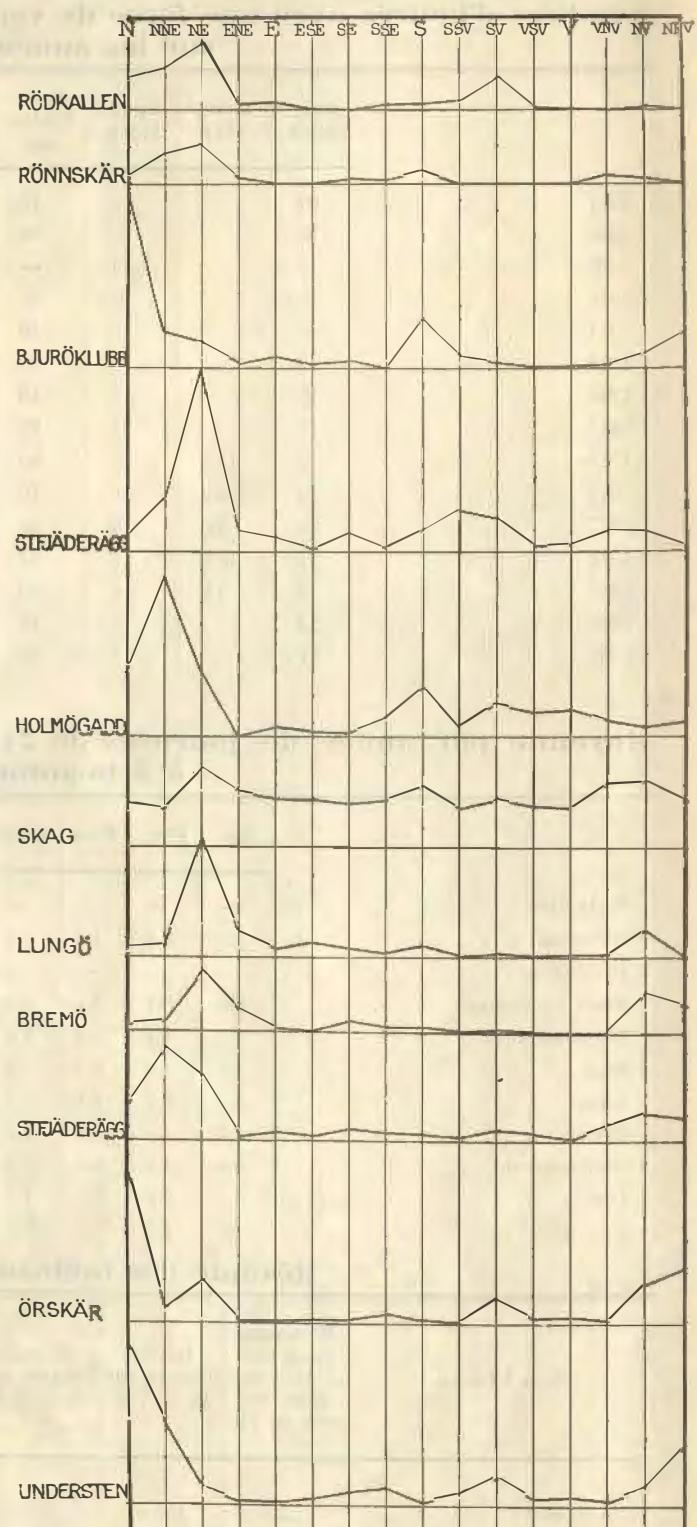
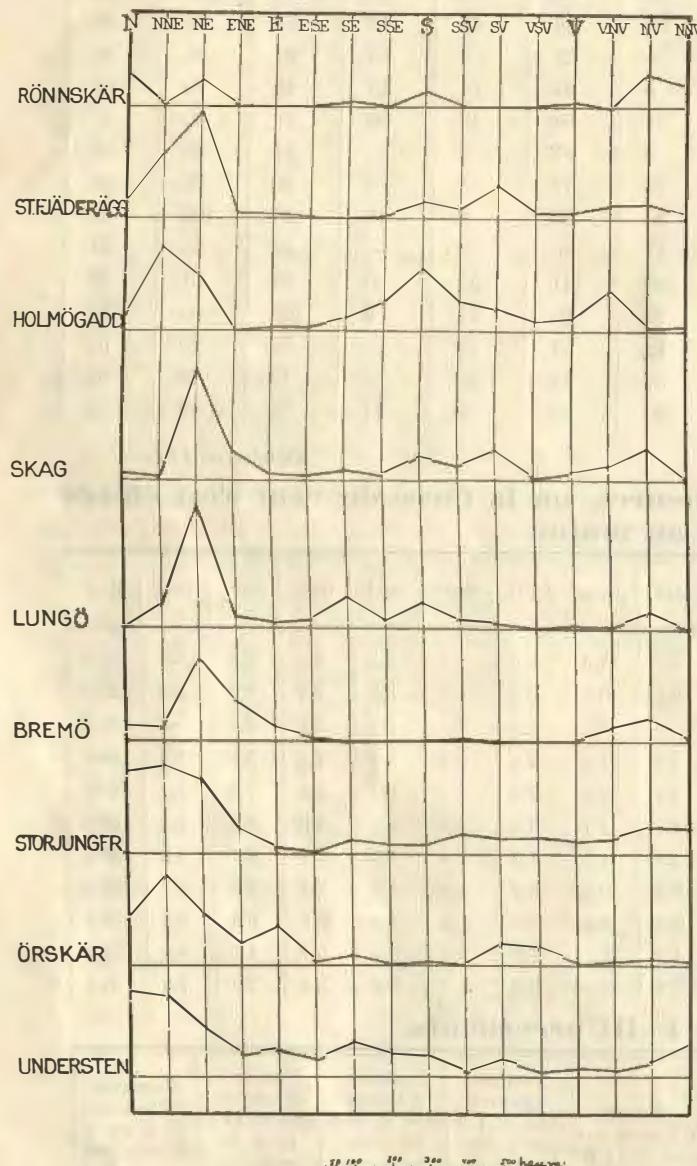
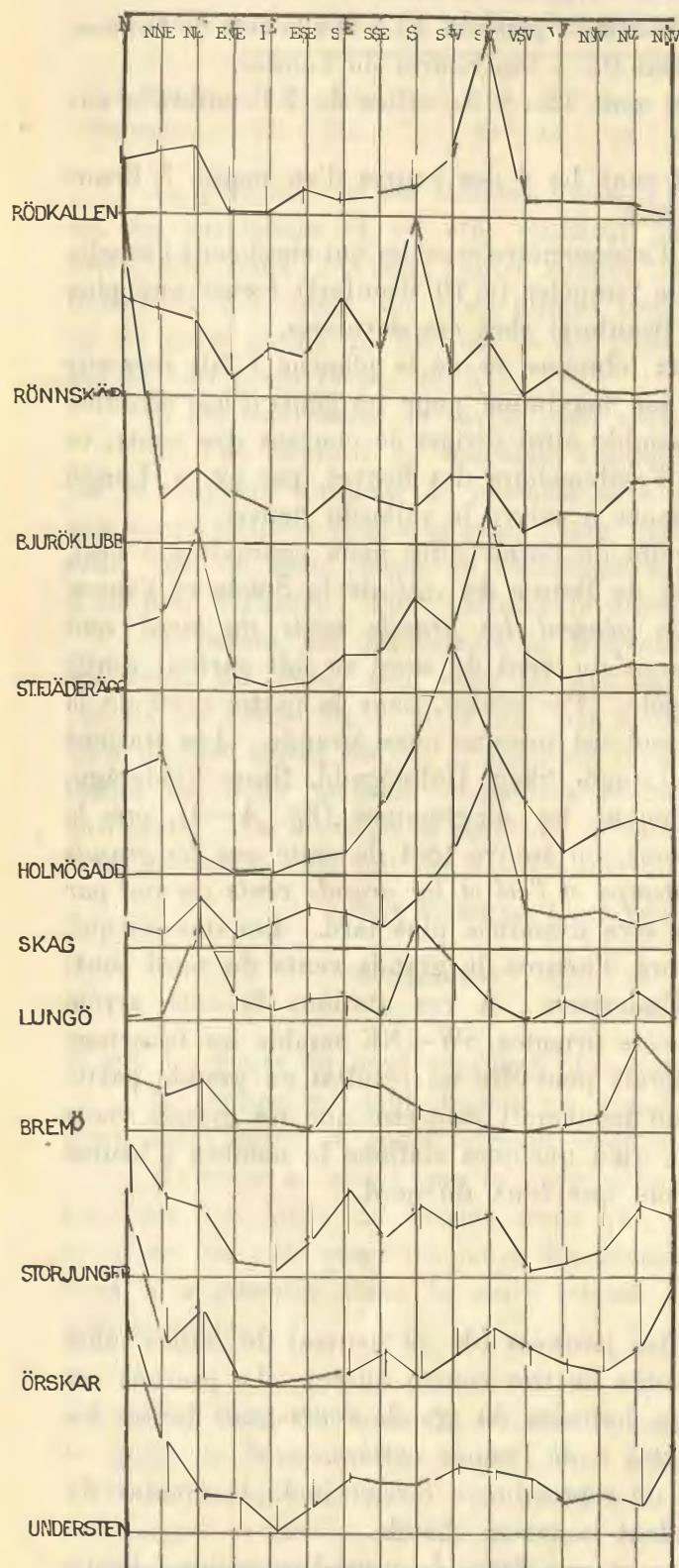
*Été**Printemps*

Fig. 1 et 2. Nombres d'heures de grands vents par saison (printemps et été).

Automne



Hiver

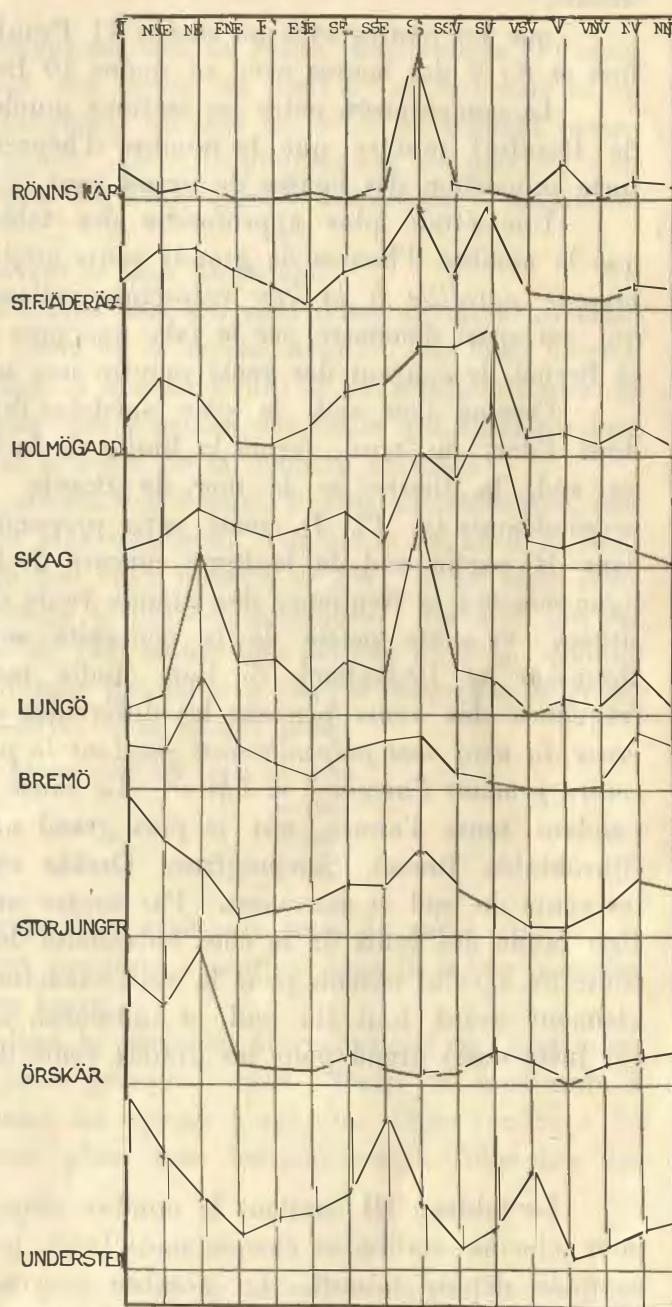


Fig. 3 et 4. Nombres d'heures de grands vents par saison (automne et hiver).

Comme valeur moyenne commune à toutes les stations on trouve:
que de grands vents (7 Beaufort et plus) soufflent pendant 4.4 % des heures de l'année,
qu'il y a tempête (10 Beaufort et plus) dans 0.5 % des heures de l'année,
que les heures de 10 Beaufort et au-dessus sont 12.3 % de celles de 7 Beaufort et au-dessus,

que les heures avec au moins 11 Beaufort sont 1.3 % des heures d'au moins 7 Beaufort et 8.7 % des heures avec au moins 10 Beaufort.

La comparaison entre les stations munies d'anémomètre et celles qui emploient l'échelle de Beaufort montre que le nombre d'heures de tempêtes (≥ 10 Beaufort) forme une plus forte proportion des heures de grand vent (≥ 7 Beaufort) chez ces dernières.

Une étude plus approfondie des tableaux obtenus et de la planche I fait ressortir que le nombre d'heures de grands vents atteint son maximum pour les vents *d'une direction presque parallèle à la côte respective*; celle-ci semble ainsi diriger le courant des vents, ce qui est aussi démontré par le fait, que près de l'embouchure des fleuves, par ex. à Lungö et Bremö, le courant des vents montre une tendance à suivre la vallée du fleuve.

