

LES ORAGES
DANS
LA PÉNINSULE SCANDINAVE

PAR

H. MOHN

ET

H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON.

(PRÉSENTÉ À LA SOCIÉTÉ ROYALE DES SCIENCES D'UPSAL LE 12 FÉVRIER 1887).



N. 1407.

ENSU Teaduste Akadeemia
Tartu Geofüüsika Observatoorium

V-6185



UPSAL.
EDV. BERLING, IMPRIMEUR DE L'UNIVERSITÉ.
1888.

I. INTRODUCTION.

C'est, comme on le sait, LE VERRIER, qui le premier organisa pour l'étude des orages un réseau de stations pourvu des instructions et des formulaires, qui dans la suite ont été, presque sans changements, adoptés dans la plupart des pays. Les premiers réseaux de stations de ce genre, hors de France, furent établis par nous en 1867 en Norvège, et en 1871 en Suède. Ces observations faites en France et dans la Péninsule Scandinave, conduisirent à la découverte des lois générales de l'origine de ces phénomènes et de leur extension, aussi bien qu'à la fixation de leurs périodes diurne et annuelle.

Déjà M. FRON, qui a étudié, et qui étudie encore les observations des orages en France, trouva directement que les orages ne sont pas seulement des phénomènes localisés, mais qu'ils avaient des rapports intimes avec les minima barométriques, et qu'ils apparaissent dans la partie antérieure des tempêtes de tourbillons, puis, en suivant leurs mouvements (en général de l'ouest à l'est) s'avancent sur une grande étendue de la surface terrestre. En prenant dans chaque station la moyenne de l'heure du commencement et de celle de la fin des orages, et en transportant ces chiffres à leurs places respectives sur une carte, il fut facile de tracer des lignes à moments égaux, »*Lignes isochrones*», et par là d'avoir une représentation graphique du mouvement successif de l'orage. »Cette surface, dit-il ¹⁾, dans laquelle se meuvent les nuées orageuses, peut être assimilée, comme première approximation, à un anneau ou tore animé d'un mouvement de rotation autour de son axe, situé à une certaine distance du sol, ayant une région dangereuse, et entraîné par le courant général». Mais outre ces orages se propageant régulièrement,

1) E. FRON: »Sur la marche des périodes orageuses en France, pendant l'année 1866». Annuaire de la Soc. Météorologique de France. T. XVI. p. 28. 1868.

il y avait et l'on observait dès le commencement »des orages erratiques». Déjà dans la préface du premier ouvrage sur cette question, dans l'Atlas des orages de l'année 1865, LE VERRIER dit: »Souvent lorsque les nuées orageuses venant de la mer ont envahi le ciel, la foudre commence à gronder dans quelques départements de l'intérieur; elle éclate simultanément en plusieurs points du territoire», . . . Tandis que les orages s'avancant régulièrement semblent être à tel point indépendants de la nature du sol, que »si les accidents du sol, les chaînes de montagnes, les vallées, les forêts exercent une action sur les nuages inférieurs, leur influence est souvent peu considérable sur l'ensemble du phénomène, qui se propage dans les régions supérieures, avec sa vitesse propre et indépendante des saillies du sol».

Les recherches sur les orages en Norvège ont conduit à un résultat encore plus précis touchant les conditions atmosphériques dans lesquelles les orages se forment. Les conditions qui paraissent indispensables à la formation des orages sont *des courants ascendants contenant une quantité considérable de vapeur d'eau*. Pour que les courants ascendants s'établissent il faut en première ligne une température élevée. La vapeur d'eau contribue, par sa condensation dans la région des nuages, puissamment à la force des courants. On peut signaler deux espèces de conditions atmosphériques qui sont favorables à la formation des orages. Toutes les deux sont accompagnées de courants ascendants; la différence entre elles consiste seulement en ce qui concerne le mouvement. Pendant les mois d'été le rayonnement solaire produit une température élevée. L'air puise les vapeurs de la mer ou des nappes d'eau et monte en donnant lieu à la formation des nuages et des orages. On peut appeler ces orages, *orages de chaleur*. Ils se produisent le plus souvent dans les parties centrale et orientale du pays. Dans les orages de chaleur la force du vent, la vitesse des nuages, la force des éclairs, du tonnerre et de la pluie, ainsi que l'écart de l'état hygrométrique, sont plus faibles, pendant que la température est de beaucoup plus haute et la quantité de vapeur d'eau un peu plus élevée que dans les orages en général. Les orages de chaleur sont bornés à la saison chaude, l'insolation étant insuffisante pour les produire pendant l'hiver. La relation entre la période diurne des orages et les orages de chaleur est évidente; ils sont tous des résultats de la même cause: l'influence des rayons du soleil sur la terre. La condition la plus favorable à la formation des orages se présente, quand un centre de dépression barométrique, accompagné d'un mouvement tournant, venant de l'Atlantique, se

transporte vers la Norvège, ou au-dessus. C'est à la partie antérieure, ou orientale, d'un tel tourbillon à laquelle appartiennent la plupart des vents du sud avec leur grande quantité de vapeur et leur haute température, que se trouvent les vents les plus fréquents pendant les orages. Les orages appartenant à la partie postérieure des tourbillons, sont des phénomènes très rares. Les orages engendrés par les tourbillons sont beaucoup plus fréquents que ne le sont les orages de chaleur. La plupart des orages sur les côtes sont *des orages de tourbillon*, et les orages d'hiver ont toujours cette origine. On ne doit cependant pas regarder un orage de tourbillon comme formé d'une couche de nuages à hautes tensions électriques, que le vent pousse devant lui. On peut dire, que la propagation des orages n'est pas due seulement au transport des nuages, dont l'électricité devrait se perdre dans un long trajet, mais plutôt à la production nécessaire des conditions spéciales, nécessaires à la formation des nuages orageux, parmi lesquelles nous mettons en première ligne, *des courants ascendants chauds et humides*¹⁾.

Les recherches en Suède confirment pleinement les résultats auxquels on était parvenu en France et en Norvège. Dans ce pays aussi les orages sont de deux espèces différentes, orages de tourbillon et orages de chaleur. Toutefois en Suède il est *impossible de tracer une limite bien déterminée entre ces deux espèces d'orages*. En effet, elles se présentent souvent simultanément dans des parties du pays, voisines l'une de l'autre. Or, lorsque le baromètre accuse un fort minimum, pendant lequel le courant d'air ascendant est très nettement marqué, les orages offrent aussi une grande régularité dans leurs mouvements progressifs; mais lorsqu'il y a une faible dépression, le tourbillon agit plutôt comme facilitant la formation des orages locaux aux heures les plus chaudes du jour et dans les endroits les plus propices. Dans ce cas, on ne peut pas plus remarquer de progression régulière que dans les orages de chaleur proprement dits.

Les orages les plus nombreux en Suède, sont ceux dits de chaleur. En revanche les orages de la fin de l'automne et de l'hiver, alors que les bourrasques sont fréquentes et bien caractérisées, sont des phénomènes extrêmement rares en Suède. Ici les orages de chaleur

1) MOHN: »Orages en Norvège pendant l'année 1867. Atlas météorologique de l'Observatoire Imp. de Paris. Année 1868».

Voyez aussi du même auteur. »Nogle Bemerkninger om Tordenvejrenes Dan-nelse, Om Tordenvejr i Norge. 1867, 68, 69 og 71». Vidensk. selsk. Forh. 1867—72.

sont aussi les plus violents, suivis parfois de grêle d'une violence peu commune ¹⁾.

Dans ces derniers temps, de pareils stations pour l'étude des orages ont été établis dans plusieurs pays. Depuis 1879 on a établi un pareil réseau de stations en Bavière, auquel bientôt après se joignit un pareil réseau dans le Wurtemberg. Ces travaux furent organisés par M. le Professeur M. BEZOLD, Directeur de l'observatoire météorologique à Munich, et les résultats sont chaque année publiés dans les annuaires ²⁾ de cet établissement.

Ici également la différence entre les orages de tourbillon et les orages de chaleur apparaît clairement. Les cartes météorologiques de Bavière se dressent d'une façon un peu différente de celles de France et de la Péninsule Scandinave. En effet, M. BEZOLD porte immédiatement sur les cartes l'heure *du commencement et de la fin* de l'orage à chaque station. Pour les orages de tourbillon on peut alors mener deux systèmes de lignes *isobrontes*, qui donnent le commencement et la fin de l'orage à chaque heure. L'étendue du pays qui se trouve entre les deux lignes à une certaine heure, marque l'aire sur laquelle l'orage se répand simultanément. On voit que cette aire forme une bande étroite dont la longueur est à peu près perpendiculaire à la ligne de propagation de l'orage.

Il a ensuite introduit sur les cartes météorologiques les lignes isobares et les lignes isothermes, les indications du baromètre et celles du thermomètre étant aussi exactement que possible réduites au niveau de la mer. Comme le nombre des stations de la contrée en question est très grand, les lignes isobares ont pu être menées pour chaque millimètre.

Il s'est montré alors ³⁾, que les orages apparaissent principalement, quand les lignes isobares montrent *une tendance à former des dépressions secondaires*, pendant que la température est élevée, et l'humidité de l'air considérable.

Immédiatement derrière la première ligne isobronte, et parallèlement à celle-ci, se trouve la limite antérieure de l'aire de la pluie. La

1) H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON: Les orages de 1871 à 1875 en Suède. Atlas météorologique de l'Observatoire de Paris, T. VIII 1876, et en suédois dans le Bihang t. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 4. N:o 13. — Voyez aussi: Les orages en Suède 1870. Upsala. Annuaire de l'université Royale. 1873. (En suédois).

2) Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern depuis 1879.

3) L. c. 1882. Voyez aussi: Oesterr. Zeitschrift 1883, p. 281.

position de cette ligne isobronte est encore remarquable *par un rétrécissement aussi bien des lignes isobares que des lignes isothermes*. La température, qui est élevée à la partie antérieure de l'orage, baisse tout à coup, quand l'orage éclate. La pression atmosphérique de son côté montre une hausse rapide. Celle-ci apparaît sur la carte comme une côte allongée, presque parallèle au bord antérieur de l'orage. Le gradient devient très considérable, et un vent violent souffle perpendiculairement aux lignes isobares dans la direction de la propagation de l'orage.

Un résultat semblable avait été obtenu par M. KÖPPEN ¹⁾ l'année précédente, en étudiant un orage spécial.

Les recherches les plus détaillées sur les orages sont sans doute les travaux connus de M. CIRO FERRARI en Italie. Depuis que la direction des stations météorologiques, organisées en 1876 par l'Observatorio di Brera à Milan, et dirigées par FRISIANI et SCHIAPARELLI, avait été transportée à l'Ufficio centrale di meteorologia à Rome, le nombre des stations s'est accru de telle sorte qu'aujourd'hui il forme, surtout dans l'Italie nord, un des réseaux les plus serrés que l'on puisse trouver. Ce n'est pas ici le lieu de s'engager dans un compte rendu des recherches importantes de M. CIRO FERRARI; mais nous renvoyons nos lecteurs aux ouvrages originaux ²⁾. Nous rappellerons seulement quelques uns des résultats les plus importants. La marche est représentée par des lignes isochrones, ou lignes passant par les points où *l'orage était à la même heure à son maximum* (face massima). Les orages se rangent sous trois types principaux: 1° Orages locaux de peu de durée et de peu d'étendue (orages de chaleur). 2° Orages qui se propagent sensiblement en ligne droite, de manière que les courbes isochrones sont sensiblement des droites parallèles. 3° Orages rayonnant tout autour d'un point, de telle sorte que les courbes isochrones sont sensiblement des arcs de cercle concentriques (2° et 3° orages de tourbillon). Par rapport aux relations des orages avec la situation générale de l'atmosphère en Europe, on trouve que si le centre barométrique le plus voisin ou le plus important, est un centre de haute pres-

1) Der Gewittersturm vom 9. August 1881. Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie. 1882, p. 595.

2) Osservazioni dei temporali raccolte nel 1880 e 1881. Annali del Ufficio centrale di meteorologia italiana 1881, 82. Voyez aussi: CIRO FERRARI: Untersuchungen über die dem »Ufficio centrale di meteorologia« mitgetheilten Gewitter-Beobachtungen vom Jahre 1881, dans la Deutsche meteorol. Zeitschrift, Oktober 1885, ainsi que les communiqués de M. ALFRED ANGOT dans l'Annuaire de la Soc. Météor. de France, 1883, p. 349 et de M. C. LANG dans l'Oesterr. Zeitschrift. Août 1884.

sion, il n'y a ni orages ni pluie dans la Haute Italie; au contraire, la proximité ou la prépondérance d'un centre de basse pression est une condition favorable à la production du mauvais temps ou des orages.

En poussant plus loin cette étude, M. FERRARI a pu dresser le tableau suivant, qui donne le temps correspondant à chacun des types de la situation générale.

Situation générale.

Temps.

I. Hautes pressions

bien définies ou rapprochées
mal définies ou lointaines
lointaines vers le SSE—SSW

— Très beau temps.
— Beau temps.
— Légères manifestations pluvieuses et électriques.

dans le NW—N—NE et basses }
pressions dans le S—ESE }

— Beau temps.

II. Basses pressions

sur la vallée même du Pô
rapprochées
larges et peu profondes
au S—ESE
lointaines
en forme d'anse sur la vallée du Pô }
avec l'ouverture au NE—ESE }
en forme d'anse sur la vallée du Pô, }
larges et peu profondes }

-- Pluies abondantes, orages.
-- Pluies abondantes et orages.
-- Pluies.
-- Plutôt beau temps.
-- Pluies et orages.
-- Orages nombreux.
-- Pluies, orages peu nombreux.

III. Pression uniforme

dépendant de deux }
anticyclones voisins }

— Généralement des orages.
— Toujours des orages.

Relativement à la température, M. FERRARI trouve que, dans la vallée du Pô, une période orageuse coïncide toujours avec une période de chaleur; toute élévation dans la courbe des températures diurnes est accompagnée d'une élévation correspondante du nombre des orages. Les orages sont donc déterminés par deux causes principales: l'une locale, une température élevée; l'autre générale, une dépression barométrique, ou plus généralement de certaines conditions barométriques; si la cause locale, c'est-à-dire la chaleur, fait défaut, on a seulement des pluies sans orages.

Un des phénomènes les plus remarquables qui accompagnent les orages, est un grand abaissement de la température; dans les orages de

1880, on a ainsi observé des abaissements rapides de 5°, 10° et plus. Cet abaissement de température est d'autant plus notable, que nous savons que l'orage est généralement précédé par un temps très chaud.

Chaque orage est aussi lié à un minimum d'humidité, dans la partie postérieure duquel il se trouve. Derrière ce minimum se trouve un maximum de vapeur d'eau. L'orage apparaît par conséquent sur la limite entre une région sèche et une région humide.

Enfin, un dernier point, que les recherches de M. FERRARI ont bien mis en évidence, est la liaison intime des orages, avec l'existence de petites dépressions barométriques locales. Ces petites dépressions, que l'on pourrait appeler *dépressions orageuses*, naissent avec l'orage, s'accroissent quand il se renforce, et meurent avec lui. L'orage a une tendance à rester dans la *partie postérieure* de ces petites dépressions, ou bien la phase maximum de l'orage se produit au moment du minimum barométrique. Autour de ces dépressions orageuses comme autour des dépressions ordinaires à plus large surface, le vent tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre.

De même qu'en Bavière, il n'a été possible de faire apparaître ces faibles dépressions, qu'en réduisant avec le plus grand soin les indications barométriques au niveau de la mer, alors que le réseau de stations est assez serré pour permettre de tracer les lignes isobares pour chaque millimètre. Ce n'est que par ce moyen qu'il a été possible de faire apparaître ces faibles dépressions aussi nettement qu'elles se présentent maintenant sur les cartes nombreuses de M. FERRARI.

M. A. LANCASTER a aussi constaté la nature cyclonique des orages en Belgique dans sa discussion des observations d'orages de 1878 et 1879 publiée dans les annales de l'Observatoire Roy. de Bruxelles.

L'apparition fréquente des orages dans les anses des lignes isobarométriques (basses pressions en forme d'anse) est d'ailleurs un fait qui a souvent été observé par tous les savants, qui ont étudié journellement des cartes synoptiques. Déjà en 1877 ce fait a été constaté par la Deutsche Seewarte ¹⁾, où ces anses sont appelées »Gewittersäcke«.

Les orages sont donc en rapport intime avec la formation des minima secondaires ou satellites.

1) Monatliche Übersicht der Witterung. Juni 1877.

II. DESCRIPTION DE QUELQUES ORAGES PARTICULIERS.

1° **L'orage de tourbillon le 6 Août 1881.** La carte 1^r montre la distribution de la pression de l'air en Europe, le matin. Une haute pression règne dans l'Europe centrale et s'étend comme un coin par-dessus la Baltique et la Finlande, séparant deux dépressions, l'une dans le NE de la Russie, l'autre plus forte sur la mer entre la Norvège et l'Islande. Les lignes isobarométriques forment des traces d'anses (Gewittersäcke) au-dessus de la Norvège et de la Suède centrale, depuis Cap Stad jusqu'à Stockholm. — La carte 2 pour 9^h du soir montre que ces anses ont beaucoup augmenté en grandeur et embrassent la plus grande partie de la Scandinavie. Le lendemain, comme le montre la carte 3, un minimum secondaire s'est formé au-dessus du golfe de Bothnie. Cet état barométrique est, comme nous le savons, très favorable à la formation des orages.

En Norvège, l'orage éclata déjà vers les 5 heures du matin, (voyez la carte 15) près de Lister, et se propagea dans le courant de la matinée le long de la côte de Skagerack. De 10^h—11^h du matin il atteignit le Christianiafjord, où la vitesse de son mouvement de translation n'était plus que la moitié de celle au commencement de la journée. Vers le Nord, l'orage était limité d'une ligne entre Stavanger à l'ouest et le Ringerike à l'est, sans atteindre ni à Ullensvang, ni au lac Mjösen. Dans les environs du Christianiafjord la partie septentrionale des isobrontes est écartée un peu vers l'est. A 1^h30^m du soir on observa une chute de foudre à Lierne dans le département de Trondhjem. Dans l'après-midi un autre orage éclate à Christiansund vers 3^h; à 6^h cet orage sévit à Trondhjem et à Selbo avec de la grêle d'une violence extraordinaire.

Vers le midi, l'orage entra en Suède. La carte 15 montre comment la ligne isobronte 0^h s'étend du rivage du Cattegat à travers la partie est du Vermland. Aux stations peu nombreuses du nord du Vermland, et de la Dalécarlie, on n'a pas observé d'orage, mais à Ljusnedal à l'est de Röros sur la frontière de la Norvège, l'orage éclata dans le même temps. Il s'avança régulièrement dans l'après-midi de l'ouest à l'est, et éclata à 8^h du soir sur la côte du gouvernement de Stockholm. A 10^h du soir il passa au-dessus de la Gotlande. La carte 16 donne les lignes isochrones usuelles, déterminées par la moyenne de l'heure du commencement et de celle de la fin de l'orage à chaque station.

Comme l'on voit, il importe peu si en menant les lignes isochrones on emploie les heures du commencement ou la moyenne des heures du commencement et de la fin. En effet, l'étendue du pays qui en même temps est atteint par l'orage forme une bande étroite. Cette bande semble avoir eu une plus grande largeur dans la partie ouest du pays que dans l'est, où les orages ont eu une très courte durée.

La Carte 17 donne les lignes isothermes à 2^h du soir. Elle montre conformément à ce que M. BEZOLD a observé en Bavière et M. FERRARI en Italie, que la température baisse subitement avec le commencement de l'orage. Cependant *l'orage n'a pas formé une bande continue*, dirigée perpendiculairement à sa longueur. Aussi bien dans la partie nord que dans la partie sud de la région traversée par l'orage, il y a un grand nombre de stations où l'on n'a pas observé d'orage. Dans le sud, dans le Halland, les gouvernements de Kronoberg, de Jönköping, et de Kalmar, de même que dans le nord, dans les gouvernements d'Östersund et de Westernorrland, l'orage n'éclata qu'à des stations fort distantes entre elles. Même sur l'étendue entre le Skagerack et la mer d'Åland, sur laquelle à peu près toutes les stations ont été atteintes par l'orage, celui-ci s'est présenté avec une force différente dans les endroits divers. De plusieurs stations on rapporte positivement, *que l'orage n'a pas passé au-dessus de la station même, mais dans le voisinage immédiat*. De Gothenbourg on nous rapporte, que l'orage violent ne passa pas au-dessus de la ville, mais au sud de celle-ci. Dans la ville on remarqua en même temps quelques coups de vent, avec un peu de pluie.

A Odenstomta dans le gouvernement de Linköping se montrèrent d'énormes nuages orageux à l'ouest, mais quand l'orage s'approcha il s'était pour ainsi dire divisé, de sorte qu'à la station on n'observa qu'un vent violent et de la pluie pendant quelques minutes, tandis que les éclairs et le tonnerre se firent remarquer des deux côtés, aussi bien au nord, qu'au sud. Une pareille observation fut faite à Brännkyrka, au sud de Stockholm. Le nuage orageux sembla se partager, l'un passa au nord et l'autre au sud de la station. Des deux côtés, surtout au sud, l'orage était d'une violence extrême, tandis qu'à la station même il ne tomba qu'un peu de pluie.

Un peu au Nord de Hjulsjö, dans le gouvernement d'Örebro, il se forma, en même temps que l'orage passait sur la station, une trombe qui renversa un grand nombre d'arbres dans la forêt. Immédiatement à l'ouest de la station, la foudre est tombée sur l'église de Nykroppa et

l'a incendiée entièrement. De la grêle tomba sur 13 stations, toutes marquées sur la carte.

Un orage de tourbillon est par conséquent formé d'un grand nombre d'orages localisés, rangés en ligne et avec des espaces intermédiaires plus ou moins grands, le tout s'avancant comme une ligne de soldats. Combien de temps chaque orage particulier subsiste-t-il, on ne peut le dire, car il faudrait pour cela un réseau de stations extrêmement dense.

Probablement ils s'évanouissent après avoir parcouru quelques kilomètres, tandis que d'autres se forment aux points les plus favorables.

2° Les orages du 5 Juillet 1874. Les Cartes 4, 5 et 6 font voir la distribution de la pression de l'air le 5 Juillet au matin et au soir, et le 9 au matin. On voit comment à cette époque aussi il s'est formé pendant le cours de la journée une dépression secondaire au-dessus de la Péninsule Scandinave. La carte 18 montre qu'en Suède se sont formés deux orages de tourbillon. Les lignes isochrones sont menées d'après la moyenne des heures du commencement et de la fin. L'un commença dans le voisinage de Gothenbourg à 7^h du matin, passa entre le Venern et le Vettern vers le NE, et cessa vers midi un peu au NE d'Upsala. Le second commença à 8^h du matin au sud de Halmstad et atteignit la côte de la Baltique à Vestervik à midi.

En Norvège on observa le même jour un orage dans la région entre Kongsberg et Elverum. Sur la plupart des localités au sud et au nord de Christiania, l'orage éclata entre 2^h—3^h du soir. Dans la province de Trondhjem on observa des orages le soir, dans quelques localités.

En outre un orage éclata vers midi au-dessus d'un grand nombre de stations le long de la côte du golfe de Bothnie entre Hernösand et Haparanda. À un petit nombre de stations dans l'intérieur du Jemtland et de la Laponie des orages ont été observés à diverses heures de la journée, mais de la plupart des stations dans ces régions, il ne nous est pas parvenu de rapports. Ces derniers orages ne peuvent bien être classifiés que comme des orages de chaleur.

Ceci confirme ce qui avait été trouvé précédemment, qu'en Suède les orages de tourbillon et les orages de chaleur ne sont pas aussi différents entre eux qu'en Norvège. Des orages avec une propagation régulière se montrent en certaines régions du pays, tandis que des orages localisés, irrégulièrement répartis, apparaissent le même jour en d'autres endroits.

Les deux orages de tourbillon, du jour en question, confirment en outre, ce que nous avons trouvé tout à l'heure, c. à. d., que les orages *n'étaient pas composés d'une bande continue, mais d'orages séparés, rangés en ligne*. Car il s'en faut de beaucoup, que toutes les stations dans les régions atteintes, aient eu de l'orage. Ainsi à Upsala il n'y eut au même temps, où, suivant l'indication des lignes isochrones l'orage aurait passé la station, ni tonnerre, ni pluie, et comme nous le verrons plus loin, les instruments n'ont accusé qu'une légère perturbation. Des exemples encore plus frappants de ce fait pourraient être cités, comme l'orage du 16 sept. 1878, qui était remarquablement violent et accompagné de grêle à Upsala, et qui causa de fortes perturbations sur les instruments; perturbations que nous étudierons dans la suite. Cet orage qui commença au sud du lac de Hjelmaren, s'avança régulièrement vers la région de Gefle, *et cependant 15 stations seulement l'ont rapporté*.

3° Les orages de chaleur le 25 Juillet 1872 ¹⁾. Comme nous l'avons fait voir plus haut, il a paru par les recherches précédentes, qu'en Suède les orages de chaleur se déchainent souvent avec une violence inouïe. L'orage le plus violent, qui autant qu'on le sache ait jamais passé sur Upsala, et qui encore est de fraîche mémoire, était l'orage maintenant en question.

Les cartes 7 et 8 montrent la distribution de la pression de l'air le matin et à 2^h du soir le 25 Juillet 1872. Une haute pression règne, avec un maximum plus étendu au-dessus de la mer du Nord entre la Norvège et l'Islande, et une moindre au-dessus de la Suède méridionale, le Cattegat et la Baltique. Dans le creux entre ces maxima, ou sur le penchant NW de ce dernier, éclatèrent une foule d'orages, dispersés sur un grand nombre de stations. Ils sont représentés sur la carte n° 19, l'heure du commencement de l'orage étant marquée à chaque station. Si dans le courant de la journée deux orages nous ont été signalés, l'heure du premier a été soulignée. (Entre Upsala et Vesterås l'espace a manqué pour marquer toutes les stations. Dans le voisinage du chiffre 2,30, on remarque à plusieurs stations des orages entre 2^h et 3^h du soir).

