MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

ANNALES

DU

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE,

PUBLIÉES

PAR A. ANGOT,

DIRECTEUR DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE.

ANNÉE 1914.

I.

MÉMOIRES.

OFFICE NATIONAL MÉTÉOROLOGIQUE

JUL 1922
42652

QC
989
.F8
A56
année
1914
pt.1

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1920

LIBRARY

N.O.A.A.
U.S. Dept. of Commerce

National Oceanic and Atmospheric Administration

Environmental Data Rescue Program

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages
Faded or light ink
Binding intrudes into the text

This document has been imaged through the NOAA Environmental Data Rescue Program. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or www.reference@nodc.noaa.gov.

Information Manufacturing Corporation
Imaging Subcontractor
Rocket Center, West Virginia
September 14, 1999

1051

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

ANNALES

DU

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE

PUBLIÉES

PAR A. ANGOT

DIRECTEUR DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

ANNÉE 1914

I

MÉMOIRES

OFFICE NATIONAL MÉTÉOROLOGIQUE

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET Cie, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

55, Quai des Grands-Augustins, 55

1920

ANNALES

DU

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

DE FRANCE.

MÉMOIRES.

ΤΟ ΦΕΥΓΕ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

INTRODUCTION.

Les difficultés que rencontre la publication des *Annales du Bureau Central météorologique*, et que nous avions déjà signalées l'an dernier, n'ont fait que s'accroître. Ces difficultés sont de deux sortes : la rareté de la main-d'œuvre, qui ralentit tous les travaux, et l'augmentation constante des prix du papier et de l'impression. Alors que le coût des publications ne cesse de s'élever d'année en année, le budget qui est alloué pour cet objet reste à peu près le même qu'avant la guerre. Le Bureau Central s'était mis en mesure de regagner rapidement le retard accumulé depuis six ans. La publication du *Bulletin quotidien international*, qui a été faite constamment sans aucun retard, et celle du *Bulletin mensuel* ont absorbé la plus grande partie des crédits disponibles et n'ont permis de donner, en 1920, qu'un seul volume des *Annales*.

L'état de la publication est actuellement le suivant : la série des *Annales* est complète jusqu'en 1914 inclus. Le Tome III pour 1915 a été mis sous presse; mais on ne saurait prévoir quand on commencera à imprimer les deux autres volumes de 1915. Les événements actuels, qui menacent l'existence même du Bureau Central, ne pourront que retarder encore la publication des *Annales*, s'ils ne l'arrêtent pas complètement.

Le plan général est resté sans changements. Le présent Volume contient, comme d'habitude, les observations de Physique du Globe faites pendant l'année et concernant le Magnétisme terrestre, l'Actinométrie et la Sismologie. Vient ensuite l'étude des Orages qui a dû, comme les années précédentes, être réduite aux données statistiques les plus importantes.

A ces Mémoires, qui se reproduisent chaque année, j'ai ajouté la quatrième Partie de l'étude sur le régime pluviométrique de la France, contenant les documents relatifs à la région du Sud-Est et les données sur la fréquence des jours de pluie dans les différentes régions de la France. J'espérais publier, dans le Tome I de 1915, une cinquième et dernière Partie, qui aurait contenu l'étude de la pluviosité relative dans les différents mois et les conclusions générales de ce travail. Les événements actuels s'opposeront probablement à cette

publication. Je suis heureux, en tout cas, d'avoir pu mener à terme toute la partie documentaire de cette étude. La réunion et la discussion de ces documents a pris, pendant plus de dix années de ma vie, à peu près tout le temps qu'ont laissé libre mes occupations administratives.

On trouvera enfin, dans le même Volume, une étude très intéressante de M. Brazier sur les moulinets anémométriques. Au cours de ses recherches expérimentales sur les variations que présentent les indications des anémomètres dans un courant d'air incliné, M. Brazier a été amené à découvrir des faits entièrement nouveaux, dont l'importance pratique est considérable et qui mettent en évidence les difficultés que présente la mesure exacte de la vitesse du vent. Ce travail a été reçu comme Thèse de doctorat à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Il est, avec celui de M. Eblé, publié l'an dernier, la seconde Thèse présentée en quinze mois par des fonctionnaires du Bureau Central météorologique, qui ont prouvé ainsi que cet établissement est, lui aussi, un centre actif de recherches scientifiques.

Le Tome II (*Observations*), qui a été publié et distribué en 1919, est divisé en trois parties : France, Afrique du Nord, Colonies et Étranger. Il contient généralement les mêmes stations que le Tome II de 1913. Il faut toutefois signaler l'interruption, à partir de juillet, des observations faites à Langres, par suite du décès de M. le chanoine Raclot, un de nos plus dévoués correspondants. Les observations ont dû cesser aussi, au commencement d'août, dans toutes les Écoles normales de la région qui a été le théâtre de la guerre.

Le Tome III (*Pluies en France*), avait été terminé dès 1917; il contient, pour les sept premiers mois de l'année, les observations relevées dans 2119 stations. Pendant la seconde partie de l'année, 609 de ces stations ont fait défaut, soit que ces stations fussent directement dans la région des hostilités, soit que les observateurs, appelés sous les drapeaux, n'aient pu être remplacés. Il ne restait plus ainsi, à la fin de 1914, qu'une seule station pluviométrique dans le Nord et dans les Ardennes, 2 dans l'Aisne, 6 dans la Meuse et dans les Vosges, 7 dans le Pas-de-Calais et en Meurthe-et-Moselle, 8 dans la Somme et dans l'Oise, 15 au lieu de 28 dans la Marne, 38 au lieu de 67 dans l'Aube, dont le remarquable réseau a conservé, malgré tout, une valeur très appréciable. Une lacune, d'autant plus regrettable qu'il semble qu'elle eût pu être évitée en partie, est celle de la Savoie, département où les observations ont été complètement interrompues depuis juillet. Cette lacune, s'ajoutant à celle que nous avons signalée depuis longtemps dans les Hautes-Alpes, supprime toute possibilité d'étude des pluies dans le massif principal de la chaîne des Alpes.

Par suite des événements auxquels j'ai fait allusion plus haut, il est probable que cette Introduction est la dernière qui sera signée de mon nom. Dès la fondation du Bureau Central météorologique, en 1878, j'avais été chargé de créer

les *Annales* et d'en surveiller la publication. Pendant 42 ans, j'ai consacré tous mes efforts à donner à cette publication une valeur scientifique digne de la France. J'espère que mes efforts n'auront pas été vains et que ceux qui me succéderont tiendront à honneur de les continuer.

Décembre 1920.

Le Directeur du Bureau Central météorologique,
Alfred ANGOT.

RAPPORT DU PRÉSIDENT DU CONSEIL.

Par suite de la guerre, il n'a pas été possible de réunir à Paris, en avril 1915, les représentants des Observatoires et des Commissions météorologiques départementales. La séance générale du Conseil n'a donc pas eu lieu et le Président, M. DARBOUX, n'a pas jugé utile de préparer le Rapport habituel.

Le Conseil a décidé qu'il suffirait de publier le Rapport que le Directeur lui soumet chaque année sur les travaux effectués au Bureau et dans les Observatoires météorologiques. On trouvera ce Rapport ci-après.

CONSEIL DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE.

La composition du Conseil du Bureau Central météorologique, nommé pour trois ans en 1912 (voir *Annales du Bureau Central météorologique* pour 1912, t. I, p. IX) n'a pas subi de modifications au cours de l'année 1914.

Le Conseil a été renouvelé en janvier 1915.

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE DE FRANCE.

RAPPORT DU DIRECTEUR

SUR LES TRAVAUX DE L'ANNÉE 1914 [1].

Personnel. — Le personnel comprend, au 31 décembre 1914 :

	MM.
1 directeur	Angot.
2 météorologistes titulaires	Dongier. Goutereau (mobilisé).
6 météorologistes adjoints	Brazier (mobilisé). Chauveau. Dufour. Guénaire. Guillaume. Perrotin (mobilisé).
6 aides-météorologistes	Barré. Eblé. Lévine. Millereau. Philippe. N...
12 calculateurs	Aloy (mobilisé). Didelot. Moleski. Racine. Cognot (stagiaire). Comtat (stagiaire). Constant (stagiaire) Mme Martinetti. Mlles Homery. Huet. Roche. Mme Leroy (stagiaire).

[1] Publié au *Journal officiel* du 17 avril 1915.

	MM.
1 autographiste	DANTHON.
1 mécanicien	PARRE (mobilisé).
1 garçon de laboratoire	RUELLE (mobilisé).
2 concierges	DELACONDEMENNE. MARIA (Saint-Maur).
2 garçons de bureau	LAJON (mobilisé). SALAUN.
1 groom	LE TALLEC.

Par arrêté du 12 janvier 1914, M. P. Provane, observateur au Mont-Ventoux, a été mis, pour raisons de santé, en congé de trois mois, à dater du 1er janvier.

M. H. Perrotin, entré au Bureau Central en qualité d'auxiliaire en janvier 1913, a été délégué dans les fonctions de météorologiste adjoint en octobre 1913; par arrêté du 11 mai 1914, il a été nommé météorologiste adjoint.

M. Bellanger, calculateur stagiaire, a donné sa démission pour entrer dans l'Enseignement primaire comme instituteur. Cette démission a été acceptée par M. le Ministre qui, par arrêté du 2 juin, avec effet à partir du 16 mai, a nommé M. Germain, calculateur stagiaire, en remplacement de M. Bellanger.

M. Germain, appelé sous les Drapeaux avec la classe 1914, a été à son tour remplacé par M. Comtat à partir du 1er octobre.

M. Cœurdevache, employé à l'Observatoire de Perpignan, a dû, pour raisons de santé, donner sa démission à partir du 1er juin et est décédé le 30 juin. Il a été remplacé par M. Saguy, nommé stagiaire par arrêté du 8 juin.

Par arrêté du 15 juillet 1914, un congé de trois mois, avec traitement complet, du 1er juillet au 30 septembre, a été accordé à M. Le Blay, aide-météorologiste. Une prolongation de congé de trois mois, avec demi-traitement, lui a été accordée, du 1er octobre au 31 décembre, par arrêté du 25 septembre. M. Le Blay est décédé le 31 décembre.

En réponse à une demande de la Présidente du Comité de Bourges de l'Union des Femmes de France, M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu autoriser Mlle Homery, calculatrice, à s'absenter du 1er septembre au 30 novembre pour remplir les fonctions d'infirmière-major à l'hôpital de Bourges. Une prolongation de congé d'un mois, avec demi-traitement, a été accordée, du 1er au 31 décembre, à Mlle Homery qui est restée pendant ce temps à l'hôpital de Bourges et a repris ses fonctions au Bureau le 1er janvier 1915.

Mme Martinetti, calculatrice stagiaire, a été nommée calculatrice par arrêté du 28 août 1914, avec effet du 1er août. Un congé de trois mois, du 16 septembre au 15 décembre, lui a été accordé pour raisons de santé, par arrêté du 29 août. Mme Martinetti, dont le mari est sous les Drapeaux, a dû se rendre en Corse

et une prolongation de congé de deux mois, du 16 décembre 1914 au 15 février 1915, avec demi-traitement, lui a été accordée par arrêté du 19 décembre.

Un nouveau congé de trois mois, du 1er octobre au 31 décembre, a été accordé, par arrêté du 19 novembre, pour raisons de santé, à M. P. Provane, observateur au Mont-Ventoux.

M. Moleski (Robert), calculateur stagiaire, a quitté le Bureau en décembre, appelé sous les Drapeaux avec la classe 1915. Il sera remplacé par M. Constant, nommé calculateur stagiaire, par arrêté du 26 décembre, avec effet du 1er janvier 1915.

Les fonctionnaires dont les noms suivent ont été appelés sous les Drapeaux : MM. Goutereau, Brazier, Perrotin, Aloy, Parre, Lajon, Ruelle. M. Lajon a été blessé et fait prisonnier à la fin d'août.

Mlle Homery a, pendant quatre mois, rempli les fonctions d'infirmière-major à l'hôpital de Bourges.

En dehors du personnel de Paris, ont été également mobilisés : MM. Phalempin (Parc Saint-Maur), Tabesse (Nantes), Saguy (Perpignan), A. Provane (Mont-Ventoux).

Aucun de ces fonctionnaires n'a été remplacé.

Par contre, on a pourvu aux vacances produites par le départ de deux stagiaires, MM. Germain et R. Moleski, appelés respectivement avec les classes 1914 et 1915; mais il faudra former leurs successeurs qui ne pourront, avant un certain temps, faire un travail bien fructueux.

Le personnel du Bureau, dont l'effectif est déjà insuffisant en temps ordinaire, s'est donc ainsi trouvé dans des conditions telles qu'il a fallu modifier entièrement la marche des services et laisser de côté bien des travaux en cours pour porter tous les efforts sur ceux qui présentaient un réel caractère d'urgence. Grâce au dévouement dont tous ont fait preuve, le service de la prévision du temps et celui des observations n'ont pas été interrompus un seul jour et le Bureau a toujours été prêt à fournir immédiatement tous les renseignements qui lui étaient demandés par les Pouvoirs publics et qui pouvaient intéresser la Défense nationale.

Direction et Secrétariat.

Bibliothèque. — Le Catalogue s'est accru de 480 ouvrages; il compte, au 31 décembre 1914, 16 900 numéros.

Tous ces volumes ont été enregistrés et mis régulièrement en fiches; mais le manque de place, déjà signalé depuis plusieurs années, n'a pas permis d'en effectuer le rangement méthodique.

Pour remédier en partie à cet état de choses, le bibliothécaire avait essayé

d'adopter la méthode de classement en usage officiellement dans les Bibliothèques universitaires, en commençant avec les Publications portant la date de 1911. Les lacunes que la guerre produit dans la plupart des séries européennes ont forcé de revenir sur cette décision. L'ancien mode de classement sera appliqué jusqu'aux Ouvrages relatifs à 1915, et le nouveau ne sera inauguré que pour les séries dont la publication annuelle reprendra à la fin des hostilités.

Correspondance. Comptabilité. — Les lettres enregistrées à l'entrée sont au nombre de 816. Il en a été écrit 1237, ainsi réparties entre les divers services : Direction et Secrétariat, 560; Climatologie, 492; Avertissements, 89; Météorologie générale, 96.

Le registre général des entrées du matériel et les livres d'inventaires spéciaux sont tenus à jour; le nombre des articles inscrits au 31 décembre est de 12 037.

Des subventions en argent ont été accordées, à titre exceptionnel, aux Commissions météorologiques départementales des Ardennes, de la Creuse et de la Haute-Marne.

Médailles et diplômes. — Le Bureau avait été autorisé, sur la proposition du Conseil, à distribuer un certain nombre de médailles aux meilleurs observateurs. La commande de ces médailles, qui avait été déjà faite à la Monnaie, mais non exécutée, a dû être annulée en raison des événements.

L'Association française pour l'Avancement des Sciences a mis à notre disposition, comme chaque année, 20 médailles de vermeil pour les capitaines des navires de la marine marchande. Ces médailles seront remises aux titulaires à la fin des hostilités. On expédiera en même temps les 132 diplômes décernés par le Bureau et les 11 volumes accordés par le Ministère aux correspondants qui ont fait au moins trois années de bonnes observations météorologiques et qui ne peuvent encore être proposés pour la médaille.

Publications. — Le *Bulletin quotidien international* a paru régulièrement et sans lacunes; mais, pour éviter que les renseignements qu'il contient ne puissent être utilisés par les ennemis, et sur la demande du Gouvernement britannique, la publication de ce Bulletin a été retardée, d'abord de 24 heures, puis d'une semaine entière.

Le *Bulletin mensuel météorologique et sismologique* a paru jusqu'au numéro d'avril inclusivement. Celui de mai était sous presse lorsqu'est parvenu l'ordre de suspendre toute dépense qui ne présenterait pas un caractère d'urgence absolue. La publication a donc été arrêtée et ne sera reprise qu'ultérieurement.

Pour les mêmes raisons, deux Volumes seulement des *Annales* ont paru en

1914; le Tome II (*Pluies en France*) de 1911 et le Tome II (*Observations*) de 1912. L'impression du Tome I (*Mémoires*) de 1910 était commencée, mais quatre feuilles seulement sont tirées, comprenant les observations magnétiques et actinométriques. La fin de ce Volume et les manuscrits des Tomes II de 1913 et III de 1912 sont prêts et seront envoyés à l'imprimeur dès que le travail pourra être repris.

Par suite des difficultés que présentent les expéditions, la distribution des Tomes III de 1911 et II de 1912 n'a pas encore été faite; mais tous les paquets ont été préparés.

Trois nouveaux établissements ont été ajoutés en 1914 sur la liste de distribution de nos *Annales*

Service de la Météorologie agricole, Ministère de l'Agriculture.
Service royal aérologique, à Rome (Italie).
Bibliothèque de l'Université de Giessen (Grand-Duché de Hesse).

Une révision complète de la liste de distribution de nos *Annales* sera nécessaire à la fin des hostilités.

Service des Avertissements.

Dans les sept premiers mois de l'année, les avis en prévision du temps aux ports et à l'agriculture, les radiotélégrammes de $10^h 45^m$ et de 17^h et les deux dépêches spéciales du matin et du soir aux centres de météorologie agricole ont été envoyés régulièrement.

Pour répondre aux demandes de plus en plus fréquentes des aéronautes et aviateurs, civils et militaires, le service avait été organisé, par un roulement convenable entre les employés, de manière qu'il y eût constamment un météorologiste et un télégraphiste de service de 8^h à 19^h. On a établi le soir, à 17^h, un deuxième bulletin météorologique, spécialement destiné aux journaux du matin et qui a été très apprécié. Enfin, les radiotélégrammes météorologiques ont été notablement étendus, et les nombreuses lettres qui nous sont parvenues à ce sujet de France et de l'étranger montrent avec quel intérêt ces radiotélégrammes étaient recueillis par les météorologistes et même par le grand public.

Les demandes de renseignements devenaient de plus en plus fréquentes de la part des aviateurs et des industriels, comme les maisons Nieuport, Clément Bayard, Voisin, etc. Dans la journée du 5 juin seulement, on a dû répondre à 12 demandes téléphoniques et à 14 dans celle du 13. Des services spéciaux ont été organisés le 17 mai pour la coupe Michelin, le 19 juillet pour le grand prix de l'Aéro-Club, et cette Société voulait bien accorder sa médaille au Directeur et au Chef du service « en reconnaissance des services rendus ».

Enfin, en mai-juin, un adjoint du service, M. Perrotin, classé dans les aérostiers militaires, a fait pendant sa période d'appel, aux officiers aviateurs et aéronautes du centre de Saint-Cyr, une série de conférences sur l'utilisation pratique des renseignements fournis par le Bureau Central. Ces conférences devaient être répétées dans les divers centres militaires d'aviation.

Le Service des Avertissements était donc en progrès certain et son utilité s'affirmait de plus en plus lorsque les hostilités éclatèrent.

A partir de ce moment, les difficultés se multiplièrent. Les renseignements quotidiens provenant des pays ennemis firent d'abord défaut, puis ceux de l'Islande et de la Grande-Bretagne, en même temps que les autres dépêches arrivaient souvent avec de grands retards. Le chef du service, un adjoint et un des trois télégraphistes furent appelés sous les Drapeaux. Malgré tout, le service a continué sans interruption. La communication à la Presse et au public des renseignements météorologiques a été supprimée pour des raisons intéressant la Défense nationale, mais toutes les indications nécessaires ont continué à être fournies à la Guerre, et à la Marine, et un service spécial, comprenant trois communications par jour, a été organisé pour la défense contre les aéronefs.

Le Directeur est heureux de reconnaître le dévouement grâce auquel le personnel, si réduit par la mobilisation, a pu jusqu'ici assurer le service dans des conditions particulièrement difficiles. Mais il ne peut se défendre, en même temps, de regretter qu'il ne lui ait pas été possible de réaliser le projet qu'il avait présenté il y a deux ans, et qui tendait à organiser l'étude régulière et quotidienne des mouvements de la haute atmosphère au moyen de ballons pilotes. Si ce service fonctionnait aujourd'hui, il permettrait au Bureau de suppléer en partie à l'insuffisance des renseignements qu'il reçoit par le télégraphe.

Service de la Climatologie et des Observations.

Les observations météorologiques au Bureau même et à la Tour Eiffel ont été continuées sans aucune interruption pendant l'année 1914.

M. Brazier a visité, pendant le premier semestre, l'Observatoire de Besançon, les Écoles normales de : Albertville, Belfort, Besançon, Bonneville, Bourg, Lons-le-Saunier, Mâcon, Vesoul ; les stations météorologiques du Génie militaire à Belfort et au fort de Servance, et la station de l'École d'agriculture de Fontaines (Saône-et-Loire). Le voyage d'inspection qui aurait dû être effectué dans le second semestre a été ajourné.

Un certain nombre d'Écoles normales d'instituteurs ont été transformées en ambulances et n'ont plus que des élèves externes ; les observations météorologiques y ont été réduites ou même entièrement suspendues.

Il ne sera possible qu'après la fin des hostilités d'avoir des renseignements exacts sur l'état des stations pluviométriques. Les observations ont été probablement interrompues dans beaucoup d'entre elles, même dans la région non envahie, par suite de la mobilisation du personnel. Il est vraisemblable qu'une réorganisation complète du réseau sera nécessaire.

Le Bureau a perdu en 1914 deux de ses plus anciens et plus dévoués correspondants : M. A. Cheux et M. l'abbé Raclot.

M. Cheux avait créé et entretenait, depuis plus de 40 ans, une station météorologique de premier ordre dans sa propriété de La Baumette, près d'Angers; cette station disparaît avec lui. M. l'abbé Raclot avait créé également, à l'hôpital de Langres, une station météorologique de premier ordre, qu'il dirigeait depuis 1888. Il est permis d'espérer que cette station, que sa situation rend particulièrement intéressante, sera conservée grâce à l'intervention de la Commission météorologique de la Haute-Marne et au bienveillant concours de l'Évêché.

On a reçu, en 1914, de la marine marchande, 155 journaux de bord, ainsi répartis entre les différents ports :

Dunkerque	8	Le Havre	80	Nantes	19	Bordeaux	20
Boulogne	1	Rouen	1	Saint-Nazaire	7	Marseille	19

Le nombre de journaux parvenus en 1913 avait été de 279; la diminution porte sur le second semestre de 1914 et surtout sur le port du Havre, qui avait reçu 183 journaux en 1913 contre 80 en 1914.

Instruments. — Le nombre des instruments comparés au Laboratoire en 1914 est le suivant :

Baromètres à mercure	112	Thermomètres	776
Baromètres anéroïdes	23	Enregistreurs et divers	188

Le nombre total d'instruments comparés est de 1099; il porte presque exclusivement sur le premier semestre et est relativement considérable, puisque le total pour l'année 1913 entière était de 1663, et que ce nombre était lui-même de beaucoup le plus élevé qui eût jamais été signalé depuis que le Bureau existe.

Cette grande augmentation du nombre des instruments étudiés au Bureau tient surtout à ce que, pour favoriser l'exportation des instruments fabriqués en France, nous avons consenti à vérifier un lot de baromètres enregistreurs, destinés à la Russie et à la Grèce, et de thermomètres destinés au Brésil.

Le Tableau suivant indique les instruments de toute nature que le Bureau a prêtés en 1914 à ses divers correspondants : Écoles normales (E. N.), Commissions météorologiques départementales (C. M.), Colonies, Service des Ports et divers (Div.), ainsi que la valeur totale de ces instruments :

Instruments.	E. N.	C. N.	Div.	Total.	Prix.
Baromètres à mercure	"	2	6	8	800
» anéroïdes	"	"	3	3	60
Thermomètres ordinaires	5	6	6	17	136
» à maxima	15	25	23	63	504
» à minima	4	26	14	44	264
» frondes	1	1	4	6	36
Psychromètres	2	2	6	10	250
Pluviomètres complets	5	70	10	85	1020
Hygromètre enregistreur	"	"	1	1	125
Abri thermométrique	"	"	1	1	150
Instruments divers et accessoires	157	31	163	351	280,85
Totaux				589	3625,85

L'abri thermométrique porté ci-dessus, ainsi que la presque totalité des instruments divers et accessoires, ont été construits à l'atelier du Bureau et ne figurent dans la colonne des prix que pour la valeur des matières premières employées.

L'atelier, dont les chiffres précédents prouvent l'activité, a été fermé en août par suite de la mobilisation du mécanicien et du garçon de laboratoire.

Observatoire du Parc Saint-Maur et Station magnétique du Val-Joyeux.

Aucune modification n'a été apportée dans la marche du service jusqu'au 2 août. Après le départ de M. Phalempin, mobilisé le 3 août, M. Dufour a dû procéder à une nouvelle répartition du travail entre le personnel restant, de manière à assurer la continuité des observations. Toute lacune a pu être évitée; seule la discussion des résultats éprouvera quelque retard.

Tous les services ont été transportés dans le nouveau bâtiment et la démolition de l'ancien a été achevée. Dès le milieu de janvier, les observations d'électricité atmosphérique ont été reprises avec l'électromètre Benndorf, définitivement installé dans une des salles de la tour.

Les taches solaires ont été observées régulièrement et les mesures actinométriques ont été faites toutes les fois que les conditions atmosphériques l'ont permis.

Les observations sismologiques ont été poursuivies toute l'année, sans lacunes, avec le sismographe Wiechert. Les mouvements d'horlogerie de l'enregistreur du sismographe Galitzine à pendules horizontaux se sont arrêtés à plusieurs reprises; ces mouvements devront être revus, et l'on a suspendu les observations avec cet instrument. Les ressources dont on dispose n'auraient, du reste, pas permis d'entretenir simultanément les trois composantes.

On a reçu et mis en service, en juillet, le sismographe Galitzine pour la composante verticale des mouvements du sol. Cet instrument a fonctionné depuis

sans interruption. Avec lui, l'outillage de la station sismologique est maintenant complet. Le dépouillement de toutes les courbes et le calcul des mouvements du sol ont été faits, comme les années précédentes, par M. Eblé.

M. Eblé a assuré, en outre, le fonctionnement de l'appareil Hecker pour l'étude des mouvements de la verticale. Cet appareil, installé dans une des caves de l'Observatoire, que M. Baillaud a bien voulu mettre à notre disposition, a fonctionné régulièrement; quelques lacunes seulement, dues à des arrêts du mouvement d'horlogerie de l'enregistreur, sont imputables à l'humidité extrême du local où se trouve l'appareil.

Les événements n'ont pas permis de continuer en 1914 la campagne de déterminations magnétiques en France qui avait été commencée en 1912.

M. Dufour a terminé la discussion et la rédaction des observations magnétiques de 1911, en tenant compte des modifications proposées par la Commission internationale de magnétisme terrestre.

A la station du Val-Joyeux, les observations magnétiques et les observations météorologiques indispensables ont été continuées en 1914 avec le même soin que les années précédentes. M. Itié a, en outre, comparé au magnétographe de la station deux théodolites magnétiques (Chasselon, n° 69 et n° 83) et une boussole d'inclinaison (Chasselon, n° 84).

Une partie des bâtiments a été temporairement réquisitionnée par l'autorité militaire pour la préparation de la défense du Camp retranché de Paris. Il avait même été question d'installer une batterie dans le voisinage; mais il n'a pas été donné suite à ce projet qui aurait pu avoir des conséquences fâcheuses pour le magnétographe.

La détermination directe de toutes les constantes des appareils magnétiques servant aux mesures absolues et aussi des appareils de voyage devrait pouvoir être faite à l'Observatoire même. Mais il faudrait y disposer d'une salle d'expériences spéciale d'où le fer fût absolument exclu. Une cabane en bois serait suffisante. Il est vraiment à souhaiter que l'Administration des Bâtiments civils veuille bien édifier cette cabane dans les terrains libres de la station, dès que les circonstances le permettront.

OBSERVATOIRES RÉGIONAUX.

Observatoire de Nantes.

Le Directeur de l'Observatoire, M. Tabesse, a été mobilisé; mais les deux aides sont restés, ce qui a permis de continuer les travaux habituels sans aucune interruption.

Malgré l'adoption de la traction électrique pour les tramways de la Ville, l'enregistrement des variations du magnétisme terrestre a pu continuer, comme il a été dit dans le Rapport précédent.

Jusqu'au mois de septembre, on n'avait observé aucune perturbation pouvant être attribuée au voisinage des tramways. A cette époque, une canalisation d'eau a été prolongée pour alimenter un camp anglais installé sur le champ de manœuvres adjacent à l'Observatoire; cette canalisation contourne l'établissement et traverse la petite vallée à laquelle on avait attribué la protection contre les courants vagabonds. Depuis lors, et pendant la durée du service des tramways, les courbes de la composante verticale présentent des oscillations continuelles, dont l'amplitude est de l'ordre du millimètre; celles de la déclinaison et de la composante horizontale ne sont pas perturbées.

Les listes trimestrielles des caractères magnétiques quotidiens ont été régulièrement transmises à l'Institut royal météorologique des Pays-Bas pour la Commission internationale de Magnétisme terrestre.

Le poste de télégraphie sans fil servant à la réception de l'heure et des dépêches météorologiques a été, par ordre, mis hors de service au mois d'août.

La Bibliothèque de l'Observatoire s'est enrichie en 1914 de 32 volumes.

Des travaux de réparation et d'entretien des bâtiments ont été exécutés par les soins de la Municipalité, qui a bien voulu faire procéder à une réfection presque complète de la couverture du bâtiment principal.

Observatoire de Perpignan.

L'Observatoire de Perpignan est dirigé par M. Mengel qui n'est pas mobilisable, non plus qu'un des deux observateurs, M. Arabeyre.

Le plus ancien employé, M. Cœurdevache, est mort le 30 juin, après 44 ans de services dans la Météorologie, dont 32 à Perpignan même. C'était un employé zélé, d'une scrupuleuse exactitude et un excellent observateur. Il a été remplacé, dès le 1er juin, par M. Saguy, qui est parti le deuxième jour de la mobilisation.

Grâce au dévouement de M. Arabeyre, les observations n'ont subi aucune interruption; seule, l'observation directe de 21^h a été supprimée depuis le 3 août. Cette suppression momentanée ne présente, du reste, pas de graves inconvénients, car l'Observatoire est muni d'enregistreurs dont les corrections sont suffisamment déterminées par les autres observations directes qui ont été maintenues.

Un poste récepteur à deux détecteurs à cristaux et un détecteur électrolytique ont été installés en mars et ont donné complète satisfaction pour la réception des émissions de la Tour Eiffel. M. Mengel a pu, à l'aide de ce récep-

teur, prêter son concours au Comité français de T. S. F. scientifique. Dans son rapport sur les émissions du 8 juin, le Comité constate l'accord qui existe entre les observations de Perpignan et d'Alger. Cet accord montre que, pour les ondes de 2100^{m}, l'énergie reçue vers minuit par des postes éloignés de plus de 600^{km} est plus que double de l'énergie reçue vers midi.

Pour recevoir les signaux de Laeken et les radiotélégrammes de Madrid, M. Mengel avait commencé, avec le bienveillant concours de la Société hydro-électrique roussillonnaise et du Syndicat agricole, à faire installer une grande antenne en parapluie. Les travaux, interrompus par l'ordre de mobilisation générale, seront repris ultérieurement.

L'installation du directeur dans les locaux de l'Observatoire a nécessité certains aménagements intérieurs; la Bibliothèque a été transférée dans l'ancien pavillon magnétique. Aucune réparation n'avait été faite aux bâtiments depuis de longues années; aussi y a-t-il eu beaucoup de détails à reprendre pour donner à l'établissement un peu de confort et de propreté.

Observatoire du Pic du Midi.

Cet Observatoire dépend de l'Université de Toulouse; il avait pour directeur M. E. Marchand qui est décédé, le 24 avril 1914, à l'age de 64 ans, après 22 ans de services à l'Observatoire.

En attendant la nomination d'un nouveau directeur, M. Dort, aide-météorologiste à la station de Bagnères-de-Bigorre, a été chargé de l'intérim. Il avait, en particulier, assuré la continuité des observations de Bagnères, qui étaient faites jusque-là au domicile particulier de M. Marchand, et avait commencé les préparatifs pour l'approvisionnement d'hiver de la station du Pic du Midi.

Dès le début de la mobilisation, M. Dort, M. Labayle, employé-observateur au Pic du Midi et les deux auxiliaires ont été appelés sous les Drapeaux; il ne restait donc personne à la station de Bagnères, qui dut être fermée, et M. Latreille se trouvait seul au Sommet. M. Châtelain, professeur de Physique au Collège de Bagnères, a bien voulu, depuis, se charger de faire fonctionner les instruments enregistreurs de cette station et de faire les observations directes indispensables pour la correction des enregistreurs. La lacune complète n'aura donc été que de courte durée pour Bagnères. D'autre part, l'envoi d'un auxiliaire au Pic du Midi a permis d'y continuer sans interruption les observations sous la forme ordinaire.

M. Cazabon, qui, au moment de son séjour au Pic, s'occupait spécialement de la station astronomique, y avait aussi consacré un certain temps à la station météorologique. Il a été ainsi à même de revenir deux fois à Bagnères pour

remettre en état les enregistreurs et le poste de réception de T. S. F. et pour rétablir la communication téléphonique entre le Pic et Bagnères.

M. Le Bondidier, qui habite Campan, a bien voulu, dès le mois d'août, proposer à l'Université de Toulouse de lui venir en aide pour constituer l'approvisionnement d'hiver de l'Observatoire du Pic du Midi. Grâce à son concours actif et dévoué, les achats et les transports ont pu être effectués d'une façon presque normale.

Observatoire du Puy-de-Dôme.

Cet Observatoire, qui dépend de l'Université de Clermont-Ferrand, comprend deux stations, celle du sommet du Puy-de-Dôme et celle de la Côte de Landais, près de Clermont. Il est dirigé par M. Mathias.

M. Plazanet, gardien du sommet, a été définitivement remplacé par M. A. Heynard, en qualité de garçon de la station du Sommet.

La mobilisation ayant enlevé à l'Observatoire MM. David, Soucille, Poli et Bénac, le fonctionnement de la station de la Plaine est assuré depuis le 2 août par le Directeur et par l'aide-météorologiste, M. Plumandon. A la station du Sommet, les observations ont été faites jusqu'au 25 décembre par Mme Soucille; depuis cette époque, c'est un enfant de moins de 15 ans, M. Francisque Heynard, qui, grâce à un apprentissage préalable à la station de la Plaine, assure bénévolement et gracieusement le fonctionnement de la station. Si la fatigue ne vient pas l'emporter sur sa bonne volonté, c'est à lui que l'on devra la continuation sans lacunes de la longue série des observations au sommet du Puy-de-Dôme.

Les travaux d'entretien et de réparations aux bâtiments ont été différés, la mobilisation ayant enlevé la plus grande partie du personnel capable de les exécuter. Les toitures, portes et fenêtres de tous les bâtiments du sommet ont cependant un besoin urgent de réparations.

Des ateliers de serrurerie et de menuiserie ont été installés à côté du hangar des ballons. Le pavillon du petit personnel, rendu libre par la mobilisation des employés, a été momentanément transformé en hôpital de 16 lits (hôpital bénévole, n° 7 *bis*); le bureau du Directeur, dans le pavillon de la Météorologie, a fourni une salle de 4 lits pour les blessés plus gravement atteints.

Les observations météorologiques ont été faites comme les autres années; les instruments sont, en général, en bon état. Le sismographe, installé dans une salle qui est maintenant bien sèche, a fonctionné très régulièrement. L'enregistrement des courants telluriques entre les deux stations se fait également dans de bonnes conditions et n'est contrarié que par des ruptures du fil télégraphique sous l'action du givre et des vents violents.

Les lancers de ballons-sondes, interrompus en 1913 par suite du décès de

M. Teisserenc de Bort et de la disparition de l'Observatoire de Trappes, avaient été repris en 1914, grâce à une subvention de la Caisse des Recherches scientifiques. Mais les ballons, de fabrication allemande, ne permettaient pas d'atteindre les mêmes hauteurs qu'avec les ballons provenant de Pétrograd. Les expériences ont été interrompues à nouveau, la guerre ayant empêché la livraison d'une commande de ballons faite en Russie.

Le service des Avertissements agricoles a fonctionné régulièrement d'avril à août. Sur les 30 postes que la station régionale de Clermont-Ferrand se proposait de créer dans le département, 26 ont été installés par M. David entre le 20 février et le 13 mai; 17 d'entre eux fonctionnent encore malgré la guerre.

L'Observatoire de Clermont-Ferrand publie, depuis novembre 1913, un *Bulletin climatologique mensuel* autographié. Cette publication a été interrompue avec le numéro de mai 1914 et ne sera reprise qu'après la fin des hostilités.

Le Directeur a communiqué à l'Académie des Sciences d'Amsterdam les résultats d'un travail expérimental fait en collaboration avec MM. Kamerlingh Onnes et Crommelin, du Laboratoire cryogène de Leyde, sur la courbe des densités de l'azote.

L'arrêt du chemin de fer du Puy-de-Dôme et la réquisition des chevaux et des voitures ont rendu particulièrement difficile à résoudre, dès le 1er août, le problème du ravitaillement de la station du Sommet en vivres et en combustibles. A la suite d'une demande du Préfet du Puy-de-Dôme à l'autorité militaire, le commandant du train des équipages de Gravanches a accepté d'effectuer ce ravitaillement.

Observatoire du Mont-Ventoux.

Les bâtiments de l'Observatoire sont la propriété de la Commission météorologique de Vaucluse; mais les deux observateurs relèvent directement du Bureau Central météorologique, qui contribue de plus à l'entretien des bâtiments par une subvention annuelle de 3000fr, réduite à 2000fr en 1914.

Pendant la saison d'hiver, l'Observatoire dispose en outre d'un gardien auxiliaire, rétribué par la Commission météorologique.

L'Observatoire est placé sous la direction de M. Gubiand, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, président de la Commission météorologique départementale et sous la surveillance immédiate de M. Christin, ingénieur ordinaire à Carpentras.

Pendant la belle saison, on a redressé l'angle sud-ouest du bâtiment, ébranlé probablement par un coup de foudre, et prolongé l'escalier qui descend à l'hôtellerie; on a fait, en outre, quelques menus travaux d'entretien de menuiserie et de serrurerie.

Les observations ont été faites régulièrement jusqu'à la fin de septembre, bien que l'observateur principal, M. P. Provane, ait dû demander, pour raisons de santé, un congé de trois mois, du 1er janvier au 31 mars 1914. Le second observateur, M. A. Provane, et le gardien auxiliaire d'hiver ont été mobilisés tous deux; d'autre part, M. P. Provane, qui ne peut plus passer l'hiver au sommet, a obtenu un nouveau congé, du 1er octobre au 31 décembre 1914, et sollicite une prolongation de ce congé pour les trois premiers mois de 1915. Personne n'est donc resté à l'Observatoire, qui se trouve ainsi fermé pour six mois.

Cette situation ne saurait être prolongée sans compromettre l'existence même de l'Observatoire. Il est malheureusement certain que M. P. Provane n'est pas en état de rester à l'Observatoire pendant la mauvaise saison; d'autre part, il n'a pas une durée de services suffisante pour qu'une retraite lui soit accordée, et ne veut pas donner sa démission tant qu'une compensation quelconque ne lui sera pas offerte. La seule issue possible paraît être le déplacement de M. P. Provane et son transfert dans un autre Observatoire où les conditions climatériques seront moins rigoureuses.

Observatoire de l'Aigoual.

Cet Observatoire a été construit et est entretenu exclusivement par l'Administration des Eaux et Forêts; il est placé sous la direction de M. Anterrieu-Vons, inspecteur des Eaux et Forêts à Nîmes-Ouest.

Les observations météorologiques, faites régulièrement trois fois par jour, sont transmises au Bureau Central météorologique, grâce au dévouement des préposés forestiers intermédiaires, par la ligne téléphonique Aigoual-Serreyrède-Meyrueis.

Une ligne téléphonique directe, rattachant l'Observatoire au réseau général par Lespérou et Valleraugue, était en voie de construction quand la mobilisation est venue suspendre les travaux. Cette ligne, munie de deux fils, ne servira au début qu'au téléphone; mais il sera facile ensuite de l'utiliser pour le télégraphe.

Le service de la poste a été fait régulièrement, sauf pendant l'hiver où l'Observatoire est resté quelquefois 12 ou 15 jours sans courrier.

De nombreuses améliorations allaient être réalisées quand la guerre a éclaté. Le personnel forestier a été appelé sous les Drapeaux et l'Observatoire a été fermé du 3 au 20 août. L'observateur télégraphiste, malade, a été alors renvoyé dans ses foyers; dès le 21 août, il a assuré seul tout le service des observations, de la poste et de la surveillance des forêts, avec un dévouement inlassable

auquel nous sommes heureux de rendre hommage. Cet observateur s'est cependant rétabli et va de nouveau rejoindre son corps. L'Observatoire sera donc fermé une seconde fois.

Résumé.

Comme on l'a vu dans ce qui précède, la mobilisation a fait de nombreux vides dans le personnel du Bureau Central et des Observatoires météorologiques. Il est permis d'espérer que ces vides ne seront que momentanés et que, dans quelque temps, après la victoire définitive, le personnel se retrouvera au complet pour reprendre le travail commun.

En attendant, grâce aux mesures prises et surtout au dévouement du personnel non mobilisé qui a multiplié ses efforts, aucune des parties réellement indispensables des services n'a été laissée en souffrance; on s'est borné à différer l'exécution des travaux qui pouvaient attendre sans de trop graves inconvénients. Les observations elles-mêmes ne présenteront de sérieuses lacunes que dans les Observatoires de Bagnères-de-Bigorre, du Mont-Ventoux et de l'Aigoual.

Il n'en sera malheureusement pas de même dans le réseau des stations secondaires. Une réorganisation générale sera nécessaire, partielle un peu partout en France, complète dans les départements envahis et aussi dans ceux qui, après 44 ans de douloureuse séparation, seront enfin et à tout jamais réunis à la Patrie. Tous les détails de cette réorganisation sont dès maintenant à l'étude et nous comptons que les Pouvoirs publics ne nous refuseront pas, quand le moment sera venu, les moyens de la mener rapidement à bon terme.

Dans ses Rapports précédents, le Directeur avait exposé une série de projets tendant à développer, dans ses diverses branches, le service météorologique et à le rendre, en France, au moins l'égal des services les plus complets qui existent à l'étranger. Les circonstances présentes ne permettent pas de rappeler aujourd'hui ces projets; ils sont différés, mais non oubliés et seront repris plus tard, quand le triomphe de la France et de ses Alliés aura ramené la paix et groupé de nouveau autour de nous tous ceux de nos collaborateurs qui nous ont quittés pour contribuer à la défense de la Patrie et auxquels nous adressons nos vœux les plus ardents.

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DU VAL-JOYEUX

PENDANT L'ANNÉE 1914,

PAR M. CH. DUFOUR.

QUATORZIÈME ANNÉE.

Les observations magnétiques ont été continuées au Val-Joyeux en 1914 dans les mêmes conditions et avec les mêmes instruments que les années précédentes. M. J. Itié est resté chargé de ces observations. Les appareils enregistreurs sont réglés sur l'heure légale.

La disposition des Tableaux donnés à la suite de la *Revue magnétique mensuelle* est identique à celle qui a été adoptée depuis 1911. Après les résumes annuels, on trouve les valeurs des éléments magnétiques pour les soixante jours calmes choisis, à raison de cinq par mois, par l'Institut météorologique de Hollande, au nom de la Commission internationale du Magnétisme terrestre.

Coordonnées géographiques de l'Observatoire du Val-Joyeux.

Longitude est de Greenwich	2° 0′ 52″
Latitude	48° 49′ 16″

Valeur du millimètre sur les ordonnées des courbes.

Déclinomètre	1′,465
Bifilaire	0,00032 H
Balance	0,00015 Z

Mesures absolues de la déclinaison en 1914.

Dates.		Heures.		Déclinaison.	Dates.		Heures.		Déclinaison.
		h m	h m	° ′			h m	h m	° ′
Janv.	2.....	13. 5 à	13.19	13.56,9	Juill.	9.....	13. 1 à	13.16	13.54,5
»	10.....	13. 5	13.22	13.55,1	»	17.....	7.29	7.45	13.45,7
»	21.....	9.50	10. 5	13.55,2	»	25.....	13.11	13.27	13.55,1
»	27.....	12.34	12.48	13.53,9	Août	1.....	7.32	7.48	13.47,3
Févr.	2.....	8.37	8.51	13.52,9	»	10.....	13. 4	13.18	12.53,2
»	9.....	12.57	13.12	13.55,8	»	17.....	7.41	7.56	13.45,3
»	16.....	8.40	8.55	13.52,6	»	25.....	16. 6	16.25	13.53,0
»	25.....	12.58	13.12	13.57,0	Sept.	1.....	7.32	7.50	13.44,7
Mars	2.....	7.34	7.50	13.52,2	»	9.....	12.57	13. 9	13.55,0
»	10.....	13. 2	13.17	13.57,9	»	17.....	8.41	8.56	13.45,2
»	17.....	7.38	7.53	13.50,9	»	25.....	16. 0	16.14	13.48,2
»	25.....	13. 4	13.18	13.58,3	Oct.	1.....	7.22	7.35	13.44,5
Avril	1.....	7.42	7.56	13.51,2	»	9.....	14.11	14.25	13.50,4
»	9.....	13. 4	13.19	13.57,0	»	17.....	8.38	8.54	13.46,0
»	17.....	7.37	7.52	13.50,3	»	24.....	13. 7	13.20	13.49,9
»	25.....	12.58	13.12	13.57,5	Nov.	2.....	7.28	7.45	13.48,1
Mai	1.....	7.35	7.53	13.48,0	»	9.....	13.25	13.40	13.49,6
»	9.....	13. 5	13.19	13.55,7	»	17.....	8.29	8.45	13.44,7
»	16.....	7.40	7.56	13.48,0	»	25.....	13. 3	13.19	13.47,8
»	25.....	16.24	16.39	13.51,8	Déc.	1.....	8.40	8.56	13.44,0
Juin	2.....	7.18	7.33	13.47,7	»	9.....	13. 7	13.23	13.48,2
»	9.....	13. 0	13.13	13.55,7	»	17.....	8.30	8.43	13.47,1
»	17.....	7.38	7.54	13.46,2	»	24.....	12.36	12.54	13.49,2
»	25.....	13. 2	13.17	13.58,6	»	30.....	13. 2	13.17	13.47,9
Juill.	1.....	7.21	7.40	13.46,6					

Mesures absolues de l'inclinaison en 1914.

Dates.		Heures.		Inclinaison.	Dates.		Heures.		Inclinaison.
		h m	h m	° ′			h m	h m	° ′
Janv.	5.....	13.14 à	13.52	64.37,7	Juill.	1.....	13. 8 à	13.51	64.37,6
»	10.....	9.58	10.41	64.38,1	»	9.....	10. 3	10.43	64.37,3
»	21.....	13.46	14.25	64.38,1	»	17.....	13.15	13.55	64.36,8
»	27.....	9.49	10.28	64.37,5	»	25.....	9.17	10. 0	64.37,9
Févr.	2.....	13.24	14. 6	64.37,2	Août	1.....	13.33	14.13	64.36,3
»	9.....	9.22	10. 3	64.37,3	»	10.....	9.11	9.50	64.37,6
»	16.....	13.41	14.25	64.36,7	»	17.....	15.31	16.11	64.36,7
»	25.....	9.14	9.56	65.38,8	»	25.....	9. 3	9.39	64.37,9
Mars	2.....	13.26	14. 5	64.37,3	Sept.	1.....	13. 6	13.45	64.35,9
»	10.....	9.25	10. 5	64.38,1	»	9.....	8.38	9.24	64.37,3
»	17.....	13.12	13.53	64.37,1	»	17.....	14. 4	14.43	64.37,3
»	25.....	9.18	10. 2	64.38,5	»	25.....	9.28	10. 7	64.38,3
»	30.....	14.35	15.28	64.37,9	Oct.	1.....	13. 6	13.48	64.36,4
Avril	1.....	13.28	14. 6	64.38,2	»	9.....	9.11	9.51	65.37,8
»	9.....	9.21	10. 5	64.38,4	»	17.....	13.31	14.16	64.36,8
»	17.....	13. 7	13.48	64.37,4	»	24.....	9. 5	9.46	64.37,1
»	25.....	10. 7	10.50	64.36,6	Nov.	2.....	13.21	14. 2	64.37,9
Mai	1.....	13.33	14.11	64.37,0	»	9.....	10. 0	10.37	64.37,2
»	9.....	9. 5	9.44	64.37,8	»	17.....	13.19	13.58	64.36,7
»	16.....	13. 8	13.47	64.38,0	»	25.....	9. 2	9.43	65.37,4
»	25.....	9.43	10.22	64.38,1	Déc.	1.....	13.15	13.55	64.37,4
Juin	2.....	14.15	14.51	65.37,9	»	9.....	9.14	9.54	64.36,6
»	9.....	10. 4	10.43	64.37,1	»	17.....	13. 7	13.49	64.36,5
»	17.....	13. 0	13.42	64.37,1	»	24.....	9.30	10.10	64.36,5
»	25.....	9.17	9.57	64.36,5	»	30.....	9. 0	9.41	64.37,1

Mesures absolues de la composante horizontale en 1914.

Dates.		Heures.		Composante horizontale.	Dates.		Heures.		Composante horizontale.
		h m	h m				h m	h m	
Janv.	2.....	13.54	à 14.50	0,19743	Juill.	9.....	13.46	à 14.37	0,19749
»	10.....	13.54	14.48	0,19736	»	17.....	9.17	10.12	0,19706
»	21.....	12.27	13.19	0,19729	»	27.....	9.35	10.27	0,19703
»	27.....	13. 7	13.57	0,19747	Août	1.....	9. 6	9.59	0,19721
Févr.	2.....	9.26	10.20	0,19736	»	10.....	15.13	16. 6	0,19742
»	9.....	13.33	14.24	0,19738	»	17.....	9.14	10. 7	0,19731
»	16.....	9.51	10.48	0,19740	»	25.....	13. 1	13.53	0,19727
»	25.....	13.34	14.25	0,19737	Sept.	1.....	9.21	10.13	0,19715
Mars	2.....	9.10	10. 1	0,19729	»	9.....	13.40	14.29	0,19720
»	10.....	14.20	15.12	0,19741	»	17.....	9.29	10.25	0,19698
»	17.....	9.35	10.26	0,19714	»	21.....	14. 8	15.46	0,19734
»	25.....	13.48	14.42	0,19735	»	22.....	13. 1	14.33	0,19748
Avril	1.....	9. 4	9.54	0,19724	»	25.....	14. 7	14.56	0,19713
»	9.....	14. 2	14.53	0,19715	Oct.	1.....	9.11	10. 4	0,19720
»	17.....	9.18	10.12	0,19717	»	9.....	15. 3	15.54	0,19732
»	25.....	13.51	14.43	0,19723	»	17.....	9.51	10.43	0,19706
Mai	1.....	9. 6	9.57	0,19725	»	24.....	13.55	14.50	0,19737
»	9.....	13.39	14.31	0,19736	Nov.	2.....	9. 7	9.59	0,19713
»	16.....	9.13	10. 3	0,19731	»	9.....	13.57	14.50	0,19713
»	25.....	13.16	14.10	0,19745	»	17.....	9.17	10.10	0,19708
Juin	2.....	9.16	10. 7	0,19727	»	25.....	13.41	14.35	0,19739
»	9.....	13.58	14.54	0,19734	Déc.	1.....	9.24	10.13	0,19709
»	15.....	14.30	16. 3	0,19736	»	10.....	13. 6	13.58	0,19701
»	17.....	9.13	10. 5	0,19716	»	17.....	9.13	10. 5	0,19719
»	20.....	13.26	14.47	0,19742	»	24.....	13.19	14.16	0,19717
Juill.	1.....	9.10	10. 4	0,19726	»	30.....	13.38	14.31	0,19721

Représentation des variations diurnes par les séries harmoniques.

Les coefficients des séries harmoniques, représentant pour chaque mois la variation diurne de la déclinaison et de la composante horizontale en 1914, sont donnés dans les Tableaux ci-après.

Si l'on désigne par t le temps compté en angles à partir de minuit à raison de 360° pour une journée, la variation périodique peut être représentée par l'une des deux séries

$$(1) \qquad d = a_1 \cos t + b_1 \sin t + a_2 \cos 2t + b_2 \sin 2t + a_3 \cos 3t + \ldots$$

ou

$$(2) \qquad d = c_1 \sin(t + \varphi_1) + c_2 \sin(2t + \varphi_2) + c_3 \sin(3t + \varphi_3) + \ldots.$$

Le développement a été conduit jusqu'aux termes en $4t$ inclusivement. Les amplitudes a, b, c sont exprimées en minutes et centièmes de minute pour la déclinaison, en unités du cinquième ordre (C.G.S.) et en centièmes de cette unité pour la composante horizontale; les phases φ sont exprimées en degrés et dixièmes de degré pour les deux premiers termes, et en degrés entiers seulement pour les deux derniers.

Val-Joyeux. — Déclinaison.

Coefficients de la série harmonique (1).

1914.	a_1.	b_1.	a_2.	b_2.	a_3.	b_3.	a_4.	b_4.
	′	′	′	′	′	′	′	′
Janvier.....	−0,92	−0,09	+0,27	+0,43	−0,25	−0,01	+0,13	+0,01
Février.....	−1,38	−0,42	+0,23	+0,58	−0,34	−0,11	+0,16	+0,23
Mars.....	−1,74	−0,96	+0,92	+1,32	−0,74	−0,67	+0,44	+0,34
Avril.....	−1,86	−1,71	+1,20	+1,91	−0,68	−0,78	+0,38	+0,28
Mai.....	−1,59	−2,16	+1,54	+1,35	−0,89	−0,36	+0,22	−0,08
Juin.....	−1,82	−2,57	+1,43	+1,47	−0,65	−0,30	+0,12	+0,02
Juillet.....	−1,75	−2,47	+1,51	+1,64	−0,64	−0,29	+0,03	+0,09
Août.....	−2,32	−1,55	+1,85	+1,47	−0,97	−0,43	+0,11	+0,05
Septembre..	−2,41	−1,22	+1,92	+0,90	−1,17	−0,28	−0,42	+0,08
Octobre....	−1,67	−0,70	+0,86	+1,10	−0,69	−0,48	+0,64	+0,17
Novembre..	−1,49	−0,20	+0,59	+0,92	−0,59	−0,27	+0,40	+0,26
Décembre..	−1,16	−0,22	+0,24	+0,85	−0,49	−0,18	+0,25	+0,16

Coefficients de la série harmonique (2).