Comme l'on sait, la côte suédoise du golfe de Botnie offre deux concavités à l'est, dont l'une, au nord, forme la limite de la baie de Botnie du côté de la Suède et l'autre, au sud, la limite de la mer de Botnie. *En général les grands vents du nord sont prépondérants* (v. Pl. I), mais cette prépondérance du vent du nord se fait surtout sentir dans la partie sud de la ligne concave de la côte. Par contre, dans la partie nord de la ligne concave la fréquence des grands vents du sud est presque aussi grande. Les stations situées sur cette partie de la concavité sont Lungö, Skag, Holmögadd, Stora Fjäderägg, Rönnskär et Rödkallen. Si l'on étudie maintenant les diagrammes (fig. 1—4) sur la fréquence des vents pendant les différentes saisons, on trouve tout de suite que *les grands vents du nord sont prépondérants pendant le printemps et l'été et les grands vents du sud par contre pendant l'automne et l'hiver*. La cause en sera examinée plus tard. Les stations qui, pendant toute l'année, ont le plus grand nombre d'heures de grands vents du nord sont: Bjuröklubb, Bremö, Storjungfrun, Örskär et Understen. A ces stations la côte arrête les vents du sud et sud-ouest. Par contre une côte orientée SW—NE semble les favoriser. Une étude des vents de la côte finlandaise donnerait peut-être un résultat en grande partie contraire à celui obtenu pour la côte suédoise; on trouverait peut-être que les grands vents viennent avant tout du sud et sud-ouest, mais qu'à quelques stations le nombre d'heures est juste aussi grand pour les grands vents du sud que ceux du nord.

Le tableau III contient le nombre moyen des journées (de 24 heures) de grands vents pour chaque station et chaque mois (excl. les vents de très courte durée). La journée est comptée depuis minuit. Le nombre moyen des journées de grands vents pour toutes les stations durant toute l'année est de 37.8 c.-à-d. 10.4 % de l'année entière.

Durant la saison froide ou, en général, de septembre à février incl., le nombre de journées de grands vents est plus élevé que pendant la saison chaude.

Il en est de même du nombre des heures avec une force de vent d'au moins 7 Beaufort. Pour la plupart des stations ce nombre atteint son maximum en novembre.

J'ai calculé pour deux stations la moyenne annuelle des jours de grands vents pour 16 aires de vent.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV	V	VNV	NV	NNV
Stora Fjäderägg	4.5	5.9	9.5	1.9	0.9	0.9	2.3	3.2	6.1	4.3	8.3	1.7	1.7	2.0	2.7	1.9
Storjungfrun	13.1	10.5	7.5	1.7	1.7	1.9	4.2	3.6	5.9	3.9	4.3	1.9	2.2	3.6	6.5	6.0

La première de ces stations (Stora Fjäderägg) est une de celles mentionnées ci-dessus où, au printemps et en été, soufflent surtout des vents du nord et, en automne et en hiver, des vents du sud; l'autre station (Storjungfrun) est une de celles où règnent essentiellement des vents du nord durant toute l'année. Dans le premier cas les maxima sont de 9.5 jours (vents du NE) est de 8.3 jours (vents du SW); dans le dernier cas le maximum est de 13.1 jours (vents du N).

Il est intéressant de savoir *quels vents durent le plus longtemps.*

Si l'on divisait la moyenne annuelle d'heures avec un vent d'une certaine direction par la moyenne annuelle de journées avec des vents de la même direction (ces deux moyennes sont calculées ci-dessus pour Stora Fjäderägg et Storjungfrun) il en résulterait une erreur, car de cette façon on répartirait sur plusieurs journées des vents qui auraient duré d'un jour à l'autre. Pour calculer la durée j'ai procédé de la manière suivante.

Se basant sur les valeurs de fréquences obtenues ci-dessus, il faut admettre que, soit les vents du nord, soit ceux du sud sont les plus continus. Par vents du nord je comprends les vents entre N et NE, par vents du sud ceux entre S et SW. Il ne reste donc qu'à décider lequel de ces groupes de vents montre le plus de continuité. Dans ce but j'ai choisi les deux stations examinées ci-dessus et j'ai admis une période de 5 ans comme suffisante. J'ai cherché la moyenne d'heures durant lesquelles à chaque occurrence de grand vent, le vent venait soit du N—NE soit du S—SW. J'ai trouvé pour

Stora Fjäderägg: à peu près 12 heures pour les vents du nord.

» » » 9 » » » » sud.

Storjungfrun: » » » 15 » » » » nord.

» » » 14 » » » » sud.

c.-à-d. les vents du nord soufflent plus longtemps d'un trait que ceux du sud.

Le temps pendant lequel un grand vent continue à souffler dans la même *direction* peut varier entre un court moment et plusieurs jours.

HAMBERG a trouvé que la *force de vent* dans sa variation diurne, atteint son maximum plus tôt les jours de grands vents que les jours presque calmes. Outre un maximum à midi on en note pour les jours des grands vents un second à minuit. Cette tendance du vent à augmenter dans la nuit ressort encore plus dans les nombres de fréquence des grands vents.

J'ai fait un essai de calculer le nombre de *périodes de grands vents* par année dans le golfe de Botnie entier et puis dans ses deux parties. Comme période de grand vent je n'ai compris que les cas où un grand vent soufflait à au moins 2 stations voisines, traitées dans cette recherche, et où, en outre, ce vent était en relation avec une dépression ou un anticyclone et ne faisait pas l'impression d'être un phénomène local. Cependant un pareil calcul est une tâche difficile, parce qu'une période de grand vent qui devrait être regardée comme formant une unité peut facilement être comptée comme deux ou plusieurs périodes, la force du vent pouvant pour de courts moments descendre au-dessous de 7 Beaufort. Je

mais sans laisser perdre dans ces calculs par la situation synoptique. Il faut admettre, cependant que le résultat est plus ou moins incertain. Les recherches embrassent les années 1906—1915.

Les nombres moyens par année des périodes de grands vents aux endroits suivants le long de la côte sud-ouest sont:

Le nombre total des périodes de grands vents par année est le suivant :

Pour la baie de Botnic	31.7
Pour la mer de Botnic	37.5
Pour le golfe de Botnic ou pour quelques parties de ce golfe	38.4

Le nombre des périodes de grands vents est donc plus grand pour la mer de Bornie que pour la baie.

Pour savoir combien la force de vent en pleine mer dépasse celle de la côte j'ai examiné les observations de quatre bateaux-feu. Pour chacun d'eux j'ai comparé la force de vent à 8 heures le matin les jours où elle était de 7 Beaufort ou plus avec la force du vent régnant en même temps à deux stations de la côte les plus rapprochées des bateaux-feu.

J'ai donc comparé:

Le bateau-feu Norströmsgrund	avec l'île annexe	à l'ouest de l'île
lat. 65° 8' N	lat. 62° 26' N	
long. 22° 30' E	long. 22° 15' E	
» » Sydostbrodden	» Holmudden	à Skag
lat. 63° 19' N	lat. 63° 40' N	
long. 20° 11' E	long. 20° 30' E	
» » Västra Panska	» Utvalnas	à Björn
lat. 60° 54' N	lat. 60° 15' N	lat. 60° 39' N
long. 17° 55' E	long. 17° 20' E	long. 17° 55' E

La distance la plus petite entre les dits plateaux-feu et la ligne qui unit les deux stations de comparaison est de 23 km., 24,1 km. et 26 km. -ESD.

La différence entre la force du vent aux plateaux-seu et aux stations de la côte est en moyenne:

para le 1 ^o giorno	1.6 Bicamort	n = 76	hours
> 2. >	1.6	n = 54	
> 3. >	0.4	n = 40	

La valeur moyenne de la différence est pour tous les trois groupes 1.2 Beaufort, c.-à-d. la force des grands vents en plaine pour, à environ 25 km de la côte, dépasse en moyenne d'autant celle à la côte même. Pour les journées ensoleillées (175) il n'y trouve cette différence à peu près constante pour les différences forces de grands vents, mais une plus grande pour les vents du nord que pour ceux du sud; ce qui s'explique sans doute aux deux groupes de stations le plus continental.

À une distance de 50 km de la ligne Utralmaus-Ejöra se trouve le plateau finlandais (lat. 61° 3' N long. 18° 3' E), c.-à-d. à une distance de deux fois aussi grande que les trois plus grands plateaux finlandais, c'est-à-dire 130 km.

vents, entre la force de vent à ce bateau-feu et le bateau-feu Västra Banken montre qu'elle est en moyenne de 1.5 Beaufort plus grande au premier de ces bateaux-feu.

Les observations faites aux bateaux-feu embrassent les mois de juin à novembre ou décembre, où les bateaux-feu sont à leur poste et équipés. Pour éviter des complications causées par la brise de mer je n'ai pris en considération que les observations faites à 8 heures du matin.

Une détermination absolue de la force ou vitesse du vent est un des problèmes les plus difficiles de la météorologie pratique. La force de vent est estimée selon l'effet sur place, mais l'effet peut pour la même force être assez différent pour différents endroits. Les indications des anémomètres peuvent aussi varier, notamment suivant leur emplacement. Il n'a pas été possible d'établir à l'aide des matériaux présents une comparaison plus détaillée entre les forces de vents des différentes stations.

Comme il a été dit ci-dessus, on a fait au phare d'Understen du 29 novembre 1913 au 8 janvier 1914, donc dans 306 cas d'observations, des lectures d'anémomètre en même temps que des estimations de la force de vent d'après l'échelle à 12 degrés de Beaufort. Ne sachant pas si les estimations avaient été faites tout à fait indépendamment des indications de l'anémomètre j'ai demandé des renseignements là-dessus. L'observateur m'a fait savoir, »que la force de vent a été estimée comme auparavant» les jours en question. En outre il supposait que l'anémomètre indique des valeurs trop petites pour les vents W—NE, que le phare et les maisons arrêtent.

Une comparaison des deux séries de valeurs est en tout cas intéressante:

Beaufort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
m/sec a)	2.9	5.0	6.8	8.8	10.6	12.8	14.5	16.4	17.7	21.2	23.0
b)	2.6	4.6	6.6	8.7	10.8	12.8	14.9	17.0	19.1	21.4	23.5
diff. (a—b)	-0.3	-0.4	-0.2	-0.1	+0.2	0.0	+0.4	+0.6	+1.4	+0.2	+0.5

La ligne a) montre la valeur moyenne des indications de l'anémomètre correspondant aux forces estimées respectives. A l'aide d'une interpolation graphique j'ai calculé les degrés de Beaufort correspondant aux valeurs indiquées par l'anémomètre, ligne b). D'après KÖPPEN cette dernière manière de calculer est la plus juste. Comme l'on voit, ces différences (a—b) sont assez petites. Le résultat de la comparaison cadre pourtant bien avec celui de la page 19, c.-à-d. que pour les vents forts les valeurs estimées sont un peu plus grandes que les valeurs mesurées.

Dans cette recherche toutes les réductions des forces de vent de degrés Beaufort en mètres par seconde et vice versa sont faites à l'aide de l'échelle en usage dans nos stations de côte:

Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m/sec . . .	0—1	1—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12	12—14	14—17	17—20	20—24	24—30	>30
moy. . . .	0.5	1.5	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	13.0	15.5	18.5	22.0	27.0	—

Dans la pratique on divise le nombre des mètres par seconde par 2 pour obtenir la force de vent exprimée en degrés de Beaufort.

A l'aide du tableau II b) le calcul suivant a été fait:

J'ai réparti les stations dans les 2 groupes ci-dessus nommés, c.-à-d. premièrement les stations où les vents du nord dominent toute l'année et deuxièmement les stations où des

vents du nord et du sud alternent. Puis j'ai additionné pour chacune des 15 années (1907—1921) le nombre d'heures à 10 Beaufort et plus. En dressant ces sommes dans un diagramme j'ai obtenu les courbes A) et B) de la fig. 5, pour le premier resp. le deuxième groupe. La courbe C), dans la même figure, représente les valeurs moyennes du nombre relatif des taches solaires des années correspondantes (d'après WOLFER). Une relation semble exister entre les courbes B) et C). Je n'ai pas pu examiner jusqu'à quel point le hasard y joue un rôle, le nombre d'années étant trop restreint.

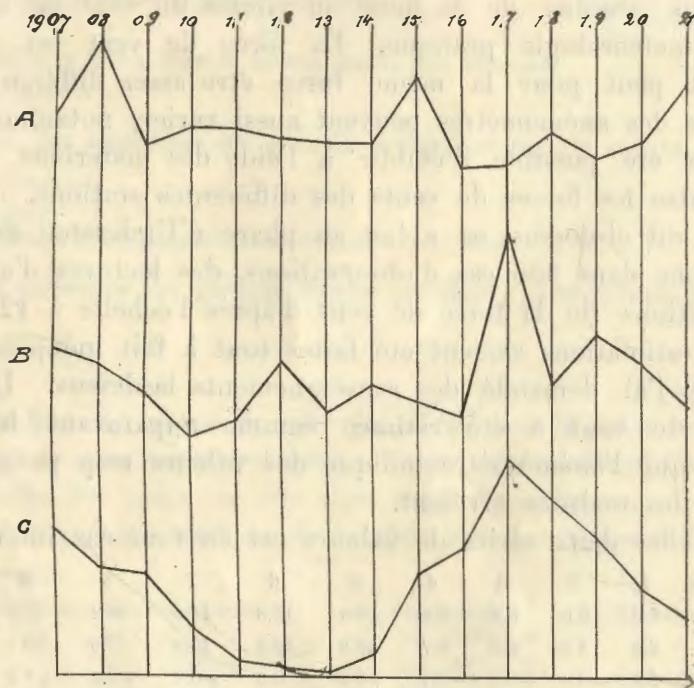


Fig. 5. Nombres d'heures avec 10 Beaufort et au-dessus réparties sur les années respectives (courbes A et B) et les nombres relatifs des taches solaires (courbe C).