Dans l'après-midi il y eut des orages entre 2^h—3^h, observés dans l'intérieur de la Norvège méridionale, dans le Hallingdal, Valdres, auprès du Mjösen et à Elverum. Dans le Hallingdal on rapporte avoir vu un

1) Une monographie de cet orage a été publiée par M. S. HJELTSTRÖM: »Hagelfallet i Upsala, d. 25 Juli 1872. Upsala 1879.

météore en boule ayant l'apparence d'une étoile brillante, peut-être une foudre globulaire. Plus tard, à 5^h 20^m, un orage éclata dans la province de Trondhjem. Nulle part l'orage ne paraît avoir eu un mouvement de translation régulier sur un espace plus considérable. A Upsala une haute pression avec une haute température avait régné depuis le 21. Le jour précédant, le 24, la moyenne diurne était de + 21°,2, max. + 28°,4 et min. + 12°,8. Le 25 dans la matinée, la température s'éleva considérablement jusqu'à ce que le maximum, immédiatement avant l'orage, fut atteint avec + 31°,9. La diminution de la température avec la hauteur semble avoir été remarquablement rapide. Par hasard on lut en même temps que le maximum cité, une température de + 34° sur les thermomètres placés dans le parc de l'Observatoire au-dessous de la colline sur laquelle se trouve le pavillon avec les appareils enregistreurs, et + 30°,0 sur un thermomètre en dehors de la partie nord-est du cabinet de physique, à une distance d'environ 550 m. à l'ESE du thermomètre enregistreur, et 7—9 mètres plus haut que celui-ci. L'humidité absolue était considérable: 14,8 millim. à 10^h du matin. Comme d'habitude elle diminua ensuite graduellement, et n'était que 13,2 millim. à 1^h du soir immédiatement avant l'orage. Après le passage de l'orage elle monta de nouveau rapidement, et atteignit à 6^h du soir la valeur extraordinaire de 18,0 millim.

Les vents avaient été pendant plusieurs jours faibles, du sud; et le ciel presque complètement clair.

Dans ces conditions l'orage éclata subitement. A 0^h 52^m on entendit les premiers coups de tonnerre, et quelques minutes après l'orage éclata, précédé de quelques tourbillons et suivi de pluie et de grêle en quantité inouïe, venant du NW. A 1^h 18^m du soir la grêle commença dont les grains avaient environ 3 cm. de diamètre. Ils étaient formés de couches alternantes de glace blanche et transparente. Elle continua jusqu'à 1^h 40^m et dans ce court laps de temps, il tomba plus de 32 millim. d'eau. Les champs furent dévastés à l'W et au NW de la ville, perte évaluée à 13000 couronnes, et dans la ville plus de 5000 fenêtres furent brisées et les plantations endommagées. Nous étudierons plus loin la marche des instruments pendant l'orage.

L'aire qui fut atteinte par cet orage était extrêmement restreinte. *Elle avait tout au plus 4 à 5 kilomètres sur sa plus grande étendue.* Tout autour le beau temps continua. De l'autre côté de la rivière du Fyris l'orage n'atteignit qu'une partie minime de la ville.

III. VARIATIONS DES INSTRUMENTS PENDANT LE PASSAGE D'UN ORAGE AU-DESSUS DE LA STATION.

Les diagrammes ci-joints, I—XII, indiquent les variations observées à Upsala pendant le passage d'un orage. On y trouve les variations de la pression de l'air, celles de la température et celles de la direction du vent, les heures de la pluie, ou de la grêle, et en haut les directions des nuages qui ont été observées à cette occasion; les flèches ordinaires indiquent la marche des nuages inférieurs, et les flèches barrées la marche des Cirrus. Malheureusement l'anémomètre n'enregistre la vitesse du vent qu'en moyenne par heure.

Les diagrammes I, III, V et VII sont des exemples d'orages de chaleur typiques; II, IV et VI des exemples d'orages de tourbillon.

I^o Le 7 Juin 1878, comme le montre la carte 9, une haute pression barométrique s'étendait sur la vallée du Rhin, un minimum dans le nord de la Péninsule Scandinave. La ligne isobare 755 qui traversait le pays depuis Trondhjem jusqu'à Réval, en passant par Upsala, dévie ensuite vers le nord de la Finlande. Elle présente deux sinuosités au-dessus de la Suède centrale et de la Baltique, qui montrent une tendance à former des orages et des minima secondaires.

De 9^h—11^h du matin, 1^h—2^h et 4^h—6^h du soir, des orages de chaleur dispersés éclatèrent au-dessus de la plus grande partie de Svéaland, depuis la côte NE du lac de Venern, jusqu'à la Baltique. Chaque orage se présentait à plusieurs stations, mais n'avait à chaque endroit qu'une étendue peu considérable, et un grand nombre de stations n'ont fait mention d'aucun orage, tandis que d'autres ont eu jusqu'à trois orages à de courtes intervalles. A Upsala l'état atmosphérique fut parfaitement tel qu'on pouvait l'attendre d'après la carte. Encore à 10^h du matin le vent était du SSW. la marche des nuages inférieurs du SW et celle des nuages supérieurs de l'W. A 10^h 30^m un nuage bleu foncé s'éleva au-dessus de l'horizon au NW. A 11^h précises commencèrent la pluie et la grêle, accompagnées de tonnerre. L'orage passa du NW au SE au-dessus de l'Observatoire. La pluie et la grêle ne durèrent que quinze minutes. A 11^h 25^m une forte étincelle passa par l'appareil télégraphique de l'Observatoire, et un courant continu suivit pendant plusieurs minutes toute la ligne. Un peu après midi l'orage cessa. Le vent sauta subitement d'abord au NW et au N, d'où il continua à souffler jusqu'à midi; il passa alors au NE et aussitôt après au SE, resta à peu près une heure

dans cette direction et fut vers 2^h du soir de nouveau au S, de sorte qu'il avait accompli une rotation complète. *A midi les Cirrus s'avançaient vers l'est, complètement indépendants du vent à la surface de la terre.* A 2^h 10^m—3^h d. s. le même phénomène se renouvelle. Un nouvel orage, suivi de pluie et de grêle, passe de l'W à l'E au-dessus de l'Observatoire, et le vent fit de nouveau une rotation complète avec le soleil.

A 4^h 30^m, on entendit le tonnerre du SW. A 5^h 45^m—6^h 10^m d. s. on n'entendit pas le tonnerre à Upsala, mais il tomba une violente averse, et le vent fit entre 5^h et 7^h encore une rotation nouvelle. A 7 h. les Cirrus allaient toujours de l'W à l'E. La température tombe subitement pendant la chute de la grêle et de la pluie. Le baromètre montre une *baisse faible* immédiatement avant le saut du vent, *suivie d'une hausse subite* au même instant que le vent passe au NW. Pendant cette hausse rapide du baromètre le vent augmente considérablement de force.

Le diagramme III montre un cas analogue à I. Les cartes 11 et 12 du 4 Août 1881 ressemblent beaucoup aux cartes 9 et 10, avec un maximum dans l'Europe centrale et un minimum dans le voisinage de Vardö. La ligne isobare de 755 millim. présente aussi des sinuosités remarquables vers le SW jusqu'à Stockholm et Christiania.

En Suède se formèrent des groupes d'orages de chaleur, dans la région entre le lac de Siljan au nord et le Bråviken au Sud. A Upsala on entendit le tonnerre depuis 0^h 45^m—1^h 40^m d. s. Entre 0^h 45^m—0^h 55^m, tomba une averse de pluie, qui continua faiblement jusqu'à 1^h 26^m, quand arriva une nouvelle averse, qui à 1^h 34^m changea en grêle violente avec des grains sphériques à moitié transparents, les plus grands ayant un centimètre de diamètre. La grêle ne dura que deux minutes, après quoi la pluie continua jusqu'à 1^h 50^m d. s. Le soir à 4^h 30^m commença une nouvelle pluie qui dura jusqu'à environ 5^h 30^m. Le tonnerre ne se fit pas entendre, mais à peu près dans le même temps on entendit le tonnerre à deux stations dans le voisinage d'Upsala, c. à. d. à Frötuna dans le NE et à Krusenbergs, situé à 7—8 kilomètres au S, auprès du lac de Mälaren. Entre 5^h et 6^h il y eut du tonnerre à plusieurs stations à l'W et au S du Bråviken.

Les mouvements des instruments à Upsala se voient par le diagramme III. Le vent, qui le matin avait peu à peu passé du SW à l'WSW, sauta au commencement du premier orage au NW, mais sans tourner comme dans le premier cas dans toutes les directions de la boussole, car il persista au NW—N jusqu'après 6^h soir; à cette heure il revint par l'W au SW. A 8^h du matin les nuages inférieurs ainsi que

le vent allèrent de l'WSW; une couche intermédiaire de l'W et les nuages les plus élevés du NW. *Ces derniers gardèrent la même direction sans changement jusqu'à 2^h du soir.* La température baissa rapidement pendant les averses, surtout pendant la grêle, pour remonter ensuite de nouveau. La courbe barométrique montre, bien que moins distinctement, les mêmes variations que dans le premier cas I, c. à. d. une baisse peu considérable suivie d'une hausse rapide.

Les diagrammes V et VII montrent la marche des instruments à Upsala pendant deux des orages les plus violents qui aient eu lieu en Suède. Tous les deux sont des orages de chaleur typiques. VII est l'orage du 25 Juillet 1872 qui a été décrit en détail, ci-dessus, tandis que V représente le violent orage du 28 Juin 1876. Les cartes 13 et 14 montrent les lignes isobares à 8^h du matin et à 2^h d. s. Une haute pression s'étend au-dessus des îles Britanniques; à l'E se trouve deux centres de dépression, l'un dans le SE de la Russie, l'autre derrière la Mer Blanche dans le voisinage de la Nouvelle Zemble, envoyant une anse de dépression à travers la Finlande, le golfe de Bothnie et la Suède jusqu'à Christiania.

Entre 1^h et 6^h d. s. éclatèrent des orages sur une cinquantaine de stations dans le Helsingland et la partie est du Svéaland à l'est des lacs de Siljan et de Hjelmaren.

A 1^h d. s. le tonnerre commença à se faire entendre à Upsala du NNW; à 1^h 45^m commença la tempête, et à 1^h 55^m une averse mêlée de grêle. Immédiatement avant le commencement de la grêle se forma une trombe en miniature près de la tour sud de la cathédrale; elle formait un cylindre complet qui se mouvait vers le SSW. Près d'un poteau de reverbère en fonte elle s'arrêta immobile pendant 10—15 secondes, passa la place entre la maison de l'Archevêque et le Séminaire, et se perdit auprès du monument de Gustave Adolphe. La colonne qui avait la même hauteur que les maisons, tournait dans un sens opposé à la marche des aiguilles d'une montre. A 2^h 15^m du soir le tonnerre était le plus fort et le centre de l'orage semblait se trouver au NE. Les diagrammes des deux orages montrent les mêmes traits que les précédents. Surtout les baisses de la température sont énormes, peut-être les plus grandes qui aient eu lieu à Upsala. La quantité de la pluie et de la grêle était aussi très considérable, étant de 28,7^{mm.} le 28 Juin 1876 et de 33,82^{mm.} le 25 Juillet 1872, dont plus de 32^{mm.} pendant la première averse qui ne dura que 35 minutes.

Les diagrammes II, IV et VI montrent la marche des instruments pendant quelques orages de tourbillon. Les orages du 6 août 1881 et du 5 Juillet 1874 ont déjà été décrits en détail. Le 16 Sept. 1878 l'orage éclata seulement sur 15 stations, mais les lignes isochrones peuvent se mener facilement et montrent comment l'orage, qui vers le midi éclata dans le gouvernement de Nyköping au sud du lac de Hjelmaren, s'avança régulièrement du SW au NE vers le rivage du golfe de Bothnie, à l'embouchure du Dalelf. Le premier coup de tonnerre s'entendit à Upsala à 4^h 10^m du soir, et l'orage passa du SSW au-dessus de l'observatoire du 4^h 15^m à 4^h 50^m d. s. suivi de pluie et de grêle.

Les diagrammes II et IV montrent les mêmes phénomènes dans la marche des instruments que les précédents. L'orage du 5 Juillet 1874, qui s'arrêta à quelques myriamètres au NE d'Upsala, montre (diagr. VI) un mouvement des instruments peu important et très faible à 11^h d. m. — 0^h 30^m du soir de la même allure que d'ordinaire, justement au moment où l'orage selon les isochrones devait passer au-dessus d'Upsala. *Néanmoins on n'y observa dans ce temps ni tonnerre, ni pluie à Upsala.* L'averse sans orage qui arriva environ 2^h 50^m d. s. fut suivie de variations encore plus marquées dans la marche des instruments.

Ces variations particulières indiquées dans la marche des instruments ne sont pas spécifiques aux orages. Elles accompagnent la grêle comme le montrent les diagr. VIII, IX et X. Le diagr. VIII montre même un des cas de grésil qui ont lieu si souvent au commencement du printemps. La température alors, loin d'être élevée, est souvent même très basse. Le grésil est cependant suivi d'une baisse encore plus grande de la température, d'une hausse de la pression de l'air, précédée par une baisse lente et par une rotation du vent contraire à la marche des aiguilles d'une montre.

Les variations des instruments s'étendent aussi à une certaine distance en dehors de l'aire au-dessus de laquelle la pluie et la grêle se produisent. Le 3 Juillet 1883 un orage violent passait tout à côté d'Upsala. A 8^h 50^m du soir il se trouvait à l'WSW et passait au S de l'Observatoire. Il n'y eut pas de pluie à Upsala. La marche des instruments est représentée dans le diagr. XI.

En d'autres occasions, lorsque l'orage est un peu plus éloigné, comme le 21 Mai et le 23 Juin 1886, on ne voit pas la moindre perturbation sur les courbes des instruments divers. Cependant il faut remarquer que les averses de pluie ou de grésil, qui arrivent quelquefois, quand le baromètre monte avec une rapidité considérable d'après le pas-

sage d'un grand minimum d'hiver, ne causent pas toujours une perturbation sensible dans la marche du baromètre, comme on le voit du diagramme XII.

Les oscillations en question sont donc de même nature, aussi bien pendant les orages de chaleur, que pendant les orages de tourbillon, ainsi que pendant chaque pluie en forme d'averse.

La règle est simple:

1° Le baromètre baisse d'abord tantôt d'une manière assez rapide, tantôt d'une manière lente et presque insensible, puis remonte brusquement dès que la pluie commence.

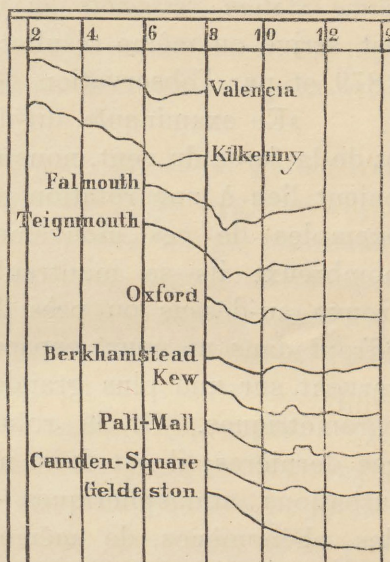
2° La température baisse tout-à-coup pendant la pluie pour remonter ensuite rapidement.

3° Le vent tourne subitement avec le soleil en même temps que le baromètre monte, et parcourt parfois tout le cercle de l'horizon.

4° Bien que, manquant d'un enregistreur anémométrique propre à cet effet, nous ne puissions pas le montrer par des chiffres ou des courbes, il est pourtant le cas, que la force du vent augmente considérablement, lorsque le baromètre commence à monter.

Ces variations des instruments pendant les orages et les averses de grêle et de pluie sont bien connues de chacun qui a étudié les courbes des appareils enregistreurs. Plusieurs de ces courbes barométriques irrégulières ont aussi été publiées ces dernières années par M. M. MASCART¹⁾, HJELTSTRÖM²⁾, KÖPPEN³⁾, CLÉMENT LEY⁴⁾, SCOTT⁵⁾, ASSMANN⁶⁾,

Barogrammes, 13 Janvier 1886.



1) Journal de Physique 1879 p. 329—336.

2) La grêle à Upsala le 28 Juillet 1872. Upsala 1879. (En suédois).

3) Monatliche Uebersicht der Witterung, Juni 1877. Der Gewittersturm vom 9 August 1881. Ann. der Hydrographie und Maritimen Meteorologie 1882.

4) The Eurydice Squall. Symons Meteorological Magazine, April 1878.

5) Note on a sudden Squall on January 13th, 1886. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, Oct. 1886 p. 292.

6) Die Gewitter in Mittel-Deutschland. Mitteil. d. Verein f. Erdkunde. Halle 1886.

SPRUNG¹⁾, ABERCROMBY²⁾ etc. Nous reproduisons ici les barogrammes anglais du 13 Janvier 1886, pour la comparaison.

Selon MM. KÖPPEN, SPRUNG et ABERCROMBY certains orages, qui se forment dans la partie postérieure d'une anse de basse pression (*» V-shaped isobars »*), ont la forme d'une bande *continue* de plusieurs kilomètres de longueur. Cependant, dans notre pays nous n'avons pas trouvé d'orages qui éclatent simultanément dans tous les points d'une bande longue et étroite. Au contraire, cette bande est, pour ainsi dire, brisée, et consiste *d'un nombre d'orages rangés en ligne, avec des intervalles plus ou moins grands*. L'intensité de ces petits tourbillons orageux est fort variable. On voit quelques fois un de ces tourbillons se développer en véritable trombe.

Nous voyons par conséquent, *que la marche d'un orage au-dessus d'une station ressemble au passage d'un petit tourbillon*. M. LANCASTER³⁾ est arrivé au même résultat par l'étude des orages en Belgique 1878 et 1879 et par l'observation de l'enregistreur du vent pendant l'orage.

»En examinant», dit-il, »les feuilles de l'enregistreur de la direction et de la force du vent, nous remarquâmes que presque tous les orages donnaient lieu à une rotation plus ou moins complète de la girouette. Les exemples de ces mouvements de la girouette pendant les orages sont nombreux; ils se montrent chaque fois que le météore électrique se trouve au-dessus ou près du lieu d'observation. Ces phénomènes nous offrent dans un court espace de temps la reproduction de ceux qui s'observent sur une plus grande échelle pendant le passage des dépressions barométriques. Or la rotation de la girouette est le trait distinctif de ces dernières; il est donc naturel de considérer ces deux ordres de perturbations atmosphériques — les dépressions et les orages — comme des phénomènes de même espèce quant à leur nature cyclonique, et puisque les seconds ne prennent naissance que sous l'influence des premières, on peut les regarder comme de véritables satellites de celles-ci. Les mouvements du baromètre pendant les orages sont aussi des indications très précieuses quant à la nature de ces manifestations atmosphériques; comme pour la direction du vent, ils représentent dans des proportions très restreintes ce que nous observons lors du passage des dépressions étendues».

1) Lehrbuch der Meteorologie. Hamburg 1885, p. 276—296.

2) Quarterly Journal of the Met. Soc. 1875. — Weather. London 1887.

3) Discussions des observations d'orages faites en Belgique pendant l'année 1876 et 1879. Annales de l'Observatoire Roy. de Bruxelles Serie II. T. I, II.

Sous un rapport pourtant les variations du baromètre pendant un orage, diffèrent de celles pendant le passage d'un tourbillon plus grand. *La baisse en est extrêmement lente et presque insensible, tandis que la hausse qui suit est très rapide.* Ceci est en relation directe avec la force du vent, qui est, comme on le sait, faible ou = 0 avant le commencement de l'orage, mais extrêmement violent pendant la hausse du baromètre. *De même pendant un orage, la pluie tombe pendant la hausse du baromètre, ou dans la partie postérieure du tourbillon.* Le mécanisme d'un tel tourbillon orageux est donc sans doute fort compliqué. M. MASCART¹⁾ a étudié les variations du baromètre pendant les orages, et cherche à les expliquer de la façon suivante. »L'examen de ces courbes met en évidence une relation très simple: *le baromètre monte dès que la pluie commence.* Toutefois il faut bien remarquer que cette règle n'est pas générale; elle ne se vérifie pas si le ciel est tout à fait couvert et si la pluie est fréquente et abondante, mais seulement lorsque le ciel est parcouru par des nuages isolés et qu'il se produit par intervalles des averses suivies d'éclaircies».

»La cause de ces changements rapides de pression, paraît très simple. Dans les circonstances que j'ai indiquées, l'état hygrométrique de l'air n'est pas très élevé. La pluie qui tombe d'un nuage, traversant un espace non saturé, s'évapore en partie, et cette vapeur développée sur place donne lieu à un accroissement local de la pression, accroissement très faible en général, mais qui peut dans certaines pluies d'orages, atteindre 2 millim. de mercure. L'influence d'une quantité de vapeur produite brusquement en un point, suffit pour amener une faible variation. La diminution de pression qui se manifeste pendant les orages peut s'expliquer par un phénomène inverse. Tout le monde a pu remarquer en effet, que les nuages orageux se forment sur place, et le passage d'une certaine quantité d'eau, de l'état de vapeur à l'état de gouttelettes, doit donner lieu à une diminution de la pression. On constate d'ailleurs sur les courbes que la chute de pression se fait généralement d'une manière plus lente et à différentes reprises, tandis que l'accroissement est beaucoup plus brusque».

Ces idées semblent nous donner l'explication principale du phénomène en question. Cette explication paraît aussi d'autant plus naturelle, comme nous avons montré, que *toute pluie qui arrive sous forme d'averse, même le grésil à une température au-dessous de 0°, est suivie de variations*

1) L. c.

identiques dans la marche des instruments, qu'elle soit suivie de tonnerre ou non. Nous arrivons ainsi à ce résultat surprenant, que pendant un orage, le tonnerre même, ou les phénomènes électriques, sont des phénomènes secondaires. Ceci s'accorde avec l'explication de M. EDLUND¹⁾, de la production de l'électricité pendant les orages. »C'est», dit-il, »une liquéfaction intense et violente de la vapeur d'eau de l'atmosphère qui est la cause principale de la grandeur excessive de la tension électrique dans les décharges disruptives des orages»²⁾.

On peut donc en conclure qu'une averse moins forte et violente, peut avoir lieu, sans que l'électricité atteigne la tension nécessaire pour la formation d'un orage.

IV. LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES DES ORAGES DANS L'OSTLAND DE LA NORVÈGE.

Dans les études sur les changements du temps en été, dans l'Ostland, (c-à-d., le pays autour de Christiania, depuis l'embouchure du Christianiafjord au sud, jusqu'au lac de Mjösen au nord, et depuis Kongsberg à l'ouest, jusqu'à la frontière suédoise à l'est), études faites en 1884 et 1885 à l'Institut météorologique de Norvège, avec subvention spéciale accordée par le Storting, dans le but de trouver des règles pour l'avertissement du temps aux agriculteurs, les conditions de la formation des orages furent l'objet d'un examen plus approfondi. Ce travail était confié à M. K. HESSELBERG, à qui nous devons les résultats ici rapportés.

Après avoir examiné une suite de cas spéciaux des jours d'orages de l'année 1884, M. HESSELBERG arriva aux résultats importants, relatés plus loin. Lorsqu'il fut constaté qu'au mois de Juillet 1883, il y avait eu des orages presque chaque jour dans l'Ostland, M. HESSELBERG fut chargé d'essayer ses résultats sur les valeurs moyennes des éléments météorologiques de ce mois et il se trouva alors, qu'ils en étaient une complète vérification. Nous donnons par conséquent ici les cartes de la

1) Sur l'origine de l'électricité atmosphérique. Stockholm 1884.

2) L. c. pag. 79.

distribution de la pression de l'air, de la température, de l'état hygrométrique et du nombre des jours d'orages pour le mois de Juillet 1883. (Cartes 20—23).

D'après les recherches de M. HESSELBERG, les conditions pour la formation d'un orage dans l'Ostland dans le courant de la journée, sont les états suivants de l'atmosphère, à 8^h du matin :

1) *Pression de l'air*, un peu haute, généralement avec plusieurs minima partiels, dans l'intérieur du pays. S'il n'y a qu'un seul minimum partiel de pression, il doit avoir une forme irrégulière, de sorte que la pression plus haute envoie de petits maxima partiels, en forme de coins ou de languettes dans l'intérieur de la région de pression inférieure. L'orage se forme alors dans les maxima partiels. Le cas le plus ordinaire est, qu'il y a là un minimum de pression dans l'est, au nord des lacs suédois, et un autre à l'ouest, au-dessus de la partie méridionale de l'intérieur de la Norvège. Ces deux minima sont séparés par une crête de pression un peu plus haute (*» Wedge-Shaped Isobars »*). C'est ici que se trouve le siège de l'orage. Ici soufflent à côté l'un de l'autre, à l'est le vent du nord, à l'ouest le vent du sud.

2) *Une température* élevée sur l'intérieur du pays, en règle répartie en deux maxima partiels, chacun appartenant à son minimum de pression. La température doit pourtant être élevée aussi entre ces maxima.

3) Deux ou plusieurs maxima partiels *d'humidité relative* dans l'intérieur du pays, en règle avec 90 % ou plus. Au moins deux maxima sont nécessaires, en général, l'un à l'est, et l'autre à l'ouest.

Tous ces maxima partiels sont généralement indiqués par les instruments de Carlstad d'un côté, et de Granheim (parfois aussi de Dovre et d'Ullensvang de l'autre côté, le maximum de température aussi par ceux de Christiania. La hauteur barométrique et la direction du vent à Eidsvold est aussi d'une grande importance, car le vent à Eidsvold pendant les orages est très souvent de direction opposée à celle du vent à Christiania; à Eidsvold un vent du nord souffle vers la dépression orientale, tandis qu'à Christiania un vent du sud souffle vers le minimum occidental.

S'il n'y a qu'un minimum de pression partiel au nord de Christiania, les orages dans l'Ostland sont causés par un maximum de pression partiel qui pénètre comme un coin ou une languette par-dessus le Christianiafjord dans le minimum, et alors celui-ci descend des deux côtés du fjord. La température est supposée réduite au niveau de la

mer. Les cartes ci-jointes montrent qu'elle était la situation moyenne atmosphérique au matin du mois de Juillet 1883.