1914.	c_1.	c_2.	c_3.	c_4.	φ_1.	φ_2.	φ_3.	φ_4.
	′	′	′	′	°	°	°	°
Janvier....	0,93	0,51	0,25	0,13	264,7	31,7	268	87
Février....	1,44	0,62	0,35	0,28	254,1	21,9	252	34
Mars.....	1,99	1,61	1,00	0,56	241,2	35,0	228	52
Avril.....	2,52	2,26	1,03	0,47	227,3	32,2	221	54
Mai.....	2,68	2,05	0,96	0,24	216,3	48,6	248	111
Juin.....	3,15	2,05	0,72	0,12	215,2	44,3	246	82
Juillet.....	3,03	2,23	0,70	0,09	215,3	42,5	245	20
Août.....	2,79	2,36	1,06	0,12	236,3	51,6	246	64
Septembre.	2,70	2,12	1,20	0,42	243,0	64,9	256	79
Octobre....	1,81	1,39	0,84	0,66	247,3	38,2	235	75
Novembre.	1,50	1,09	0,65	0,48	262,4	32,7	245	57
Décembre..	1,18	0,88	0,52	0,30	259,0	15,6	250	58

Val-Joyeux. — Composante horizontale.

Coefficients de la série harmonique (1).

1914.	a_1.	b_1.	a_2.	b_2.	a_3.	b_3.	a_4.	b_4.
Janvier....	− 2,21	+2,48	−0,60	−0,37	−0,20	−0,52	+0,08	+0,43
Février....	− 3,54	+3,52	+0,54	−1,31	−0,40	−0,37	−0,25	+0,87
Mars.....	+ 2,96	+0,08	−2,03	+0,94	+1,37	−3,15	−0,71	+1,80
Avril.....	+ 6,28	−0,69	−2,21	+1,65	+1,62	−2,26	+0,33	+0,87
Mai.....	+ 7,48	−4,39	−1,92	+1,38	−0,69	−1,56	+0,54	−0,14
Juin.....	+10,14	−6,64	−2,67	+3,15	−1,86	−1,71	+1,04	+0,72
Juillet.....	+11,12	−6,03	−3,02	+3,35	−1,34	−1,41	+0,63	+0,94
Août.....	+10,88	−6,90	−1,81	+4,13	−2,36	−2,33	+1,67	+0,72
Septembre.	+ 8,19	−3,18	−0,69	+3,21	−2,14	−2,43	+1,63	+1,23
Octobre....	+ 8,17	+1,71	−2,86	+1,08	+0,28	−3,45	+0,17	+1,01
Novembre..	+ 5,39	+2,73	−3,22	−0,58	+1,00	−1,88	+0,29	+0,51
Décembre..	+ 0,74	+1,86	−3,19	+0,48	+1,31	−1,72	−0,08	+0,43

Coefficients de la série harmonique (2).

1914.	c_1.	c_2.	c_3.	c_4.	φ_1.	φ_2.	φ_3.	φ_4.
					°	°	°	°
Janvier....	3,32	0,71	0,56	0,44	318,4	238,2	201	11
Février....	5,00	1,41	0,55	0,90	314,9	157,6	228	343
Mars.....	2,96	2,24	3,44	1,94	88,4	294,9	156	337
Avril.....	6,32	2,76	2,78	0,93	96,3	306,8	144	23
Mai.....	8,67	2,36	1,70	0,56	120,4	305,8	204	158
Juin.....	12,12	4,13	2,53	1,27	123,2	319,7	227	55
Juillet.....	12,65	4,51	1,94	1,13	118,5	317,9	224	34
Août.....	12,88	4,51	3,32	1,82	122,4	336,3	225	24
Septembre.	8,78	3,29	3,24	2,04	111,2	347,8	221	53
Octobre...	8,35	3,86	3,46	1,02	78,1	290,6	175	9
Novembre..	6,04	3,27	2,13	0,58	63,1	259,8	152	35
Décembre..	2,00	3,23	2,16	0,44	21,7	278,5	143	349

REVUE MAGNÉTIQUE DE L'ANNÉE 1914.

Janvier.

La situation magnétique est calme du 1er au 4. Une faible agitation se manifeste du 5 au 8 avec maximum relatif la nuit du 4 au 5, où elle est caractérisée par une double oscillation de la déclinaison et de la composante horizontale. Les variations sont régulières du 9 au 13. Les aimants sont légèrement agités la nuit du 14 au 15 et de 21^h le 15 à 3^h le 16. Le calme se rétablit le 17 et les variations redeviennent sensiblement régulières jusqu'au 20. Une agitation d'abord très légère se manifeste la nuit du 21 au 22 et donne brusquement naissance à une oscillation des trois éléments entre 2^h et 4^h; une accalmie ensuite, puis l'agitation reparaît vers 15^h et s'accuse un peu dans la soirée du 22. La situation magnétique est de nouveau calme du 23 au 31, abstraction faite de quelques traces d'agitation le 28 de 12^h à 18^h.

Février.

La situation magnétique est calme le 1er. Du 2 au 6, agitation généralement faible, un peu plus accusée l'après-midi du 3 et la nuit du 3 au 4; les variations sont à peu près régulières le 7; la situation est calme du 8 au 12. Quelques traces d'agitation se manifestent par intervalles du 13 au 16; une faible et courte perturbation est enregistrée du 17 au 18 entre 21^h et 6^h. Nouvelle période de calme du 19 au 21. Un petit décalage des trois courbes le 22 à $11^h\,36^m$ marque le début d'une agitation d'abord faible qui augmente un peu de $20^h\,30^m$ à $22^h\,30^m$ et disparaît le 23 vers 3^h. Les variations sont sensiblement régulières du 24 au 27. Un peu d'agitation le 28 entre 20^h et 24^h.

Mars.

Du 1er au 7, les aimants sont plus ou moins agités par intervalles, notamment de 16^h le 1er à 3^h le 2, du 2 à 17^h au 3 à 7^h et la nuit du 4 au 5. L'agitation soutenue le 6 prend le caractère d'une faible perturbation entre 21^h le 6 et 3^h le 7.

La période du 8 au 14, beaucoup plus calme, n'est marquée que par une faible agitation du 11 à 15^h au 12 à 6^h et un petit mouvement irrégulier de la déclinaison et de la composante horizontale le 12 entre 18^h et 19^h.

La situation est de nouveau troublée par intervalles du 15 au 18 : la courbe du bifilaire décèle une agitation modérée mais soutenue de 15^h le 15 à 3^h le 16; la déclinaison ne présente pendant ce temps qu'une oscillation unique entre 18^h et 21^h; elle diminue de 12′ de $18^h\,20^m$ à $18^h\,50^m$ et reprend sa valeur primitive vers 20^h.

Les variations sont régulières le 16; une courte perturbation est enregistrée du 17 à 20^h au 18 à 3^h; les variations sont ensuite régulières jusqu'au 23.

Une faible perturbation se déclare le 24 à 21^h et prend fin le 25 à 3^h; quelques troubles apparaissent par intervalles le 26 et le 27. La situation est calme du 28 au 31.

Avril.

Les aimants sont agités le 1er à partir de 12^h, assez vivement de 15^h à 21^h; quelques écarts sont enregistrés le 2 entre 15^h et 17^h et la nuit du 2 au 3 entre $23^h\,30^m$ et 2^h; les variations sont sensiblement régulières ensuite jusqu'au 5.

Une forte perturbation se déclare le 6 à $8^h\,5^m$; elle est particulièrement active après 15^h. Les amplitudes des variations atteignent 32′ pour D, 0,0016 pour H et 0,0010 pour Z (voir *Pl. I, fig.* 1). Cette perturbation prend fin le 7 à 4^h. Accalmie de quelques heures, puis vive agitation qui se manifeste sur les courbes des composantes dès 15^h; la déclinaison ne devient irrégulière que vers 22^h; l'agitation s'atténue dans la matinée du 8; elle n'est que faible et intermittente ensuite jusqu'au 10.

Les variations sont à peu près régulières du 11 au 15.

La période du 16 au 19 est marquée par une agitation modérée le 16 entre 1^h et 4^h et de 12^h à 24^h, faible le 17 de 18^h à 24^h, et du 18 au 19 entre 18^h et 6^h.

Du 20 au 30, la situation est généralement calme : l'agitation des barreaux n'est que très légère le 23 de 12^h à 24^h, le 24 de 12^h à 19^h et le 27 de 16^h à 24^h; les variations sont sensiblement régulières aux autres dates.

Mai.

Une légère agitation le 6 entre 11^h et 24^h et le 11 de 12^h à 20^h trouble momentanément la période de calme qui s'étend du 1er au 14.

Du 15 au 17, l'agitation est au contraire presque ininterrompue; elle est assez vive toute la journée du 15, faible le 16, un peu plus accusée dans la matinée du 17.

Une nouvelle période de calme s'étend du 18 au 24.

Les aimants sont quelque peu agités le 25 de 18^h à 24^h et le 26 de 12^h à 23^h; les variations sont ensuite régulières jusqu'au 30.

Le 31 après-midi, agitation assez vive qui se transformera en une courte perturbation la nuit suivante.

Juin.

La courte perturbation qui est enregistrée le 1er entre 0^h et 3^h affecte peu la composante horizontale, mais la déclinaison varie de 22′ (voir *Pl. I*, *fig.* 2); les aimants sont encore un peu agités le 2 et le 3.

Les variations sont à peu près régulières du 4 au 6, l'agitation n'est que faible et intermittente le 7 et le 8, et une période de calme presque complet s'étend du 9 au 18.

Quelques troubles se manifestent dans la soirée du 19 et la journée du 20, le calme se rétablit et persiste jusqu'au 24.

La période du 25 au 30 est marquée par une très forte agitation de la composante horizontale le 25 entre 12^h et 17^h, alors que la déclinaison présente une variation sensiblement régulière; l'agitation des aimants est vive et soutenue la nuit du 26 au 27 et celle du 27 au 28 où les oscillations de la déclinaison sont moins fréquentes mais de période et d'amplitude plus grandes, faible et intermittente ensuite.

Juillet.

La situation magnétique est calme du 1er au 4.

Le 5, une perturbation au cours de laquelle la déclinaison varie de 23′ et la composante horizontale de 0,0014 débute à $1^h\,35^m$ (voir *Pl. II*, *fig.* 1) et persiste jusqu'à 19^h; elle est suivie d'agitation faible mais soutenue le 6.

Les variations sont très sensiblement régulières du 7 au 19, sauf du 9 à 12^h au 10 à 7^h.

Le 20, apparaissent des troubles qui durent jusqu'à la fin du mois : l'agitation est faible ou modérée du 20 au 23, très vive le 24 et le 25, plus faible le 27 et le 28. Une forte perturbation se déclare le 29 vers midi et présente sa phase de plus grande activité entre 15^h et 21^h (voir *Pl. II*, *fig.* 2); elle est suivie d'une seconde perturbation plus faible le 30 (voir *Pl. III*, *fig.* 1); les courbes de variations, principalement celle de la composante horizontale sont encore très irrégulières le 31.

Août.

La période de troubles qui a commencé le 20 juillet ne prend fin que dans la matinée du 7 août : l'agitation des aimants est particulièrement vive le 3 et dans la matinée du 4; très faible le 5, elle est vive de nouveau dans la soirée du 6.

Les variations sont sensiblement régulières jusqu'au 10; la composante horizontale est assez agitée le 11 entre 15^h et 24^h; la situation est calme ou presque calme ensuite jusqu'au 16.

Un petit décalage des trois courbes le 17 à $19^h\,54^m$ marque le début d'une agitation généralement faible qui persiste jusque vers 21^h le 20, disparaît à peu près complètement le 21 et le 22, reprend vive le 23 entre 3^h et 18^h, n'est plus que faible et intermittente ensuite jusqu'au 26. La journée du 27 est calme.

Des troubles profonds se manifestent dans la nuit du 28 au 29 de 21^h à 5^h; l'agitation des aimants est de nouveau très vive dans la soirée du 30. Calme le 31.

Septembre.

La situation est généralement calme du 1er au 22. L'agitation qui se manifeste par intervalles pendant cette période est le plus souvent faible et se constate aux dates et heures suivantes : le 4 entre 12^h et 18^h et le 5 l'après-midi, elle n'affecte guère que H; le 6 entre 0^h et 3^h, où la déclinaison est aussi très légèrement troublée; du 8 au 9 entre 23^h et 6^h, et le 9 entre 9^h et 15^h; le 10, où elle est très faible; le 12 avec un petit écart des éléments entre 20^h et 21^h; le 16 entre 12^h et 18^h, enfin le 18 entre 1^h et 7^h, seul jour où elle soit un peu plus notable.

Du 22 à 22^h au 24 à 7^h, l'agitation est au contraire très vive; elle revêt le 23 entre 4^h et 15^h la forme de vibrations à courte période. Le calme se rétablit dans la journée du 24 et dure jusqu'au 26.

Une assez forte perturbation se déclare le 27 avec phase d'activité maximum entre $15^h\,48^m$ et 21^h (voir *Pl. III*, *fig.* 2); les aimants ne sont agités ensuite que du 28 à 22^h au 29 à 6^h et dans la soirée du 30.

Octobre.

Les variations des éléments magnétiques sont un peu irrégulières du 1er au 10 : les aimants sont agités le 1er de 0^h à 6^h et très légèrement de 12^h à 18^h; le 2 de 0^h à 4^h; le 3 de 0^h à 5^h et de 12^h à 18^h; le 4 entre 5^h et 7^h; le 5, faiblement de 20^h à 24^h; la nuit du 6 au 7 entre 21^h et 3^h et, le 7, très légèrement de 18^h à 24^h; du 8 au 9 entre 21^h et 4^h; un petit mouvement irrégulier

est enregistré le 9 entre 22^h et 24^h; quelques traces d'agitation se manifestent dans la soirée du 10.

La situation est calme du 11 au 15. Du 16 au 20, on ne trouve qu'un peu d'agitation ou quelques écarts dans la matinée du 16, la nuit du 16 au 17 entre 21^h et 3^h, le 17 entre 9^h et 15^h et de 21^h à 24^h, la situation est sensiblement calme du 18 au 20.

L'agitation est encore faible le 21 de 3^h à 7^h et de 15^h à 18^h, très légère le 22 de 10^h à 13^h et de 15^h à 18^h. Le calme règne du 23 au 26.

Tandis que la déclinaison est peu affectée, la composante horizontale est assez vivement agitée le 27. L'agitation se transforme dans les premières heures de la journée du 28 en une perturbation qui, le 28, présente deux phases de plus grande activité : la première de 2^h à 7^h, la seconde de 18^h à 21^h (voir *Pl. IV, fig.* 1). Cette perturbation ne prend fin que le 29 vers 6^h du matin; l'agitation des aimants est assez vive le 29; elle n'est plus que faible et intermittente le 30. La journée du 31 est calme.

Novembre.

Une courte perturbation est enregistrée le 1er entre 12^h et 15^h; les variations sont sensiblement régulières le 2; les aimants sont très agités le 3 et le 4, où la composante horizontale est surtout perturbée entre 15^h et 23^h. Une accalmie se produit la nuit du 4 au 5; l'agitation reprend, plus faible le 5, entre 12^h et 21^h.

La situation magnétique est calme du 6 au 10, sauf le 7 entre 21^h et 24^h.

Une faible agitation se manifeste déjà sur la courbe de la composante horizontale le 10 à partir de 17^h et se transforme en perturbation modérée le 11 entre 12^h et 21^h; les aimants sont de nouveau agités le 12 et la nuit suivante jusqu'à 5^h, le 14 principalement de 21^h à 24^h et par intervalles le 16 et le 17.

La situation est à peu près calme le 18 et le 19, calme du 20 au 25. L'agitation, très vive dans la soirée du 26, décroît rapidement; elle n'est que faible le 27 et ne reparaît momentanément, toujours faible, que dans la soirée du 29. Situation sensiblement calme le 30.

Décembre.

La situation est sensiblement calme du 1er au 6 : on ne trouve pendant cette période qu'un petit mouvement irrégulier le 3 entre 21^h et 24^h et quelques traces d'agitation le 5 entre 0^h et 4^h.

L'agitation des aimants est faible mais continuelle le 7 et la matinée du 8, intermittente la nuit du 8 au 9, assez vive le 9 entre 20^h et 22^h. Le calme règne du 10 au 15.

Les barreaux sont agités le 16 entre 18^h et 21^h, légèrement dans la matinée du 17; le calme se rétablit aussitôt et l'on ne rencontre du 18 au 26 que quelques faibles écarts le 19 entre 0^h et 5^h et de 18^h à 20^h, le 22 entre 18^h et 21^h et le 24 entre 12^h et 15^h et de 18^h à 21^h.

Une forte agitation se manifeste la nuit du 27 au 28 entre 20^h et 5^h; elle disparaît momentanément, mais reprend vers 14^h et se traduit par une oscillation de la déclinaison qui diminue de 19′ de $17^h\,20^m$ à $17^h\,50^m$ (voir *Pl. IV, fig.* 2) et reprend sa valeur primitive vers 22^h.

La situation est calme ensuite jusqu'à la fin du mois; un petit mouvement irrégulier des éléments est seul enregistré le 30 entre 21^h et 23^h.

Résumé.

Nous donnons ci-dessous les valeurs moyennes des éléments magnétiques en 1914, déduites de l'ensemble des valeurs horaires de l'année entière et la variation séculaire déduite de la comparaison des valeurs de 1914 avec les valeurs correspondantes de 1913. On trouvera ensuite les valeurs moyennes annuelles et la variation diurne des divers éléments depuis l'année 1901, origine de la série.

Année 1914	Valeurs moyennes annuelles.	Variation séculaire.
Déclinaison	13°49′,84	— 9′,36
Inclinaison	64°38′,4	— 0′,5
Composante horizontale	0,19733	— 0,00011
Composante verticale	0,41631	— 0,00042
Composante nord	0,19161	+ 0,00002
Composante ouest	0,04717	— 0,00055
Force totale	0,46071	— 0,00043

Valeurs moyennes annuelles des éléments magnétiques de 1901 *à* 1914.

Années.	D.	I.	H.	Z.	X.	— Y.	T.
	° ′	° ′					
1901	15.12,04	64.58,9	0,19680	0,42167	0,18991	0,05160	0,46534
1902	15. 8,58	64.56,6	0,19700	0,42139	0,19016	0,05146	0,46517
1903	15. 4,40	64.54,7	0,19711	0,42102	0,19033	0,05126	0,46488
1904	15. 0,03	64.52,4	0,19721	0,42048	0,19049	0,05104	0,46444
1905	14.55,73	64.50,7	0,19728	0,42008	0,19062	0,05082	0,46410
1906	14.51,28	64.47,9	0,19740	0,41945	0,19080	0,05061	0,46357
1907	14.45,92	64.46,5	0,19740	0,41900	0,19088	0,05031	0,46317
1908	14.39,63	64.44,0	0,19735	0,41831	0,19092	0,04995	0,46252
1909	14.32,87	64.43,9	0,19727	0,41792	0,19095	0,04955	0,46213
1910	14.25,73	64.43,0	0,19738	0,41789	0,19116	0,04918	0,46216
1911	14.17,59	64.41,6	0,19744	0,41758	0,19133	0,04874	0,46191
1912	14. 8,87	64.40,1	0,19747	0,41714	0,19148	0,04827	0,46152
1913	13.59,20	64.38,9	0,19744	0,41673	0,19159	0,04772	0,46114
1914	13.49,84	64.38,4	0,19733	0,41631	0,19161	0,04717	0,46071

Variation diurne des éléments magnétiques de 1901 *à* 1914.

Années.	D.	I.	H (1).	Z (1).	X (1).	—Y (1).	T (1).
	′	′					
1901	7,38	1,0	19	15	22	39	19
1902	7,41	1,0	18	15	20	38	18
1903	8,36	1,3	23	16	25	44	20
1904	9,00	1,3	22	18	25	46	21
1905	9,89	1,5	26	21	29	52	27
1906	9,64	1,4	24	21	27	51	26
1907	9,93	1,4	25	23	29	52	28
1908	9,55	1,8	30	21	32	50	27
1909	8,82	1,5	25	21	27	46	25
1910	8,50	1,6	27	19	30	45	24
1911	7,68	1,5	23	18	25	40	22
1912	7,36	1,2	19	15	20	39	19
1913	7,77	1,1	19	16	20	40	18
1914	7,76	1,2	21	17	22	41	20

Perturbations.

Les deux Tableaux suivants résument le nombre des valeurs s'écartant de la moyenne horaire correspondante au moins de 3′ pour la déclinaison et de 0,00020 pour la composante horizontale.

I. — Distribution mensuelle des perturbations en 1914.

	Déclinaison. Nombre de perturbations			*Composante horizontale.* Nombre de perturbations		
Mois.	vers l'Ouest.	vers l'Est.	Total.	en augmentation.	en diminution.	Total.
Janvier	1	5	6	1	1	2
Février	7	6	13	2	10	12
Mars	5	15	20	3	7	10
Avril	18	13	31	10	29	39
Mai	14	11	25	6	2	8
Juin	14	16	30	2	12	14
Juillet	14	18	32	12	25	37
Août	14	15	29	14	17	31
Septembre	17	21	38	7	36	43
Octobre	19	14	33	14	28	42
Novembre	14	13	27	12	21	33
Décembre	2	15	17	5	8	13
Totaux	139	162	301	88	196	284

(1) Unités du 5e chiffre C. G. S.

II. — DISTRIBUTION HORAIRE DES PERTURBATIONS EN 1914.

Heures.	*Déclinaison.* Nombre de perturbations vers l'Ouest.	vers l'Est.	Total.	*Composante horizontale.* Nombre de perturbations en augmentation.	en diminution.	Total.
1	3	13	16	4	4	8
2	5	11	16	2	5	7
3	5	7	12	3	3	6
4	2	6	8	4	4	8
5	6	4	10	4	4	8
6	8	3	11	3	6	9
7	9	2	11	2	5	7
8	7	0	7	3	8	11
9	9	0	9	3	11	4
10	7	1	8	4	9	13
11	7	2	9	9	8	17
12	5	3	8	5	8	13
13	14	3	17	3	9	12
14	13	3	16	5	13	18
15	13	2	15	4	11	15
16	13	3	16	3	14	17
17	6	5	11	4	17	21
18	3	6	9	2	12	14
19	1	8	9	2	12	14
20	0	8	8	3	8	11
21	0	16	16	2	9	11
22	0	23	23	6	6	12
23	0	17	17	3	6	9
24	3	16	19	5	4	9
Totaux	139	162	301	88	196	284

Taches solaires.

L'observation des taches solaires est continuée à l'Observatoire du Parc Saint-Maur. Le premier des Tableaux ci-dessous montre la marche des phénomènes dans le cours de l'année 1914, et le second leur mode de succession annuelle depuis 1888.

Résumé des observations des taches solaires, faites à l'Observatoire du Parc Saint-Maur en 1914.

Mois.	Nombre de jours avec taches.	sans taches.	sans observ.	Taches ou groupes de taches.
Janvier	0	14	17	0
Février	4	16	8	1
Mars	3	15	13	2
Avril	16	11	3	6
Mai	3	18	10	1
Juin	7	16	7	2
Juillet	7	15	9	1
Août	11	13	7	1
Septembre	15	10	5	4
Octobre	11	7	13	2
Novembre	13	4	13	5
Décembre	13	1	17	9
Totaux	103	140	192	34

Résumé des taches solaires observées de 1888 *à* 1914.

Années.	Nombre de jours avec taches.	Nombre de jours sans taches.	Nombre de jours sans observ.	Taches ou groupes de taches.
1888	88	136	142	26
1889	82	149	134	21
1890	114	172	79	32
1891	247	23	95	114
1892	258	0	108	202
1893	260	0	105	244
1894	207	0	158	203
1895	207	0	158	180
1896	165	10	191	121
1897	183	38	144	93
1898	183	50	132	79
1899	157	130	78	49
1900	117	140	108	36
1901	42	191	132	10
1902	49	189	127	12
1903	194	87	84	67
1904	262	5	99	119
1905	242	8	115	163
1906	242	17	106	160
1907	271	1	93	156
1908	268	11	87	148
1909	235	18	112	116
1910	86	32	247	47
1911	63	134	168	21
1912	43	158	165	10
1913	12	195	158	5
1914	103	140	192	34

Janvier 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	54,3	55,1	54,1	54,0	54,36	53,4	9,0	56,0	13,3	746	748	742	741	744	657	653	659	656	656	Calme.
2....	54,1	56,2	54,9	54,0	54,71	53,7	8,0	57,3	14,5	746	752	731	736	739	658	653	658	656	656	Presque calme.
3....	54,6	55,1	54,3	53,2	54,39	54,1	7,0	56,0	13,0	742	747	739	741	741	657	655	660	659	657	Calme.
4....	54,3	55,9	54,0	54,7	54,58	53,7	6,7	56,2	13,2	748	747	743	738	745	658	652	657	646	656	Presque calme.
5....	53,7	56,8	55,1	53,7	54,27	53,4	7,0	57,8	13,4	732	735	732	733	734	652	648	656	657	653	Peu agitée le matin.
6....	54,6	56,2	54,4	53,8	54,52	53,8	8,0	56,5	12,8	735	746	739	729	739	655	646	649	646	650	Presque calme
7....	54,3	57,2	53,8	54,3	54,51	54,0	8,0	57,6	13,6	742	739	739	730	735	646	646	648	649	647	Peu agitée le soir.
8....	53,4	57,1	54,4	54,0	54,27	53,4	6,0	57,1	12,0	742	742	736	738	737	649	645	654	653	651	Id.
9....	53,7	56,5	54,0	53,4	54,16	53,2	7,5	56,9	12,4	741	740	738	738	740	655	652	659	658	656	Calme.
10....	53,4	56,2	53,8	53,7	54,09	53,1	7,5	56,3	12,4	740	745	744	737	741	658	655	657	656	657	Id.
11....	54,1	56,6	54,7	53,7	54,32	53,5	6,7	56,6	12,0	741	741	735	735	740	651	645	637	625	643	Id.
12....	54,3	57,2	54,3	53,8	54,76	53,8	8,0	58,3	12,5	748	752	739	739	743	619	614	621	622	621	Presque calme.
13....	54,0	55,9	53,7	53,7	54,15	53,2	7,6	"	"	753	756	745	734	747	623	627	630	632	626	Id.
14....	54,4	55,3	54,4	53,1	54,08	54,1	7,2	55,6	12,5	741	744	741	738	743	634	634	638	641	636	Peu agitée le soir.
15....	53,7	55,7	54,3	52,5	54,07	53,7	7,9	56,0	12,4	753	753	736	728	743	643	641	650	653	645	Peu agitée m. et s.
16....	53,8	57,2	54,4	53,2	53,92	53,3	7,6	57,5	12,5	732	730	729	728	732	656	652	663	660	657	Peu agitée
17....	54,4	55,4	53,8	53,2	54,18	54,1	7,0	"	"	741	738	738	729	738	657	657	655	655	656	Presque calme.
18....	53,7	57,3	54,6	53,5	54,09	53,6	7,5	57,3	12,0	739	746	736	734	736	653	664	650	644	653	Calme.
19....	53,5	55,3	54,0	53,4	53,87	53,4	7,0	55,5	12,6	736	737	735	736	736	638	636	640	642	640	Id.
20....	53,2	56,5	53,5	51,0	53,80	53,1	7,3	56,8	12,3	737	731	741	730	737	641	639	641	644	640	Id.
21....	53,2	56,3	54,3	54,0	54,06	53,1	7,1	57,2	13,0	737	730	740	739	738	643	641	641	642	643	Peu agitée le soir.
22....	53,2	56,9	53,8	53,2	54,39	53,2	7,7	57,6	13,0	746	736	734	737	736	638	641	645	639	643	Agitée le m. et le s.
23....	53,4	55,3	53,2	53,8	53,90	52,7	8,1	56,3	13,2	737	729	731	733	732	644	646	648	646	645	Presque calme.
24....	53,5	54,4	53,2	53,8	53,80	53,2	8,0	54,7	13,0	739	734	733	738	737	647	649	649	650	648	Calme.
25....	53,7	54,3	53,8	54,0	54,00	53,2	7,2	54,5	13,4	743	741	736	736	739	650	653	656	654	652	Id.
26....	54,0	54,3	53,8	54,0	54,03	53,6	7,0	55,7	14,0	745	737	737	738	739	651	646	653	651	651	Id.
27....	54,3	54,1	53,8	53,5	54,05	53,8	7,6	54,8	13,4	745	748	738	738	742	649	642	651	648	649	Id.
28....	54,0	54,4	55,3	53,5	54,17	53,4	9,0	"	"	745	739	736	739	740	648	637	648	646	645	Peu agitée
29....	53,7	54,4	53,7	53,4	53,68	53,4	7,0	54,6	13,0	742	748	733	739	740	647	638	646	642	644	Calme.
30....	53,7	55,1	54,6	52,8	54,18	53,5	7,0	55,4	13,6	740	743	734	734	739	643	639	644	639	642	Id.
31....	53,4	56,6	53,8	53,0	53,98	53,2	7,7	57,1	12,9	742	737	733	733	737	638	634	642	639	639	Id.
Moy.	53,86	55,83	54,12	53,51	54,18	53,48	7,5	56,40	12,9	742	741	737	737	739	647	645	649	647	647	

Février 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	52,4	54,5	53,5	52,1	53,44	52,4	6,0	55,3	13,4	744	733	744	734	739	639	636	639	639	638	Calme.
2....	52,8	55,3	53,4	51,7	53,85	52,8	7,7	57,4	13,0	740	729	732	736	736	640	636	643	641	639	Presque calme.
3....	52,7	55,3	54,2	52,7	53,76	52,7	6,0	"	"	744	737	736	732	735	641	639	646	643	642	Peu agitée.
4....	54,5	55,7	52,5	53,1	53,56	52,6	7,2	56,5	13,4	747	748	727	739	739	642	637	648	643	643	Id.
5....	52,6	56,3	51,9	52,8	53,65	52,6	6,0	56,3	12,8	744	733	728	734	734	646	638	647	647	644	Id.
6....	53,5	57,9	50,5	51,7	54,92	"	"	58,9	13,0	739	722	700	732	729	646	641	661	657	649	Id.
7....	52,9	55,4	53,1	51,6	53,33	52,8	7,6	56,3	14,0	737	737	738	734	735	653	651	657	657	654	Presque calme.
8....	52,4	55,6	52,7	52,9	53,17	52,2	7,0	55,9	13,0	737	737	736	736	736	658	648	658	656	656	Id.
9....	53,4	54,8	52,7	52,9	53,43	52,5	9,8	55,8	13,4	743	736	738	740	740	654	647	653	651	652	Calme.
10....	53,4	54,3	53,3	52,6	53,08	51,3	9,6	55,0	13,4	747	740	740	737	742	653	642	657	661	653	Id.
11....	52,5	55,4	53,3	52,0	53,86	52,1	9,5	56,2	13,4	752	732	737	734	739	661	647	646	639	651	Id.
12....	53,0	53,9	53,3	53,7	52,97	52,7	6,9	55,2	13,2	741	717	741	734	742	638	631	639	633	636	Id.
13....	53,1	56,2	54,3	52,0	53,52	52,8	6,7	56,7	13,5	747	753	718	736	741	635	627	645	640	636	Presque calme.
14....	52,6	55,5	53,5	49,2	53,10	52,5	6,9	55,7	12,3	746	743	738	741	741	642	629	652	651	644	Id.
15....	52,6	56,2	54,2	51,8	53,04	52,6	6,0	56,2	12,0	745	751	732	739	738	656	650	666	665	658	Peu agitée.
16....	52,3	54,9	52,4	51,2	53,05	51,8	6,2	55,1	13,6	736	752	726	747	739	662	645	657	648	656	Peu agitée le soir.
17....	52,4	55,5	53,6	51,4	53,11	52,4	6,0	55,5	12,0	744	754	744	736	744	648	636	644	644	644	Agitée le soir.
18....	52,6	55,8	53,6	52,7	53,52	52,6	6,0	56,1	14,0	738	746	735	733	738	641	634	638	640	639	Agitée le matin.
19....	52,7	56,8	53,3	52,7	53,50	52,6	8,0	58,0	13,0	741	735	738	738	738	640	635	646	647	642	Presque calme.
20....	52,7	55,0	53,3	52,8	53,02	52,6	7,0	55,3	13,4	744	747	744	738	744	647	638	646	649	645	Id.
21....	52,8	55,0	53,3	52,7	53,11	52,0	9,4	55,2	13,0	746	744	740	740	742	647	641	647	648	647	Calme.
22....	52,6	55,9	54,9	47,3	52,92	52,6	6,0	57,1	13,0	741	760	737	720	741	647	637	645	650	646	Agitée le soir.
23....	52,7	56,8	53,4	52,4	53,19	52,5	8,1	56,9	13,0	735	745	737	737	737	645	636	644	645	643	Peu agitée le matin.
24....	52,8	54,5	52,7	52,6	53,02	51,9	9,6	55,3	13,4	747	746	735	735	742	645	636	647	647	644	Presque calme.
25....	52,4	57,1	53,2	51,7	53,32	51,9	8,1	57,2	13,0	737	736	739	742	737	648	635	652	652	647	Id.
26....	52,3	56,5	53,1	52,3	53,06	51,5	8,4	57,1	13,6	739	740	738	741	740	652	636	651	650	649	Calme
27....	52,7	55,5	53,4	52,0	53,12	51,6	8,7	56,4	13,5	740	735	739	738	739	652	641	652	648	650	Id.
28....	52,6	56,4	54,5	51,2	53,07	52,4	9,0	56,9	14,0	740	745	742	721	738	651	636	650	649	648	Peu agitée le soir.
Moy.	52,79	55,64	53,58	51,99	53,32	52,33	7,5	56,28	13,2	742	742	735	736	739	647	639	649	648	646	

Mars 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	50,9	55,7	53,5	50,7	52,90	50,6	7,0	56,6	13,0	731	720	735	726	730	647	638	648	639	645	Peu agitée le soir.
2....	52,1	55,4	49,7	48,8	51,65	51,6	6,5	55,7	13,0	729	723	729	721	728	637	623	644	642	636	Peu agitée mat. et s.
3....	51,0	54,7	52,6	51,8	52,36	51,6	8,8	56,2	13,3	755	729	726	729	731	631	636	644	643	640	Peu agitée le matin
4....	50,4	55,4	49,7	51,5	52,26	51,1	8,3	56,7	13,3	731	725	720	728	729	642	637	652	648	645	Peu agitée le soir.
5....	52,2	57,2	52,5	51,9	52,77	51,5	6,8	57,2	12,0	728	726	734	734	731	650	645	652	652	649	Peu agitée le matin.
6....	50,7	56,3	52,6	49,7	52,22	51,3	7,3	56,6	12,3	742	720	729	720	735	645	637	651	650	647	Très agitée le soir.
7....	54,1	56,3	49,9	48,8	52,97	52,2	9,6	56,3	12,0	735	729	729	736	729	643	639	649	645	645	Agitée le matin.
8....	51,5	55,3	52,5	52,4	52,53	51,2	8,0	56,6	12,7	734	724	732	732	730	641	630	639	637	638	Presque calme.
9....	52,1	57,0	52,8	50,7	52,80	50,3	9,5	58,4	13,0	736	728	733	748	734	634	629	636	637	635	Id
10....	51,9	56,9	53,1	52,4	52,66	49,8	8,7	58,5	13,1	733	729	735	735	733	635	622	633	632	633	Id.
11....	50,4	58,2	53,1	52,1	52,37	49,6	8,0	58,2	12,0	735	729	743	732	733	634	631	638	641	636	Peu agitée le soir.
12....	50,3	57,2	52,5	51,8	52,36	50,2	8,3	58,1	13,5	728	726	727	734	729	644	636	653	652	646	Peu agitée.
13....	52,1	57,2	52,9	52,4	52,85	49,3	8,5	58,3	12,8	728	721	728	737	729	650	646	657	654	654	Calme.
14....	51,9	57,6	52,9	51,6	52,92	49,3	9,0	58,4	13,8	743	729	731	738	734	652	644	655	648	652	Presque calme.
15....	52,1	58,9	54,5	47,5	52,57	48,7	8,7	59,6	13,4	736	732	700	743	730	647	632	659	647	647	Agitée.
16....	52,4	56,3	52,6	51,8	52,52	49,5	8,8	57,0	13,0	742	724	732	737	732	644	635	649	644	644	Peu agitée le matin.
17....	52,4	57,5	52,9	50,3	52,55	49,7	9,0	58,0	12,8	739	728	739	726	737	645	628	647	648	645	Très agitée le soir.
18....	51,8	56,0	53,1	51,8	52,60	49,9	8,6	56,7	12,9	730	727	734	739	729	643	634	648	645	643	Agitée le matin.
19....	51,8	56,2	52,9	51,8	52,71	49,9	7,5	56,9	12,5	744	740	735	735	739	642	641	654	655	649	Presque calme.
20....	51,6	57,0	52,4	52,2	52,35	49,0	8,6	57,3	12,8	739	725	737	738	736	655	645	663	659	657	Peu agitée le soir.
21....	51,8	56,2	52,5	52,6	52,47	48,3	8,5	57,5	13,5	743	727	737	738	738	658	647	659	660	657	Presque calme.
22....	52,1	57,2	51,9	51,6	52,46	48,3	9,0	57,3	12,3	744	729	741	744	739	660	649	657	659	658	Id.
23....	51,6	56,9	52,4	51,9	52,16	48,3	8,5	57,3	12,4	748	732	736	740	740	658	647	661	660	658	Id.
24....	51,5	56,3	51,6	43,9	52,05	49,0	8,6	58,2	13,6	741	733	742	752	738	661	648	661	659	660	Agitée le soir.
25....	50,9	57,0	52,2	54,1	51,79	48,5	8,6	58,8	13,1	733	719	738	750	731	661	648	660	655	658	Peu agitée le matin.
26....	51,2	56,0	50,2	51,3	52,14	48,8	8,1	57,2	13,4	736	720	733	745	734	656	645	656	648	653	Peu agitée le soir.
27....	51,3	55,6	52,4	52,2	52,11	48,2	8,5	57,2	13,0	736	725	737	737	736	648	635	651	647	647	Peu agitée.
28....	51,8	56,6	52,2	51,6	52,68	48,9	8,5	58,3	13,5	737	725	737	736	735	649	630	653	650	647	Calme.
29....	51,3	54,8	51,9	51,9	52,12	48,1	8,4	56,9	13,6	739	725	739	741	737	652	625	653	650	648	Id.
30....	52,1	56,2	53,4	51,3	52,82	48,3	8,7	59,1	14,2	745	727	740	740	738	651	634	658	658	651	Id.
31....	51,8	58,4	52,6	51,8	52,92	47,2	9,0	59,8	14,0	742	729	737	739	736	659	637	664	662	658	Id.
Moy.	51,65	56,56	52,32	51,17	52,47	49,62	8,4	57,58	13,0	737	727	733	736	734	648	638	652	649	648	

Avril 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	51,9	57,8	54,4	50,9	53,25	48,1	9,3	60,8	13,5	751	717	721	729	731	659	643	681	662	662	Agitée le soir.
2....	51,9	56,2	52,2	51,9	52,35	48,5	8,5	57,8	13,2	735	731	735	741	733	661	644	660	656	656	Peu agitée
3....	51,2	58,5	51,8	51,3	52,60	47,9	8,5	59,4	13,0	738	720	734	733	732	657	634	659	654	652	Presque calme.
4....	50,4	56,5	51,3	50,6	52,04	48,4	8,6	57,2	13,0	736	732	728	744	733	655	636	650	646	649	Id.
5....	50,4	56,7	52,8	51,2	52,39	47,8	8,3	58,7	13,1	742	729	741	750	737	645	628	642	642	642	Id.
6....	49,9	60,0	47,5	57,0	53,05	"	"	"	"	747	732	656	726	711	645	630	705	639	652	Perturbation.
7....	49,7	55,1	53,8	49,6	51,28	48,3	8,0	56,2	13,5	703	713	750	705	718	651	640	646	648	647	Perturbation le m.
8....	49,3	55,4	49,3	50,7	51,40	"	"	56,4	13,3	702	723	711	715	716	638	650	653	640	640	Agitée le matin.
9....	50,4	56,2	51,9	52,5	51,80	48,3	8,3	57,8	13,4	716	713	717	734	718	638	622	646	634	637	Peu agitée m. et s.
10....	50,3	57,2	51,9	53,1	51,59	46,9	8,1	59,2	13,0	726	707	729	735	724	636	619	642	634	634	Peu agitée
11....	50,3	57,8	52,4	49,6	52,13	46,5	8,5	61,1	13,0	727	701	727	740	732	638	618	643	637	635	Presque calme.
12....	49,9	56,3	51,9	50,6	51,49	46,8	8,4	58,9	13,2	734	713	729	726	726	637	616	643	639	635	Id.
13....	51,0	55,6	52,6	50,1	52,04	46,9	8,6	58,6	13,5	728	712	728	737	726	643	618	645	644	637	Id.
14....	51,2	54,3	51,0	51,0	51,12	47,1	8,5	57,3	14,0	735	717	727	731	730	647	625	656	654	644	Calme.
15....	50,7	53,6	52,6	51,1	51,77	48,8	9,0	55,6	14,1	732	716	734	741	730	654	631	649	636	646	Id
16....	49,9	54,8	50,7	51,0	51,71	48,6	8,0	57,3	13,0	728	708	711	744	726	630	617	650	626	632	Agitée.
17....	50,9	55,8	51,0	51,7	51,58	49,0	8,1	56,8	13,5	727	718	732	742	727	629	616	635	626	628	Peu agitée le soir.
18....	49,1	56,4	50,6	50,9	51,35	47,8	8,5	58,3	12,9	730	710	736	744	729	628	609	638	635	628	Presque calme.
19....	49,6	54,5	50,4	50,1	50,72	45,7	8,2	56,6	13,5	727	715	737	730	731	630	624	648	639	635	Peu agitée m. et s
20....	48,6	54,4	51,2	51,2	50,87	45,6	8,1	56,1	13,4	726	716	735	735	728	641	622	641	646	638	Presque calme.
21....	48,7	56,9	51,9	50,0	51,18	45,8	8,0	57,1	12,2	738	721	740	736	733	648	635	651	651	648	Id.
22....	48,7	55,7	51,2	53,2	51,08	46,9	8,1	57,7	13,0	729	728	740	747	732	656	636	655	651	652	Calme.
23....	48,8	56,2	52,1	50,2	51,48	46,7	8,0	59,4	14,1	736	731	737	733	732	654	629	658	651	650	Peu agitée le soir.
24....	48,6	54,3	51,5	51,3	51,37	46,7	8,1	"	"	731	713	745	738	734	651	624	651	644	643	Peu agitée.
25....	50,2	55,6	51,0	51,5	51,73	46,6	7,8	58,0	13,0	742	718	739	737	733	645	617	647	645	641	Calme.
26....	49,3	55,7	51,3	50,6	51,32	45,6	8,5	57,9	13,4	735	730	733	742	734	646	611	638	636	637	Id
27....	50,0	56,3	52,3	48,5	51,77	46,0	8,2	58,5	13,4	744	740	741	744	742	636	611	647	638	634	Peu agitée.
28....	50,0	53,9	51,9	49,7	51,33	47,6	8,1	56,6	14,0	735	722	733	740	734	643	624	651	648	641	Presque calme.
29....	50,0	55,3	50,6	51,3	51,42	47,7	8,1	56,5	13,0	734	714	735	738	731	654	632	657	657	650	Calme.
30....	51,3	54,3	51,2	51,3	51,75	48,3	8,4	55,9	14,0	742	716	734	737	733	655	636	657	654	652	Id.
Moy.	50,07	55,91	51,64	51,12	51,73	47,32	8,3	57,77	13,3	732	719	730	736	729	645	626	651	644	643	

Mai 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1. . .	49,7	55,6	51,1	48,9	51,37	47,7	8,8	56,9	13,5	736	727	737	741	734	658	631	656	650	650	Calme.
2....	48,3	54,3	51,2	51,2	50,66	46,8	7,7	54,6	13,0	744	721	741	742	737	641	626	646	646	641	Id.
3....	48,6	55,3	52,2	51,4	51,53	46,9	7,6	55,9	13,0	741	746	738	740	741	650	623	652	657	645	Id.
4....	48,8	54,5	52,0	51,5	51,47	47,5	7,6	55,2	14,0	738	734	742	749	740	660	641	661	659	655	Id.
5....	47,9	58,0	51,1	50,9	51,55	46,4	7,8	58,6	12,7	740	741	746	745	742	660	630	658	658	653	Presque calme
6....	48,4	57,3	50,4	50,9	51,22	46,1	7,7	57,6	13,0	743	743	755	752	740	660	638	663	656	654	Peu agitée.
7....	46,7	56,3	50,8	49,7	50,96	46,3	6,2	56,6	12,2	736	738	732	738	736	654	640	665	655	655	Presque calme.
8....	48,0	57,3	50,5	50,3	50,95	47,0	7,5	57,3	12,0	733	736	728	734	735	656	634	654	648	650	Id
9....	47,7	56,2	50,3	51,2	50,86	46,6	7,6	56,2	12,0	732	726	740	741	731	646	634	648	651	644	Calme.
10....	48,8	58,0	50,7	50,2	51,12	46,2	8,2	58,0	12,0	732	744	748	752	737	654	614	642	643	640	Id.
11....	47,6	58,0	51,1	51,0	51,14	44,7	8,1	59,7	13,5	736	725	743	747	739	653	628	665	662	650	Peu agitée.
12....	47,2	55,7	50,8	49,8	50,86	45,7	7,6	57,6	13,3	738	720	749	741	737	664	636	662	657	656	Calme.
13....	48,0	53,5	51,8	50,1	51,12	46,9	8,5	58,5	14,0	742	712	751	747	739	654	624	654	648	646	Id.
14....	47,5	52,5	50,9	50,3	50,22	45,9	7,6	52,8	13,5	741	735	749	755	743	652	620	649	645	644	Id.
15....	48,8	57,0	52,5	46,2	51,81	47,8	7,5	57,7	13,1	742	737	740	763	743	651	636	669	657	653	Agitée.
16....	50,0	55,7	50,9	49,9	50,50	47,0	8,0	56,3	12,8	735	731	751	747	739	659	642	670	663	659	Peu agitée.
17....	49,7	55,4	50,5	49,1	51,30	″	″	″	″	753	747	746	751	741	660	648	668	661	661	Agitée le matin.
18....	47,1	53,0	50,6	50,5	49,89	46,7	7,7	53,3	13,0	733	749	748	733	730	661	645	656	657	657	Calme.
19....	45,6	55,1	51,5	49,9	50,10	45,3	8,0	55,6	13,0	735	727	742	735	730	659	631	643	644	648	Id.
20....	47,1	54,0	51,0	50,7	50,38	46,0	7,8	54,3	12,4	731	729	746	740	737	651	627	649	648	644	Id.
21....	46,8	55,1	50,9	49,9	50,13	45,3	7,3	55,5	12,4	739	735	749	743	740	653	633	650	646	646	Id.
22....	47,3	56,2	50,9	50,5	50,85	45,6	7,6	57,7	13,5	740	730	742	744	739	654	628	653	648	646	Id
23....	49,1	54,8	51,3	50,4	51,36	47,3	8,0	58,9	14,0	738	734	741	741	739	651	626	648	649	645	Id.
24....	48,9	52,3	51,4	50,5	50,45	45,8	8,0	55,2	15,0	739	728	743	743	739	653	625	649	648	646	Id.
25....	47,0	55,1	51,3	47,6	50,66	45,3	8,1	56,9	13,5	739	736	743	738	742	657	629	646	645	645	Peu agitée le soir.
26....	48,1	58,2	52,3	51,0	51,63	46,9	7,0	″	″	737	729	746	748	738	646	617	654	642	639	Agitée.
27....	48,1	55,8	50,0	50,4	50,89	47,2	7,4	56,6	13,0	735	726	746	740	736	649	625	657	648	644	Calme.
28....	45,7	54,9	51,1	48,5	50,22	43,4	7,3	55,7	13,0	734	711	747	752	736	663	625	652	648	647	Presque calme.
29....	48,0	52,9	51,9	50,6	50,79	46,3	8,0	55,8	13,8	735	735	749	748	740	651	630	651	649	645	Calme.
30....	47,5	51,3	52,2	50,4	50,15	44,9	8,3	52,5	14,0	743	732	747	752	742	658	628	656	657	650	Id.
31....	47,8	53,7	52,6	48,7	51,15	44,4	7,6	″	″	750	735	742	763	752	662	643	680	664	660	Agitée le soir.
Moy.	47,93	55,26	51,22	50,07	50,88	46,20	7,7	56,34	13,1	738	731	743	745	739	655	630	656	652	649	

Juin 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	46,1	52,6	50,8	48,9	50,18	″	″	54,1	13,4	712	717	746	754	726	671	652	672	659	661	Perturbation le m.
2....	47,1	56,0	52,1	48,7	50,37	46,9	6,5	56,5	13,3	729	737	731	738	733	658	630	655	649	649	Peu agitée.
3....	50,5	53,3	51,4	50,1	51,12	″	″	53,6	14,0	723	745	750	732	736	648	632	658	650	646	Id.
4....	46,7	53,3	51,2	49,3	50,27	45,8	8,2	54,1	13,4	725	725	747	738	733	648	622	647	647	642	Presque calme.
5....	47,4	52,6	52,1	50,5	50,43	45,7	7,0	55,7	14,5	727	729	747	747	736	646	624	649	647	643	Id.
6....	47,0	55,5	51,7	51,4	50,73	46,4	7,2	57,0	13,5	735	728	745	747	738	646	621	647	645	641	Id.
7....	47,7	53,3	52,0	50,4	50,52	44,8	8,5	57,1	14,0	736	716	760	755	742	646	624	649	648	641	Agitée.
8....	46,8	53,0	52,6	50,6	50,72	46,3	8,1	53,3	13,2	749	723	756	738	741	645	627	656	647	644	Peu agitée.
9....	48,3	55,6	49,8	50,8	51,06	47,4	7,4	56,2	13,0	736	735	742	747	738	650	630	654	647	647	Calme.
10....	47,4	54,2	51,1	50,5	50,48	45,1	8,0	55,8	14,4	742	726	747	749	740	651	631	651	646	645	Id.
11....	47,7	54,3	50,6	50,5	50,30	45,8	8,1	57,1	13,5	742	728	744	745	741	651	632	645	645	645	Presque calme.
12....	46,8	52,8	52,6	49,8	50,48	45,4	8,0	55,5	14,0	737	735	744	751	741	652	621	651	647	644	Calme.
13....	47,4	54,2	51,1	50,4	50,78	46,8	7,4	56,7	14,0	741	741	743	745	742	655	628	647	647	646	Id.
14....	48,0	54,5	51,1	50,5	50,99	46,9	8,1	55,9	14,6	743	732	746	750	743	651	637	647	645	646	Id.
15....	46,8	55,5	52,4	50,4	51,13	46,0	7,6	56,7	13,8	750	721	747	745	741	645	626	648	646	643	Peu agitée le matin.
16....	46,1	52,5	51,2	50,1	49,85	45,8	8,0	52,7	12,5	740	727	747	743	738	646	625	644	645	642	Calme.
17....	46,0	55,0	50,9	50,4	50,59	45,5	7,0	56,2	13,4	741	733	750	750	742	647	629	654	645	645	Id.
18....	46,4	57,7	51,2	49,9	50,74	46,1	7,5	58,0	12,4	744	736	752	747	744	650	630	655	653	644	Presque calme.
19....	45,2	54,5	50,9	48,9	50,13	44,2	7,2	56,7	14,3	748	738	762	746	745	653	634	659	648	648	Agitée le soir.
20....	45,7	55,8	53,3	49,8	50,81	45,4	5,7	57,0	12,9	741	736	753	743	740	655	624	644	645	645	Peu agitée.
21....	45,7	53,7	50,5	49,5	49,65	44,4	6,8	53,9	13,0	730	724	748	736	736	649	622	641	640	640	Presque calme.
22....	46,7	55,5	50,5	49,6	50,36	45,7	7,3	57,2	13,5	731	729	748	737	734	647	633	650	643	644	Calme.
23....	46,3	57,0	50,9	49,3	50,62	44,3	7,6	57,5	13,0	733	717	738	736	731	648	619	642	644	640	Id.
24....	46,4	56,2	50,6	49,3	50,77	44,6	7,6	58,7	14,0	740	724	748	747	739	649	635	652	645	645	Id.
25....	46,0	57,1	52,1	50,5	51,56	44,2	6,8	″	″	749	731	719	743	735	649	630	671	648	650	Agitée.
26....	44,1	54,0	51,1	38,9	49,63	″	″	54,9	14,0	741	723	744	742	738	649	627	651	647	644	Très agitée le soir.
27....	43,5	54,3	51,5	49,9	48,60	″	″	56,9	14,0	728	733	745	735	735	643	633	654	648	643	Agitée le m. et le s.
28....	46,3	53,6	52,8	47,9	50,22	45,5	8,2	″	″	728	722	747	737	738	642	633	652	646	642	Très agitée le m.
29....	46,5	53,4	50,4	48,3	49,27	45,9	7,8	54,3	13,0	731	709	740	735	729	649	623	646	646	644	Peu agitée.
30....	49,9	53,0	51,2	49,5	50,31	″	″	55,1	13,8	725	716	743	737	730	651	631	645	645	643	Id.
Moy.	46,75	54,17	51,39	49,49	50,42	45,64	7,5	55,94	13,6	736	728	746	743	738	650	629	651	647	645	