Le tableau suivant contient pour toutes les stations (exc. Rönnskär) la somme totale annuelle des heures de vents entre S—SW d'une force de 10 Beaufort et plus et, en outre, le nombre relatif des taches solaires pour les mêmes années.

Année	1907	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
nombre d'heures	88	12	82	12	31	42	84	89	0	34	356	123	148	175	23
numbers des taches solaires	64.5	47.3	45.3	20.0	5.4	3.3	1.2	9.7	46.0	55.4	98.8	77.6	63.1	38.7	24.7

La corrélation entre ces 2 séries a le coefficient 0.62.

Plusieurs auteurs ont trouvé que les années où les taches solaires sont nombreuses, coïncident avec celles où le nombre des dépressions est considérable. Comme surtout les grands vents du sud semblent être en relation avec le nombre des taches solaires on pourrait admettre que les dépressions atlantiques qui vont vers le NE sont plus nombreuses durant les années où le dit nombre est élevé. Ces phénomènes en 1917 avaient un maximum bien marqué.

IV. Le gradient barométrique.

Il est très intéressant pour la météorologie pratique de connaître la relation entre la force du vent, estimée ou mesurée, et le gradient barométrique ($\frac{\Delta B \text{ mm}}{111 \text{ km}}$). Elle sert à calculer la probabilité d'apparition d'une certaine force de vent d'une certaine direction en un point déterminé. J'ai étudié cette relation pour les six stations de seconde classe: Bjurö-klubb, Holmögadd, Lungö, Breinö, Storjungfrun et Understen. Pour chacune d'elles j'ai mesuré le gradient à 8 heures du matin, les jours où la force de vent était au moins 7 Beaufort. J'ai choisi ce moment les cartes synoptiques de 8 hres du matin étant les plus complètes et ayant été tracées pour cette heure durant toute la période de 15 ans en question, tandis que les heures pour les cartes de midi et du soir ont été changées. J'ai fait cette restriction pour atteindre la plus grande uniformité possible. En même temps l'influence d'autres phénomènes comme p. ex. la brise de mer et de terre a été réduite à un minimum (GRENANDER 1912).

Les valeurs obtenues doivent être regardées comme très bonnes, le gradient ayant été mesuré sur les cartes originales synoptiques, conservées au Bureau Météorologique, dites cartes de travail, complétées en cas de besoin. Pour le reste les mesures suivantes ont été prises: des cartes non complètes ont été exclues, ce qui a surtout été le cas pour les années 1914 et 1915, où un grand nombre d'observations finlandaises manquent, de même des cartes avec des isobares très courbées (rayon inférieur à 250 km) près des stations en question, de même lorsque ces stations étaient dans le centre d'une dépression ou sur une ligne de discontinuité dans la direction du vent.

Les lectures barométriques finlandaises n'ont pas été faites à la même heure que les observations suédoises pendant tout le temps qu'embrasse la recherche. Cependant j'ai pris cela en considération dans les cas où la pression barométrique avait changé fortement pendant les 12 heures précédentes et surtout pour des isobares de la direction SW—NE.

On a objecté que les isobares sont tracées pour la surface de la mer, tandis que le vent est un phénomène à la surface de la terre. Mais pour les places en question ces deux surfaces coïncident presque et par suite la relation entre le vent et la distribution de la pression atmosphérique a une signification réelle.

La mensuration même a été effectuée de la manière suivante: J'ai mesuré la distance rectangulaire entre 2 isobares espacées de 5 mm (évent. la moitié de la distance entre 3 isobares) à l'aide d'une règle graduée en mm. Le plus souvent j'ai tracé des isobares pour chaque mm, afin de pouvoir déterminer leur cours avec plus de certitude. L'exactitude que l'on peut atteindre est plus grande dans les situations synoptiques où il y a grand vent que là, où il y a des brises légères et variables. Les valeurs mesurées donnent après la réduc-

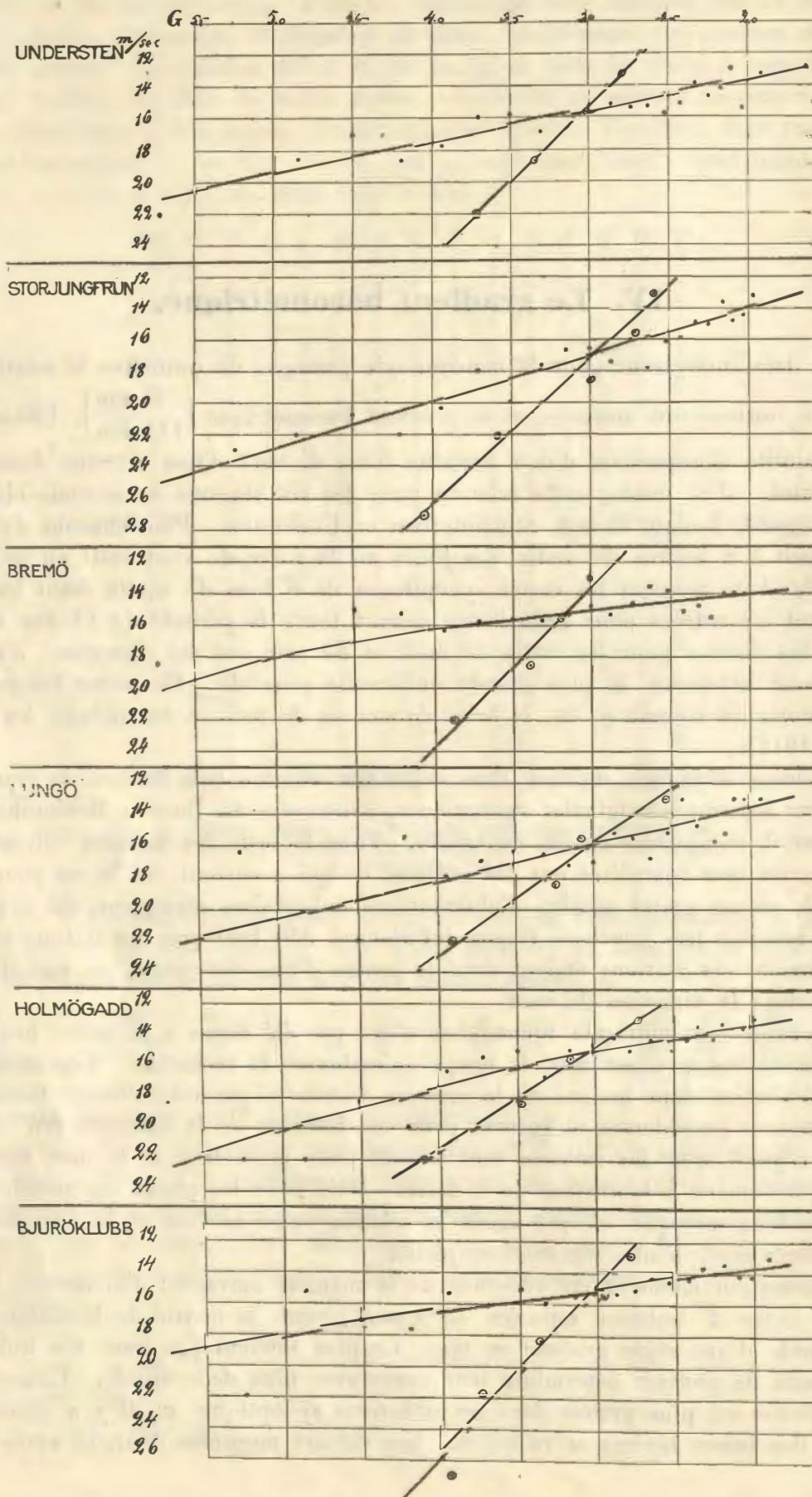


Fig. 6. La relation entre la force de vent et le gradient barométrique. Le gradient moyen pour une certaine force de vent (la courbe courte). La force de vent moyenne pour un certain gradient (la courbe longue).

tion la grandeur du gradient. Les mensurations ont été effectuées pendant les années 1907—1921, au nombre de 1 017 pour des dépressions et de 112 pour des anticyclones.

Le tableau suivant contient la valeur moyenne du gradient correspondant à chaque force de vent respective, dans des cas de dépression, indépendamment de la direction de vent, de la saison, des variations barométriques et de la courbure des isobares.

Stations	Gradient					Nombre de jours					Total
	B e a u					f o r t	7	8	9	10	
	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	
Bjuröklubb	2.77	2.96	3.35	3.72	[3.95]	69	77	22	12	(2)	180 (182)
Holmögadd	2.70	3.14	3.47	4.10	[4.20]	74	69	15	14	(2)	172 (174)
Lungö	2.53	3.07	3.23	3.91	—	39	51	24	16	—	130
Bremö	3.00	3.18	3.38	3.88	—	46	39	19	4	—	108
Storjungfrun	2.60	2.72	3.00	3.59	4.05	38	72	45	40	10	205
Understen	2.79	3.01	3.35	3.72	—	80	71	47	20	—	218

Ce tableau est représenté graphiquement par la fig. 6. La courbe courte est déterminée par ces points. La même figure contient aussi les points obtenus en calculant la valeur moyenne de la force de vent répondant à un certain gradient. Par ces points, dont la valeur est indiquée dans le tableau suivant, la longue courbe est déterminée.

	Bjuröklubb	Holmögadd	Lungö	Bremö	Storjungfrun	Understen	La dist. sur la carte entre 2 isob.		$\frac{\Delta B \text{ mm}}{111 \text{ km}}$	Bjuröklubb		Holmögadd	Lungö	Bremö	Storjungfrun	Understen	Understen										
							m	mm		B	n		B	n		B	n	m/sec.	n								
10	6.30	—	—	10.0	1	—	—	27.0	1	—	—	24	2.63	7.6	17	7.6	7	16.8	3	13.5	5	17.7	10	15.3	14		
11	5.73	9.0	1	9.0	2	—	—	18.5	1	—	—	22.0	2	25	2.52	7.7	9	7.8	5	15.0	10	13.8	3	16.1	14	16.2	9
12	5.25	10.0	1	10.0	1	18.5	1	—	—	23.0	5	—	—	26	2.42	7.6	13	7.6	11	13.0	4	15.1	6	15.9	8	15.3	11
13	4.85	8.0	1	10.0	1	20.2	2	22.0	1	22.0	2	18.5	5	27	2.33	7.3	7	7.3	3	14.7	3	14.8	3	14.8	5	13.6	12
14	4.50	8.7	6	9.0	6	22.0	4	15.0	4	20.8	3	17.1	4	28	2.25	7.4	10	7.6	7	15.7	5	15.5	4	14.9	7	14.5	7
15	4.20	8.8	5	9.4	5	15.5	4	15.2	5	22.0	5	18.5	8	29	2.17	7.3	7	7.1	8	14.2	4	13.0	1	13.5	5	15.7	2
16	3.94	8.0	6	8.3	3	17.9	7	16.3	6	20.3	11	17.8	6	30	2.10	7.5	2	7.3	7	13.0	2	13.0	2	14.7	6	13.0	2
17	3.71	8.3	7	8.0	12	17.0	7	15.8	8	17.9	12	16.2	13	31	2.03	7.5	2	7.3	4	13.0	4	13.0	2	14.4	4	15.5	1
18	3.50	7.7	21	7.9	14	16.3	10	15.6	9	19.9	14	16.2	21	32	1.97	—	—	7.0	1	15.5	1	—	—	13.0	3	—	—
19	3.31	8.3	14	8.4	14	16.5	7	15.7	6	17.5	17	16.8	18	33	1.91	7.0	2	8.0	1	13.0	1	—	—	15.5	2	13.0	3
20	3.15	8.0	13	7.9	15	17.2	14	15.3	11	16.5	20	16.2	20	34	1.85	—	—	7.7	2	—	—	—	—	15.5	1	—	—
21	3.00	8.1	12	7.8	17	17.0	13	14.8	12	16.5	13	15.6	18	35	1.80	7.0	1	—	—	13.0	1	—	—	13.0	1	13.0	1
22	2.86	8.0	11	7.5	11	14.8	10	15.3	10	17.5	17	15.2	17	36	1.75	—	—	7.0	1	—	—	—	—	—	—	13.0	2
23	2.74	7.9	13	7.9	15	15.5	13	14.6	9	15.9	17	15.3	22														

B = Beaufort.

n = nombre de jours.

Après ce calcul général de la relation entre le gradient et la force de vent, j'ai étudié cette relation dans son rapport avec les facteurs suivants dont elle dépend plus ou moins:

- direction du vent
- saison
- variation barométrique
- courbure des isobares,

a) 1. Le gradient pour la direction prédominante du vent, qui, ainsi qu'il est dit plus haut, est en général parallèle à la côte.

α) Vent du nord.

Stations	Dirac- tion du vent	Gradient					Nombre de jours					Total
		B e a u					f o r t	7	8	9	10	
		7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	
Bjuröklubb	N	2.36	2.77	3.02	3.71	—	9	25	10	6	—	50
Holmögadd	NNE	2.51	2.94	2.97	3.05	—	10	8	4	2	—	24
Lungö	NE	2.42	2.58	3.05	3.60	—	2	6	6	4	—	18
Bremö	NE	2.46	2.73	2.90	4.16	—	2	9	5	3	—	19
Storjungfrun	N	—	2.76	3.29	3.57	3.87	—	9	9	3	2	23
Understen	N	2.39	2.91	2.92	4.55	—	11	17	16	3	—	47

β) Vent du sud.