Les cas discutés par M. HESSELBERG doivent presque tous être classifiés comme des orages de chaleur. Il est probable que c'est à cette classe qu'il faut rapporter la plupart des orages d'été dans l'Ostland. Comme on le voit, et comme il apparaît encore plus clairement par l'examen de la statistique sur la fréquence des orages, les orages de chaleur, aussi bien que les orages de tourbillon, sont liés à des minima barométriques, mais que ces minima dans le premier cas sont plus faibles, plus localisés, d'une forme plus irrégulière, avec un mouvement de propagation plus lent et moins régulier, et accompagnés d'une température élevée et d'une humidité relative considérable. Les orages de tourbillon accompagnent les vents les plus chauds des grandes dépressions barométriques, surtout là où les lignes isobares ont des sinuosités. Les orages de chaleur accompagnent des dépressions d'été dans l'intérieur du pays, qui sont relativement faibles et qui sont immobiles, ou n'ont qu'un mouvement de propagation lent et irrégulier. Les premiers appartiennent principalement aux côtes, les autres à l'intérieur du pays. Les orages d'hiver sur les côtes sont des orages de tourbillon.

La différence entre les orages de chaleur et les orages de tourbillon, devient ainsi une différence de degrés et non de genre.

Les conditions nécessaires à la formation des orages, dans l'Ostland, indiquées plus haut, semblent devoir rendre la prévision de ces phénomènes comparativement facile. La difficulté se trouve cependant dans les ressources purement matérielles. L'institut météorologique de Norvège ne reçoit point de télégramme de matin, des stations comme Carlstad, Eidsvold, Granheim et Ullensvang. Parfois les conditions se sont pourtant trouvées telles, que les dépêches reçues à Christiania ont permis de voir que les conditions d'un orage étaient remplies, et l'on a prédit des orages qui ont éclaté plus tard dans la journée.

V. HAUTEUR DES NUAGES ORAGEUX.

Il paraîtrait, par les différentes indications de la littérature touchant ce sujet, que la hauteur des nuages orageux est très variable à des occasions différentes et dans des endroits différents. KÄMTZ ¹⁾ et M. HANN ²⁾ donnent des hauteurs considérables. Le premier marque la limite inférieure à 4000 pieds environ, le second à 1400 m., tandis que les sommets des nuages s'élèvent souvent plus haut que les sommets des montagnes de la Suisse. En revanche, M. REIMANN ³⁾ dit que la plupart des orages dans les Mont des Géants (Riesengebirge), sont plus bas que le sommet de la Schneekoppe (1599 m.) de sorte que de 18 orages par an, 10 passent complètement sous le sommet de la montagne, et que le ciel au-dessus est complètement serein; 5—6 enveloppent le sommet de vapeurs, et 2—3 seulement se montrent complètement au-dessus. M. KOLBENHEYER ⁴⁾ a vu au sommet de la Babiagora, sur la frontière de la Galicie et de la Hongrie (1725 m.), un orage au-dessous de lui dont les nuages laissaient complètement libre le sommet de cette montagne, ainsi que celui de la Brana dans le voisinage (1520 m.). Aussi d'autres voyageurs racontent avoir vu des orages au-dessous d'eux, comme M. le prof. KNOP ⁵⁾, plus bas que 2400 mètres.

Cette question a beaucoup gagné en importance par les recherches de M. SOHNCKE ⁶⁾ sur l'origine de l'électricité des orages et de l'électricité ordinaire. En comparant les résultats obtenus par la navigation aérienne, il montre d'abord que la surface isotherme de 0° pendant les mois d'été les plus chauds se trouve à une hauteur de 3—4000 mètres, et qu'elle ne descend qu'exceptionnellement à 2000 m. Elle monte en moyenne pendant la matinée et descend de nouveau vers le soir. Au-dessus de la surface en question, les nuages se présentent sous forme de *»nuages de glace»*, qui apparaissent comme des cirrus, tandis qu'au-dessous d'eux s'étendent *»les nuages aqueux»*, Nimbus, Cumulus, etc. Il a de plus démontré expérimentalement, qu'un morceau de glace se

1) Vorlesungen über Meteorologie, Halle 1840, s. 428—30.

2) Meteorologische Zeitschrift. Juli 1886.

3) Meteorologische Zeitschrift. Juni 1886.

4) Meteorologische Zeitschrift. Octobre 1886.

5) Meteorologische Zeitschrift. Nov. 1886.

6) Der Ursprung der Gewitter-Electricität und der gewöhnlichen Electricität der Atmosphäre. Jena, 1885.

charge d'électricité, à 0°, quand on dirige sur lui un courant d'air chaud saturé d'humidité et de vapeur d'eau.

L'électricité atmosphérique se formerait ainsi selon lui par le frottement de deux courants d'air, dont l'un transporterait des aiguilles de glace, l'autre des gouttelettes d'eau. L'électricité des nuages orageux se formerait de même lorsque leurs sommets traverseraient rapidement le voile des Cirro-Stratus. Il cherche aussi à démontrer, qu'aux jours d'orages la surface isotherme de 0° se trouve extraordinairement bas, ce qui le rend plus facile pour le courant chaud d'air ascendant d'élever des «nuages aqueux» au-dessus de celle-ci.

Si maintenant nous allons examiner ces opinions différentes, nous aurons d'abord à nous appuyer sur les mesures directes entreprises par MM. EKHOLM et HAGSTRÖM à Upsala, sur les hauteurs des nuages ¹⁾. Il apparaît de ces mesures nombreuses, qu'au-dessus de la plaine d'Upsala, les Cirrus flottent à une hauteur moyenne d'environ 9000 m. au-dessus du sol. Le mince voile des cirro-stratus se trouve en général à 1000 m. plus haut. Seulement quelques fois on a pu observer de véritables Cirrus au dessous de 6000 m. Les sommets des nuages orageux au contraire se trouvent ordinairement à une hauteur de 3000 m. Une seule fois, le 28 Juillet 1884, on mesura un pareil sommet à un peu plus de 5000 m. de hauteur. Un percement d'un voile de Cirro-Stratus ne peut donc être admis, du moins à Upsala. De plus il n'est même pas nécessaire que des formes de nuages plus élevées fassent leur apparence en même temps que les formes inférieures, — condition affirmée par plusieurs savants, comme étant indispensables pour que les pluies puissent avoir lieu. On voit souvent à Upsala, — et ce fait est bien constaté, — des orages, aussi bien que des averses ordinaires de pluie, venir de nuages bas, détachés, du type des Cm-Str, tandis que le ciel est d'ailleurs complètement serein. Pour ce qui regarde la base inférieure des nuages orageux, elle se trouve en moyenne à une hauteur de 1400 m. laquelle coïncide avec la valeur citée par M. HANN comme observée dans les Alpes.

Le cas ordinaire est au contraire, que les sommets des nuages s'entourent de vapeurs fines qui s'étendent de là dans toutes les directions et couvrent parfois une grande partie du ciel. A l'oeil ils ressemblent complètement à des Cirrus ou à des Cirro-Stratus. La formation

1) EKHOLM et HAGSTRÖM: Mesures des hauteurs et des mouvements des orages. Acta Soc. R. Sc. Ups. 1885; et un résumé des mesures nouvelles: Die Höhe der Wolken im Sommer zu Upsala, Meteor. Zeitschrift, März 1887.

de cette couche de nuages cirriformes a été bien décrite par M. HANN¹⁾. C'est cette couche qui a donné lieu à la supposition que les sommets des nuages orageux s'élèvent jusqu'à la région des vrais Cirrus. Les mesures d'Upsala montrent que ces »*faux Cirrus*» sont à la même hauteur que les sommets des Cm-Str eux-mêmes, c.-à.-d. à une hauteur moyenne d'environ 3000 m. La formation de ces »*faux Cirrus*» pourrait peut-être s'expliquer le plus aisément de la même façon que la formation du brouillard flottant au-dessus des surfaces d'eaux plus chaudes que l'air pendant un jour froid d'hiver. De la surface relativement chaude du sommet du nuage s'évapore de l'eau, qui à son tour se précipite en forme de cristaux de glace dans les environs plus froids. Mais de cette manière un frottement entre des courants entraînant de la glace et d'autres entraînant de l'eau, n'a guère lieu.

Que les nuages orageux n'atteignent pas les Cirrus, se prouve encore d'une autre manière, en ce que *la marche des véritables Cirrus n'est point affectée par les violentes perturbations des parties inférieures de l'atmosphère pendant les jours d'orages.*

Ceci apparaît en partie des diagrammes ci-joints. L'observation des nuages supérieurs n'est cependant pas toujours facile à exécuter pendant l'orage même, car ils sont souvent cachés par des nuages plus bas, ou par des »*faux Cirrus*». Mais on peut prouver que la marche des nuages supérieurs et des nuages inférieurs, *par rapport les uns aux autres*, montre une irrégularité remarquable, presque toujours, quand le temps est orageux.

Il est prouvé, qu'en général²⁾ les nuages inférieurs sont déviés à droite de la direction des vents à la surface de la terre, et de même que les nuages supérieurs tirent à droite des nuages inférieurs, de sorte que, si par exemple le vent vient du Sud, les nuages inférieurs vont en même temps du SSW ou du SW et les nuages supérieurs de l'W ou du NW. Il y a pourtant de rares exceptions à cette règle. Le *nombre de jours*, à Upsala, pendant les 12 années 1874—1885, que la marche des nuages supérieurs a eu par rapport aux nuages inférieurs une déviation contraire est de 218, ou à peu près 18 par an. Ces cas se répartissent ainsi sur les différents mois.

1) Zeitschrift der Oesterreich. Gesellschaft für Meteorologie 1873, p. 105; 1880, p. 434.

2) HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Atlas des courants supérieurs de l'atmosphère. Stockh. 1877, p. 14. — Distribution des éléments météorologiques autour des minima et des maxima barométriques. Acta Soc. Reg. Sc. Upsala 1883, p. 10.

Janvier	1	Mai	30	Septembre	23
Février	7	Juin	34	Octobre	7
Mars	11	Juillet	49	Novembre	4
Avril	15	Août	31	Décembre	6

218 jours.

Ces chiffres montrent un surplus considérable pendant les mois chauds sur les mois froids. La variation suit mieux la variation annuelle de la température que celle de la lumière, élément qui devrait être le plus important si toutefois la longueur du jour, dont dépend le nombre des observations, était la *seule* cause de la variation. Il paraît donc déjà par là que les phénomènes déterminés par une plus haute température, parmi lesquels nous avons en premier lieu les orages, doivent montrer leur influence sur les anomalies en question, c'est-à-dire sur la marche des nuages. Au moyen des registres des orages, on a examiné à quels jours des 218 cités, on a observé un orage dans le gouvernement d'Upsala ou dans quelqu'un des gouvernements immédiatement voisins. Ces jours étaient répartis de la manière suivante. Dans la 2^{me} colonne on a donné la différence entre les nombres dans ce tableau et ceux dans le précédent.

	<i>Orage</i>	<i>Diff.</i>		<i>Orage</i>	<i>Diff.</i>
Janvier	0	1	Juillet	30	19
Février	0	7	Août	15	16
Mars	1	10	Septembre	8	15
Avril	2	13	Octobre	0	7
Mai	13	17	Novembre	0	4
Juin	25	9	Décembre	1	5
				95	

Ainsi dans 95 cas, la marche des nuages supérieurs a eu une déviation anormale par rapport aux nuages inférieurs pendant les jours d'orages. Quant aux conditions particulières dans lesquelles cet état anormal a lieu, ce n'est pas ici le lieu de s'engager dans des examens plus détaillés. Quiconque s'est occupé d'étudier les mouvements des nuages supérieurs, sait bien, que lorsque des minima secondaires se forment, la marche des nuages supérieurs n'est pas déterminée par eux, mais par le minimum principal. Ce n'est que lorsque ces satellites ont grandi et se sont éloignés du minimum principal, qu'ils commencent à régler eux aussi les mouvements des courants supérieurs. Comme d'autre part, les orages sont en rapport intime avec ces satellites, et souvent apparaissent à l'intérieur de ceux-ci, il s'en suit, qu'au moins en général, les mouvements des nuages supérieurs ne sont pas influencés par les

mouvements parfois violents dans les régions inférieures de l'air, pendant les orages.

Ces considérations et plus encore les mesures directes des nuages, déjà cités, prouvent donc, que les nuages orageux se trouvent à un niveau inférieur à celui des Cirrus, et qu'ils se trouvent en moyenne entre 1400 et 3000 m. au-dessus de la surface terrestre. A savoir, s'ils se trouvent à des hauteurs diverses aux divers endroits de la terre, est une question qui ne peut être résolue que par des mesures directes.

VI. ÉCLAIRS SANS TONNERRE EN SUÈDE ET ORAGES CORRESPONDANTS EN 1871, 1872 ET 1873.

Pour vérifier que les éclairs secs ne sont, au moins dans notre pays, que le reflet d'un orage éloigné, chose fort discutée en d'autres pays, nous donnons ici la liste complète des observations des éclairs secs observés en Suède pendant les trois années 1871, 1872 et 1873. Nous voyons par là, qu'on peut avec peu d'exceptions toujours indiquer un orage dans la même direction dans laquelle les éclairs secs ont été observés ¹⁾. Le tableau contient pour chaque observation: 1. *Le jour*, 2. *l'heure*, 3. *la station* et 4. *la direction*, dans laquelle on a observé les éclairs secs.

Éclairs secs.		Orage correspondant.
1871.		
16	Juin ? Östergarn (Gothland) NW et E.	À Vesterhejde (Gothland) au soir.
27	Juillet 9 ^h s. Råneå (Norrbotten) SW.	Un orage avait passé au-dessus de la station 4 ^h —5 ^h s. de l'E—W.
4-5	Août 11 ^h s.—1 ^h m. Viska (Laponie) SW.	Le 4 au soir orage à Ljungå en Jemtland.
4	„ 11 ^h 30 ^m Sko (Upsala) S.	
9	„ 9 ^h —11 ^h 30 ^m s. Skönvik (Sundsvall) NNW—E.	Un grand orage passe le soir de la frontière norvégienne par Jemtland—Hernösand et disparaît pendant la nuit au-dessus du golfe de la Bothnie.
„	„ 10 ^h s. Forsa (Gefleborg) W.	

1) Nous devons les renseignements sur les orages en Danemark à la bienveillance du Capitaine G. RUNG à l'Institut météorologique de Copenhague.

10	Août 8 ^h 30 ^m s. Sinclairsholm (Scanie).	?
25	„ 8 ^h 30 ^m s. Glimåkra (Scanie)?	Tempête pendant la nuit. Un orage éclate sur la station au matin suivant.
2	Sept. au soir Oxelösund (Nyköping)?	Un orage de tourbillon éclata le soir du 2 Sept. au-dessus de la côte ouest de la Suède et passa pendant la nuit du 2—3 à travers le pays et au-dessus de la Baltique. Carlsrona fut atteint à 2 ^h 15 ^m —3 ^h 30 ^m m., Christianstad à 0 ^h 30 ^m —1 ^h 45 ^m m.
„	„ 7 ^h 50 ^m —8 ^h 30 ^m s. Alkvettern (Örebro) SSW.	
„	„ 8 ^h —9 ^h 30 ^m s. Uddevalla W.	
„	„ 8 ^h 30 ^m s. Carlsrona W.	
„	„ 8 ^h s. Tomarp (Christianstad) NW.	
1872.		
31	Janv. matin et soir Kristdala (Kalmar)?	?
„	„ „ „ „ „ Locknevi „ N.	?
22-23(?)	Avril nuit Hemse (Gothland) W.	Probablement le 23—24. Cette nuit, orage violent à plusieurs stations de la Suède méridionale.
27	„ 8 ^h 30 ^m s. Skönvik (Sundsvall) N.	?
14	Mai 10 ^h s. Skeppsholmen (Elfsborg) S.	Orage au soir dans le Halland.
1	Juin 10 ^h 30 ^m s. Harg (Stockholm) SE.	A 7 ^h 50 ^m —8 ^h 40 ^m du soir un orage passa Ösbyholm, situé dans le SSE de Harg, en s'éloignant au-dessus de la Baltique.
„	„ au soir Dingelvik (Elfsborg) S.	Au-dessus du Cattegat?
13	„ 10 ^h 30 ^m s. Ferglanda (Elfsborg) SW.	Orage au soir dans le Halland.
2	Juillet 9 ^h s. Jäder (Nyköping) NE.	Orages de chaleur à une foule de stations à diverses heures de la journée.
4	„ 10 ^h s. Flisby (Jönköping) ENE.	Orage à 4 ^h s. à Läckabo, situé à l'E de Flisby.
10	„ 10 ^h s. Tomarp (Christianstad) W.	Orage en Danemark.
13-14	„ nuit Gustafsberg (Uddevalla) SE.	Orage à plusieurs stations entre le Vettern et la partie NE de la Scanie.
„	„ „ Björkholm (Halland) E.	
14-15	„ „ Björkholm (Halland) W.	Orage en Danemark.
„	„ „ Löpanäs (Vexjö) SE (SW?)	?
15	„ au soir Halmstad SV.	Orage en Danemark.
„	„ „ „ Björkholm (Halland) W.	„ „ „
„	„ „ „ Löpanäs (Vexjö) E.	Plusieurs orages ont passé ce soir au-dessus de quelques stations dans les gouvernements de Linköping et de Vexjö se dirigeant vers la Baltique.
„	„ „ „ Glimåkra (Christianstad) E.	
16	„ 10 ^h s. Jäder (Nyköping) SW.	Le tonnerre se fit entendre à la station Jäder 3 ^h —4 ^h 30 ^m s. Orage de chaleur à plusieurs stations ce jour là. Au soir, 9 ^h —minuit, orages à la côte nord du Venern.
„	„ 10 ^h —12 ^h s. Holmstorp (Örebro) S.	

3	Août 10 ^h s. Halmstad SW.	Orage en Danemark.
"	" 10 ^h s. Kärne (Carlstad) E.	Orages à plusieurs stations du gouvernement d'Örebro ce soir.
4	" 11 ^h 30 ^m —minuit Kärne (Carlstad) SE,	Orages sur le rivage nord du lac Hjelmars pendant la nuit.
9	" 10 ^h —11 ^h s. Jäder (Nyköping) E.	En même temps orage à la station Tumbo au SE de Jäder.
11	" depuis 10 ^h s. Noresund (Vermeland) E.	L'orage avait probablement éclaté à ce moment à l'E de cette station; vers minuit on vit les premiers éclairs à Carlstad. L'orage alla pendant la nuit sur une bande étroite de là au-dessus d'Örebro vers le lac de Mälaren, qu'il atteignit vers 6 ^h m. le 12.
"	" 9 ^h —10 ^h 30 ^m s. Tomarp (Christianstad) S.	Sur le Baltique?
11-12	" nuit Lagmansered (Elfsborg) S.	Orage en Danemark le 11 et à Tofter (Bohuslän) 0 ^h —3 ^h m. le 12.
12	" 9 ^h —10 ^h s. Holmstorp (Örebro) S.	Orages à plusieurs stations entre le Venern et le Vettern ce soir.
12-13	" nuit Lagmansered (Elfsborg) S.	Orage en Bohuslän 2 ^h —3 ^h m.
13	" 9 ^h —10 ^h s. Tumbo (Nyköping) E.	Un orage avait passé au-dessus de la station du SW—E à 5 ^h —7 ^h s. Orages à beaucoup de stations ce même jour.
31	" au soir Björkholm (Halland) S.	Sur le Cattegat?
1	Sept. 9 ^h —10 ^h s. Tomarp (Christianst.) W.	?
5	" 10 ^h 45 ^m s. Hofby (Skaraborg) NW.	A 10 ^h du soir un nuage sombre avait passé la station du S—N avec une pluie forte.
6	" 2 ^h —3 ^h m. Nora (Vesterås)?	Orage d'une violence extraordinaire aux environs du Mälaren.
"	" 2 ^h m. Skinnskatteberg (Vesterås)?	
6-7	" nuit Sibo (Gefleborg) N—NE.	Un orage venant le soir du Jemtland a passé pendant la nuit au nord de la station vers le golfe de Bothnie.
"	" " Björn (phare au SE de Gefle) N.	
6	" 10 ^h —11 ^h s. Tomarp (Christianstad) NW.	Orage à Glimåkra au N de Tomarp à 7 ^h —11 ^h m.
7	" 7 ^h 45 ^m s. Kärne (Carlstad) NNE.	Orages à plusieurs stations dans la Dalécarlie et dans le gouvernement de Gefleborg.
8	" au soir Hemse (Gothland) SW.	Orages à plusieurs stations dans le gouvernement de Jönköping et de Kalmar. Dans la nuit l'orage atteignit Visby.
11	" 11 ^h 30 ^m s. Kärne (Carlstad) N.	Un seul éclair. Le nord du Vermland et la partie NW de la Dalécarlie ont peu de stations.

20	Sept. au soir Björn (phare au SE de Gefle) SSE.	Un orage fort passa ce soir de l'ouest à l'est au-dessus de plusieurs stations du gouvernement de Nyköping et s'éloigna vers la Baltique.
"	" " " 3 stations (Upsala) SE.	
"	" " " Sättra (Vesterås) E(SE?)	
"	" " " Hjulsjö (Örebro) W(E?)	
"	" " " Visby (Gothland) NW.	
"	" " " Hemse "	
22	" 8 ^h s. Jäder (Nyköping) S.	Orage très fort à la plupart des stations de Gothland.
"	" 7 ^h —9 ^h s. Björkholm (Halland) SW.	Sur le Cattégat?
23	" 7 ^h —8 ^h s. Jäder (Nyköping) S.	Un orage passe ce soir Oxelösund et s'éloigne au-dessus de la Baltique.
24	" 6 ^h —7 ^h s. Jäder (Nyköping) N.	?
"	" 8 ^h —10 ^h s. Sko (Upsala)?	
24-25	" nuit Gustafsberg (Bohuslän) S.	Au-dessus du Cattégat?
25	" 6 ^h —8 ^h s. Jäder (Nyköping) S.	Orage en Danemark.
"	" 7 ^h s. Getinge (Halland) W—N.	
"	" au soir 3 stations en Scanie W.	
28	" au soir Hellefors (Örebro) S.	Orage sur le rivage nord du Venern, à plusieurs stations entre le Venern et le Vettern, dans le Bohuslän, et au S du Vettern.
"	" " " Noresund (Vermeland)?	
"	" " " Getinge (Halland)?	
"	" " " Låckebo (Kalmar)?	
"	" " " Tomarp (Christianstad)?	
"	" " " Glimåkra "	?
"	" " " Gumlösa " NW.	
30	Octobre au soir Hjelsäter (Skaraborg) W.	Orage à Ferglanda de l'autre côte du Venern.
"	" 8 ^h 30 ^m s. Halmstad SW.	Sur le Cattégat?
31	" 4 ^h 50 ^m —5 ^h 50 ^m m. Tomarp NW.	A 4 ^h 30 ^m m. orage à Glimåkra au nord de Tomarp.
25	Nov. 7 ^h s. Sparrsäter (Skaraborg) NE.	?

1873.

27	Mai 9 ^h 40 ^m s. Gumlösa (Christianstad) WNW.	?
4	Juin 10 ^h s. Falun W.	Orage à Mora à l'W de Falun.
16	" au soir Mora (Dalécarlie) N.	Orage à Lillherredal dans le Herjeådal.
16	" 9 ^h 30 ^m s. Falun SW.	Un orage passe 6 ^h —10 ^h s. au-dessus de Leksand, Grängshammar et Hedemora, ou à SW—S de Falun.
15	Juillet 9 ^h 25 ^m —11 ^h s. Tumbo (Nyköping) SW.	Un orage violent passe ce soir au-dessus de la Suède méridionale du Cattégat jusqu'à Gothland.

27	Juillet 10 ^h s. Tomarp (Christianstad) W. }	Orage en Seland (Danemark) et la partie NW
"	" 9 ^h s. Glimåkra " SW. }	de la Scanie ce soir.
28	" 9 ^h —10 ^h s. Vestervigge (Östersund) WNW. }	Orage à Undersåker (Gouvernement d'Östersund).
"	" 9 ^h s. Ljusnedal (Östersund) NE. }	
3	Août 10 ^h —12 ^h s. Buhlsjö (Linköping) E. }	Un orage a passé le Mälaren de l'ouest à l'est pendant l'après-midi. Probablement sur la Baltique au soir.
11	" 1 ^h —3 ^h 30 ^m m. Ving (Elfsborg) WSW. }	Orage dans Halland 1 ^h 30 ^m —5 ^h m.
13	" ? Uddnäs (Vesterås) SE. }	?
17	" 9 ^h s. Tånnö (Jönköping) E. }	Orage en plusieurs endroits du Gothland à 8 ^h —11 ^h s.
"	" 9 ^h —10 ^h s. Stafsinga (Halland) ? }	
22-23	" nuit Kockhem (Skaraborg) SSW —NW. }	Orage en Danemark, qui passe le Cattegat et éclate sur le Bohuslän pendant la nuit.
"	" 10 ^h —11 ^h s. Uddevalla SW. }	
"	" nuit Vese (Bohuslän) S. }	
"	" 9 ^h —11 ^h s. Björkholm (Halland) WSW. }	
"	" 10 ^h s. Malmö SE et NNW. }	
24	" 9 ^h 30 ^m s. Degeberg (Skaraborg) W. }	Sur le Cattegat probablement. L'orage éclate à Halland le jour suivant.
"	" au soir Halmstad WSW. }	
26	" au soir Halmstad WSW. }	Orage en Danemark arrivant en Halland au soir.
"	" 9 ^h s. Vallen (Halland) SSW. }	
"	" au soir Borrby (Scanie) SE—S—W. }	
"	" 8 ^h —10 ^h s. Glimåkra (Scanie) SW—S. }	
"	" 9 ^h s. Gumlösa (Scanie) SW. }	
"	" 9 ^h —12 ^h s. Skanör " S—W. }	
"	" 7 ^h 30 ^m s. Malmö " SW—NW. }	
27	" au soir Borrby (Christianstad) S—W. }	Orage en Danemark et à plusieurs stations de la Suède méridionale.
"	" 8 ^h s. Malmö SW. }	
28-29	" 7 ^h —7 ^h 30 s. Ving (Elfsborg) E. }	Orage faible au S du Vettern au soir.
"	" au soir Halmstad WSW. }	Orage en Danemark, qui a passé le sud de la Suède pendant la nuit, et sévit avec grande violence à Christianstad et à Kalmar au matin suivant.
"	" ? Vallen (Halland) ? }	
"	" nuit Björkholm (Halland) WSW. }	
"	" au soir Borrby (Scanie) S—W. }	
"	" " Vese (Bohuslän) S. }	
29	" 9 ^h 15 ^m s. Tumbo (Nyköping) NE(NW?). }	Orage en Vermland, qui avance aux environs du lac Mälaren.
"	" au soir Halmstad WSW. }	Orage en Danemark, qui arrive à Malmö le 30 ^e à 6 ^h 30 ^m du matin.