Juillet 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	47,4	52,6	50,8	49,9	50,10	46,2	8,5	54,7	14,6	737	727	751	746	737	649	629	650	648	644	Calme.
2....	46,1	53,3	50,8	49,3	49,94	45,6	8,1	54,2	13,0	735	728	743	744	736	651	620	647	645	642	Id.
3....	46,4	53,6	49,3	49,6	49,84	45,5	7,7	54,7	12,9	738	739	753	752	745	646	631	641	646	642	Id.
4....	45,5	52,7	51,2	49,5	49,58	44,9	8,3	54,3	14,0	741	734	758	751	748	649	632	647	645	643	Id.
5....	37,0	55,2	47,7	50,6	49,33	"	"	"	"	738	723	746	740	741	635	627	671	650	646	Perturbation.
6....	45,2	54,3	52,0	49,5	50,24	"	"	"	"	733	740	747	744	737	648	640	656	650	649	Peu agitée.
7....	44,6	54,2	49,9	49,8	49,87	44,1	7,6	55,8	13,0	733	728	741	747	737	651	625	652	645	646	Presque calme.
8....	45,1	53,7	49,8	49,5	49,70	44,6	6,8	55,1	13,9	740	729	747	750	741	649	621	646	643	639	Calme.
9....	45,4	53,1	50,5	44,8	49,35	44,2	8,1	55,4	13,1	739	743	756	745	745	653	621	652	650	645	Peu agitée le soir.
10....	44,2	55,8	51,8	47,7	49,69	"	"	"	"	732	728	758	754	743	647	634	652	649	645	Id.
11....	45,8	51,8	49,9	49,3	49,05	43,6	8,1	54,5	14,5	739	719	750	744	739	659	633	650	643	647	Presque calme.
12....	47,1	53,7	50,9	48,9	50,16	46,3	8,0	54,7	14,1	736	721	745	747	739	649	631	648	641	643	Id.
13....	46,7	52,1	49,8	49,9	49,57	45,9	8,5	53,6	14,0	742	728	751	743	740	648	615	645	644	639	Calme.
14....	46,1	53,4	51,1	49,5	49,87	45,4	7,5	54,0	12,3	745	734	751	753	743	651	626	646	643	643	Id.
15....	44,8	50,9	49,9	49,8	49,10	44,7	7,0	53,1	14,0	735	728	752	753	742	649	622	644	646	641	Id.
16....	45,4	54,6	51,7	49,5	50,01	43,7	7,6	54,6	12,0	734	730	758	757	743	649	628	648	645	643	Presque calme.
17....	46,1	53,6	50,6	49,6	49,79	45,5	8,0	54,9	13,1	745	741	751	756	747	645	631	650	646	642	Calme.
18....	44,9	52,1	49,8	48,5	48,78	43,2	8,0	52,8	13,0	748	736	754	753	748	649	624	649	645	642	Presque calme.
19....	47,0	53,5	49,5	49,9	49,86	46,4	7,5	54,0	13,0	749	734	750	748	743	647	629	641	643	641	Calme.
20....	47,0	53,0	50,1	48,5	49,80	45,4	7,0	53,9	13,5	749	745	746	757	745	646	630	646	643	642	Presque calme.
21....	46,4	52,0	49,9	47,6	49,29	45,2	8,0	55,0	14,4	750	753	756	755	749	650	605	647	643	642	Peu agitée le soir.
22....	45,2	54,3	48,9	48,3	48,96	43,4	8,1	56,4	13,2	741	726	740	742	739	650	625	647	642	643	Peu agitée m. et s.
23....	46,4	54,2	50,5	48,9	49,75	45,7	7,3	55,7	14,2	734	739	763	744	745	646	619	652	647	641	Peu agitée.
24....	45,5	55,5	50,7	46,9	49,67	45,0	6,6	"	"	733	730	762	755	744	655	636	655	646	646	Agitée le soir.
25....	52,7	51,4	50,2	47,4	49,49	"	"	55,5	13,4	728	720	760	742	742	654	634	659	652	647	Agitée.
26....	44,2	54,5	50,1	47,9	49,78	42,5	7,0	56,3	14,2	739	721	745	746	739	646	621	649	643	643	Agitée le matin.
27....	45,7	51,8	49,5	48,6	49,25	44,2	7,5	55,7	13,4	741	734	744	751	741	642	633	653	644	643	Peu agitée.
28....	48,6	53,7	49,8	47,6	49,76	45,6	8,8	57,0	14,3	741	711	753	744	739	638	629	656	644	644	Agitée le soir.
29....	45,7	57,6	46,4	48,5	50,36	"	"	"	"	741	732	695	733	728	646	633	745	666	666	Forte perturbation.
30....	47,3	54,8	50,7	51,7	49,30	44,2	8,0	"	"	729	734	747	756	739	665	646	669	645	661	Perturbation.
31....	47,2	51,8	49,9	48,8	49,12	"	"	"	"	717	705	732	738	725	661	638	671	653	655	Très agitée.
Moy.	45,89	53,51	50,12	48,88	49,62	44,84	7,7	54,83	13,5	738	730	749	748	741	649	629	654	646	645	

Août 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	48,5	54,3	48,9	48,8	49,60	46,4	8,1	55,3	14,0	728	715	741	736	735	645	619	642	630	636	Agitée le soir.
2....	49,7	54,3	47,4	48,5	49,30	45,2	6,5	55,2	12,2	740	724	733	742	736	634	618	642	624	630	Agitée.
3....	49,2	54,0	48,9	48,9	48,99	44,8	6,7	57,1	14,0	741	738	727	734	730	621	605	630	619	621	Très agitée.
4....	45,5	54,1	48,8	48,5	49,51	45,3	7,1	55,1	12,5	728	725	744	740	731	617	602	622	617	616	Agitée le matin.
5....	46,3	52,4	49,6	48,5	49,18	44,8	7,0	54,6	13,4	733	727	735	739	734	619	599	623	620	616	Peu agitée le soir.
6....	50,4	54,3	47,3	43,3	49,33	46,9	9,5	56,4	14,0	732	717	730	738	733	613	604	643	600	619	Très agitée.
7....	45,7	54,5	49,5	48,3	48,92	44,8	7,7	56,1	13,1	723	712	737	748	731	619	604	639	628	619	Peu agitée.
8....	45,8	53,5	49,5	47,9	49,12	45,3	7,8	55,4	13,3	737	725	746	745	737	631	617	637	635	630	Presque calme.
9....	45,7	54,6	49,4	48,9	49,19	45,0	7,7	56,1	13,6	737	730	755	748	738	632	614	648	642	640	Id.
10....	45,8	52,9	48,9	48,6	48,84	44,8	7,7	53,2	14,0	735	736	745	745	738	630	614	648	643	641	Id.
11....	46,0	54,0	48,6	45,7	49,37	45,0	7,0	56,6	13,5	741	730	739	733	737	647	613	638	636	635	Peu agitée.
12....	45,8	53,7	49,1	47,6	48,97	44,2	8,0	55,9	13,5	738	734	745	749	737	639	619	631	627	630	Presque calme.
13....	45,5	54,6	49,6	47,7	49,36	45,0	7,4	55,8	14,5	748	741	745	750	742	631	596	620	615	618	Id.
14....	45,8	52,3	48,9	48,3	48,62	44,4	8,0	53,6	13,0	741	726	741	745	738	632	599	611	606	610	Id.
15....	47,7	53,5	48,3	48,6	48,95	43,6	7,8	53,9	12,4	725	730	739	737	733	610	584	610	605	603	Calme
16....	46,8	53,4	49,1	46,9	49,22	46,3	8,0	54,5	13,5	734	740	747	745	738	611	589	608	610	604	Id.
17....	46,0	54,1	47,1	48,7	48,72	45,8	7,7	54,4	13,0	739	738	746	755	742	611	599	625	620	613	Peu agitée le soir.
18....	45,6	53,8	48,2	47,9	49,10	44,1	8,1	56,1	13,3	738	734	733	749	740	608	613	636	629	626	Peu agitée.
19....	44,9	53,6	46,3	44,6	48,46	43,5	7,7	56,1	12,7	737	738	748	731	737	635	617	637	630	628	Agitée le soir.
20....	44,1	53,6	49,0	49,0	48,44	42,8	7,4	57,2	13,1	729	735	739	743	729	635	618	639	634	632	Agitée.
21....	47,8	52,5	48,1	48,7	48,95	45,4	8,0	54,3	13,2	730	735	739	742	732	639	630	638	635	636	Presque calme.
22....	46,0	54,2	47,2	47,8	48,88	44,9	7,9	54,8	13,0	730	724	742	736	733	639	624	642	636	635	Id.
23....	47,1	56,6	48,2	49,3	49,93	44,9	6,5	"	"	760	739	744	745	743	632	617	637	633	632	Agitée.
24....	45,3	54,2	49,0	44,0	48,49	43,5	7,5	55,7	12,6	725	729	742	739	734	640	620	636	626	630	Peu agitée le soir.
25....	46,3	56,1	49,5	46,2	49,50	44,9	7,6	58,8	13,6	736	717	737	752	734	626	596	623	612	618	Id.
26....	45,9	55,8	48,4	47,5	48,95	44,5	8,1	56,0	13,5	734	716	745	743	732	624	605	626	614	617	Id.
27....	46,5	55,5	49,0	47,6	49,31	45,3	7,6	56,3	12,6	734	722	742	738	733	619	602	619	620	615	Presque calme.
28....	46,6	55,8	49,0	43,5	48,80	45,6	7,0	55,8	12,0	735	721	738	758	738	624	606	618	609	616	Agitée le soir.
29....	47,8	58,3	48,8	47,8	49,20	"	"	58,3	12,0	724	693	731	741	726	611	597	626	614	612	Très agitée.
30....	46,3	55,5	46,8	50,4	49,33	45,6	6,7	56,6	12,6	728	725	749	744	731	620	607	631	616	617	Très agitée le soir.
31....	46,4	55,5	48,0	48,2	49,22	46,3	7,0	55,6	12,5	720	732	733	732	729	626	604	628	625	621	Presque calme.
Moy.	46,28	54,37	48,53	47,62	49,09	44,96	7,6	55,69	13,1	734	727	741	743	735	628	608	630	624	623	

Septembre 1914. **VAL-JOYEUX.** ***Observations magnètiques.***

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure	COMPOSANTE HORIZONTALE (0.19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0.41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	45,3	53,7	48,1	47,8	48,83	44,6	6,9	53,9	12,6	727	741	736	737	734	626	611	630	630	624	Presque calme.
2....	45,3	53,5	47,8	46,9	48,51	44,6	7,4	54,4	12,7	729	741	741	747	737	634	608	631	628	627	Calme.
3....	45,3	55,9	47,5	46,9	48,36	43,7	7,6	56,8	12,7	732	735	738	749	736	634	607	625	626	626	Presque calme.
4....	45,6	57,3	48,0	47,8	49,37	44,5	7,4	58,7	13,0	726	739	741	745	732	631	596	624	623	625	Peu agitée.
5....	44,4	55,4	48,0	47,8	48,85	43,7	7,7	57,5	13,0	730	729	742	737	730	629	608	629	627	624	Id.
6....	44,5	53,4	47,9	46,8	48,10	43,9	6,8	55,9	13,0	731	732	741	732	733	632	607	628	621	625	Peu agitée le matin.
7....	44,3	53,7	47,9	47,6	48,18	43,7	6,8	55,9	13,0	727	729	739	737	731	627	601	619	618	619	Calme.
8....	45,2	53,6	47,7	44,3	48,18	44,4	7,1	55,7	12,7	733	724	738	755	735	623	604	620	610	616	Peu agitée le soir.
9....	45,1	53,7	47,7	47,3	48,06	″	″	″	″	741	734	731	734	729	616	600	618	616	610	Peu agitée.
10....	45,2	53,2	48,5	47,6	48,32	43,6	7,7	57,5	13,4	729	722	736	738	727	617	589	615	611	609	Id.
11....	46,9	53,3	46,2	47,8	48,02	44,7	7,4	53,7	12,3	733	733	723	736	732	611	598	613	611	607	Calme.
12....	44,7	54,2	47,7	46,7	47,85	43,5	7,0	54,9	13,1	735	720	726	738	730	615	600	625	617	614	Peu agitée le soir.
13....	45,0	52,9	47,9	47,0	47,66	43,5	7,7	53,3	12,5	737	730	742	744	736	621	599	619	622	615	Presque calme.
14....	46,0	52,7	48,4	46,6	48,15	44,4	7,7	53,5	13,0	732	723	740	738	733	624	607	625	628	621	Id.
15....	45,6	52,3	48,2	47,2	47,86	44,0	7,6	53,0	12,5	737	711	740	753	735	632	615	626	623	626	Calme.
16....	45,7	52,7	45,3	47,6	47,34	″	″	″	″	741	736	724	730	732	622	600	623	617	617	Peu agitée.
17....	46,9	53,3	47,5	47,5	47,74	44,4	7,4	53,3	12,0	733	714	731	736	728	617	609	618	617	616	Presque calme.
18....	46,0	54,6	47,8	46,9	48,09	″	″	″	″	715	723	729	729	731	616	601	618	619	615	Agitée le matin.
19....	46,4	54,2	47,9	47,3	48,40	45,6	7,0	54,6	12,5	733	722	735	737	731	616	601	620	615	614	Calme.
20....	45,9	54,2	47,5	47,5	48,08	43,8	8,0	55,6	13,1	728	720	730	737	727	616	591	612	611	609	Presque calme.
21....	45,7	53,6	48,2	46,9	47,87	43,1	8,2	54,1	12,6	729	718	733	735	729	616	592	609	608	607	Calme.
22....	45,4	55,4	48,6	44,1	48,40	44,7	7,9	56,0	12,9	726	735	739	759	735	620	599	617	612	615	Id.
23....	42,5	55,2	42,8	44,5	46,20	″	″	″	″	740	713	716	742	727	615	599	633	607	615	Très agitée.
24....	48,1	53,6	48,2	46,2	47,95	44,9	7,6	54,4	12,3	729	714	739	733	726	612	608	618	615	612	Agitée le matin.
25....	46,4	51,7	47,9	46,7	47,55	44,3	8,1	53,3	13,0	731	713	732	732	727	617	604	616	616	614	Presque calme.
26....	46,4	51,6	48,5	47,2	47,81	44,2	8,5	52,2	12,5	734	717	742	736	732	612	603	611	615	613	Calme.
27....	46,2	51,9	45,1	33,7	45,41	″	″	″	″	744	718	673	670	710	619	610	667	642	629	Perturbation.
28....	43,4	52,5	49,2	47,0	46,55	″	″	52,7	12,4	692	712	736	722	711	638	622	617	630	629	Agitée le soir.
29....	45,7	53,6	47,6	47,2	48,53	″	″	″	″	739	700	704	727	743	618	616	634	653	624	Agitée le matin.
30....	46,0	50,4	46,2	49,6	46,91	45,2	7,7	50,8	13,0	729	732	729	724	731	620	606	617	611	615	Agitée le soir.
Moy.	45,60	53,65	47,53	46,43	47,94	44,22	7,5	54,40	12,7	730	724	731	735	729	621	604	623	619	618	

Octobre 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnètiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0.19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	45,2	52,2	47,2	46,7	47,64	44,1	7,3	52,6	12,6	715	716	718	757	721	613	604	618	616	612	Agitée.
2....	45,9	50,7	46,3	47,1	46,83	44,2	8,2	″	″	727	718	712	732	727	610	596	620	618	611	Agitée le matin.
3....	46,7	50,9	46,5	45,8	47,14	44,1	8,3	51,6	13,5	731	728	702	729	730	613	602	625	615	614	Peu agitée m. et s.
4....	47,8	51,3	46,5	46,9	47,47	44,6	8,1	51,3	12,0	744	715	732	737	729	611	604	617	614	612	Peu agitée le matin.
5....	46,6	52,5	45,5	47,4	46,99	43,7	8,4	52,9	12,2	739	723	732	731	731	618	598	618	616	613	Peu agitée le soir.
6....	47,2	53,8	48,7	45,9	48,23	44,6	8,0	54,4	13,0	737	727	744	741	735	615	598	614	607	611	Agitée le soir.
7....	46,1	52,9	47,7	46,9	47,22	″	″	53,2	12,5	734	710	734	742	731	611	604	611	607	609	Agitée le matin.
8....	46,1	51,9	47,8	46,6	47,20	44,0	8,0	52,6	13,0	741	718	735	748	733	609	590	614	604	606	Peu agitée le soir
9....	46,6	51,5	46,9	45,8	47,26	40,0	6,8	52,2	13,4	733	721	736	726	731	612	604	619	612	613	Peu agitée m. et s.
10....	46,2	52,6	45,3	45,3	47,33	44,5	8,5	53,8	12,7	744	711	719	732	729	618	608	626	616	617	Presque calme.
11....	46,1	51,5	46,9	44,1	47,11	45,3	7,6	51,8	12,6	740	718	737	735	732	614	606	614	611	613	Id.
12....	46,8	51,6	46,6	46,8	47,50	45,8	8,3	52,4	13,4	735	716	734	735	730	616	599	615	612	612	Calme.
13....	45,6	49,7	47,1	46,7	47,01	44,6	8,0	50,6	12,8	744	726	735	735	734	616	607	610	611	611	Presque calme
14....	45,9	49,3	47,2	46,1	47,03	44,2	8,4	50,2	13,0	740	719	737	745	734	612	604	617	618	613	Id.
15....	46,1	49,9	47,9	45,2	46,70	44,1	8,7	50,5	12,6	738	731	735	744	732	622	613	623	629	623	Id.
16....	45,9	50,4	47,5	45,8	46,67	45,9	7,8	50,8	12,3	748	742	735	729	736	624	615	625	625	624	Peu agitée m. et s.
17....	45,8	51,3	46,5	43,1	47,03	45,1	7,7	″	″	746	737	730	734	734	620	608	628	628	622	Peu agitée.
18....	47,5	52,4	46,8	46,9	47,35	44,6	8,0	52,6	12,3	741	720	726	737	730	624	619	626	621	624	Presque calme.
19....	45,9	52,5	46,9	45,9	47,50	45,0	9,0	52,6	12,2	741	732	744	736	736	619	602	619	623	618	Calme.
20....	46,3	52,2	47,1	46,3	47,24	44,6	8,0	52,5	13,4	739	723	740	739	732	620	607	621	619	619	Id.
21....	49,0	50,3	47,5	46,3	47,53	43,3	9,0	52,9	13,0	748	727	739	736	732	614	612	623	618	618	Peu agitée.
22....	46,5	52,5	47,4	45,5	46,92	″	″	″	″	733	712	736	735	732	618	607	621	617	617	Id.
23....	45,9	49,7	47,1	45,8	46,94	44,4	8,4	50,7	12,7	727	723	734	737	733	621	613	627	624	621	Calme.
24....	47,1	49,1	46,8	46,1	46,76	43,4	9,0	50,2	13,3	736	723	736	737	734	625	610	627	626	624	Id.
25....	46,5	49,4	46,9	46,1	46,80	44,3	9,6	50,0	12,9	741	737	739	740	739	627	614	626	626	624	Id.
26....	46,5	50,2	47,2	46,8	47,02	41,4	9,0	51,1	13,0	748	731	747	747	742	625	615	625	627	624	Id.
27....	45,6	51,9	51,2	45,6	48,02	″	″	″	″	751	724	739	746	742	624	624	627	626	626	Agitée.
28....	52,6	51,6	49,7	46,5	47,23	″	″	″	″	759	684	655	716	714	608	620	653	630	627	Perturbation.
29....	49,7	49,3	41,7	47,1	47,01	″	″	50,6	14,0	720	675	707	725	714	612	633	644	632	631	Perturbat. le matin.
30....	46,2	50,4	44,7	46,6	46,85	45,8	8,0	50,8	13,0	724	715	722	723	721	633	639	625	617	631	Peu agitée.
31....	46,2	50,2	46,5	45,8	46,68	43,4	8,8	51,0	13,0	736	712	735	728	727	607	597	604	605	606	Calme.
Moy...	46,71	51,14	46,95	46,21	47,17	44,50	8,3	51,77	12,9	738	720	729	736	731	617	609	622	618	618	

Novembre 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	45,8	50,9	47,4	45,8	46,80	"	"	"	"	733	722	707	721	717	603	596	617	606	607	Très agitée.
2....	46,0	49,4	46,0	45,8	46,70	45,6	8,4	49,4	12,0	728	704	723	722	715	603	599	605	602	603	Presque calme.
3....	46,3	50,4	45,9	51,3	46,81	"	"	"	"	731	718	713	730	717	600	593	606	591	601	Très agitée.
4....	53,2	51,8	42,1	43,7	46,80	"	"	"	"	729	677	708	711	714	592	595	603	591	597	Très agitée.
5....	45,9	50,3	45,9	44,9	46,19	44,0	8,9	50,3	12,0	721	703	718	717	713	595	592	595	592	593	Agitée le soir.
6....	46,0	48,4	45,5	44,4	45,85	43,6	9,0	49,5	13,1	719	706	723	734	720	593	583	592	586	590	Presque calme.
7....	45,3	50,3	47,7	44,4	46,08	44,6	8,1	50,3	12,0	722	710	712	724	719	591	583	596	591	590	Peu agitée le soir.
8....	45,7	49,9	45,9	45,4	45,97	44,0	9,5	50,4	13,5	724	708	723	725	720	592	586	593	590	591	Calme.
9....	44,9	49,0	46,2	45,5	46,14	43,7	9,0	49,7	13,0	724	705	721	724	719	591	585	590	585	589	Id.
10....	45,4	49,5	45,9	43,2	46,27	44,0	8,6	50,0	12,8	727	714	737	734	725	586	582	586	585	585	Presque calme.
11....	45,9	52,2	44,5	45,4	46,58	"	"	"	"	735	711	674	718	708	584	586	616	597	596	Perturbation.
12....	45,8	51,3	44,6	44,8	45,96	"	"	"	"	717	703	711	715	713	594	593	599	595	595	Agitée.
13....	44,9	48,3	44,9	45,7	45,73	44,2	8,3	48,9	12,8	721	713	709	727	719	594	590	598	597	595	Peu agitée le matin
14....	46,2	51,5	45,9	43,3	46,35	45,5	8,2	51,6	12,4	731	701	723	724	720	595	590	596	589	594	Agitée le soir.
15....	45,5	49,3	43,9	46,4	45,44	44,6	8,2	49,5	12,4	723	717	710	730	717	587	583	594	587	589	Peu agitée.
16....	44,8	49,3	45,9	47,4	45,85	45,7	8,6	50,2	12,5	730	723	726	721	726	588	587	591	589	590	Id.
17....	43,5	48,4	42,7	43,3	45,51	44,0	8,5	49,1	12,7	733	707	701	725	721	588	589	593	587	589	Id.
18....	44,5	49,6	46,4	45,4	45,92	43,9	8,4	50,3	12,2	727	718	716	725	721	591	591	597	593	593	Presque calme.
19....	44,8	48,4	46,2	44,9	45,61	43,6	8,5	48,8	13,4	727	718	724	724	724	596	595	604	602	599	Id.
20....	45,5	47,9	45,7	45,2	45,68	43,7	9,0	48,4	12,4	733	719	731	730	728	604	599	607	609	605	Calme.
21....	46,1	48,0	46,5	46,2	46,25	44,2	8,6	48,4	13,0	737	726	737	729	731	609	606	612	612	610	Id.
22....	46,3	49,3	45,3	45,0	46,30	44,9	8,5	49,3	12,0	735	727	736	732	731	608	597	602	599	603	Id.
23....	45,3	49,2	45,6	45,2	45,74	43,6	9,0	49,2	12,0	733	721	733	729	729	599	593	601	602	600	Id.
24....	45,6	47,5	45,6	44,9	45,75	44,8	8,4	47,8	13,0	737	721	730	731	730	603	607	612	612	608	Id.
25....	45,2	48,2	45,5	44,7	45,50	44,2	9,0	48,2	12,0	737	727	736	735	733	614	609	616	616	614	Presque calme.
26....	45,2	46,7	46,1	40,7	44,77	44,1	10,0	47,6	13,6	736	737	750	717	735	614	605	611	618	614	Très agitée le soir.
27....	45,0	47,8	46,0	44,3	44,88	"	"	"	"	729	727	720	722	723	609	598	612	608	608	Agitée.
28....	45,1	50,1	45,0	45,1	45,75	44,5	8,5	50,3	12,2	730	717	727	724	724	604	600	606	604	605	Presque calme.
29....	44,8	48,7	44,6	44,4	45,48	44,6	7,0	"	"	735	725	728	726	728	602	599	601	599	601	Peu agitée le soir
30....	44,8	48,1	45,9	45,0	45,42	44,1	8,4	48,8	13,1	731	719	726	728	725	597	601	605	607	602	Presque calme.
Moy.	45,64	49,29	45,51	44,96	45,91	44,24	8,6	49,39	12,6	729	715	721	725	722	598	594	602	598	599	

Décembre 1914. **VAL-JOYEUX.** **Observations magnétiques.**

DATES.	DÉCLINAISON (13° +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	Minimum. Valeur.	Minimum. Heure.	Maximum. Valeur.	Maximum. Heure.	COMPOSANTE HORIZONTALE (0,19000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	COMPOSANTE VERTICALE (0,41000 +). 6h.	12h.	18h.	24h.	Moy. des 24 h.	REMARQUES.
	′	′	′	′	′	′	h	′	h											
1....	44,7	48,4	44,6	45,1	45,50	43,6	7,7	48,5	12,3	733	716	728	727	725	607	605	610	610	608	Calme.
2....	45,0	48,4	45,6	45,0	45,51	43,4	8,6	48,9	12,8	730	722	730	731	728	608	599	606	603	605	Id.
3....	45,1	48,2	46,8	44,7	45,57	44,4	8,5	49,0	13,0	738	730	730	728	731	600	591	600	600	600	Peu agitée le soir.
4....	45,6	47,2	45,6	44,0	45,50	43,3	8,2	48,3	13,1	738	719	720	721	725	598	592	602	599	599	Calme.
5....	45,4	47,5	45,3	44,4	45,00	43,8	9,3	48,2	13,2	733	721	732	725	727	595	590	595	594	595	Peu agitée le matin.
6....	44,8	47,9	45,1	44,6	45,41	43,5	9,0	48,4	13,0	727	724	730	731	726	596	595	598	596	596	Calme.
7....	45,1	47,6	45,7	43,7	45,28	"	"	"	"	733	733	731	728	729	597	592	598	595	596	Peu agitée.
8....	44,7	47,1	45,3	43,9	45,32	"	"	48,3	13,4	740	713	726	730	724	596	597	603	598	600	Peu agitée m. et s.
9....	45,5	47,7	46,1	40,1	44,47	"	"	49,0	13,2	731	703	715	707	718	599	592	601	600	599	Agitée le soir.
10....	45,5	47,4	44,0	45,0	45,25	44,6	9,0	48,6	12,8	725	707	712	722	715	596	595	599	596	597	Presque calme.
11....	45,2	46,5	45,5	45,2	45,57	44,3	8,4	48,4	13,0	728	712	719	726	721	598	594	597	595	596	Calme.
12....	45,7	47,1	45,5	44,5	45,45	44,1	8,7	47,9	13,5	731	718	722	723	724	594	595	594	595	594	Id.
13....	44,9	46,4	44,8	44,8	45,08	44,0	8,7	46,7	13,0	734	722	726	726	726	595	598	596	596	596	Id.
14....	44,6	46,8	45,5	44,4	45,23	43,5	8,6	47,0	13,4	734	723	720	719	723	596	596	596	598	597	Id.
15....	44,8	46,3	44,7	45,3	44,94	43,5	8,5	46,8	13,4	728	722	732	730	726	592	595	589	589	592	Id.
16....	45,1	46,2	49,1	42,3	45,57	43,7	8,7	47,8	14,0	738	741	742	723	733	589	588	592	599	592	Agitée le soir.
17....	45,1	47,8	44,8	44,8	45,15	"	"	"	"	729	717	725	719	723	588	586	594	594	591	Presque calme.
18....	44,6	47,5	45,2	44,0	45,11	42,8	8,8	48,6	13,6	727	723	724	712	722	596	590	598	601	596	Calme.
19....	44,9	47,5	45,6	42,8	44,73	43,7	9,0	47,5	12,0	731	712	723	720	724	597	593	595	595	596	Peu agitée m. et s
20....	45,8	47,1	44,9	44,7	45,35	43,9	9,0	47,2	13,0	730	717	726	725	723	594	591	593	592	593	Calme.
21....	45,4	48,0	45,2	44,6	45,55	44,8	7,5	48,8	12,6	726	717	728	724	724	591	585	593	590	592	Id.
22....	45,4	47,4	47,0	44,3	45,68	44,6	8,5	47,6	12,9	731	727	730	724	726	593	592	596	599	595	Peu agitée.
23....	45,2	47,1	49,7	44,6	45,51	44,6	7,8	47,2	13,4	729	724	731	723	728	600	601	602	600	600	Calme.
24....	45,4	49,7	45,4	45,6	46,26	45,1	8,0	"	"	741	732	713	721	727	598	595	599	589	596	Peu agitée
25....	44,8	48,4	45,4	45,3	45,89	44,5	8,0	48,6	12,4	728	709	725	722	722	586	592	585	583	587	Calme.
26....	45,3	47,7	45,9	44,7	45,64	44,3	7,8	47,9	12,3	732	722	722	725	725	585	585	587	585	586	Id.
27....	45,6	46,5	45,3	40,0	45,20	44,0	9,4	47,4	13,0	735	725	726	712	728	583	586	589	593	587	Très agitée le soir.
28....	44,7	47,7	31,4	42,5	44,34	"	"	"	"	726	713	734	706	716	590	597	608	604	599	Perturbation.
29....	45,8	47,2	45,0	44,6	45,01	43,7	8,3	47,8	13,0	713	702	720	718	716	596	589	593	592	595	Presque calme.
30....	44,9	47,8	45,0	44,6	44,83	43,5	8,5	48,4	12,3	727	720	726	718	722	588	587	587	590	589	Peu agitée le soir.
31....	44,7	49,0	45,2	44,3	45,26	43,8	8,1	49,4	12,5	730	723	724	723	723	589	583	594	595	591	Presque calme.
Moy.	45,14	47,52	45,04	44,14	45,30	43,96	8,5	48,08	13,0	731	719	726	722	724	595	592	596	596	595	

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Déclinaison.**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année.
0	−0′,63	−1′,96	−1′,32	−0′,59	−0′,73	−0′,96	−0′,71	−1′,45	−1′,45	−0′,93	−0′,96	−1′,14	−1′,01
1	−0,66	−1,29	−0,93	−0,85	−0,93	−1,14	−0,75	−1,33	−1,15	−0,90	−0,89	−0,77	−0,97
2	−0,41	−0,71	−0,94	−0,96	−0,95	−1,01	−1,02	−0,82	−1,01	−0,98	−0,57	−0,48	−0,82
3	−0,63	−0,41	−1,03	−1,05	−1,07	−1,77	−0,96	−1,13	−1,57	−0,90	−0,12	−0,14	−0,85
4	−0,14	−0,57	−0,52	−1,09	−1,47	−1,75	−1,64	−1,19	−1,91	−0,85	−0,23	+0,15	−0,94
5	−0,08	−0,53	−1,01	−1,34	−2,16	−2,95	−2,91	−1,96	−1,65	−0,38	−0,26	+0,17	−1,26
6	−0,32	−0,53	−0,82	−1,66	−2,95	−3,67	−3,73	−2,81	−2,34	−0,46	−0,30	−0,16	−1,65
7	−0,45	−0,40	−1,16	−2,52	−3,97	−3,99	−3,93	−3,64	−2,88	−1,03	−0,36	−0,51	−2,07
8	−0,36	−0,20	−2,12	−3,66	−4,19	−4,00	−4,04	−3,38	−3,13	−1,94	−0,86	−0,75	−2,39
9	−0,05	−0,32	−2,43	−3,12	−2,84	−2,90	−3,00	−1,84	−1,72	−2,11	−1,19	−0,98	−1,87
10	+0,52	+0,02	−0,97	−1,44	−0,48	−0,73	−0,82	+0,36	+1,43	−0,40	−0,14	−0,25	−0,24
11	+0,87	+1,02	+1,64	+1,17	+2,12	+2,05	+1,97	+2,90	+4,05	+2,08	+1,59	+1,01	+1,86
12	+1,65	+2,32	+4,09	+4,18	+4,38	+4,05	+3,89	+5,28	+5,71	+3,97	+3,35	+2,22	+3,76
13	+1,84	+2,63	+4,78	+5,90	+4,97	+5,02	+5,11	+6,15	+6,07	+4,33	+3,40	+2,59	+4,40
14	+1,18	+2,33	+4,20	+5,27	+4,50	+5,19	+5,16	+5,50	+4,66	+3,45	+2,62	+2,14	+3,85
15	+0,56	+1,24	+2,77	+4,08	+3,35	+4,10	+4,54	+3,50	+2,31	+1,78	+1,52	+1,13	+2,57
16	+0,61	+0,67	+1,14	+2,54	+2,29	+3,06	+2,99	+1,88	+0,77	+0,95	+0,37	+0,76	+1,50
17	+0,28	−0,78	+0,31	+1,07	+1,15	+1,84	+1,62	+0,14	−0,41	+0,49	+0,10	+0,45	+0,65
18	−0,06	+0,26	−0,15	−0,09	+0,34	+0,97	+0,50	−0,56	−0,41	−0,22	−0,43	−0,26	−0,01
19	−0,37	−0,27	−0,71	−0,45	+0,04	+0,31	+0,24	−0,91	−0,83	−0,58	−0,55	−0,14	−0,35
20	−0,72	−0,44	−0,76	−1,17	−0,10	−0,09	−0,05	−1,14	−0,89	−1,10	−1,17	−0,63	−0,59
21	−1,02	−1,22	−1,09	−0,95	−0,30	−0,24	−0,63	−1,17	−1,02	−1,32	−1,50	−1,42	−0,99
22	−1,12	−1,46	−1,70	−1,49	−0,43	−0,66	−0,84	−1,36	−1,16	−1,78	−1,64	−1,58	−1,27
23	−1,02	−1,53	−1,25	−1,72	−0,55	−0,76	−0,87	−1,08	−1,47	−1,21	−1,86	−1,50	−1,24
24	−0,67	−1,33	−1,30	−0,61	−0,81	−0,93	−0,74	−1,47	−1,51	−0,96	−0,98	−1,16	−1,04
Écart diurne (1)	2,92	3,95	7,96	10,45	10,14	10,30	9,99	10,73	10,18	7,27	5,15	4,12	"
Déclinaison (13° +)	54,18	53,32	52,47	51,73	50,88	50,42	49,62	49,09	47,94	47,17	45,94	45,30	49,84

(1) Différence entre la moyenne des minima et la moyenne des maxima diurnes réguliers.

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Inclinaison.**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année.
0	+0′,1	+0′,2	−0′,1	−0′,4	−0,2	−0′,4	−0′,5	−0′,5	−0′,4	−0′,4	−0′,3	+0′,2	−0′,3
1	+0,2	+0,2	0,0	−0,3	−0,1	−0,4	−0,5	−0,5	−0,4	−0,3	−0,3	+0,1	−0,2
2	+0,1	+0,2	0,0	−0,1	0,0	−0,4	−0,5	−0,3	−0,3	−0,4	−0,2	0,0	−0,2
3	0,0	0,0	0,0	−0,2	0,0	−0,3	−0,3	−0,3	−0,4	−0,4	−0,3	−0,1	−0,2
4	−0,1	0,0	0,0	−0,1	+0,1	−0,2	−0,3	−0,4	−0,3	−0,5	−0,4	−0,1	−0,2
5	−0,2	−0,1	−0,2	−0,2	+0,1	−0,1	−0,1	−0,1	−0,2	−0,6	−0,5	−0,4	−0,3
6	−0,2	−0,2	−0,2	−0,1	+0,3	+0,3	+0,3	+0,2	0,0	−0,5	−0,5	−0,5	−0,1
7	−0,3	−0,3	−0,2	−0,1	+0,5	+0,6	+0,6	+0,6	+0,4	−0,4	−0,6	−0,5	0,0
8	−0,4	−0,5	−0,1	+0,1	+0,7	+1,0	+0,8	+1,3	+0,8	0,0	−0,4	−0,4	+0,2
9	−0,4	−0,5	+0,2	+0,5	+0,8	+1,1	+1,1	+1,4	+0,9	+0,4	0,0	−0,1	+0,4
10	−0,3	−0,6	+0,5	+0,6	+0,6	+1,0	+1,1	+1,1	+0,7	+0,8	+0,4	+0,2	+0,5
11	−0,1	−0,5	+0,5	+0,4	+0,2	+0,5	+0,7	+0,7	+0,3	+0,6	+0,5	+0,3	+0,3
12	−0,2	−0,5	+0,2	+0,1	0,0	+0,1	+0,2	0,0	−0,1	+0,4	+0,3	+0,3	0,0
13	−0,2	−0,4	−0,1	−0,1	0,0	0,0	+0,1	−0,2	−0,3	+0,2	+0,5	+0,2	−0,1
14	0,0	−0,3	−0,2	+0,1	0,0	−0,1	0,0	−0,1	0,0	+0,2	+0,4	+0,1	0,0
15	+0,1	0,0	−0,1	−0,1	−0,1	0,0	0,0	0,0	+0,2	+0,4	+0,4	0,0	0,0
16	+0,1	+0,3	+0,2	+0,1	0,0	−0,1	+0,1	−0,1	+0,3	+0,4	+0,4	0,0	+0,1
17	+0,2	+0,4	+0,4	+0,2	−0,1	−0,1	−0,1	0,0	+0,2	+0,3	+0,2	+0,1	+0,1
18	+0,2	+0,3	+0,2	+0,2	0,0	−0,4	−0,3	−0,2	0,0	+0,2	+0,1	−0,1	0,0
19	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	−0,2	−0,5	−0,5	−0,6	−0,3	0,0	0,0	+0,2	−0,1
20	+0,1	+0,2	+0,1	0,0	−0,3	−0,6	−0,5	−0,7	−0,4	−0,1	0,0	+0,1	−0,2
21	+0,2	+0,3	0,0	0,0	−0,4	−0,6	−0,5	−0,5	−0,3	−0,2	−0,3	+0,1	−0,2
22	+0,2	+0,3	−0,1	−0,2	−0,4	−0,4	−0,5	−0,7	−0,3	−0,5	−0,3	0,0	−0,3
23	+0,2	+0,3	0,0	−0,2	−0,3	−0,4	−0,4	−0,6	−0,5	−0,5	−0,3	+0,1	−0,3
24	+0,1	+0,2	−0,1	−0,4	−0,3	−0,3	−0,5	−0,5	−0,4	−0,4	−0,3	+0,2	−0,3
Écart diurne	0,6	0,9	0,7	1,0	1,2	1,7	1,6	2,1	1,4	1,4	1,1	0,8	"
Inclinaison (64°+)	38,5	38,4	38,8	39,0	38,5	38,5	38,3	38,0	38,2	38,1	38,1	37,8	38,4

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Composante horizontale.**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année
0	− 2	− 3	+ 2	+ 7	+ 5	+ 6	+ 7	+ 8	+ 7	+ 5	+ 3	− 2	+ 4
1	− 3	− 3	+ 1	+ 5	+ 3	+ 6	+ 7	+ 8	+ 6	+ 4	+ 3	− 1	+ 3
2	− 2	− 3	0	+ 2	+ 2	+ 6	+ 7	+ 5	+ 5	+ 5	+ 2	0	+ 3
3	0	− 1	0	+ 4	+ 2	+ 4	+ 5	+ 4	+ 6	+ 6	+ 4	+ 1	+ 3
4	+ 1	0	+ 1	+ 2	+ 1	+ 4	+ 5	+ 6	+ 5	+ 7	+ 5	+ 2	+ 4
5	+ 3	+ 1	+ 3	+ 3	+ 2	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4	+ 8	+ 7	+ 5	+ 4
6	+ 3	+ 3	+ 3	+ 3	− 1	− 2	− 3	− 1	+ 1	+ 7	+ 7	+ 7	+ 3
7	+ 4	+ 4	+ 4	+ 3	− 5	− 7	− 7	− 7	− 4	+ 5	+ 7	+ 7	+ 1
8	+ 4	+ 6	+ 2	− 1	− 9	−14	−12	−18	−11	0	+ 5	+ 5	− 3
9	+ 4	+ 6	− 3	− 9	−13	−19	−19	−22	−16	− 7	− 2	0	− 8
10	+ 3	+ 6	− 9	−12	−13	−20	−21	−21	−16	−15	− 8	− 4	−11
11	0	+ 4	−12	−12	−11	−15	−18	−17	−12	−14	−10	− 5	−10
12	+ 2	+ 3	− 7	−10	− 8	−10	−11	− 8	− 5	−11	− 7	− 5	− 6
13	+ 3	+ 3	− 2	− 5	− 6	− 6	− 8	− 3	0	− 6	− 8	− 3	− 3
14	+ 1	+ 3	+ 2	− 4	− 4	− 3	− 5	− 2	− 1	− 4	− 6	0	− 2
15	− 1	− 1	+ 3	+ 1	0	− 1	0	0	− 2	− 5	− 5	+ 1	− 1
16	− 2	− 5	− 1	0	+ 1	+ 2	0	+ 3	− 2	− 4	− 4	+ 1	− 1
17	− 2	− 6	− 3	+ 1	+ 4	+ 4	+ 5	+ 3	0	− 3	− 1	0	+ 1
18	− 2	− 4	− 1	+ 1	+ 4	+ 8	+ 8	+ 6	+ 2	− 2	− 1	+ 2	+ 2
19	− 2	− 3	0	0	+ 7	+10	+10	+11	+ 7	+ 1	+ 1	− 2	+ 4
20	− 2	− 3	+ 1	+ 3	+ 8	+11	+10	+12	+ 7	+ 3	0	− 1	+ 4
21	− 3	− 4	+ 2	+ 3	+ 8	+10	+10	+ 9	+ 5	+ 4	+ 4	− 1	+ 4
22	− 3	− 4	+ 3	+ 5	+ 8	+ 7	+ 9	+10	+ 6	+ 8	+ 4	+ 1	+ 5
23	− 3	− 4	+ 1	+ 4	+ 7	+ 7	+ 6	+ 9	+ 8	+ 7	+ 4	− 1	+ 4
24	− 2	− 3	+ 2	+ 7	+ 6	+ 5	+ 7	+ 8	+ 6	+ 5	+ 3	− 2	+ 4
Écart diurne	7	12	16	19	21	31	31	34	24	23	17	12	"
Composante horizontale (0,19000 +)	739	739	734	729	739	738	741	735	729	731	722	724	733

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Composante verticale.**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année.
0	+ 1	+ 2	+ 1	+ 1	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	0	− 1	+ 1	+ 1
1	0	+ 2	+ 1	+ 1	+ 3	+ 2	0	+ 1	+ 1	0	− 1	0	+ 1
2	0	+ 1	0	+ 1	+ 3	+ 1	0	+ 1	+ 1	0	− 1	0	+ 1
3	0	+ 1	0	+ 1	+ 4	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	0	− 1	0	+ 1
4	0	+ 2	0	+ 1	+ 4	+ 3	+ 3	+ 2	+ 2	0	− 1	0	+ 2
5	0	+ 2	0	+ 1	+ 6	+ 5	+ 5	+ 4	+ 2	− 1	− 1	− 1	+ 2
6	0	+ 1	0	+ 2	+ 6	+ 5	+ 4	+ 5	+ 3	− 1	− 1	0	+ 2
7	− 1	0	+ 1	+ 3	+ 5	+ 5	+ 4	+ 5	+ 5	0	− 2	− 1	+ 2
8	− 3	− 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 1	+ 4	+ 3	+ 1	− 2	− 1	+ 1
9	− 3	− 1	− 2	− 3	− 4	− 4	− 5	− 2	− 5	− 2	− 2	− 2	− 3
10	− 2	− 3	− 6	− 8	−11	− 9	−10	− 9	−12	− 6	− 5	− 2	− 7
11	− 2	− 6	−10	−14	−17	−16	−16	−13	−15	−10	− 6	− 3	−10
12	− 2	− 7	−10	−17	−19	−16	−16	−15	−14	− 9	− 5	− 3	−11
13	0	− 5	− 7	−13	−15	−13	−13	−12	−10	− 6	− 2	0	− 8
14	+ 2	− 2	− 4	− 7	− 9	− 8	− 8	− 6	− 3	− 2	+ 2	+ 3	− 3
15	+ 2	+ 1	+ 1	− 1	− 3	− 2	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 3	+ 1
16	+ 1	+ 2	+ 4	+ 3	+ 2	+ 2	+ 5	+ 5	+ 6	+ 5	+ 5	+ 3	+ 4
17	+ 2	+ 3	+ 5	+ 7	+ 5	+ 5	+ 8	+ 7	+ 6	+ 4	+ 4	+ 2	+ 5
18	+ 2	+ 3	+ 4	+ 8	+ 7	+ 6	+ 9	+ 7	+ 5	+ 4	+ 3	+ 1	+ 5
19	+ 2	+ 3	+ 4	+ 8	+ 7	+ 6	+ 8	+ 6	+ 4	+ 3	+ 2	+ 2	+ 5
20	+ 1	+ 3	+ 4	+ 6	+ 6	+ 5	+ 7	+ 4	+ 2	+ 3	+ 2	+ 1	+ 4
21	+ 1	+ 3	+ 3	+ 5	+ 5	+ 4	+ 5	+ 3	+ 2	+ 2	+ 1	+ 2	+ 3
22	+ 1	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4	+ 4	+ 3	+ 1	+ 2	+ 1	0	+ 1	+ 2
23	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	0	0	+ 1	+ 2
24	0	+ 2	+ 1	+ 1	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	0	− 1	+ 1	+ 1
Écart diurne	5	10	15	25	26	22	25	22	21	15	11	6	"
Composante verticale (0,41000 +)	647	646	648	643	649	645	645	623	618	618	599	595	631

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Composante nord (X).**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année.
0	−1	−1	+4	+8	+6	+7	+8	+10	+8	+6	+4	−1	+5
1	−2	−1	+2	+6	+4	+7	+8	+9	+7	+5	+4	−1	+4
2	−2	−2	+2	+4	+4	+7	+8	+6	+6	+6	+2	0	+4
3	0	−1	+2	+6	+4	+6	+6	+5	+8	+7	+4	0	+4
4	+1	+1	+2	+4	+3	+6	+7	+7	+7	+8	+5	+1	+5
5	+3	+2	+5	+5	+5	+7	+7	+5	+6	+8	+7	+4	+6
6	+3	+4	+4	+6	+3	+3	+2	+3	+4	+7	+7	+6	+5
7	+4	+4	+6	+7	+1	−1	−1	−2	0	+6	+7	+7	+4
8	+4	+6	+5	+4	−3	−8	−6	−13	−7	+2	+6	+5	0
9	+4	+6	+1	−4	−8	−15	−14	−19	−14	−4	−1	+1	−5
10	+2	+6	−7	−9	−12	−18	−19	−21	−18	−14	−8	−4	−10
11	−1	+2	−14	−13	−13	−17	−20	−21	−18	−17	−12	−7	−12
12	−1	0	−12	−15	−14	−15	−16	−15	−13	−17	−12	−9	−11
13	0	−1	−8	−13	−12	−13	−15	−12	−9	−12	−13	−7	−9
14	−1	0	−4	−11	−10	−10	−12	−10	−8	−9	−10	−4	−7
15	−2	−3	−1	−4	−4	−7	−6	−5	−6	−8	−7	−1	−4
16	−3	−6	−2	−3	−2	−2	−4	0	−3	−6	−5	−1	−3
17	−3	−7	−3	0	+3	+1	+3	+3	0	−4	−2	−1	0
18	−2	−4	−1	+1	+4	+6	+7	+6	+2	−2	−1	+2	+2
19	−2	−3	+1	+1	+7	+9	+9	+12	+8	+1	+1	−2	+4
20	−1	−2	+2	+5	+8	+11	+10	+13	+8	+4	+1	−1	+5
21	−2	−2	+4	+5	+8	+10	+11	+10	+6	+5	+5	0	+5
22	−2	−2	+5	+7	+9	+8	+10	+11	+7	+10	+6	+2	+6
23	−2	−2	+3	+7	+8	+8	+7	+10	+9	+8	+6	0	+6
24	−1	−1	+1	+8	+7	+6	+8	+10	+7	+6	+4	−1	+5
Écart diurne	7	13	20	23	23	29	31	34	27	27	20	16	"
Composante nord (0,19000 +)	161	162	158	154	165	165	169	164	160	163	156	159	161

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Composante ouest (— Y)**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année.
0	−4	−8	−7	−2	−2	−4	−2	−7	−7	−4	−5	−7	−5
1	−5	−8	−5	−4	−4	−5	−3	−6	−5	−4	−4	−5	−4
2	−3	−5	−5	−5	−4	−4	−4	−4	−5	−4	−3	−3	−4
3	0	−2	−6	−5	−5	−9	−4	−6	−8	−4	0	−1	−4
4	−1	−3	−3	−6	−7	−9	−8	−6	−10	−3	0	+1	−4
5	0	−3	−5	−7	−11	−16	−16	−11	−9	0	0	+2	−6
6	−1	−2	−4	−9	−16	−21	−22	−16	−13	−1	0	+1	−8
7	−2	−1	−5	−13	−23	−24	−24	−22	−17	−5	0	−1	−11
8	−1	0	−11	−21	−25	−26	−25	−24	−20	−11	−4	−3	−14
9	+1	0	−14	−20	−19	−21	−21	−16	−14	−14	−7	−6	−12
10	+3	+2	−7	−11	−5	−9	−10	−3	+4	−6	−3	−3	−4
11	+5	+7	+6	+3	+10	+7	+7	+12	+19	+8	+6	+4	+8
12	+10	+14	+21	+21	+23	+20	+19	+27	+30	+19	+17	+11	+20
13	+11	+15	+26	+31	+27	+26	+27	+33	+34	+23	+17	+13	+24
14	+7	+14	+24	+28	+25	+28	+28	+30	+25	+18	+13	+12	+21
15	+3	+7	+16	+23	+19	+22	+25	+19	+12	+9	+7	+6	+14
16	+3	+3	+6	+14	+13	+17	+17	+11	+4	+4	+1	+4	+9
17	+1	+3	+1	+6	+8	+11	+10	+1	−3	+2	0	+2	+4
18	−1	+1	−1	0	+3	+7	+5	−2	−2	−2	−3	−1	+1
19	−3	−2	−4	−3	+2	+4	+4	−3	−3	−3	−3	−1	−1
20	−5	−3	−4	−6	+2	+2	+2	−4	−4	−6	−7	−4	−3
21	−7	−8	−5	−5	+1	+1	−1	−5	−5	−7	−8	−8	−4
22	−7	−9	−9	−7	0	−2	−3	−6	−5	−8	−8	−9	−6
23	−7	−9	−7	−9	−1	−3	−3	−4	−7	−5	−10	−9	−6
24	−4	−8	−7	−2	−3	−4	−4	−7	−7	−4	−5	−7	−5
Écart diurne	18	24	40	52	52	54	53	57	54	37	27	22	"
Composante ouest (0,04000 +)	743	738	732	727	724	722	718	714	706	702	693	690	717

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Force totale.**

HEURES.	ÉCARTS AVEC LES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLE.												
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.	Année.
0	0	0	+ 2	+ 4	+ 5	+ 5	+ 4	+ 4	+ 4	+ 2	+ 1	− 1	+ 3
1	− 2	0	+ 2	+ 4	+ 4	+ 5	+ 3	+ 4	+ 4	+ 2	+ 1	− 1	+ 2
2	− 1	− 1	+ 1	+ 2	+ 4	+ 4	+ 3	+ 3	+ 4	+ 2	0	− 1	+ 2
3	0	0	+ 1	+ 3	+ 5	+ 3	+ 3	+ 3	+ 4	+ 3	+ 1	0	+ 2
4	0	+ 2	+ 1	+ 2	+ 4	+ 5	+ 5	+ 4	+ 5	+ 5	+ 2	0	+ 3
5	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 7	+ 7	+ 6	+ 4	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	+ 4
6	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 5	+ 4	+ 2	+ 4	+ 4	+ 2	+ 2	+ 2	+ 3
7	0	+ 1	+ 3	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	+ 4	+ 2	+ 1	+ 2	+ 2
8	− 1	+ 1	+ 2	+ 1	− 2	− 3	− 5	− 5	− 1	+ 1	+ 1	+ 1	− 1
9	− 1	+ 1	− 3	− 6	−10	−11	−12	−11	−10	− 5	− 2	− 2	− 6
10	− 1	0	− 8	−13	−16	−16	−18	−17	−17	−11	− 7	− 2	−10
11	− 2	− 4	−14	−18	−20	−20	−22	−19	−18	−15	− 9	− 5	−14
12	− 1	− 5	−11	−20	−21	−18	−19	−17	−14	−12	− 7	− 5	−12
13	+ 1	− 4	− 6	−14	−16	−13	−15	−12	− 9	− 7	− 5	− 2	− 8
14	+ 2	0	− 2	− 8	−10	− 8	−10	− 7	− 3	− 3	0	+ 2	− 4
15	+ 1	0	+ 3	0	− 3	− 1	0	+ 1	+ 2	+ 1	+ 2	+ 3	+ 1
16	0	0	+ 4	+ 2	+ 2	+ 3	+ 5	+ 5	+ 6	+ 3	+ 4	+ 3	+ 3
17	+ 1	0	+ 1	+ 7	− 6	+ 7	+10	+ 7	+ 6	+ 3	+ 4	0	+ 5
18	+ 1	+ 1	+ 4	+ 8	+ 7	+10	+12	+ 9	+ 6	+ 3	+ 3	+ 1	+ 6
19	+ 1	+ 1	+ 5	+ 7	+ 9	+11	+12	+10	+ 7	+ 4	+ 3	0	+ 6
20	0	+ 1	+ 5	+ 7	+ 9	+10	+11	+ 8	+ 5	+ 5	+ 2	0	+ 6
21	− 1	+ 1	+ 4	+ 6	+ 8	+ 9	+ 9	+ 6	+ 5	+ 4	+ 3	+ 1	+ 5
22	− 1	+ 1	+ 5	+ 5	+ 7	+ 7	+ 6	+ 5	+ 5	+ 5	+ 2	+ 1	+ 4
23	− 1	0	+ 3	+ 3	+ 7	+ 6	+ 4	+ 5	+ 5	+ 3	+ 2	0	+ 3
24	− 1	0	+ 2	+ 4	+ 5	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4	+ 2	+ 1	− 1	+ 3
Écart diurne	4	7	19	28	30	31	34	29	25	20	13	7	"
Force totale (0,46000 +)	88	87	86	80	90	85	87	65	57	58	37	35	71

Année 1914. — Résumé. **VAL-JOYEUX.** **Valeurs horaires annuelles.**

HEURES.	DÉCLINAISON (13° +).		INCLINAISON (65° +).		COMPOSANTE H (0,19000 +).		COMPOSANTE Z (0,41000 +).		COMPOSANTE X (0,19000 +).		COMPOSANTE −Y (0,03000 +).		FORCE TOTALE (0,46000 +).	
	T (1).	C (1).	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.
0	48′,83	49′,20	38′,1	38′,1	737	737	632	633	166	166	712	715	75	74
1	48,87	49,22	38,1	38,2	736	737	632	633	165	165	713	715	75	73
2	49,02	49,31	38,2	38,2	736	737	632	634	165	166	713	715	75	73
3	48,99	49,22	38,2	38,2	736	737	632	634	165	165	713	715	76	73
4	48,90	49,13	38,2	38,1	737	738	633	635	166	167	713	714	77	74
5	48,58	48,60	38,1	38,2	737	738	633	635	167	168	711	712	77	75
6	48,19	48,13	38,3	38,3	736	737	633	636	166	167	709	709	77	74
7	47,77	47,62	38,4	38,4	734	734	633	636	165	165	706	705	76	73
8	47,45	47,17	38,6	38,5	730	730	632	634	161	162	703	702	73	70
9	47,97	47,55	38,8	38,8	725	726	628	630	156	158	705	703	68	65
10	49,60	49,16	38,9	38,8	722	724	624	626	151	152	713	710	62	61
11	51,71	51,22	38,7	38,6	723	724	621	622	149	150	725	723	58	57
12	53,60	53,08	38,4	38,3	727	728	620	619	150	152	737	734	58	59
13	54,24	53,62	38,3	38,2	730	731	623	623	152	154	741	738	63	63
14	53,69	53,13	38,4	38,2	731	734	628	628	154	157	738	736	68	67
15	52,41	51,87	38,4	38,2	732	735	632	632	157	160	731	729	73	72
16	51,34	50,95	38,5	38,2	732	736	635	633	158	162	726	723	75	74
17	50,49	50,30	38,5	38,2	734	738	636	635	161	165	721	721	76	76
18	49,83	49,85	38,4	38,0	735	739	636	635	163	167	718	719	77	77
19	49,49	49,64	38,3	37,9	737	741	636	634	165	169	716	718	78	77
20	49,15	49,45	38,2	37,9	737	741	635	634	166	169	714	717	77	77
21	48,85	49,35	38,2	38,0	737	740	634	634	166	169	713	716	77	76
22	48,57	49,23	38,1	38,0	738	740	633	634	167	168	711	716	76	75
23	48,60	49,22	38,1	38,0	737	739	633	633	167	168	711	715	76	74
24	48,80	49,21	38,1	38,0	737	739	632	633	166	167	712	715	75	74
Moyennes	49,84	49,80	38,4	38,2	733	735	631	632	161	163	717	718	73	71

(1) T = toutes les observations ; C = cinq jours calmes.