Stations	Dirac- tion du vent	Gradient					Nombre de jours					Total
		B e a u					f o r t	7	8	9	10	
		7	8	9	10	11	7	8	9	10	11	
Rjuröklubb	S	2.71	[4.67]	—	—	—	11	4	—	—	—	15
Holmögadd	SSW	2.68	2.84	3.02	3.31	—	9	11	1	2	—	23
Lungö	S	2.28	3.07	3.56	3.97	—	5	12	7	6	—	30
Bremö	SSE	3.39	—	—	—	—	6	—	—	—	—	6
Storjungfrun	S	2.80	2.86	—	3.29	—	4	11	—	2	—	17
Understen	SSE	2.61	[4.28]	3.15	3.52	—	4	2	8	1	—	15

2. Le gradient pour les vents soufflant normalement à la côte. Comme les gradients calculés disponibles étaient en petit nombre, les stations ont été ici traitées en bloc.

γ) Vent d'est.

	Beaufort				Nombre de jours	Direction du vent
	7	8	9	10		
Bjuröklubb						
Holmögadd	2.56	3.20	3.51	4.81	35	E
Storjungfrun						
Understen						
Lungö	2.52	3.00	3.37	4.50	21	SE
Bremö						

δ) Vent d'ouest.

	Beaufort				Nombre de jours	Direction du vent
	7	8	9	10		
Bjuröklubb						
Holmögadd	2.75	3.25	3.36	5.25	34	W
Storjungfrun						
Understen						
Lungö	2.71	3.22	3.38	5.00	—	NW
Bremö						

b) Pour déterminer la différence de valeur du gradient durant l'hiver (déc., janv., févr.) et durant l'été (juin, juillet, août), je l'ai étudié pour 2 stations, à savoir Bjuröklubb au nord et Storjungfrun au sud.

		Beaufort					Nombre de jours	
		7	8	9	10	moy.		
Bjuröklubb	• • • •	2.73	3.28	3.24	4.26	3.37	60	Hiver
	• • • •	2.70	2.40	2.54	3.50	2.79	29	Été
Storjungfrun	• • • •	3.00	2.75	3.12	[4.22]	3.27	47	Hiver
	• • • •	2.88	2.83	2.67	3.40	2.94	31	Été

Diff. 0.33

c) Pour déterminer l'influence de la variation barométrique des dernières 12 heures écoulées sur le quotient $\frac{v}{g}$ j'ai calculé la valeur moyenne pour ce quotient pour les baisses et hausses barométriques en intervalles de 3 mm. (3—5.9, 6—8.9 etc.)

(α) baisse.

	3	6	9	12	15	18	21 mm.
$\frac{v}{g}$	5.00	4.89	4.63	4.50	4.28	3.69	3.70
n	45	53	35	15	15	2	1

(β) hausse.

	5.44	5.03	4.96	4.75	5.60	6.20
$\frac{v}{g}$						
n	64	47	28	11	2	2

 v = la force du vent en mètres par seconde. g = le gradient barométrique. n = nombre de cas.

d) Quoique la courbure des isobares ne puisse être regardée comme représentant la courbure du trajet des molécules d'air que dans les cas où les dépressions sont stationnaires et où le vent souffle dans la direction de la tangente, j'ai pourtant tenté d'établir jusqu'à quel point la courbure des isobares influence le quotient $\frac{v}{g}$ si les dépressions sont presque stationnaires. J'ai donc examiné les cas où la variation barométrique durant les 12 heures précédentes était inférieure à 3 mm, la variation de la force de vent inférieur à 3 Beaufort et le changement de la direction inférieur à 45° . J'ai obtenu les valeurs suivantes:

(α) Vent du nord.

$\rho = 250$	500	1 000	1 500	2 000	∞ km.
$\frac{v}{g}$	5.68	5.89	5.87	5.69	5.60
n	6	18	24	7	10

(β) Vent du sud.

$\rho = 250$	500	1 000	1 500	2 000	∞ km.
$\frac{v}{g}$	5.40	5.63	5.57	5.50	5.86
n	2	11	11	5	14

 ρ = rayon de courbure en km.

Le gradient répondant à la même force de vent est donc plus petit pour le vent du nord que pour le vent du sud; la différence entre les gradients pour les vents d'est et d'ouest est petite, pourtant semble-t-il souvent être un peu moindre pour le vent de l'est. J'ai trouvé en outre que la relation entre force de vent et gradient dépend de la vitesse avec laquelle la pression barométrique change; les valeurs empiriques que j'ai obtenues le montrent avec évidence. Le gradient augmente plus vite que la force de vent dans une zone de baisse. Je n'ai pas pu avec certitude faire la même conclusion pour les zones de hausses; pourtant il me semble qu'ici la force de vent tend à augmenter plus rapidement que le gradient. L'examen du quotient $\frac{v}{g}$ et de la courbure des isobares ne montre aucune relation nette entre ces grandeurs.

Les valeurs de $\frac{v}{g}$, calculées d'après la formule:

$$\frac{v}{g} = \frac{17.73 T}{b \sin \varphi} \quad (T \text{ et } b \text{ selon HAMBERG})$$

et celles obtenues pour le point d'intersection des deux courbes (observées) dans la fig. 6 sont:

	Calculées.	Observées.
Bjuröklubb	7.12	5.05
Holmögadd	7.20	5.01
Lungö	7.28	5.30
Bremö	7.30	4.66
Storjungfrun	7.40	5.70
Understen	7.47	5.13

La relation entre la valeur «calculée» et la valeur «observée» de $\frac{v}{g}$ est 1.4.

Les valeurs moyennes de $\frac{v}{g}$ selon le tableau de la page 27 sont pour 7, 8, 9, 10 Beaufort resp. 4.75, 5.15, 5.61, 5.76.

Dans les cas, où le gradient pour les anticyclones a pu être mesuré avec une exactitude suffisante il s'est montré inférieur au gradient pour les vents autour d'une dépression. Voici les valeurs obtenues:

Beaufort	Gradient	n
7	2.87	44
8	2.88	46
9	2.20	12
10	2.62	10
Moyenne	2.39	Total 112

Il arrive bien souvent dans des cas d'anticyclones que le gradient est extrêmement petit.

La carte synoptique du 29 avril 1921 à 8 hres le matin (fig. 7) représente une pareille situation typique et ordinaire. Un anticyclone ayant son centre au-dessus de la Mer du Nord (780 mm) s'étend sur la Scandinavie et la Finlande; au sud-est pression plus basse et baissant lentement. A plusieurs endroits du golfe de Botnie souffle un grand vent (mi-tempête à Holmögadd) quoique le gradient, d'après les données dont nous disposons, soit très petit (environ 1.8). L'observation précédente c.-à-d. celle de 7 hres le soir du 28 avril, indique un vent du nord faible.

Pour une recherche plus approfondie de semblables cas, des observations des couches supérieures de l'atmosphère seraient surtout nécessaires.

Des courbes fig. 6 et des tableaux donnés, on peut déduire alors:

soit la force de vent la plus probable qui peut se faire sentir pour un certain gradient (suivre la longue courbe);

soit la valeur la plus probable du gradient équivalente à une force de vent donnée (suivre la courbe courte).

Cependant, en examinant la relation — graphiquement représentée — entre la force du vent et le gradient, on remarquera qu'elle n'est pas très stricte. Les facteurs influençant cette relation sont nombreux, entre autres ceux que j'ai étudiés plus haut.

En outre, on a également à prendre en considération plusieurs sources d'erreurs, comme par exemple, des fautes assez grossières qu'il est possible de commettre en lisant la

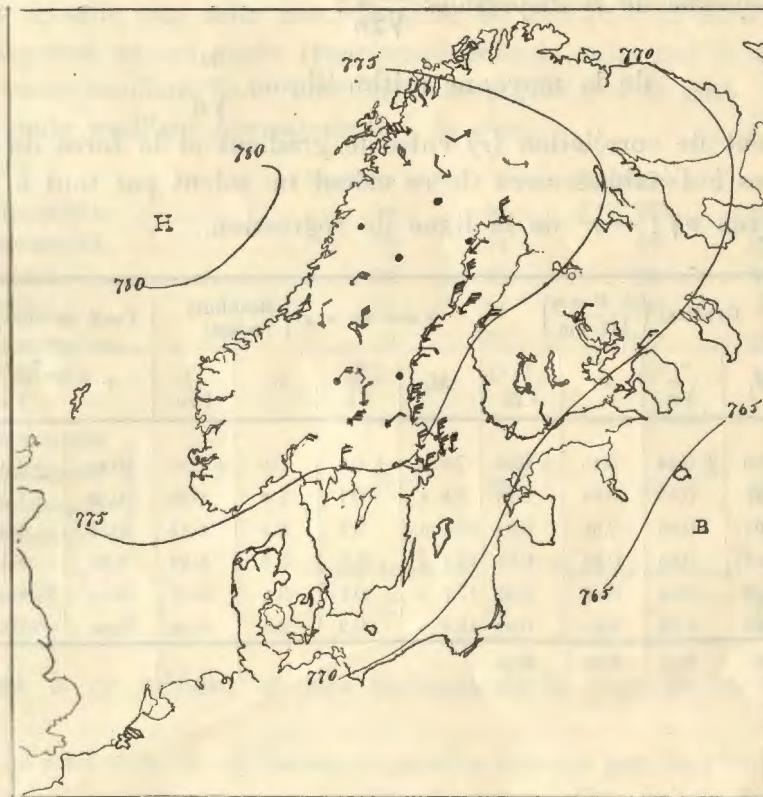


Fig. 7. Le 29 Avril 1921, à 8 h. du matin.

hauteur barométrique, des incertitudes concernant l'allure des isobares, des erreurs dans l'estimation du vent, des circonstances locales donnant lieu à croire, que le gradient fixé n'exprime pas le gradient réel à la station en question. C'est surtout aux stations côtières qu'il faut compter avec de pareilles complications. On a alors en ce cas à considérer, soit un gradient de température, soit un effet dynamique sur les courants d'air causé par le changement rapide entre des surfaces aux coefficients de frottements différents, à savoir la mer avec un coefficient de frottement très minime et la terre avec un coefficient plus grand. Cette différence est, en outre, la cause d'une «réfraction» (SHAW 1919) des isobares, qui croisent la côte, mais en même temps, d'une augmentation de la force du vent vers la côte. Le dit renforcement du vent peut être constaté sur les cartes synoptiques ci-jointes.

En particulier on peut voir un renforcement des vents du nord. Cela peut être soit un effet de la rotation de la terre, soit (par exemple à Bjuröklubb) un «effet de coin». En outre, on peut aussi supposer que l'air froid du nord se présente comme un grand vent au lieu de s'élever en rencontrant la côte. La stratification, la température etc. jouent un rôle dans ce phénomène.

Pour être en état de déterminer l'exactitude des valeurs qui figurent dans les tableaux de la page 27, et de celles que l'on obtient en employant les courbes de la fig. 6, j'ai finalement calculé les grandeurs suivantes:

1) la dispersion (σ) définie par

$\sigma^2 = \frac{\sum (m_i - M)^2}{n}$ et qui est égale à l'erreur moyenne d'une valeur mesurée.

m_i = les valeurs mesurées.

n = nombre de valeurs mesurées.

M = la moyenne arithmétique.

2) l'erreur moyenne de la dispersion: $\frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$;

3) » » de la moyenne arithmétique: $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$;

4) le coefficient de corrélation (r) entre le gradient et la force du vent, bien que les conditions nécessaires à l'établissement de ce calcul ne soient pas tout à fait réalisées.

5) l'écart moyen $\sigma\sqrt{1-r^2}$ de la ligne de régression.

V. La déviation de la direction du vent.

Pour les stations et dépressions ayant déjà servi au calcul du gradient, j'ai aussi mesuré l'angle entre la direction du vent et celle du gradient, sans rechercher cependant une précision plus grande que celle avec laquelle est indiquée la direction du vent. J'ai calculé la valeur moyenne de cet angle (représenté dans la suite par le signe α)

- a) pour des vents soufflant dans une direction parallèle à la côte
- b) pour des vents soufflant normalement à la côte.

	Vents du nord	<i>n</i>	Vents du sud	<i>n</i>
a. Bjuröklubb	54°	50	53°	15
Holmögadd	68°	24	66°	23
Lungö	76°	18	53°	30
Bremö	78°	19	74°	6
Storjungfrun	49°	23	75°	17
Understen	79°	47	61°	15
Vents d'est				
b. Bjuröklubb			Vents d'ouest	
Holmögadd				
Storjungfrun		70°	35	61°
Understen				34
Vents de sud-est				
Lungö		77°	21	66°
Bremö				27
Vents de nord-ouest				

En appliquant à ce tableau et aux tableaux de la page 28 les équations suivantes, j'ai calculé:

1) l'angle β , c'est-à-dire la déviation à gauche formée par la résultante des forces de frottement avec une direction opposée à celle du vent. Que cet angle normalement n'est pas = 0, comme on l'admettait auparavant, ÅKERBLOM l'a d'abord montré en ce qui concerne les vents au-dessus de Paris (Åkerblom 1908) et ensuite Koraen, Sandström, Hesselberg et d'autres pour d'autres endroits.