30	Août au soir	Halmstad WSW.	Orage en Danemark, qui arrive à Halland le 31 à 5 ^h du matin.
1 (2 ^e)	Sept.	9 ^h —10 ^h s. Degeberg (Skaraborg) S.	Orage fort à plusieurs stations de la Scanie le 2 au soir.
4	„	8 ^h —9 ^h s. Glimåkra (Christianstad) SW.	
„	„	? Malmö S et NW.	
4	„	9 ^h s. Nora (Örebro) S.	Orage sur plusieurs stations entre le Venern et le Vettern.
„	„	10 ^h s. Degeberg (Skaraborg) W.	Un autre orage venant du Cattégat descend sur le nord du Halland à 9 ^h 30 ^m s. Orages en Danemark simultanément.
„	„	8 ^h s. Halmstad ?	
„	„	8 ^h 30 ^m s. Björkholm (Halland) S.	
„	„	8 ^h 30 ^m Vallen (Halland) ?	
„	„	9 ^h s. Tomarp (Christianstad) NW.	Orage à Carlsrona.
„	„	9 ^h 30 ^m s. Esphult „ NW.	
5	„	8 ^h 30 ^m s. Noresund (Vermland) E.	Orage à plusieurs stations entre le Vermland et le lac de Mälaren.
„	„	au soir Dix stations au nord et au sud du Mälaren SW—NE.	
„	„	8 ^h s. Tomarp (Scanie) S.	Orage à Borrbj au côté SE de la Scanie.
„	„	10 ^h —11 ^h s. Uddevalla (Bohusl.) W.	Au-dessus du Cattégat?
7	„	au soir Tomarp (Scanie) ?	Orage à plusieurs stations de la Suède ce soir.
9	„	au soir Löpanäs (Kronoberg) S.	Orage à plusieurs stations entre le Cattégat et la Baltique ce soir; orage d'une grande violence à Copenhague.
„	„	„ „ Skeppsholmen (Elfsb.) S.	
„	„	8 ^h 25 ^m s. Björkholm (Halland) SE—SW.	
„	„	9 ^h —10 ^h s. Låckebo (Kalmar) SW.	
„	„	au soir Glimåkra (Scanie) W.	
„	„	„ „ Tomarp „ ?	
„	„	au soir Söderåkra (Kalmar) E.	Au-dessus de la Baltique?
10	„	9 ^h 40 ^m s. Bjästa (V. Norrland) ESE.	Au-dessus de la Golfe de Bothnie?
„	„	8 ^h s. Björkholm (Halland) E—SE.	Orages à plusieurs stations en Danemark, en Halland, en Scanie et en Blekinge ce soir.
„	„	au soir Tomarp (Scanie).	
10-11	„	nuît Ljungby (Kalmar) E—S.	Au-dessus de la Baltique?
12	„	8 ^h s. Nora (Örebro) SW.	Orage à plusieurs stations au sud de la Suède.
„	„	7 ^h s. Gillberga (Vermland) NW.	?
14-15	„	nuît Vese (Bohuslän) SSW.	Orage en Danemark le 14 et à Halmstad au soir.
18-19	„	nuît Björkholm (Halland) ?	Orages à plusieurs stations de la Suède méridionale.
„	„	9 ^h 30 ^m s. Esphult (Scanie) ?	
„	„	8 ^h 30 ^m s. Glimåkra „ SE.	

14-15	Oct.	6 ^h 30 ^m — 8 ^h s. Halmstad ?	} Orage en Danemark qui parvint au côté sud de la Scanie vers minuit.
"	"	nuit Björkholm (Halland)	
		W—SW.	
"	"	au soir Tännö (Jönköping) S.	
"	"	8 ^h s. Tomarp (Scanie) W.	} Cette nuit de nouveau un orage venant de Danemark fait irruption au sud de la Scanie.
"	"	9 ^h s. Glimåkra " SW.	
15-16	"	nuit Björkholm (Halland)	
		W—SW.	
"	"	minuit Tomarp (Scanie) W.	} Orage en Bohuslän.
22	"	10 ^h —11 ^h s. Ving (Elfsborg) W.	
25	"	8 ^h 30 ^m s. Bred (Upsala) W.	
"	"	9 ^h —10 ^h s. Gumlösa (Scanie) SW.	
15	Nov.	au matin Löfånger (Vesterbotten) ?	?

Ainsi, presque toujours quand les éclairs n'ont pas été observés au-dessus de la mer, on a pu signaler un orage à peu près dans la direction indiquée par les éclairs. Ceux-ci ont été observés souvent à une distance considérable (4—500 kilomètres), ce qui confirme les observations de M. BEZOLD. Selon lui on a vu en Bavière en forme d'éclairs secs des orages qui ont sévi simultanément à l'autre côté des Alpes dans l'Autriche méridionale. La distance de Carlsrona à Copenhague, ou des environs du lac de Mälaren à Gothland, n'est guère moindre.

VII. STATISTIQUE.

Fréquence des orages. La Suède est divisée en trois parties principales: (voyez la carte 29).

1°) *Norrland*, comprenant les gouvernements du Norrbotten, Vesterbotten, Vesternorrland, Östersund et Gefleborg.

2°) *Svealand*, ou les gouvernements de Falun (Dalecarlie), Upsala, Stockholm, Nyköping ou Sudermanie, Vesterås, Örebro et Vermland.

3°) *Götaland*, ou les gouvernements de Skaraborg, Elfsborg, Bohuslän, Halland, Linköping ou Ostrogothie, Jönköping, Kronoberg, Kalmar, Blekinge, Malmöhus et Christianstad, ces derniers formant ensemble l'ancienne province de Scanie, la plus méridionale de la Suède, et l'île Gothland.

Dans le gouvernement de Vesterås, les observations ne commencèrent qu'en 1872. Dans ce qui suit, Bohuslän et Halland ou la côte du Cattegat, sont traités ensemble comme un seul district, et de même la partie la plus méridionale du pays, le Blekinge et la Scanie.

La Norvège est divisée en cinq parties principales :

1^o) *L'Ostland*, ou les gouvernements (amt) de Smaalenene, Akershus, Hedemarken, Christian, Buskerud, Jarlsberg-Laurvik, Bratsberg et Nedenes. Les limites sont: au nord le Dovrefjeld, à l'W les Langfjelds, au S le Skagerack et à l'E la Suède.

2^o) *Le Vestland*, avec les gouvernements de Lister Mandal, Stavanger, Søndre-Bergenhus, Nordre-Bergenhus, forme la partie ouest de la Norvège méridionale entre les Langfjelds et l'Atlantique jusqu'à cap Stad.

3^o) *Romsdal-Trondhjem*, ou les gouvernements de Romsdal, Søndre-Trondhjem et Nordre-Trondhjem, situé entre cap Stad et Dovrefjeld au Sud, au Nord le Nordland, à l'E la Suède et la mer à l'W.

4^o) *Nordland-Tromsö*, les deux gouvernements du Nordland et du Tromsö, formant la partie la plus étroite de la Norvège entre la mer à l'W, la Laponie et la Finlande à l'E.

5^o) *Le Finnmarken*, un seul gouvernement du même nom, entre l'Océan et la Mer de Barents, au N., la Finlande et la Russie au S.

La fréquence annuelle des orages dans chaque division du pays est indiquée dans les tableaux I a. et I b., ainsi que sur la carte 24.

Tab. I a.

Fréquence des orages dans les différents gouvernements de la Suède.

(Nombre moyen pour chaque observateur).

Gouvernement	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Moy.
Norrbottn	6.29	7.40	9.33	4.75	6.67	5.50	5.75	3.80	3.75	6.33	5.96
Vesterbottn	4.81	7.90	7.64	5.75	5.14	5.75	7.33	7.33	5.67	5.33	6.26
Vesternorrland	3.40	8.00	6.60	7.17	8.00	4.00	4.93	3.00	6.29	6.25	5.76
Östersund	4.85	7.20	5.64	3.18	7.63	3.83	2.67	4.67	8.33	4.50	5.25
Gefleborg	5.90	9.70	8.00	10.17	14.38	7.00	7.60	5.67	6.80	9.33	8.46
Dalécarlie	4.72	9.70	6.40	4.82	12.80	3.00	6.67	4.50	6.67	7.00	6.63
Upsala	5.41	14.00	6.45	5.56	7.18	6.07	7.70	10.55	16.33	6.75	8.60
Vesterås	—	17.70	14.00	7.11	9.60	7.75	9.17	9.29	11.62	8.29	10.50
Stockholm	4.50	11.90	3.70	4.60	6.57	4.80	6.50	4.67	6.00	4.50	5.77
Nyköping	4.60	17.50	8.14	5.86	9.50	9.75	10.56	14.22	9.55	10.00	9.97
Örebro	5.53	14.40	8.62	6.50	8.50	6.30	8.45	9.25	12.13	7.83	8.75
Värmland	5.44	18.30	8.89	9.20	10.50	5.46	7.73	8.00	9.75	10.00	9.33
Skaraborg	5.89	22.30	11.33	6.83	9.25	8.70	7.57	7.83	10.43	9.67	9.98
Elfsborg	8.77	22.00	13.57	8.60	12.50	8.40	7.25	16.20	10.51	11.85	11.97
Bohus et Halland	5.20	17.70	13.13	12.14	10.00	10.75	7.50	8.50	12.60	12.00	10.95
Linköping	4.40	10.60	4.67	4.00	6.33	10.67	12.25	8.57	10.85	8.58	8.09
Jönköping	7.23	16.40	8.64	7.36	6.71	6.43	5.50	7.60	6.20	10.75	8.28
Kronoberg	6.08	16.20	11.55	7.43	11.67	9.25	8.14	11.67	11.57	13.00	10.66
Kalmar	8.20	12.40	9.40	4.00	8.20	6.17	7.14	11.67	8.14	17.00	9.23
Blekinge et Scanie	7.90	13.70	16.47	10.78	8.78	7.63	6.47	10.40	6.58	9.41	9.81
Gothland	5.06	11.20	10.25	2.50	7.67	—	3.75	6.78	5.36	7.00	6.62
Nombre des stations	268	239	230	158	171	137	155	147	147	135	

Tab. I b.

Fréquence des orages dans les différents gouvernements de la Norvège.

Gouvernement	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Moy.
Smaalene	2.57	6.77	4.40	6.84	5.88	4.50	4.00	7.25	6.33	4.66	5.32
Akershus	4.01	16.67	7.20	7.76	10.82	5.50	6.60	7.25	14.75	13.00	9.36
Hedemarken	5.78	12.53	8.14	6.93	10.27	8.44	7.00	8.32	7.72	6.67	8.18
Christian	3.66	9.66	8.16	5.68	4.51	8.00	2.75	3.33	9.34	7.66	6.28
Buskerud	3.17	8.33	9.00	7.66	7.60	3.80	3.40	3.50	8.33	18.50	7.33
Jarlsberg	3.65	8.99	6.86	12.22	6.16	8.24	6.16	6.60	8.70	9.25	7.68
Bratsberg	2.26	6.00	—	8.20	9.75	8.50	2.00	7.00	7.50	—	5.12
Nedenes	3.71	10.14	4.25	5.25	6.00	5.50	11.50	15.00	17.00	12.50	9.09
Lister et Mandal	4.40	16.40	7.50	11.27	5.50	6.00	7.80	7.00	10.00	10.00	8.59
Stavanger	4.82	8.90	9.10	10.50	4.13	4.29	5.85	3.31	7.80	5.50	6.42
Søndre-Bergenhus	5.21	6.44	7.28	7.32	5.14	4.40	8.00	2.60	4.75	3.66	5.48
Nordre-Bergenhus	3.66	4.56	4.89	10.45	2.57	1.89	3.39	1.28	2.00	2.85	3.75
Romsdal	3.07	2.54	3.10	5.65	0.88	2.01	2.11	1.00	2.84	3.89	2.71
Søndre-Trondhjem	4.63	6.39	5.80	6.71	4.64	6.64	4.71	4.00	5.25	6.32	5.51
Nordre-Trondhjem	5.40	4.33	3.00	5.80	3.33	5.00	6.50	1.50	5.99	3.50	4.44
Nordland	4.82	1.89	2.99	4.01	1.10	2.49	1.42	1.34	1.27	1.77	2.31
Tromsø	1.33	0.80	2.20	1.40	1.40	3.08	0.14	0.33	0.80	0.66	1.22
Finmarken	2.60	1.33	2.83	1.20	2.00	3.34	1.84	0.80	0.25	1.75	1.79
Nombre des stations	163	134	104	143	121	106	99	73	74	68	

En les examinant, on trouvera que les orages sont le plus fréquents dans le gouvernement d'Elfsborg, au sud du lac Venern et sur la côte du Cattegat; dans la partie la plus méridionale de la Suède et dans les régions voisines des grands lacs Venern, Vettern, Hjelmaren et Mälaren. Leur nombre diminue quelque peu vers la Baltique, et encore plus vers le nord et l'ouest. Dans le nord de la Suède la forme des courbes ressemble beaucoup aux courbes qui représentent le débâcle des glaces dans les lacs. Des maxima secondaires de fréquence se trouvent dans les parties extrêmes de l'W et du S de la Norvège. Un minimum remarquable existe à l'entrée du fjord de Christiania, immédiatement au nord du maximum sur la côte du Cattegat.

Le tableau II donne la fréquence pour les grandes parties principales du pays. On voit par là, comment la fréquence diminue vers le nord.

Tab. II. Fréquence des orages dans les grandes divisions du pays.

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Moy.
Norrland	5.05	8.04	7.44	6.20	8.36	5.22	5.66	4.81	6.17	6.35	6.33
Svealand	5.03	14.79	8.33	6.24	9.24	6.16	8.11	8.64	10.29	7.77	8.43
Götaland	6.53	15.83	11.00	7.07	9.01	8.50	7.29	9.91	9.13	11.03	9.53

Tab. II. (Suite).

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Moy.
Ostland	3.82	10.14	6.88	7.32	7.98	6.69	5.61	6.96	9.61	9.77	7.48
Vestland	4.56	8.80	7.19	9.80	4.32	3.93	6.00	2.80	5.50	4.20	5.72
Romsdal-Trondhjem .	3.97	4.18	3.71	5.96	2.75	4.69	3.61	2.30	4.31	4.50	4.00
Nordland	4.26	1.57	2.71	3.43	1.08	2.60	1.00	1.00	1.09	1.46	2.02
Finmarken	2.60	1.33	2.83	1.20	2.00	3.50	1.83	0.80	0.25	1.75	1.81

Tab. III. Fréquence des orages dans les différentes régions suivantes.

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Moy.
<i>1. Partie méridionale de Suède.</i>											
Région méridionale .	7.90	13.70	16.47	10.78	8.78	7.63	6.47	10.40	6.58	9.41	9.81
Région occidentale .	6.33	20.08	11.73	9.19	10.56	8.33	7.51	19.13	10.82	10.88	10.56
Région centrale . . .	5.79	14.73	9.28	6.46	9.41	6.47	7.61	8.81	10.75	8.94	8.83
Région orientale . . .	5.43	13.10	6.48	4.62	7.65	7.85	9.11	9.78	8.64	10.02	8.27
Ile Gothland	5.06	11.20	10.25	2.50	7.67	—	3.75	6.78	5.36	7.00	6.62
<i>2. Norvège.</i>											
Ostland { littoral . .	3.29	8.92	5.63	6.60	5.11	6.22	6.22	9.14	9.29	7.71	6.81
{ l'intérieur .	3.96	10.51	7.29	7.49	8.56	6.82	5.41	6.27	9.71	10.53	7.66
Vestland { littoral . .	5.86	10.12	8.27	11.68	5.10	4.89	7.05	3.46	7.64	5.44	6.95
{ l'intérieur .	1.77	5.70	4.56	5.10	2.00	1.63	3.00	1.57	2.14	2.33	2.98
Romsdal { littoral . .	3.33	1.55	3.58	6.53	1.17	3.60	3.50	0.83	3.00	4.29	3.14
Trondhjem { l'intérieur .	4.53	6.82	3.89	5.00	5.13	6.50	3.83	4.50	5.83	4.80	5.08
Nordland { littoral . .	4.40	1.00	2.73	3.74	0.90	2.82	1.25	1.29	1.13	1.13	2.04
{ l'intérieur .	3.74	3.67	2.67	2.00	1.67	2.00	0.00	0.00	1.00	2.33	1.91
Finmarken { littoral . .	0.50	0.33	0.00	0.67	0.67	1.33	0.50	0.00	0.00	1.00	0.50
{ l'intérieur .	4.00	2.33	4.25	2.00	3.33	5.67	2.50	1.00	0.33	2.00	2.74

Sur le tableau III les contrées de Svealand et de Götaland ont été rangées dans les groupes suivant: *La partie la plus méridionale*, comprenant la Scanie et le Blekinge; *La partie Ouest*, ou les gouvernements du Vermland, Skaraborg, Elfsborg, Bohuslän et Halland. *La partie centrale*, ou la Dalécarlie, Örebro, Upsala, Vesterås, Jönköping et Kronoberg; *La partie Est*, comprenant la côte de la Baltique ou les gouvernements de Stockholm, Nyköping, Linköping, Kalmar et l'île de Gothland. On voit que la fréquence est la plus grande dans la partie ouest de la Suède méridionale et qu'elle diminue vers l'Est. A Gothland elle est à peu de chose près, égale à celle dans le Norrland.

Le tableau III montre aussi la différence entre le littoral et l'intérieur de la Norvège pour chacune des parties principales du pays. On

voit qu'en général les orages sont plus nombreux à l'intérieur du pays que sur les côtes. Ce n'est que dans le *Vestland* et dans la région de *Romsdal-Trondhjem* que l'inverse a lieu.

Le nombre des orages varie beaucoup d'après les années. Ceci s'applique à toutes les parties du pays. On ne peut par les tableaux conclure à une période dans la fréquence des orages pendant une série d'années.

Période diurne des orages ¹⁾.

Tab. IV a.

Période diurne de la fréquence des orages dans différents mois 1871—80.

	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Md.	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	Mn.
Janvier—Mai.																								
<i>Suède</i>	10*	10*	12	18	19	18	14	33	29	31	47	89	101	103	138	164	145	131	106	93	68	55	45	23
<i>Norvège</i>																								
l'intérieur	3	2	1*	4	3	4	3	6	6	9	9	16	18	29	37	33	32	28	16	17	11	4	3	3
littoral . .	11	10	12	16	5	14	16	15	4*	15	10	16	9	7	23	26	25	25	38	27	31	9	13	15
Juin.																								
<i>Suède</i>	29	23	18*	28	30	26	36	38	56	57	107	177	277	321	442	439	437	378	244	176	131	115	80	33
<i>Norvège</i>																								
l'intérieur	1	0*	5	1	0*	3	5	3	15	15	22	46	61	104	107	97	91	93	80	43	26	6	9	2
littoral . .	3*	3	6	5	3	5	6	9	8	12	11	26	25	25	28	38	34	28	17	19	7	14	5	4
Juillet.																								
<i>Suède</i>	55	35	45	38	33*	47	58	39	54	66	137	234	353	427	461	536	516	402	284	202	131	106	75	68
<i>Norvège</i>																								
l'intérieur	4	5	4	5	3*	8	12	9	24	27	43	46	69	126	140	149	132	113	76	46	36	31	21	11
littoral . .	5*	6	10	7	10	21	20	15	21	29	26	29	23	51	56	60	62	51	38	33	26	18	19	7
Août.																								
<i>Suède</i>	35	27*	31	40	46	48	50	55	42	62	98	192	231	271	338	411	390	279	224	124	109	104	76	41
<i>Norvège</i>																								
l'intérieur	4	2*	2*	5	2	4	2	5	13	15	17	39	60	73	99	94	84	71	39	33	25	11	7	3
littoral . .	21	13	10	14	4*	21	21	16	19	23	21	11	23	34	37	33	33	33	21	25	31	19	20	16
Septembre—Décembre.																								
<i>Suède</i>	52	52	47	41	33	31	31	28	26*	27	37	77	67	77	138	154	169	150	86	93	100	77	69	69
<i>Norvège</i>																								
l'intérieur	8	4	3*	5	7	6	11	7	12	9	10	5	12	18	17	28	26	25	19	21	19	7	5	6
littoral . .	23	23	18	14*	25	25	32	27	27	27	32	19	23	23	29	40	51	35	45	52	69	45	44	26

1) Le temps indiqué est le temps local, au centre de l'orage. En 1879—1880 le temps commun fut introduit en Suède d'après un méridien qui passe à 12 minutes à l'ouest de Stockholm. Ce méridien divise le pays en 2 parties à peu près égales l'un à l'E, l'autre à l'W et c'est pourquoi on n'a pas cru nécessaire de réduire à l'heure locale de chaque station les observations de ces années là. L'erreur ainsi commise doit être insensible, puisque les corrections auraient eu des signes contraires à l'E et à l'W à partir du méridien en question.

Tab. IV b.

Période diurne des orages dans différentes parties du pays 1871—80.

	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	MD	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	MN
Norrländ . .	28	14	23	14*	21	30	26	15	21	34	72	125	108	205	250	263	247	249	180	115	96	87	56	37
Svealand . .	48	39	41	54	42	30*	30	46	72	73	110	222	362	454	599	747	747	568	406	254	165	133	111	65
Götaland . .	105	94	89*	97	98	110	133	132	114	136	236	422	479	540	667	694	663	523	358	319	278	237	178	132
<i>Suède</i> (pro mille) (nombre des ob- servations 14656)	12	10	10	11	11	12	13	13	14	17	29	53	70	82	103	116	113	91	64	47	37	32	24	16
Norvège l'intérieur . .	20	13*	15	20	15	25	33	30	70	75	101	152	220	350	400	401	365	330	223	160	117	59	45	25
littoral . .	63	54	58	57	47*	86	95	92	79	106	100	101	103	150	173	197	205	172	159	156	144	105	101	68
<i>Norvège</i> (pro mille) (nombre des ob- servations 5935)	14	11	12	13	10	19	22	21	25	31	34	43	54	84	96	101	96	84	64	53	44	28	25	16

Les tableaux IV a. b. montrent que les orages sont le plus nombreux dans l'après-midi, vers 4^h, et qu'ils ont un minimum de fréquence vers 2^h—4^h du matin. Ceci s'applique à toute la Suède et à l'intérieur de la Norvège dans toutes les saisons, de même que dans les autres parties de l'Europe ¹⁾. Cette règle est vraie aussi pour la côte ouest de la Norvège pendant la saison chaude. Ceci indique une influence directe de la variation diurne de la température, et aussi une liaison avec la variation diurne de la pression atmosphérique ²⁾. Une température élevée et une pression diminuée, accompagnent presque toujours la plupart des orages.

Sur le littoral de la Norvège, il n'est pourtant pas ainsi pendant la saison froide. Il est vrai que même alors, il se produit un minimum pendant les premières heures du matin. Le maximum de fréquence n'arrive cependant que plus tard, ou vers 8^h du soir. Nous rencontrons en Norvège le phénomène signalé par le Dr HELLMANN ³⁾, à

1) KLOSSOWSKY: Les orages en Russie. Odessa, 1885.

R. ASSMANN: Die Gewitter in Mitteldeutschland, Halle 1886.

LANCASTER: Discussion des observations d'orages, faites en Belgique. Ann. de l'Obs. Roy. de Bruxelles. Ser. 2. T. I—II.

2) CHR. HANSTEEN: Meteorologiske Constanter for Christiania. (Svenska Vet. Akad. Handl. 1850). — Norsk meteorologisk Aarbog 1868. S. VIII. (Bergen); 1869 S. XI. (Christianssand).

3) Ueber die tägliche Periode der Gewitter in Mitteleuropa. Meteorologische Zeitschrift 1885. S. 433.

savoir, que dans l'Europe centrale, les orages d'hiver se produisent plus souvent la nuit, que le jour. M. A. BUCHAN a montré la même chose pour le nord-ouest de l'Ecosse ¹⁾, et on l'entrevit déjà dans l'étude des orages en Norvège en 1868 ²⁾.

Quant à la cause de ce phénomène, M. HELLMANN la place dans l'augmentation de la vitesse du vent, observée à plusieurs stations du Nord de l'Europe, surtout pendant les tempêtes, justement aux heures de la journée, où les orages d'hiver, étant tous des orages de tourbillon, sont le plus nombreux. Les stations sur la côte ouest de la Norvège, où les orages d'hiver sont le plus nombreux, comme à Bergen, Hellsö et Ona, montrent cependant une moindre force moyenne du vent à 8^h du soir qu'à 2^h du soir. La station polaire autrichienne à Jan Mayen y trouva, pendant 1882—83, la vitesse du vent plus grande pendant la nuit que pendant le jour. On doit aussi remarquer, que la fréquence maxima des orages à Stykkisholm sur la côte ouest de l'Islande, où des orages n'ont pas lieu en été, se produit vers 5^h du matin et 5^h—10^h du soir. L'explication acceptée par M. HELLMANN, n'est donc pas suffisante pour ce qui regarde la Norvège, et des recherches ultérieures sont ainsi nécessaires.

Période annuelle de la fréquence des orages.

Tab. V. Période annuelle de la fréquence des orages.

	Janv.	Fevr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Totaux
<i>Suède</i>													
Norrland	2	1	5	7	137	657	973	526	81	20	3	1	2413
Svealand	7	1	4	112	461	1457	1397	1407	525	84	2	0	5457
Götaland	5	1	14	176	596	1610	2049	1373	855	154	35	7	6875
<i>Suède (totaux)</i>	14	3*	23	295	1194	3724	4419	3306	1461	258	40	8	14745
<i>Norvège</i>													
Ostland littoral . . .	6	0	1	3	47	130	169	147	80	21	10	0	614
Ostland l'intérieur . .	5	1	1	6	212	714	817	538	138	29	0	3	2464
Vestland littoral . . .	93	19	24	22	42	173	332	277	162	157	75	44	1420
Vestland l'intérieur . .	18	9	1	2	4	27	98	42	15	22	12	10	260
Romsdal littoral . . .	63	7	1	1	4	32	85	33	29	38	34	42	369
Trondhjem l'intérieur . .	14	4	4	1	11	84	170	82	18	8	11	10	417
Nordland littoral . . .	35	17	12	2	0	8	53	59	14	17	19	19	255
Nordland l'intérieur . .	0	4	1	0	0	1	32	16	4	2	2	3	65
Finmarken littoral . . .	1	0	0	0	0	2	7	2	0	0	0	0	12
Finmarken l'intérieur . .	0	0	0	0	1	13	48	25	0	0	1	0	88
Norvège littoral . . .	198	43	38	28	93	345	646	518	285	233	138	105	2670
Norvège l'intérieur . . .	37	18	7	9	228	839	1165	703	175	61	26	26	3294
<i>Norvège (totaux)</i> . . .	235	61	45	37*	321	1184	1811	1221	460	294	164	131	5964

1) Journal of the Scottish Meteorological Society. Vol. V. p. 324.