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Déclinaison (13° +).**

HEURES.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	9.	10.	24.	25.	26.	Moy.	1.	10.	11.	21.	25.	Moy.	5.	22.	28.	29.	30.	Moy.
h 0 (Gr.)	54,0	53,4	53,8	53,8	54,0	53,80	53,0	52,9	52,6	52,8	52,6	52,78	51,5	52,6	52,2	51,6	51,9	51,96
1	54,0	54,0	54,0	53,8	54,0	53,96	52,8	53,0	52,8	52,9	52,7	52,84	50,4	52,6	51,9	51,5	52,0	51,68
2	53,7	53,5	54,1	54,3	54,3	53,98	53,4	53,0	53,3	52,7	52,7	53,02	52,9	52,5	51,9	51,5	52,0	52,16
3	53,8	53,7	54,0	54,4	54,0	53,98	53,0	53,6	53,3	52,8	52,7	53,08	50,3	52,1	51,9	51,6	52,1	51,60
4	53,8	53,4	54,0	54,7	54,0	53,98	53,0	53,6	53,4	53,6	52,6	53,24	51,0	52,4	51,9	51,9	52,1	51,86
5	53,7	53,5	53,7	54,1	54,1	53,82	52,6	53,4	52,7	52,7	52,7	52,82	51,2	51,9	51,9	51,5	52,1	51,72
6	53,7	53,4	53,5	53,7	54,0	53,66	52,4	53,4	52,5	52,8	52,4	52,70	52,2	52,1	51,8	51,3	52,1	51,90
7	53,3	53,2	53,4	53,4	53,6	53,38	52,9	52,9	52,6	52,8	52,1	52,66	51,9	51,3	50,9	50,2	51,0	51,06
8	53,3	53,2	53,2	54,0	53,8	53,50	53,3	52,8	53,3	52,7	52,0	52,82	52,1	49,6	49,4	48,4	48,8	49,66
9	53,5	54,0	53,5	54,4	53,5	53,78	53,9	52,1	52,4	52,3	52,8	52,70	52,1	48,3	49,1	48,3	48,4	49,24
10	54,0	54,9	53,7	54,6	53,2	54,22	54,5	51,5	52,1	52,3	54,0	52,88	53,8	51,3	50,7	50,4	50,0	51,24
11	55,1	55,4	54,3	54,3	53,2	54,46	54,3	52,7	53,0	53,2	55,0	53,64	55,7	55,0	53,8	52,5	52,5	53,90
12	56,5	56,2	54,4	54,3	54,3	55,14	54,5	54,3	55,4	55,0	57,1	55,06	57,2	57,2	56,6	54,8	56,2	56,40
13	56,3	55,9	54,7	54,3	55,3	55,30	54,8	54,7	55,2	55,2	57,2	55,42	56,6	57,2	57,8	56,5	57,9	57,20
14	55,3	55,3	54,4	54,3	55,7	55,00	54,5	54,6	55,8	54,5	56,2	55,12	54,7	55,9	58,0	56,5	58,8	56,78
15	54,7	54,4	54,3	53,7	55,3	54,48	54,0	53,9	54,6	53,6	54,2	54,06	53,4	53,5	56,5	55,3	57,5	55,24
16	54,7	54,4	54,7	54,6	55,2	54,72	53,7	53,0	54,2	53,8	53,4	53,42	52,5	51,9	54,4	53,4	53,4	53,52
17	54,6	54,0	54,6	54,4	54,6	54,32	54,2	53,0	54,2	52,8	53,3	53,50	52,5	51,2	52,6	52,2	54,0	52,50
18	54,0	53,8	53,2	53,8	53,8	53,72	53,5	53,3	53,3	53,3	53,2	53,32	52,5	51,9	52,2	51,9	53,4	52,38
19	53,4	53,7	53,4	53,4	53,4	53,46	53,4	53,1	52,8	53,0	52,7	53,00	52,6	52,1	52,1	51,9	52,5	52,24
20	53,5	53,5	53,2	53,2	53,4	53,36	53,3	52,7	52,7	52,8	52,4	52,78	52,4	51,8	51,9	51,9	52,2	52,04
21	53,7	53,4	53,2	53,4	53,2	53,38	53,3	52,6	52,4	52,7	52,0	52,70	52,4	51,9	51,9	51,9	52,1	52,04
22	53,5	54,1	53,2	53,4	53,2	53,48	52,4	52,1	51,8	52,7	51,8	52,16	52,2	51,3	51,6	51,9	51,8	51,76
23	54,1	53,8	53,2	53,7	53,7	53,70	52,3	51,7	52,1	52,7	51,7	52,10	52,1	51,9	51,6	51,8	51,2	51,72
24	53,4	53,7	53,8	54,0	54,0	53,78	52,1	52,6	52,0	52,7	51,7	52,22	51,9	51,6	51,6	51,9	51,3	51,66
Moyennes	54,16	54,09	53,80	54,00	54,03	54,02	53,44	53,08	53,26	53,11	53,30	53,24	52,77	52,46	52,68	52,12	52,82	52,57

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Déclinaison (13° +).**

HEURES.	AVRIL.						MAI.						JUIN.					
	12.	15.	26.	29	30.	Moy.	9.	10.	14.	19.	20.	Moy.	12.	13.	16.	17.	23.	Moy.
h 0 (Gr.)	49,6	51,0	51,5	49,7	51,3	50,60	50,3	51,2	50,1	50,5	49,9	50,40	50,5	49,8	50,4	50,1	49,6	50,08
1	50,7	51,0	51,4	50,5	50,8	50,88	50,8	51,2	50,2	49,7	49,7	50,32	50,8	50,1	49,8	50,4	49,8	50,18
2	50,3	51,1	51,4	50,2	50,8	50,76	50,4	50,9	50,3	49,5	50,6	50,30	51,6	49,9	49,5	49,8	49,8	50,12
3	52,4	51,0	51,3	50,5	51,2	51,28	50,1	50,7	49,7	48,4	49,9	49,76	49,5	50,4	49,3	48,9	49,8	49,58
4	50,9	51,3	51,2	51,9	52,1	51,48	49,5	50,2	49,3	47,8	49,6	49,28	49,0	50,5	48,5	48,3	49,0	49,06
5	50,0	51,1	50,4	50,6	51,1	50,64	48,2	49,6	48,4	46,2	48,4	48,16	47,7	48,6	47,0	46,7	47,9	47,58
6	49,9	50,7	49,3	50,0	51,3	50,24	47,7	49,8	47,5	45,6	47,1	47,54	46,8	47,4	46,1	46,0	46,3	46,52
7	48,4	49,9	47,6	49,2	50,2	49,06	46,8	47,1	46,2	45,5	46,4	46,40	46,1	47,0	46,0	45,5	44,9	45,90
8	47,9	49,1	45,7	47,8	48,7	47,76	47,0	46,4	46,4	45,3	46,1	46,24	45,4	47,3	45,8	46,1	44,6	45,84
9	47,5	48,8	46,2	47,8	48,6	47,78	48,8	47,3	46,8	47,1	46,9	47,38	46,0	47,9	47,2	48,0	46,7	47,16
10	49,3	49,4	47,9	49,6	49,4	49,12	52,4	51,1	48,6	49,6	49,3	50,20	48,0	48,5	49,0	50,6	51,7	49,56
11	52,4	51,1	51,3	52,4	52,1	51,86	54,8	54,6	51,0	52,8	51,8	53,00	50,6	51,2	51,4	52,7	55,2	52,22
12	56,3	53,6	55,7	55,3	54,3	55,04	56,2	58,0	52,5	55,1	54,0	55,16	52,8	54,2	52,5	55,0	57,0	54,30
13	58,5	54,9	57,6	56,5	55,3	56,56	55,8	56,7	52,6	55,6	54,1	54,96	54,5	55,6	52,5	55,9	57,5	55,20
14	56,5	55,5	57,2	56,0	55,9	56,22	54,9	55,3	52,7	54,3	53,8	54,20	55,5	56,7	52,4	55,8	57,4	55,56
15	54,8	54,8	55,4	54,3	55,4	54,94	52,7	53,3	52,6	52,5	52,8	52,78	54,5	54,9	52,6	53,9	54,5	54,08
16	53,8	53,7	54,4	53,5	54,3	53,94	50,9	51,7	52,4	51,6	51,9	51,70	53,7	52,8	52,1	52,8	52,6	52,80
17	52,9	53,5	52,0	52,2	52,8	52,68	50,1	50,5	51,3	51,5	51,5	50,98	52,6	51,8	51,7	52,1	52,0	52,04
18	51,9	52,6	51,3	50,6	51,2	51,52	50,3	50,7	50,9	51,5	51,0	50,88	52,6	51,1	51,2	50,9	50,9	51,34
19	51,2	52,3	51,0	50,5	51,1	51,22	50,1	50,8	51,2	51,0	50,9	50,80	51,1	50,8	50,6	50,6	50,4	50,70
20	49,6	51,8	50,7	50,8	50,8	50,74	49,9	50,8	51,3	50,6	50,7	50,66	50,5	50,9	50,6	51,4	49,6	50,60
21	50,3	51,8	50,5	51,2	51,1	50,98	50,8	50,1	51,3	49,9	50,7	50,56	51,1	50,4	50,6	50,8	49,6	50,50
22	50,3	51,4	50,6	51,1	51,1	50,90	50,8	50,2	51,3	50,7	50,8	50,76	51,4	50,5	50,0	50,8	48,9	50,32
23	50,2	51,1	50,6	51,1	51,2	50,84	50,9	50,1	50,5	50,6	50,9	50,60	49,6	50,2	49,8	50,8	49,3	49,94
24	50,6	51,1	50,6	51,3	51,3	50,98	51,2	50,2	50,3	49,9	50,7	50,46	49,8	50,4	50,1	50,4	49,3	50,00
Moyennes	51,49	51,77	51,32	51,42	51,75	51,55	50,86	51,12	50,22	50,10	50,38	50,54	50,48	50,78	49,85	50,59	50,62	50,46

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Déclinaison** (13° +).

HEURES.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	2.	8.	13.	17.	19.	Moy.	9.	10.	14.	16.	22.	Moy.	2.	7.	14.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	49',9	49',8	48',9	49',5	48',5	49',32	47',9	48',9	47',7	48',6	48',7	48',36	47',8	46',8	47',0	47',5	46',7	47',16
1.....	49,3	49,8	49,0	48,5	48,9	49,10	47,7	48,9	46,9	48,1	47,9	47,90	47,4	47,4	47,5	47,5	46,7	47,30
2.....	48,5	49,5	49,0	48,2	49,2	48,88	47,0	49,1	47,2	47,8	47,8	47,78	49,1	47,1	47,0	47,9	46,9	47,60
3.....	48,9	48,9	49,0	48,2	49,2	48,84	47,7	47,3	47,2	47,9	48,7	47,76	49,1	46,7	46,4	46,7	46,4	47,06
4.....	48,2	48,0	48,3	47,9	48,6	48,20	47,7	47,6	47,2	47,9	48,4	47,76	47,5	46,4	46,9	46,4	46,7	46,78
5.....	47,4	46,4	47,1	46,7	47,7	47,06	47,2	46,7	46,4	47,2	48,1	47,12	46,4	45,4	46,7	46,2	46,7	46,28
6.....	46,1	45,1	46,7	46,1	47,0	46,20	45,7	45,8	45,8	46,8	46,0	46,02	45,3	44,3	46,0	45,7	46,4	45,54
7.....	46,0	44,8	47,4	46,1	46,9	46,24	45,7	45,2	44,8	46,8	45,4	45,58	45,0	43,9	45,0	44,2	45,9	44,80
8.....	45,8	45,0	46,3	45,5	46,9	45,90	45,2	45,1	44,4	46,3	45,0	45,20	45,2	44,9	45,0	43,2	44,5	44,56
9.....	46,7	46,7	46,3	47,0	48,8	47,10	46,4	47,0	45,2	47,1	46,9	46,52	47,1	47,4	46,7	44,1	44,6	45,98
10.....	49,6	48,9	47,7	48,6	50,8	49,12	48,3	48,7	48,2	49,7	49,4	48,86	50,2	50,4	49,4	47,6	46,9	48,90
11.....	52,1	52,1	50,1	51,2	52,3	51,56	51,1	50,1	50,5	52,2	52,3	51,24	51,6	53,0	51,3	52,2	50,7	51,76
12.....	53,3	53,7	52,1	53,6	53,5	53,24	54,6	52,9	52,3	53,4	54,2	53,48	53,5	53,7	52,7	53,6	51,6	53,02
13.....	54,2	54,5	53,3	54,7	54,0	54,14	55,8	52,9	53,6	54,4	54,8	54,30	54,1	53,9	53,5	53,7	51,9	53,42
14.....	53,4	55,0	53,6	54,2	53,3	53,90	54,9	53,2	52,7	53,8	53,8	53,68	52,4	52,7	52,0	52,2	50,7	52,00
15.....	52,8	53,4	53,4	52,7	52,9	53,04	53,5	51,7	52,9	52,2	51,3	52,32	49,7	50,8	49,5	49,8	49,4	49,84
16.....	52,7	51,4	52,4	51,7	51,4	51,92	51,7	50,4	51,5	50,7	49,1	50,68	48,8	48,7	48,5	48,2	48,5	48,54
17.....	52,3	50,5	50,6	50,8	50,2	50,88	49,9	49,8	50,4	49,4	47,9	49,48	48,1	47,6	48,4	47,6	48,4	48,02
18.....	50,8	49,8	49,8	50,6	49,5	50,10	49,4	48,9	48,9	49,1	47,2	48,70	47,8	47,9	48,4	48,2	48,5	48,16
19.....	50,7	49,6	49,8	51,2	48,9	50,04	48,6	49,2	48,2	48,5	47,9	48,48	47,4	48,3	48,2	48,1	48,2	48,04
20.....	50,5	50,1	49,9	50,4	49,1	50,00	48,8	48,5	48,3	48,7	48,1	48,48	48,3	47,7	48,3	47,5	47,9	47,94
21.....	50,1	50,1	48,9	50,6	49,1	49,76	48,8	48,9	48,6	48,8	48,1	48,64	48,1	46,3	48,2	47,2	47,8	47,52
22.....	49,8	49,9	49,8	50,8	49,4	49,94	48,2	47,2	48,2	48,8	48,4	48,16	47,4	47,1	46,9	47,0	47,8	47,24
23.....	49,8	49,8	49,9	50,2	49,8	49,90	48,2	48,3	49,4	47,9	48,1	48,38	47,5	47,6	46,3	47,0	47,3	47,14
24.....	49,3	49,5	49,5	49,6	49,9	49,56	48,9	48,6	48,3	46,9	47,8	48,10	46,9	47,6	46,6	46,9	47,2	47,04
Moyennes..	49,94	49,70	49,57	49,79	49,86	49,77	49,19	48,84	48,62	49,22	48,88	48,95	48,51	48,18	48,15	47,87	47,81	48,11

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Déclinaison** (13° +).

HEURES.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	12.	14.	24.	25.	26.	Moy.	9.	20.	21.	22.	23.	Moy.	2.	13.	15.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	44',1	46',7	45',8	46',1	46',1	45',76	45',4	44',9	45',2	46',2	45',0	45',34	45',1	44',5	44',4	44',7	45',3	44',80
1.....	46,2	46,6	45,8	45,9	46,2	46,14	45,5	45,2	45,5	46,3	45,2	45,54	44,8	45,1	44,3	44,8	45,2	44,84
2.....	46,8	46,6	45,9	46,1	46,2	46,32	45,7	45,8	45,5	46,5	45,8	45,86	45,3	45,1	43,7	45,1	45,3	44,90
3.....	46,9	46,5	45,9	46,2	46,3	46,36	45,9	46,1	46,2	46,6	45,6	46,08	45,9	45,4	44,3	45,2	45,6	45,28
4.....	46,9	46,6	45,4	46,2	46,5	46,32	46,2	45,7	46,2	46,5	45,9	46,12	45,6	45,7	45,1	45,4	45,8	45,52
5.....	47,1	46,6	47,2	46,6	46,6	46,82	45,7	45,8	46,2	46,5	45,6	45,96	45,1	44,9	45,0	45,5	45,8	45,26
6.....	46,8	45,9	47,1	46,5	46,5	46,56	44,9	45,5	46,1	46,3	45,3	45,62	45,0	44,9	44,8	45,4	45,3	45,08
7.....	46,1	46,1	46,9	46,6	46,1	46,36	44,6	45,5	45,8	46,2	45,2	45,46	44,4	44,6	44,3	44,9	44,7	44,58
8.....	45,9	45,0	45,3	45,9	45,5	45,52	43,9	44,6	45,1	45,4	44,3	44,66	43,8	44,4	44,2	44,9	44,4	44,34
9.....	45,9	44,3	43,4	44,6	44,4	44,52	43,7	43,7	44,5	45,0	43,6	44,10	43,6	44,1	43,7	45,1	45,0	44,30
10.....	46,8	45,3	44,4	44,6	45,2	45,26	45,4	44,8	44,9	46,6	44,9	45,32	44,7	44,8	45,1	45,4	46,1	45,22
11.....	49,6	46,9	46,6	46,6	47,2	47,38	47,6	46,4	47,1	48,5	47,1	47,34	46,5	45,8	46,2	46,4	46,6	46,30
12.....	51,6	49,3	49,1	49,4	50,2	49,92	49,0	47,9	48,0	49,3	49,2	48,68	48,4	46,4	46,3	48,0	47,7	47,36
13.....	51,9	50,2	49,9	49,9	51,1	50,60	49,7	48,1	48,4	48,4	49,0	48,72	48,8	46,7	46,6	48,5	47,7	47,66
14.....	51,9	49,9	49,7	49,6	50,0	50,22	49,3	47,3	47,6	47,6	47,5	47,86	47,6	46,1	46,6	47,4	47,3	47,00
15.....	49,6	48,5	48,3	48,4	48,4	48,64	47,6	46,7	46,6	46,8	46,2	46,78	46,3	45,7	46,0	46,1	46,8	46,18
16.....	47,8	48,3	47,4	47,5	47,4	47,68	47,0	46,4	46,7	46,5	46,2	46,56	46,2	45,4	45,4	45,8	46,5	45,86
17.....	46,3	48,3	47,7	47,4	47,5	47,44	46,8	45,9	46,6	46,2	46,1	46,32	46,2	44,9	44,8	45,5	45,9	45,46
18.....	46,6	47,2	46,8	46,9	47,2	46,94	46,2	45,7	46,5	45,3	45,6	45,86	45,6	44,8	44,7	45,2	45,9	45,24
19.....	46,9	47,4	46,9	46,8	46,9	46,98	46,4	45,4	46,7	45,1	45,5	45,82	45,1	44,6	44,5	45,1	44,9	44,84
20.....	47,1	45,9	47,2	46,6	46,8	46,72	45,7	45,4	45,9	45,4	44,2	45,32	44,8	44,6	44,5	44,9	45,0	44,76
21.....	46,3	47,1	46,8	46,5	46,6	46,66	44,8	44,6	46,0	45,3	45,0	45,14	44,1	44,4	44,4	44,9	44,3	44,42
22.....	46,9	46,8	46,5	46,3	46,6	46,62	44,9	44,0	46,1	44,9	44,8	44,94	44,7	44,5	44,4	44,6	43,9	44,42
23.....	46,6	46,9	46,2	46,1	46,7	46,50	45,4	44,8	46,1	44,4	44,8	45,10	44,8	44,5	44,8	44,6	44,6	44,66
24.....	46,8	46,1	46,1	46,1	46,8	46,38	45,5	45,2	46,2	45,0	45,2	45,42	45,0	44,8	45,3	44,6	44,7	44,88
Moyennes..	47,50	47,03	46,76	46,80	47,02	47,02	46,14	45,68	46,25	46,30	45,74	46,02	45,51	45,08	44,94	45,55	45,64	45,35

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Inclinaison (64° +).**

HEURES.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	9.	10.	24.	25.	26	Moy.	1.	10.	11.	21.	25.	Moy.	5.	22.	28.	29.	30.	Moy.
h 0 (Gr.)...	38,7	38,9	38,8	38,6	38,9	38,8	38,6	38,5	39,0	38,6	38,7	38,7	39,2	38,9	38,6	38,8	38,4	38,8
1.....	38,7	38,9	38,8	38,6	38,8	38,8	38,5	38,4	39,3	38,6	38,7	38,7	39,2	39,2	38,7	38,8	38,5	38,9
2.....	38,6	38,9	38,8	38,6	38,6	38,7	38,2	38,5	39,1	38,5	38,7	38,6	38,9	39,0	38,7	38,9	38,5	38,8
3.....	38,6	38,9	38,8	38,5	38,4	38,6	38,3	38,6	39,0	38,5	38,7	38,6	39,0	39,0	38,7	38,9	38,5	38,8
4.....	38,6	38,8	38,6	38,4	38,3	38,5	38,2	38,6	38,9	38,2	38,5	38,5	39,3	38,7	38,7	38,5	38,3	38,7
5.....	38,6	38,7	38,5	38,4	38,2	38,5	38,0	38,3	38,6	37,9	38,6	38,3	39,4	38,7	38,7	38,7	38,3	38,8
6.....	38,6	38,7	38,5	38,3	38,2	38,5	37,9	38,1	38,0	38,0	38,6	38,1	39,3	38,5	38,6	38,6	38,2	38,6
7.....	38,5	38,8	38,3	38,3	38,2	38,4	37,9	38,0	38,5	38,0	38,7	38,2	38,8	38,8	38,5	38,3	38,1	38,5
8.....	38,5	38,8	38,2	37,8	37,8	38,2	37,7	37,7	38,0	38,1	38,8	38,1	39,2	38,9	38,7	38,5	38,2	38,7
9.....	38,5	38,9	38,1	37,5	38,1	38,2	37,6	37,6	38,0	38,2	38,8	38,1	39,0	39,4	39,4	38,8	38,5	39,0
10.....	38,5	38,8	38,3	37,6	38,2	38,3	38,5	37,8	38,3	37,9	38,7	38,3	39,4	39,6	39,0	39,2	38,9	39,4
11.....	38,5	38,6	38,5	38,2	38,5	38,5	38,6	37,9	38,8	37,9	38,5	38,3	39,4	39,3	39,8	39,3	39,1	39,4
12.....	38,5	38,3	38,9	38,5	38,5	38,5	38,5	38,2	38,9	37,9	38,3	38,4	39,3	39,2	38,9	39,0	38,9	39,1
13.....	38,9	38,4	38,9	38,7	38,8	38,7	38,0	38,3	38,9	38,2	38,2	38,3	39,3	38,5	38,7	38,5	38,9	38,7
14.....	39,0	38,4	39,0	39,3	38,9	38,9	37,9	38,5	38,4	38,1	38,2	38,2	38,7	38,3	37,9	38,3	39,2	38,5
15.....	38,9	38,8	39,0	39,5	38,8	39,0	38,0	38,8	38,5	38,2	38,7	38,4	38,8	38,5	38,1	38,6	39,2	38,6
16.....	38,6	38,8	38,9	39,4	39,0	38,9	38,0	38,9	38,5	38,4	38,9	38,5	39,1	38,5	38,5	38,7	38,7	38,7
17.....	38,8	38,6	39,0	39,4	39,1	39,0	38,0	38,7	38,7	38,7	38,8	38,6	39,2	38,7	38,8	38,6	38,6	38,8
18.....	38,9	38,4	38,9	38,9	38,8	38,8	37,9	38,7	38,5	38,4	38,6	38,4	39,0	38,6	38,8	38,6	38,7	38,7
19.....	38,8	38,4	38,6	39,1	38,8	38,7	37,8	38,8	38,4	38,3	38,6	38,4	38,6	38,6	38,7	38,5	38,7	38,6
20.....	38,8	38,4	38,6	39,1	38,7	38,7	38,0	38,8	38,3	38,3	38,6	38,4	38,9	38,8	38,6	38,4	38,7	38,7
21.....	38,8	38,5	38,6	39,0	38,6	38,7	38,4	38,6	38,3	38,3	38,4	38,4	39,0	38,6	38,5	38,3	38,6	38,6
22.....	38,9	38,5	38,7	38,9	38,5	38,7	38,5	38,7	38,6	38,4	38,4	38,5	39,0	38,3	38,7	38,7	38,7	38,6
23.....	38,9	38,8	38,3	39,0	38,7	38,7	38,4	38,9	38,5	38,4	38,4	38,5	39,0	38,6	38,7	38,5	38,8	38,7
24.....	38,9	38,9	38,6	38,9	38,6	38,8	38,5	39,0	38,5	38,4	38,4	38,6	39,0	38,5	38,8	38,4	38,7	38,7
Moyennes..	38,7	38,7	38,6	38,7	38,6	38,6	38,2	38,4	38,6	38,2	38,6	38,4	39,1	38,8	38,7	38,6	38,6	38,8

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Inclinaison (64° +).**

HEURES.	AVRIL.						MAI.						JUIN.					
	12.	15.	26.	29.	30.	Moy.	9.	10.	14.	19.	20.	Moy.	12.	13.	16.	17.	23.	Moy.
h 0 (Gr.)...	38,1	39,0	38,5	38,1	38,8	38,5	38,8	38,5	37,9	39,2	38,6	38,6	38,0	37,6	38,0	38,1	38,5	38,0
1.....	38,9	39,0	38,5	38,4	39,0	38,8	38,5	38,5	37,9	39,2	38,9	38,6	37,9	37,8	38,2	38,2	38,5	38,1
2.....	39,0	39,3	38,5	38,6	39,0	38,9	38,8	38,5	38,0	39,3	38,7	38,7	38,0	37,7	38,3	38,1	38,6	38,1
3.....	38,5	39,4	38,5	39,3	39,0	38,9	38,9	38,5	38,1	39,4	38,7	38,7	38,1	37,9	37,8	38,2	38,6	38,1
4.....	38,7	39,2	38,7	38,8	39,0	38,9	38,9	38,5	38,3	39,4	38,6	38,7	38,2	37,8	37,7	38,1	38,5	38,1
5.....	38,4	39,3	38,8	38,9	38,7	38,8	39,0	38,6	38,3	39,7	38,7	38,9	38,3	38,1	37,8	38,1	38,3	38,1
6.....	38,5	39,2	38,7	39,0	38,5	38,8	38,9	39,2	38,5	39,8	39,1	39,1	38,7	38,6	38,4	38,3	38,9	38,6
7.....	38,5	38,9	38,5	38,9	38,6	38,7	39,3	39,8	38,7	40,1	39,2	39,4	39,3	38,9	38,8	38,7	39,5	39,0
8.....	39,0	39,0	38,9	39,2	39,0	39,0	39,8	40,1	39,0	40,3	39,4	39,7	39,6	39,3	39,4	39,3	39,9	39,5
9.....	39,7	39,0	38,9	39,2	39,2	39,2	40,3	39,7	38,7	40,1	39,4	39,6	39,7	39,6	39,6	39,6	40,3	39,8
10.....	40,3	39,3	38,8	39,4	39,4	39,4	40,1	38,7	38,2	40,0	39,0	39,2	39,5	39,4	39,9	39,2	40,6	39,7
11.....	39,9	39,7	38,6	39,5	39,6	39,5	39,1	37,9	38,0	39,3	38,4	38,5	38,6	38,7	39,4	38,5	39,6	39,0
12.....	39,2	39,5	37,9	39,7	39,7	39,2	38,6	37,1	37,9	38,8	38,5	38,2	37,9	37,7	38,6	38,3	39,0	38,3
13.....	38,7	39,6	38,0	39,5	39,3	39,0	38,6	37,6	38,3	38,5	38,5	38,3	37,7	37,6	38,3	38,5	38,5	38,1
14.....	39,4	39,0	38,4	39,7	39,1	39,1	38,9	38,0	38,0	38,8	38,0	38,3	37,4	37,8	38,0	38,4	38,0	37,9
15.....	38,5	39,0	38,4	39,5	38,9	38,9	38,9	38,4	37,9	38,8	38,1	38,4	37,7	38,2	38,2	38,3	38,3	38,1
16.....	38,7	39,4	38,5	39,2	39,1	39,0	39,0	38,4	38,1	38,6	38,4	38,5	37,9	38,2	38,3	37,8	38,6	38,2
17.....	39,0	39,1	38,6	39,1	39,2	39,0	38,7	38,1	37,8	38,5	37,9	38,2	38,1	38,5	38,1	37,9	38,6	38,2
18.....	39,0	38,9	38,6	39,0	39,1	38,9	38,4	37,7	37,8	38,1	38,1	38,0	38,3	38,2	37,8	37,9	38,4	38,1
19.....	39,0	38,8	38,2	38,9	38,9	38,8	38,2	37,5	38,0	38,2	37,9	38,0	37,4	38,1	37,8	37,7	38,1	37,8
20.....	38,5	38,7	38,1	38,9	38,9	38,6	38,1	37,5	37,8	38,4	38,2	38,0	37,5	37,6	37,9	37,3	38,2	37,7
21.....	38,9	38,7	38,2	38,6	38,9	38,7	38,3	37,9	37,7	38,6	38,1	38,1	37,7	37,7	37,9	37,4	38,0	37,7
22.....	38,9	38,6	38,0	38,8	38,9	38,6	38,4	38,1	37,7	38,5	38,2	38,2	37,6	37,8	37,9	37,5	38,4	37,8
23.....	39,2	38,4	38,1	38,8	38,9	38,7	38,5	38,1	37,8	38,6	38,4	38,3	37,8	38,0	38,1	37,5	38,7	38,0
24.....	39,1	38,0	37,9	38,8	38,8	38,5	38,5	37,5	37,3	38,6	38,4	38,1	37,6	38,1	38,1	37,6	38,6	38,0
Moyennes..	38,9	39,1	38,4	39,1	39,0	38,9	38,9	38,3	38,1	39,1	38,5	38,6	38,2	38,2	38,3	38,2	38,8	38,3

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Inclinaison (64° +).**

HEURES.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	2.	8.	13.	17.	19.	Moy.	9.	10.	14.	16.	22.	Moy.	2.	7.	14.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	38',0	37',8	37',7	37',2	38',1	37',8	37',7	37',7	36',7	37',2	37',9	37',4	38',0	38',1	37',3	37',4	37',9	37',7
1.....	38,2	37,8	37,7	37,5	38,0	37,8	37,8	37,7	36,8	37,0	38,0	37,5	38,1	38,1	37,5	37,4	38,0	37,8
2.....	38,3	38,1	37,7	37,7	37,9	37,9	37,7	37,5	37,2	37,2	38,2	37,6	38,2	38,0	37,5	37,4	37,6	37,7
3.....	38,5	38,1	37,6	37,8	37,7	37,9	38,0	38,2	37,2	37,3	38,6	37,9	38,2	38,1	37,7	37,5	37,9	37,9
4.....	38,3	38,2	37,4	37,7	37,5	37,8	38,1	38,3	37,1	37,3	38,4	37,8	38,1	38,1	38,0	37,7	37,9	38,0
5.....	38,4	38,2	37,3	37,6	37,9	37,9	38,0	38,2	37,2	37,4	38,7	37,9	38,4	38,3	38,0	37,8	37,8	38,1
6.....	38,8	38,5	38,3	38,0	38,4	38,4	38,4	38,8	37,5	37,6	38,8	38,2	38,7	38,6	38,2	38,1	37,8	38,3
7.....	39,5	38,7	38,9	38,5	38,6	38,8	38,9	39,5	38,2	38,1	39,5	38,8	39,0	39,1	38,6	38,6	38,1	38,7
8.....	39,9	38,9	39,0	39,3	38,7	39,2	39,7	40,2	38,5	38,4	40,0	39,4	39,1	40,1	38,7	38,9	38,3	39,0
9.....	39,7	39,0	39,5	39,4	38,5	39,2	39,9	40,0	38,4	38,3	39,4	39,2	39,1	40,1	39,1	39,1	38,4	39,2
10.....	39,7	38,7	39,3	38,9	38,4	39,0	39,8	39,4	38,2	37,6	38,9	38,8	38,7	39,8	38,8	38,6	38,5	38,9
11.....	38,9	38,4	38,7	38,1	38,0	38,4	39,2	38,8	38,1	37,3	38,6	38,4	38,2	38,7	38,7	38,2	38,3	38,4
12.....	38,3	38,3	38,2	37,6	38,2	38,1	38,3	37,6	37,8	36,5	38,7	37,8	37,1	37,6	38,3	38,1	38,5	37,9
13.....	38,6	38,4	38,6	37,5	38,2	38,3	38,1	37,3	37,6	36,5	38,2	37,5	36,7	37,3	37,9	37,9	38,3	37,6
14.....	38,0	38,3	38,8	37,8	38,3	38,2	38,2	37,6	37,9	36,7	38,0	37,7	37,4	37,7	38,3	37,6	38,2	37,8
15.....	38,2	38,1	38,3	37,8	38,0	38,1	38,2	38,7	37,8	37,1	37,9	37,9	38,0	37,6	38,6	37,5	37,8	37,9
16.....	38,2	38,2	37,9	37,3	38,2	38,0	37,8	38,8	37,5	37,0	38,0	37,8	38,3	37,6	38,3	37,6	37,4	37,8
17.....	37,9	38,1	37,6	37,0	38,0	37,7	38,0	38,4	36,8	36,6	38,2	37,6	38,0	37,9	38,0	37,6	37,3	37,8
18.....	38,2	37,9	37,4	37,1	37,5	37,6	37,4	38,1	37,0	36,6	38,1	37,4	37,8	37,5	37,7	37,6	37,1	37,5
19.....	38,2	37,2	37,2	37,4	37,4	37,5	37,9	37,7	36,9	36,5	38,0	37,4	37,8	37,3	37,4	37,4	37,2	37,4
20.....	38,3	37,1	37,5	36,9	37,7	37,5	37,6	38,0	36,6	36,6	38,1	37,4	37,3	37,3	37,6	37,4	37,2	37,4
21.....	38,2	37,2	37,9	37,0	37,5	37,6	37,7	38,1	36,6	36,9	38,0	37,5	37,2	37,3	37,5	37,5	37,4	37,4
22.....	38,3	37,4	37,9	37,3	37,7	37,7	37,9	38,0	36,6	36,9	38,0	37,5	37,5	37,4	37,7	37,4	37,3	37,5
23.....	38,2	37,5	38,1	37,5	37,6	37,6	37,7	37,7	36,5	37,1	38,3	37,5	37,4	37,5	37,3	37,5	37,4	37,4
24.....	38,1	37,6	38,1	37,7	37,7	37,8	37,7	37,9	36,9	36,9	38,3	37,5	37,3	37,6	37,9	37,5	37,6	37,6
Moyennes..	38,5	38,1	38,1	37,8	38,0	38,1	38,3	38,3	37,4	37,1	38,4	37,9	38,0	38,1	38,0	37,8	37,8	38,0

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Inclinaison (64° +).**

HEURES.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	12.	14.	24.	25.	26.	Moy	9.	20.	21.	22.	23.	Moy.	2.	13.	15.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	37',6	37',6	37',8	37',9	37',7	37',7	37',6	38',0	37',8	38',0	37',4	37',8	38',1	37',9	38',2	37',6	37',5	37',9
1.....	37,9	37,4	37,9	37,9	37,7	37,8	37,6	38,1	37,9	38,0	37,4	37,8	38,0	37,9	38,1	37,6	37,5	37,8
2.....	38,0	37,4	38,0	37,9	37,6	37,8	37,6	38,0	37,8	37,9	37,3	37,7	38,1	37,7	37,9	37,6	37,4	37,7
3.....	37,7	37,3	38,0	37,8	37,5	37,7	37,7	37,7	37,6	37,9	37,3	37,6	38,1	37,7	38,0	37,5	37,2	37,7
4.....	37,7	37,3	37,9	37,7	37,4	37,6	37,5	37,7	37,5	37,8	37,2	37,5	37,9	37,5	37,9	37,5	37,2	37,6
5.....	37,7	37,3	38,3	37,7	37,3	37,7	37,5	37,5	37,3	37,6	37,1	37,4	37,8	37,5	37,6	37,5	37,0	37,5
6.....	37,7	37,3	38,0	37,7	37,1	37,6	37,7	37,5	37,4	37,5	37,3	37,5	37,8	37,1	37,4	37,5	37,0	37,4
7.....	38,0	37,4	37,8	37,5	37,0	37,5	37,8	37,5	37,3	37,5	37,2	37,5	37,8	37,2	37,1	37,5	37,0	37,3
8.....	38,2	37,5	37,9	37,5	37,3	37,7	38,0	37,5	37,6	37,6	37,5	37,6	37,7	37,5	37,5	37,7	37,2	37,5
9.....	38,1	37,7	38,4	37,7	37,9	38,0	38,5	37,9	38,0	37,9	38,1	38,0	38,1	37,7	37,7	38,3	37,5	37,7
10.....	38,5	38,4	38,7	37,6	38,5	38,3	38,7	38,5	38,3	38,5	38,4	38,5	38,5	37,7	38,0	38,6	37,6	38,1
11.....	38,7	38,8	38,6	37,4	38,5	38,4	38,8	38,6	38,5	38,4	38,7	38,6	38,5	37,8	38,4	38,3	37,6	38,1
12.....	38,5	38,4	38,5	37,5	38,0	38,2	38,8	38,3	38,0	37,7	37,9	38,1	38,1	38,0	37,9	38,0	37,6	37,9
13.....	38,3	38,1	38,1	37,8	37,2	37,9	38,4	38,0	37,8	37,4	37,6	37,8	37,8	38,0	37,9	37,9	37,0	37,8
14.....	37,9	37,8	38,2	38,0	37,1	37,8	38,3	37,7	38,0	37,3	37,6	37,8	37,7	38,1	37,8	37,7	37,5	37,8
15.....	38,1	37,8	38,3	38,1	37,4	37,9	38,3	37,7	38,4	37,3	37,5	37,8	37,7	37,8	37,5	37,5	37,5	37,6
16.....	38,2	37,8	38,2	38,2	37,5	38,0	37,9	37,8	37,7	37,3	37,4	37,6	37,7	37,8	37,5	37,5	37,8	37,7
17.....	38,1	37,7	38,2	37,9	37,4	37,9	37,9	37,7	37,5	37,4	37,6	37,6	37,5	37,7	37,2	37,4	37,9	37,5
18.....	37,8	37,6	38,0	37,8	37,2	37,7	37,8	37,7	37,5	37,6	37,6	37,6	37,3	37,7	37,1	37,5	37,7	37,5
19.....	37,4	37,5	37,9	37,8	37,1	37,5	37,8	37,8	37,8	37,3	37,6	37,7	37,6	37,6	36,9	37,5	37,6	37,4
20.....	37,5	37,4	37,9	37,7	37,2	37,5	37,8	37,7	38,1	37,4	38,0	37,8	37,5	37,5	36,8	37,5	37,6	37,4
21.....	37,5	37,6	37,8	37,6	37,3	37,6	37,9	37,6	37,9	37,5	37,6	37,7	37,5	37,7	36,9	37,6	37,6	37,5
22.....	37,5	37,7	37,8	37,7	37,4	37,6	37,6	37,6	37,9	37,5	37,6	37,6	37,5	37,5	37,2	37,7	37,0	37,6
23.....	37,5	37,3	37,8	37,7	37,5	37,6	37,5	37,6	37,9	37,3	37,7	37,6	37,5	37,7	37,2	37,6	37,5	37,5
24.....	37,6	37,1	37,9	37,7	37,3	37,5	37,5	37,8	38,0	37,4	37,7	37,7	37,6	37,7	37,2	37,6	37,4	37,5
Moyennes..	37,9	37,7	38,1	37,7	37,5	37,8	38,0	37,8	37,8	37,6	37,6	37,8	37,8	37,7	37,6	37,7	37,4	37,6

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante horizontale (0,19000 +).**

HEURES.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	9.	10.	24.	25.	26.	Moy.	1.	10.	11.	21.	25.	Moy.	5.	22.	28.	29.	30.	Moy.
h 0 (Gr.)...	738	738	733	738	736	737	733	740	737	738	735	737	728	738	737	736	741	736
1.....	739	738	734	737	736	737	734	742	734	738	735	737	730	735	736	735	740	735
2.....	741	738	734	738	739	738	739	739	737	740	736	738	734	737	736	734	740	736
3.....	741	738	735	740	743	739	737	740	738	740	736	738	731	738	736	734	741	736
4.....	741	740	737	741	744	741	740	740	740	743	738	740	727	742	736	740	743	738
5.....	741	740	739	742	745	741	742	744	743	747	737	743	727	741	736	737	744	737
6.....	741	740	739	743	745	742	744	747	752	746	737	745	728	744	737	739	745	739
7.....	741	739	741	743	745	742	743	748	743	745	736	743	735	741	739	744	747	741
8.....	741	738	742	748	749	744	744	752	750	745	735	745	728	740	736	740	746	738
9.....	742	737	744	753	745	744	742	754	749	743	734	744	731	731	725	733	739	732
10.....	741	738	742	751	744	743	735	750	744	747	733	742	724	725	716	725	729	724
11.....	740	741	739	745	739	741	733	746	736	745	733	739	722	727	715	720	724	722
12.....	740	745	734	741	737	739	733	740	732	744	736	737	726	729	725	725	727	726
13.....	737	745	733	739	733	737	739	741	732	742	738	738	728	739	734	734	729	733
14.....	737	745	734	732	734	736	741	739	739	744	740	741	736	745	744	740	726	738
15.....	739	739	732	730	735	735	741	737	738	744	736	739	736	745	745	738	729	739
16.....	742	739	732	731	732	735	739	737	738	741	735	738	732	745	741	738	739	739
17.....	740	742	732	731	732	735	741	740	735	736	736	738	731	742	737	740	742	738
18.....	738	744	733	736	737	738	744	740	737	740	739	740	734	741	737	739	740	738
19.....	739	744	737	734	737	738	746	738	739	741	740	741	738	742	738	741	741	740
20.....	740	744	737	733	738	738	742	739	739	741	740	740	734	739	739	743	741	739
21.....	739	742	737	734	739	738	736	741	738	741	743	740	733	742	739	744	742	740
22.....	738	743	737	735	739	738	735	741	734	741	743	739	733	747	737	744	740	740
23.....	738	738	742	734	737	738	736	739	734	740	743	738	734	742	737	740	739	738
24.....	738	737	738	736	738	737	734	737	734	740	742	737	734	744	736	741	740	739
Moyennes..	740	741	737	739	739	739	739	742	739	742	737	740	731	739	735	737	738	736

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante horizontale (0,19000 +).**

HEURES.	AVRIL.						MAI.						JUIN.					
	12.	15.	26.	29.	30.	Moy.	9.	10.	14.	19.	20.	Moy.	12.	13.	16.	17.	23.	Moy.
h 0 (Gr.)...	740	734	737	745	738	739	734	741	747	733	735	738	745	751	745	743	737	744
1.....	727	734	737	740	735	735	738	741	748	733	733	739	747	749	743	742	737	744
2.....	726	730	738	737	736	733	734	741	747	731	736	738	746	749	741	743	736	743
3.....	734	729	739	729	736	733	732	741	746	730	736	737	745	748	747	742	736	744
4.....	730	732	735	736	735	734	733	740	744	730	737	737	745	750	750	744	739	746
5.....	735	731	734	735	739	735	732	739	744	726	737	736	743	747	749	745	742	745
6.....	734	732	735	734	742	735	732	732	741	725	731	732	737	741	740	741	733	738
7.....	735	735	738	736	742	737	726	723	737	720	729	727	731	736	733	736	724	732
8.....	727	733	733	731	736	732	718	713	731	716	724	720	726	731	724	727	717	725
9.....	715	730	728	728	732	727	708	712	733	715	722	718	721	725	718	719	706	718
10.....	703	724	726	723	725	720	708	719	738	716	727	722	718	724	712	723	699	715
11.....	705	716	726	717	718	716	719	730	736	721	731	727	726	730	716	729	708	722
12.....	713	716	730	714	716	718	726	744	735	727	729	732	735	741	727	733	717	731
13.....	722	715	730	718	723	722	728	739	730	731	731	732	740	744	732	731	727	735
14.....	716	727	730	720	727	724	728	738	737	730	741	735	747	743	737	735	738	740
15.....	733	730	732	723	734	730	731	738	743	734	742	738	747	741	741	741	736	741
16.....	732	724	732	729	732	730	731	738	742	738	741	738	746	743	741	751	733	743
17.....	729	730	732	732	731	731	736	743	748	740	748	743	745	741	743	750	736	743
18.....	729	734	733	735	734	733	740	748	749	742	746	745	744	743	747	750	738	744
19.....	729	734	739	737	737	735	743	750	747	741	748	746	756	745	747	753	742	749
20.....	735	734	740	738	736	737	745	751	749	739	744	744	753	752	747	758	742	750
21.....	729	734	739	741	736	736	743	745	750	736	745	744	750	752	747	756	745	750
22.....	729	734	741	739	736	736	742	743	750	738	743	743	751	749	747	754	739	748
23.....	725	736	740	738	736	735	741	743	749	736	741	742	748	746	744	753	735	745
24.....	726	741	742	738	737	737	741	752	755	735	740	745	751	745	743	750	736	745
Moyennes..	726	730	734	731	733	731	731	737	743	730	737	736	741	742	738	742	731	739

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante horizontale** (0,19000 +).

HEURES.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	2.	8.	13.	17.	19.	Moy.	9.	10.	14.	16.	22.	Moy.	2.	7.	14.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	746	747	747	757	743	748	745	748	750	737	742	744	737	732	744	737	732	736
1.....	742	747	747	751	744	746	744	748	747	740	740	744	736	733	741	737	731	736
2.....	741	744	748	750	746	746	745	751	742	738	737	742	736	734	741	737	736	737
3.....	738	744	750	748	748	746	741	742	742	737	732	739	736	734	738	736	732	735
4.....	742	741	754	750	752	748	741	740	744	737	735	739	737	734	734	734	733	734
5.....	742	744	756	751	746	748	744	743	744	737	732	740	733	732	734	733	735	733
6.....	735	740	742	745	740	740	737	735	741	734	730	735	729	727	732	729	734	730
7.....	725	734	733	737	737	733	730	727	732	727	720	727	725	719	726	722	732	725
8.....	718	729	730	725	734	727	720	715	725	721	712	719	722	704	724	715	729	719
9.....	716	725	719	717	735	722	714	712	724	719	717	717	720	701	715	706	725	713
10.....	715	725	719	725	734	724	714	714	723	723	722	719	723	703	716	709	720	714
11.....	722	727	722	737	735	729	720	718	723	728	725	723	726	715	716	714	720	718
12.....	728	729	728	744	734	733	730	736	726	740	724	731	741	729	723	718	717	726
13.....	729	729	724	745	734	732	735	744	728	740	733	736	748	738	731	725	722	733
14.....	738	733	724	743	734	734	737	745	725	739	738	737	743	737	728	732	726	733
15.....	739	739	737	745	744	741	740	732	730	738	744	737	737	738	726	736	732	734
16.....	741	739	744	753	743	744	747	733	735	742	744	740	735	739	731	735	738	736
17.....	746	742	749	759	745	748	745	741	745	748	741	744	739	735	736	734	739	737
18.....	743	747	754	761	750	751	755	745	744	747	742	747	741	739	740	733	742	739
19.....	743	757	757	757	754	754	747	750	745	750	741	747	748	743	745	736	742	743
20.....	742	755	752	764	750	753	750	746	748	749	739	746	747	743	742	736	742	742
21.....	744	755	747	760	752	752	749	745	748	745	740	745	748	743	744	735	739	742
22.....	741	753	746	756	749	749	745	746	748	744	740	745	744	741	741	736	740	740
23.....	743	751	743	753	749	748	747	748	749	742	736	744	746	739	747	735	739	741
24.....	744	750	743	750	748	747	748	745	743	745	736	743	747	737	738	735	736	739
Moyennes..	736	741	740	747	743	741	738	738	738	738	733	737	737	731	733	729	732	732

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante horizontale** (0,19000 +).