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \left(1 - \frac{k}{\sin \alpha} \right) \quad \text{D'après J. V. SANDSTRÖM.}$$

$$k = \frac{0.000\,146 v \sin \varphi}{G\delta}$$

$$G\delta = \mu g.$$

0.000 146 = le double de la vitesse angulaire de la terre

v = la vitesse du vent en m p. s.

φ = la latitude

δ = la densité de l'air

$$g = \frac{\Delta B \text{ mm}}{111 \text{ km}}$$

μ = une constante = 0.0012 (unités: m, kg, sec.)

2) le facteur b avec lequel on doit multiplier la vitesse du vent pour trouver la résultante des forces de frottement.

$$l = 0.000146 \sin \varphi + b \sin \beta. \quad \text{D'après HESSELBERG et SVERDRUP.}$$

$$c = b \cos \beta.$$

en posant

$$\frac{\sin \alpha}{v} = l;$$

$$\frac{\cos \alpha}{\delta G}$$

$$\frac{\cos \alpha}{v} = c.$$

$$\frac{\delta G}{\delta G}$$

Ces équations ne sont valables que pour les mouvements rectilignes et stationnaires, mais j'ai tenu compte de la courbure, en multipliant les valeurs obtenues par des facteurs appropriés. On doit ainsi multiplier les valeurs de k dans le tableau suivant par 1.53, 1.27, 1.13, 1.07 pour resp. 250, 500, 1 000 et 2 000 km de rayon (R) de courbure des trajectoires des molécules aériennes. Comme valeur moyenne de ce rayon on peut admettre environ 1 000 km, qu'on trouve d'après l'étude des cartes synoptiques.

C'est cette valeur que j'ai admise dans la suite pour R .

J'ai traité les mouvements comme étant stationnaires.

Dans le tableau suivant on trouve les valeurs de k , β_∞ ($R = \infty$), β_{1000} ($R = 1 000$), l et c .

Vents soufflant parallèlement à la côte.

Stations	k	d u n o r d				k	d u s u d			
		β_∞°	β_{1000}°	l	c		β_∞°	β_{1000}°	l	c
		0.000	0.000		0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
Bjuröklubb	0.64	16	9	168	122	0.54	23	18	200	149
Holmögadd	0.66	36	26	185	074	0.64	34	25	186	084
Lungö	0.64	53	46	195	052	0.58	20	13	178	134
Storjungfrun	0.63	10	3	151	131	0.53	54	47	210	054
Understen	0.57	64	60	217	042	0.54	34	28	204	114
Moyenne	0.63	36	28	$n = 162$		0.58	33	26	$n = 96$	

Vents soufflant normalement à la côte.

	k	d e l a m e r				k	d e l a t e r r e			
		0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
Bjuröklubb	0.54	50	44	228	083	0.51	36	30	220	126
Holmögadd	0.54	50	44	228	083	0.51	36	30	220	126
Storjungfrun	0.63	51	45	228	082	0.50	37	31	220	125
Understen	0.58	51	45	228	082	0.50	37	31	220	125
Lungö	0.56	61	56	225	053	0.52	44	38	227	125
Bremö	0.56	61	56	225	053	0.52	44	38	227	125
Moyenne	0.53	54	48	$n = 56$		0.50	39	33	$n = 61$	

Note. Dans les calculs concernant les vents soufflant parallèlement à la côte j'ai exclu Bremö, le nombre de valeurs mesurées pour les deux directions étant insuffisant et les observations étant d'ailleurs moins précises (voir chap. II et coeff. de correl. p. 33).

Comme valeur moyenne de α j'a obtenu 65° , les valeurs particulières variant entre 53° et 79° . Cet écart considérable dépend de circonstances locales différentes. On retrouve peut-être aussi, dans les résultats, la tendance de certains observateurs à indiquer la direction

du vent surtout par les quatre points cardinaux. Ce qui est particulièrement remarquable, c'est la valeur minime de α pour des vents du nord à Bjuröklubb et à Storjungfrun, et pour des vents du sud à Bjuröklubb et Lungö. Des circonstances orographiques en seraient la cause la plus importante.

Comme valeur moyenne de β_∞ j'ai obtenu 40° et $\beta_{1000} 34^\circ$. Les différentes valeurs varient cependant entre 10° et 64° pour β_∞ et entre 3° et 60° pour β_{1000} . L'angle β est en moyenne maximum pour les vents soufflant de la mer. k est plus grand pour les vents soufflant dans une direction parallèle à la côte que pour les vents normaux à la côte; maximum pour les vents du nord, minimum pour les vents d'ouest.

Comme valeur moyenne de b j'ai obtenu 0.000115 (unités: m, kg, sec.).

Vents soufflant

	du nord	du sud
Bjuröklubb	0.000 123	0.000 160
Holmögadd	084	090
Lungö	074	138
Storjungfrun	130	083
Understen	085	129

En raison des différentes influences locales sur ces vents, les valeurs particulières divergent.

Vents soufflant

	de la mer	de la terre
Bjuröklubb		
Holmögadd	{	0.000 145
Storjungfrun	0.000 115	
Understen		
Lungö	{	0.000 130
Bremö	0.000 095	

La différence de ces deux derniers groupes de valeurs est cependant faible. Cela dépend peut-être de ce que l'agitation de la mer pendant les périodes de grands vents augmente le frottement.

Il m'a semblé possible de décomposer le facteur b . Dans ce but j'ai supposé:

soit un composant $b_1 v$ faisant l'angle β_1 avec une direction opposée à celle du vent et représentant le frottement dans les couches supérieures; ce frottement serait le même pour toutes les directions du vent et toutes les stations;

soit un composant av dans une direction directement opposée à celle du vent et représentant le frottement dans les couches inférieures, et surtout l'influence de la terre; ce frottement serait variable avec les directions du vent et avec les stations. Cependant ces deux frottements ne sont pas strictement séparés; l'un d'entre eux peut comprendre une partie de l'autre.

Les équations analogues à celles de Hesselberg et Sverdrup deviendraient alors:

$$l = 0.000 146 \blacktriangle \sin \varphi + \frac{v^2}{R} + b_1 \sin \beta_1$$

$$c = a + b_1 \cos \beta_1$$

En employant les valeurs obtenues j'ai tenté de calculer le coefficient α , que nous appellerons « le coefficient local de frottement ». J'ai tracé les parallélogrammes des forces ($l = 0.000\ 146 \sin \varphi - \frac{v^2}{R}$ et c sont les composantes) et puis examiné ces figures tout en tenant compte de ces faits que les valeurs de b_1 et β_1 doivent être presque constantes, que les vents supérieurs sont plus grands et soufflent presque parallèlement aux isobares. Les valeurs moyennes, que j'ai obtenues à la suite de ces mesures, sont:

pour les vents soufflant normalement à la côte

1. de la mer

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.000\ 125; b_1 = 0.000\ 098, \\ \beta_1 &= 127^\circ; n = 56; 2 \text{ groupes.} \end{aligned}$$

2. de la terre

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.000\ 180; b_1 = 0.000\ 098, \\ \beta_1 &= 130^\circ; n = 61; 2 \text{ groupes.} \end{aligned}$$

Pour les vents soufflant parallèlement à la côte on a constaté quelques irrégularités (voir ci-dessus). J'ai, par suite, divisé les stations en deux groupes:

1. Holmögadd et Understen, situées en pleine mer et à peu près à 10 m d'altitude.

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.000\ 157; b_1 = 0.000\ 098, \\ \beta_1 &= 142^\circ; n = 109; 4 \text{ groupes.} \end{aligned}$$

2. Les vents du nord à Bjuröklubb et Storjungfrun ainsi que les vents du sud à Lungö rencontrent la côte dans des conditions analogues; ils soufflent vers une pointe. Des complications se produisent ainsi dans ces stations notamment par suite d'un étranglement du courant d'air.

Cependant j'ai tenté des calculs analogues et trouve:

$$\left(\begin{aligned} \alpha &= 0.000\ 227; b_1 = 0.000\ 098, \\ \beta_1 &= 150^\circ; n = 103; 3 \text{ groupes.} \end{aligned} \right)$$

Dans ce cas on obtient un grand valeur pour α , quoique le vent souffle de la mer.

L'examen des résultats auxquels je suis parvenu établit de quelle façon et dans quelle mesure la configuration du terrain, dans la Scandinavie septentrionale, influe sur l'orientation des vents proches de la surface terrestre. Les effets d'ordre local rentrent d'ailleurs dans cette catégorie de résultats.

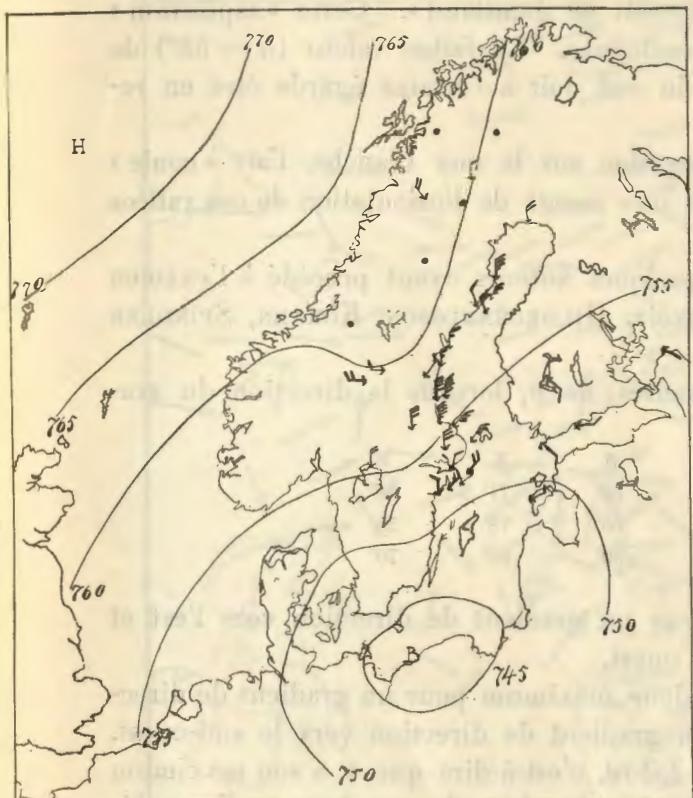
Les cartes synoptiques de la fig. 8 sont également destinées à montrer cette influence du terrain et de la côte sur la direction du vent.

Le 8 déc. 1919 une dépression régnait sur la partie méridionale de la mer Baltique; dans le golfe de Botnie soufflait un grand vent du nord, s'écartant, en plusieurs points, notamment des isobares (α étant petit).

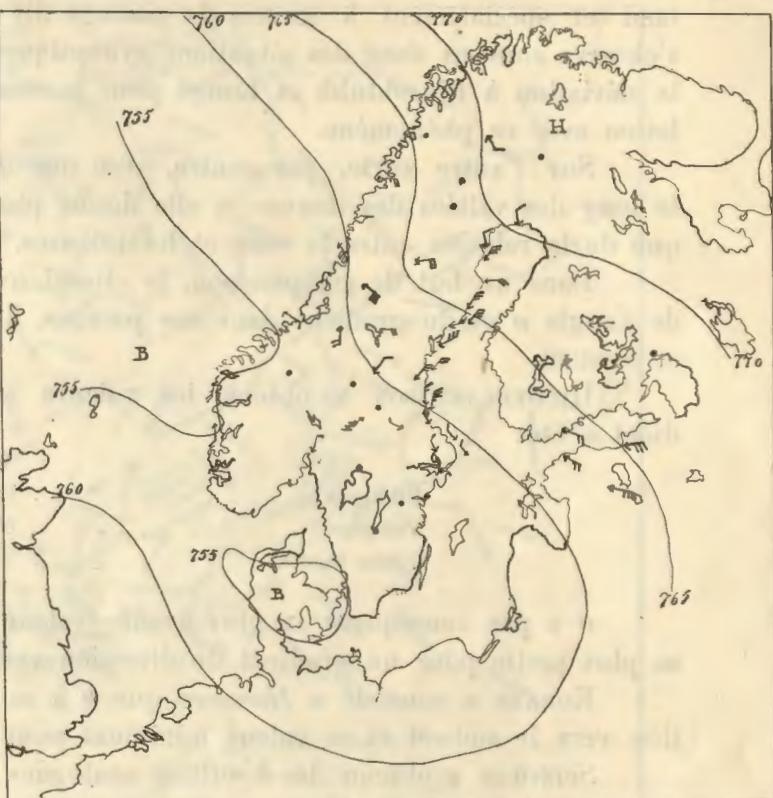
Le 3 janv. 1921, une dépression régnant sur le Danemark, les circonstances étaient les mêmes.

Sur les cartes du 28 août 1919 et du 13 juillet 1921, préalablement complétées par toutes les observations se trouvant à ma disposition sur les vents en Norrland et en Dalécarlie, on a indiqué les lignes des courants.