2) Atlas météorologique de l'Observatoire de Paris. 1868. D. 17. Période diurne.

Le tableau V montre que, dans toute la Suède et dans l'intérieur de la Norvège, le nombre des orages est le plus grand dans la saison la plus chaude de l'année ou pendant le mois de Juillet. Plus on s'avance vers le Nord, plus les orages sont concentrés autour de cette époque, comme on peut le voir par la comparaison des nombres pour le Götaland d'un côté, et du Norrland et de l'intérieur du Finmark d'un autre côté.

Sur la côte de la Norvège, les conditions sont très différentes. Certes, même là les orages se produisent en général le plus souvent en Juillet ou en Août, mais un maximum secondaire de fréquence se trouve aussi en hiver au mois de Janvier. Ce cas remarquable sera étudié d'une manière détaillée plus loin. Dans l'intérieur de la Norvège, nous avons encore des orages d'hiver, bien qu'en nombre restreint; en Suède ils sont au contraire d'une rareté extrême.

La période annuelle des orages en Suède correspond complètement à celle qu'on a trouvée en Belgique, l'Allemagne centrale et la plus grande partie du Nord de la Russie et de la Sibérie. Dans la Russie centrale et méridionale, ainsi que dans le Caucase, la fréquence maxima a lieu déjà au mois de Juin. Le cas signalé par M. v. BEZOLD ¹⁾ que dans l'Allemagne méridionale la fréquence des orages a deux maxima pendant les mois d'été, maxima qui semblent se rapprocher les uns des autres et de la saison la plus chaude à mesure que l'on avance vers le nord, peut encore, surtout en certaines années, se montrer dans l'Allemagne centrale, mais a complètement disparu en Suède.

Direction du vent et marche des nuages pendant un orage.

Tab. VI. Direction du vent pendant les orages.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmes
1. Suède (1871—1880).									
Janvier—Mai	56*	83	95	90	145	203	165	76	87
Juin	69	89	111	108	144	170	149	67*	93
Juillet	60*	66	86	106	167	190	169	66	90
Août	40*	42	78	108	176	221	175	76	84
Septembre—Décembre	22	20*	56	98	180	271	198	62	93
<i>Année:</i>									
Norrland	62*	82	108	140	188	154	126	74	66
Svealand	66	58*	78	98	167	188	169	84	92
Götaland	40*	61	88	96	150	230	182	56	97
Totaux (Suède)	56*	67	91	111	168	191	159	72	85

1) VON BEZOLD: Ueber das doppelte Maximum in der Häufigkeit der Gewitter während der Sommermonate. Sitzungsab. d. K. b. Akad. d. Wissensch. zu München 1875. Heft. II.

Tab. VI. (Suite).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmes
2. Norvège (1867—83).									
<i>a. L'intérieur</i>									
Janvier—Mai	60	16*	31	104	261	266	131	63	68
Juin	103	51*	69	125	224	139	85	95	109
Juillet	76	60*	72	101	229	160	119	67	116
Août	85	50*	56	119	247	146	86	64	147
Septembre—Décembre	39	36*	45	119	203	272	110	84	92
Année	80	50*	62	113	234	168	102	73	118
<i>b. Littoral:</i>									
Janvier—Mai	15*	36	40	66	186	388	186	66	17
Juin	34	98	107	158	217	226	50	32*	78
Juillet	59	72	77	133	203	243	74	54*	85
Août	61	65	89	118	192	262	80	34*	99
Septembre—Décembre	21*	29	42	117	219	366	138	38	30
Année	41*	57	70	119	204	296	104	44	65
<i>c. Tout le pays:</i>									
Janvier—Mai	34	27*	36	82	217	337	163	65	39
Juin	83	65*	80	135	222	165	74	76	100
Juillet	70	65	74	112	220	190	102	62*	105
Août	75	56	70	118	223	196	84	51*	127
Septembre—Décembre	25	31*	43	117	215	342	132	49	46
Totaux (Norvège) . . .	63	54*	65	115	220	226	103	60	94

Tab. VII. Marche des nuages pendant les orages.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmes
1. Suède (1871—1880).									
Norrland	64	57*	69	93	206	199	164	92	56
Svealand	66	48*	55	82	174	202	207	106	60
Götaland	46	44*	67	95	178	259	208	61	42
Totaux	59	50*	63	90	186	220	193	86	53
2. Norvège (1867—73).									
L'intérieur	56	45*	65	128	291	192	120	51	52
Littoral	30*	54	61	130	229	303	111	46	36
Totaux	45*	49	63	129	264	240	116	49	45

Comme le tableau VI le montre, la direction ordinaire du vent en Suède pendant les orages est du SW et la plus rare du N. Dans le Norrland pourtant le vent du sud est le plus fréquent. Ceci correspond à la direction moyenne du vent en Suède. Celle-ci est dans la partie la plus méridionale du pays l'WSW, passe dans le Svealand au SW et dans le Norrland jusqu'au S. La marche des nuages concorde assez bien avec la direction du vent.

La position géographique de la Norvège et ses conditions orographiques rendent ces études plus compliquées dans ce pays. Là aussi, des orages ont eu lieu avec tous les vents possibles, mais la direction principale du vent a été sur la côte du SW et dans l'intérieur du pays du S.

Dans la saison froide de l'année, notamment en automne, la direction principale du vent dans l'intérieur du pays est environ du SW. Mais en cette saison il y a peu d'orages dans l'intérieur. Dans les mois les plus chauds, qui sont relativement riches en orages, le vent du sud est dans l'intérieur du pays le vent dominant pendant les orages. Le minimum de fréquence des orages a lieu au littoral par un vent du N et dans l'intérieur par un vent du NE, règle qui s'applique dans toutes les saisons. Dans l'intérieur, le vent du nord montre un maximum secondaire de fréquence. En général, la fréquence varie régulièrement du vent le plus rare au vent le plus fréquent.

Ce sont par conséquent les vents les plus chauds qui apportent ou accompagnent le plus grand nombre des orages, et les vents les plus froids qui accompagnent le plus petit nombre des orages. Plus la température de l'air est élevée, plus aussi sa richesse en vapeur d'eau est grande, à la règle, surtout dans le voisinage de la mer.

Les vents les plus fréquents pendant les orages sur le littoral sont du SW; au contraire dans l'intérieur du S. Ceci peut tenir à des conditions, dont probablement les suivantes sont les plus importantes.

La côte de l'ouest, la partie la plus étendue de tout le littoral, depuis Lindesnes jusqu'au cap Nord, reçoit les orages principalement avec les vents du sud-ouest. Ces vents sont des vents de mer et indiquent des minima de pression barométrique, se trouvant vers le NNW au large dans la mer de Norvège. S'il éclate en même temps un orage plus à l'est dans l'intérieur du pays, les gradients doivent y être dirigés plus vers l'ouest et le vent par conséquent plus au Sud. De tels orages sont des orages de tourbillon. Cependant les orages dans l'intérieur commencent généralement plus tard, quand le tourbillon s'est avancé plus loin vers l'est, et alors le vent dans l'intérieur devient plus de l'ouest.

Dans les mois les plus froids, l'intérieur du pays n'a presque pas d'orages. S'il y en a, ce sont des orages de tourbillon. Dans les mois d'automne et de printemps, la plupart des orages dans l'intérieur sont aussi des orages de tourbillon. Et nous voyons par la statistique que pendant ces mois (Septembre—Mai) les vents les plus fréquents pendant les orages sont du SW. Le plus grand nombre des orages dans l'intérieur sont des orages de chaleur, se formant avec des minima secondaires de pression dans l'intérieur du pays, pendant les mois d'été. La statistique montre, qu'ils sont le plus généralement accompagnés de vents du sud. Ces conditions seront mieux expliquées plus loin, en comparant la fréquence des orages dans les différents mois et les différentes parties de

la Norvège, avec la répartition de la pression atmosphérique. A côté des considérations ci-dessus, on doit aussi remarquer qu'en général les vents dans l'intérieur sont moins déviés de la direction du gradient, que les vents de mer ¹⁾, et que par conséquent, le gradient ayant la même direction, un vent qui sur le littoral souffle du SSW, doit à l'intérieur du pays être moins dévié à cause du frottement plus considérable qu'il éprouve, et y souffler du Sud.

La marche des nuages (tabl. VII), telle qu'elle a été notée par les observateurs, correspond en général à la direction du vent. La concordance est la plus parfaite sur le littoral, comme l'on devait s'y attendre, du moment où il est question d'orages de tourbillon, et où le frottement plus faible exercé par la surface de la mer permet au vent de suivre la direction indiquée par la marche des nuages, de beaucoup plus près que dans l'intérieur du pays. Il est à remarquer que dans l'intérieur du pays il semble que la fréquence des vents du nord soit plus grande à la surface terrestre qu'à la hauteur où flottent les nuages, tandis que le contraire a lieu pour les vents du sud. Si cela n'est qu'un résultat, provenant de l'insuffisance du nombre des observations, on voit par là, qu'il y a des vents locaux dans les couches inférieures de l'air dans les orages de l'intérieur, lesquels eux-mêmes sont de nature locale. Le mouvement plus rapide de l'air dans les orages de la côte comparés à ceux de l'intérieur du pays se trouve indiqué par les 6.5 pour cent de calme du premier, contre 11.8 pour cent du second, pour toute l'année. Que le mouvement de l'air est plus rapide dans les couches supérieures, où se trouvent les nuages, cela se prouve par le tabl. VII sur la marche des nuages, lequel montre pour la côte 3.6 % de calmes dans les nuages, contre 5.2 % pour l'intérieur. Un air calme, pendant les orages, est par conséquent un cas deux fois plus fréquent à la surface de la terre qu'à la hauteur des nuages orageux.

Relation entre la répartition de la pression atmosphérique et la fréquence des orages en Norvège.

Dans »l'Oesterreichische Zeitschrift für Meteorologie» 1884, p. 149, on trouve une table donnant les hauteurs normales du baromètre, pour 30 stations norvégiennes, réduites à l'espace de 16 ans, entre 1867—1882.

1) MOHN et GULDBERG: Études sur les mouvements de l'atmosphère. P. I. Christiania 1876. p. 21.

Si l'on réduit ces hauteurs barométriques à la pesanteur sous 45° de lat. et au niveau de la mer, puis applique les corrections trouvées pour le baromètre normal et pour les baromètres des stations¹⁾, on obtient les nombres du tableau suivant. Si l'on transporte les hauteurs barométriques du tableau sur des cartes, et si l'on trace les isobares, on obtient un aperçu de la répartition de la pression atmosphérique au-dessus de la Norvège dans les divers mois. De telles cartes ont été publiées dans »Oesterreichische Zeitschrift für 1884», et s'étendent jusqu'à la mer de Norvège et à la partie nord-ouest de l'Europe²⁾.

Tab. VIII. Hauteurs barométriques réduites à 45° et au niveau de la mer; 1867—82 (16 ans) corrigées d'après les corrections connues en automne 1886.

700 m.m. +

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Stations													
Röros	60.9	59.7	59.2	60.2	60.8	59.5	58.3	58.5	58.6	58.9	58.7	59.1	59.4
Tönset	60.7	59.3	58.5	59.4	59.8	58.8	57.7	57.9	58.2	58.5	58.5	59.2	58.9
Dovre	60.0	58.6	58.1	59.1	59.5	58.5	57.2	57.5	57.7	57.9	57.5	58.0	58.5
Granheim	61.3	59.6	59.3	59.6	59.9	58.6	57.3	57.5	58.3	58.7	58.3	59.4	58.9
Elverum	60.6	60.0	59.2	59.5	59.8	58.6	57.4	57.3	58.2	58.9	58.2	59.3	58.9
Eidsvold	59.8	59.4	58.6	59.3	59.7	58.7	57.6	57.9	58.3	58.1	57.6	58.2	58.7
Christiania	60.8	59.5	59.0	59.6	60.2	59.1	58.0	58.3	58.5	58.9	58.0	58.6	59.1
Sandö Sund	60.8	59.5	59.0	59.6	60.4	59.4	58.2	58.3	58.5	58.9	57.9	58.4	59.1
Oxö	60.6	59.6	59.1	59.7	60.9	60.0	58.8	58.6	58.9	58.5	57.8	58.0	59.2
Mandal	60.6	59.6	59.1	59.7	61.0	60.0	58.9	58.7	58.9	58.5	57.7	58.0	59.2
Skudesnes	59.3	58.6	58.6	59.6	61.2	60.2	58.9	58.5	58.4	57.9	57.2	57.0	58.8
Ullensvang	59.7	59.0	59.0	59.8	60.8	59.7	58.3	58.0	58.5	58.3	57.9	57.8	58.9
Bergen	58.2	57.6	57.9	59.0	60.5	59.8	58.5	58.0	57.9	57.2	56.5	56.3	58.1
Leirdal	59.8	58.6	58.7	59.7	60.4	59.3	57.9	57.9	58.3	58.4	57.8	58.0	58.7
Flesje	59.3	58.8	58.7	59.9	60.8	59.6	58.2	58.2	58.2	58.1	57.7	57.8	58.8
Florö	57.5	57.0	57.5	59.3	60.6	59.8	58.4	58.0	57.8	56.8	56.3	55.9	57.9
Dombesten	57.7	57.1	57.4	59.4	60.6	59.7	58.5	58.1	58.0	67.0	56.6	56.0	58.0
Aalesund	56.4	56.0	56.6	59.0	60.4	59.7	58.3	58.0	57.4	56.2	55.7	54.9	57.4
Christiansund	56.3	55.8	56.5	58.9	60.6	59.9	58.5	58.2	57.4	56.3	55.6	54.9	57.4
Ytteröen	58.3	57.3	57.8	59.5	61.0	60.2	58.7	58.8	58.0	57.9	56.9	56.5	58.4
Brönö	55.8	55.2	56.0	58.6	60.3	59.8	58.4	58.3	57.2	56.4	55.5	54.8	57.2
Ranen	56.5	56.0	56.5	59.1	60.7	60.0	58.6	58.6	57.4	57.2	56.4	56.0	57.8
Bodö	54.9	54.3	55.2	58.1	60.1	59.5	58.2	58.0	56.8	56.1	55.1	54.5	56.7
Lödingen	54.1	53.8	54.8	57.9	60.1	59.5	58.2	57.9	56.5	56.0	54.7	54.2	56.5
Fagernes	54.2	54.1	54.9	58.0	60.1	59.5	58.3	58.1	56.5	56.1	54.9	54.4	56.6
Tromsö	53.3	53.0	54.0	57.5	60.1	59.4	58.4	58.0	56.2	55.6	54.0	53.6	56.1
Alten	54.5	54.2	54.8	58.0	60.8	59.8	58.5	58.1	56.9	55.9	55.3	55.1	56.8
Gjesvær	53.1	52.6	53.6	57.0	60.4	59.8	58.6	58.1	56.2	54.9	54.0	53.2	55.9
Vardö	54.0	53.4	53.9	57.2	60.5	59.3	58.8	58.2	56.6	55.3	54.4	54.2	56.3
Sydvaranger	55.7	55.2	55.2	58.0	61.1	59.7	58.9	58.6	57.4	56.3	55.6	55.8	57.3

1) Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1884. Vorwort, p. VI et VII. Jahrbuch für 1885, Vorwort.

2) Sur ces cartes les hauteurs barométriques de la Suède sont à diminuer de la correction pour la pesanteur, et les hauteurs norvégiennes à corriger pour la variation du baromètre normal trouvée après ce temps.

Tab. IX. Norvège 1867—1883. Nombre des orages par station ¹⁾.

C = Côte. I = Intérieur.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Smaalenene C.	0.03	0.00	0.00	0.00	0.19	0.52	0.94	1.13	0.13	0.13	0.06	0.00	3.13
„ I.	0.02	0.00	0.00	0.00	0.48	1.38	1.78	2.12	0.43	0.23	0.03	0.02	6.50
Akershus	0.00	0.00	0.00	0.03	0.90	2.18	3.00	2.07	0.48	0.05	0.00	0.01	8.71
Hedemarken	0.00	0.00	0.01	0.04	0.52	2.00	3.14	2.29	0.23	0.04	0.01	0.00	8.26
Christian	0.02	0.01	0.00	0.00	0.07	1.34	2.88	1.66	0.02	0.02	0.00	0.00	6.02
Buskerud	0.02	0.00	0.00	0.03	0.60	1.41	2.34	1.60	0.17	0.03	0.00	0.02	6.23
Jarlsberget Laurvik C.	0.07	0.00	0.00	0.03	0.44	1.21	1.76	2.22	0.63	0.15	0.11	0.00	6.62
„ I.	0.09	0.00	0.00	0.00	0.64	1.32	2.23	2.14	0.41	0.00	0.00	0.00	6.82
Bratsberg C.	0.00	0.00	0.00	0.08	0.15	0.15	0.77	1.92	0.08	0.00	0.00	0.00	3.15
„ I.	0.00	0.00	0.00	0.02	0.62	0.88	1.70	1.90	0.63	0.05	0.02	0.00	5.82
Nedenes C.	0.00	0.00	0.02	0.02	0.65	1.00	3.13	2.60	0.83	0.38	0.21	0.00	8.85
„ I.	0.07	0.00	0.00	0.00	0.27	0.67	2.07	2.67	0.33	0.33	0.00	0.00	6.40
Lister et Mandal C.	0.18	0.03	0.05	0.06	0.51	1.09	1.95	2.12	1.14	0.62	0.30	0.09	8.14
„ I.	0.14	0.07	0.00	0.00	0.36	1.00	2.21	1.79	0.43	0.86	0.00	0.07	6.93
Stavanger C.	0.20	0.06	0.07	0.08	0.33	0.77	1.61	1.81	0.63	0.72	0.41	0.10	6.78
„ I.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.60	2.00	0.40	0.20	0.00	0.00	5.20
Søndre-Bergenhus C.	0.43	0.23	0.10	0.03	0.22	0.58	1.50	1.63	0.50	0.60	0.38	0.18	6.38
„ I.	0.13	0.08	0.04	0.00	0.00	0.42	1.67	0.88	0.25	0.37	0.38	0.13	4.33
Nordre-Bergenhus C.	0.85	0.23	0.22	0.20	0.28	0.38	1.18	1.08	0.82	0.90	0.60	0.45	7.18
„ I.	0.16	0.11	0.02	0.02	0.01	0.14	0.61	0.51	0.07	0.13	0.11	0.06	1.95
Romsdal C.	0.45	0.16	0.03	0.02	0.09	0.13	0.50	0.28	0.35	0.24	0.42	0.30	2.97
„ I.	0.24	0.13	0.13	0.02	0.04	0.22	0.85	0.50	0.26	0.11	0.31	0.24	3.05
Søndre-Thronhjøm C.	0.57	0.07	0.03	0.03	0.00	0.70	0.77	0.63	0.10	0.27	0.30	0.23	3.70
„ I.	0.12	0.03	0.01	0.00	0.15	1.21	2.32	1.65	0.18	0.03	0.06	0.01	5.77
Nordre-Thronhjøm C.	0.24	0.26	0.06	0.09	0.09	0.59	1.29	0.79	0.24	0.32	0.18	0.38	4.53
„ I.	0.00	0.04	0.00	0.04	0.08	1.48	1.36	0.92	0.16	0.00	0.20	0.00	4.28
Nordland C.	0.27	0.14	0.09	0.04	0.00	0.14	0.55	0.56	0.12	0.16	0.32	0.14	2.53
„ I.	0.12	0.18	0.05	0.00	0.00	0.25	0.88	0.60	0.10	0.08	0.08	0.10	2.43
Tromsø C.	0.06	0.19	0.02	0.00	0.00	0.13	0.30	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13
„ I.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.25	2.50
Finmarken C.	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.36	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73
„ I.	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.57	1.33	0.73	0.00	0.02	0.02	0.02	2.75

Si l'on transporte les chiffres du tableau IX sur des cartes et y trace des lignes passant par tous les lieux ayant le même nombre d'orages par station, on obtient une vue générale de la fréquence des orages dans les divers mois et dans les différentes parties du pays.

De plus, en comparant les tables ou les cartes indiquant la répartition de la pression atmosphérique ou celle des autres éléments climatologiques ²⁾ avec celles de la fréquence des orages, on arrive aux résultats suivants:

1) Ces nombres diffèrent un peu de ceux donnés à la page 35. Ils ont été calculés d'une série d'observation plus longue, et l'on a donné à chaque an un poids proportionné au nombre des stations qui ont fait des observations d'orages.

2) De telles tables se trouvent publiées dans »l'Oesterreich. Zeitschrift für Meteorologie 1884, p. 150—152; 1885, p. 8—18 et p. 478—485.

En *Janvier* (voy. carte 25) il y a un maximum de pression dans l'intérieur du sud de la Norvège et dans le nord de la Suède. A l'est de l'Islande se trouve un minimum. Un minimum plus profond se trouve aussi à l'ouest de l'Islande. Enfin une zone de basse pression s'étend dans la partie nord de la Mer du Nord vers le NE au-dessus du Skagerack, des lacs suédois et du golfe de Bothnie. Dans la mer de Norvège la température de l'air envoie des languettes chaudes en dehors et le long des côtes de Norvège vers la partie est de la Mer de Barents. Une anse d'air froid, dont la base se trouve dans la Laponie entre le golfe de Bothnie et la Mer de Barents, couvre la partie centrale de la péninsule scandinave. La tension de la vapeur d'eau est répartie à peu près de la même façon que la température. Les vents régnants soufflent sur la côte de Norvège en laissant la terre à droite et la mer à gauche.

L'intérieur du pays, notamment l'Ostland, avec ses vents froids du nord, et le Nord de la Norvège, avec ses vents de terre froids, n'ont point, ou très peu d'orages (voy. carte 26). A l'embouchure du Christianiafjord, où la statistique des vents montre une prédominance marquée bien que faible des vents du SW sur les vents de NE, il y a 0.07 orages par station, un maximum secondaire. A partir de Lindesnes, le nombre des orages augmente et dépasse 0.25 par station le long de toute la côte de l'ouest jusqu'à Lofoten.

Depuis Bergen jusqu'au Trondhjemsfjord, il y a le long de la côte plus de 0.5 orages par station, et entre le Sognefjord et le cap Stad il y a le plus grand nombre, 0.85 par station. Ce maximum de fréquence se trouve dans la partie de la côte qui est le plus rapprochée du minimum barométrique à l'Est de l'Islande et dans la partie du pays qui a la plus haute température moyenne, la plus grande humidité absolue et où les vents méridionaux sont prédominants. Vers le nord et le sud la tension de la vapeur devient plus faible, la température moins élevée et la distance au minimum de pression de la mer de Norvège plus grande.

Au mois de *Février*, la répartition de la pression, de la température, de la tension de la vapeur d'eau et des vents régnants sont à peu près comme en Janvier. L'intérieur du pays n'a presque pas d'orages, non plus que la côte de l'Ostland et le Finmark. La côte ouest a le plus grand nombre d'orages, (la côte de Søndre- et Nordre-Bergenhus 0.23 par station). Ici se trouve aussi la plus haute température et la plus grande tension de la vapeur d'eau.

Au mois de *Mars* la répartition des éléments climatologiques en Norvège est peu changée. Le minimum de pression à l'est de l'Is-

lande est en voie de disparaître. Un minimum plus accentué est en face de Tromsø. L'intérieur de l'Ostland et du Finmark n'a pas d'orages. Leur plus grande fréquence est sur la côte ouest (côte du Nordre-Bergenhus, 0.22 par station), où la température est la plus élevée.

En *Avril* le type d'hiver prédomine, mais il s'est formé un minimum de pression atmosphérique à l'est du Christianiafjord, et la pression la plus basse dans la mer de Norvège est située au large de Tromsø et du Finmark. Les orages commencent à se montrer dans l'Ostland, mais l'intérieur du pays et le Finmark sont en général trop froids pour les orages. La plus grande fréquence se trouve encore sur la côte ouest (Nordre-Bergenhus 0.20 p. station), où la température continue d'être la plus élevée.

En *Mai* la transition au type du climat de l'été, a déjà commencée dans la Norvège méridionale, tandis que celui de l'hiver régne dans le Nord. Un minimum de pression commence à se développer dans l'intérieur de l'Ostland, sous l'influence de la température plus élevée, qui, réduite au niveau de la mer, montre un maximum dans la partie méridionale de l'intérieur de la Norvège et autour duquel soufflent des vents du sud et du SW à Christiania et dans le Skagerack, des vents du NW et N sur la côte ouest, au sud du cap Stad. Dans l'intérieur du nord de la Norvège et de la Suède il existe encore un maximum de pression. En dehors de la côte, près de 70° de latitude se trouve le minimum de pression de la mer de Norvège. L'intérieur y a encore la température assez basse, tandis que celle de la côte est plus haute. — Les orages deviennent les plus nombreux à l'intérieur de l'Ostland (Akershus 0.90 par station), et leur nombre diminue le long de la côte, vers l'ouest jusqu'à Lindesnes et vers le nord le long de la côte d'ouest, où le nombre auprès de Bergen est de 0.25 par station, et sur la côte de Romsdal de 0.09 par station. La Norvège septentrionale n'a point d'orages, à l'exception de l'intérieur du Finmark, qui, avec une température un peu plus élevée que celle de la côte, a 0.04 orages par station.

En *Juin* il y a un minimum de pression à l'intérieur de l'Ostland. Le long de la côte d'ouest et un peu au large, s'étend une bande de pression plus élevée, et dans la mer de Norvège se trouve un minimum de pression. La partie est de l'Ostland a des vents régnants du sud; la côte du Skagerack des vents du SW, la côte ouest des vents du nord ou de l'ouest, le Finmark des vents du NW. L'Ostland a un maximum de température, ramenée au niveau de la mer, de même que l'intérieur du Finmark. Dans l'Ostland la tension de la vapeur d'eau est presque

aussi grande que sur la côte ouest. Elle est la plus grande sur la côte du Skagerack. — La partie est de l'intérieur de l'Ostland a le plus grand nombre d'orages (Akershus 2.18 et le Hedemarken 2.00 par station); ensuite viennent les gouvernements de Buskerud et de Christian, l'intérieur des gouvernements de Trondhjem, la côte du Skagerack, la côte ouest, au sud du Sognefjord, l'intérieur du Finmark. Le plus petit nombre d'orages, nous l'avons à la côte près du cap Stad et depuis le Nordland jusqu'au Varangerfjord (0.13 par station).