HEURES.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	12.	14.	24.	25.	26.	Moy.	9.	20.	21.	22.	23.	Moy.	2.	13.	15.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	735	735	737	737	740	737	725	724	730	729	732	728	727	723	719	725	722	723
1.....	731	738	736	737	740	736	724	724	730	729	732	728	728	723	720	725	722	724
2.....	729	738	735	737	741	736	725	726	731	730	733	729	727	725	723	725	724	725
3.....	733	739	736	738	742	738	724	729	733	731	734	730	727	726	721	726	727	725
4.....	734	739	737	739	745	739	725	730	735	732	735	731	729	728	722	726	728	727
5.....	734	739	732	740	746	738	725	732	738	733	737	733	730	729	725	726	731	728
6.....	735	740	736	741	748	740	724	733	737	735	733	732	730	734	728	726	732	731
7.....	732	738	738	743	749	740	722	733	738	735	735	733	730	732	732	726	731	730
8.....	728	737	737	744	746	738	720	731	734	732	732	730	729	728	727	723	729	727
9.....	728	734	729	741	738	734	714	725	727	726	722	723	723	726	724	716	724	723
10.....	719	722	723	738	726	726	708	715	722	715	716	715	717	725	720	711	723	719
11.....	714	714	720	740	724	722	705	714	719	716	710	713	716	724	716	715	722	719
12.....	716	719	723	737	731	725	705	719	726	727	721	720	722	722	722	717	722	721
13.....	720	725	728	734	744	730	711	725	731	732	728	725	728	722	723	721	723	723
14.....	728	730	730	734	747	734	715	730	731	735	731	728	731	722	725	725	727	726
15.....	727	732	731	734	745	734	715	732	724	735	733	728	731	725	728	728	725	727
16.....	728	734	734	734	743	735	720	731	733	735	733	730	731	725	728	728	721	727
17.....	729	735	733	737	744	736	720	732	736	733	733	731	733	726	731	729	719	728
18.....	734	737	736	739	747	739	721	731	737	730	733	730	730	726	732	728	722	728
19.....	739	738	738	739	748	740	721	730	732	734	733	730	731	727	734	727	723	728
20.....	738	741	738	740	747	741	720	731	728	732	726	727	732	728	735	727	722	729
21.....	738	738	739	741	746	740	719	732	730	731	729	728	732	726	734	726	723	728
22.....	737	737	739	740	745	740	723	732	731	731	729	729	732	728	730	724	732	729
23.....	737	743	739	740	743	740	723	732	730	734	728	729	732	726	729	725	725	727
24.....	735	745	737	740	747	741	724	730	729	732	729	729	731	726	730	724	725	727
Moyennes..	730	734	734	739	742	736	719	728	731	731	729	728	728	726	726	724	725	726

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante verticale (0,41000 +).**

HEURES.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	9.	10.	24.	25.	26.	Moy.	1.	10.	11.	21.	25.	Moy.	5.	22.	28.	29.	30.	Moy.
h 0 (Gr.)...	653	658	646	650	654	652	639	651	661	649	647	649	648	660	647	650	650	651
1.....	655	660	647	649	653	653	639	651	661	650	647	650	650	661	647	650	650	652
2.....	655	660	647	649	653	653	639	652	662	649	647	650	649	661	648	651	650	652
3.....	655	660	648	649	653	653	639	653	662	649	648	650	648	661	648	651	651	652
4.....	656	659	648	649	653	653	640	653	662	648	648	650	649	660	649	651	651	652
5.....	656	658	648	650	652	653	640	654	661	647	648	650	650	660	649	651	651	652
6.....	655	658	647	650	651	652	639	653	661	647	648	650	650	660	649	652	651	652
7.....	654	657	647	649	650	651	638	653	657	646	649	649	648	663	650	652	653	653
8.....	653	656	646	646	648	650	634	650	655	647	648	647	648	663	649	649	652	652
9.....	654	657	645	645	648	650	636	652	655	647	647	647	648	658	646	646	649	649
10.....	652	657	647	647	649	650	638	650	652	646	643	646	644	652	643	640	641	644
11.....	652	655	648	652	649	651	638	643	650	643	635	642	640	648	637	634	635	639
12.....	652	655	649	653	646	651	636	642	647	641	635	640	645	649	636	635	634	639
13.....	658	658	649	655	645	653	634	646	645	644	638	641	649	650	631	639	639	642
14.....	660	659	653	657	650	656	633	648	646	647	641	643	649	655	640	643	644	646
15.....	660	658	650	659	650	655	636	654	647	648	648	647	650	660	648	650	649	651
16.....	659	658	646	658	649	654	634	656	647	648	652	647	652	661	651	652	655	654
17.....	659	658	649	658	652	655	638	657	646	647	652	648	653	661	655	654	658	656
18.....	659	657	649	656	653	655	639	657	646	647	652	648	652	657	653	653	658	655
19.....	659	657	648	656	654	655	640	657	645	646	653	648	651	657	650	653	658	654
20.....	659	656	649	655	653	654	640	657	643	646	653	648	651	659	651	652	658	654
21.....	658	655	649	654	652	653	640	656	640	646	653	647	651	659	650	651	658	654
22.....	659	656	650	654	650	654	640	659	640	648	652	648	651	659	650	650	658	654
23.....	659	656	649	654	652	654	640	660	639	648	653	648	652	659	650	650	658	654
24.....	658	656	650	654	651	654	639	661	639	648	652	648	652	659	650	650	658	654
Moyennes..	656	657	648	652	651	653	638	653	651	647	647	647	649	658	647	648	651	651

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante verticale (0,41000 +).**

HEURES.	AVRIL.						MAI.						JUIN.					
	12.	15.	26.	29.	30.	Moy.	9.	10.	14.	19.	20.	Moy.	12.	13.	16.	17.	23.	Moy.
h 0 (Gr.)...	637	654	645	648	657	648	648	651	648	657	644	650	645	647	646	645	643	645
1.....	637	654	646	648	657	648	647	651	649	656	647	650	646	647	647	646	643	646
2.....	638	653	646	649	657	649	647	651	650	656	647	650	646	646	647	645	644	646
3.....	636	654	647	651	657	649	647	651	651	656	647	650	647	649	645	646	645	646
4.....	636	654	647	652	657	649	648	650	652	657	649	651	651	650	647	647	647	648
5.....	636	655	646	653	655	649	648	652	653	659	650	652	651	653	648	648	648	650
6.....	637	654	646	654	655	640	646	654	652	659	651	652	652	655	646	647	648	650
7.....	638	653	648	656	657	650	645	654	651	659	648	651	655	656	646	649	648	651
8.....	638	652	647	654	657	650	644	644	648	655	646	647	657	657	643	647	645	650
9.....	634	644	639	648	654	644	640	629	643	649	641	640	648	652	640	641	636	643
10.....	628	642	629	641	647	637	634	612	636	646	638	633	636	644	634	635	631	636
11.....	619	638	624	635	639	631	625	610	625	635	627	624	623	635	626	629	619	626
12.....	616	631	611	632	636	625	624	614	620	631	627	623	621	628	625	629	619	624
13.....	618	633	615	636	640	628	629	621	622	633	631	627	625	630	626	633	624	628
14.....	627	638	625	645	643	636	638	632	629	638	637	635	632	634	630	638	632	633
15.....	634	645	630	647	649	641	645	642	639	647	641	643	640	643	642	645	635	641
16.....	640	644	633	648	652	643	647	644	643	649	648	646	644	648	645	651	639	645
17.....	642	649	636	652	654	647	649	644	647	650	649	648	647	651	643	654	644	648
18.....	643	649	638	657	657	649	648	642	649	643	649	646	651	647	644	654	642	648
19.....	642	647	638	658	657	648	648	641	650	643	649	646	651	647	645	653	642	648
20.....	641	645	638	658	656	648	649	642	649	645	649	647	648	649	647	652	644	648
21.....	639	644	638	657	656	647	649	642	648	645	648	646	646	650	646	651	644	647
22.....	639	642	637	657	655	646	651	643	648	645	648	647	647	649	646	647	645	647
23.....	639	639	637	657	654	645	651	644	648	645	648	647	647	648	645	645	645	646
24.....	639	636	636	657	654	644	651	643	645	644	648	646	647	647	645	645	644	646
Moyennes..	635	646	637	650	652	644	644	640	644	648	644	644	644	646	642	645	640	643

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante verticale (0,41000 +).**

HEURES.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	2.	8.	13.	17.	19.	Moy.	9.	10.	14.	16.	22.	Moy.	2.	7.	14.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	648	645	641	645	645	645	635	642	615	605	635	626	630	621	622	611	616	620
1.....	646	645	641	645	644	644	636	642	614	605	635	626	630	622	622	609	616	620
2.....	645	646	642	646	644	645	636	642	614	605	636	627	631	623	622	611	615	620
3.....	647	647	643	646	643	645	637	644	614	606	637	628	631	624	621	612	616	621
4.....	649	649	646	647	644	647	639	645	615	606	637	628	631	626	622	612	617	622
5.....	650	650	647	647	645	648	642	648	617	609	639	631	632	626	622	614	617	622
6.....	651	649	648	645	647	648	642	650	622	611	639	633	634	627	624	616	617	624
7.....	651	644	648	645	647	647	643	653	623	611	639	634	634	626	625	615	620	624
8.....	647	640	645	643	644	644	645	652	620	606	639	632	632	625	623	609	620	622
9.....	638	635	638	631	639	636	641	639	612	599	630	624	628	618	615	598	614	615
10.....	634	625	631	631	635	631	635	623	604	587	625	615	620	612	610	588	607	607
11.....	625	621	620	631	625	634	629	615	602	588	622	611	612	604	606	587	601	602
12.....	620	621	615	631	629	623	624	614	599	589	624	610	608	601	607	592	603	602
13.....	630	623	620	631	629	627	628	622	598	589	625	612	611	609	612	599	606	607
14.....	632	629	626	634	632	631	634	632	601	592	631	618	622	619	618	605	611	615
15.....	638	634	637	639	643	638	642	641	607	604	639	627	630	619	625	610	612	619
16.....	642	638	639	641	646	641	645	646	609	608	644	630	633	621	626	613	611	621
17.....	644	642	642	644	646	644	646	648	609	609	644	631	632	621	625	611	612	620
18.....	647	646	645	650	641	646	648	648	611	608	642	631	631	619	625	609	611	619
19.....	648	646	647	651	645	647	647	647	612	609	637	630	632	619	626	608	613	620
20.....	649	644	646	650	646	647	645	647	609	610	636	629	629	620	626	607	614	619
21.....	648	642	646	647	645	646	644	647	609	610	634	629	628	618	627	607	614	619
22.....	646	642	645	648	644	645	643	646	608	610	634	628	629	617	629	608	614	619
23.....	646	642	644	646	643	644	642	643	606	610	635	627	629	618	628	609	614	620
24.....	645	643	644	646	643	644	642	643	606	610	636	627	628	618	628	608	615	619
Moyennes..	642	639	639	642	641	641	640	641	610	604	635	626	627	619	621	607	613	617

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante verticale (0,41000 +).**

HEURES.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	12.	14.	24.	25.	26.	Moy.	9.	20.	21.	22.	23.	Moy.	2.	13.	15.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	611	611	624	626	626	620	590	602	609	612	599	602	610	595	598	592	583	596
1.....	612	611	624	625	625	619	590	604	610	612	599	603	610	595	597	591	582	595
2.....	612	611	624	625	626	619	590	604	610	612	599	603	610	595	595	591	583	595
3.....	611	612	626	626	625	620	591	604	609	612	599	603	610	595	595	591	583	595
4.....	613	611	626	625	625	620	588	604	609	612	600	603	609	595	593	591	584	594
5.....	614	612	626	627	625	621	589	604	610	608	600	602	609	595	592	591	584	594
6.....	616	612	625	627	625	621	591	604	609	608	599	602	608	595	592	591	585	594
7.....	618	613	625	625	624	621	590	603	609	607	600	602	607	594	591	591	586	594
8.....	617	615	626	626	625	622	593	602	611	606	603	603	604	594	591	591	586	593
9.....	612	612	625	627	627	621	595	601	608	602	600	601	601	595	593	594	585	594
10.....	608	608	620	620	622	616	590	599	607	597	596	598	601	595	593	593	586	594
11.....	602	605	611	615	615	610	587	599	606	596	593	596	599	596	595	590	586	593
12.....	599	604	610	614	615	608	585	599	606	597	593	596	599	598	595	585	585	592
13.....	601	607	614	617	618	611	585	603	611	599	599	599	603	598	595	592	588	595
14.....	606	609	620	622	623	616	590	606	615	602	604	603	606	599	597	595	591	598
15.....	611	613	624	626	626	620	592	608	613	601	603	603	606	597	596	595	589	597
16.....	615	615	628	628	627	623	590	609	612	602	602	603	606	597	593	594	589	596
17.....	616	616	627	626	624	622	590	608	612	601	601	602	606	596	590	593	588	595
18.....	615	617	627	626	625	622	590	607	612	602	601	602	606	596	589	593	587	594
19.....	614	616	627	626	624	621	589	607	612	601	602	602	605	595	587	593	586	593
20.....	614	617	627	626	625	622	588	608	612	600	604	602	604	595	587	592	586	593
21.....	614	618	626	625	625	622	587	607	612	599	600	601	603	596	587	593	586	593
22.....	614	619	626	626	625	622	587	607	612	599	601	601	603	595	588	592	586	593
23.....	614	618	626	625	625	622	585	606	612	599	602	601	603	596	588	591	586	593
24.....	612	618	626	626	627	622	585	609	612	599	602	601	603	596	589	590	585	593
Moyennes..	612	613	624	624	624	619	589	605	610	603	600	601	605	596	592	592	586	594

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante nord (0,19000 +).**

HEURES.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	9.	10.	24.	25.	26.	Moy.	1.	10.	11.	21.	25.	Moy.	5.	22.	28.	29.	30.	Moy.
h 0 (Gr.)...	160	161	155	160	158	159	157	163	161	162	159	160	154	162	162	161	166	161
1.....	161	160	156	159	158	159	158	165	158	162	159	160	157	159	161	161	165	161
2.....	163	161	156	160	160	160	162	162	160	164	160	162	158	161	161	160	165	161
3.....	163	160	157	161	165	161	160	162	161	164	160	161	158	163	161	160	166	162
4.....	163	163	159	162	166	163	163	162	163	165	162	163	154	166	161	165	167	163
5.....	163	163	161	164	167	164	166	167	167	171	161	166	153	166	161	163	168	162
6.....	163	163	162	165	167	164	168	170	176	169	161	169	153	168	162	165	169	163
7.....	164	162	164	166	167	165	166	171	167	168	161	167	160	167	165	171	173	167
8.....	164	161	165	170	171	166	167	175	173	169	160	169	153	168	164	170	175	166
9.....	165	159	167	174	168	167	164	178	173	167	158	168	156	161	154	163	169	161
10.....	163	159	164	172	167	165	156	175	168	171	155	165	147	151	143	152	157	150
11.....	160	161	161	166	162	162	155	170	159	168	154	161	142	148	138	145	149	144
12.....	159	164	156	163	159	160	154	162	152	165	154	157	144	147	144	146	146	146
13.....	156	164	154	161	153	158	160	162	153	162	156	159	147	157	151	153	146	151
14.....	157	165	156	154	154	157	162	160	158	165	159	161	157	164	160	159	142	156
15.....	160	160	154	153	155	156	163	159	159	166	158	161	159	167	163	158	146	159
16.....	163	160	153	152	153	156	162	160	160	165	158	161	156	170	162	159	159	161
17.....	161	164	154	153	153	157	163	163	157	160	159	160	155	168	161	164	164	162
18.....	160	166	156	158	159	160	167	163	166	163	162	163	158	166	162	164	163	163
19.....	162	166	160	157	160	161	169	161	163	164	164	164	162	166	163	166	165	164
20.....	163	166	160	156	161	161	165	163	163	165	164	164	158	164	164	168	165	164
21.....	161	165	160	157	162	161	159	165	162	165	168	164	157	167	164	169	166	165
22.....	161	165	160	158	162	161	159	166	159	165	168	163	158	173	162	169	165	165
23.....	160	160	165	157	159	160	160	164	159	164	168	163	159	167	162	165	165	164
24.....	161	159	160	158	160	160	159	161	159	164	167	162	159	169	161	166	166	164
Moyennes..	161	162	159	161	161	161	162	165	162	166	161	163	155	163	159	162	162	160

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante nord (0,19000 +).**

HEURES.	AVRIL.						MAI.						JUIN.					
	12.	15.	26.	29.	30.	Moy.	9.	10.	14.	19.	20.	Moy.	12.	13.	16.	17.	23.	Moy.
h 0 (Gr.)...	168	160	163	173	164	166	161	167	174	160	163	165	172	178	172	170	165	171
1.....	154	160	163	167	162	161	164	167	175	161	161	166	173	176	171	169	165	171
2.....	153	156	164	164	162	160	161	167	174	160	163	165	171	176	169	171	164	170
3.....	158	155	165	156	162	159	159	168	174	160	164	165	173	175	175	171	164	172
4.....	157	158	161	161	160	159	161	167	172	161	165	165	174	177	179	174	168	174
5.....	163	157	161	162	165	162	162	167	174	159	167	166	174	176	180	177	172	176
6.....	162	159	164	162	168	163	163	160	172	159	163	163	169	172	173	174	166	171
7.....	165	163	169	165	169	166	158	155	170	154	162	160	164	168	166	170	159	165
8.....	158	162	166	162	165	163	150	146	164	151	157	154	160	162	158	160	153	159
9.....	147	159	161	159	162	158	138	144	165	147	154	150	155	157	150	150	139	150
10.....	132	153	157	151	154	149	133	146	167	145	156	149	149	154	142	150	125	144
11.....	130	143	152	142	143	142	140	151	162	145	156	151	153	156	142	153	129	147
12.....	133	139	150	135	138	139	145	160	159	148	151	153	159	163	151	154	136	153
13.....	138	136	147	137	144	140	148	157	154	151	153	153	161	164	156	151	145	155
14.....	135	147	148	140	146	143	149	158	161	152	163	157	167	161	161	155	155	160
15.....	154	151	152	145	154	151	155	161	167	158	165	161	168	162	165	163	157	163
16.....	154	147	154	152	154	152	158	163	166	163	166	163	168	166	166	174	157	166
17.....	153	153	157	157	155	155	163	170	173	165	173	169	169	166	168	175	161	168
18.....	154	158	159	162	160	159	167	174	175	167	172	171	168	169	173	176	164	170
19.....	155	158	165	164	163	161	170	176	173	167	174	172	181	171	173	179	169	175
20.....	163	159	166	164	162	163	172	177	174	166	170	172	179	178	173	183	170	177
21.....	156	159	166	167	162	162	169	172	175	164	171	170	176	179	173	182	173	177
22.....	156	160	168	165	162	162	168	170	175	165	169	169	176	176	174	180	168	175
23.....	153	162	167	164	162	162	167	170	175	163	167	168	176	173	172	179	164	173
24.....	153	167	169	164	163	163	167	179	182	163	166	171	178	172	170	177	164	172
Moyennes..	152	155	160	157	158	156	158	163	170	158	164	162	168	169	166	168	158	166

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante nord (0,19000 +).**

HEURES.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	2.	8.	13.	17.	19.	Moy.	9.	10.	14.	16.	22.	Moy.	2.	7.	14.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	173	175	176	185	172	176	175	177	180	167	171	174	168	164	176	168	164	168
1.....	170	175	176	180	173	175	175	177	179	170	170	174	167	164	172	168	163	167
2.....	171	172	177	180	174	175	177	179	173	169	168	173	165	166	173	167	168	168
3.....	167	173	179	178	176	175	172	173	173	167	161	169	165	166	170	168	165	167
4.....	172	174	183	180	181	178	172	171	175	167	165	170	168	167	166	167	165	167
5.....	173	176	187	183	176	179	175	175	176	168	162	171	166	166	166	166	167	166
6.....	168	174	174	178	172	173	170	168	174	166	163	168	163	163	165	163	167	164
7.....	158	169	164	170	169	166	164	161	167	159	154	161	160	155	161	158	165	160
8.....	152	164	163	159	166	161	155	150	161	154	147	153	157	139	159	152	164	154
9.....	149	157	152	149	164	154	147	144	159	151	149	150	152	133	148	142	160	147
10.....	144	154	150	155	161	153	145	144	153	151	151	149	151	131	135	141	152	144
11.....	147	152	150	163	159	154	147	146	150	153	150	149	152	139	142	139	147	144
12.....	151	152	153	166	157	156	151	160	151	163	146	154	164	152	147	141	143	149
13.....	151	151	147	166	156	154	155	167	151	161	154	158	169	160	154	148	147	156
14.....	161	154	147	165	157	157	158	168	149	161	160	159	167	161	153	157	153	158
15.....	163	162	160	169	167	164	163	157	154	163	170	161	165	164	155	164	160	165
16.....	165	165	168	178	168	169	172	166	161	168	173	167	164	168	161	165	168	165
17.....	170	169	175	185	172	174	172	169	172	176	171	172	169	166	166	165	169	167
18.....	169	175	181	187	178	178	183	174	173	176	173	176	171	169	170	163	171	169
19.....	169	185	184	182	183	181	176	178	175	179	171	176	179	173	175	166	172	175
20.....	169	184	179	190	178	180	179	175	178	178	169	176	177	174	172	167	172	172
21.....	171	182	176	186	180	179	178	174	177	174	170	175	178	175	174	166	169	172
22.....	169	180	174	182	177	176	175	177	178	173	170	175	175	172	173	168	170	172
23.....	171	178	170	180	176	175	177	178	177	172	166	174	177	170	179	167	170	173
24.....	172	178	171	178	175	175	177	174	173	177	167	174	179	168	170	167	167	170
Moyennes..	163	169	168	175	171	169	167	167	167	166	163	166	166	161	163	160	163	163

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante nord (0,19000 +).**

HEURES.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	12.	14.	24.	25.	26.	Moy.	9.	20.	21.	22.	23.	Moy.	2.	13.	15.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	171	167	170	170	173	170	159	159	164	162	167	162	162	158	155	160	156	158
1.....	164	170	169	170	173	169	158	159	164	162	166	162	163	158	156	160	157	159
2.....	161	170	168	170	174	169	159	160	165	163	166	163	161	160	160	160	158	160
3.....	165	171	169	171	174	170	158	162	166	163	168	163	160	160	157	160	161	160
4.....	166	171	170	172	177	171	158	164	168	164	168	164	163	162	157	160	162	161
5.....	166	171	164	172	178	170	159	165	171	165	170	166	164	164	160	160	164	162
6.....	167	173	168	173	180	172	159	167	170	167	167	166	165	169	163	160	166	165
7.....	165	171	170	175	181	172	157	167	171	168	169	166	165	167	167	161	166	165
8.....	161	171	171	177	179	172	156	166	168	166	167	165	165	163	163	158	164	163
9.....	161	169	166	176	173	169	151	162	162	161	159	159	160	162	161	151	159	159
10.....	151	156	159	173	160	160	143	150	157	148	151	150	152	160	154	146	156	154
11.....	143	147	153	172	156	154	137	147	151	146	142	145	149	158	149	148	155	152
12.....	142	148	152	165	158	153	135	150	157	156	150	150	152	155	155	148	153	153
13.....	145	153	156	162	170	157	140	156	161	162	157	155	157	154	156	151	154	154
14.....	153	158	158	162	174	161	144	161	162	166	162	159	162	155	158	156	158	158
15.....	155	162	161	164	175	163	146	164	158	167	166	160	164	159	161	161	157	160
16.....	159	164	165	165	174	165	152	164	165	167	166	162	164	159	162	162	154	160
17.....	162	165	164	168	175	167	152	165	168	166	166	163	166	161	166	163	153	162
18.....	166	168	168	171	178	170	154	165	169	164	167	164	164	161	167	162	156	162
19.....	171	169	170	171	180	172	154	164	164	168	167	163	165	162	169	162	158	163
20.....	169	174	169	172	179	173	154	165	161	166	162	162	167	163	170	162	157	164
21.....	171	169	171	173	178	172	154	167	163	165	164	163	168	161	169	161	159	164
22.....	169	169	171	172	177	171	158	168	164	166	164	164	167	163	165	159	168	164
23.....	170	175	172	173	175	173	157	167	163	167	163	163	167	161	164	160	160	162
24.....	167	178	170	173	179	173	158	164	162	167	163	163	166	161	164	159	160	162
Moyennes..	161	166	166	170	174	167	152	162	164	163	163	161	162	161	161	158	159	160

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante ouest (0,04000 +).**

HEURES.	JANVIER.						FÉVRIER.						MARS.					
	9.	10	24.	25.	26.	Moy.	1.	10.	11.	21.	25.	Moy.	5.	22.	28.	29.	30.	Moy.
h 0 (Gr.) ..	742	738	739	740	741	740	735	736	734	735	733	735	725	734	731	728	731	730
1	742	742	741	740	741	741	734	737	734	735	734	735	720	733	729	727	731	728
2	741	739	741	743	743	741	738	736	738	735	734	736	735	733	729	727	731	731
3	741	740	741	741	743	742	736	737	738	735	734	736	719	731	729	727	731	727
4	741	739	741	746	743	742	737	737	739	741	734	736	722	734	729	730	732	729
5	741	739	740	743	744	741	735	740	736	737	734	736	723	731	729	727	732	728
6	741	739	739	741	743	740	734	740	737	737	732	735	729	732	729	727	732	730
7	738	737	739	739	741	739	737	738	735	737	731	736	729	727	725	722	727	726
8	738	737	738	744	742	740	739	738	741	736	730	737	729	718	715	711	715	718
9	740	741	740	747	741	742	742	735	735	733	734	736	729	708	711	709	711	714
10	742	747	741	748	739	743	741	730	732	734	740	736	737	724	718	718	717	723
11	748	750	743	745	737	745	742	736	736	739	746	740	747	745	735	729	730	737
12	756	755	743	744	743	748	743	744	748	749	758	748	757	757	753	743	751	752
13	754	754	744	743	748	749	746	746	747	749	759	749	754	760	762	755	761	758
14	749	751	743	742	750	747	745	745	752	746	754	748	745	754	765	756	765	757
15	740	744	742	738	748	744	742	741	745	741	742	742	738	741	757	749	759	749
16	746	744	744	744	747	745	740	736	743	736	738	737	732	732	745	738	750	739
17	745	743	740	742	744	743	743	737	742	734	737	739	732	727	734	732	743	734
18	742	742	736	740	740	740	740	738	738	738	737	738	732	731	731	730	739	733
19	738	741	738	737	738	738	740	737	735	737	735	737	734	732	731	731	734	732
20	739	740	737	736	738	738	739	735	735	736	733	736	732	730	730	731	732	733
21	740	739	737	737	737	738	737	735	733	735	732	734	731	731	730	731	732	733
22	739	743	737	738	737	739	732	732	728	735	731	732	730	729	728	731	730	730
23	742	740	738	739	740	740	732	729	730	735	730	731	730	731	728	730	726	729
24	738	740	740	741	742	740	730	734	730	735	730	732	729	730	728	731	727	729
Moyennes..	743	743	740	742	742	742	739	737	738	738	738	738	733	733	733	731	735	733

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante ouest (0,04000 +).**

HEURES.	AVRIL.						MAI.						JUIN.					
	12.	15.	26.	29.	30.	Moy.	9.	10.	14.	19.	20.	Moy.	12.	13.	16.	17.	23.	Moy.
h 0 (Gr.)...	718	724	727	719	727	723	720	727	722	721	718	722	724	721	723	721	717	721
1	721	724	727	723	723	724	724	727	723	716	716	721	726	722	719	723	718	722
2	718	724	727	720	723	722	721	725	723	714	722	721	730	721	717	719	718	721
3	721	723	727	720	726	726	718	724	720	708	718	718	718	724	718	714	718	718
4	722	725	725	729	730	726	715	721	717	705	717	715	715	725	714	711	714	716
5	719	724	721	722	726	722	708	717	712	695	710	708	708	714	705	703	714	709
6	718	722	715	718	728	720	705	717	706	692	701	704	701	705	698	698	697	700
7	710	718	706	714	721	714	699	706	698	696	697	697	695	702	696	694	688	695
8	703	715	694	705	711	705	698	693	698	688	694	694	691	703	693	695	684	693
9	700	711	696	705	710	704	705	698	700	698	698	700	693	705	699	704	693	699
10	707	713	705	714	713	710	725	721	712	712	713	717	703	708	708	719	720	702
11	725	729	724	728	726	725	742	743	724	731	728	734	720	724	722	732	741	728
12	748	734	749	743	738	742	751	765	733	745	739	747	734	743	731	746	753	741
13	763	741	766	751	745	752	749	757	732	749	740	745	745	752	732	751	757	747
14	750	747	758	748	750	751	744	749	734	741	741	742	702	758	732	751	761	751
15	745	744	748	740	748	745	733	738	735	732	736	735	747	747	735	742	744	743
16	739	737	742	737	742	739	723	729	734	728	731	729	742	736	732	738	733	736
17	733	737	729	730	733	732	719	723	729	728	730	726	736	730	730	734	730	732
18	728	733	725	722	725	727	721	726	727	729	727	726	735	727	728	727	724	728
19	724	731	725	722	725	725	721	727	728	726	727	726	730	725	725	726	723	726
20	716	728	724	724	723	723	720	727	729	723	725	725	726	728	725	732	718	726
21	719	728	722	727	725	724	725	722	729	718	725	724	728	725	725	728	719	725
22	719	726	723	726	725	724	725	722	729	723	725	725	730	725	721	728	713	723
23	717	725	723	725	726	723	725	721	725	722	725	724	719	722	720	727	715	721
24	720	726	724	727	726	725	727	724	725	718	724	724	721	723	721	724	715	721
Moyennes..	725	727	726	726	728	726	723	726	722	718	721	722	723	725	719	724	721	722

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante ouest (0,04000 +).**

HEURES.	JUILLET.						AOUT.						SEPTEMBRE.					
	2.	8.	13.	17.	19.	Moy.	9.	10.	14.	16.	22.	Moy.	2.	7.	14.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	721	720	715	721	712	718	709	716	709	711	713	712	707	700	704	705	700	703
1.....	716	720	716	714	715	716	708	716	704	709	708	709	704	704	706	705	699	704
2.....	712	718	716	712	717	715	704	717	705	707	707	708	714	702	703	707	702	706
3.....	713	715	717	712	717	715	707	705	705	707	711	707	714	700	699	700	698	702
4.....	710	710	714	710	715	712	707	706	705	707	710	707	705	698	701	698	700	700
5.....	706	701	707	704	708	705	705	702	701	703	707	704	698	692	700	697	700	697
6.....	697	692	702	699	703	699	695	695	697	701	695	697	691	685	696	693	698	693
7.....	694	689	704	697	702	697	693	690	689	699	689	692	688	681	689	683	695	687
8.....	691	689	697	691	701	694	688	687	685	695	685	688	689	683	688	676	687	685
9.....	696	698	694	698	712	700	694	696	689	699	697	695	699	696	695	679	686	691
10.....	712	710	702	709	723	711	704	706	706	714	712	708	717	713	711	699	698	708
11.....	727	728	716	726	731	726	721	715	719	729	729	723	725	731	721	726	719	724
12.....	735	738	729	741	738	736	744	735	729	739	739	737	740	738	731	735	723	733
13.....	741	742	734	747	741	741	751	737	737	744	745	743	745	741	737	737	726	737
14.....	738	746	736	744	737	740	746	739	731	741	740	739	734	734	728	736	720	729
15.....	735	738	738	736	737	737	739	727	734	732	728	732	717	724	714	718	715	718
16.....	735	727	734	732	728	721	731	720	727	724	716	724	712	712	709	709	711	711
17.....	734	723	725	729	722	727	720	719	723	718	708	718	709	705	710	705	711	708
18.....	725	720	722	728	719	723	720	715	715	716	705	714	708	708	711	708	712	709
19.....	724	722	723	731	717	723	714	718	711	714	708	713	707	711	711	708	710	709
20.....	723	724	732	728	717	723	715	713	712	715	709	713	712	708	711	705	709	709
21.....	721	724	715	728	718	721	715	715	714	714	709	713	711	700	711	703	707	706
22.....	719	722	720	728	719	722	711	706	712	714	711	711	706	704	703	702	708	705
23.....	719	721	720	724	721	721	711	712	719	709	708	712	707	706	701	702	704	704
24.....	717	719	718	720	721	719	716	713	711	704	707	710	704	706	700	701	703	703
Moyennes..	718	718	717	720	720	719	715	713	712	715	712	713	711	707	708	705	706	707

Année 1914. **VAL-JOYEUX** (jours calmes). **Composante ouest (0,04000 +).**

HEURES.	OCTOBRE.						NOVEMBRE.						DÉCEMBRE.					
	12.	14.	24.	25.	26.	Moy.	9.	20.	21.	22.	23.	Moy.	2.	13.	15.	21.	26.	Moy.
h 0 (Gr.)...	686	700	696	697	698	693	691	688	691	696	690	691	689	685	684	687	689	687
1.....	697	700	695	696	699	697	691	689	692	697	691	692	688	688	683	687	689	687
2.....	699	700	696	697	699	698	692	693	693	698	695	694	690	689	681	689	690	688
3.....	701	700	696	698	700	699	693	695	697	699	694	696	694	691	683	690	692	690
4.....	701	701	693	698	702	699	695	693	697	698	696	696	693	693	688	691	694	692
5.....	702	701	702	701	702	702	692	694	698	699	695	696	690	689	688	691	694	690
6.....	701	697	703	701	702	701	688	693	697	698	692	694	690	690	688	691	692	690
7.....	696	698	702	702	700	700	685	693	696	697	692	693	686	688	686	688	688	687
8.....	694	691	693	698	696	694	681	688	691	692	686	688	683	686	684	687	686	685
9.....	694	687	680	690	688	688	679	681	686	689	680	683	680	684	681	687	688	684
10.....	697	689	684	689	690	690	687	685	687	695	686	688	685	687	688	687	694	688
11.....	711	696	696	701	700	701	698	694	699	706	696	698	695	693	693	694	697	694
12.....	723	711	711	716	719	716	706	703	705	713	711	708	707	695	695	703	703	701
13.....	726	717	716	718	727	721	711	706	709	709	711	709	710	697	697	707	703	703
14.....	728	717	716	716	721	720	710	702	704	705	704	705	704	694	697	702	702	700
15.....	715	710	708	709	712	711	701	700	697	701	697	699	697	692	695	695	698	695
16.....	705	709	704	704	706	706	698	698	700	699	697	698	697	691	691	694	696	694
17.....	697	709	705	705	707	705	697	695	700	697	696	697	697	688	689	692	692	692
18.....	699	703	701	702	706	702	694	694	700	691	694	694	693	688	688	690	693	690
19.....	702	705	702	702	704	703	695	692	700	691	693	694	690	687	687	689	687	688
20.....	703	697	704	701	704	702	691	692	694	692	684	691	689	687	688	688	688	688
21.....	699	703	702	701	702	701	686	688	695	691	689	690	685	685	687	688	684	686
22.....	702	701	700	699	702	701	687	684	696	689	688	689	688	686	686	686	684	686
23.....	700	703	698	698	702	700	690	689	696	687	688	690	689	686	688	686	686	687
24.....	701	699	697	698	704	700	691	691	696	690	690	692	690	687	691	686	687	688
Moyennes..	704	702	700	702	704	702	693	693	697	697	694	695	692	689	688	691	692	691

OBSERVATIONS ACTINOMÉTRIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DU PARC SAINT-MAUR

PENDANT L'ANNÉE 1914,

PAR M. CH. DUFOUR.

Les observations actinométriques ont été continuées à l'Observatoire du Parc Saint-Maur en 1914 dans les mêmes conditions que les années précédentes.

Les constantes du pyrhéliomètre Angström, déterminées par Angström lui-même en 1906, sont les suivantes :

Résistance des lames	$r = 0^{\omega},217$ par cm.
Largeur des lames	$b = 0^{cm},1977$
Pouvoir absorbant de la surface	$a = 0,98$

On a admis que ces constantes conviennent encore et l'on a calculé l'intensité de la radiation par la formule

$$Q = \frac{r\,i^2}{4,19 \times a \times b} = 16,1\,i^2.$$

Le Tableau, ci-dessous, qui résume l'ensemble des observations, est identique à ceux qui ont été publiés pour les années 1909 à 1913 : la première colonne donne le numéro d'ordre de l'observation; la seconde, la date (mois et jour); la troisième, l'heure de l'observation en temps local vrai. La quatrième colonne donne la hauteur du Soleil; la cinquième, la valeur Q de l'intensité en calories, déduite directement de l'observation.

Dans les deux colonnes suivantes, intitulées *valeurs réduites*, on a porté la valeur Q_0 de l'intensité ramenée à la hauteur h_0 du Soleil, multiple exact de 5°, la plus voisine de la hauteur h à laquelle a été faite réellement l'observation. Cette réduction porte au plus sur une variation de hauteur de 2° 30′; elle a été faite à l'aide de la Table donnée par M. Angot dans le Mémoire relatif aux observations actinométriques de l'année 1908 (*Annales de* 1908, t. I, p. 35-42).

La dernière colonne indique d'une manière sommaire l'état du ciel au moment de l'observation.

Parc Saint-Maur (1914). — *Radiation solaire.*

N°.	Date.	Heure.	h.	Q.	Valeurs réduites. h_0.	Valeurs réduites. Q_0.	État du ciel.
		h m	° ′	cal	°	cal	
1	Janvier 12...	10 41	17.16	0,834	15	0,704	Éclaircies entre cumulus.
2	15...	11.48	19.55	0,726	20	0,729	Beau.
3	16...	11.54	20. 8	0,537	20	0,534	Soleil voilé.
4	17...	12. 0	20.20	0,530	20	0,522	Soleil voilé; nébulosité nulle.
5	22..	11.57	21.23	0,638	20	0,599	Brume près du sol; nébulosité nulle.
6	24...	11.47	21.47	0,502	20	0,463	Brume près du sol; ciel laiteux.
7	25...	10.53	20.27	0,668	20	0,656	Id.
8	25...	12.15	22. 1	0,697	20	0,637	Id.
9	Février 1...	14.26	16.26	0,750	15	0,674	Soleil beau, quelques nuages au Sud; brume.
10	2...	10.52	22.29	0,830	20	0,746	Légers cirrus devant le Soleil.
11	2...	11.53	24.12	0,874	25	0,897	Légers cirrus vers le Soleil.
12	2...	11.59	24.13	0,952	25	0,977	Id.
13	3...	10.43	22.17	0,910	20	0,824	Soleil assez beau.
14	3...	10.53	22.46	0,929	25	1,003	Id.
15	3...	11.54	24.30	0,941	25	0,956	Id.
16	3...	12. 1	24.31	0,972	25	0,988	Beau.
17	3...	13.42	20.43	0,951	20	0,920	Id.
18	4...	10.06	20. 2	0,866	20	0,864	Un peu de brume; Soleil voilé.
19	4...	10. 9	20.16	0,875	20	0,864	Id.
20	4...	10.14	20.40	0,887	20	0,861	Id.
21	4...	10.42	22.31	0,894	25	0,974	Id.
22	4...	10.46	22.45	0,914	25	0,989	Id.
23	4...	11.49	24.45	0,932	25	0,939	Id.
24	4...	13.46	20.42	0,887	20	0,858	Id.
25	5...	10.25	21.44	0,835	20	0,773	Brume près du sol; Soleil voilé.
26	5...	11. 4	23.54	0,882	25	0,915	Id.
27	5...	11.42	24.59	0,886	25	0,887	Id.
28	6...	10.59	23.59	1,002	25	1,035	Beau.
29	6...	11. 5	24.15	1,005	25	1,031	Id.
30	6...	11.38	25.13	0,999	25	0,993	Un peu moins beau.
31	6...	11.43	25.17	1,005	25	0,997	Id.
32	6...	11.45	25.19	1,003	25	0,994	Id.
33	10...	12.23	26.28	0,909	25	0,872	Voile de cirrus.
34	13...	10.37	24.59	0,839	25	0,839	Nébulosité nulle, S. faiblement voilé.
35	13...	12. 4	27.39	0,960	30	1,014	Éclaircie; cumulus au Sud.
36	17...	10.36	26.14	0,973	25	0,939	Beau; cumulus épars.
37	17...	11.56	29. 1	1,033	30	1,056	Beau; éclaircie entre cumulus.
38	24...	10.28	28.10	1,088	30	1,134	Id.; id.
39	24...	11.51	31.30	1,128	30	1,095	Courte éclaircie entre cumulus.
40	Mars 17...	13.29	36. 5	0,979	35	0,963	Beau; cumulus épars.
41	28...	9.35	34.26	1,054	35	1,060	Id.; id.
42	28...	11. 6	42.31	1,092	45	1,117	Id.; id.
43	29...	11.36	44. 3	1,205	45	1,216	Id.; alto-cumulus.
44	31...	9.25	34.18	1,023	35	1,034	Beau.
45	31...	10.21	40.23	1,126	40	1,122	Id.
46	31...	11.39	44.54	1,144	45	1,145	Id.
47	31...	11.49	45. 4	1,195	45	1,194	Id.
48	31...	13.45	39.53	1,156	40	1,157	Id.
49	Avril 1...	11.42	45.19	0,939	45	0,937	Cirro-stratus.
50	3...	11.11	45. 3	1,021	45	1,021	Beau; ciel un peu laiteux.

Parc Saint-Maur (1914). — *Radiation solaire.*

N°.	Date.	Heure.	h.	Q.	Valeurs réduites. h_0.	Valeurs réduites. Q_0.	État du ciel.
		h m	° ′	cal	°	cal	
51	Avril 3...	12. 9	46.15	1,030	45	1,018	Beau.
52	15...	10.52	47.45	1,196	50	1,216	Id.
53	16...	9.14	37.57	1,020	40	1,046	Soleil faiblement voilé; nébulosité nulle.
54	16...	10.15	45.20	1,073	45	1,070	Id.
55	16...	11.10	50. 9	1,097	50	1,096	Id.
56	16...	13.13	48.14	1,138	50	1,152	Id.
57	17...	9.23	39.28	1,163	40	1,170	Beau.
58	17...	10.19	46. 3	1,213	45	1,202	Id.
59	17...	11.11	50. 7	1,216	50	1,215	Id.
60	17...	11.56	51.22	1,220	50	1,208	Id.
61	17...	13.18	48.11	1,188	50	1,204	Id.
62	18...	10.14	45.52	1,223	45	1,213	Id.
63	18...	11.15	50.40	1,231	50	1,226	Id.
64	18...	11.25	51. 7	1,248	50	1,237	Id.
65	18...	14.26	41.16	1,178	40	1,161	Id.
66	19...	12.36	51.26	1,202	50	1,190	Id.
67	20...	9.22	40.13	1,136	40	1,133	Id.
68	20...	10 18	46.55	1,181	45	1,162	Id.
69	20...	11.25	51.48	1,207	50	1,192	Id.
70	20...	13.16	49.20	1,188	50	1,194	Id.
71	20...	14.19	42.44	1,119	45	1,142	Id.
72	21...	12.12	52.46	1,116	55	1,129	Beau; quelques légers cirrus vers le Soleil.
73	21...	13.13	49.54	1,074	50	1,075	Soleil voilé.
74	22...	9.53	44.45	0,994	45	0,997	Brume élevée.
75	22...	10.54	50.43	1,044	50	1,039	Beau; cirrus, cumulus.
76	22...	14.25	42.34	1,106	45	1,130	Beau; cumulus épars.
77	23...	9.34	47.25	0,878	45	0,860	Ciel trouble,
78	23...	10.35	49.29	1,024	50	1,028	Beau; quelques cirrus, cumulus épars.
79	23...	13.22	49.47	1,070	50	1,072	Légers cirrus, cumulus épars.
80	24...	13.16	50.36	0,911	50	0,907	Soleil voilé; cumulus.
81	27...	10.35	50.42	1,201	50	1,195	Beau.
82	27...	10.55	52.22	1,219	50	1,201	Id.
83	27...	11.55	54.50	1,204	55	1,206	Id.
84	27...	13.21	51. 6	1,192	50	1,182	Quelques nuages autour du Soleil.
85	28...	11.40	54.55	1,101	55	1,101	Beau.
86	28...	13.21	51.24	1,158	50	1,152	Id.
87	29...	10.16	49.23	1,052	50	1,056	Soleil légèrement voilé.
88	29...	11.15	54.15	1,092	55	1,096	Id.
89	29...	12. 4	55.28	1,050	55	1,048	Soleil légèrement voilé, cirrus, ci.-cu., A.-cu.
90	Mai 2...	10.10	49.33	1,118	50	1,122	Nébulosité nulle.
91	2...	11.15	55. 9	1,138	55	1,137	Id.
92	2...	11.49	56.19	1,149	55	1,142	Id.
93	2...	13.20	52.38	1,188	55	1,203	Id.
94	16...	10.18	53.46	1,083	55	1,094	Beau.
95	16...	11.15	58.48	1,065	60	1,070	Traces de nuages devant le Soleil, cumulus.
96	18...	9.23	46.58	1,019	45	1,002	Beau; ciel blanchâtre.
97	18...	10.58	58. 4	1,086	60	1,096	Beau entre cumulus.
98	19...	9.24	47.17	0,921	45	0,904	Beau; ciel blanchâtre.
99	19...	10.32	55.53	1,009	55	1,004	Beau.
100	19...	12.11	60.45	0,995	60	0,992	Cumulus; cumulo-nimbus.

Parc Saint-Maur (1914). — *Radiation solaire.*

N°.	Date.		Heure.	h.	Q.	Valeurs réduites. h_0.	Valeurs réduites. Q_0.	État du ciel.
			h m	° ′	cal	°	cal	
101	Mai	20...	13.19	57. 0	1,055	55	1,045	Beau.
102	Juin	2...	11.44	63. 7	1,184	65	1,192	Beau; cirrus.
103		4...	11.27	62.46	1,137	65	1,145	Traces de cirro-stratus.
104		10...	11.32	63.35	1,229	65	1,235	Cumulus.
105		19...	11.59	64.27	1,043	65	1,045	Ciel laiteux; cumulus, cumulo-ni. au Sud.
106		25...	11. 0	63.21	1,097	65	1,103	Léger cirrus devant le Soleil.
107		26...	11.50	64.30	1,055	65	1,057	Très voilé; cumulus épars.
108		27...	11.49	64.27	1,032	65	1,034	Très voilé; nébulosité nulle.
109		29...	11.43	64.15	1,078	65	1,079	Léger cirro-stratus.
110		30...	11.41	64.18	1,092	65	1,094	Id.
111	Juillet	6...	11.55	63.56	1,223	65	1,227	Belle éclaircie entre cumulus.
112		10...	9. 9	47.10	1,047	45	1,028	Nébulosité 0; Soleil paraît légèrement voilé.
113		10...	10.40	59. 8	1,114	60	1,115	Soleil voilé.
114		10...	11.46	63.22	1,063	65	1,070	Soleil voilé; cumulus épars.
115		11...	11.11	61.36	1,065	60	1,059	Nombreux cirrus.
116		14...	11.33	62.27	1.111	60	1,101	Beau; cumulus épars.
117		25...	10.42	57. 3	1,152	55	1,140	Éclaircie entre cumulus.
118	Août	1...	10.56	56.45	1,156	55	1,146	Beau.
119		1...	11.45	59.13	1,145	60	1,148	Id.
120		1...	11.55	59.21	1,150	60	1,153	Id.
121		9...	11.42	57. 3	1,148	55	1,136	Beau : cirro-cumulus, quelques cumulus.
122		10...	10.24	50.40	1,151	50	1.145	Beau.
123		10...	11.42	56.45	1,161	55	1,151	Ciel un peu laiteux.
124		11...	11.37	56.18	1,020	55	1,013	Ciel brumeux.
125		12...	10.57	53.58	1,020	55	1,025	Soleil voilé.
126		13...	10.45	52.45	1,043	55	1,055	Un peu de brume.
127		14...	12. 7	55.43	0,972	55	0,963	Soleil très fortement voilé; brume.
128		19...	10.55	51.45	0,980	50	0,962	Soleil voilé; cumulus.
129		21...	11. 7	51.54	0,617	50	0,610	Éclipse; alto-stratus.
130		21...	11.27	52.53	0,557	55	0,563	Id.
131		21...	11.29	52.58	0,510	55	0,516	Id.
132		24...	11.18	51.31	1,126	50	1,114	Beau; cumulus épars.
133		24...	11.58	52.30	1,149	50	1,151	Beau; quelques cirrus.
134	Sept.	2...	11.25	48.40	1,151	50	1.163	Id.
135		3...	11.59	48.51	1,147	50	1,157	Id.
136		6...	11.34	47.31	0,959	50	0.976	Cirro-stratus.
137		23...	11.57	41.21	1,154	40	1,137	Léger voile.
138		24...	10.45	38.23	1,125	40	1,148	Beau.
139		24...	11.18	40. 8	1,125	40	1,124	Id.
140		25...	11.29	40. 8	1,172	40	1,171	Id.
141	Octobre	1...	11.28	37.47	1,168	40	1,202	Très beau.
142		1...	12.14	38. 8	1,174	40	1,200	Id.
143		8...	12. 5	36. 1	1,173	35	1,155	Beau; cirrus.
144		9...	11.53	35. 8	1,082	35	1,080	Nébulosité nulle; léger voile.
145		12...	12. 0	34. 1	1,219	35	1,239	Beau.
146		23...	11.43	29.53	0,887	30	0,890	Ci., ci.-cu., alto-cumulus; qqs éclaircies.
147		31...	14.17	20.17	1,012	20	0,999	Cumulus épars.
148	Nov.	2...	11.53	26.36	1,120	25	1,069	Beau.
149		2...	12. 0	26.37	1,137	25	1,086	Id.
150		3...	14. 0	21. 0	0,975	20	0,931	Beau; cirrus au SSW.

Parc Saint-Maur (1914). — *Radiation solaire*

N°.	Date.		Heure.	h.	Q.	Valeurs réduites. h_0.	Valeurs réduites. Q_0.	État du ciel.
			h m	° ′	cal	°	cal	
151	Nov.	5...	12.48	24.48	1,021	25	1,028	Soleil voilé.
152		17...	11.47	22.17	0,936	20	0,847	Éclaircie entre cumulus.
153		18...	12. 0	22. 6	1,018	20	0,929	Soleil voilé; nébulosité nulle.
154		20...	12.16	21.31	0,963	20	0,900	Id.
155		21...	12.19	21.15	0,910	20	0,860	Id.
156	Déc.	2...	14. 1	14.19	0.767	15	»	Nuageux, médiocre.
157		3...	14. 9	13.31	0,767	15	»	Id.
158		26...	10.51	16.10	0,816	15	0,748	Nébulosité nulle; voile

La valeur la plus forte qui ait été obtenue en 1914 est celle de $1^{cal},248$ le 18 avril (n° 64 de la liste), par une hauteur du Soleil de 51°7′. Mais il faut noter encore la valeur de $1^{cal},219$ (n° 145), le 12 octobre, par une hauteur du Soleil de 34°1′ seulement; cette valeur devrait prendre le premier rang si l'on tenait compte de la différence des hauteurs du Soleil lors des deux observations.

OBSERVATIONS SISMOLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DU PARC SAINT-MAUR EN 1914;

PAR MM. CH. DUFOUR ET L. ÉBLÉ.

Les observations sismologiques ont été continuées en 1914 avec le sismographe à enregistrement mécanique de Wiechert et le sismographe horizontal à enregistrement galvanométrique et amortissement magnétique du prince Galitzine. Ce dernier instrument a été arrêté en août. A cette époque on a installé un sismographe de Galitzine pour l'enregistrement des mouvements verticaux du sol; l'appareil, également à enregistrement galvanométrique et à amortissement magnétique, a fonctionné dès lors jusqu'à la fin de l'année, concurremment avec le sismographe de Wiechert.

Les constantes du pendule horizontal de Galitzine, déterminées pour la dernière fois au mois de novembre 1912, sont les suivantes (1) :

Périodes propres et longueurs réduites des pendules.

	T.	l.
	s	mm
Pendule n° 14 (Composante Nord)	25,1	126
Pendule n° 4 (Composante Est)	24,7	119

Périodes propres des galvanomètres.

	T_1.
	s
Galvanomètre n° 14 (Composante Nord)	24,68
Galvanomètre n° 6 (Composante Est)	24,60

Amortissement et coefficient de transmission.

	μ^2.	k.
Pendule n° 14 (Composante Nord)	+0,059	38,2
Pendule n° 4 (Composante Est)	+0,042	37,3

Le Tableau ci-après donne les constantes du sismographe Wiechert au cours de l'année 1914.

(1) *Voir* Observations sismologiques de l'année 1912 (*Annales du B. C. M.* pour 1912, t. I, p. 44 et 45).

Constantes du sismographe Wiechert en 1914.

	Composante Nord.					Composante Est.				
	T.	r.	$\frac{r}{T^2}$.	ε.	V.	T.	r.	$\frac{r}{T^2}$.	ε.	V.
	s	mm				s	mm			
1913. 19 décembre..	10,3	0,9	0,008	4,2	222	10,6	0,7	0,006	4,1	239
30 » ..	10,2	0,9	009	4,0	221	10,6	0,9	008	3,9	232
1914. 9 janvier....	10,2	0,9	009	4,2	224	10,6	1,0	009	4,1	235
16 »	10,2	0,7	007	3,9	220	10,5	1,0	009	3,8	232
23 »	10,1	0,8	008	3,9	221	10,3	0,7	007	4,0	233
31 »	10,2	0,7	007	3,9	222	10,5	0,7	006	3,8	234
6 février....	10,2	0,8	008	3,9	224	10,5	0,9	008	3,8	236
13 »	10,2	1,0	010	3,8	229	10,6	0,8	007	4,1	230
20 »	10,3	0,9	008	4,1	221	10,6	0,8	007	4,0	237
27 »	10,4	1,0	009	4,0	219	10,5	0,9	008	4,0	234
6 mars.....	10,3	1,0	009	4,0	226	10,6	1,1	010	4,1	240
13 »	10,3	0,8	008	4,0	226	10,6	0,7	006	4,1	241
20 »	10,4	0,8	007	4,1	220	10,6	0,6	005	4,0	232
27 »	10,3	0,8	008	4,1	226	10,6	0,8	007	4,0	238
3 avril.....	10,4	0,8	007	4,0	226	10,7	0,9	008	4,0	230
10 »	10,5	0,7	006	4,2	220	10,8	1,0	009	4,0	229
17 »	10,5	0,7	006	4,2	219	10,9	0,8	007	4,0	230
24 »	10,5	0,8	007	4,1	224	10,9	0,9	008	4,2	227
1 mai.....	10,6	0,8	007	4,0	218	11,0	1,0	008	4,3	237
8 »	10,5	0,9	008	4,2	223	10,9	1,0	008	4,3	236
15 »	10,5	0,6	005	4,3	225	10,9	0,5	004	4,5	233
23 »	10,6	0,7	006	4,3	222	11,1	0,7	006	4,5	231
29 »	10,5	0,4	003	4,3	218	11,0	0,7	006	4,3	234
5 juin.....	10,5	0,7	006	4,1	226	11,0	0,9	007	4,4	232
12 »	10,5	0,5	004	4,2	226	11,0	0,9	007	4,2	237
19 »	10,6	0,6	005	4,3	224	11,0	0,7	006	4,3	239
26 »	10,6	0,6	005	4,4	220	11,1	0,9	007	4,4	232
3 juillet.....	10,6	0,7	006	4,5	222	11,2	0,9	007	4,5	233
10 »	10,6	0,8	007	4,4	224	11,1	0,8	007	4,5	234
17 »	10,6	0,8	007	4,5	226	11,1	0,6	005	4,7	239
25 »	10,7	0,9	008	4,3	218	11,2	0,7	006	4,5	232
31 »	10,6	0,7	006	4,2	225	11,1	0,5	004	4,4	238
7 août.....	10,6	0,8	007	4,5	222	11,2	0,8	007	4,3	232
19 »	10,6	0,7	006	4,4	222	11,1	1,0	008	4,6	237
28 »	10,5	0,7	006	4,2	225	11,1	1,0	008	4,6	235
4 septembre..	10,5	1,0	009	4,5	226	11,1	0,9	007	4,8	235
11 » ..	10,5	0,9	008	4,5	224	11,1	0,8	007	4,6	235
18 » ..	10,5	0,9	008	4,2	222	10,9	0,8	007	4,4	237
25 » .	10,4	0,6	006	4,3	221	10,9	0,7	006	4,2	232
2 octobre....	10,4	0,8	007	4,0	224	11,0	0,7	006	4,6	236
9 »	10,4	0,7	006	4,1	221	10,9	0,8	007	4,3	234
16 »	10,4	0,9	008	4,3	224	10,9	0,8	007	4,2	234
23 »	10,3	0,9	008	4,2	227	10,8	1,0	009	4,4	241
30 »	10,4	0,6	006	4,2	225	10,8	0,9	008	4,4	233
6 novembre..	10,4	0,6	006	4,3	221	10,9	1,0	008	4,4	235
13 » ..	10,3	0,7	007	4,1	223	10,7	0,7	006	4,1	239
20 » .	10,3	0,6	006	4,3	221	10,5	0,7	006	4,0	239
27 » ..	10,2	0,5	005	3,9	225	10,6	0,7	006	4,0	235

Constantes du sismographe Wiechert en **1914** (suite).