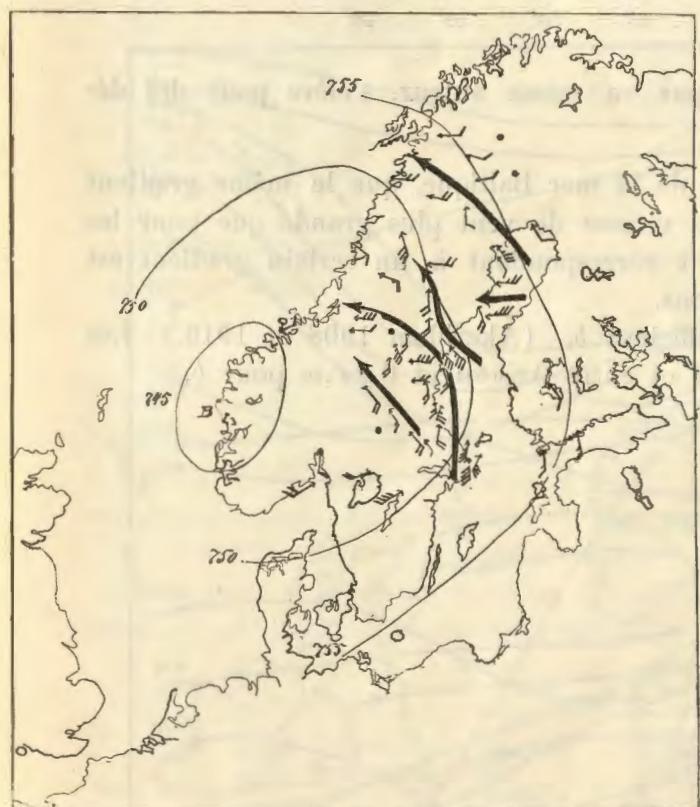
La première de ces cartes, présentant une dépression au sud-ouest de la Norvège, montre comment l'air, pour ainsi dire, est « aspiré » le long des vallées des fleuves du Norr-



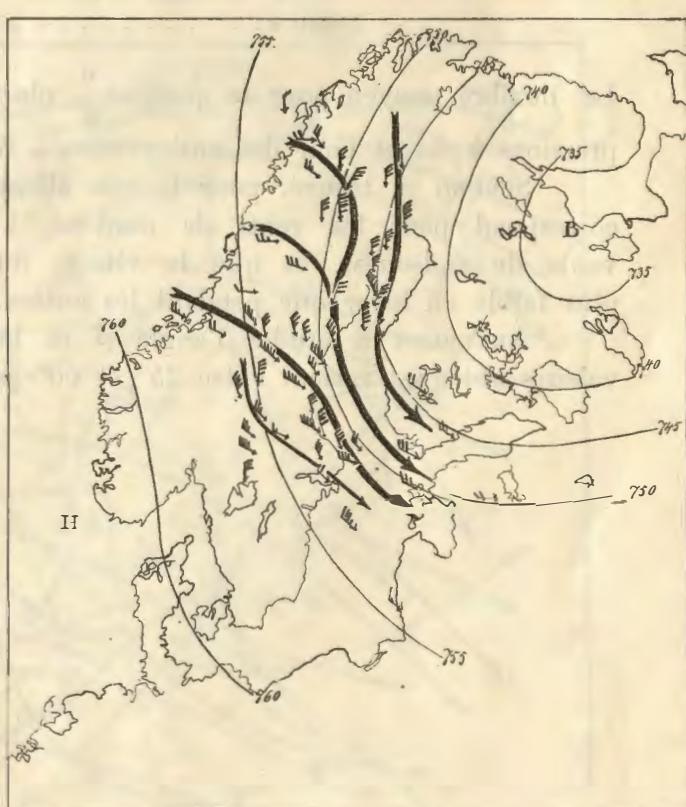
Le 8 décembre 1919 à 8 h du matin.



Le 3 janvier 1921 à 8 h du matin.



Le 28 août 1919 à 8 h du matin.



Le 13 juillet 1921 à 8 h du matin.

Fig. 8.

land et spécialement à travers le passage dit « détroit de Jämtland ». Cette « aspiration » s'observe souvent dans des situations synoptiques analogues. La faible valeur ($\alpha = 53^\circ$) de la déviation à Bjuröklubb et Lungö pour le vent du sud doit à certains égards être en relation avec ce phénomène.

Sur l'autre carte, par contre, avec une dépression sur la mer Blanche, l'air « coule » le long des vallées des fleuves et elle donne plutôt une image de l'orientation de ces vallées que de la relation entre le vent et les isobares.

Dans un but de comparaison, je citerai ici quelques auteurs ayant procédé à l'examen de l'angle α et du gradient dans nos parages, à savoir: HILDEBRANDSSON, KORAEN, SPINDLER et SPRUNG.

HILDEBRANDSSON a obtenu les valeurs suivantes de α , lorsque la direction du gradient a été:

	N	S	E	W
Utklippan	65°	66°	71°	58°
Väderöbod	58°	63°	78°	55°
Gotska Sandön	70°	69°	83°	70°

α a par conséquent sa plus grande valeur pour un gradient de direction vers l'est et sa plus petite pour un gradient de direction vers l'ouest.

KORAEN a constaté à *Hornsrev* que α a sa valeur maximum pour un gradient de direction vers le sud-est et sa valeur minimum pour un gradient de direction vers le sud-ouest.

SPINDLER a obtenu des résultats analogues à *Libau*, c'est-à-dire que α a son maximum pour des vents de nord-ouest et son minimum pour ceux de sud-est. Autour d'une dépression et pour une vitesse de vent de 18 m p. s. les valeurs de α sont:

Direction du vent	NE	SE	SW	NW
L'angle α	70°	53°	69°	78°

Le nombre moyen pour le quotient $\frac{v}{g}$, obtenu par ce même auteur, s'élève pour des dépressions à 6.8 et pour des anticyclones à 6.7.

SPRUNG a trouvé, pour la côte allemande de la mer Baltique, que le même gradient correspond pour les vents de nord-est, à une vitesse de vent plus grande que pour les vents de sud-ouest, et que la vitesse du vent correspondant à un certain gradient est plus faible en hiver que pendant les autres saisons.

ÅKERBLOM a étudié l'angle β et le coefficient b . (Åkerblom 1908 et 1916.) Les valeurs obtenues varient entre 25° et 60° pour β et entre 0.000 034 et 0.000 120 pour b .

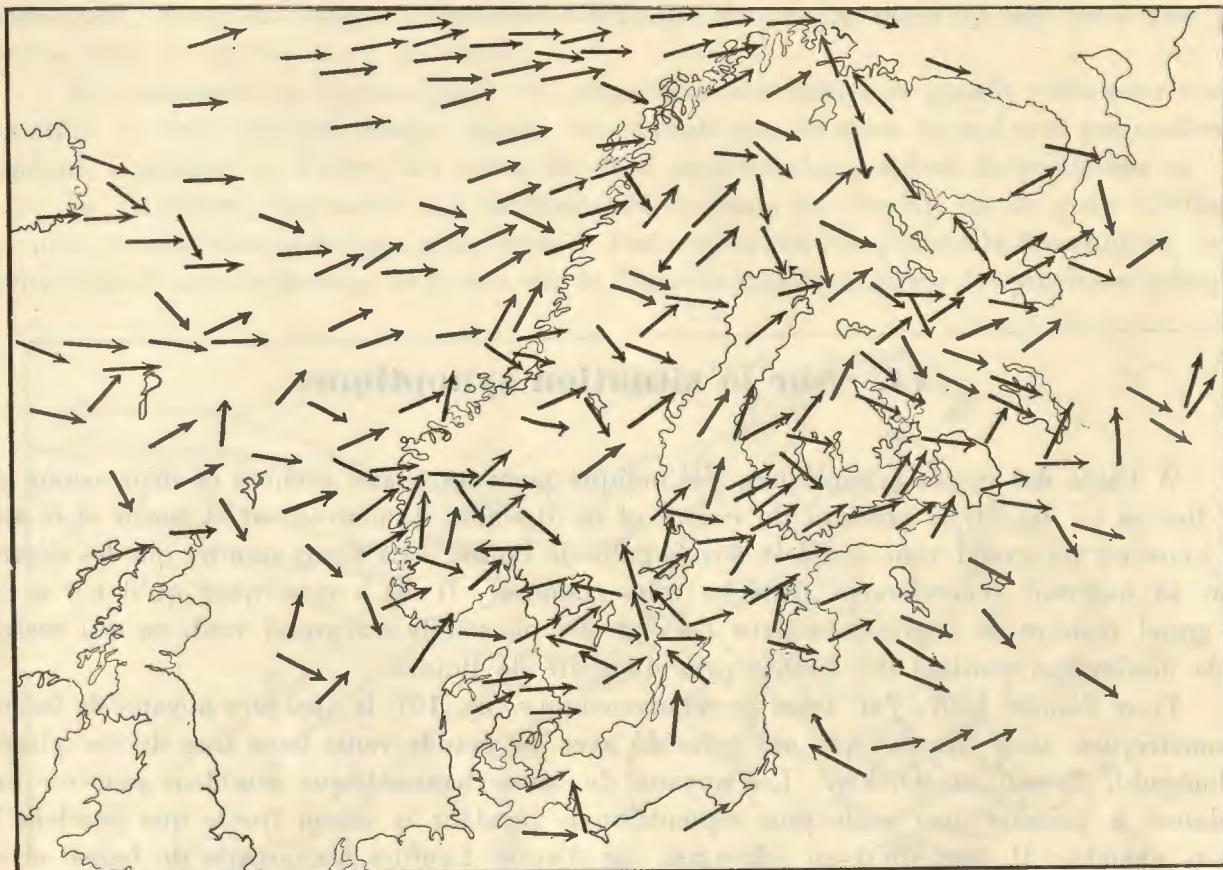


Fig. 9. La position (matin et soir) et la direction du mouvement des dépressions, aux périodes de grand vent sur le golfe de Botnie.

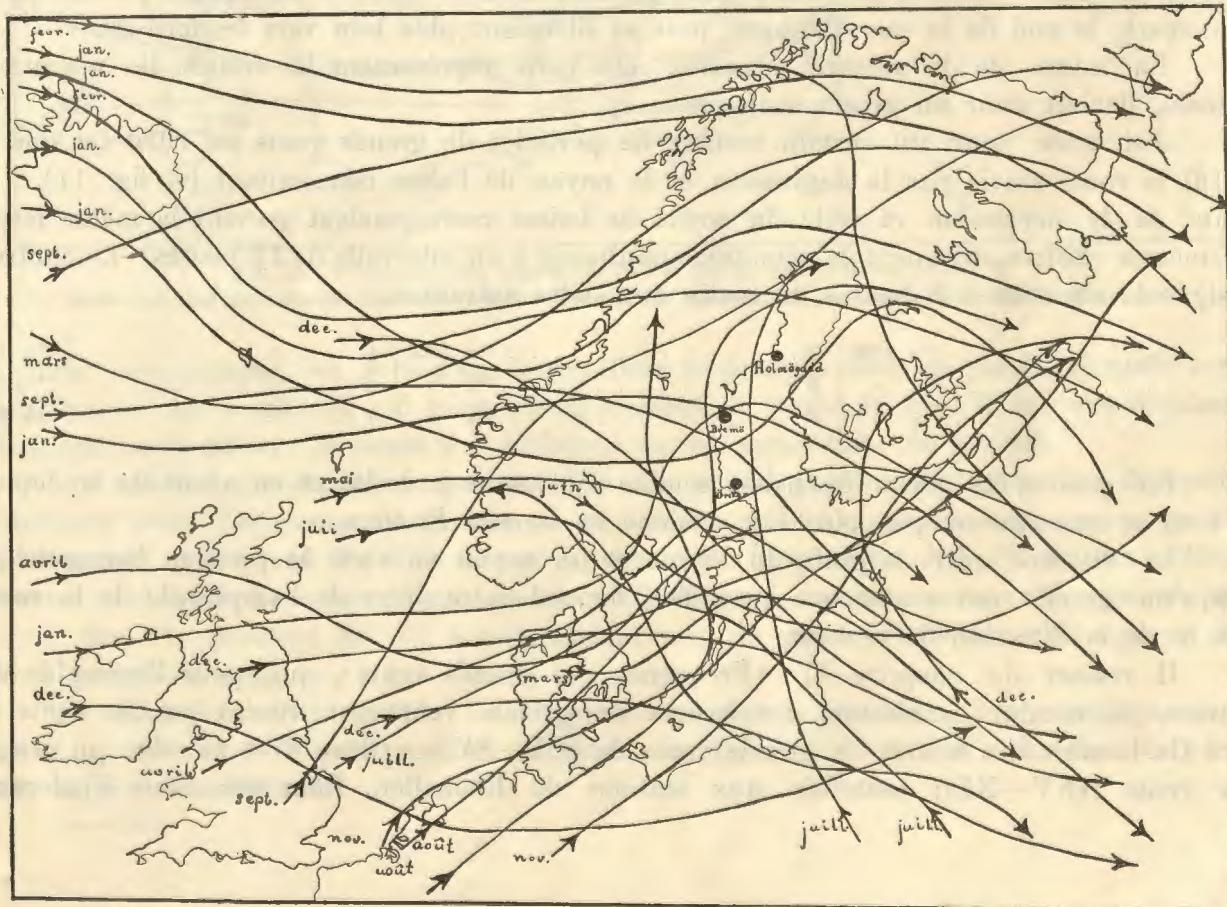


Fig. 10. Trajectoires des noyaux de baisse.

aux vents NNE—NE); toutefois, aux stations de Rödskallen, Hönniskär, Stora Fjäderågg, nord (le nombre des heures de grands vents de SSE—SV constitue 67 % de celles qui reviennent stations, le nombre maximum des heures de grands vents est atteint par les vents du

II ressort du chapitre IV « Fréquence des grands vents », que, pour l'ensemble des stations et de la direction de ce vent.

Lorsqu'un grand vent commence à souffrer, dépend entre autre de l'amplitude de la variation de distance entre le golfe du Botnie et un noyau où varie la pression barométrique

En général le noyau de basse semble se trouver à droite et en avant de la dépression en se mouvant un peu plus vite, comme la montre EKholm.