En *Juillet*, les éléments climatologiques sont répartis à peu près comme en Juin. Le minimum de pression de l'Ostland, son maximum de température et sa richesse en vapeur sont encore plus marqués (carte 27). La fréquence des orages est plus grande qu'en Juin, mais répartie de la même manière (carte 28). Partout l'intérieur a plus d'orages que le littoral. La partie est de l'intérieur de l'Ostland a plus de 3 orages par station, la côte au nord du cap Stad 0.5, et l'intérieur du Finmark, qui a un maximum de température, 1.33 par station.

En *Août*, nous avons une répartition de la pression barométrique très semblable à celle de Juillet, ainsi que celle de la température, de la vapeur d'eau et des vents. Cependant, la température est un peu plus basse, notamment dans l'intérieur. Le plus grand nombre d'orages se trouve (plus de 2 par station) dans les gouvernements de Hedemarken et d'Akershus ainsi que sur la côte du Skagerack. L'intérieur de la Norvège méridionale a moins d'orages que la côte; dans le nord c'est vice-versa. La côte depuis cap Stad jusqu'au Varangerfjord a le plus petit nombre d'orages: la côte de Romsdal n'ayant que 0.28 et celle du Finmarken 0.21 par station.

En *Septembre* commence la transition au type de l'hiver. Il y a alors un reste du minimum de pression de l'Ostland, mais d'ailleurs nous avons un maximum dans l'intérieur du pays. Dans l'Ostland les vents du sud et du SW règnent encore, mais sur la côte ouest les vents soufflent déjà du sud ou de l'est. Dans le Finmark règnent des vents de l'ouest. La température de même que la tension de la vapeur d'eau sont les plus élevées auprès de Lindesnes. Les orages sont les plus fréquents dans la partie la plus méridionale du pays (côte de Lister et Mandal 1.14 par station). La côte ouest jusqu'au cap Stad a plus d'orages que l'Ostland. L'intérieur a moins d'orages que la côte. Les deux gouvernements de Tromsø et du Finmark sont sans orages.

En *Octobre*, le type d'hiver a repris toute sa prépondérance. L'Ostland a très peu d'orages, l'intérieur en a aussi en général très peu, et les deux gouvernements septentrionaux aucun, excepté l'intérieur du

Finmark (0.02 par station). Les orages sont les plus fréquents sur la côte d'ouest au sud du cap Stad, où la côte de Nordre-Bergenhus a 0.9 par station. Le minimum de pression de la Mer de Norvège se trouve entre l'Islande et le Helgeland (Nordland).

En *Novembre* la distribution hivernale des éléments se continue. Il n'y a presque point d'orages dans l'intérieur du pays. Le plus grand nombre éclate sur la côte de Nordre-Bergenhus (0.6 par station).

En *Décembre* situation semblable à celle de Novembre et de Janvier. L'Ostland est très pauvre en orages; tandis que la côte d'ouest en a quelques-uns, (Nordre-Bergenhus 0.45, Nordre-Trondhjem 0.38 par station).

Les nombres du Tab. IX, indiquent aussi que la fréquence des orages a une période annuelle bien accentuée. Partout elle est la plus grande dans les mois d'été, en Juillet ou en Août. La côte a le plus grand nombre d'orages en Août, mais presque autant en Juillet. L'intérieur au contraire présente distinctement la plus grande fréquence en Juillet. Ceci correspond au fait que la plus haute température s'observe dans l'intérieur plutôt que sur la côte. Le plus grand nombre d'orages, nous l'avons dans l'Ostland; et les minima de pression de cette région, accompagnés de la température élevée des mois d'été, deviennent ainsi les agents les plus puissants pour produire des orages en Norvège. Il est aussi intéressant de voir que les gouvernements d'Akershus et de Hedemarken, qui se trouvent à l'est du minimum de pression en été et où par conséquent les vents chauds du sud sont fréquents, sont aussi les gouvernements qui ont le plus grand nombre d'orages, savoir plus de 8 par station dans l'année, sauf la côte du gouvernement de Nedenes qui en a 8.85 et qui réunit une haute chaleur d'été à des vents de mer frais du SW. Les gouvernements de Christian et de Buskerud, qui se trouvent à l'ouest du minimum de pression d'été, atteignent à peine un peu plus de 6 orages par station par an, et dans le mois le plus riche en orages, en Juillet, ils restent en arrière des gouvernements situés plus à l'est.

Dans toutes les parties du pays la fréquence des orages est la plus grande dans les mois d'été; dans la plupart des gouvernements cette fréquence de l'été est tout à fait prédominante sur celle des autres saisons. Les seules où ceci ne soit pas le cas sont la côte de Nordre-Bergenhus et celle de Romsdal et en partie aussi la côte de Søndre-Trondhjem. En effet, dans ces régions la fréquence des orages en Janvier atteint presque au même nombre que dans les mois les plus chauds. C'est la région préférée des orages d'hiver.

Outre ce maximum de fréquence en Janvier, qui sera examiné plus loin avec plus de détail, notre tableau montre quelques maxima secondaires, dans les mois d'automne. Il n'y en a point dans l'Ostland. Après la diminution rapide de la fréquence des orages d'Août à Septembre, les conditions climatologiques passant au type d'hiver, elle va ici en diminuant continuellement presque jusqu'à zéro pendant les mois d'hiver et de printemps. Dans le Vestland au contraire il apparaît dans la plupart des gouvernements, aussi bien sur la côte qu'à l'intérieur, un petit maximum, ou tout au moins une tendance à un tel, en Octobre. Si nous jetons un coup d'oeil sur la répartition de la pression atmosphérique dans la mer de Norvège nous verrons que pendant ce mois le minimum barométrique est situé plus vers le sud entre l'Islande et le Helgeland à la latitude du cercle polaire, tandis qu'il se trouve en Septembre aussi bien qu'en Novembre dans les parages du cap Nord tous près de la côte norvégienne.

Au nord du cap Stad jusqu'au gouvernement de Tromsö il existe un maximum secondaire de fréquence en Novembre, par conséquent correspondant au déplacement du minimum de pression de la mer de Norvège vers le Nord pendant ce mois.

Le plus remarquable des maxima secondaires de la fréquence des orages, est celui qui se montre en Janvier (dans quelques parties en Décembre ou en Février). On en aperçoit déjà les traces dans l'Ostland, mais il apparaît surtout dans la partie du pays qui regarde la mer de Norvège depuis Lindesnes jusqu'au Finmark. C'est en premier lieu cette partie qui a de fréquents orages en Janvier; mais aussi dans l'intérieur ce maximum se fait sentir. C'est la côte du gouvernement de Nordre-Bergenhus qui a la fréquence la plus grande. La fréquence relative est près ou plus des 10 % du nombre total de l'année; sur les côtes de Nordre-Bergenhus (11.9 proc.), de Romsdal (15.2), de Søndre-Thronhjøm (15.3), de Nordre-Thronhjøm (5.2), de Nordland (10.5) et dans l'intérieur du gouvernement de Tromsö (10 % en Décembre).

Le minimum de pression de la mer de Norvège est situé en Janvier à l'est de l'Islande et il présente en ce mois sa plus grande profondeur. Sur la côte ouest de la Norvège les gradients barométriques sont plus forts et les tempêtes sont plus fréquentes en Janvier que dans les autres mois d'hiver. Si nous calculons d'après la statistique des vents¹⁾, la force moyenne du vent sur la côte d'ouest pour les trois mois d'hiver, nous aurons le tableau suivant:

1) Oesterr. Zeitschr. f. Meteorologie XX, 1885. P. 485.

Tab. X. Force du vent.

<i>Gouvernement</i>	Déc.	Janv.	Févr.	Stations.
Lister et Mandal . . .	2.65	2.53	2.65	Oxö, Mandal, Lindesnes, Lister.
Stavanger	2.65	2.70	2.60	Skudesnes, Udsire.
Søndre-Bergenhus . . .	2.00	2.25	2.05	Bergen, Hellisö.
Nordre-Bergenhus . .	1.97	2.20	2.00	Florö.
Romsdal	2.40	2.40	2.43	Aalesund, Ona, Christianssund.
Nordre-Trondhjem . . .	2.30	2.55	2.45	Villa, Prestö.
Nordland	2.12	2.37	2.20	Brönö, Bodö, Lödingen, Andenes.
Tromsö	1.70	2.00	2.00	Tromsö.
Finmarken	2.50	2.80	2.65	Gjesvär, Vardö.
Moyenne	2.25	2.42	2.34	

Or, la plus grande force du vent a lieu en Janvier. Quant à la fréquence des jours de tempête, la statistique montre le résultat suivant, calculé pour les mêmes stations que la force du vent.

Tab. XI.

<i>Gouvernement</i>	Déc.	Janv.	Févr.
Lister et Mandal . . .	4.3	3.3	3.8
Stavanger	4.8	4.3	3.5
Søndre-Bergenhus . . .	5.5	6.7	4.9
Nordre-Bergenhus . . .	2.7	3.2	2.7
Romsdal	5.5	5.9	5.2
Nordre-Trondhjem . . .	4.2	6.2	5.2
Nordland	3.5	4.6	3.6
Tromsö	1.8	3.1	2.5
Finmarken	4.3	6.2	5.4
Moyenne	4.1	4.8	4.1

Or, le mois avec le plus grand nombre de jours avec tempête est le mois de Janvier. Il est reconnu que les orages d'hiver éclatent, avec décharges sporadiques de nuages relativement peu élevés, surtout pendant des tempêtes du SW et de l'W. Les orages d'hiver exigent, outre un mouvement plus rapide de l'air, aussi bien en sens horizontal (tempête) qu'en sens vertical (fortes dépressions), encore une température relativement élevée. Celle-ci existe aussi en Janvier aux époques, où éclatent les orages. Il est frappant, combien de fois la température moyenne de Janvier est plus haute que celle de Décembre et de Février. Ce n'est que dans les moyennes normales des séries de vingtaines d'années, que cette anomalie s'élimine. Et pour nos stations sur le littoral entre le cap Stad et le cap Nord, la marche annuelle de la température pendant les mois d'hiver, réduite à une très longue série d'années, présente à

peine une très faible diminution de Décembre à Janvier mais au contraire une baisse comparativement rapide de Janvier à Février. Il semble, qu'en mer au large de la Norvège une onde chaude s'avance au mois de Janvier vers le nord, qui s'oppose à la baisse de la température. La température de l'Atlantique nord est le plus élevée en Août, et par conséquent cette onde chaude n'atteindrait nos côtes qu'en Janvier.

Un examen plus approfondi montre, que ce n'est pas dans tous les mois de Janvier, qui ont eu une température moyenne plus élevée que la température normale, qu'on a observé des orages. D'un autre côté, tous les mois de Janvier, dont la température moyenne a été au-dessous de la normale n'ont pas été sans orages. Dans le premier cas, il est possible que le mouvement de l'air n'ait pas atteint la force nécessaire, ou qu'un orage ait échappé à l'observation. Dans le second cas, il faut remarquer, qu'une période de froid se termine facilement par une tempête plus ou moins forte. *En moyenne*, le nombre des orages de Janvier est cependant d'autant plus grand, que la température moyenne du mois est plus au-dessus de la température normale. Pour prouver cela, j'ai comparé le nombre des orages de Janvier dans chaque gouvernement sur la côte, à l'anomalie thermique aux stations correspondantes.

Tab. XII. Janvier. a: Gouvernement, nombre d'orage par station.
b: Anomalie thermique à la station correspondante.

Année	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883
a. Smaalenene . . .	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b. Sandö Sund . . .	—	—	—	—	—	—	—	5 ⁰ .3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
a. Jarlsberg-Laurvig . . .	—	—	—	—	—	0.50	—	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b. Sandö Sund . . .	—	—	—	—	—	3 ⁰ .3	—	5 ⁰ .3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
a. Lister et Mandal . . .	—	—	—	—	0.14	1.14	—	0.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b. Mandal	—	—	—	—	-2 ⁰ .0	2 ⁰ .8	—	4 ⁰ .1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
a. Stavanger	—	—	—	—	—	0.80	0.50	0.88	—	—	—	—	—	—	—	0.40	0.80
b. Skudesnes	—	—	—	—	—	2 ⁰ .3	2 ⁰ .4	2 ⁰ .8	—	—	-0 ⁰ .3	—	—	—	—	3 ⁰ .1	0 ⁰ .4
a. Søndre-Bergenhus . . .	—	0.44	1.20	—	—	1.43	0.17	1.14	—	0.33	0.67	0.25	—	—	—	0.50	0.50
b. Bergen	—	-0 ⁰ .8	3 ⁰ .9	—	—	4 ⁰ .4	3 ⁰ .9	3 ⁰ .9	—	2 ⁰ .2	-0 ⁰ .2	-0 ⁰ .8	—	—	—	4 ⁰ .2	-1 ⁰ .0
a. Nordre-Bergenhus . . .	—	—	—	—	—	1.50	2.50	0.50	4.20	—	0.67	1.00	—	—	—	0.50	—
b. Florø	—	—	—	—	-1 ⁰ .0	2 ⁰ .8	2 ⁰ .5	2 ⁰ .2	—	1 ⁰ .8	—	-0 ⁰ .3	—	—	—	2 ⁰ .9	—
a. Romsdal	—	0.15	—	—	—	0.43	0.50	2.75	—	0.50	—	—	—	0.20	—	1.50	—
b. Aalesund	—	0 ⁰ .0	—	—	—	2 ⁰ .9	2 ⁰ .6	1 ⁰ .5	—	2 ⁰ .0	—	—	—	1 ⁰ .4	—	3 ⁰ .2	—
a. Søndre-Trondhjem . . .	—	0.50	—	—	—	—	—	2.00	0.25	1.75	0.25	1.00	—	—	—	—	—
b. Christiansund	—	0 ⁰ .3	—	—	—	—	—	2 ⁰ .1	-2 ⁰ .3	1 ⁰ .4	-1 ⁰ .0	0 ⁰ .2	—	—	—	—	—
a. Nordre-Trondhjem . . .	—	0.50	—	—	—	—	—	0.50	—	1.00	—	—	—	—	—	1.50	—
b. Villa	—	1 ⁰ .3	—	—	—	—	—	1 ⁰ .6	—	2 ⁰ .0	—	—	—	-4 ⁰ .6	—	2 ⁰ .2	—
a. Nordland	—	—	0.29	—	0.46	—	—	1.29	0.14	0.44	—	0.25	—	0.40	1.20	0.40	—
b. Bodø	—	—	4 ⁰ .0	—	0 ⁰ .4	—	—	2 ⁰ .4	-3 ⁰ .9	2 ⁰ .6	—	1 ⁰ .4	—	2 ⁰ .6	-4 ⁰ .0	2 ⁰ .1	—
a. Tromsø	—	—	—	—	—	—	—	0.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
b. Tromsø	—	—	—	—	—	—	—	2 ⁰ .3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
a. Finmarken	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	—	—	—	—	—	—	—
b. Fruholm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 ⁰ .2	—	—	—	—	—	—	—

De ce tableau j'ai tiré les résultats moyens suivants. Pour la Norvège au sud du Dovrefjeld, l'Ostland et le Vestland, des 22 cas, où l'on a une anomalie positive, on obtient 0.91 orages par station pour une anomalie positive de $+ 3^{\circ}02$, et de 7 cas, 0.64 d'orages par station pour une anomalie négative de $-0^{\circ}91$. En moyenne de 29 cas, 0.84 orages par station pour une anomalie de $+ 2^{\circ}07$. — Pour la Norvège septentrionale, au nord du cap Stad et du Dovrefjeld, on obtient de 24 cas, 0.80 orages par station pour une anomalie positive de $+ 1^{\circ}86$, et de 5 cas, 0.27 orages par station pour une anomalie négative de $- 3^{\circ}76$. Par conséquent, en moyenne on a de 29 cas, 0.71 orages par station pour une anomalie de $+ 1^{\circ}00$.

Pour le littoral de tout le pays, on obtient de 46 cas, 0.85 orages par station, pour une anomalie positive de $2^{\circ}42$, et de 12 cas, 0.48 orages par station pour une anomalie négative de $- 1^{\circ}85$. En moyenne par conséquent de 58 cas 0.72 orages par station pour une anomalie de $+ 1^{\circ}53$.

Les mois, dans lesquels les orages sont les plus rares, sont en moyenne Mars et Avril. Le littoral, avec son minimum annuel de température retardée, a en moyenne le minimum en Avril, l'intérieur en Mars. Le minimum de fréquence de la côte ne descend pas si bas que celui de l'intérieur. En Avril la température est plus élevée, et la quantité de vapeur d'eau plus considérable qu'en Mars, mais la carte de la pression de l'air montre en Avril, lorsque la pression la plus basse se trouve en dehors de la côte du Finmark, où la température est encore basse, de très faibles gradients en dehors de la côte d'ouest, vis-à-vis Mars qui a des gradients plus forts et un reste du minimum islandais, sans compter un minimum comparativement bas au dehors de Tromsö. Sur la côte des gouvernements de Nordland et de Tromsö, le minimum de fréquence arrive en Mai, le mois qui a là haut de faibles gradients, tandis que ce mois dans le sud de la Norvège a déjà acquis le type climatologique de l'été.

Statistique de la grêle.

Tab. XIII. Nombre des observations faites dans chaque gouvernement sur la grêle pendant les orages.

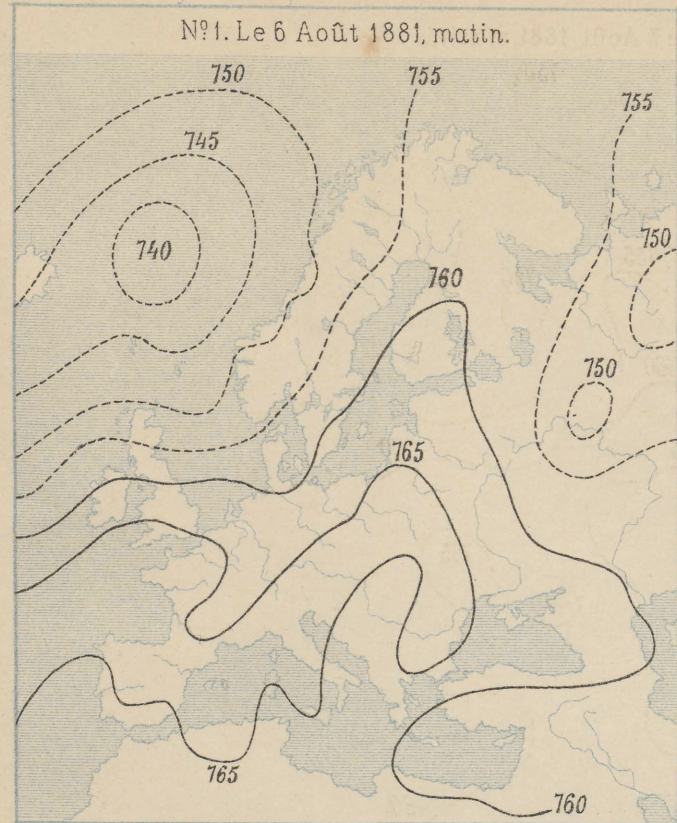
Gouvernement	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	Totaux
<i>1) Suède</i>											
Norrbottn	4	5	8	2	4	1	3	1	1	5	34
Vesterbotten	4	9	14	4	5	1	1	0	2	2	42
Vesternorrland	0	1	8	4	3	0	5	3	1	5	30
Östersund	4	8	4	4	2	2	1	0	2	2	29
Gefleborg	5	10	7	1	3	4	4	5	3	4	46
Falu	1	9	3	7	3	1	1	1	3	1	30
Stockholm	4	20	3	4	2	1	1	4	5	3	47
Nyköping	1	16	7	1	4	9	10	8	8	8	72
Upsala	3	34	1	2	5	9	3	16	5	3	81
Vesterås	(3)	13	14	3	5	5	8	8	9	7	75
Örebro	2	9	11	8	6	5	18	11	14	8	92
Vermland	1	14	8	1	17	3	11	5	5	10	75
Skaraborg	0	28	19	7	8	4	1	8	4	2	81
Linköping	2	8	2	1	5	6	6	9	10	16	65
Gothland	1	10	4	3	2	0	3	7	5	7	42
Elfsborg	8	19	8	3	6	0	7	6	9	2	68
Bohus et Halland	5	55	27	5	10	4	5	7	5	5	128
Kronoberg	8	20	20	5	1	3	6	0	6	10	79
Jönköping	13	17	13	2	2	5	7	0	2	3	64
Kalmar	9	5	5	4	2	3	7	3	5	7	50
Skåne et Blekinge	12	8	24	4	6	5	8	10	2	16	95
<i>Suède: Totaux . . .</i>	90	318	210	75	101	71	116	112	106	126	1325

Gouvernement	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	Totaux
<i>2) Norvège</i>								
Smaalenene	0	8	0	3	1	6	1	19
Akershus	1	2	8	4	3	9	0	27
Hedemarken	2	5	2	18	4	17	8	56
Christian	0	3	0	2	2	2	5	14
Buskerud	0	0	2	6	3	1	3	15
Jarlsberg	0	2	1	1	0	12	1	17
Bratsberg	0	1	0	4	0	4	0	9
Nedenes	0	2	0	5	2	12	0	21
Lister et Mandal	1	17	5	6	5	27	3	64
Stavanger	4	27	8	4	12	17	11	83
Søndre-Bergenhus	3	15	3	1	4	8	3	37
Nordre-Bergenhus	0	2	0	0	5	2	14	23
Romsdal	6	14	1	3	8	3	8	43
Søndre-Trondhjem	0	6	0	7	2	3	2	20
Nordre-Trondhjem	1	4	0	1	7	0	3	16
Nordland	2	13	3	2	20	0	8	48
Tromsö	0	1	0	0	0	0	3	4
Finmarken	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Norvège: Totaux . .</i>	20	122	33	67	78	123	73	516

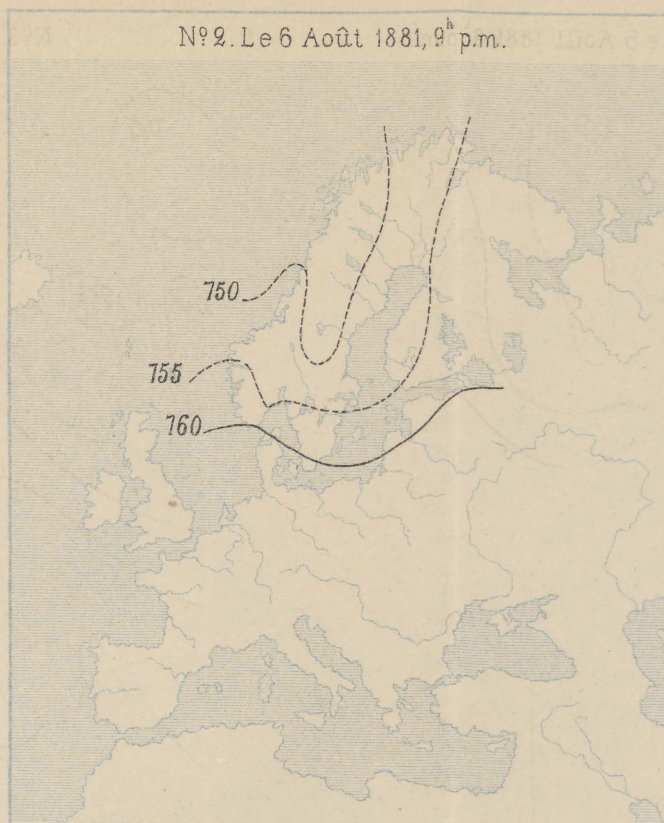
Le tableau XIII montre qu'en Norvège, la fréquence de la grêle pendant les orages suit la fréquence de ces derniers. En moyenne c'est à peine un orage sur 9 (0.52 : 4.8), qui en Norvège est accompagné de grêle. Les dégâts occasionnés par la grêle sont très rares en Norvège. — En Suède les grêles ne sont guère plus fréquentes. Sur 14745 orages 1325 ont été suivis de grêle, ou à peu près un sur onze. Leur fréquence correspond d'ailleurs en général à celle des orages. Les grêles sont les plus nombreuses dans les parties ouest et sudouest du pays, et dans les gouvernements situés autour des grands lacs, le Venern, le Vettern, le Hjelmaren et le Mälaren. En Norrland et sur le Gothland les grêles sont rares et leurs dégâts peu importants. Dans le Svealand et le Götaland des pertes ont parfois lieu, bien que beaucoup plus rarement que dans les pays plus méridionaux. Suivant les comptes des compagnies d'assurance, les pertes des récoltes par an en Suède, ne dépassent pas en moyenne 6 centimes par 100 francs, tandis qu'à Berlin on perd 63 centimes et à Magdebourg 90 c. par 100 francs. Si parfois des pertes considérables se font sentir, les orages accompagnés de grêle sont pourtant comparativement inoffensifs, dans la presqu'île scandinave.



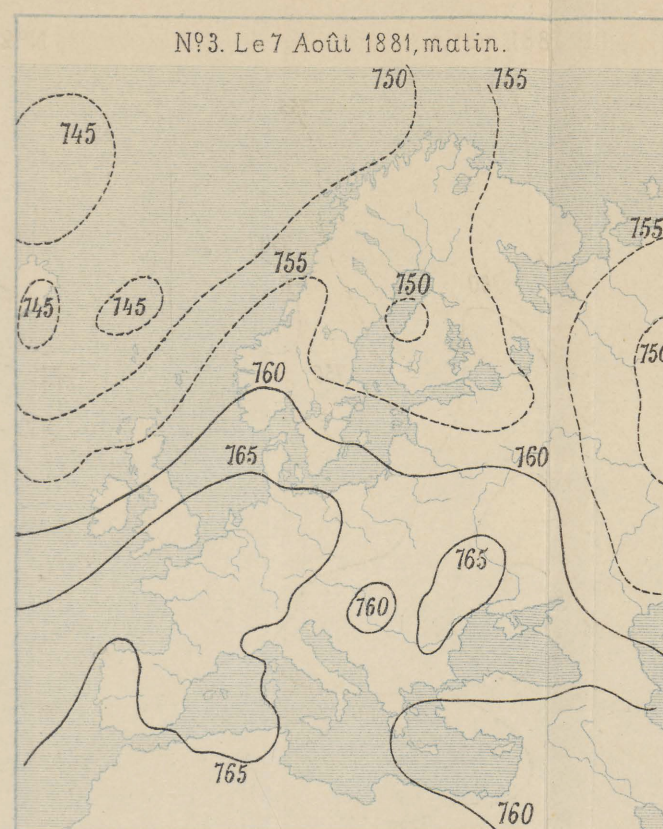
Nº 1. Le 6 Août 1881, matin.