		Composante Nord.					Composante Est.				
		T.	r.	$\frac{r}{T^2}$.	ε.	V.	T.	r.	$\frac{r}{T^2}$.	ε.	V.
		s	mm				s	mm			
1914.	4 décembre..	10,2	0,6	0,006	4,3	224	10,6	0,8	0,007	4,2	239
	11 » ..	10,3	0,7	007	4,1	222	10,7	1,0	009	4,0	235
	18 » ..	10,2	0,6	006	4,0	229	10,7	0,8	007	3,9	233
	23 » ..	10,2	0,7	007	3,9	222	10,6	0,8	007	3,9	239
	30 » ..	10,3	0,4	004	4,1	223	10,7	0,7	006	4,0	237
1915.	8 janvier....	10,3	0,5	005	3,9	223	10,7	0,8	007	4,1	237
	15 »	10,3	0,6	006	4,1	222	10,8	0,8	007	3,9	232

JOURNAL SISMOLOGIQUE DE L'ANNÉE 1914

(PARC SAINT-MAUR).

JANVIER 1er : 1 toute la journée. — 2 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 4^h à 5^h. — 3 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 11^h, de 19^h à 20^h, entre 22^h et 24^h. — 4 : 1 jusqu'à 14^h, 2 ensuite. — 5 : 2 toute la journée. — 6 : 2 jusqu'à 18^h, 1 ensuite. — 7 : 1 jusqu'à 7^h, 2 de 7^h à 18^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 20^h à 21^h. — 8 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 1^h et de 5^h à 6^h. — 9, 10 : 1 toute la journée.

11 : 1 toute la journée. — 12 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 12^h. — 13 : 1 toute la journée. — 14 : 1 jusqu'à 3^h, 2 de 3^h à 9^h, 3 de 9^h à 20^h, 2 ensuite. — 15 : 2 jusqu'à 17^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 20^h et 22^h. — 16 : 1 jusqu'à 7^h, 2 de 7^h à 23^h, 1 ensuite. — 17 : 1 jusqu'à 8^h, 2 de 8^h à 18^h, 1 ensuite. — 18, 19 : 1 toute la journée. — 20 : 1 jusqu'à 8^h, 2 de 8^h à 16^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 12^h à 14^h.

21 : 1 jusqu'à 7^h, 2 ensuite. — 22 : 2 toute la journée. — 23 : 2 jusqu'à 22^h, 1 ensuite. — 24 : 1 toute la journée. — 25 : 1 jusqu'à 2^h, 2 ensuite. — 26 : 2 jusqu'à 13^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 23^h et 24^h. — 27 : 1 toute la journée. — 28 : 1 jusqu'à 6^h, 2 de 6^h à 10^h, 3 ensuite. — 29 : 3 jusqu'à 18^h, 2 ensuite. — 30 : 2 toute la journée; *m.-s.* entre 3^h et 10^h. — 31 : 2 toute la journée.

Caractéristique moyenne du mois : 1,49.

FÉVRIER 1er : 2 jusqu'à 9^h, 3 ensuite. — 2 : 3 jusqu'à 19^h, 2 ensuite. — 3 : 2 jusqu'à 18^h, 1 ensuite. — 4 : 1 jusqu'à 8^h, 2 de 8^h à 20^h, 1 ensuite. — 5 : 1 toute la journée. — 6 : 1 toute la journée, *m.-s.* entre 11^h et 13^h. — 7 : 1 jusqu'à 7^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 7^h à 8^h. — 8 : 2 toute la journée. — 9 : 1 toute la journée. — 10 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 11^h et 13^h et entre 16^h et 18^h.

11 : 1 jusqu'à 4^h, 2 ensuite. — 12 : 2 toute la journée. — 13 : 2 jusqu'à 15^h, 3 ensuite. — 14 : 3 jusqu'à 16^h, 2 ensuite. — 15 : 2 jusqu'à 21^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 1^h et 3^h. — 16, 17 : 1 toute la journée. — 18 : 1 jusqu'à 7^h, 2 ensuite. — 19, 20 : 2 toute la journée.

21, 22 : 2 toute la journée. — 23 : 2 jusqu'à 19^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 0^h et 1^h et entre 20^h et 21^h. — 24 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 21^h et 23^h. — 25 : 1 toute la journée. — 26 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 5^h à 8^h. — 27 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 4^h à 5^h. — 28 : 1 jusqu'à 15^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 5^h à 7^h.

Caractéristique moyenne du mois : 1,64.

MARS 1er : 2 jusqu'à 19^h, 1 ensuite. — 2 : 1 jusqu'à 14^h, 2 de 14^h à 20^h, 1 ensuite. — 3 : 1 jusqu'à 6^h, 2 de 6^h à 19^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 13^h et 15^h. — 4 : 1 toute la journée; *m.-s.*

entre 9^h et 10^h, de 14^h à 18^h et de 19^h à 21^h. — 5 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 18^h à 19^h. — 6 : 1 jusqu'à 4^h, 2 de 4^h à 22^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 19^h à 22^h. — 7 : 1 jusqu'à 7^h, 2 de 7^h à 20^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 4^h et 5^h. — 8, 9, 10 : 1 toute la journée.

11, 12 : 1 toute la journée. — 13 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 5^h à 6^h. — 14 : 1 jusqu'à 4^h, 2 de 4^h à 14^h, 3 de 14^h à 22^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 20^h à 22^h. — 15 : 2 toute la journée. — 16 : 0 jusqu'à 21^h, 1 ensuite; faible *m.-s.* entre 23^h et 24^h. — 17 : 1 toute la journée. — 18 : 1 jusqu'à 8^h, 2 de 8^h à 15^h, 3 de 15^h à 22^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 4^h à 8^h. — 19 : 2 jusqu'à 20^h, 1 ensuite. — 20 : 1 jusqu'à 6^h, 2 de 6^h à 18^h, 1 ensuite; faible *m.-s.* entre 23^h et 24^h.

21 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 11^h et de 20^h à 21^h. — 22 : 1 toute la journée. — 23 : 1 jusqu'à 15^h, 2 ensuite. — 24 : 2 toute la journée; *m.-s.* entre 14^h et 15^h. — 25 : 2 toute la journée. — 26 : 2 jusqu'à 3^h, 3 de 3^h à 19^h, 2 ensuite. — 27 : 2 jusqu'à 20^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 1^h et 3^h, entre 16^h et 17^h, entre 18^h et 19^h. — 28 : 1 jusqu'à 16^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 11^h à 13^h. — 29 : 2 toute la journée. — 30 : 2 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 4^h. — 31 : 2 jusqu'à 11^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 19^h et 20^h.

Caractéristique moyenne du mois : 1,51.

Avril 1er, 2, 3 : 1 toute la journée. — 4 : 1 jusqu'à 5^h, 2 ensuite. — 5 : 2 toute la journée. — 6 : 2 jusqu'à 20^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 6^h à 7^h. — 7 : 1 toute la journée. — 8 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 22^h et 23^h. — 9 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 2^h et 3^h et de 4^h à 6^h. — 10 : 1 jusqu'à 5^h, 2 ensuite.

11 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 16^h et 21^h. — 12 : 1 toute la journée. — 13 : 1 jusqu'à 18^h, 2 ensuite. — 14 : 2 jusqu'à 9^h, 1 ensuite. — 15 : 1 toute la journée; traces de *m.-s.* entre 5^h et 6^h. — 16, 17, 18, 19 : 1 toute la journée. — 20 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 13^h et 16^h.

21, 22, 23, 24 : 1 toute la journée. — 25 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 8^h et 10^h. — 26 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 15^h et 17^h. — 27 : 1 toute la journée. — 28 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 12^h et 13^h. — 29 : 1 toute la journée. — 30 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 11^h et 12^h.

Caractéristique moyenne du mois : 1,13.

Mai 1er : 1 toute la journée; *m.-s.* de 7^h à 8^h. — 2, 3 : 1 toute la journée. — 4 : 1 jusqu'à 17^h, 2 ensuite. — 5 : 2 jusqu'à 21^h, 1 ensuite. — 6 : 1 toute la journée. — 7 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 12^h et 14^h; traces entre 17^h et 18^h. — 8 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 18^h et 19^h. — 9 : 1 toute la journée. — 10 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 17^h et 18^h.

11, 12 : 1 toute la journée. — 13 : 1 toute la journée; traces de *m.-s.* entre 2^h et 3^h. — 14 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 14^h à 15^h. — 15 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 1^h, de 2^h à 3^h et de 20^h à 22^h. — 16 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 19^h et 20^h. — 17 : 1 toute la journée. — 18 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 2^h et 3^h, de 4^h à 5^h, entre 10^h et 12^h. — 19 : 0 jusqu'à 9^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 0^h à 2^h et de 5^h à 9^h. — 10 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 0^h à 2^h.

21 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 5^h et 10^h. — 22 : 1 toute la journée; traces de *m.-s.* entre 5^h et 6^h. — 23 : 1 toute la journée. — 24 : 1 jusqu'à 2^h, 0 ensuite; *m.-s.* entre 12^h et 13^h et de 15^h à 18^h. — 25 : 0 jusqu'à 6^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 4^h et 5^h, de 8^h à 9^h, entre 10^h et 11^h, entre 13^h et 14^h. — 26 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 14^h à 21^h. — 27 : 1 jusqu'à 10^h, 0 ensuite; *m.-s.* de 3^h à 4^h. — 28 : 0 jusqu'à 6^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 3^h à 6^h, de 10^h à 12^h et de 18^h à 21^h. — 29 : 1 toute la journée; traces de *m.-s.* entre 3^h et 4^h, *m.-s.* de 5^h à 9^h. — 30 : 1 toute la journée; traces de *m.-s.* entre 23^h et 24^h. — 31 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 10^h, de 14^h à 15^h, de 19^h à 20^h; traces entre 22^h et 23^h.

Caractéristique moyenne du mois : 0,93.

Juin 1er : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 2^h et 4^h et de 17^h à 18^h. — 2 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 22^h à 23^h. — 3 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 7^h et 8^h. — 4 : 1 jusqu'à 20^h, 0 ensuite; *m.-s.* de 16^h à 17^h. — 5 : 0 toute la journée. — 6 : 0 jusqu'à 5^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 5^h à 6^h. — 7 : 1 de 0^h à 2^h, 2 de 2^h à 22^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 16^h et 18^h. — 8 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 10^h à 12^h. — 9, 10 : 1 toute la journée.

11 : 1 toute la journée. — 12 : 1 jusqu'à 19^h, 0 ensuite. — 13 : 0 toute la journée. — 14 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 14^h et 16^h. — 15 : 0 toute la journée. — 16 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 8^h et 10^h. — 17 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 10^h. — 18 : 0 jusqu'à 8^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 20^h et 23^h. — 19 : 1 jusqu'à 20^h, 0 ensuite; *m.-s.* de 0^h à 1^h, de 2^h à 3^h, entre 7^h et 8^h. — 20 : 0 jusqu'à 22^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 7^h à 13^h, entre 23^h et 24^h.

21 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 0^h à 2^h. — 22 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 5^h et 6^h, de 9^h à 10^h, entre 14^h et 15^h, entre 17^h et 19^h. — 23 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 3^h et 5^h. — 24 : 1 jusqu'à 11^h, 0 ensuite; *m.-s.* entre 2^h et 4^h. — 25 : 0 jusqu'à 8^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 19^h à 24^h. — 26 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 3^h et 9^h, entre 13^h et 15^h. — 27 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 2^h à 3^h. — 28 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 12^h et 14^h. — 29 : 1 toute la journée. — 30 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 1^h, de 8^h à 11^h, entre 16^h et 18^h.

Caractéristique moyenne du mois : 0,73.

Juillet 1er, 2 : 1 toute la journée. — 3 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 1^h, entre 21^h et 22^h. — 4 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 18^h à 20^h. — 5 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 0^h à 1^h et de 22^h à 24^h. — 6 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 6^h et 8^h. — 7, 8, 9, 10 : 1 toute la journée.

11 : 1 jusqu'à 14^h, 0 ensuite; *m.-s.* entre 15^h et 16^h. — 12 : 0 toute la journée; *m.-s.* de 22^h à 23^h. — 13 : 0 toute la journée. — 14 : 0 jusqu'à 2^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 3^h à 5^h. — 15, 16 : 1 toute la journée. — 17 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 7^h à 9^h. — 18 : 1 toute la journée. — 19 : 1 jusqu'à 1^h, 0 ensuite. — 20 : 0 jusqu'à 7^h, 1 ensuite.

21 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 22^h et 24^h. — 22, 23, 24, 25, 26, 27 : 1 toute la journée. — 28 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 14^h et 15^h. — 29 : 1 jusqu'à 10^h, 0 ensuite; *m.-s.* entre 7^h et 8^h. — 30 : 0 jusqu'à 11^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 23^h et 24^h. — 31 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 18^h et 20^h.

Caractéristique moyenne du mois : 0,85.

Aout 1er : 1 toute la journée. — 2 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 23^h et 24^h. — 3 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 11^h et 13^h, et de 22^h à 24^h. — 4 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 10^h et 12^h, entre 22^h et 24^h. — 5 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 0^h à 3^h, entre 10^h et 13^h, entre 20^h et 21^h. — 6 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 3^h et 6^h. — 7 : 1 toute la journée. — 8 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 19^h et 21^h. — 9 : 1 jusqu'à 6^h, 2 de 6^h à 14^h, 1 ensuite. — 10 : 1 toute la journée.

11 : 1 jusqu'à 20^h, 0 ensuite; *m.-s.* de 6^h à 7^h et de 13^h à 14^h. — 12 : 0 toute la journée. — 13 : 0 jusqu'à 9^h, 1 ensuite. — 14 : 1 jusqu'à 16^h, 0 ensuite; *m.-s.* de 20^h à 22^h. — 15 : 0 toute la journée; *m.-s.* de 4^h à 5^h et de 13^h à 14^h. — 16 : 0 toute la journée. — 17 : 0 toute la journée; *m.-s.* de 5^h à 6^h. — 18 : 0 toute la journée. — 19 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 12^h et 14^h. — 20 : 0 toute la journée.

21 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 10^h. — 22 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 5^h et 7^h et de 15^h à 17^h. — 23 : 0 jusqu'à 9^h, 1 ensuite. — 24 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 7^h à 8^h. — 25, 26, 27 : 1 toute la journée. — 28 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 8^h et 11^h, entre 18^h et 19^h. — 29 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 18^h et 19^h. — 30 : 1 toute la journée. — 31 : 1 jusqu'à 16^h, 0 ensuite.

Caractéristique moyenne du mois : 0,67.

Septembre 1er : 0 toute la journée; *m.-s.* de 10^h à 11^h. — 2 : 0 toute la journée; *m.-s.* entre 20^h et 22^h. — 3 : 0 toute la journée. — 4 : 0 toute la journée; *m.-s.* de 17^h à 19^h. — 5 : 0 jusqu'à 8^h, 1 ensuite. — 6 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 1^h. — 7 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 17^h et 18^h. — 8, 9 : 1 toute la journée. — 10 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 16^h et 18^h.

11 : 1 jusqu'à 23^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 12^h à 13^h. — 12 : 2 jusqu'à 17^h, 1 ensuite. — 13, 14 : 1 toute la journée. — 15 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 0^h et 2^h. — 16 : 1 toute la journée. — 17 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 13^h à 14^h. — 18, 19 : 1 toute la journée. — 20 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 0^h à 1^h.

21 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 13^h et 15^h. — 22 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 23^h et 24^h. — 23 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 2^h à 3^h. — 24 : 1 toute la journée. — 25 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 10^h et 12^h. — 26, 27, 28, 29 et 30 : 1 toute la journée.

Caractéristique moyenne du mois : 0,88.

Octobre 1er : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 6^h et 8^h. — 2 : 1 toute la journée. — 3 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 17^h et 20^h et de 22^h à 24^h. — 4 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 18^h et 20^h. — 5 : 1 joute la journée; *m.-s.* entre 21^h et 22^h. — 6 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 19^h et 22^h. — 7 : 1 toute la journée. — 8 : 1 jusqu'à 10^h, 0 ensuite; *m.-s.* entre 13^h et 14^h, entre 16^h et 17^h, entre 20^h et 22^h. — 9 : 0 jusqu'à 9^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 2^h et 5^h. — 10 : 1 toute la journée.

11 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 10^h à 11^h, entre 16^h et 18^h. — 12, 13 : 1 toute la journée. — 14 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 15^h à 16^h. — 15 : 1 toute la journée. — 16 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 18^h à 19^h. — 17 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 6^h et 8^h, entre 10^h et 12^h. — 18, 19, 20 : 1 toute la journée.

21 : 1 jusqu'à 13^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 17^h à 18^h. — 22 : 2 jusqu'à 2^h, 1 ensuite. — 23 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 6^h et 9^h. — 24, 25 : 1 toute la journée. — 26 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 3^h et 4^h. — 27 : 1 jusqu'à 15^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 1^h à 2^h, de 4^h à 5^h, de 9^h à 10^h, de 16^h à 17^h. — 28 : 2 jusqu'à 21^h, 1 ensuite; *m.-s.* entre 1^h et 3^h. — 29, 30 31 : 1 toute la journée.

Caractéristique moyenne du mois : 1,03.

Novembre 1, 2, 3 : 1 toute la journée. — 4 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 11^h et 14^h. — 5, 6 : 1 toute la journée. — 7 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 7^h à 8^h. — 8 : 1 toute la journée; traces de *m.-s.* entre 13^h et 14^h. — 9 : 1 toute la journée. — 10 : 1 jusqu'à 16^h, 2 ensuite; *m.-s.* entre 7^h et 9^h.

11 : 2 toute la journée. — 12 : 2 jusqu'à 20^h, 1 ensuite. — 13 : 1 jusqu'à 14^h, 2 ensuite. — 14 : 2 jusqu'à 9^h, 3 de 9^h à 20^h, 2 ensuite. — 15 : 2 jusqu'à 5^h, 3 de 5^h à 21^h, 2 ensuite. — 16 : 2 jusqu'à 15^h, 1 ensuite. — 17 : 1 toute la journée. — 18 : 1 jusqu'à 6^h, 2 de 6^h à 10^h, 3 de 10^h à 16^h, 2 ensuite; *m.-s.* de 10^h à 11^h. — 19 : 2 jusqu'à 2^h, 1 ensuite. — 20 : 1 toute la journée.

21 : 1 jusqu'à 15^h, 2 ensuite. — 22 : 2 toute la journée; *m.-s.* entre 8^h et 10^h. — 23 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 9^h à 10^h. — 24 : 1 toute la journée; *m.-s.* de 12^h à 15^h. — 25 : 1 toute la journée. — 26 : 1 jusqu'à 20^h, 2 ensuite. — 27 : 2 toute la journée; *m.-s.* entre 14^h et 16^h. — 28 : 2 jusqu'à 19^h, 1 ensuite; *m.-s.* de 11^h à 13^h et de 14^h à 15^h. — 29 : 1 toute la journée. — 30 : 1 jusqu'à 6^h, 2 ensuite.

Caractéristique moyenne du mois : 1,38.

Décembre 1er : 2 jusqu'à 4^h, 3 de 4^h à 11^h, 2 ensuite. — 2 : 2 jusqu'à 6^h, 3 ensuite. — 3, 4 : 3 toute la journée. — 5 : 3 jusqu'à 18^h, 2 ensuite. — 6 : 2 jusqu'à 2^h, 1 de 2^h à 11^h, 2 de 11^h à 20^h, 3 ensuite. — 7 : 3 toute la journée. — 8 : 3 jusqu'à 21^h, 2 ensuite. — 9 : 2 jusqu'à 11^h, 1 ensuite. — 10 : 1 toute la journée.

11 : 1 jusqu'à 20^h, 2 ensuite. — 12 : 2 jusqu'à 22^h, 1 ensuite. — 13, 14, 15, 16 : 1 toute la journée. — 17 : 1 jusqu'à 17^h, 2 ensuite. — 18, 19 : 2 toute la journée. — 20 : 2 toute la journée; *m.-s.* entre 14^h et 17^h.

21 : 2 jusqu'à 21^h, 1 ensuite. — 22 : 1 toute la journée; *m.-s.* entre 9^h et 10^h. — 23 : 1 jusqu'à 5^h, 2 ensuite. — 24 : 2 jusqu'à 2^h, 1 de 2^h à 10^h, 2 de 10^h à 17^h, 1 ensuite. — 25, 26 : 1 toute la journée. — 27 : 1 jusqu'à 2^h, 2 de 2^h à 9^h, 3 ensuite. — 28 : 3 jusqu'à 9^h, 2 ensuite. — 29, 30, 31 : 2 toute la journée.

Caractéristique moyenne du mois : 1,85.

OBSERVATIONS MICROSISMIQUES.

Conformément aux prescriptions de l'Association internationale de Sismologie, nous avons adopté les notations suivantes :

P, première phase préliminaire;
S, seconde phase préliminaire;
L, oscillations principales (ondes longues);
M_1, M_2, etc., maxima des mouvements du sol;
N, Composante Nord;
E, Composante Est;
e, placé devant P, S, L ou employé seul, indique l'apparition, au milieu d'une agitation plus ou moins prononcée, d'ondes caractéristiques d'un microsisme; dans ce cas, l'heure indiquée pour la phase est un peu incertaine;
i représente au contraire un choc brusque;
T, durée en secondes d'une double oscillation;
A_N, A_E, déplacements réels du sol exprimés en microns;
Δ distance de l'épicentre.

Nous rappelons que les amplitudes A sont les élongations comptées à partir du zéro et qu'elles représentent ainsi la moitié du mouvement total du sol entre ses deux positions extrêmes.

Les microsismes précédés de la lettre (G) sont ceux qui sont visibles seulement sur les courbes du sismographe Galitzine à enregistrement galvanométrique.

— Janvier 2 : *e* $4^h32^m34^s$. A $4^h42^m17^s$, (G), T_N 23^s $A_N + 6^\mu$. F $4^h,9$.

3 : *e*L 9^h55^m. A $9^h55^m0^s$, (G), T_E 26^s $A_E + 4^\mu$; à $10^h5^m4^s$, T_N 16^s $A_N - 2^\mu$. F $10^h,5$.

3 : *e*L 19^h15^m. A $19^h19^m49^s$, (G), T_E 17^s $A_E - 3^\mu$; à $19^h25^m3^s$, T_N 17^s $A_N + 4^\mu$. F $19^h,9$.

3 : (G), *e* 22^h51^m. F $23^h,2$.

7 : *e*L 20^h6^m. A $20^h8^m22^s$, (G), T_N 22^s $A_N + 2^\mu$; à $20^h24^m11^s$, T_E 17^s $A_E - 3^\mu$. F $20^h,8$.

8 : *e*P $0^h18^m11^s$, T $0^s,8$, A_N $0^\mu,9$, A_E $1^\mu,3$. F 0^h20^m (tremblement de terre en Bretagne).

8 : *e* 5^h15^m. F $5^h,7$.

12 : *e*P $9^h41^m0^s$; S $9^h51^m41^s$; L 10^h15^m. M 10^h24^m-25^m; T_N 15^s A_N 27^μ; T_E 16^s A_E 39^μ. F $12^h,3$ (éruption volcanique au Japon).

15 : *e*L 20^h36^m. A $20^h37^m7^s$, (G), T_N 21^s $A_N - 7^\mu$; à $20^h38^m16^s$, T_E 22^s $A_E - 6^\mu$. F $21^h,6$.

20 : *e*P $12^h12^m12^s$; *i*P $12^h12^m17^s$, T_N 4^s A_N 5^μ, T_E 6^s A_E 2^μ; *i*S $12^h21^m59^s$, T 6^s, A_N 13^μ, A_E 6^μ; L 12^h38^m. M_E 12^h45^m, T_E 23^s A_E 27^μ, T_N 24^s A_N 41^μ; M_N 12^h52^m-53^m, T_N 20^s A_N 55^μ, T_N 16^s A_E 15^μ. F vers $13^h,8$ ($\Delta = 8450^{km}$); azimut de l'épicentre $19^\circ,0$; coordonnées géographiques : longitude de Greenwich $151^\circ,6$: latitude nord $51^\circ,8$.

26-27 : *e*L 23^h19^m. A $23^h27^m45^s$, (G), T_N 32^s $A_N + 8^\mu$; à $23^h33^m48^s$, T_E 27^s $A_E + 6^\mu$. F $0^h,4$.

30 : *e*P $3^h54^m41^s$; PR $4^h1^m0^s$; *i*S $4^h4^m5^s$, T_N 13^s A_N 8^μ, T_E 12^s A_E 13^μ; L 4^h28^m. M_1 4^h31^m-32^m, T_N 24^s A_N 73^μ, T_E 26^s A_E 112^μ; M_2 4^h34^m-35^m, T_N 21^s A_N 102^μ, T_E 24^s A_E 160^μ; M_3 4^h35^m-36^m, T 21^s A_N 122^μ, A_E 234^μ; M_4 4^h37^m-38^m, T 21^s A_N 210^μ, A_E 250^μ; M_5 4^h38^m-39^m, T 19^s, A_N 240^μ, A_E 330^μ; M_6 4^h39^m-40^m, T_N 19^s A_N 210^μ, T_E 18^s A_E 200^μ. F après 8^h ($\Delta = 8100^{km}$).

30 : *e*L $8^h(33^m)$. M 8^h38^m-39^m, T_N 21^s A_N 21^μ, T_E 20^s A_E 17^μ. F $9^h,6$.

— Février 6 : e(P) $11^h51^m37^s$; i(S) $11^h58^m23^s$; L 12^h13^m. A $12^h18^m24^s$, (G), T_N 14^s A_N + 5μ. F $12^h,7$ (Δ environ 5000^{km}).

7 : e $7^h12^m28^s$; L 7^h30^m. A $7^h36^m10^s$, (G), T_N 22^s A_N − 15μ; à $7^h36^m31^s$, T_E 23^s A_E + 20μ. F $8^h,4$.

10 : e $11^h34^m44^s$; phases confondues. F $12^h,5$.

10 : e $16^h44^m58^s$; L nettes à 17^h3^m. A $17^h4^m16^s$, (G), T_E 22^s A_E + 4μ. F $17^h,6$.

15 : (G), e 1^h51^m. F $3^h,1$.

23 : (G), e 0^h4^m. F $0^h,3$.

23 : (G), traces de 20^h31^m à 20^h45^m.

24 : (G), traces de 16^h6^m à 16^h11^m.

24 : (G), e_N $21^h53^m57^s$; e_E $21^h54^m2^s$. F 23^h.

26 : eP $5^h11^m13^s$; e $5^h14^m40^s$; iS $5^h21^m36^s$; L nettes à 5^h47^m; M_N 5^h48^m-49^m, T_N 17^s A_N 10μ, T_E 18^s A_E 10μ; M_E 5^h50^m-51^m, T_E 21^s A_E 16μ; T_N 18^s A_N 7μ. F $8^h,2$ (Δ = 9250^{km}).

27 : (G), eL 4^h5^m. F $4^h,7$.

28 : e $5^h23^m7^s$; L 5^h32^m. A $5^h32^m22^s$, (G). T_N 24^s A_N + 8μ; à $5^h38^m2^s$, T_E 17^s A_E + 3μ. F $6^h,6$.

— Mars 3 : eL 13^h52^m. A $13^h59^m16^s$, (G) T_E 27^s A_E + 5μ; à $14^h0^m18^s$, T_N 20^s A_N + 3μ. F $14^h,5$.

4 : (G), eL 9^h14^m. F $9^h,5$.

4 : (G), e 14^h23^m. A $14^h39^m0^s$, T_E 19^s A_E − 2μ; à $14^h39^m6^s$, T_N 18^s A_N — 2μ. F $14^h,9$.

4 : e_1 $15^h56^m19^s$; e_2 $16^h2^m20^s$; L 16^h21^m. A $16^h27^m45^s$, (G). T_E 30^s A_E + 6μ; à $17^h10^m39^s$, T_N 19^s A_N — 4μ; à $17^h14^m48^s$, T_E 21^s A_E + 7μ. F $18^h,1$.

4 : e $19^h2^m,5$; L 19^h32^m. A $19^h37^m22^s$, (G), T_E 34^s A_E + 4μ; à $19^h57^m52^s$, T_N 19^s A_N + 3μ. F 21^h.

5 : e $17^h59^m,6$. A $18^h15^m12^s$, (G), T_N 22^s A_N + 4μ; à $18^h16^m30^s$, T_E 22^s A_E + 3μ. F $18^h,8$.

6 : $e$$P_N$ $19^h17^m17^s$; $e$$P_E$ $19^h17^m31^s$; eS $19^h26^m50^s$; L 19^h43^m. M 19^h 55^m, T_N 18^s A_N 17μ, T_E 15^s A_E 7μ. F $22^h,2$ (Δ = 8300^{km}).

7 : (G), eL 4^h52^m. A $4^h55^m43^s$, T_E 17^s A_E + 1μ; à $4^h57^m30^s$, T_N 18^s A_N + 1μ,5. F 5^h2^m.

13 : e $5^h21^m,1$; eL 5^h36^m. A 5^h38^m-39^m, T_N 15^s A_N 3μ, T_E 12^s A_E 1μ. F $5^h,9$.

14 : eP $20^h12^m56^s$; eS $20^h23^m16^s$; L 20^h44^m. M 20^h47^m-48^m, T 18^s A_N 53μ A_E 38μ. F $22^h,4$ (Δ = 9200^{km}).

16 : (G), très faible mouvement de $23^h,5$ à 24^h.

18 : $i$$P_E$ $4^h32^m2^s$; iS $4^h41^m57^s$; L 4^h54^m. M 5^h11^m, T_N 18^s A_N 16μ, T_E 20^s A_E 13μ. F dans le suivant (Δ = 8700^{km}).

18 : e $6^h28^m46^s$, e (S) $6^h39^m1^s$, L nettes à 7^h1^m. M 7^h11^m-12^m, T 13^s-14^s A_N 16μ A_E 13μ. F 8^h4.

20 : faible mouvement entre 23^h39^m et 23^h47^m.

21 : (G), eL 9^h56. A $9^h58^m58^s$, T_E 24^s A_E — 5μ. F $10^h,3$.

21 : (G), eL 20^h15^m. A $20^h17^m47^s$, T_E 23^s A_E + 2μ. F $20^h,5$.

24 : (G), i 14^h34^m40. F 14^h51^m (origine sismique ?).

27 : e $1^h10^m9^s$; eS $1^h17^m2^s$; $i$$S_E$ $1^h17^m28^s$; L 1^h30^m. A $1^h45^m14^s$, (G), T_E 15^s A_E + 7μ; à $1^h48^m27^s$, T_N 15^s A_N — 6μ. F $2^h,7$.

27 : (G), eL 16^h42^m. F 16^h56^m.

27 : eL 18^h36^m. A $18^h36^m42^s$, (G), T_E 18^s A_E + 1μ,5; à $18^h36^m43^s$, T_N 18^s A_N — 1μ. F 19^h.

28 : e $11^h5^m52^s$; L 11^h23^m. M_N 11^h32^m-33^m, T_N 15^s A_N 8μ; M_E 11^h35^m-36^m, T_E 12^s A_E 4μ. F $12^h,4$.

28 : (G) quelques L de 13^h54^m à 13^h57^m.

30 : $e$$P_N$ $0^h53^m23^s$; iP $0^h53^m37^s$; iS $1^h3^m45^s$; L 1^h19^m. M_1, 1^h26^m-27^m, T 22^s A_N 29μ A_E 145μ; M_2 1^h28^m-29^m, T_N 18^s A_N 24μ, T_E 20^s A_E 118μ; M_3 1^h31^m-32^m, T 18^s A_N 33μ A_E 108μ. F $4^h,0$ (Δ = 9200^{km}).

31 : (G), eL 19^h35^m. A $19^h40^m5^s$, T_E 18^s A_E — 1μ. F 19^h44^m.

— Avril 3 : (G), traces vers $22^h,9$.

6 : e 6^h38^m; F $7^h,1$.

7 : (G), quelques L de $18^h 59^m$ à $19^h 2^m$. T moy. 15^s.

8 : e $22^h 48^m 23^s$. A $22^h 51^m 20^s$, T_N 11^s A_N-3^μ; à $22^h 51^m 50^s$, T_E 12^s A_E + 1^μ. F $23^h,1$ (phases confondues).

9 : (G), eL $2^h 46^m$. F $3^h,0$.

9 : eP $3^h 56^m 4^s$; $e$$S_N$ $4^h 12^m 33^s$; L $4^h 46^m$. M $4^h 59^m$-$5^h 0^m$, T_N 21^s A_N 7^μ, T_E 22^s A_E 7^μ. F $6^h,2$ (Δ environ 16000^{km}).

11 : iP $16^h 52^m 35^s$; (eS) $17^h 10^m 57^s$; L $17^h 38^m$. M_1 $17^h 44^m$, T_N 28^s A_N 46^μ; T_E 26^s A_E 44^μ; M_2 $17^h 56^m$, T_N 22^s A_N 44^μ, T_E 19^s A_E 47^μ. F $20^h,5$.

15 : traces entre $5^h,7$ et $6^h,0$.

20 : eP $13^h 42^m 9^s$; iP $13^h 42^m 11^s$; iS $13^h 52^m 19^s$; L $14^h 10^m$. M_E $14^h 19^m$-20^m, T_E 18^s A_E 8^μ; M_N $14^h 28^m$-29^m, T_N 19^s A_N 7^μ, T_E 18^s A_E 7^μ. F 16^h (Δ = 9000^{km}).

25 : eL $8^h 55^m$. A $9^h 3^m$-4^m, T_E 18^s A_E 2^μ. F $9^h,5$.

26 : faible mouvement entre 15^h et 17^h (origine sismique ?).

28 : e $12^h 26^m$; eL $12^h 33^m$. A $12^h 34^m$-35^m, T_N 18^s A_N 5^μ, T_E 16^s, A_E 8^μ. F $12^h 42^m$ (maximum seul bien marqué).

31 : faible mouvement non mesurable de $11^h,0$ à $11^h,4$.

— Mai 1 : eL $7^h 1^m$. M_E $7^h 3^m$-4^m, T_E 19^s A_E 2^μ; M_N $7^h 10^m$-11^m, T_N 18^s A_N 3^μ. F $7^h,6$.

7 : e 12^h (37^m). F $14^h,2$.

7 : traces de $17^h 10^m$ à $17^h 30^m$.

8 : e $18^h 7^m$ (32^s); L $18^h 10^m$. M $18^h 13^m$, T_N 8^s A_N 2^μ, T_E 12^s A_E 2^μ. F $18^h,4$ (tremblement de terre de Sicile).

10 : eL $17^h 3^m$; M_E $17^h 7^m$-8^m, T_E 20^s A_E 5^μ; M_N $17^h 9^m$-10^m, T 18^s A_N 5^μ A_E 4^μ. F $17^h,3$.

12 : quelques L de $11^h 10^m$ à $11^h 12^m$ (origine sismique ?).

13 : (G), très faible mouvement de $2^h 4^m$ à $2^h 6^m$.

14 : (G), eL $14^h 33^m$. A $14^h 34^m 58^s$, T_N 23^s A_N + $0^\mu,7$; F $14^h,9$.

15 : (G), eL $0^h 4^m$. A $0^h 6^m 57^s$, T_N 18^s A_N — 1^μ. F $0^h 11^m$.

15 : (G), eL $2^h 29^m$. A $2^h 33^m 25^s$, T_E 20^s A_E — $0^\mu,5$; à $2^h 35^m 11^s$, T_N 17^s A_N + $0^\mu,8$. F $3^h,1$.

15 : e $20^h 19^m$; L $20^h 41^m$. A $20^h 50^m 29^s$, (G), T_N 20^s A_N + 2^μ. F $21^h,1$.

16 : e $19^h 4^m$ (17^s); L $19^h 5^m,1$. A $19^h 5^m 31^s$, (G), T_N 16^s A_N + 3^μ; à $19^h 5^m 39^s$, T_E 16^s A_E — $0^\mu,7$. F $19^h 12^m$.

18 e $2^h 3^m 38^s$. F $2^h 5^m,5$ (signalé à Oloron).

18 : eL $4^h 5^m$. A $4^h 8^m 8^s$, (G), T_E 27^s A_E + 1^μ; à $4^h 8^m 12^s$, T_N 24^s A_N — 3^μ. F $4^h,5$.

18 : e $10^h 50^m 18^s$; eL $10^h 58^m$. M $10^h 59^m$-$11^h 0^m$, T_N 13^s A 2^μ, T_E 12^s A_E 1^μ. F $11^h,5$.

19 : i $0^h 4^m 48$; i(S) $0^h 10^m 45^s$; L $0^h 41^m$. M_N $1^h 1^m$-2^m, T_N 22^s A_N 5^μ, T_E 20^s A_E 2^μ; M_E $1^h 5^m$-6^m, T_E 18^s A_E 5^μ, T_N 17^s A_N 2^μ. F $2^h,5$.

19 : iP $5^h 1^m 27^s$; L $5^h 38^m$. M_E $5^h 59^m$-$6^h 0^m$, T_E 19^s A_E 3^μ; M_N $6^h 1^m$-2^m, T_N 23^s A_N 3^μ. F $7^h,1$.

19 : i $7^h 8^m 33^s$, L $7^h 15^m$. A $7^h 56^m 23^s$, (G), T_N 20^s A_N + 2^μ; à $7^h 59^m 8^s$, T_E 20^s A_E + 1^μ. F $8^h,9$.

20 : e $0^h 11^m 30^s$; L $0^h 37^m$. A $0^h 38^m 22^s$, (G), T_E 41^s A_E — 4^μ; à $0^h 42^m 14^s$, T_N 30^s A_N — 5^μ. F $1^h,6$.

21 : eL $5^h 49^m$. F $7^h,0$.

21 : eL $7^h 41^m$. A $8^h 2^m 10^s$, (G), T_E 29^s A_E — 1^μ. F $8^h,2$.

21 : eP $8^h 42^m 38^s$; L $8^h 54^m$. A $9^h 0^m 45^s$, (G), T_E 14^s A_E — 4^μ; à $9^h 0^m 49^s$, T_N 15^s A_N — 6^μ. F $9^h,8$.

22 : (G), quelques L de $5^h 30^m$ à $5^h 36^m$.

24 : eL $12^h 22^m$. A $12^h 24^m 4^s$, (G), T_N 16^s A_N — $0^\mu,7$. F $12^h,6$.

24 : eL $15^h 24^m$. F $15^h 30^m$.

24 : eP 16^h (6^m); e $16^h 10^m 12^s$; iS $16^h 14^m 40^s$; L $16^h 25^m$. M $16^h 34^m$-35^m, T_N 13^s A_N 6^μ, T_E 12^s A_E 3^μ. F $17^h,7$.

24 : eL $17^h 50^m$. M $17^h 51^m$, T_N 12^s A_N $1^\mu,4$, T_E 11^s A_E 2^μ. F $18^h,1$.

25 : e $4^h 4^m$. A $4^h 17^m$-18^m, T_N 15^s A_N 1^μ, T_E 16^s A_E $0^\mu,7$. F $4^h,5$.

25 : e $5^h 55^m$. F $6^h 3$, (origine sismique ?).

25 : *e* 6^h59^m. F $7^h,9$ (origine sismique ?).

25 : *e* (S) $8^h2^m,3$. F $9^h,3$.

25 : *e* L 10^h25^m. A $10^h27^m8^s$, (G), T_N 21^s A_N + $0^\mu,8$, T_E 26^s A_E — 2^μ. F $10^h,8$.

25 : *e* L 13^h40^m. A $13^h43^m21^s$, (G), T_E 25^s A_E — 2^μ; à $13^h50^m4^s$, T_N 22^s A_N — 1^μ. F $14^h,1$.

26 : *i*(P) $14^h42^m58^s$; *e*(S) $14^h53^m30^s$; L 15^h16^m. M_1 15^h21^m-22^m, T_N 42^s A_N 950^μ; M_2 15^h25^m-26^m, T_N 36^s A_N 710^μ, T_E 28^s A_E 340^μ; M_3 15^h29^m-30^m, T_N 27^s A_N 500^μ, T_E 26^s A_E 400^μ; M_4 15^h32^m-33^m, T_N 22^s A_N 310^μ, T_E 25^s A_E 380^μ; M_5 15^h37^m-38^m, T_N 22^s A_N 390^μ, T_E 23^s A_E 400^μ. F $19^h,9$.

26 : *e* $20^h34^m42^s$; *e*(S) $20^h35^m30^s$; L $20^h36^m12^s$. M 20^h38^m. T 6^s A_N 9^μ A_E 10^μ. F 21^h.

27 : *e* $3^h0^m,1$; L 3^h20^m. M 3^h32^m-33^m, T_N 18^s A_N 3^μ, T_E 17^s A_E 2^μ. F $4^h,1$.

28 : *e*P $3^h35^m45^s$; *i*S $3^h45^m28^s$; L 3^h57^m. M 4^h3^m-4^m, T_N 20^s A_N 7^μ, T_E 22^s A_E 34^μ; W_2 5^h16^m; W_3 5^h59^m. F $6^h,1$ ($\Delta = 8500^{km}$).

28 : *e*L 10^h34^m. F $11^h,0$.

28 : *i*P $11^h32^m55^s$; *i*S $11^h37^m31^s$; SR $11^h38^m26^s$; L 11^h42^m; M 11^h43^m, T_N 13^s A_N 7^μ, T_E 14^s A_E 5^μ. F $12^h,4$ ($\Delta = 3000^{km}$).

28 : *i*P $18^h10^m29^s$; iS $18^h20^m48^s$; L 18^h39^m. M_E 18^h43^m-44^m, T_E 22^s A_E 7^μ. F dans le suivant ($\Delta = 9200^{km}$).

28 : *e* $19^h14^m45^s$. A $19^h37^m46^s$, (G), T_E 20^s A_E + 4^μ. F $20^h,5$.

28 : (G), très faible mouvement de 21^h20^m à 21^h23^m.

29 : (G), très faible mouvement de 3^h1^m à 3^h5^m.

29 : *e*P $5^h0^m33^s$; *e*S $5^h11^m26^s$; *i*S $5^h11^m33^s$; L 5^h32^m, M_N 5^h46^m-47^m, T_N 24^s A_N 13^μ; M_E 5^h50^m-51^m, T_E 20^s A_E 14^μ. F $8^h,7$ ($\Delta = 9900^{km}$).

30 : (G), faible mouvement de 23^h32^m à $23^h,8$.

31 : (G), *e* 9^h45^m. A $9^h58^m4^s$, T_N 21^s A_N — 1^μ. F $10^h,2$

31 : *e* 14^h3^m; L 14^h15^m. A $14^h24^m46^s$, (G), T_E 24^s, A_E + 3^μ; à $14^h26^m56^s$, T_N 20^s A_N — 3^μ. F $15^h,4$.

31 : (G), *e* $19^h40^m31^s$; L 19^h47^m. A $19^h47^m27^s$, T_N 17^s A_N — $0^\mu,7$. F $20^h,1$.

31 : traces de L de 22^h19^m à 22^h25^m.

— Juin **1** : (G), *e* L 2^h53^m. F $3^h,3$.

1 : (G), *e*L 17^h20^m. A $17^h29^m12^s$, T_N 18^s A_N + $0^\mu,5$. F $17^h,6$.

2 : (G), très faible mouvement entre $18^h,4$ et $18^h,6$ (origine sismique ?).

2 : (G), *e* $21^h59^m14^s$. A $22^h18^m36^s$, T_E 16^s A_E — 1^μ; à $22^h24^m18^s$, T_N 19^s A_N — 2^μ. F $23^h,1$.

3 : (G), *e*L 7^h30^m. A $7^h47^m24^s$, T_E 20^s A_E — 1^μ; à $7^h50^m53^s$, T_N 22^s A_N — 1^μ. F $8^h,2$.

4 : *e* $15^h58^m17^s$; *e*L 16^h23^m. A $16^h30^m58^s$, (G), T_N 23^s A_N — 1^μ; à $16^h36^m55^s$, T_E 17^s A_E + 1^μ. F $17^h,1$.

6 : (G), *e*L 5^h9^m. A $5^h15^m13^s$, T_N 21^s A_N — $0^\mu,7$; à $5^h21^m21^s$, T_E 18^s A_E + $0^\mu,6$. F $5^h,6$.

7 : *e*L 16^h50^m. F $17^h,4$.

8 : *e*L 10^h17^m. A $10^h21^m4^s$, (G), T_N 18^s A_N + 3^μ; à $10^h23^m25^s$, T_E 19^s A_E — 1^μ. F $11^h,5$.

9 : (G). quelques L entre 6^h13^m et 6^h25^m.

14 : faible mouvement de $14^h,9$ à $15^h,1$. A 15^h3^m-4^m, T_N 18^s A_N 1^μ; à 15^h5^m-6^m, T_E 19^s A_E 2^μ.

16 : (G), *e*L 9^h50^m. A $9^h50^m53^s$, T_E 23^s A_E + 1^μ. F 9^h58^m.

17 : (G), *e*L 9^h7^m. F $9^h,4$.

18 : *e*(P) $20^h41^m16^s$; *e*(S) $21^h4^m17^s$; L 21^h45^m. M 21^h54^m-55^m, T_N 18^s A_N 2^μ, T_E 17^s A_E 2^μ. F $23^h,2$.

19 : *e*P $0^h11^m25^s$; *i*P $0^h11^m28^s$; *e*S $0^h15^m14^s$; *i*S $0^h15^m19^s$; L 0^h17^m. M_N 0^h21^m-22^m, T_N 9^s A_N 3^μ, T_E 7^s A 2^μ; M_E 0^h23^m-24^m, T 8^s A_N 2^μ A_E $2^\mu,5$. F $0^h,8$ ($\Delta = 2300^{km}$).

19 : (G), *e*L 2^h8^m. F 2^h19^m.

19 : (G), *e* 3^h17^m. F 3^h21^m (origine sismique ?).

19 : (G), *e*L 5^h10^m. F 5^h14^m (origine sismique ?).

19 : (G), *e* 7^h43^m. A $7^h50^m59^s$, T_E 18^s A_E — 1^μ F $8^h,2$.

20 : *e*P $7^h39^m41^s$; *i*P $7^h39^m45^s$; PR $7^h43^m36^s$; (S) 8^h2^m; L 8^h29^m. M 8^h39^m, T_N 26^s A_N 42^μ, T_E 25^s A_E 25^μ. F après $10^h,7$.

20 : eP $10^h43^m52^s$; e $10^h47^m1^s$; e (S) 11^h0^m; L 11^h33^m. M_E 11^h53^m-54^m, T_E 18^s A_E 3^μ. F $13^h,2$.

20-21 : eP $23^h55^m18^s$; e (S) $0^h9^m14^s$; L 0^h49^m. M 1^h0^m-1^m, T_N 22^s A_N 5^μ, T_E 25^s A_E 5^μ. F $2^h,4$.

21 : (G), quelques L à $9^h,5$.

22 : (G), eL 5^h40^m. A $5^h42^m16^s$, T_N 20^s A_N $+0^\mu,6$. F $5^h,9$.

22 : (G), eL 9^h3^m. A $9^h5^m2^s$, T_N 29^s, A_N $+5^\mu$. F $9^h,6$.

22 : (G), très faible mouvement de $14^h,0$ à $14^h,4$.

22 : eL 17^h43^m. A $17^h49^m56^s$, T_N 27^s A_N $+3^\mu$. F 19^h.

23 : e $3^h48^m32^s$; L 4^h9^m. A 4^h18^m-19^m, T_E 19^s A_E 2^μ. F $5^h,2$.

24 : (G), eL 2^h58^m. A $3^h4^m22^s$, T_N 17^s A_N $-0^\mu,6$, T_E 19^s A_E $-0^\mu,6$. F $3^h,2$.

25 : eP $19^h21^m3^s$; PR $19^h25^m19^s$; iS $19^h31^m35^s$; L 19^h56^m. M_1 20^h3^m-4^m, T_N 29^s A_N 210^μ; M_2 20^h5^m-6^m, T_N 31^s A_N 144^μ, T_E 29^s A_E 140^μ; M_3 20^h9^m-10^m, T_N 28^s A_N 135^μ, T_E 22^s A_E 59^μ; M_4 20^h15^m-16^m. T_N 21^s A_N 91^μ, T_E 20^s A_E 61^μ. F 24^h ($\Delta = 9500^{km}$).

26 : (G), e 3^h30^m; L 3^h52^m. F dans le suivant.

26 : eP $5^h9^m52^s$; (S) 5^h32^m; L 6^h1^m. M 6^h14^m, T_N 21^s A_N 18^μ, T_E 22^s A_E 14^μ. F $8^h,8$.

26 : (G), e L 13^h51^m. A $13^h59^m46^s$, T_N 26^s A_N $+1^\mu$. F 15^h.

27 : (G). eL 2^h32^m. A $2^h35^m10^s$, T_N 20^s A_N $-0^\mu,4$. F $3^h,1$.

28 : (G), eL 12^h18^m. A $12^h23^m19^s$, T_N 27^s A_N $+2^\mu$. F $13^h,4$.

30 : (G), eL 0^h0^m. A $0^h18^m29^s$, T_N 18^s A_N $+0^\mu,4$. F $0^h,4$.

30 : eP $8^h13^m5^s$; L 9^h11^m. A $9^h19^m11^s$, T_N 20^s A_N $+2^\mu$. F $10^h,7$.

30 : (G). traces de 15^h19^m à 15^h22^m.

30 : eL 16^h44^m. A $16^h55^m44^s$, (G), T_N 17^s A_N -1^μ. F $17^h,5$.

— Juillet 3 : faible mouvement de 0^h32^m à 0^h43^m.

3 : eL 21^h14^m. M 21^h15^m, T_N 20^s A_N 3^μ, T_E 18^s A_E 3^μ. F $21^h,4$.

4 : traces de *m.-s.* de 12^h50 à 13^h0^m.

4 : eP $18^h1^m14^s$; iS $18^h12^m33^s$, T 12^s A_N 10^μ A_E 8^μ; L 18^h23^m. M 18^h25^m-26^m, T_N 14^s A_N 3^μ, T_E 19^s A_E 5^μ. F $19^h,3$ ($\Delta = 10450^{km}$).

5 : e 0^h1^m; phases confondues. A 0^h18^m-19^m, T_N 14^s A_N 2^μ. F 1^h.

5-6 : e_E 22^h18^m; eL 22^h48^m. M_N 22^h53^m-54^m, T_N 24^s A_N 8^μ; M_E 23^h3^m-4^m, T_E 21^s A_E 6^μ; M_2 23^h8^m-9^m, T_N 19^s A_N 6^μ, T_E 18^s A_E 6^μ. F $0^h,3$.

6 : iP $6^h50^m25^s$; iS $7^h0^m46^s$; L 7^h26^m. M_N 7^h26^m-27^m, T_N 24^s A_N 10^μ; M_E 7^h30^m-31^m, T_E 16^s A_E 3^μ. F 8^h.

11 : eL 15^h55^m. A 15^h57^m-58^m, T_E 11^s A_E $0^\mu,6$; à 15^h59^m-16^h0^m, T_N 9^s A_N 2^μ. F 16^h3^m (origine sismique ?).

12 : eL 22^h26^m. M 22^h30^m-31^m, T_N 15^s A_N 2^μ, T_E 16^s A_E 1^μ. F $22^h,8$.

14 : e 3^h35^m; L 4^h11^m. M_N 4^h18^m-19^m, T_N 20^s A_N 5^μ; M_E 4^h21^m-22^m, T_E 16^s A_E 3^μ, T_N 14^s A_E 2^μ. F $5^h,1$.

17 : eP_N $7^h19^m5^s$; eS $7^h29^m7^s$; L 7^h40^m. M_N 7^h52^m-53^m, T_N 22^s A_N 11^μ, T_E 21^s A_E 6^μ; M_E 7^h55^m-56^m, T_E 24^s A_E 10^μ, T_N 21^s A_N 8^μ. F 9^h ($\Delta = 8850^{km}$).

21 : eP $22^h(43^m29^s)$; iS $22^h52^m31^s$; L 23^h7^m. M_E 23^h11^m-12^m, T_E 21^s A_E 7^μ, T_N 18^s A_N 4^μ; M_N 23^h13^m-14^m, T_N 16^s A_N 8^μ, T_E 15^s A_E 3^μ. F $23^h,9$.

23 : traces de L de $1^h,5$ à $2^h,5$.

28 : (G), eL 14^h3^m. A $14^h5^m7^s$, T_N 24^s A_N $-0^\mu,6$. F $14^h,2$.

28 : (G), traces à $16^h,5$.

29 : (G), eL 7^h43^m. A $7^h45^m10^s$, T_N 20^s A_N $+1^\mu$. F $8^h,1$.

30 : (G), quelques L par intervalles entre 23^h11^m et 23^h24^m. A $23^h18^m9^s$, T_N 19^s A_N $-0^\mu,6$.

31 : (G), eS $18^h30^m,3$; L 18^h56^m. A $18^h59^m23^s$, T_N 24^s A_N -1^μ; à $19^h0^m11^s$, T_E 19^s A_E $+0^\mu,4$. F $19^h,5$.

— Aout 2 : eP $23^h51^m3^s$; e(S) $23^h52^m25^s$; L $23^h53^m32^s$. A $23^h53^m17^s$, (G), T_N 4^s A_N $+2^\mu$; à $23^h53^m42^s$, T_E 3^s A_E $+4^\mu$. F 33^h58^m (Δ environ 800^{km}).

3 : iS $11^h45^m44^s$; L 11^h55^m; M_N 11^h56^m-57^m, T 20^s A_N 3^μ A_E $0^\mu,6$; M_E 12^h1^m-2^m, T_E 20^s A_E 3^μ. F $12^h,9$.

3 : eL 22^h32^m; à 22^h44^m-45^m, T 16^s A_N $0^\mu,8$ A_E $1^\mu,4$. F 23^h.

3-4 : eL 23^h40^m. A 23^h52^m-53^m. T 16^s A_N $0^\mu,8$ A_E 2^μ. F $0^h,1$.

4 : traces de $5^h,9$ à $6^h,1$.

4 : eL 10^h25^m; M_N 10^h31^m-32^m, T_N 20^s A_N 3^μ; M_E 10^h37^m-38^m, T 20^s A_N = A_E 2^μ. F $11^h,5$.

4-5 : eP $22^h51^m41^s$; iP $22^h51^m48^s$; i_1 $22^h55^m16^s$; i_2 $22^h59^m58^s$; iS $23^h3^m57^s$; L 23^h13^m; M_1 23^h13^m-14^m, T_N 6^s A_N 74^μ, T_E 7^s A_E 53^μ; M_2 23^h15^m-16^m, T_N 8^s A_N 81^μ; M_3 23^h18^m-19^m, T_N 13^s A_N 83^μ, T_E 12^s A_E 75^μ; M_4 23^h22^m-23^m, T_E 14^s A_E 109^μ (Δ = 11900^{km}). F $3^h,5$.