A	$\frac{25}{4}$ 1920	G	$\frac{12}{5}$ 1920	D	$\frac{19}{4}$ 1920	B	$\frac{27}{4}$ 1919	E	$\frac{18}{5}$ 1919	F	$\frac{16}{5}$ 1920	C	$\frac{26}{5}$ 1920
-------------	---------------------	-------------	---------------------	-------------	---------------------	-------------	---------------------	-------------	---------------------	-------------	---------------------	-------------	---------------------

désigne la situation à 8 heures du matin aux dates suivantes:

Les mêmes chiffres indiquent la situation simultanée à un intervalle de 12 heures. Le chiffre 1919) la route suivie par la dépression et le noyau de basse concordant (v. fig. 11). La route de la dépression et celle du noyau de basse correspondent (v. fig. 11).

J'ai trace pour un certain nombre de périodes de grands vents en 1920 (et une en 1919) la route suivie par la dépression et le noyau de basse concordant (v. fig. 11).

hausse, devrait avoir un aspect analogique.

En raison de la relation signalée, une carte représentant les routes des noyaux de

Danemark, le sud de la mer Baltique, puis se dirigeant plus loin vers le nord-est.

Surtout en juillet et août, une route plus au sud, trouvée par van Bebber, et passant par le hauze sont en relation avec les dépressions mouvantes. Elles persistent en grande partie, saison chaude. Il faut qu'il en soit ainsi, car d'après Ekholm les noyaux de basse et de tendance à prendre une route plus septentrionale pendant la saison froide que pendant la saison chaude. Pour l'année 1907, j'ai fait quelques sorties dans ces places: Holmögadd, Bremö ou Örskär. Les noyaux de basse barométrique semblent montrer une barométriques assez fortes, qui ont coïncidé avec de grands vents une de ces places:

Pour l'année 1907, j'ai trace le mouvement (v. fig. 10) de quelques noyaux de basses

de la diminution sensible des flèches près du golfe de Botnie.

Un grand nombre de dépressions dans les endroits où souffle un grand vent, ce qui ressort des journées où un grand vent souffrait sur le golfe de Botnie. La figure montre que les dépressions se meuvent généralement dans les voies connues. Il est à remarquer qu'il n'y a pas de la diminution sensible des flèches près du golfe de Botnie.

VI. Sur la situation synoptique.

Holmögadd, Skag et Lungö, le nombre des heures de grands vents du sud est à peu près égal à celui de grands vents du nord.

En examinant les courbes (fig. 1—4), répartition des heures de grands vents pour chaque direction du vent pendant chaque saison, on constate que les vents du sud sont prépondérants pendant l'automne et l'hiver, les vents du nord au contraire pendant le printemps et l'été.

La condition nécessaire à l'établissement de vents du N—NE sur le golfe de Botnie est une pression atmosphérique plus basse à l'est ou au sud-est que sur la Scandinavie, ce qui arrive quand une dépression se trouve sur la Finlande méridionale, sur les provinces baltiques,

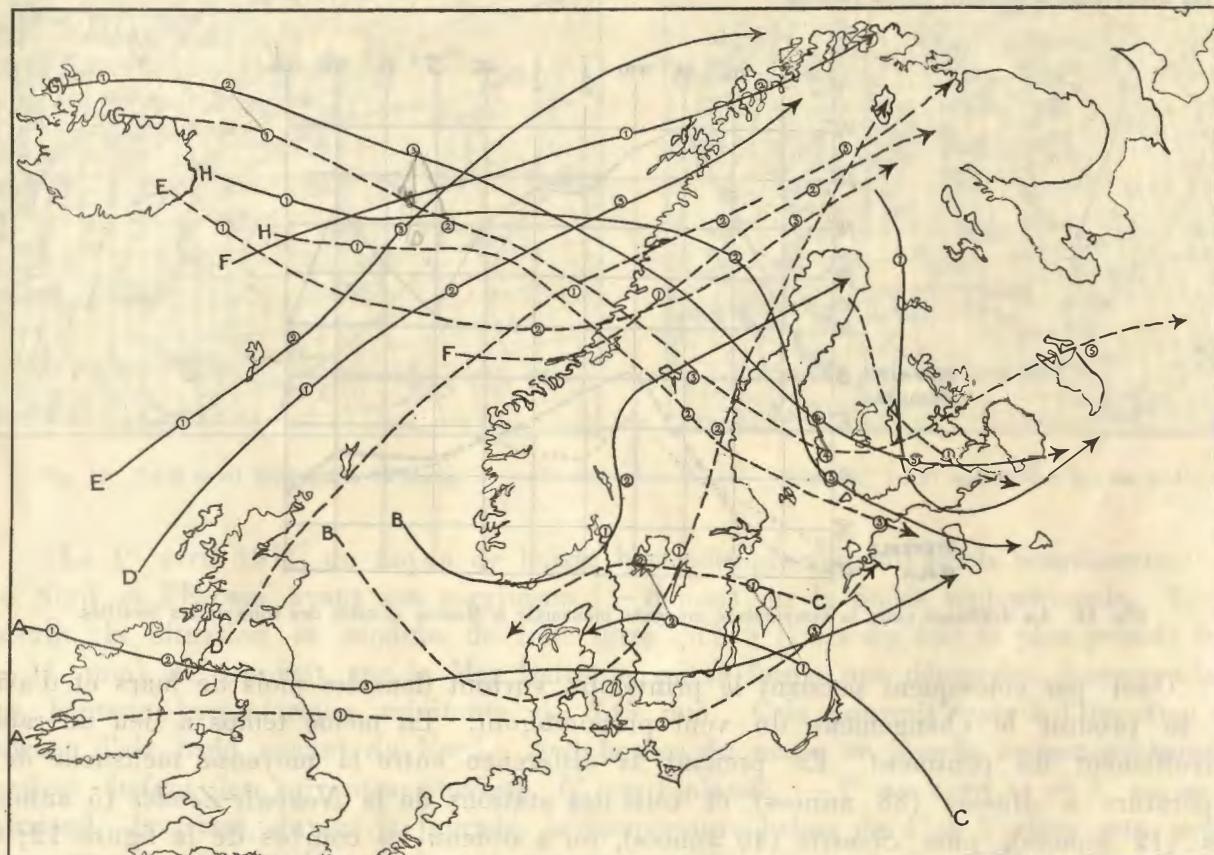


Fig. 11. Trajectoires des dépressions (—) et des noyaux de baisse (— — —).
Celles qui sont associées ont les mêmes lettres. Les chiffres indiquent les positions à intervalle de 12 heures.

ou dans ces parages, ou lorsqu'un anticyclone se présente avec sa partie orientale sur la Scandinavie. La condition qui régit l'établissement de vents du S—SW est une dépression atlantique (souvent aux environs des Lofoden) ou un anticyclone au sud-est.

Au cours d'une étude, comprenant 170 cas, sur la position du centre des dépressions coïncidant avec l'existence de grands vents à Holmögadd (appartenant au groupe précité), j'ai constaté que, parmi les dépressions siégeant dans le quadrant NW, 76 % étaient liées à l'existence de grands vents d'automne ou d'hiver; au contraire parmi celles qui se trouvaient dans le quadrant SE, 59 % coïncidaient avec de grands vents de printemps ou d'été (43 % pour l'été seul).

Pendant la saison chaude les dépressions passent plus au sud — ainsi que je l'ai signalé plus haut — que pendant la saison froide, ce qui est une cause de changement dans la direction du vent.

On voit dans le tableau I que les vents du nord sont prépondérants pendant les mois suivants:

Rönnskär	avril—oct.
Fjäderägg	mars—sept.
Holmögadd	avril—sept.
Skag	mars—août
Lungö	mars—oet.

Note. Il n'est pas possible de tenir compte de Rödkallen dans ce tableau, car cette station ne poursuit pas les observations pendant toute l'année.

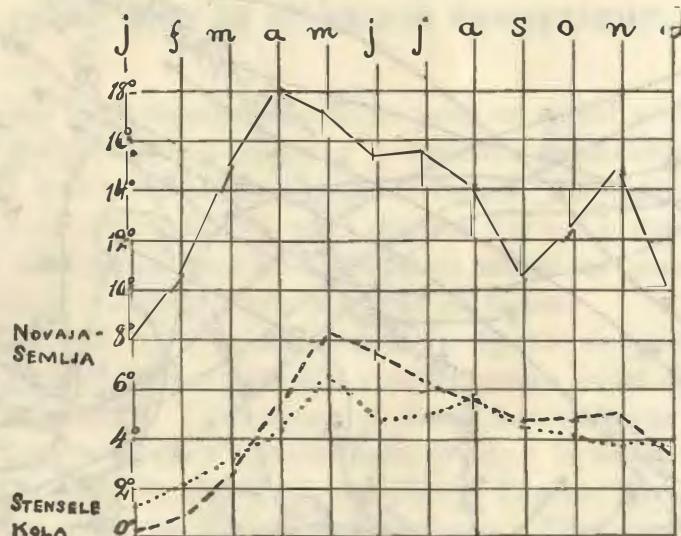


Fig. 12. La différence entre la température moyenne mensuelle à Moscou et celle des trois autres localités.

C'est par conséquent pendant le printemps, surtout dans les mois de mars et d'avril, que se produit le changement du vent prépondérant. En même temps a lieu un rapide réchauffement du continent. En prenant la différence entre la moyenne mensuelle de la température à *Moscou* (83 années) et celle des stations de la *Nouvelle-Zembla* (5 années), *Kola* (12 années), puis *Stensele* (40 années), on a obtenu les courbes de la figure 12; ces courbes montrent que les variations de cette différence atteignent leur maximum en mars—avril, ou mai, c'est-à-dire justement à l'époque où se produit le changement de vent relaté ci-dessus.

L'accroissement de cette différence de température favorise le renforcement ou la formation des dépressions. Dans son ouvrage «Die Ausbreitung kalter Luft in Russland und Nord-asien» v. FICKER a trouvé que la mer située à l'est du Spitzberg est le point de départ des vagues de froid pendant la saison chaude. De ce point passent, favorisés par certaines circonstances orographiques, des courants d'air froid sur la mer Blanche et la Finlande ainsi que sur la Russie et la Scandinavie. C'est la présence, sur le continent, d'air chauffé par le sol sous l'influence des rayons solaires qui permet à l'air froid de se propager en fournitissant, comme on le sait, l'énergie nécessaire à la création de dépressions.

C'est surtout cette formation ou augmentation des dépressions pendant la saison chaude sur la Finlande méridionale jusqu'aux provinces Baltiques, qui détermine les vents du N—NE. J'ai eu plusieurs fois l'occasion d'observer des cas analogues sur les cartes synoptiques. En voici deux:

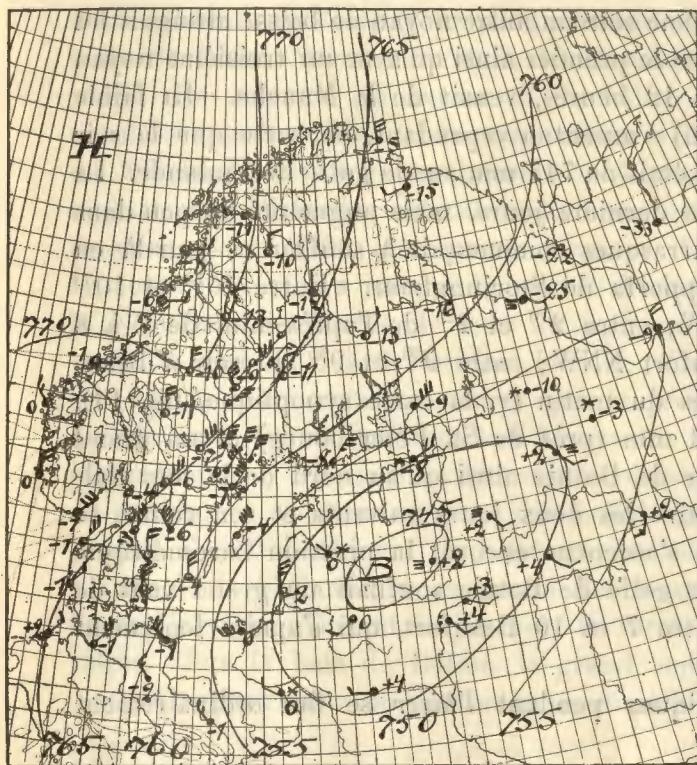


Fig. 13. Le 4 avril 1911 à 8 h du matin.

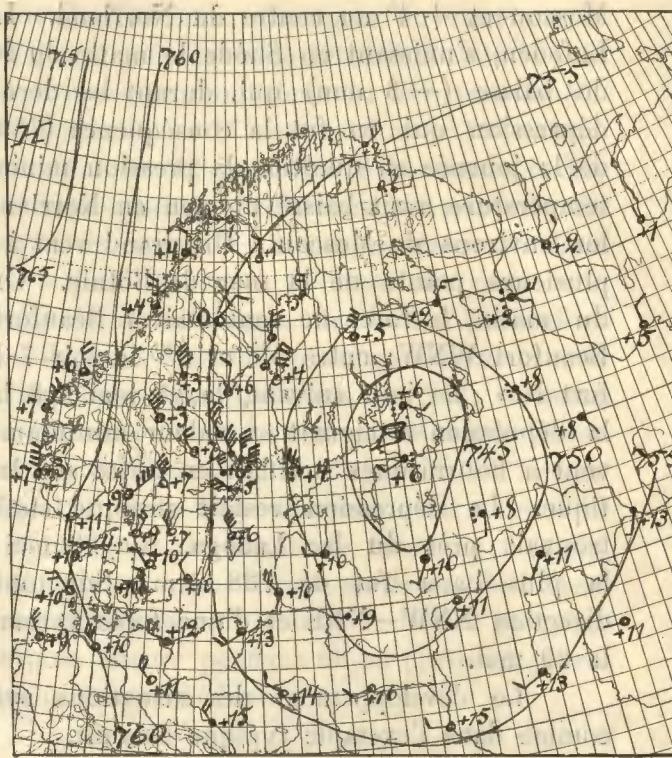


Fig. 14. Le 27 mai 1907 à 8 h du matin.