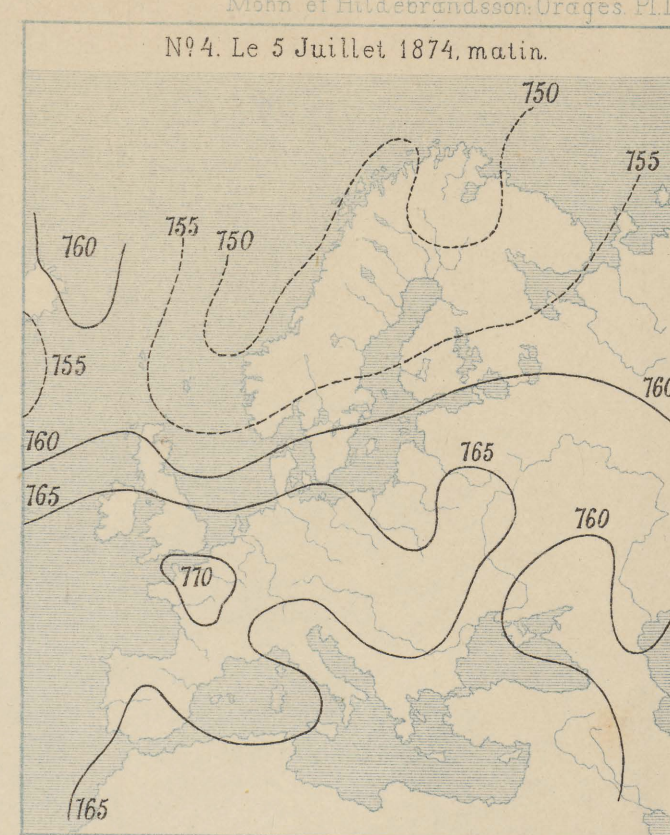
Nº 2. Le 6 Août 1881, 9^h p.m.



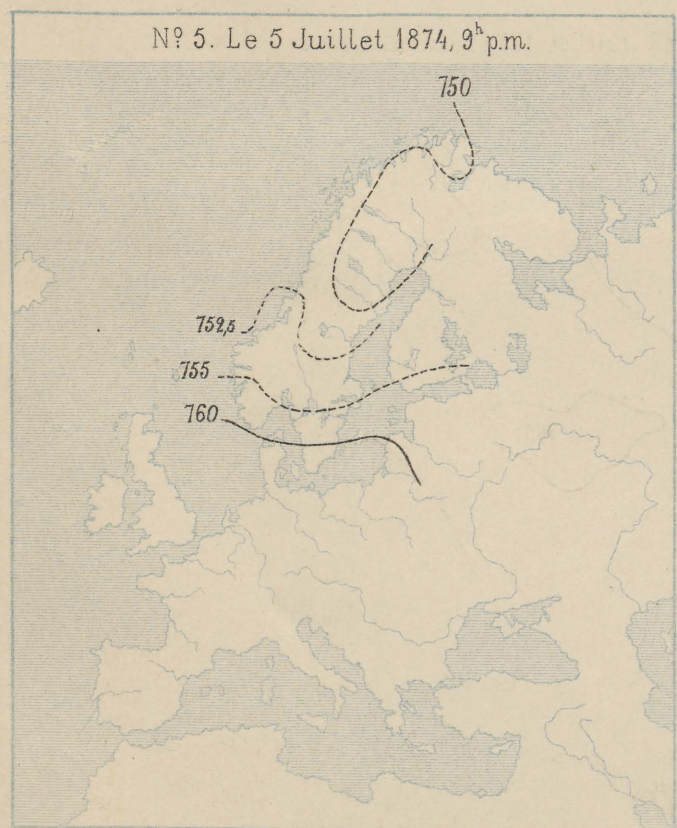
Nº 3. Le 7 Août 1881, matin.



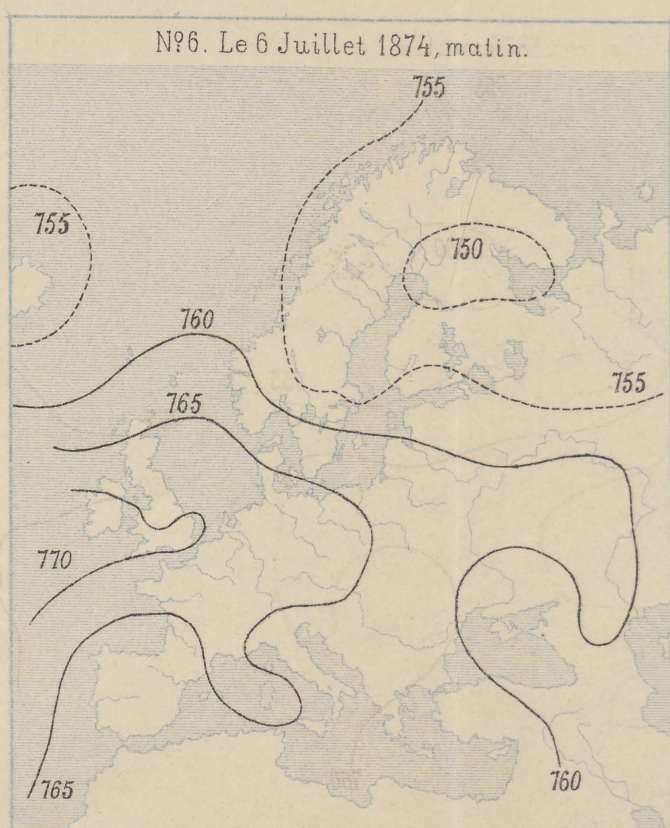
Nº 4. Le 5 Juillet 1874, matin.



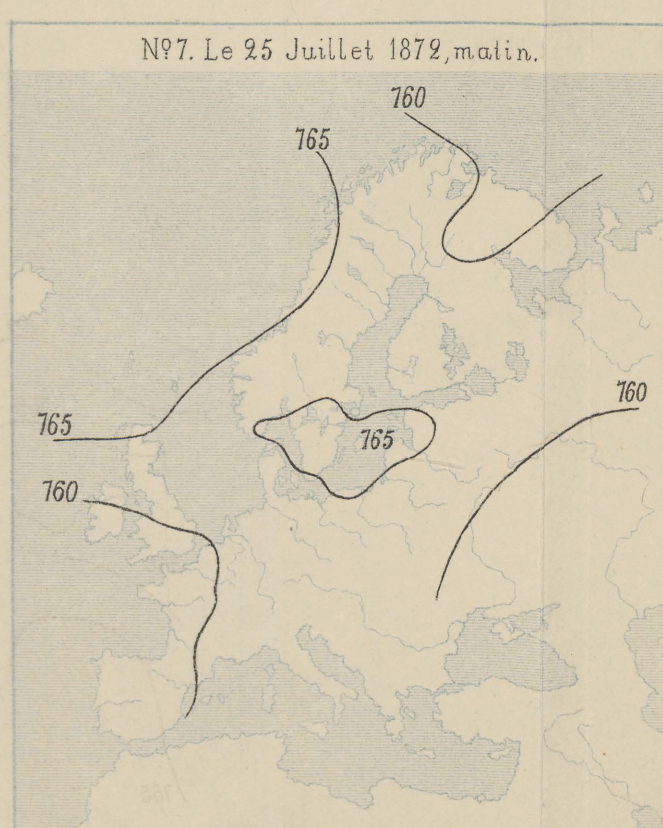
Nº 5. Le 5 Juillet 1874, 9^h p.m.



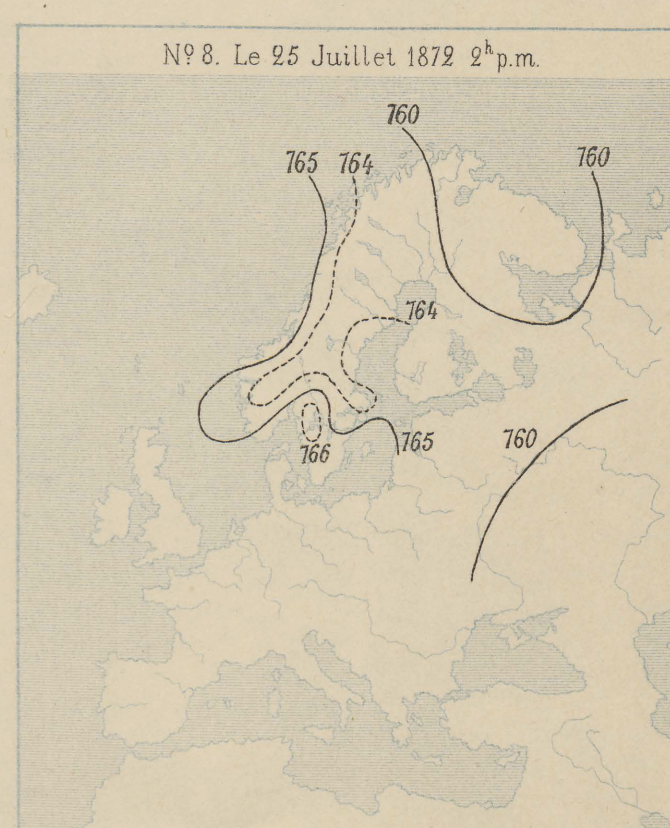
Nº 6. Le 6 Juillet 1874, matin.



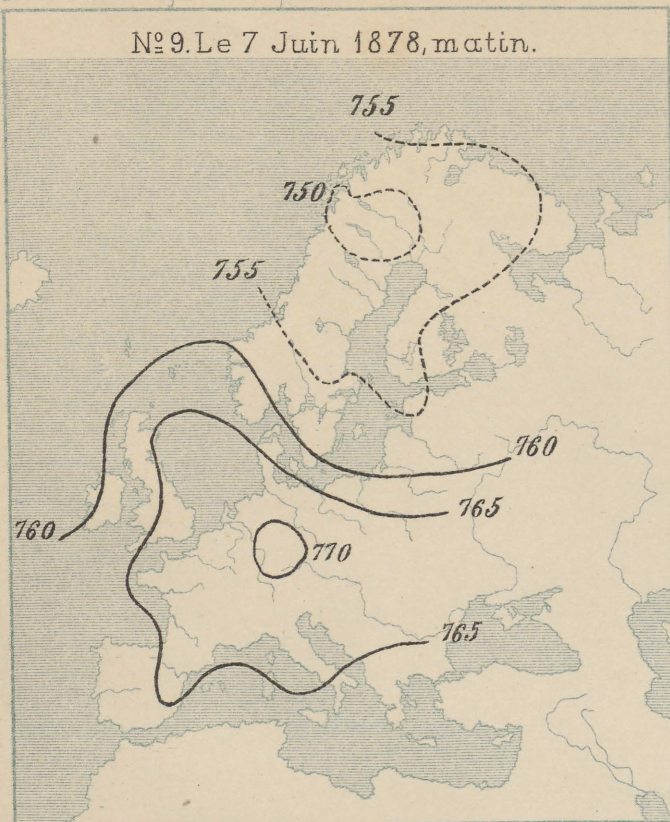
Nº 7. Le 25 Juillet 1872, matin.



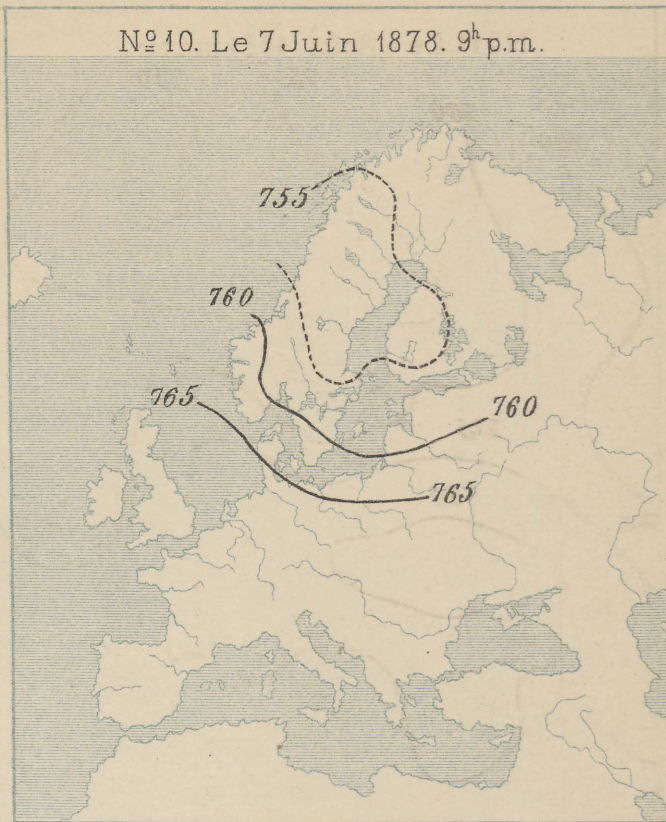
Nº 8. Le 25 Juillet 1872 2^h p.m.



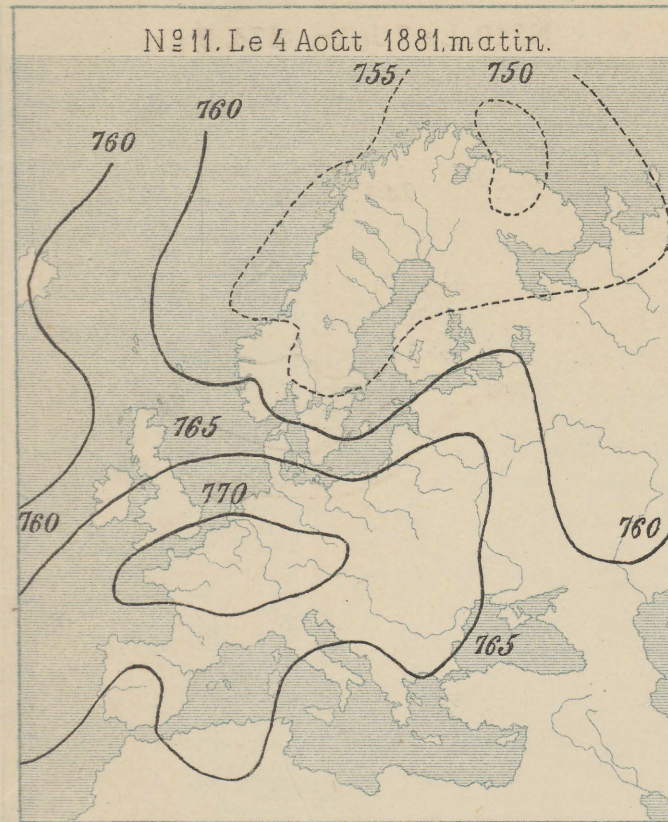
Nº 9. Le 7 Juin 1878, matin.



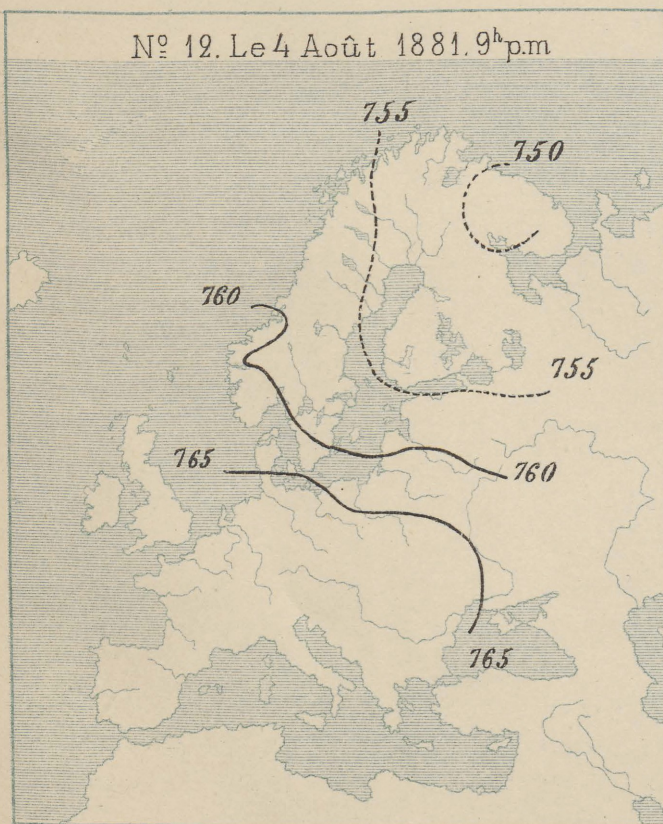
Nº 10. Le 7 Juin 1878. 9^h p.m.



Nº 11. Le 4 Août 1881, matin.



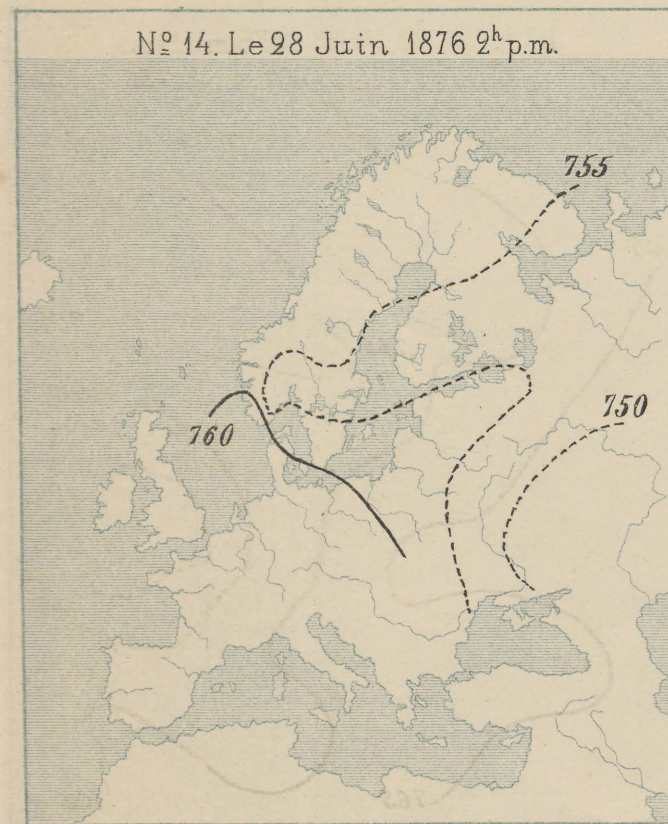
Nº 12. Le 4 Août 1881. 9^h p.m.



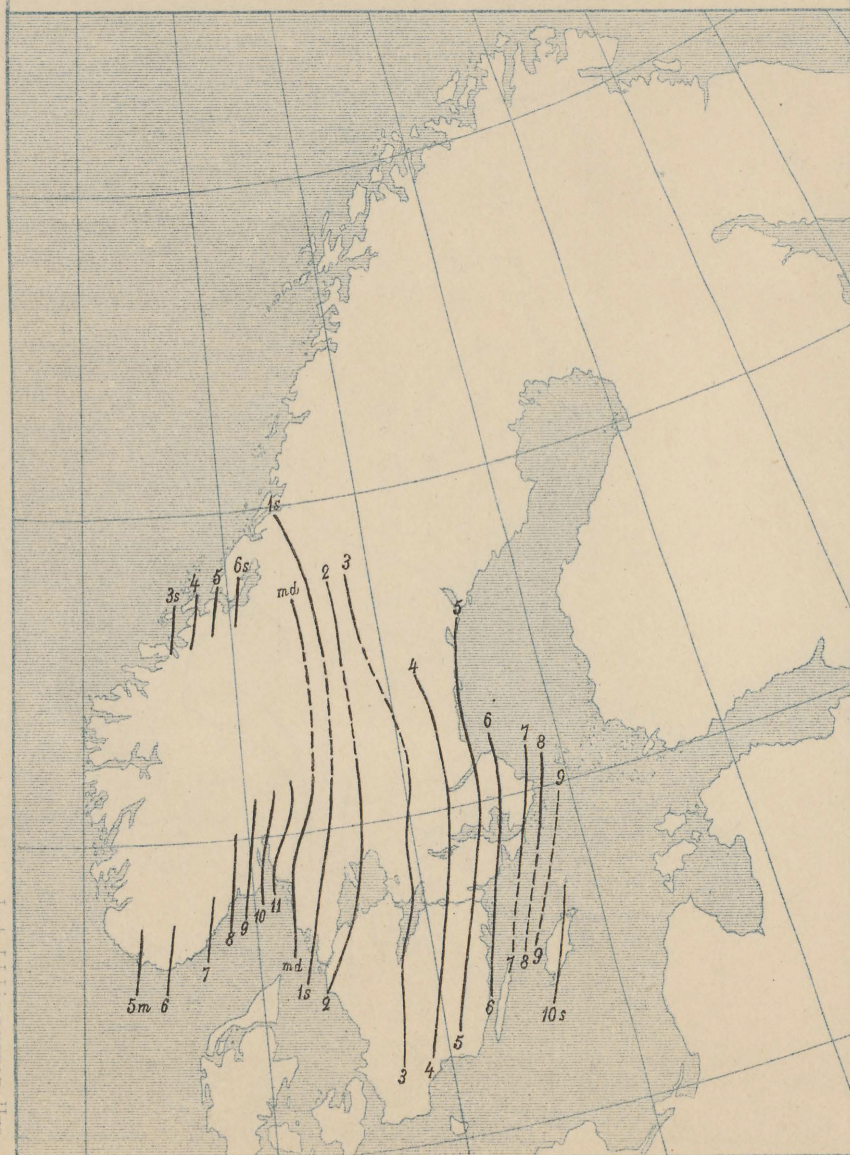
Nº 13. Le 28 Juin 1876, matin.



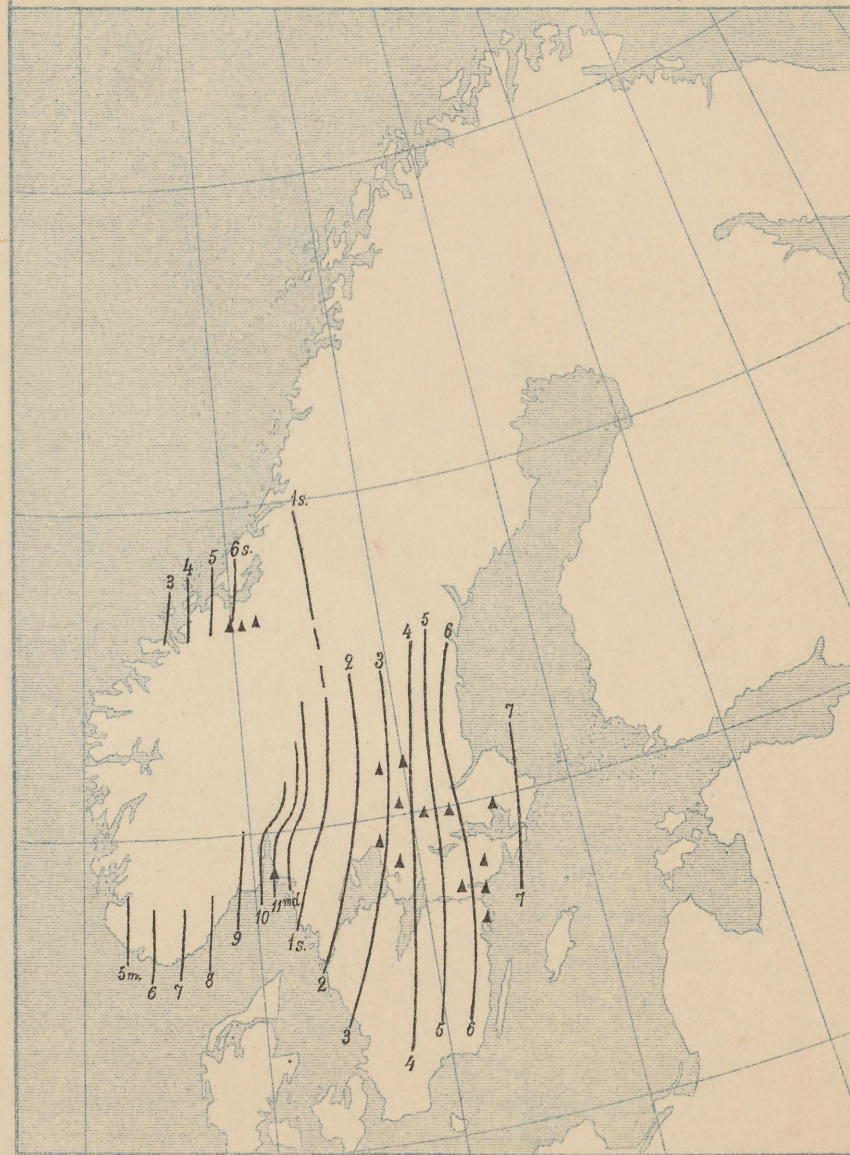
Nº 14. Le 28 Juin 1876 2^h p.m.



Nº 15 1881 6 Août. Isobrontes.



Nº 16 1881 6 Août. Heure moyenne de l'orage.



N°17. 1881.6 Août. Lignes isothermes. 2^h p.m.