5 : eP $10^h46^m13^s$; phases confondues. M_N 11^h11^m-12^m, T_N 8^s A_N 5^μ; M_E 11^h13^m-14^m, T_E 13^s A_E 11^μ, T_N 11^s A_N 4^μ. F $12^h,3$.

5 : e 20^h0^m; L 20^h5^m. M 20^h7^m-8^m, T_N 8^s A_N 2^μ, T_E 7^s A_E 2^μ. F $20^h,4$.

6 : eL 3^h15^m. F 3^h24^m.

6 : e(P) $4^h29^m31^s$; eS $4^h44^m28^s$; L 4^h58^m; M 5^h20^m-21^m, T 20^s A_N = A_E 3^μ. F $5^h,8$.

8 : e $19^h32^m32^s$; L 19^h50^m. M 19^h51^m-52^m, T_N 27^s A_N 13^μ; M_E 19^h53^m-54^m, T_E 26^s A_E 10^μ, T_N 22^s A_N 9^μ. F $21^h,1$.

11 : e 6^h11^m. A 6^h15^m-16^m, T_E 11^s A_E 1^μ. F $6^h,4$.

11 : e 6^h38^m; phases confondues; M 6^h42^m-43^m, T_N 14^s A_N 2^μ, T_E 16^s A_E 3^μ. F $7^h,2$.

11 : e 13^h36^m; L 13^h48^m. A 13^h51^m-52^m, T 13^s A_N 2^μ A_E 2^μ. F $14^h,2$.

14 : e $20^h13^m,7$; eL 20^h42^m. M_N 20^h51^m-52^m, T_N 13^s A_N 2^μ, T_E 14^s A_E 1^μ; M_E 20^h53^m-54^m, T_E 17^s A_E 2^μ, T_N 13^s A_N 1^μ. F $21^h,4$.

15 : e $4^h36^m21^s$; L 4^h56^m. M 4^h59^m-5^h0^m, T_N 12^s A_N $0^\mu,7$, T_E 11^s A_E $0^\mu,7$. F $5^h,1$.

15 : faible mouvement de $12^h,7$ à $14^h,1$.

17 : eP $5^h11^m34^s$; e(S) $5^h15^m34^s$; L 5^h18^m; M 5^h17^m-18^m, T_N 6^s A_N 2^μ, T_E 5^s A_E 2^μ. F 5^h5.

19 : eL 12^h50^m. A 12^h51^m-52^m, T_E 15^s A_E $0^\mu,3$. F $13^h,2$.

19 : traces de 15^h2^m à 15^h4^m.

21 : eL 9^h3^m; M_N 9^h3^m-4^m, T_N 17^s A_N 1^μ; M_E 9^h5^m-6^m, T_E 9^s A_E $0^\mu,5$. F 9^h10^m.

22 : iP $5^h40^m21^s$; eS $5^h50^m10^s$; iS $5^h50^m14^s$; L 6^h3^m; M_N 6^h11^m-12^m, T_N 17^s A_N 5^μ, T_E 15^s A_E 2^μ; M_E 6^h16^m-17^m, T_E 15^s A_E 9^μ, T_N 14^s A_N 3^μ. F $7^h,3$ (Δ = 8600^{km}).

22 : $e$$P_V$ $15^h20^m30^s$; iP $15^h20^m34^s$; L 16^h1^m. M_N 16^h25^m-26^m, T_N 21^s A_N 8^μ, T_E 17^s A_E 3^μ; M_E 16^h27^m-28^m, T_E 20^s A_E 6^μ, T_N 21^s A_N 6^μ. F $17^h,4$.

24 : eL 7^h19^m. M 7^h21^m-22^m, T 22^s-23^s, A_N 7^μ A_E 1^μ. F $7^h,7$.

28 : iS $8^h52^m12^s$; L 9^h21^m. M 9^h27^m-28^m, T 19^s A_N 16^μ A_E 21^μ. F après 10^h.

28 : eL 18^h17^m. M_E 18^h19^m-20^m, T_E 22^s A_E 12^μ. F $18^h,6$.

29 : eL 18^h28^m. A 18^h32^m-33^m, T_E 21^s A_E 2^μ. F 18^h35^m.

— Septembre **1** : $e$$P_V$ $10^h28^m40^s$; eL 10^h46^m. A 10^h52^m-53^m, T_N 18^s A_N 2^μ, T_E 12^s A_E $0^\mu,6$. F $11^h,2$.

2 : iP $1^h4^m22^s$; F(?).

2 : $e$$P_V$ $20^h33^m40^s$; eS $20^h47^m11^s$; L 21^h17^m. A 21^h22^m-23^m, T 22^s A_N 2^μ (Δ environ 12500^{km}). F $21^h,8$.

4 : $e$$P_V$ $17^h34^m50^s$; eL 18^h24^m. F $19^h,2$.

6 : $e$$L_N$ 0^h16^m; $e$$L_E$ 0^h22^m. F $0^h,7$.

7 : très faible mouvement, probablement peu éloigné de 17^h0^m à 17^h10^m.

10 : $e$$P_V$ 16^h ($38^m,9$); e $16^h46^m8^s$; L 17^h18^m. M 17^h22^m, T_N 19^s A_N 4^μ, T_E 20^s A_E 3^μ. F $17^h,9$.

11 : $e$$P_V$ $11^h59^m37^s$; eS $12^h11^m53^s$; L 12^h31. M 12^h37^m, T_N 20^s A_N 3^μ, T_E 25^s A_E 9^μ. F $13^h,3$ (Δ = 11900^{km}).

14 : iP $17^h3^m45^s$, T environ 1^s, A_N $0^\mu,4$, A_E $0^\mu,1$. F (?).

15 : eL 0^h51^m. M 1^h0^m, T 22^s-23^s, A_N 21^μ A_E 16^μ. F 1^h4.

17 : e_V $13^h9^m49^s$; e $13^h13^m11^s$. F $13^h,9$.

19-20 : e_1 $23^h47^m21^s$; e_2 $23^h50^m41^s$; e_3 $23^h51^m5^s$; (L) 0^h3^m. F $0^h,6$.

21 : e $13^h32^m28^s$; i $13^h44^m45^s$; L 14^h14^m. F $15^h,2$ (origine sismique?).

22-23 : *e* $23^h48^m18^s$. F $0^h,1$.

23 : *e* $2^h14^m,5$. F $3^h,2$.

25 : *e* $10^h43^m6^s$; *e* L 10^h54^m. F $11^h,3$.

26 : traces de *m.-s.* de 5^h44^m à 6^h2^m.

— Octobre **1** : *i* P_V $6^h35^m32^s$; *e*(S_V) $6^h41^m14^s$; L 7^h2^m. A 7^h5^m-6^m, T_E 20^s A_E 4^μ. F $7^h,3$.

3 : *i*P $17^h32^m18^s$, T_N 3^s A_N 2^μ, T_E 4^s A_E 10^μ; PR $17^h35^m32^s$; *i*S $17^h40^m27^s$, T_N 9^s A_N 28^μ, T_E 10^s A_E 19^μ; L 17^h50^m. M_1 17^h50^m-51^m, T_N 16^s A_N 50^μ, T_E 26^s A_E 170^μ; M_2 17^h51^m-52^m, T_N 10^s A_N 15^μ, T_E 23^s A_E 101^μ; M_3 17^h52^m-53^m, T_N 15^s A_N 52^μ, T_E 16^s A_E 67^μ; M_4 17^h53^m-54^m, T_N 13^s A_N 22^μ, T_E 20^s A_E 91^μ. F $20^h,2$ (Δ = 6600^{km}).

3-4 : *i*P $22^h12^m7^s$; à 22^h12^m-13^m, T_N 7^s A_N 13^μ, T_E 6^s A_E 40^μ; *i*S $22^h16^m19^s$; à 22^h16^m-17^m, T_N 9^s A_N 60^μ, T_E 11^s A_E 106^μ; L 22^h19^m. M_1 22^h20^m-21^m, T_N 10^s A_N 270^μ, T_E 15^s A_E 325^μ; M_2 22^h21^m-22^m, T 11^s A_N 160^μ A_E 102^μ; M_3 22^h22^m-23^m, T_N 6^s A_N 175^μ, T_E 8^s A_E 220^μ; M_4 22^h23^m-24^m, T_N 13^s A_N 250^μ, T_E 11^s A_E 115^μ. F $0^h,5$ (tremblement de terre en Turquie d'Asie; φ = 39° N, λ = 32° E de Gr.).

4 : *i*P $18^h53^m26^s$; *i*S $18^h57^m44^s$; L 19^h3^m. M_E 19^h3^m-4^m, T_E 13^s A_E 2^μ. F 19^h, 2 (Δ = 2650^{km}, réplique du précédent).

5 : *e*L 21^h45^m. F 21^h50^m.

6 : *e*P_V $19^h35^m57^s$; *e* $19^h47^m31^s$; L 20^h39^m. M_E 20^h50^m-51^m, T_E 28^s A_E 12^μ; M_N 21^h0^m-1^m, T 24^s A_N 11^μ A_E 8^μ. F $21^h,7$.

8 : faible mouvement entre 13^h et 14^h.

8 : *e* 16^h18^m. M 16^h27^m-28^m, T_N 7^s A_N 1^μ, T_E 8^s A_E 1^μ. F 16^h31^m.

8 : *e*P $20^h54^m18^s$. F 22^h.

9 : *i*P $2^h48^m54^s$; *e* $2^h56^m37^s$; i_N $2^h58^m49^s$; *e*S 3^h (2^m); (L) 3^h16^m. A 3^h16^m-17^m, T_N 10^s A_N 3^μ, T_E 11^s A_E 4^μ. F $4^h,5$.

11 : *e* 9^h58^m. F $10^h,1$.

11 : *i*P_V $16^h29^m12^s$; *e*P $16^h29^m32^s$; *i*S $16^h39^m18^s$; L 17^h7^m. F $17^h,4$ (Δ = 9000^{km}).

14 : *e*L 15^h5^m. A 15^h14^m-15^m, T_N 20^s A_N 5^μ, T_E 18^s A_E 3^μ. F $15^h,6$.

16 : *e*L 18^h0^m. F $18^h,4$.

17 : *i*P $6^h26^m49^s$; T_E 5^s A_E 4^μ; à 6^h27^m-28^m, T_N 4^s A_N 2^μ; *i*S $6^h30^m21^s$; à 6^h31^m-32^m, T_N 8^s A_N 3^μ, T_E 7^s A_E 5^μ. L 6^h33^m. M_1 6^h33^m-34^m, T_N 11^s A_N 59^μ, T_E 12^s A_E 45^μ; M_2 6^h36^m-37^m, T 12^s A_N 52^μ A_E 34^μ. F $7^h,6$ (tremblement de terre de Grèce).

17 : *i*P $10^h46^m25^s$; *e*S $10^h49^m56^s$; L 10^h53^m. M_N 10^h53^m-54^m, T_N 11^s A_N 9^μ. F $11^h,3$ (Δ = 2050^{km}, réplique du précédent).

17 : *e* 13^h31^m. F 13^h37^m (deuxième réplique).

21 : *e*L 17^h5^m. F $17^h,5$.

23 : *e*P $6^h37^m2^s$; *i*P $6^h37^m49^s$; i_E $6^h45^m30^s$; *i* $6^h48^m3^s$; i_N $6^h53^m2^s$; i_E $6^h53^m14^s$; L 7^h10^m. M_1 7^h16^m-17^m, T_N 27^s A_N 180^μ; M_2 7^h18^m-19^m, T_N 25^s A_N 116^μ, T_E 17^s A_E 35^μ; M_3 7^h23-24^m, T_N 27^s A_N 125^μ, T_E 22^s A_E 81^μ; M_4 7^h25^m-26^m, T_N 20^s A_N 62^μ, T_E 23^s A_E 140^μ; M_5 7^h27^m-28^m, T_E 26^s A_E 145^μ. F $8^h,5$.

26 : *i*P $3^h44^m38^s$; à 3^h45^m-46^m, T 1^s A_N 5^μ A_E 4^μ; *e*S $3^h45^m57^s$. A 3^h47^m-48^m, T 4^s A_N 14^μ A_E 21^μ. F $3^h,9$ (tremblement de terre dans le nord de l'Italie).

27 : *e*P $1^h13^m20^s$; *i*S $1^h14^m37^s$; L_E $1^h14^m,8$. F 1^h17^m (réplique du précédent, Δ = 700^{km}).

27 : *i*P_V $4^h3^m36^s$; *i*S $4^h12^m58^s$. F $5^h,3$ (Δ = 8000^{km}).

27 : *e*P $9^h24^m8^s$; *e*S $9^h25^m25^s$. F 9^h35^m (réplique du tremblement de terre du 26).

27 : *e* $16^h5^m40^s$; L 16^h16^m. M_E 16^h16^m-17^m, T_E 18^s A_E 17^μ. F $17^h,1$.

28 : *e*L 1^h41^m. F $2^h,3$.

— Novembre **4** : *e*L 11^h41^m. M 11^h45^m, T_N 14^s A_N 2^μ, T_E 13^s A_E 2^μ. F $12^h,9$.

4 : *i* $12^h59^m28^s$; L 13^h7^m. M_N 13^h7^m-8^m, T_N 20^s A_N 4^μ; M_E 13^h9^m-10^m, T_E 16^s A_E 3^μ. F $13^h,5$.

7 : e_V 6^h56^m (50^s); F $8^h,1$.

8 : traces entre 13^h et 14^h.

10 : eL $7^h 57^m$. M $8^h 9^m$, T 20^s A 7^μ. F $8^h,7$.

18 : e $10^h 1^m$. F $11^h,1$.

22 : iP$_V$ $8^h 36^m 26^s$; L $8^h 44^m$. F $10^h,1$.

23 : e $9^h 14^m$. M $9^h 16^m$, T 12^s A$_N$ = A$_E$ 2^μ. F $9^h 24^m$.

24 : iP $12^h 6^m 59^s$; e $12^h 11^m 10^s$; iS $12^h 17^m 14^s$; i_1 $12^h 18^m 9^s$; i_2 $12^h 19^m 41^s$; SR $12^h 25^m 10^s$; L 12^h (40^m). M$_N$ $12^h 47^m$-48^m, T$_N$ 25^s A$_N$ 137^μ, T$_E$ 19^s A$_E$ 51^μ; M$_E$ $12^h 48^m$-49^m, T$_E$ 23^s A$_E$ 136^μ, T$_N$ 16^s A$_N$ 29^μ; M$_N$ $12^h 56^m$-57^m, T$_N$ 17^s A$_N$ 91^μ, T$_E$ 16^s A$_E$ 48^μ. F $14^h,8$ ($\Delta = 9100^{km}$).

27 : iP $14^h 43^m 37^s$; à $14^h 4^m$, T 2^s; eS $14^h 46^m 49^s$. L $14^h 49^m$, M$_N$ $14^h 50^m$-51^m, T$_N$ 9^s A$_N$ 42^μ. F $15^h,4$ (tremblement de terre de Leucade).

28 : eP$_V$ $10^h 58^m 32^s$; eS $11^h 9^m 5^s$; L $11^h 34^m$, M $11^h 45^m$-46^m, T$_N$ 14^s A$_N$ 23^μ, T$_E$ 16^s A$_E$ 32^μ. F $12^h,3$ ($\Delta = 9500^{km}$).

28 : e $14^h 10^m$; L $14^h 18^m$. F $14^h,6$.

— Décembre **20** : iP$_V$ $14^h 28^m 41^s$; iP$_N$ $14^h 28^m 45^s$; L $15^h 21^m$. M$_E$ $15^h 31^m$-32^m, T$_E$ 23^s A$_E$ 26^μ, T$_N$ 20^s A$_N$ 31^μ; M$_N$ $15^h 34^m$-35^m, T$_N$ 20^s A$_N$ 62^μ, T$_E$ 18^s A$_E$ 10^μ. F $16^h,5$.

22 : iP $9^h 7^m 36^s$ (phases perdues dans l'agitation).

Résumé de l'année 1914.

Le Tableau suivant donne le nombre de microsismes enregistrés dans chaque mois de 1914; d'abord le nombre total, puis le nombre de ceux dont l'amplitude a, sur l'une ou l'autre des deux composantes horizontales, atteint ou dépassé respectivement 5^μ, 10^μ, 50^μ, 100^μ et 500^μ. Les amplitudes des mouvements réels du sol ont été, comme les années précédentes, déduites des courbes du sismographe Wiechert. Celles qui, exceptionnellement, ont dû être déduites des courbes du sismographe Galitzine sont, dans les Tableaux ci-dessus, précédées de la lettre (G).

Nombre de mouvements distincts enregistrés en **1914**.

	Total.	M $\geqq 5^\mu$.	$\geqq 10^\mu$.	$\geqq 50^\mu$.	$\geqq 100^\mu$.	$\geqq 500^\mu$.
Janvier	13	7	4	1	1	"
Février	12	4	2	"	"	"
Mars	24	10	5	2	1	"
Avril	13	4	1	"	"	"
Mai	49	11	4	1	1	1
Juin	39	5	3	1	1	"
Juillet	18	6	3	"	"	"
Août	28	8	5	1	1	"
Septembre	17	2	1	"	"	"
Octobre	25	9	7	4	3	"
Novembre	12	4	3	1	1	"
Décembre	2	1	1	1	"	"
Année	252	71	39	12	9	1

Le plus fort déplacement du sol, enregistré le 26 mai, a été de 950^μ.

LES ORAGES EN FRANCE

PENDANT L'ANNÉE 1914;

PAR M. R. DONGIER.

Ce Mémoire, comme ceux des années 1911, 1912 et 1913, a été rédigé pendant la période des hostilités. Les Tableaux qu'il contient ont été établis avec des documents de même origine que d'ordinaire, provenant de l'Administration des Eaux et Forêts, des Commissions météorologiques départementales, des Sémaphores de la Marine, du Service hydrométrique des Ponts et Chaussées et enfin des correspondants réguliers du Bureau Central (Observatoires, Écoles normales et stations diverses).

La mobilisation générale ayant eu lieu dans les premiers jours du mois d'août, la plupart des stations ont été alors privées de leurs observateurs. Il en est résulté un déficit considérable dans le nombre des bulletins recueillis. Ceux-ci, pour l'année entière, se sont élevés seulement au chiffre de 18 058 au lieu de 27 740 en 1912 et 31 667 en 1913. En particulier, l'Administration des Eaux et Forêts n'a rassemblé que 5103 bulletins contre 12 372 en 1912 et 14 166 en 1913.

Comme les autres années, le travail de classement et de dépouillement a été effectué avec tout le soin désirable par Mlle Homery.

Pour préciser la répartition des orages, la France a été divisée en six régions : Nord, Ouest, Centre, Est, Sud-Ouest et Sud-Est. Dans chacune d'elles, les départements ont été classés par ordre alphabétique; la Corse a été mise à part.

Le Tableau ci-après contient le nombre des journées d'orages observées dans chaque département.

On considère une journée comme orageuse lorsque le tonnerre a grondé ou lorsqu'il a éclairé au moins une fois dans les 24 heures; plusieurs coups de tonnerre ou divers éclairs se produisant à des heures différentes, dans le cours d'une même journée, ne servent à compter qu'un jour d'orage. Dans les dernières colonnes du Tableau, on a rassemblé, pour chaque département, le total des journées orageuses de l'année, la superficie en myriamètres carrés, le nombre total des bulletins recueillis, enfin le nombre des bulletins par myriamètre carré.

Moins encore que dans les années précédentes, ce Tableau donne une idée

exacte de la répartition des orages. Il faudrait que les observateurs fussent assez nombreux pour qu'aucun orage ne pût échapper à leur attention. Or, la plupart d'entre eux ayant dû quitter leur poste pour être incorporés aux Armées, cette condition fondamentale est loin d'avoir été satisfaite pendant les six derniers mois de 1914.

Résumé des orages en 1914.

Nombre des journées orageuses (éclairs compris).

Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.	Superficie en myriamètres carrés.	Nombre de bulletins.	Bulletins par myriamètre carré.
Aisne	.	.	4	7	9	12	10	7	.	.	.	.	49?	74	154?	2,1
Ardennes	.	.	2	5	6	9	7	.	.	.	.	.	29?	53	58?	1,1
Calvados	.	2	7	8	5	10	8	6	6	3	4	7	66	57	81	1,4
Eure	.	3	4	4	5	11	12	6	2	1	.	.	48	60	143	2,4
Eure-et-Loir	.	3	5	4	6	12	9	7	4	.	.	.	51	59	172	2,9
Manche	2	1	7	4	3	10	6	3	6	2	2	1	46	64	153	2,4
Nord	.	.	3	4	2	7	7	1	1	1	3	6	35	58	60	1,0
Oise	.	1	4	5	7	12	9	7	4	.	.	2	51	59	199	3,4
Orne	.	.	5	3	6	10	4	3	2	.	.	1	34	61	103	1,7
Pas-de-Calais	.	2	3	5	3	10	7	2	1	2	.	5	40	68	68	1,0
Seine	.	.	3	3	8	7	11	9	6	.	.	1	48	5	164	32,8
Seine-Inférieure	.	2	5	5	6	9	9	7	1	2	1	5	52	63	320	5,1
Seine-et-Marne	1	.	5	2	5	14	15	10	4	.	.	2	58	59	273	4,6
Seine-et-Oise	.	.	1	2	6	9	8	6	3	1	.	.	36	57	56	0,9
Somme	.	2	5	7	6	10	10	3	1	.	.	2	46	63	249	3,9
Charente	.	3	6	4	8	15	5	10	6	2	2	1	62	60	220	3,7
Charente-Inférieure	.	.	8	3	7	10	7	6	4	2	5	5	57	72	135	1,9
Côtes-du-Nord	.	.	3	3	1	8	5	3	3	2	1	4	33	72	97	1,3
Finistère	.	4	5	4	2	5	3	4	3	7	3	8	48	70	105	1,5
Ille-et-Vilaine	.	2	7	2	4	4	3	3	4	1	1	1	32	70	134	1,9
Loire-Inférieure	.	2	11	5	5	13	10	7	5	1	2	4	65	70	214	3,1
Mayenne	.	3	9	11	8	14	13	6	9	6	1	1	81	52	255	4,9
Morbihan	.	1	3	1	1	4	.	3	2	.	.	5	20	71	39	0,5
Sarthe	.	1	4	1	4	7	7	4	3	1	.	2	34	62	79	1,2
Sèvres (Deux-)	.	.	3	4	6	9	7	5	6	.	1	.	41	61	83	1,4
Vendée	.	.	3	4	2	6	4	2	1	.	.	2	24	70	82	1,2
Allier	3	1	10	9	11	20	15	16	2	1	.	1	89	74	793	10,7
Aube	.	3	6	4	16	16	18	14	9	.	.	.	86	60	826	13,8
Cantal	.	2	5	7	3	16	7	8	3	1	.	3	55	58	155	2,7
Cher	.	.	7	8	7	13	12	7	1	2	.	2	59	73	239	3,3
Corrèze	1	.	.	3	4	7	3	4	4	.	.	1	27	59	36	0,6
Côte-d'Or	.	3	8	8	14	19	23	16	7	2	.	.	100	88	767	8,7
Creuse	.	2	5	6	9	13	6	11	4	.	.	.	56	56	143	2,6
Indre	.	.	6	8	11	15	7	4	5	1	.	1	58	69	157	2,3
Indre-et-Loire	.	.	1	4	6	10	8	3	3	1	.	.	36	62	132	2,1
Loir-et-Cher	.	.	4	2	5	8	5	7	1	1	1	.	34	64	68	1,1
Loire		2	2	3	3	10	9	.	.	.	.	.	29	48	51	1,1
Loire (Haute-)	.	1	2	3	6	15	10	11	4	.	.	4	56	50	116	2,3
Loiret	1	.	6	3	6	9	6	4	2	.	.	.	37	68	164	2,4
Lozère		1	2	4	10	16	10	8	2	1	4	3	61	52	112	2,2
Maine-et-Loire	.	1	7	6	6	15	12	6	5		1	.	59	72	201	2,8

Résumé des orages en 1914 (suite).

Nombre des journées orageuses (éclairs compris).

Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.	Superficie en myriamètres carrés.	Nombre de bulletins.	Bulletins par myriamètre carré.
Marne	.	1	8	2	10	12	10	8	1	.	.	.	52	82	344	4,2
Nièvre	1	1	6	9	14	14	14	9	6	2	.	1	77	69	326	4,7
Puy-de-Dôme	.	1	5	8	12	15	12	12	3	1	.	3	72	80	326	4,1
Rhône	.	1	2	3	9	16	15	9	1	1	1	3	61	29	211	7,3
Saône-et-Loire	1	3	8	8	10	14	12	8	1	.	.	1	66	86	256	2,9
Vienne	.	.	4	5	9	13	7	6	2	.	2	.	48	70	116	1,7
Vienne (Haute-)	.	.	6	10	11	17	7	12	8	1	.	1	73	56	268	4,8
Yonne	.	4	9	6	11	14	15	11	12	.	.	.	82	75	428	5,7
Ain	.	2	3	7	2	5	2	1	.	.	.	1	23	58	24	0,4
Belfort (Territoire de)	.	1	1	2	4	7	11	4	2	.		1	33	6	33	5,5
Doubs	.	4	8	9	15	19	20	16	12	1	.	.	104	53	740	13,9
Isère	.	4	7	9	13	18	19	4	4	2	1	4	85	82	257	3,1
Jura	.	3	9	10	12	19	12	19	7	.	.	1	92	51	356	6,9
Marne (Haute-)	1	3	6	4	11	16	15	12	6	1	.	.	75	63	408	6,5
Meurthe-et-Moselle	.	1	3	2	7	9	10	5	4	.	.	.	41	53	70	1,3
Meuse	.	1	2	1	3	6	4	3	1	.	.	.	21	62	28	0,5
Saône (Haute-)	.	2	5	6	10	16	23	13	9	1	.	.	85	54	367	6,8
Savoie	.	2	2	3	10	13	9	4	.	2	.	1	46	62	59	0,9
Savoie (Haute-)	.	3	6	9	5	16	9	9	6	2	2	1	68	46	204	4,4
Vosges	.	7	.	1	9	6	2	2	2	.	.	.	29	59	34	0,6
Ariège	.	3	1	4	8	15	8	11	6	.	2	.	58	49	291	5,9
Aveyron	.	2	1	7	6	17	6	15	4	.	.	3	62	88	150	1,6
Dordogne	1	3	7	7	8	13	8	7	6	.	2	1	63	92	160	1,7
Garonne (Haute-)	.	3	4	10	13	19	17	17	5	.	.	.	88	64	309	4,8
Gers	.	.	1	3	5	5	5	4	5	.	.	.	28	63	36	0,6
Gironde	.	2	6	5	8	13	10	8	3	4	0	2	61	107	715	6,7
Landes	.	4	9	7	9	17	10	12	8	8	1	4	89	94	186	1,9
Lot	.	1	1	6	.	4	1	5	2	.	.	1	21	52	21	0,4
Lot-et-Garonne	.	1	6	3	4	9	5	5	3	.	.	.	36	54	60	1,1
Pyrénées (Basses-)	6	3	8	9	10	17	9	13	9	5	.	1	90	77	171	2,2
Pyrénées (Hautes-)	.	3	5	13	18	23	17	16	7	5	.	3	110	45	543	12,1
Tarn	.	.	2	3	5	8	2	3	1	.	.	.	24	58	35	0,6
Tarn-et-Garonne	.	1	4	6	5	8	6	6	5	.	.	1	42	37	144	3,9
Alpes (Basses-)	.	1	4	4	9	22	15	4	3	3	3	4	72	70	141	2,0
Alpes (Hautes-)	.	.	1	2	2	13	14	9	4	.	.	2	47	56	87	1,6
Alpes-Maritimes	.	.	6	4	9	11	6	9	4	7	3	2	61	37	85	2,3
Ardèche	.	3	4	5	6	17	12	10	6	4	.	5	72	56	189	3,4
Aude	.	2	2	7	7	13	8	13	5	.	3	.	60	63	108	1,7
Bouches-du-Rhône	2	2	1	1	5	7	11	4	3	4	3	2	45	52	118	2,3
Drôme	.	4	5	7	11	22	15	7	5	7	2	4	89	66	299	4,5
Gard	.	2	4	8	15	15	17	13	4	6	1	6	91	59	450	7,6
Hérault	.	3	3	3	9	18	11	14	4	5	3	6	79	62	220	3,5
Pyrénées-Orientales	.	.	.	2	6	13	10	7	4	.	1	.	43	41	82	2,0
Var	1	2	4	4	7	10	14	11	6	8	4	2	73	60	145	2,4
Vaucluse	.	2	3	6	12	15	12	12	7	6	6	6	87	36	507	14,1
Corse	8	3	12	4	8	10	10	9	13	12	8	7	104	87	295	3,4
													Total		18 058	

On a reconnu qu'avec un nombre suffisant de stations d'orage, on devait recueillir annuellement au moins 7 bulletins par myriamètre carré. Dans l'année 1914, où l'on a rassemblé 18 058 bulletins pour une superficie de 5364 myriamètres carrés, le nombre des bulletins par myriamètre carré a été de 3,4. Ce chiffre est notablement inférieur à ceux des années précédentes; l'observation des orages a donc été insuffisante en 1914. Ce nombre dépasse 7 seulement dans 9 départements : Seine, dans le Nord; Allier, Aube, Côte d'Or, Rhône, dans le Centre; Doubs, dans l'Est; Hautes-Pyrénées, dans le Sud-Ouest; Gard et Vaucluse, dans le Sud-Est.

Pour 26 départements, ce nombre est compris entre 3 et 7. Enfin, dans 51 départements il tombe en dessous de 3.

Le Tableau suivant contient les nombres des bulletins d'orage recueillis chaque jour dans l'ensemble des départements.

1914. — *Résumé par jour du nombre de bulletins d'orages (orages ou éclairs).*

Dates.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	2	.	3	1	20	10	615	38	2	1	8	.
2	1	.	19	39	26	25	557	86	2	.	21	1
3	.	.	3	8	116	4	102	200	10	1	3	.
4	1	1	.	66	72	58	10	42	130	1	1	20
5	1	.	2	10	179	16	17	176	105	6	5	5
6	14	.	1	6	21	17	58	48	34	.	4	1
7	10	3	.	59	44	26	97	6	158	.	1	1
8	2	1	3	9	48	219	13	4	247	2	1	1
9	1	.	15	1	12	277	20	5	133	1	4	30
10	1	2	12	2	7	147	5	9	78	10	.	10
11	.	.	2	4	5	197	49	6	15	11	1	6
12	2	19	1	2	24	246	268	41	8	3	2	45
13	.	4	2	2	1	211	30	41	2	14	4	12
14	3	1	49	3	5	179	122	75	6	17	33	80
15	2	1	3	.	11	448	497	253	.	12	12	18
16	2	.	8	13	37	332	136	129	7	34	8	6
17	1	6	5	4	306	276	8	23	2	34	5	.
18	1	277	60	11	346	320	8	12	5	18	5	.
19	.	14	56	60	214	318	113	55	15	11	.	14
20	1	5	126	215	38	446	105	109	32	8	.	8
21	1	104	237	97	13	213	209	60	17	4	1	12
22	.	23	44	22	273	126	211	64	10	2	.	.
23	.	18	15	2	497	19	23	9	9	4	12	2
24	1	10	119	4	79	6	2	89	6	14	.	7
25	.	9	85	79	77	2	42	51	8	1	5	2
26	.	1	131	14	9	102	45	143	2	1	1	.
27	.	2	200	34	3	205	15	94	1	2	1	.
28	.	2	9	96	5	143	31	9	1	13	.	11
29	.		5	520	45	46	37	11	.	24	.	19
30	.		3	330	35	45	153	17	.	13	.	.
31	.		.		12		8	27		24		.
Total des bulletins	47	503	1218	1713	2580	4679	3606	1932	1045	286	138	311
Journées d'orages	18	20	28	29	31	30	31	31	27	28	22	22

De ce Tableau il ressort que, durant l'année 1914, le total des journées orageuses a été de 317. Du 16 avril au 15 septembre, il ne s'est pas passé un seul jour sans qu'on ait entendu le tonnerre ou observé des éclairs. C'est pendant les mois d'hiver que les journées sans orage sont les plus nombreuses : 13 en janvier, 9 en décembre, 8 en février et novembre, 3 en mars, septembre et octobre.

Afin de rendre possible la comparaison entre les différentes années au point de vue de la distribution et de la fréquence des orages, nous donnons, dans le Tableau suivant, les journées orageuses dans 15 stations, adoptées depuis 1904 et distribuées à peu près uniformément en France.

Pour chacune de ces stations, on a inscrit à côté du nombre de jours d'orages proprement dits (avec tonnerre), celui des jours où seuls des éclairs ont été aperçus. Les deux dernières colonnes sont relatives aux totaux de l'année; la première contient les nombres d'orages avec tonnerre et la seconde les nombres de manifestations orageuses, tonnerre avec ou sans éclair, ou éclair sans tonnerre.

M. le chanoine Raclot étant décédé, les observations ont été interrompues à partir du mois de juillet à l'Observatoire de Langres. De même, pour Bagnères-de-Bigorre, les observations ont été suspendues en août et septembre à la suite du départ de M. Dort, mobilisé aux Armées; elles ont été reprises en octobre, dans des conditions précaires et sans garanties au point de vue de l'observation des phénomènes orageux.

Fréquence des journées orageuses en 1914.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année. Orages seuls.	Année. Orages et éclairs
Jersey	0 .	0 .	1 (3)	0 (1)	2 .	2 (1)	3 .	1 .	3 (1)	1 (1)	0 (1)	2 (1)	15	24
Ste-Honorine-du-Fay	0 .	0 .	2 (2)	4 .	2 .	5 .	4 (1)	1 (1)	0 (2)	0 (1)	0 .	2 (1)	20	28
Nantes	0 .	0 .	1 .	1 .	0 .	4 .	3 .	3 .	1 (2)	0 .	1 .	0 .	14	16
Paris (Parc St-Maur)	0 .	0 .	2 .	2 .	5 .	6 (1)	7 (1)	4 .	4 .	0 .	0 .	0 .	30	32
Langres	0 .	2 .	0 .	1 .	1 .	8 (3)	. .	. .	. .	. .	. .	. .	.	.
Nancy	0 .	1 .	1 .	2 .	3 .	5 .	4 .	4 .	3 .	0 .	0 .	0 .	23	23
Besançon	0 .	1 (1)	2 (1)	3 (1)	4 (3)	10 (3)	12 (3)	8 .	4 (3)	0 .	0 .	0 .	44	59
Lyon (Saint-Genis)	0 .	1 .	2 .	3	4 (3)	15 (1)	9 (4)	5 (4)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	2 (1)	41	57
Clermont-Ferrand	0 .	0 (1)	0 (1)	4 (1)	3 (1)	9 (2)	5 (2)	4 (3)	0 .	0 .	0 .	0 (2)	25	38
Puy-de-Dôme	0 .	1 .	0 (1)	6 .	2 .	8 (1)	6 .	4 (3)	0 .	0 .	0 .	0 .	27	32
Bagnères-de-Bigorre	0 .	0 (3)	1 .	4 (3)	5 (4)	9 .	4 (2)	. .	. .	0 .	0 .	0 .	.	.
Pic du Midi	0 .	0 .	0 .	3 (2)	5 (4)	9 (3)	6 (2)	9 (5)	4 (3)	0 (4)	0 .	0 (1)	36	60
Toulouse	0 .	0 .	0 .	2 .	3 (1)	1 .	0 .	1 .	0 .	0 .	0 .	0 .	7	8
Perpignan	0 .	0 .	0 .	0 (2)	4 (2)	7 (3)	5 (3)	6 (1)	1 (1)	0 .	1 .	0 .	24	36
Marseille	0 (2)	1 (1)	0 .	0 .	3 (1)	2 (1)	3 .	3 (1)	2 .	3 .	1 (1)	1 (1)	19	27

STATISTIQUE DE LA GRÊLE.

Statistique de la grêle. — Les observateurs chargés de noter les orages ont aussi pour mission d'enregistrer la grêle. Comme ces renseignements intéressent

les Agriculteurs, nous avons toujours consacré, dans ce Mémoire annuel, un Chapitre à la statistique de la grêle.

On compte comme jour de grêle toute journée pendant laquelle on a observé une ou plusieurs chutes de grêle. Comme pour les orages, la France a été divisée en six régions : Nord, Ouest, Centre, Est, Sud-Ouest et Sud-Est. On n'a retenu, dans chaque région, que les départements ayant donné au moins une observation de grêle dans l'année; on les a rangés par ordre alphabétique. La Corse a été mise à part.

1914. — *Nombre de journées de grêle par département.*

Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.	Nombre de bulletins en 1914.	Nombre de bulletins en 1912.	Nombre de bulletins en 1913.
Aisne	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	4	4	36	13
Ardennes	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1?	1?	27	46
Calvados	.	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	2	7	7	18	13
Eure	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	3	3	29	25
Eure-et-Loir	.	2	2	.	2	2	.	2	.	.	.	.	10	12	30	14
Manche	1	.	5	1	1	3	1	.	.	1	1	8	22	34	11	17
Nord	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2	4	15	13
Oise	.	1	1	1	3	4	.	.	1	.	.	1	12	14	47	19
Orne	.	.	.	1	3	1	.	.	.	.	.	.	5	7	33	36
Pas-de-Calais	.	1	1	.	.	2	1	.	1	.	.	3	9	10	9	13
Seine	1	.	1	.	1	2	1	.	.	.	1	1	8	10	14	18
Seine-Inférieure	.	1	1	2	1	4	1	.	.	.	1	2	13	24	70	59
Seine-et-Marne	.	.	2	.	3	5	1	1	.	.	.	1	13	17	42	33
Seine-et-Oise	.	.	1	.	3	2	2	.	.	.	.	.	8	8	47	31
Somme	.	.	1	2	1	.	.	.	.	.	.	1	6	10	27	28
Charente	.	2	3	.	3	1	1	.	1	.	.	1	12	20	8	10
Charente-Inférieure	.	3	.	.	.	.	2	.	.	1	1	3	10	13	21	9
Côtes-du-Nord	.	.	2	.	.	2	1	.	.	.	.	1	6	17	34	15
Finistère	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.		5	11	17	22	12
Ille-et-Vilaine	.	2	6	.	2	.	2	1	2	.	.	1	16	35	28	10
Loire-Inférieure	.	0	3	.	1	4	1	.	.	.	.	.	9	13	33	28
Mayenne	.	1	3	1	3	5	1	.	.	2	.	.	16	27	38	37
Morbihan	.	1	3	.	.	1	.	.	.	.	.	3	8	9	10	2
Sarthe	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	3	8	8
Sèvres (Deux-)	.	.	2	1	.	2	.	.	.	.	1	.	6	6	7	6
Vendée	.	.	2	1	.	2	.	.	.	.	.	.	5	6	22	4
Allier	.	1	1	3	3	5	2	.	.	.	.	.	15	34	35	72
Aube	.	1	3	2	4	5	5	.	2	.	.	.	22	55	36	195
Cantal	.	1	.	3	1	5	.	.	.	.	.	1	11	19	34	20
Cher	.	.	1	1	.	4	.	.	.	.	.	.	6	6	19	9
Corrèze	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.	3	3	10	16
Côte-d'Or	.	2	4	1	2	4	3	1	.	.	.	.	17	22	10	30
Creuse	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	4	6	12	12
Indre	.	.	3	3	1	3	.	1	.	.	.	.	11	15	15	5
Indre-et-Loire	.	.	1	2	1	4	2	.	.	.	.	.	10	27	25	14

1914. — *Nombre de journées de grêle par département* (suite).

Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.	Nombre de bulletins en 1914.	Nombre de bulletins en 1912.	Nombre de bulletins en 1913.
Loir-et-Cher	.	.	2	.	1	1	.	1	.	.	.	.	5	8	10	4
Loire	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	4	7	9
Loire (Haute-)	.	.	1	1	2	5	1	.	.	.	.	.	10	12	55	87
Loiret	.	.	3	1	2	3	.	.	.	.	.	.	9	9	12	15
Lozère	.	.	1	2	1	3	1	.	1	.	2	3	14	20	11	24
Maine-et-Loire	.	.	5	2	2	4	1	.	1	.	.	1	16	30	20	22
Marne	.	.	4	.	5	4	3	.	.	.	.	.	16	31	31	36
Nièvre	1	1	5	.	.	4	3	2	.	.	.	.	16	27	11	40
Puy-de-Dôme	.	1	2	4	2	10	4	1	.	.	.	.	24	40	21	46
Rhône	.	1	1	1	1	9	2	.	.	.	.	1	16	72	30	59
Saône-et-Loire	.	1	1	.	1	2	2	.	.	.	.	.	7	10	23	46
Vienne	.	.	2	.	.	1	1	.	.	.	.	.	4	6	6	5
Vienne (Haute-)	.	.	3	1	2	5	.	.	.	.	.	.	11	16	20	1
Yonne	.	1	5	3	4	3	5	2	2	.	.	.	25	46	20	58
Ain	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	14	14
Belfort (Territoire de)	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	2	8	15
Doubs	.	2	4	3	2	2	6	.	2	.	.	.	21	37	33	91
Isère	.	1	1	1	1	5	2	1	1	1	.	1	15	23	13	34
Jura	.	1	4	3	2	5	1	.	.	.	.	.	16	27	46	67
Marne (Haute-)	.	2	1	1	1	5	4	.	.	.	.	.	14	23	8	12
Meurthe-et-Moselle	.	1	2	2	3	1	.	.	1	.	1	.	11	13	16	41
Meuse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?	8	26
Saône (Haute-)	.	1	3	2	2	7	2	1	.	.	.	.	18	25	21	28
Savoie	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	7
Savoie (Haute-)	.	2	.	1	2	1	2	1	.	.	.	.	9	14	10	10
Vosges	.	.	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	4	4	76	58
Ariège	.	1	1	1	.	2	3	1	.	.	.	.	9	13	44	10
Aveyron	.	1	.	3	1	5	.	2	.	.	.	.	12	43	3	27
Dordogne	.	2	3	1	2	2	1	.	.	.	.	1	12	11	28	24
Garonne (Haute-)	.	.	.	2	3	1	1	2	.	.	.	.	9	10	8	8
Gers	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	6	1
Gironde	.	4	9	2	5	6	3	.	2	1	.	2	34	136	11	121
Landes	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	4	7	19	10
Lot	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
Lot-et-Garonne	.	.	3	1	.	1	2	.	.	.	.	.	7	9	9	9
Pyrénées (Basses-)	.	1	2	.	.	1	.	1	.	.	.	.	5	5	14	15
Pyrénées (Hautes-)	.	.	.	4	3	5	2	2	1	.	.	.	17	47	80	50
Tarn	.	.	2	1	.	1	1	.	.	.	.	.	5	6	30	20
Tarn-et-Garonne	.	1	3	2	2	2	1	.	.	.	.	.	11	17	13	20
Alpes (Basses-)	.	.	.	1	1	1	5	1	.	.	1	.	10	16	17	30
Alpes (Hautes-)	.	.	1	.	.	3	.	1	.	.	.	.	5	5	9	8
Alpes-Maritimes	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	2	.	4	4	13	7
Ardèche	.	.	1	1	2	8	1	.	.	1	.	3	17	23	28	49
Aude	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	1	1	4	4	24	9
Bouches-du-Rhône	1	.	.	.	.	2	.	1	.	1	1	1	7	14	19	16

1914. — *Nombre de journées de grêle par département* (suite).

Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.	Nombre de bulletins en 1914.	Nombre de bulletins en 1912.	Nombre de bulletins en 1913.
Drôme	.	.	3	1	3	4	1	1	.	1	.	1	15	31	22	29
Gard	.	1	1	1	2	8	1	.	1	.	.	1	16	24	17	22
Hérault	.	.	1	.	2	4	.	.	.	.	.	1	8	8	16	6
Pyrénées-Orientales	.	.	.	.	1	3	1	1	.	.	.	.	6	7	13	9
Var	.	2	2	.	1	.	.	2	.	1	1	.	9	14	27	9
Vaucluse	.	1	2	2	4	7	3	1	.	1	2	.	23	49	102	63
Corse	1	.	8	.	.	2	1	.	2	1	1	1	17	24	103	43
Totaux généraux														1598	2091	2362

Dans les trois dernières colonnes de ce Tableau se trouvent les totaux des bulletins recueillis dans chaque département pendant l'année 1914 et le rappel des nombres relatifs aux années 1912 et 1913.

Pour l'année 1914, le chiffre total des bulletins est naturellement inférieur à ceux des années précédentes, beaucoup d'observateurs ayant dû abandonner leur poste à cause de la guerre et plusieurs départements se trouvant dans la zone envahie.

Pour faciliter les comparaisons possibles entre les différentes années au point de vue de l'intensité du phénomène de la grêle, nous donnons ci-dessous, comme les années précédentes, les nombres des jours de grêle observés mensuellement en 1914, dans les 15 stations adoptées depuis 1904. Nous n'énoncerons pas une fois de plus les remarques qui s'appliquent ici et que nous avons indiquées à propos de la fréquence des journées orageuses.

Fréquence des journées de grêle en 1914.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Jersey	0	4	5	1	0	1	0	0	0	0	1	4	16
Sainte-Honorine-du-Fay	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
Nantes	0	1	5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	9
Paris (Parc Saint-Maur)	2	0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	8
Langres	0	0	0	0	0	2	.	.	.	.	.	.	
Nancy	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
Besançon	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lyon (Saint-Genis)	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	1	6
Clermont-Ferrand	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Puy de Dôme	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Bagnères-de-Bigorre	0	0	0	1	1	2	0	.	.	0	0	0	.
Pic du Midi	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3
Toulouse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perpignan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marseille	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5

Nous ajoutons, comme d'ordinaire, le Tableau des jours de grêle observés mensuellement dans les mêmes stations de 1906 à 1914.

Nombre de journées de grêle.

	1906.	1907.	1908.	1909.	1910.	1911.	1912.	1913.	1914.
Jersey	17	13	13	15	33	15	15	17	16
Sainte-Honorine-du-Fay	29	14	15	16	19	10	13	9	-
Nantes	10	10	7	13	9	7	11	9	9
Paris (Parc Saint-Maur)	6	8	9	10	14	4	9	11	8
Langres	2	2	3	5	4	3	0	3	.
Nancy	6	2	4	13	12	1	2	6	2
Besançon	1	3	3	1	1	3	4	3	1
Lyon (Saint-Genis)	1	0	2	2	3	3	1	2	6
Clermont-Ferrand	0	0	0	1	1	2	1	4	2
Puy de Dôme	1	6	3	0	1	5	0	6	3
Bagnères-de-Bigorre	1	4	5	0	0	3	2	3	.
Pic du Midi	3	6	13	2	5	9	5	4	3
Toulouse	1	3	2	0	2	0	0	0	0
Perpignan	3	3	0	1	0	6	2	2	0
Marseille	3	2	5	1	4	3	7	2	5
Totaux	84	76	84	80	108	74	72	81	.

Enfin le Tableau suivant représente, jour par jour, les nombres de cas de grêle observés dans l'ensemble du territoire français. Dans les dernières lignes, se trouvent les nombres de bulletins recueillis dans chaque mois, les nombres de journées de grêle et enfin les probabilités de grêle par orage. Chacune de ces probabilités s'obtient en divisant le nombre de bulletins de grêle de chaque mois par le nombre de bulletins d'orage du mois correspondant.

1914. — *Résumé par jour du nombre des bulletins de grêle.*

Dates.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	.	.	1	.	.	.	71	1	.	.	1	.
2	.	.	8	.	1	3	31	1	.	.	.	.
3	.	.	.	.	6	.	1	3	1	.	.	.
4	2	.	1	12	.	10	.	1	6	.	.	10
5	.	.	.	1	24	1	.	2	1	1	.	4
6	2	.	.	.	2	2	1	4	.	.	.	.
7	1	.	.	6	1	3	12	.	5	.	.	1
8	.	.	.	.	2	63	1	.	5	.	.	.
9	.	.	.	.	1	53	1	.	2	.	.	1
10	.	.	3	.	1	16	.	1	.	.	.	.
11	.	6	.	.	2	12	1	.	.	1		1
12	.	.	.	.	5	18	24	3	2	.	1	8
13	.	.	.	.	1	17	1	4	.	.	.	2
14	.	.	2	.	.	8	4	3	.	.	8	5
15	.	.	.	.	.	31	11	5	.	.	2	11
16	.	.	.	.	3	12	7	.	.	3	.	.

1914 — *Résumé par jour du nombre des bulletins de grêle* (suite).

Dates.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
17	.	.	2	.	19	16	1	.	.	2	.	.
18	.	59	31	1	27	16	.	.	.	1	.	.
19	.	6	21	6	11	10	1	.	.	.	.	3
20	.	7	39	20	3	40	.	1	6	.	.	4
21	.	21	67	4	1	19	2	1	3	.	1	8
22	.	6	15	1	21	9	7	2	1	1	.	.
23	.	7	2	.	30	1	1	.	.	1	5	1
24	.	1	40	1	4	1	.	3	.	.	.	.
25	.	.	15	10	6	.	2	1	.	.	2	1
26	.	3	40	.	.	5	3	1	.	.	.	.
27		.	37	3	.	6	.	3	.	.	1	.
28	.	2	1	1	.	7	.	.	.	.	.	4
29	.	.	1	39	5	2	1	.	.	4	.	9
30	.		.	36	2	.	10	.	1	.	.	.
31	.		.		.		.	.		1		.
Total des bulletins	5	118	326	141	178	381	194	40	33	15	21	76
Journées de grêle	3	10	18	14	23	26	22	18	11	9	8	16
Probabilité de grêle par orage	0,09	0,23	0,27	0,08	0,07	0,08	0,05	0,02	0,03	0,05	0,15	0,24

Le rapport entre le nombre total (1856) des bulletins de grêle recueillis dans l'année et celui (18 058) des bulletins d'orage est égal à 0,084. Cette fraction représente la probabilité pour qu'il y ait chute de grêle dans un orage; autrement dit, 84 orages pour 1000 risquent d'être accompagnés de grêle. Cette conclusion est loin de présenter un caractère de certitude absolue; en effet, il arrive souvent que la grêle tombe sans qu'il y ait de tonnerre ni d'éclairs.

ÉTUDES

SUR

LE CLIMAT DE LA FRANCE.

RÉGIME DES PLUIES.

QUATRIÈME PARTIE : RÉGION DU SUD-EST; RÉSUMÉ GÉNÉRAL: JOURS DE PLUIE :

PAR M. ALFRED ANGOT.

Les trois premières Parties de ce travail ont été publiées dans le Tome I des *Annales du Bureau Central météorologique* pour 1911, 1912 et 1913. Pour terminer la France, il ne reste plus que la région du Sud-Est, située sur la rive gauche du Rhône, et la Corse; l'ensemble comprend les 11 départements suivants :

Basses-Alpes,	Corse,	Haute-Savoie,
Hautes-Alpes,	Drôme,	Var,
Alpes-Maritimes,	Isère,	Vaucluse.
Bouches-du-Rhône,	Savoie,	

Rien n'a été changé dans le mode de publication et nous renvoyons à la première Partie pour les détails relatifs aux procédés employés dans le calcul et dans la discussion des observations. Pour faciliter les recherches, les départements, dans ce qui suit, sont publiés par ordre alphabétique. Pour chacun d'eux on donne d'abord, toujours par ordre alphabétique, une liste des stations utilisées avec indication de l'altitude du sol, de la période sur laquelle portent les observations et, quand il y a lieu, quelques détails sur les conditions dans lesquelles elles ont été faites. Sauf indication spéciale, la hauteur de l'ouverture du pluviomètre au-dessus du sol est comprise entre 1^m et $1^m,50$.

Pour les stations qui sont connues sous un autre nom que celui de la commune où elles sont situées, le nom de cette commune est ajouté entre crochets. On retrouvera donc toujours facilement la position exacte de toutes les stations en consultant, par exemple, une année quelconque du volume « Départements » de l'*Annuaire Didot-Bottin*, dans lequel existent une table alphabétique de toutes les communes de France et, pour chaque département, une carte où sont indiquées toutes les communes. Quand il existe plusieurs stations dans une

même localité, on a donné entre parenthèses, à la suite du nom de la localité, les indications spéciales qui permettent de distinguer les stations les unes des autres.

Le numéro d'ordre placé dans la liste générale, avant le nom de chaque station, correspond à la place de cette station dans le Tableau qui résume la distribution de la pluie dans le département. Le premier de ces Tableaux donne, pour chaque station, les hauteurs moyennes mensuelles et annuelles de la pluie, ramenées uniformément à la période 1851-1900. Dans le second Tableau, on trouvera les fractions pluviométriques mensuelles, quotients, exprimés en millièmes, de la quantité mensuelle par la quantité annuelle, ce qui revient à la hauteur de pluie que l'on observerait dans chaque mois, si, dans toutes les stations, le total annuel était uniformément égal à 1000. Les fractions pluviométriques mensuelles varient assez peu d'ordinaire, dans l'étendue d'un même département, quand les conditions topographiques ne sont pas très différentes; il a donc paru intéressant de calculer les valeurs moyennes de ces fractions pour chaque département.

En dessous de ces moyennes on a donné les valeurs des coefficients relatifs mensuels, rapports de la quantité de pluie qui tombe dans un mois déterminé à celle qu'on y observerait si la quantité totale était répartie uniformément sur toute l'année. Dans ce cas, sur un total annuel de 1000, la part proportionnelle serait 85 pour les mois de 31 jours, 82 pour ceux de 30 jours et 77 pour février. On aura donc les coefficients relatifs en divisant respectivement par l'un de ces nombres la fraction pluviométrique du mois considéré.