Le 1^{er} avril 1911, un noyau de baisse barométrique s'étendit sur la Scandinavie, la Mer du Nord et l'Ecosse, ayant son maximum (-8 mm) sur la Suède septentrionale. Le jour suivant, la situation se modifia de telle sorte qu'à 9 heures du soir la plus grande baisse (-11 mm) se trouvait sur la Mer Baltique, où se forma une dépression correspondant à une hauteur barométrique minimum de 745 mm. Cela pourrait tenir à l'irruption d'un courant d'air froid venant du Nord. A 8 heures du matin ce jour-là, les températures respectives étaient les suivantes: environ 0° en Finlande, -7° au nord et $+3^{\circ}$ au sud du Norrland. Pourtant, durant la journée, la température baissa de 4° à 5° dans cette zone en même temps qu'elle s'éleva de la même valeur en Estonie et à l'ouest de la Russie, ce qui dépendait en partie du réchauffement du sol, le ciel étant presque sans nuages. Dans la nuit du 2 au 3 avril un grand vent commença à souffler dans toutes les eaux suédoises. La direction du vent était en majeure partie NE et la force atteignit à plusieurs endroits 10 Beaufort. La température continua à baisser en Scandinavie et en Finlande de sorte que le 4 avril, à 8 heures du matin (v. la carte synoptique, fig. 13), on notait -10° à -13° en Norrland et Finlande, -20° et au-dessous sur la mer Blanche et $+3^{\circ}$ aux environs de Moscou.

La dépression, qui d'abord se mouvait vers l'est, diminua lentement. Durant la matinée du 5 avril le vent s'affaiblit jusqu'à moins de 7 Beaufort.

Le 25 mai 1907 à 8 heures du matin, un noyau de baisse barométrique (-2.4 mm) régnait au-dessus du nord de la Finlande; la pression atmosphérique était basse au NE et haute (770 mm) dans les parages de l'Islande. Les températures étaient les suivantes: environ 0° près de la mer Blanche, $+8^{\circ}$ dans l'est de la Finlande et au sud-est jusqu'à

Moscou et + 4° au centre du Norrland. Le même soir un autre noyau de baisse atteignit les Lofoden, s'unissant en Suède le matin du 26 avec le premier ainsi qu'avec un troisième noyau de baisse (- 3 mm) qui, durant les dernières 12 heures, venait de la Manche. La faible dépression qui en fut la conséquence (753 mm) s'accentua cependant, en sorte que le soir de la journée en question la pression minimum était de 747 mm sur le golfe de Finlande. La température avait baissé un peu en Norrland les derniers jours, mais augmenté un peu dans les environs de Moscou. Un grand vent à bourrasques commençait à souffler ce jour-là en plusieurs points de la mer de Botnie. On rapporta de Storjungfrun: « Entre 10¹⁵ et 10³⁰ du matin, la force de vent était 7 Beaufort NW; entre 2¹⁰ et 2²⁵ de l'après-midi de 7 à 8 Beaufort WNW; entre 5⁴⁵ et 6³⁰ le soir 7 Beaufort NNW; entre 9³⁰ et 9⁵⁵ du soir 7 Beaufort N. » Le jour suivant, le 27 mai à 8 heures du matin (v. la carte synoptique, fig. 14), la dépression atteignait sa valeur minimum 743 mm (près de St. Pétersbourg) et un grand vent à bourrasques soufflait en outre sur la mer de Botnie ainsi qu'au nord de la mer Baltique. La dépression restait presque stationnaire les deux jours suivants et son centre se trouvait près du lac Ladoga. Le 28 mai elle s'accentua encore; la pression barométrique la plus basse fut de 738 mm. Sur toute le golfe de Botnie soufflait un grand vent de direction NNW—NNE et d'une force variant entre 7 et 10 Beaufort, qui s'apaisa lentement le 29 mai.

Le développement des situations synoptiques pendant *l'hiver* se fait ordinairement comme dans l'exemple typique suivant.

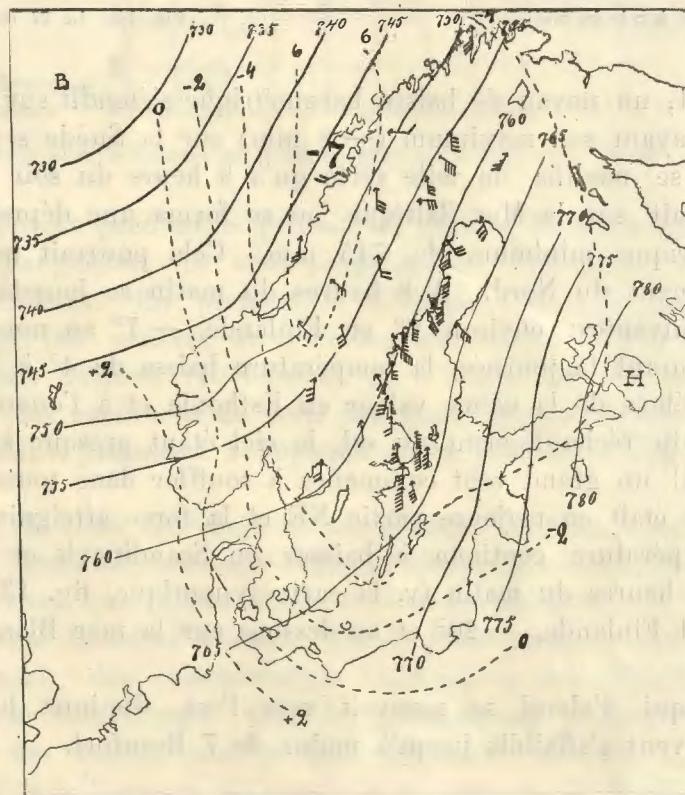


Fig. 15. Le 25 janvier 1920 à 8 h du matin.

Une dépression, dite atlantique, se déplaçant lentement vers le NE a son centre (730 mm) sur la mer du Nord et un noyau de baisse barométrique (- 7 mm) se trouve près

des Lofoden. A l'est, la pression atmosphérique est de 780 mm. La force du vent sur le golfe de Botnie varie entre 4 et 10 Beaufort. Les jours précédents la situation était la suivante: les noyaux de hausse et de baisse barométriques se mouvaient du SW vers le NE par-dessus la Scandinavie, la température s'élevait d'environ -17° au nord et -10° au sud du Norrland jusqu'à respectivement -7 et environ 0° . Le 22 janvier à 8 heures du matin régnait sur l'Islande une aire de basse pression atmosphérique (732 mm) et une aire de pression élevée (773 mm) sur la France. Un noyau de baisse (-8 mm) se trouvait, dans la soirée du même jour, à l'ouest de l'Islande et le jour suivant à 8 heures du matin sur la Norvège. Ce jour-là, le vent du sud sur le golfe de Botnie augmenta de 1 à 3 Beaufort le matin jusqu'à 3 à 6 Beaufort le soir. La force du vent s'accrut davantage durant la nuit du 23 au 24, en même temps que la pression atmosphérique diminuait au NW, en sorte qu'elle était 4 à 8 Beaufort à 8 heures du matin le même jour. Le soir un noyau de baisse barométrique (-9 mm) se trouvait au-dessus des îles de Shetland; le 25 janvier à 8 heures du matin, il se trouvait près des Lofoden (v. fig. 15) et la force du vent avait augmenté jusqu'à 6—10 Beaufort. A 7 heures du soir le même jour, le noyau de baisse se trouvait à l'est de la Finlande et un noyau de hausse s'étendait en même temps au-dessus de l'ouest de la Norvège. Durant la journée, la force du vent diminua sur la mer de Botnie jusqu'au calme. Sur la baie de Botnie, le grand vent continua encore pendant un ou plusieurs jours.

On peut citer de nombreux exemples analogues au précédent.

VII. Bibliographie.

- Atlas of Meteorology, Bartholomew's Physical Atlas — Volume III. The Geographical Institute, Edinburgh, July 1899.
- BJERKNES, J., and SOHLBERG, H., Meteorological conditions for the formation of rain. Geofysiske Publikationer Vol. II N:o 3. Utgit av den Geofysiske Kommission. Kristiania 1921.
- BJERKNES, V., Dynamic meteorology and hydrography. I et II Washington 1910 et 1911.
- DEFANT, A., Wetter und Wettervorhersage. Leipzig und Wien 1918.
- EKHOLM, N., Om de vetenskapliga metoderna för väderleksförutsägelser, särskilt stormvarningar. Betänkande med förslag i fråga om förläggande till Göteborg av en avdelning av Statens Meteorologisk-Hydrografiska Anstalt. Göteborg 1921.
- EXNER, F. M., Dynamische Meteorologie. Leipzig 1917.
- FAIRGRIVE, J., On the relation between the velocity of the gradient wind and that of the observed wind. Met. Office. N:o 210 i. London 1914.
- v. FICKER, Die Ausbreitung kalter Luft in Russland und Nordasien. Wien. Sitz.-Ber. Abth. II a Bd 119, 1910.
- GOLD, E., Barometric Gradient and Wind Force. Met. Office. N:o 190. London 1908.
- GRENNANDER, S., Über das Erscheinen der Seebrise an der schwedischen Ostküste. Thèse. Upsala 1912.
- HAMBERG, H. E., Sur la variation diurne de la force du vent. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 5. N:o 24. Stockholm 1880.
- — Medeltal och extremer av lufttemperaturen i Sverige 1856—1907. Bihang till Meteorolog. Iakttagelser i Sverige. Vol. 49. 1907. Upsala 1908.
- v. HANN, JULIUS, Lehrbuch der Meteorologie. 3:e Aufl. Leipzig 1915.
- HESELBERG, TH., Über die Beziehung zwischen Luftdruck und Wind im nicht stationären Fall. Veröff. des Geophys. Inst. der Universität Leipzig. Ser. II., Heft. 7.
- — Über eine Beziehung zwischen Druckgradient, Wind und Gradientenänderungen. Ibid. Heft. 8.
- HESELBERG, TH., SVERDRUP, H. U., Über den Einfluss der Gebirge auf die Luftbewegung längs der Erdoberfläche und auf die Druckverteilung. Ibid. Heft. 4.
- HILDEBRANDSSON, H. HILDEBRAND, Sur la distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométriques. Upsala 1883.
- Instruktion för Stormvarningsstationerna. Utf. av Kungl. Landtbruksstyrelsen. 25 aug. 1905.
- Ny instruktion för Stormvarningsstationerna. Utf. av Kungl. Landtbruksstyrelsen. 11 nov. 1913.
- Instruktion för Meteorologiska observationers utförande vid Svenska Fyrstationer. Av Nautisk-Meteorologiska Byrån 1879.
- KORAEN, TAGE, Sur les relations du gradient barométrique avec le vent etc. Thèse. Upsala 1910.
- Lista över Svenska fyrar*, utgiven av Kungl. Lotsstyrelsen. Stockholm 1920.
- SANDSTRÖM, J. W., Über die Beziehung zwischen Luftdruck und Wind. K. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 45. N:o 10. Stockholm 1910.
- SHAW, NAPIER, The relation of the wind of the distribution of barometric pressure. Manual of Meteorology. Part. IV. Met. Office. N:o 234. Cambridge 1919.
- SHAW, W. N., and LEMPFERT R., The Life History of Surface Air Currents. Met. Office. N:o 174. London 1906.

- SPINDLER, I., Die Abhängigkeit der Stärke und Richtung des Windes von der Grösse und Richtung des Gradients an den Küsten des Baltischen Meers. Repertorium für Meteorologie. Bd. VII. N:o 5. Petersburg 1879.
- SPRUNG, A., Studien über den Wind und seine Beziehungen zum Luftdruck. Aus dem Archiv der Deutsch. Seewarte. II Jahrgang N:o I u. II. Hamburg 1879.
- SVERDRUP, H. U., HOLTSMARK, J., Über die Reibung an der Erdoberfläche und die direkte Vorausberechnung des Windes mit Hilfe der hydrodynamischen Bewegungsgleichungen. Veröff. des Geophys. Inst. der Universität Leipzig. Ser. II. Bd. II. Heft. 2. Leipzig 1917.
- Svensk Lots.* Del III. Utg. av Kungl. Sjökarteverket. Stockholm 1911.
- TAYLOR, G. I., Phenomena Connected with Turbulence in the Lower Atmosphere. Roy. Soc. Proc. Ser. A. Vol. XCIV. London 1918.
- — Skin Friction of the Wind on the Earth's Surface. Ibid. Vol. XCII. London 1916.
- WALLÉN, AXEL, Sur le contrôle des annonces de tempêtes. Geografiska Annaler 1921, H. 3.
- WILD, H., Neue Normal-Lufttemperaturen für das Russische Reich. Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences Classe Phys.-Math. Vol. I n:o 8, Petersburg 1894.
- ÅKERBLOM, F., Recherches sur les courants les plus bas de l'atmosphère au-dessus de Paris. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsaliensis. Ser. IV. Vol. 2. N 2. Upsala 1908.
- — Über die Beziehungen zwischen Luftdrucksgradient, Wind und Reibung bei stationärer, geradliniger Bewegung. Arkiv f. Mat. Astr. o. Fys. Band 11 N:o 18. Stockholm 1916.

Pl. II