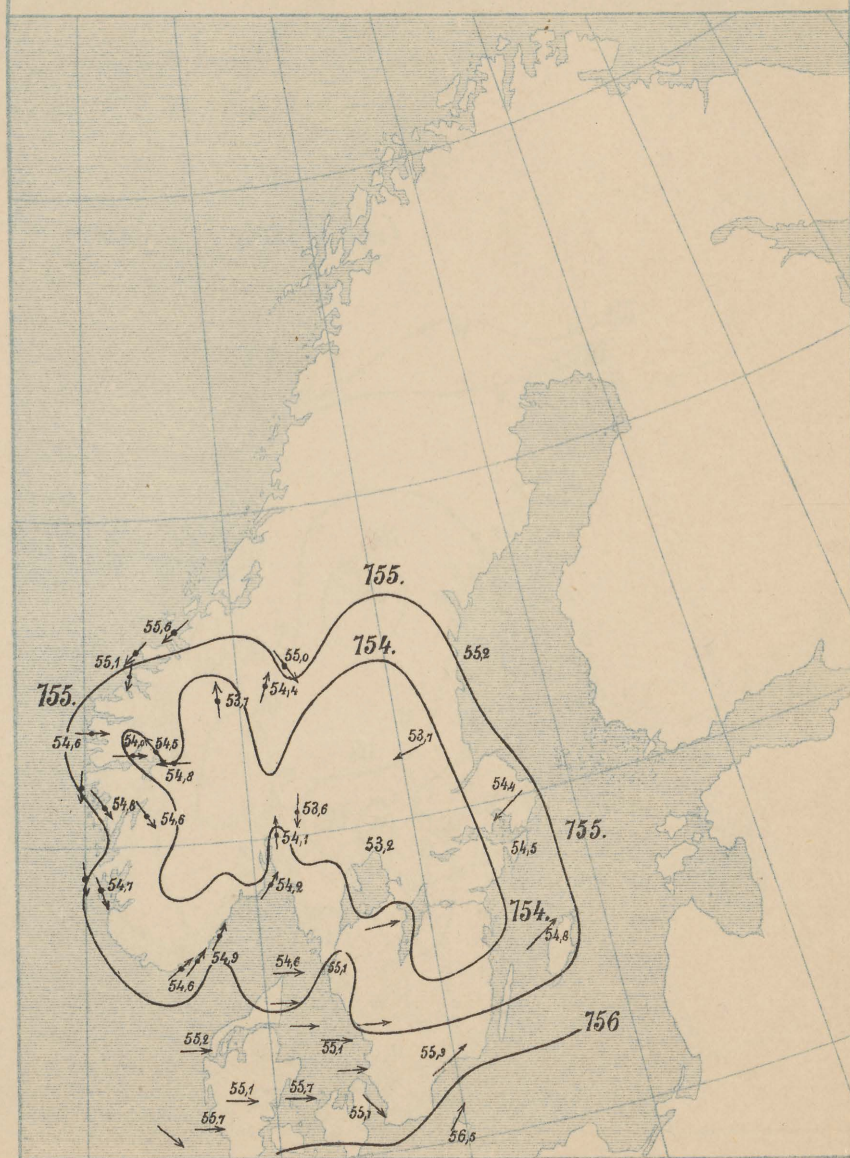
N°18. Orages le 5 Juillet 1874. Heures moyennes.



Nº 19. Orages du 25 Juillet 1872, au soir.



Nº 20. Juillet 1883. Isobares et vents dominants.

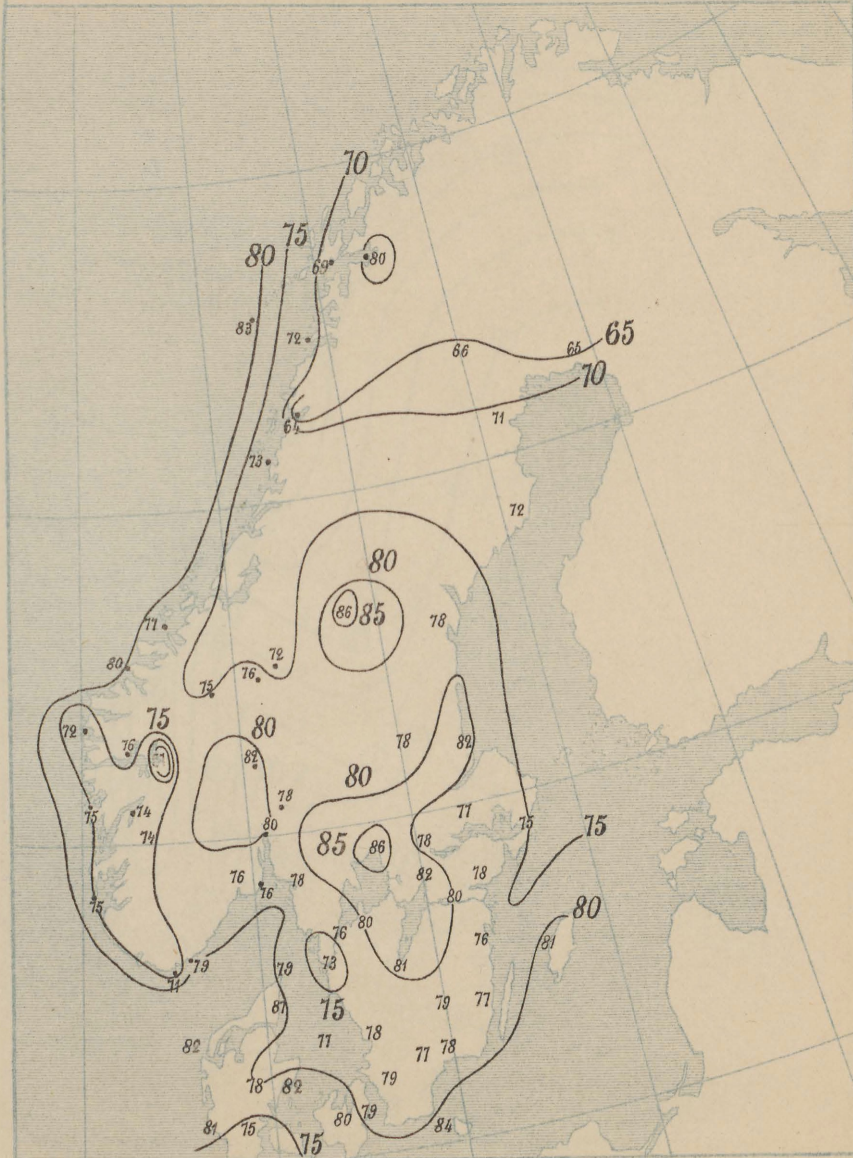


Nº 21. Juillet 1883. Températures réd. au niveau de la mer.

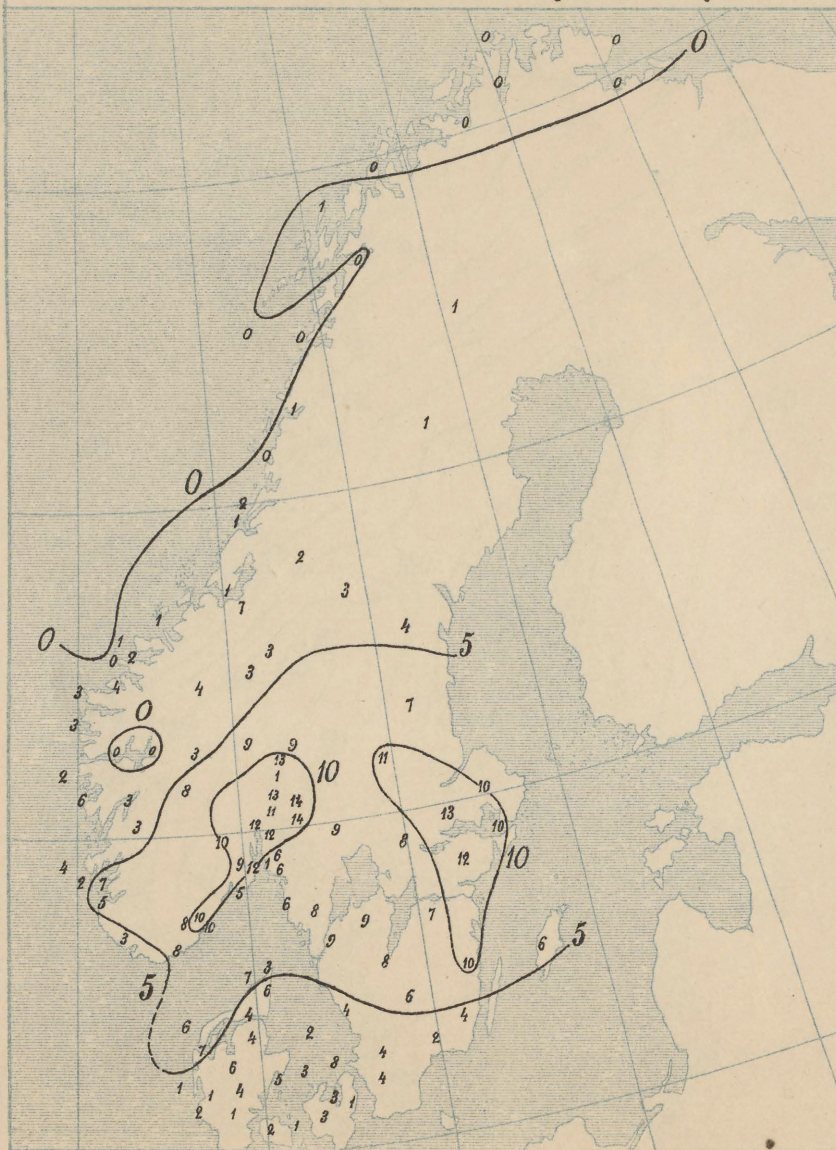
Lit. Ljunggren Ups



Nº 22. Juillet 1883. Humidité relative.

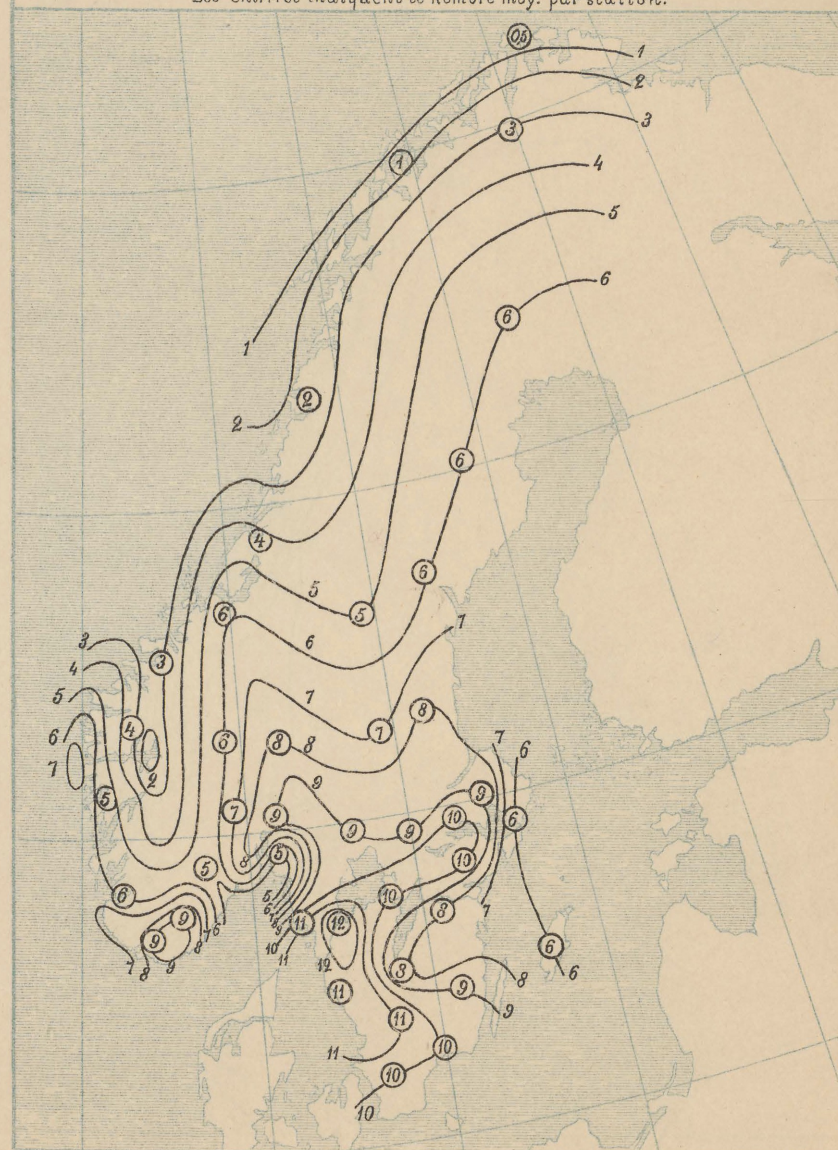


N° 23. Juillet 1883. Nombre des jours d'orages.



Lit. Liljengren Ups.

N° 24. Nombre des orages par ans dans chaque gouvernement.
Les chiffres indiquent le nombre moy. par station.

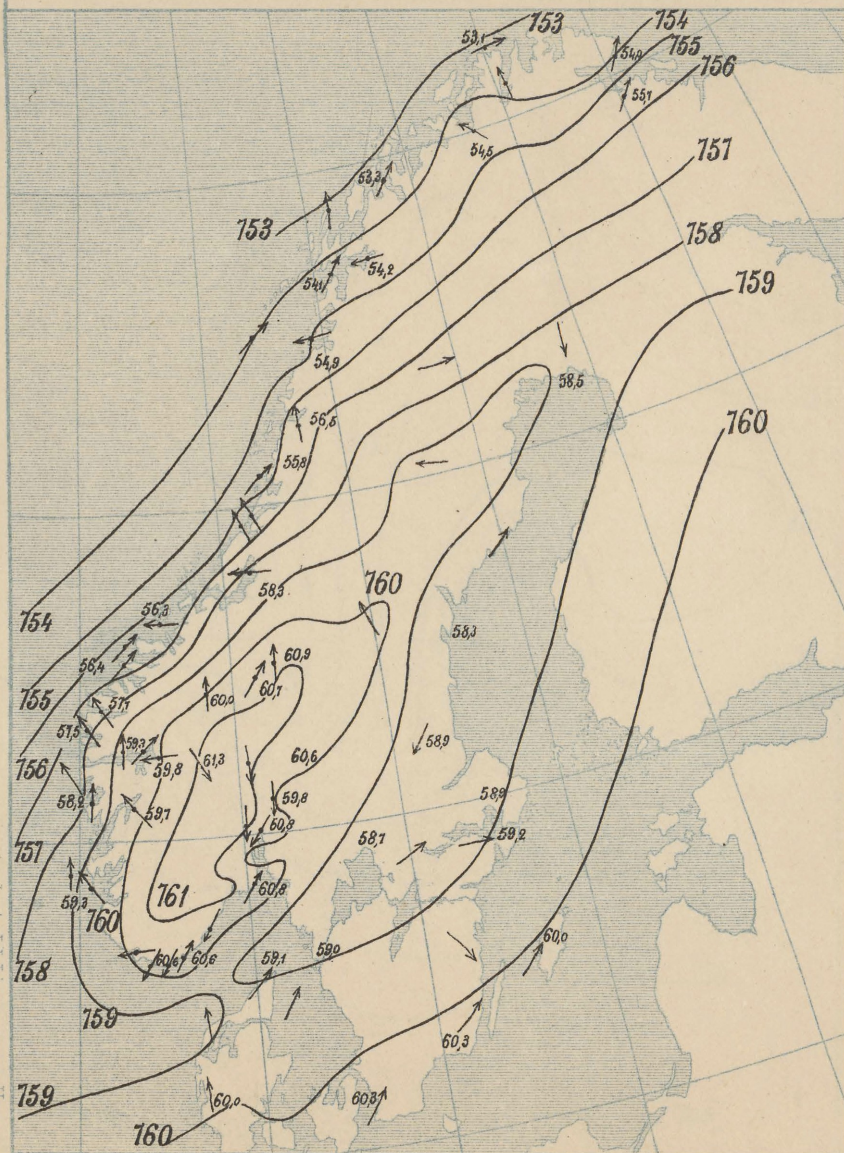


Nova Acta Reg. Soc. Sci. Ups. Ser. III.

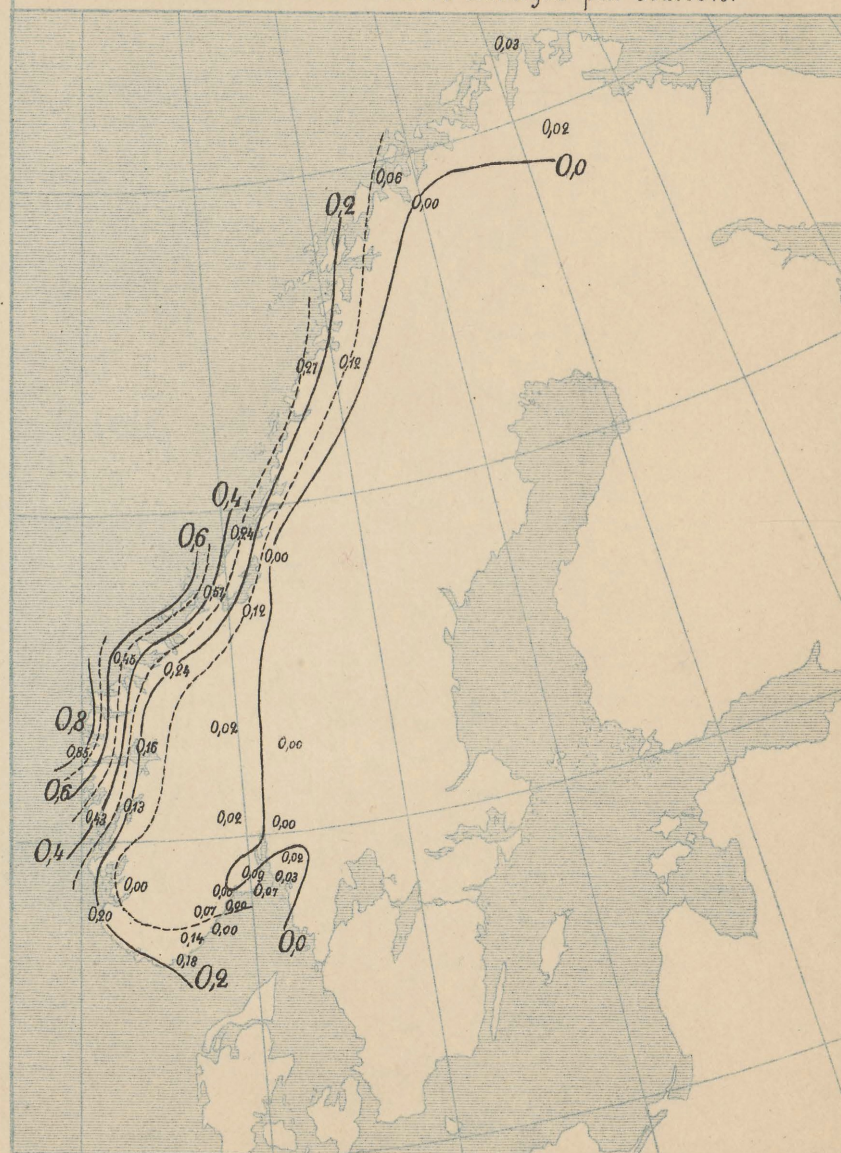
Mohr et Hildebrandsson: Orages XVII.

Nº 25. Janvier. Pression et vents dominants.

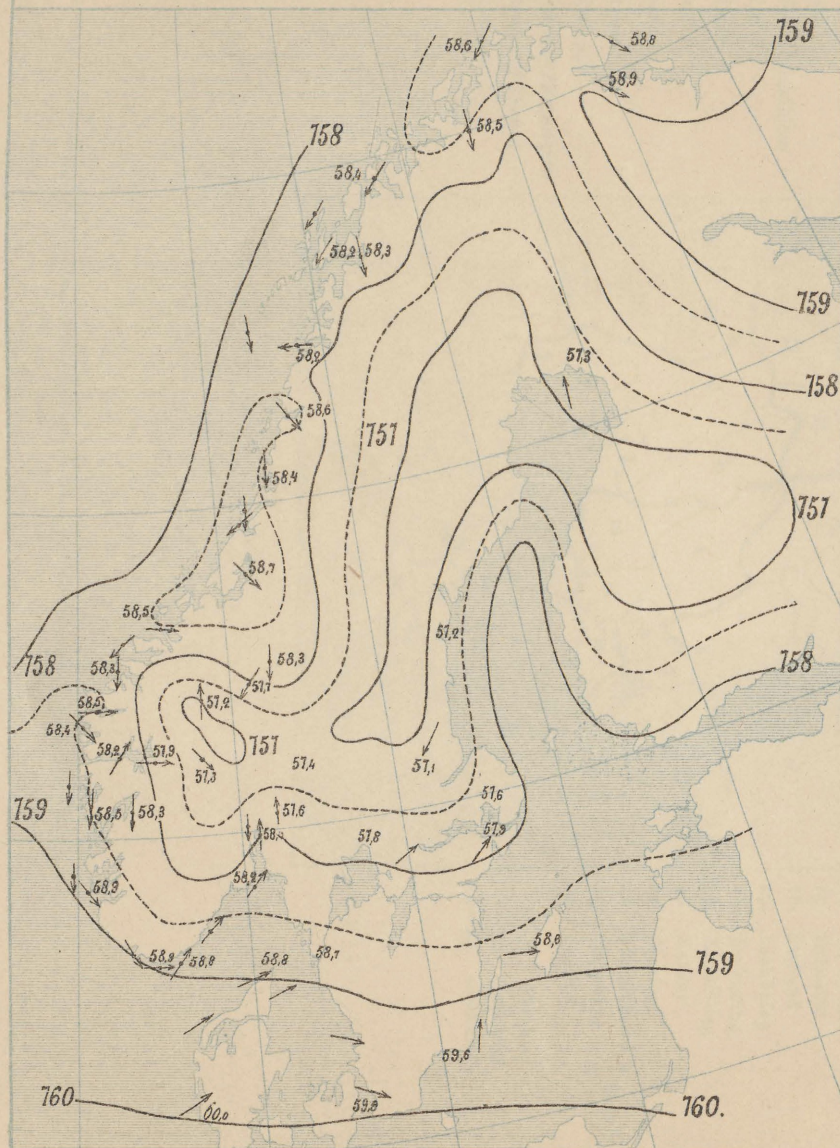
Lit. Liljungen Ups



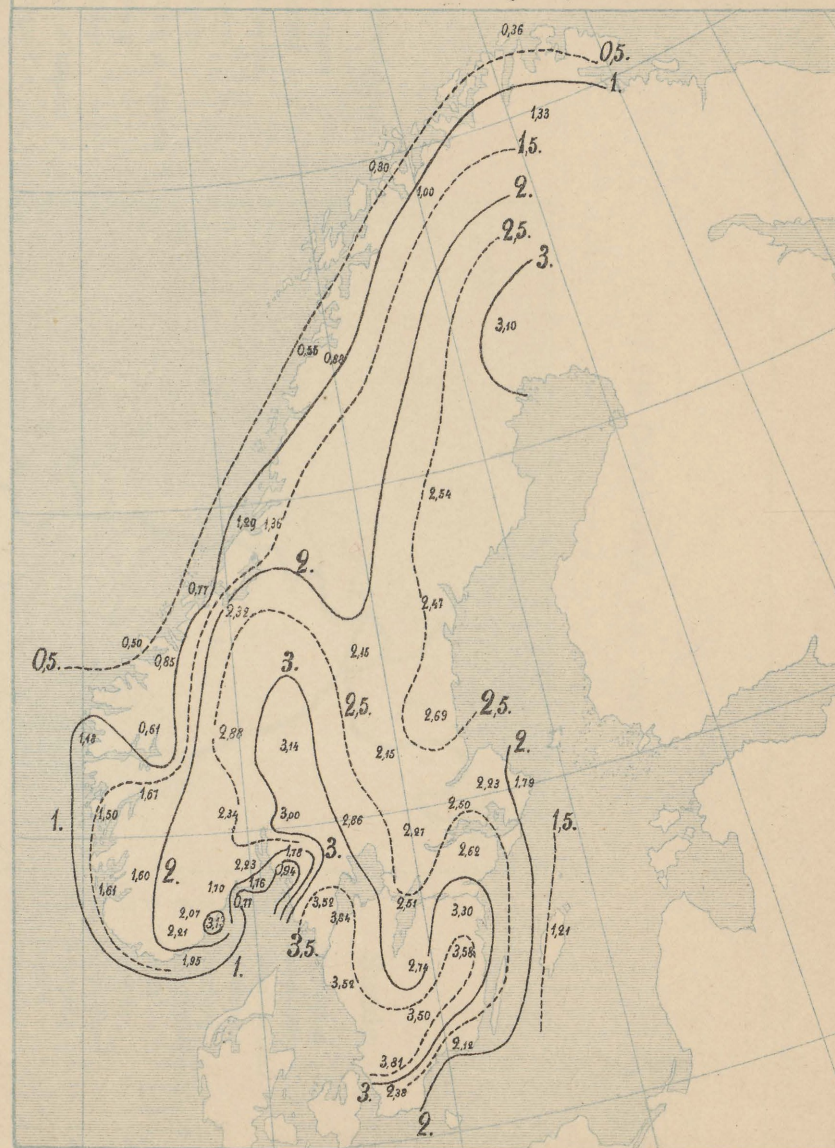
Nº 26. Janvier. Nombre d'orages par station.



Nº 27. Juillet. Pression et vents dominants.



Nº 28. Juillet. Nombre d'orages par station.



Nº 29. Divisions du pays.

Norvège.

1. Smaalenene
2. Akershus
3. Hedemarken
4. Christian
5. Buskerud
6. Jarlsberg et Laurvik
7. Bratsberg
8. Nedenes
9. Lister et Mandal
10. Stavanger
11. Søndre Bergenhus
12. Nordre "
13. Romsdal
14. Søndre Thronhjøm
15. Nordre "
16. Nordland
17. Tromsø
18. Finmarken
- 1—8. *Östland*
- 9—12. *Vestland*
- 13—15. *Romsdal-Thronhjøm*
- 16—17. *Nordland-Tromsø*
18. *Finmark*

Suède.

1. Norrbotten
 2. Vesterbotten
 3. Västernorrland
 4. Östersund
 5. Gefleborg
 6. Falun (Dalécarlie)
 7. Upsala
 8. Vesterås
 9. Stockholm
 10. Nyköping
 11. Örebro
 12. Vermland
 13. Skaraborg
 14. Elfsborg
 15. Bohuslän
 16. Halland
 17. Linköping
 18. Jönköping
 19. Kronoberg
 20. Kalmar
 21. Blekinge
 22. Christianstad
 23. Malmöhus
 24. Gotland
22. Christianstad } Scanie
23. Malmöhus }
- 1—5. *Norrland*
6—12. *Svéaland*
13—24. *Götaland*