Dans ces deux Tableaux, les stations sont rangées, non plus par ordre alphabétique, mais par bassins fluviaux, en commençant du côté supérieur du bassin. Dans le premier Tableau, on donne les moyennes mensuelles et annuelles pour toutes les stations utilisées. Dans le second (fractions pluviométriques), on n'a conservé que les stations où la durée totale des observations ne descend pas au-dessous de 25 ans, sauf dans des cas très rares où il a paru utile d'abaisser un peu cette limite. Pour les stations de plus courte durée, comprises seulement dans le premier Tableau, le total annuel doit être considéré seul comme bien connu, les valeurs mensuelles restant plus douteuses. Toutes ces stations sont précédées d'un astérisque, pour les signaler à l'attention. Enfin on a imprimé en *italique* le nom des stations où les hauteurs de pluie paraissent douteuses, généralement trop faibles, par suite d'une mauvaise exposition du pluviomètre, sur un toit, par exemple.

BASSES-ALPES.

Superficie : 6988^{km^2}; 16 stations.

16. Annot : altitude, 697^m; 7 ans (1880-1886). Il manque 1 mois en 1880, 1881 et 1882, 2 mois en 1883.

2. Banon : altitude, 810^{m}; 30 ans (1881-1910). Il manque 1 mois en 1884.
8. Barcelonnette (Ecole normale) : altitude, 1173^{m}; 19 ans (1870-1888). Il manque 9 mois en 1875, 3 en 1876 et 1888, 2 en 1877, 1878 et 1882. Des observations ont été faites pendant les 9 années 1858-1866 par le service des Ponts et Chaussées; mais elles donnent des valeurs manifestement trop faibles et qu'il n'est pas possible d'utiliser.
14. Barrême : altitude, 720^{m}; 14 ans (1880-1888 et 1895-1899). Il manque 4 mois en 1888, 1895 et 1896, 1 en 1897, 3 en 1899.
15. Castellane : altitude, 786^{m}; 17 ans (1858-1866 et 1882-1889). Il manque 2 mois en 1882, 1883, 1886, 1888 et 1889.
12. Digne : altitude, 580^{m}; 14 ans (1858-1866 et 1890-1894). Il manque 3 mois en 1863.
9. Faucon : altitude, 850^{m}; 27 ans (1882-1910). Il manque les deux années 1886 et 1888 en entier, 5 mois en 1891, 1 en 1895, 2 en 1903.
5. Forcalquier : altitude, 550^{m}; 30 ans (1881-1910). Il manque 2 mois en 1887, 1 en 1888.
13. Les Granons [Les Mées] : altitude, 490^{m}; 25 ans (1880-1895 et 1902-1910). Il manque l'année 1885 en entier, 1 mois en 1880, 1881 et 1884, 6 en 1902.
6. Mane : altitude, 442^{m}; 31 ans (1880-1910). Il manque 2 mois en 1880 et 1887, 1 mois en 1884 et 1886.
7. Manosque : altitude, 377^{m}; 37 ans (1858-1866 et 1880-1908); quelques nombres douteux dans les dernières années.
1. Noyers-sur-Jabron : altitude, 550^{m}; 26 ans (1884-1910). Il manque 1 mois en 1895, 8 en 1908 et toute l'année 1909.
4. Peyruis : altitude, 397^{m}; 31 ans (1880-1910). Il manque 6 mois en 1881.
3. Saint-Etienne-les-Orgues : altitude, 687^{m}; 22 ans (1889-1910).
10. Sisteron : altitude, 490^{m}; 31 ans (1880-1910).
11. Volonne : altitude, 445^{m}; 31 ans (1880-1910).

Basses-Alpes. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de la Durance.													
1. Noyers-sur-Jabron	66	58	67	71	104	77	33	42	74	154	134	73	953
2. Banon	52	46	50	70	116	80	37	40	69	137	119	74	890
3. Saint-Étienne-les-Orgues	55	34	54	60	92	66	23	30	64	119	114	72	783
4. Peyruis	47	39	54	62	85	71	33	34	49	104	89	48	715
5. Forcalquier	62	49	62	58	77	55	34	30	51	120	104	68	770
6. Mane	60	46	71	63	94	75	37	42	62	127	112	62	851
7. Manosque	47	32	51	48	75	58	27	34	49	99	91	50	661

Basses-Alpes. — Hauteurs de pluie (1851-1900) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de la Durance (suite).													
8. *Barcelonnette	38	35	51	62	75	64	44	50	71	100	71	43	704
9. Faucon	52	46	63	62	101	77	42	41	84	141	106	47	862
10. Sisteron	58	44	62	61	98	77	38	49	81	146	108	50	872
11. Volonne	41	44	49	51	73	74	34	39	58	107	89	42	701
12. *Digne	55	46	57	56	85	67	32	43	70	116	97	53	777
13. Les Granons [Les Mées]	58	51	65	62	88	63	30	41	49	116	113	62	798
14. *Barrême	54	48	52	51	77	67	32	43	70	115	81	50	740
15. *Castellane	65	53	65	76	95	61	35	42	76	135	114	75	892
Bassins entre le Rhône et l'Italie.													
16. *Annot	81	72	85	90	112	80	41	54	79	140	118	77	1029

Basses-Alpes. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1. Noyers-sur-Jabron	69	61	70	74	109	81	35	44	78	162	140	77
2. Banon	58	52	56	79	130	90	42	45	77	154	134	83
3. Saint-Étienne-les-Orgues	70	43	69	77	118	84	30	38	82	152	145	92
4. Peyruis	65	55	76	87	119	99	46	48	68	146	124	67
5. Forcalquier	80	64	80	75	100	72	44	39	67	156	135	88
6. Mane	70	54	84	74	111	88	43	49	73	149	132	73
7. Manosque	71	49	77	73	114	88	41	51	74	150	137	75
9. Faucon	60	53	73	72	117	89	49	48	98	163	123	55
10. Sisteron	67	50	71	70	112	88	44	56	93	167	124	58
11. Volonne	59	63	69	73	104	105	48	56	83	153	127	60
13. Les Granons [Les Mées]	72	64	82	78	110	79	38	51	61	145	142	78
Moyennes	67	55	73	76	113	88	42	48	78	154	133	73
Coefficients relatifs	0,79	0,71	0,86	0,93	1,33	1,07	0,49	0,56	0,95	1,81	1,62	0,86

Le nombre des stations est nettement insuffisant; les arrondissements de Forcalquier et de Sisteron possèdent un nombre convenable de pluviomètres, mais il n'en est plus de même pour la partie la plus haute et par suite la plus intéressante du département, comprenant les arrondissements de Digne et de Barcelonnette, où la répartition de la pluie est très mal connue.

La moyenne annuelle des 16 stations est 812^{mm}; ce nombre est certainement trop faible, car les observations manquent précisément dans la partie du département où la hauteur de pluie doit être la plus grande.

Le régime pluviométrique est caractérisé par deux saisons pluvieuses de deux mois chacune : mai-juin et octobre-novembre, cette dernière étant de beaucoup la plus importante, avec un maximum très prononcé en octobre. La saison sèche

d'hiver (décembre-avril) est plus longue, mais moins caractérisée que celle d'été (juillet-septembre), qui présente un minimum très profond en juillet.

HAUTES-ALPES.

Superficie : 5673$^{km^2}$; 17 stations.

6. Aiguilles : altitude, 1452^m; 10 ans (1882-1891). Des observations ont été faites de 1877 à 1880, mais elles donnent des valeurs beaucoup trop faibles.
5. Briançon : altitude, 1300^m; 19 ans (1872-1880 et 1901-1910). Il manque 3 mois en 1909. La première partie de la série donne des valeurs plus élevées que la seconde dans le rapport de 1 à 0,88. Des observations ont été faites en outre de 1865 à 1870 et de 1881 à 1886, mais elles présentent trop de lacunes pour qu'on puisse les utiliser.
8. Chorges : altitude, 871^m; 19 ans (1881-1886 et 1895-1907). Il manque 3 mois en 1881, 1 en 1884 et 1907. Les observations ont été continuées entre 1887 et 1893, mais sont complètement inutilisables pour cette période.
7. Embrun : altitude, 860^m; 47 ans (1858-1870, 1873-1880 et 1881-1907). Il manque 2 mois en 1873, 3 en 1874 et 1875, 1 en 1876 et 1879, 2 en 1881 et 1882, 3 en 1885, 4 en 1890, 6 en 1893 et toute l'année 1894. La première série a été faite par le service des Ponts et Chaussées; le pluviomètre était à 18^m au-dessus du sol, et les valeurs obtenues doivent être multipliées par 1,17 pour être comparables à celles de la troisième série (1881-1907). La seconde série a été faite dans de bonnes conditions au Petit-Séminaire, mais donne des nombres plus forts que la troisième, et qui doivent être multipliés par 0,80. Pour le calcul de la moyenne générale, toutes les valeurs ont été réduites à la troisième série (1881-1907), qui donne peut-être des nombres un peu faibles.
10. Gap (Ecole normale) : altitude, 739^m; 44 ans (1866-1910). Il manque 1 mois en 1866, 1878, 1883 et 1902, 7 en 1870, l'année 1871 entière et 3 mois en 1894.
11. Gap (Ponts et Chaussées) : altitude, 735^m; 32 ans (1858-1870 et 1877-1896). Il manque 4 mois en 1881 et l'année 1894 en entier. Pendant la première série de 13 ans (1858-1870), le pluviomètre était sur un toit à 4^m du sol; les nombres correspondants doivent être multipliés par 1,10 pour devenir comparables à ceux de la deuxième série.
4. Mont-Genèvre : altitude, 1856^m; 24 ans (1883-1907). Il manque 4 mois en 1883; 1 en 1893 et 1905, toute l'année 1894, 2 mois en 1898 et 1907, 3 en 1901.

16. Laragne : altitude, 569^{m}; 15 ans (1878-1892). Il manque 1 mois en 1881.
1. Col du Lautaret : altitude, 2058^{m}; 10 ans (1886-1896). Il manque 4 mois en 1886, 1 en 1888 et 1890, et toute l'année 1894.
15. Orpierre : altitude, 687^{m}; 15 ans (1879-1893). Il manque 1 mois en 1879 et 1881, 2 en 1893.
9. Remollon : altitude, 675^{m}; 11 ans (1897-1907). Il manque 3 mois en 1897.
17. Ribiers : altitude, 523^{m}; 15 ans (1879-1893). Il manque 2 mois en 1881, 1 en 1882, 1883, 1884 et 1890, 4 en 1889, 3 en 1893.
3. Rosans : altitude, 683^{m}; 20 ans (1879-1898). Il manque 2 mois en 1881, 1893 et 1898.
2. Saint-Bonnet : altitude, 1041^{m}; 24 ans (1883-1907). Il manque 2 mois en 1883, 6 en 1894, 4 en 1895 et 1899, 3 en 1900, 1 en 1901 et 1906 et toute l'année 1905.
12. Saint-Julien-en-Beauchêne : altitude, 922^{m}; 14 ans (1894-1907). Il manque 1 mois en 1900.
14. Serres : altitude, 675^{m}; 29 ans (1877-1907). Il manque 1 mois en 1879 et 1882, 2 mois en 1881 et 1894, et les deux années 1892 et 1893 en entier. Des observations ont été faites en outre pendant les 9 années 1858-1866; mais le pluviomètre était vraisemblablement dans une situation défectueuse, car beaucoup de nombres sont manifestement trop faibles.
13. Veynes : altitude, 837^{m}; 17 ans (1877-1893). Il manque 3 mois en 1881 et 1889, 2 en 1888.

Hautes-Alpes — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de l'Isère.													
1. *Col du Lautaret	93	79	95	97	101	95	93	103	117	152	110	102	1237
2. Saint-Bonnet	78	80	86	81	110	90	69	77	95	159	118	83	1126
Bassin inférieur du Rhône (rive gauche).													
3. *Rosans	39	39	45	51	87	70	41	53	75	106	82	43	731
Bassin de la Durance.													
4. Mont-Genèvre	50	53	57	57	91	83	67	65	75	112	58	40	808
5. *Briançon	38	37	41	50	73	59	43	46	54	82	57	41	621
6. *Aiguilles	62	58	62	79	115	94	88	118	124	131	72	53	1056
7. Embrun	41	46	48	48	70	68	55	56	63	102	75	40	712
8. *Chorges	42	48	47	57	82	72	49	54	75	113	76	40	755
9. *Remollon	44	46	52	56	88	78	48	56	77	118	84	46	793
10. Gap (École Normale)	49	47	63	59	93	72	49	55	81	121	92	57	838
11. Gap (Ponts et Chaussées)	48	48	63	67	94	80	55	63	78	128	94	56	874

Hautes-Alpes. — Hauteurs de pluie (1851-1900) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de la Durance (suite).													
12. *Saint-Julien-en-Beauchêne...	56	58	75	74	103	81	50	60	91	143	101	59	951
13. *Veynes.....	61	60	81	78	102	78	49	58	83	141	114	72	977
14. Serres.....	48	48	64	76	99	91	53	59	82	141	108	53	922
15. *Orpierre.....	53	54	63	66	98	66	35	48	79	141	111	56	870
16. *Laragne.....	50	51	60	59	90	66	33	43	77	133	106	55	823
17. *Ribiers.....	47	42	49	53	82	61	32	39	70	129	100	53	757

Hautes-Alpes. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
4. Mont-Genèvre.....	62	66	71	71	112	103	83	80	93	139	71	49
7. Embrun.....	58	65	68	67	99	95	77	79	88	143	105	56
10. Gap (École Normale).....	58	56	75	70	111	86	58	66	97	145	110	68
11. Gap (Ponts et Chaussées)....	55	55	72	77	108	91	63	72	89	147	107	64
14. Serres.....	52	52	69	82	107	99	58	64	89	153	117	58
Moyennes.....	57	59	71	73	108	95	68	72	91	145	102	59
Coefficients relatifs.....	0,67	0,77	0,84	0,89	1,27	1,16	0,80	0,85	1,11	1,71	1,24	0,69

Le nombre des stations dans les Hautes-Alpes est notablement insuffisant et, de plus, la durée de la plupart des séries est courte. Le régime pluviométrique est donc mal connu dans ce département, et il n'y a aucun espoir d'amélioration avant de longues années. Beaucoup des stations utilisées ci-dessus ont cessé de fonctionner vers 1893 et les autres en 1908. Il ne reste actuellement dans tout le département que deux stations seulement : Briançon et Gap (Ecole normale). C'est de beaucoup le plus mal partagé de toute la France. Il est regrettable que, dans une région où l'étude de la pluie présente un intérêt tout particulier pour les applications pratiques, notamment pour l'utilisation des forces hydrauliques naturelles, il ne se rencontre pas quelques personnes de bonne volonté qui, à défaut des services officiels, consentent à accepter la tâche, pourtant si peu pénible, d'assurer régulièrement l'observation de la pluie.

La moyenne générale annuelle des 17 stations est 874^{mm}; ce nombre est certainement très inférieur à la réalité, car il n'existe que peu ou pas de stations dans les régions élevées où la précipitation est la plus forte. Il est vraisemblable, en même temps, que la neige est souvent mesurée d'une manière insuffisante.

Le régime pluviométrique est caractérisé par deux saisons pluvieuses, l'une de deux mois, mai-juin, l'autre de trois, septembre-novembre, avec maximum très accentué en octobre. Les deux mois de juillet-août constituent une première saison un peu sèche; la saison sèche principale s'étend de décembre à avril, avec minimum très net en décembre et janvier.

ALPES-MARITIMES.

Superficie : 3736$^{km^2}$; 23 stations.

4. Antibes (Château de l'Espée) : altitude, 60^m; 10 ans (1900-1902 et 1905-1911).
6. Le Bar : altitude, 308^m; 9 ans (1873-1881). Il manque 2 mois en 1873, 1874, 1880 et 1881.
19. Beaulieu (M. Eiffel) : altitude, 6^m; 6 ans (1907-1912).
11. Belvédère : altitude, 950^m; 14 ans (1873-1880 et 1907-1912). Il manque 1 mois en 1876, 1877, 1909 et 1912, 3 en 1880 et 1910, 4 en 1907, 2 en 1908.
8. Beuil : altitude, 1640^m; 6 ans (1907-1912). Il manque 2 mois en 1907 et 1909, 1 en 1908.
1. Cannes : altitude, 5^m; 30 ans (1866-1895). Il manque 4 mois en 1866, 3 en 1867 et 1 en 1891.
18. Cap Ferrat (Sémaphore) : altitude, 140^m; 15 ans (1896-1910).
21. Cap Martin : altitude, 10^m; 5 ans (1908-1912). Il manque 1 mois en 1910. Les nombres de cette station paraissent beaucoup trop faibles, sans qu'on puisse en indiquer la raison.
23. Fontan : altitude, 430^m; 6 ans (1907-1912). Il manque 3 mois en 1907, 2 en 1908, 9 en 1912.
3. La Garouppe (Phare) : altitude, 81^m; 37 ans (1873-1910). Il manque 1 mois en 1883 et l'année 1907 en entier.
2. Grasse : altitude, 325^m; 18 ans (1873-1880, 1890-1894, 1907, 1908 et 1910-1912). Il manque 1 mois en 1873, 1874, 1877, 1879, 1891 et 1892, 2 en 1875 et 1880, 3 en 1894.
13. Levens : altitude, 570^m; 5 ans (1907-1912). Il manque 2 mois en 1907, 3 en 1909 et les 12 mois d'octobre 1911 à septembre 1912.
22. Menton (M. Andrews) : altitude, 15^m; 10 ans (1877-1886).
20. Monaco : altitude, 10^m; 6 ans (1878-1881 et 1911-1912). Depuis 1911, les observations sont faites au Musée océanographique et offrent ainsi les meilleures chances d'exactitude et de continuité.
14. Nice (Ecole normale) : altitude, 18^m; 45 ans (1866-1910). Il manque 3 mois en 1867, 1868 et 1874, 6 en 1871, 2 en 1872, 1878, 1879 et 1891, 5 en 1875 et 1876, 1 en 1889 et 1890.
15. Nice (Mont-Gros, Observatoire) : altitude, 340^m; 27 ans (1884-1910).
16. Nice (M. Teysseire) : altitude, 9^m; 11 ans (1870-1880). Le pluviomètre, placé sur un toit à 13^m du sol, donne des valeurs notablement trop faibles.
10. Puget-Théniers : altitude, 420^m; 6 ans (1907-1912). Il manque 4 mois en 1907.

9. Saint-Auban : altitude, 1100^{m}; 5 ans (1908-1912). Il manque 3 mois en 1908.
7. Saint-Etienne de Tinée : altitude, 1140^{m}; 6 ans (1907-1912). Il manque 4 mois en 1907, 1 en 1908, 1910 et 1912, 3 en 1911.
5. Thorenc [Audon] (M. Esmonet) : altitude, 1280^{m}; 17 ans (1896-1912). Il manque 4 mois en 1896.
12. Utelle : altitude, 800^{m}; 6 ans (1907-1912). Il manque 4 mois en 1907, 2 en 1908, 3 en 1909, 1 en 1910.
17. Villefranche (Phare) : altitude, 63^{m}; 38 ans (1873-1910).

Alpes Maritimes. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Bassins entre le Rhône et l'Italie.													
1. Cannes	76	61	73	59	62	34	11	21	67	150	118	91	823
2. *Grasse	73	67	82	72	79	62	30	38	79	161	127	83	953
3. La Garouppe (Phare)	66	59	61	51	52	33	8	21	61	137	122	76	747
4. *Antibes	81	70	76	64	66	37	11	25	76	179	137	93	915
5. *Thorenc [Audon]	77	69	79	81	118	91	27	47	98	195	144	83	1109
6. *Le Bar	76	72	92	85	96	68	27	37	74	193	146	92	1058
7. *Saint-Étienne-de-Tinée	85	67	66	76	101	79	54	72	87	193	134	70	1084
8. *Beuil	64	49	45	55	93	74	46	52	74	168	120	56	896
9. *Saint-Auban	94	74	83	88	114	89	63	59	91	203	162	88	1208
10. *Puget-Théniers	72	64	73	79	88	73	44	48	82	167	133	68	991
11. *Belvédère	64	59	72	80	92	70	54	50	65	155	124	78	963
12. *Utelle	66	63	65	82	91	70	45	45	69	171	136	84	987
13. *Levens	72	60	81	79	88	72	45	43	70	168	140	83	1001
14. Nice (École normale)	64	57	68	57	62	41	15	24	60	148	111	78	785
15. Nice (Mont-Gros, Observ.)	62	59	68	60	70	49	17	27	64	152	125	75	828
16. *Nice (M. Teysseire)	60	49	69	52	54	36	13	19	59	144	114	76	745
17. Villefranche (Phare)	57	50	62	49	52	35	9	18	54	138	115	69	708
18. *Cap Ferrat (Sémaphore)	59	59	64	50	61	37	10	12	57	171	134	83	797
19. *Beaulieu	60	54	63	52	57	34	12	20	55	135	107	71	720
20. Monaco	62	55	65	54	58	33	14	24	60	141	115	75	756
21. *Cap Martin	45	38	46	37	43	23	13	18	45	94	81	54	537
22. *Menton	66	62	70	64	61	37	13	26	65	165	134	85	848
23. *Fontan	73	61	82	81	93	68	48	50	72	183	146	95	1052

Alpes Maritimes. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1. Cannes	92	74	89	72	75	41	13	26	81	182	144	111
3. La Garouppe (Phare)	88	79	82	69	69	44	11	28	82	183	163	102
14. Nice (École normale)	81	72	87	73	79	52	19	31	77	188	141	100
15. Nice (Mont-Gros, Observ.)	75	71	82	73	84	59	21	33	77	183	151	91
17. Villefranche (Phare)	81	70	88	69	73	49	13	26	77	195	162	97
Moyennes	84	73	86	71	76	49	15	29	79	186	152	100
Coefficients relatifs	0,99	0,95	1,01	0,87	0,89	0,60	0,18	0,34	0,96	2,19	1,85	1,18

Jusqu'en 1907, il n'existait dans les Alpes-Maritimes qu'un très petit nombre de stations, presque toutes sur la côte; mais il a été organisé à cette époque un réseau à peu près suffisant, sauf peut-être dans le nord du département. Ces séries nouvelles sont encore de trop courte durée et, pour pouvoir les comprendre dans la discussion, il a fallu les utiliser jusqu'en 1912 inclus. La réduction à la période commune est donc encore un peu incertaine; mais il est permis d'espérer que les stations seront maintenues, de sorte que l'étude de ce département pourra être reprise plus exactement dans une dizaine d'années.

Les deux stations de Cap Martin et de Nice (M. Teysseire) donnent, comme il a été indiqué, des valeurs manifestement trop faibles. Après les avoir éliminées, il reste 21 stations dont la moyenne générale annuelle est 908^{mm}. Ce nombre est certainement trop bas, car les stations ne sont pas assez nombreuses dans les parties élevées du département où la hauteur de pluie doit être la plus grande.

Le régime pluviométrique ne peut être encore déterminé exactement que pour la région littorale; il y est caractérisé par une saison pluvieuse de 6 mois, octobre-mars, avec maximum extrêmement élevé en octobre, et une saison sèche de six mois, avril-septembre, avec minimum très prononcé en juillet. Les mêmes caractères se retrouvent, très légèrement atténués, dans le département voisin du Var. Ces deux départements, Alpes-Maritimes et Var, sont, de toute la France continentale, ceux qui présentent le plus grand écart entre les mois extrêmes.

BOUCHES-DU-RHONE.

Superficie : 5248^{km^2}; 62 stations.

12. Abbaye-Saint-Michel-de-Frigolet [Tarascon] : altitude, 102^m; 13 ans (1875-1879 et 1887-1894). Il manque 1 mois en 1875 et en 1887.
36. Aix (Ecole normale) : altitude, 217^m; 45 ans (1866-1910); assez nombreuses lacunes dans la période 1871-1883. Il manque notamment 11 mois en 1880 et 10 en 1883.
37. Aix (Asile du Mont-Perrin) : altitude, 198^m; 36 ans (1875-1910). Il manque 2 mois en 1886, 1887 et 1904, 3 en 1902, 9 en 1903 et 11 en 1905. Les observations antérieures à 1891, faites dans un autre emplacement, doivent être multipliées par 0,94 pour devenir comparables aux observations actuelles.
21. Arles : altitude, 15^m; 51 ans (1860-1910). Il manque 8 mois en 1867, 1 en 1899 et 1908.
22. L'Armeillère-Giraud [Arles] : altitude, 3^m; 17 ans (1882-1884 et 1897-1910). Il manque 2 mois en 1901, 1 en 1902 et 1906.

58. Aubagne : altitude, 127^m; 36 ans (1875-1910). Il manque 6 mois en 1885, 4 en 1886, 2 en 1888, 3 en 1889.

15. Les Baux : altitude, 200^m; 28 ans (1876-1903). Il manque 4 mois en 1876, 1 en 1889, 1892 et 1897, 2 en 1895; les observations deviennent très douteuses (trop faibles) dans les trois dernières années 1901-1903.

60. La Bédoule [Roquefort] : altitude, 276^m; 18 ans (1893-1910).

47. Berre : altitude, 2^m; 35 ans (1876-1910). Il manque 1 mois en 1886, 1888 et 1909, 4 en 1907.

9. Bonneval [Charleval] : altitude, 141^m; 23 ans (1888-1910).

46. Boue : altitude, 259^m; 19 ans (1874-1893). Il manque 4 mois en 1888, toute l'année 1890, 5 mois en 1892 et 2 en 1893.

56. Cap Croisette (Sémaphore) [Marseille] : altitude, 116^m; 31 ans (1880-1910). Il manque 2 mois en 1887. Valeurs généralement trop faibles, le pluviomètre étant trop exposé au vent, sur un rocher élevé.

61. Cassis : altitude, 3^m; 15 ans (1895-1910). L'année 1901 manque en entier.

11. Castellan [Verquières] : altitude, 47^m; 16 ans (1892-1907).

62. La Ciotat : altitude, 2^m; 30 ans (1881-1910); quelques nombres douteux dans les années 1906, 1907, 1908. Tous les nombres sont peut-être un peu faibles.

30. Cornillon : altitude, 110^m; 37 ans (1874-1910). Il manque 6 mois en 1907 et 1 en 1909.

34. La Couronne (Phare) [Martigues] : altitude, 7^m; 16 ans (1895-1910). Il manque 3 mois en 1895, 1 en 1906 et 1908, 2 en 1907.

59. Cuges : altitude, 200^m; 14 ans (1895-1907 et 1910). Les observations ont été faites dans les 3 années 1892-1894, mais elles sont manifestement erronées et n'ont pas été utilisées.

38. Éguilles : altitude, 260^m; 11 ans (1892-1895, 1900-1907); quelques lacunes en 1893 et 1894. Il manque en outre l'année 1904 en entier, 3 mois en 1905 et 2 en 1906.

24. L'Étourneau [Arles] : altitude, 4^m; 37 ans (1874-1910). Il manque 3 mois en 1901, 2 en 1904 et 1906, 1 en 1907 et 1908.

17. Eyguières : altitude, 93^m; 10 ans (1900-1910). Il manque 2 mois en 1908 et toute l'année 1909.

26. Faraman (phare) [Arles] : altitude, 6^m; 30 ans (1881-1910). Il manque 1 mois en 1890, 6 en 1891, 3 en 1892.

40. La Fare : altitude, 53^m; 11 ans (1893-1901, 1905 et 1910). Il manque 3 mois en 1893, 2 en 1894, 1 en 1895 et 1899.

19. Farinon [Langlade] : altitude, 41^m; 31 ans (1873-1903). Il manque les 6 premiers mois de 1873.

45. Gardanne : altitude, 205^m; 19 ans (1892-1910).

25. Giraud (Arles) : altitude, 1^m; 35 ans (1876-1910). Il manque 2 mois en 1880.
42. Gréasque : altitude, 322^m; 50 ans (1861-1910).
2. Jouques : altitude, 264^m; 12 ans (1893-1902 et 1908-1909).
52. Marseille (observatoire, Longchamp) : altitude, 75^m; 44 ans (1867-1910).
53. Marseille (ancien observatoire, Les Accoules) : altitude, 31^m; 22 ans (1851-1872). Le pluviomètre était placé sur une terrasse à 19^m du sol. Les nombres de cette station doivent être multipliés par 1,19 pour devenir comparables à ceux de l'observatoire actuel.
54. Marseille (Hôpital militaire) : altitude, 25^m; 16 ans (1865-1880). Quelques lacunes. Il manque notamment 5 mois en 1871, 4 en 1874, 7 en 1879. Le pluviomètre placé sur un toit donne des nombres trop faibles, qui doivent être multipliés par 1,22 pour devenir comparables à ceux de l'observatoire.
3. Meyrargues : altitude, 247^m; 30 ans (1874-1906). Les années 1888, 1889 et 1897 manquent en entier.
44. Meyreuil : altitude, 262^m; 14 ans (1893-1901 et 1906-1910). Il manque 3 mois en 1893.
43. Mimet : altitude, 501^m; 16 ans (1875-1881 et 1899-1910). Il manque 3 mois en 1899, 1 en 1901, l'année 1902 en entier et 2 mois en 1907.
32. Miramas : altitude, 30^m; 7 ans (1874-1880).
18. Mouriès : altitude, 17^m; 7 ans (1885-1888 et 1891-1893). Il manque 6 mois en 1885, 2 en 1888, 2 en 1892, 6 en 1893.
10. Orgon : altitude, 94^m; 7 ans (1876-1882). Il manque 1 mois en 1878 et 4 mois en 1882.
51. Palama [Marseille] : altitude, 340^m; 17 ans (1892-1904 et 1907-1910). Il manque 1 mois en 1896, 1897 et 1919.
29. Pélissanne : altitude, 84^m; 34 ans (1874-1904 et 1908-1910. Il manque 1 mois en 1887, 1888, 1889, 1893 et 1909.
48. Les-Pennes-Mirabeau : altitude, 167^m; 37 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873, les 6 derniers de 1885, les 10 derniers de 1886, 7 mois en 1887 et l'année 1888 en entier.
57. Le Planier (Phare) [Marseille] : altitude, 60^m; 30 ans (1881-1910). Il manque 2 mois en 1908. Observations faites en pleine mer sur un îlot, au large du Cap Croisette; le pluviomètre, exposé au vent, donne des valeurs certainement trop faibles.
1. Pont-de-Mirabeau [Jouques] : altitude, 244^m; 38 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873.
33. Port-de-Bouc : altitude, 2^m; 38 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873, 2 mois en 1891, 1 en 1893.
55. Ratonneau [Marseille] : altitude, 6^m; 14 ans (1897-1910). Il manque

2 mois en 1897 et 1 en 1899. Observations faites dans un îlot au large de Marseille; le pluviomètre, trop exposé au vent, donne des valeurs trop faibles.

39. Réaltort [Aix] : altitude, 163^{m}; 27 ans (1884-1910). Il manque 3 mois en 1885 et 1887, 8 en 1888, 1 en 1889 et 1898, 2 en 1904.

6. Rognes : altitude, 323^{m}; 38 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873, 1 mois en 1875, 1884, 1887 et 1905, 2 en 1876, 10 en 1885, 3 en 1886.

7. La Roque-d'Anthéron : altitude, 134^{m}; 12 ans (1893-1904). Il manque 2 mois en 1893.

50. Le Rove : altitude, 148^{m}; 9 ans (1895-1902 et 1906). Il manque 2 mois en 1906.

35. Saint-Antonin : altitude, 422^{m}; 25 ans (1875-1902). Les années 1886, 1887 et 1897 manquent en entier; il manque en outre 3 mois en 1889, 1 en 1890 et 1899, 2 en 1902.

31. Saint-Chamas (Poudrerie) : altitude, 4^{m}; 38 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873 et 1 mois en 1885.

27. Saint-Louis-du-Rhône (Phare) : altitude, 5^{m}; 14 ans (1897-1910).

23. Les Saintes-Maries de la Mer : altitude, 4^{m}; 38 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873, 2 mois en 1908 et 1910, 1 en 1909.

20. Saint-Martin-de-Crau [Arles] : altitude, 20^{m}; 37 ans (1873-1910). Il manque les 6 premiers mois de 1873, 2 mois en 1897, toute l'année 1898, 1 mois en 1907 et 1908.

14. Saint-Rémy : altitude, 60^{m}; 51 ans (1860-1910). L'année 1899 manque en entier.

28. Salon : altitude, 78^{m}; 27 ans (1876-1892 et 1899-1910). Il manque 3 mois en 1876, 1885 et 1892, 4 mois en 1862, 5 en 1881 et l'année 1883 en entier.

4. Le Grand Sambuc [Vauvenargues] : altitude, 615^{m}; 29 ans (1882-1910).

49. Septèmes : altitude, 210^{m}; 14 ans (1874-1887). Il manque 3 mois en 1874 et en 1886.

8. Les Taillades (Lambesc) : altitude, 264^{m}; 35 ans (1876-1910). Il manque 3 mois en 1886.

13. Tarascon : altitude, 21^{m}; 11 ans (1897-1898, 1900-1903, et 1906-1910). Il manque 1 mois en 1903 et 1909, 2 en 1910.

41. Trets : altitude, 243^{m}; 35 ans (1876-1910). Il manque 1 mois en 1876 et 1888.

5. Venelles : altitude, 409^{m}; 34 ans (1873-1907). Il manque les 6 premiers mois en 1873, 1 mois en 1899, 11 en 1904.

16. Viguier [Arles] : altitude, 10^{m}; 35 ans (1876-1910).

Bouches-du-Rhône. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de la Durance.													
1. Pont de Mirabeau [Jouques]	48	41	48	44	66	45	24	32	52	96	84	45	625
2. *Jouques	41	35	41	41	55	39	18	28	48	83	71	41	541
3. Meyrargues	43	36	46	39	61	48	19	33	50	89	75	45	584
4. Le Grand Sambuc	61	52	63	55	73	51	21	33	61	112	105	71	758
5. Venelles	45	38	45	47	57	43	18	32	49	99	78	45	596
6. Rognes	42	37	44	45	62	44	21	30	53	93	77	41	589
7. *La Roque-d'Anthéron	45	40	44	48	63	48	22	34	63	97	79	44	627
8. Les Taillades	43	40	43	50	61	48	21	36	66	97	79	45	629
9. *Bonneval	48	43	44	49	65	49	23	35	65	97	79	45	642
10. *Orgon	44	39	42	46	61	45	22	36	62	89	73	42	601
11. *Castellan	42	38	41	47	62	44	23	40	63	87	72	41	600
Bassin inférieur du Rhône (rive gauche).													
12. *Abbaye Saint-Michel	43	41	42	53	65	48	24	47	69	87	70	46	635
13. *Tarascon	42	43	38	54	62	54	25	47	71	92	72	47	647
14. Saint-Rémy	42	40	42	51	64	42	23	44	65	81	71	40	605
15. Les Baux	34	34	34	45	57	42	22	42	58	74	63	38	543
16. Viguier	41	41	38	50	56	51	23	48	64	82	62	42	598
17. *Eyguières	42	40	41	48	59	42	21	36	64	87	75	43	598
18. *Mouriès	44	41	40	52	61	43	21	41	66	87	74	44	614
19. Farinon [Langlade]	41	37	38	51	55	39	18	37	62	88	76	41	583
20. Saint-Martin-de-Crau	45	38	38	50	54	44	24	37	73	86	73	46	608
21. Arles	43	42	38	50	58	44	18	39	64	81	67	45	589
22. *L'Armeillère-Giraud	44	38	36	46	50	39	17	35	61	78	64	44	552
23. Les Saintes-Maries	53	37	38	50	46	36	13	27	56	79	67	47	549
24. L'Étourneau	38	30	30	36	41	30	15	28	54	71	53	36	462
25. Giraud	51	39	35	45	45	31	12	24	60	75	67	47	531
26. Faraman	44	33	31	37	38	25	11	23	53	70	57	46	468
27. *Saint-Louis-du-Rhône	43	33	32	39	39	27	11	24	52	71	58	41	470
Bassins entre le Rhône et l'Italie.													
28. Salon	41	40	39	44	55	40	19	29	62	86	77	44	576
29. Pélissanne	42	39	42	48	56	37	20	29	62	91	71	48	585
30. Cornillon	41	39	41	43	53	34	15	30	58	83	67	46	550
31. Saint-Chamas	40	37	42	43	51	32	15	30	63	83	65	46	547
32. *Miramas	40	38	40	44	53	35	16	32	61	87	69	44	559
33. Port-de-Bouc	43	35	38	46	41	29	13	29	53	81	62	39	509
34. *La Couronne [Martigues]	42	32	33	39	39	25	11	24	51	77	60	42	475
35. Saint-Antonin	45	38	44	41	61	41	18	28	56	97	85	54	608
36. Aix (École normale)	44	36	49	46	55	39	16	30	59	100	80	49	603
37. Aix (Asile)	41	37	44	44	57	42	16	34	56	105	83	45	604
38. *Éguilles	42	38	44	45	54	36	18	28	58	95	75	48	581
39. Réaltort	44	40	43	42	54	32	18	28	57	100	81	51	590
40. *La Fare	37	35	36	37	47	31	15	27	53	82	64	40	504
41. Trets	59	42	54	45	59	43	19	30	57	102	83	52	645
42. Gréasque	57	49	54	49	66	43	20	28	63	117	98	62	706

Bouches-du-Rhône. — Hauteurs de pluie (1851-1900) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassins entre le Rhône et l'Italie (suite).													
43. *Mimet	51	41	49	48	58	37	17	28	62	108	87	55	641
44. *Meyreuil	46	41	46	44	58	39	18	30	58	105	86	52	623
45. *Gardanne	49	41	46	46	56	38	19	29	60	103	85	54	626
46. *Bouc	45	38	42	42	51	34	17	27	54	94	78	60	572
47. Berre	35	36	33	35	45	32	15	30	55	84	62	35	497
48. Les Pennes-Mirabeau	38	36	35	36	43	31	16	22	50	93	71	40	511
49. Septèmes	48	38	46	44	54	34	16	26	58	101	82	52	599
50. *Le Rove	47	38	40	43	47	31	15	27	59	100	76	47	570
51. *Palama [Marseille]	49	39	47	45	55	35	17	26	60	104	83	53	613
52. Marseille (Observatoire)	49	36	41	43	48	26	14	24	60	102	79	52	574
53. *Marseille (*Accoules*)	43	31	34	36	41	21	12	21	51	85	66	41	482
54. *Marseille (*Hôpital militaire*)	42	30	33	35	40	21	11	21	49	83	65	41	471
55. *Ratonneau [Marseille]	42	29	32	33	38	19	11	20	48	80	62	38	452
56. *Cap Croisette* (Sémaphore)	40	26	28	25	32	14	10	18	37	64	47	26	367
57. *Le Planier* (Phare)	35	24	24	24	29	17	8	20	41	63	54	29	368
58. Aubagne	54	42	44	48	52	32	10	21	63	105	85	57	613
59. *Cuges	64	49	55	56	60	36	12	25	72	124	101	68	722
60. *La Bédoule	60	48	55	52	57	33	12	23	67	119	97	66	689
61. *Cassis	53	38	39	40	46	23	12	24	57	98	76	47	553
62. La Ciotat	41	32	30	33	37	20	6	19	47	82	67	40	454

Bouches-du-Rhône. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1. Pont-de-Mirabeau	77	65	77	70	105	73	39	51	83	153	134	73
3. Meyrargues	74	62	78	67	104	82	33	56	85	153	129	77
4. Le Grand Sambuc	81	68	83	73	96	67	28	44	80	148	139	93
5. Venelles	76	64	76	78	96	72	30	53	82	166	131	76
6. Rognes	72	62	75	76	106	75	35	51	90	157	131	70
8. Les Taillades	69	64	68	80	97	76	33	57	105	154	125	72
14. Saint-Rémy	69	66	69	84	106	69	38	73	108	134	117	67
15. Les Baux	63	62	63	83	105	78	40	78	106	136	116	70
16. Viguier	69	68	63	84	93	86	38	80	107	137	104	71
19. Farinon	71	63	65	67	95	67	32	63	106	151	130	70
20. Saint-Martin-de-Crau	74	63	62	82	89	72	39	61	120	142	120	76
21. Arles	73	71	65	85	99	75	31	66	108	137	113	77
23. Les Saintes-Maries	96	67	70	91	83	66	23	50	102	144	122	86
24. L'Étourneau	82	65	65	77	88	64	33	61	118	153	115	79
25. Giraud	96	74	67	84	84	59	22	46	113	141	126	88
26. Faraman	93	71	66	78	82	54	24	50	114	149	121	98
28. Salon	71	70	67	77	95	69	34	50	107	150	133	77
29. Pélissanne	72	67	71	82	96	64	34	49	106	155	122	82
30. Cornillon	75	71	75	78	96	62	28	55	105	151	121	83
31. Saint-Chamas	74	68	76	79	93	58	28	55	115	151	119	84
33. Port-de-Bouc	85	68	74	90	80	58	25	57	105	159	122	77
35. Saint-Antonin	73	63	73	67	100	68	30	46	92	159	140	89

Bouches-du-Rhône. — Fractions pluviométriques mensuelles (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
36. Aix (École normale)	73	60	82	76	92	65	27	49	97	166	132	81
37. Aix (Asile)	68	62	73	72	94	70	27	56	93	173	138	74
39. Réaltort	74	67	73	72	92	55	31	47	96	169	137	87
41. Trets	91	65	84	70	91	67	30	46	88	159	128	81
42. Gréasque	80	69	77	70	93	61	29	40	89	165	139	88
47. Berre	69	72	67	71	90	65	30	61	111	168	125	71
48. Les Pennes	74	70	68	70	84	60	32	44	98	182	140	78
52. Marseille (Observatoire)	86	63	71	76	84	45	24	42	105	177	137	90
56. Cap Croisette (Sémaphore)	108	71	75	69	87	38	26	50	102	175	127	72
57. Le Planier (Phare)	96	65	66	65	79	45	23	53	111	172	147	78
58. Aubagne	88	68	72	78	85	53	17	34	102	171	139	93
62. La Ciotat	91	70	66	73	81	44	13	42	103	181	147	89
Moyennes	79	67	71	77	92	64	30	53	102	157	128	80
Coefficients relatifs	0,93	0,87	0,84	0,94	1,08	0,78	0,35	0,62	1,24	1,85	1,56	0,94

Les stations pluviométriques sont en très grand nombre, bien réparties sur l'ensemble du département et généralement de longue durée; le département des Bouches-du-Rhône compte parmi les meilleurs à tous les points de vue.

Il convient de négliger les cinq stations de Marseille (Accoules et Hôpital militaire), Ratonneau, Cap Croisette et le Planier, où les pluviomètres, mal exposés, donnent certainement des nombres trop faibles. Les 57 stations qui restent donnent une moyenne annuelle de 585^{mm}; les nombres individuels varient entre 758^{mm} dans la station la plus élevée du département (le Grand Sambuc) et moins de 500^{mm} dans les stations de la Crau, de la Camargue et de la côte de la Méditerranée.

Le régime pluviométrique ne varie que légèrement du nord au sud du département. Il présente seulement 4 mois pluvieux, mai et septembre-novembre, avec maximum très prononcé en octobre. Les 8 autres mois sont secs et se divisent en deux groupes : 5 mois, décembre-avril, un peu secs et 3 mois, juin-août, très secs avec minimum extrêmement accusé en juillet.

CORSE.

Superficie : 8722^{km^2}; 23 stations.

15. Ajaccio (Ponts et Chaussées) : altitude, 8^m, 26 ans (1856-1881). Le pluviomètre, placé sur un toit à $4^m,6$ du sol, donne des nombres trop faibles.
16. Ajaccio (École normale) : altitude, 16^m; 31 ans (1874-1881 et 1885-1910). Il manque 2 mois en 1874, 1876, 1877, 1881, 1897, 1899, 1903 et 1909, 6 en 1894, et les deux années 1907 et 1908 en entier. Quelques nombres douteux.

17. Ajaccio (Commission météorologique) : altitude, 4^m; 16 ans (1895-1910). Il manque 3 mois en 1895, 1 en 1909, 2 en 1910.
3. Alistro (Phare) : altitude, 71^m; 11 ans (1900-1910). Il manque 1 mois en 1900, 1905 et 1909, 2 en 1908, 5 en 1910.
18. Bastelica : altitude, 800^m; 9 ans (1905-1913). Il manque 5 mois en 1905, 2 en 1908, 9 en 1910.
1. Bastia (Vieux port) : altitude, 14^m; 29 ans (1871-1900). Il manque 1 mois en 1871, 2 en 1880, 1883, 1887 et 1890, 4 en 1881 et toute l'année 1882. Le pluviomètre semble mal exposé et donne vraisemblablement des nombres trop faibles.
2. Bastia (M. Dapelo) : altitude, 7^m; 13 ans (1901-1913). Il manque 2 mois en 1911.
4. Calacuccia : altitude, 840^m; 15 ans (1896-1910). Il manque 2 mois en 1896 et 1900, 5 en 1897, 1 en 1899, 1901 et 1902, 4 en 1909.
8. Cap Corse (Sémaphore) : altitude, 111^m; 16 ans (1894-1909). Il manque 2 mois en 1909. Le pluviomètre est probablement trop exposé au vent et donne des nombres un peu faibles.
22. Cap Pertusato (Sémaphore) : altitude, 110^m; 15 ans (1896-1910).
23. Cap Pertusato (Phare) : altitude, 85^m; 29 ans (1882-1910). Il manque 2 mois en 1908.
5. Corte : altitude, 440^m; 15 ans (1896-1910). Il manque 7 mois en 1898, 8 en 1899, 1 en 1901 et 1908, 2 en 1903 et 1909.
7. La Giraglia (Phare, dans un îlot au nord du Cap Corse) : altitude, 79^m; 28 ans (1883-1910). Il manque 1 mois en 1892, 1897 et 1905, 3 en 1909.
13. Guagno : altitude, 750^m; 6 ans (1896-1900 et 1907). Il manque 8 mois en 1899, 2 en 1909, 3 en 1907. Les observations ont repris en 1912.
14. Ile Sanguinaire (Sémaphore) : altitude, 60^m; 30 ans (1880-1910). Il manque 1 mois en 1884 et 1909, toute l'année 1903, 2 mois en 1904 et 8 en 1910. Le pluviomètre, mal garanti du vent, donne certainement des nombres trop faibles.
11. Liamone (à l'embouchure de la rivière du même nom) : altitude, 10^m; 7 ans (1897-1903). Il manque les 3 derniers mois de 1903.
19. La Pineta (Maison forestière, au sud de Bastelica) : altitude, 670^m; 13 ans (1895-1908). Il manque 2 mois en 1898, 1 en 1908 et toute l'année 1903. Les observations ont repris en 1912.
10. Porto : altitude, 28^m; 14 ans (1897-1910). Il manque 1 mois en 1898, 1902 et 1907, 3 en 1899 et 1909, 6 en 1900 et 1908, 4 en 1901 et 1910.
20. Propriano : altitude, 6^m; 16 ans (1895-1910).
9. Punta Revellata : altitude, 72^m; 14 ans (1897-1910). Il manque les 8 der-

niers mois de 1910. Le pluviomètre doit être mal placé et donne certainement des nombres trop faibles.

21. Sartène : altitude, 300m; 6 ans (1904-1907 et 1912-1913).

12. Vico : altitude, 420m; 15 ans (1896-1910). Il manque 2 mois en 1908 et 1909, 4 en 1910.

6. Vizzavona : altitude, 1050m; 15 ans (1896-1910). Les nombres indiqués sont trop faibles, de moitié environ, d'octobre 1901 à septembre 1903.

Corse. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Versant oriental.													
1. *Bastia* (Vieux port)	85	55	62	51	46	27	11	24	61	113	105	84	724
2. *Bastia (M. Dapelo)	115	75	84	70	62	37	15	32	83	153	142	114	982
3. Alistro (Phare)	93	63	72	60	50	31	8	20	68	119	141	100	825
4. Calacuccia	128	91	105	78	79	40	21	27	74	115	208	131	1097
5. Corte	104	71	87	69	64	37	13	25	63	98	143	104	878
6. Vizzavona	166	101	133	102	109	56	25	40	109	167	268	202	1478
Versant occidental.													
7. La Giraglia (Phare)	84	64	64	55	46	29	5	23	64	118	110	84	746
8. *Cap Corse (Sémaphore)	77	59	59	51	42	27	4	21	59	108	101	77	685
9. **Punta Revellata*	50	42	45	34	33	19	3	14	41	63	91	56	491
10. Porto	92	66	84	64	56	31	4	21	61	101	148	97	825
11. *Liamone	82	56	70	56	48	28	5	19	54	92	119	83	722
12. Vico	135	110	135	94	95	45	18	32	83	129	186	143	1205
13. *Guagno	153	109	133	98	101	50	23	35	94	145	235	168	1344
14. *Ile Sanguinaire* (Sémaphore)	63	41	48	43	34	20	5	17	41	77	101	63	553
15. *Ajaccio* (Ponts et Chaussées)	62	42	51	42	39	24	4	12	38	81	98	65	558
16. Ajaccio (École normale)	75	52	61	52	41	28	4	21	50	91	118	72	665
17. Ajaccio (Comm. météor.)	83	55	69	53	47	31	7	18	57	92	127	81	720
18. *Bastelica	169	121	156	110	118	58	26	41	110	159	250	195	1513
19. La Pineta [Bastelica]	133	96	125	86	97	45	21	31	90	114	191	155	1184
20. Propriano	76	47	53	38	33	26	4	14	44	74	111	70	590
21. *Sartène	89	60	69	53	44	32	5	17	57	97	141	90	754
22. Cap Pertusato (Sémaphore)	63	47	50	40	30	21	3	11	42	74	110	72	563
23. Cap Pertusato (Phare)	59	43	46	37	28	20	3	11	39	69	102	66	523

Corse. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1. Bastia	117	76	86	71	63	38	15	33	84	156	145	116
3. Alistro (Phare)	113	76	87	73	61	38	10	24	82	144	171	121
4. Calacuccia	117	83	96	71	72	36	19	25	62	105	190	119
5. Corte	118	81	99	79	73	42	15	28	72	112	163	118
6. Vizzavona	112	68	90	69	74	38	17	27	74	113	181	137
7. La Giraglia (Phare)	113	86	86	74	61	39	6	31	86	158	148	112
10. Porto	112	80	102	78	68	38	5	25	74	122	179	117
12. Vico	112	91	112	78	79	37	15	27	69	107	154	119
14. Ile Sanguinaire (Sémaphore)	113	75	87	78	62	36	9	30	74	140	183	113

Corse. — Fractions pluviométriques mensuelles (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
17. Ajaccio	115	77	96	74	65	43	9	25	79	128	177	112
19. La Pineta	112	81	106	73	82	38	18	26	76	96	161	131
20. Propriano	128	79	90	65	56	44	6	24	75	125	189	119
22. Cap Pertusato	112	83	88	71	54	38	5	20	75	132	195	127
Moyennes	115	80	94	73	67	39	11	27	76	126	172	120
Coefficients relatifs	1,35	1,04	1,11	0,89	0,79	0,48	0,13	0,32	0,93	1,48	2,10	1,41

Jusqu'en 1895, il n'existait en Corse que 4 ou 5 pluviomètres; à cette époque une quinzaine de stations ont été créées. Les stations sont à peu près suffisantes comme nombre, mais non comme durée, de sorte qu'il reste quelques incertitudes, qui pourront du reste être levées d'ici une dizaine d'années, car plus de 50 stations nouvelles ont été installées en 1911-1912.

La principale cause d'incertitude qui restera encore porte sur la réduction à la période commune, par suite du manque de stations normales de comparaison suffisamment rapprochées. Les réductions à la période de 50 ans (1851-1900) ont été faites par comparaison avec Marseille, Toulon, Florence, Rome et Naples, ce qui peut paraître bien hasardé. Toutefois les trois séries d'Ajaccio, qui portent sur des périodes différentes et ont été réduites séparément, donnent, pour les fractions pluviométriques mensuelles, des valeurs très concordantes. Il en est de même pour les deux séries de Bastia et les deux séries du cap Pertusato. Il semble donc que la réduction à la période commune de 50 ans soit suffisamment justifiée pour qu'on puisse admettre les résultats qu'elle fournit, au moins comme première approximation.

Dans quelques stations littorales, les pluviomètres, soumis à l'action du vent, donnent certainement des nombres trop faibles. Il convient, pour cette cause, de négliger au moins les trois stations d'Ajaccio (Ponts et Chaussées), Ile Sanguinaire et Punta Revellata. Les 20 stations qui restent donnent une moyenne annuelle générale de 901^{mm}, qui est vraisemblablement trop faible. Les valeurs individuelles varient entre des limites très étendues. Dans toute la région très montagneuse de l'intérieur, la hauteur de pluie paraît supérieure à 1000^{mm} et dépasse même 1500^{mm} en certains points. Par contre, il y a deux régions où la quantité annuelle de pluie semble tomber au-dessous de 600^{mm} : l'extrémité méridionale de l'île et la partie de la côte nord qui s'étend des environs de Calvi jusque vers le pied de la presqu'île que termine le Cap Corse.

Pour calculer le régime pluviométrique on a été forcé d'admettre des stations dont la durée d'observations s'abaisse à 15 ans. Les résultats obtenus montrent que le régime est assez uniforme dans toute l'île et ne présente pas de grandes différences entre la côte et l'intérieur. La saison des pluies dure 6 mois, d'octobre

à mars, avec maximum très accusé généralement en novembre, sauf dans les stations de l'extrême nord, où il se produit en octobre, comme en Provence. La saison sèche, de six mois (mai-septembre), a un minimum extrêmement prononcé en juillet dans toutes les stations sans exception.

DROME.

Superficie : 6561$^{km^2}$; 19 stations.

1. Anneyron : altitude, 211^m; 9 ans (1896-1904). Il manque 4 mois en 1896.
8. Beaufort : altitude, 477^m; 7 ans (1890-1896). Il manque 1 mois en 1896.
4. Beaurières : altitude, 745^m; 6 ans (1889-1894). Il manque 6 mois en 1894.
5. Châtillon-en-Diois : altitude, 566^m; 9 ans (1891-1899). Il manque 6 mois en 1891, 1 en 1894, 1896, 1898 et 1899, 2 en 1897.
17. Clansayes : altitude, 280^m; 19 ans (1892-1910). Il manque 2 mois en 1892.
10. Crest : altitude, 186^m; 20 ans (1890-1910). Il manque 1 mois en 1895, 1902 et 1909, 11 en 1896, 6 en 1897, 8 en 1901.
7. Die : altitude, 414^m; 43 ans (1851-1886 et 1888-1894). Il manque 2 mois en 1872, 1874, 1876 et 1888, 1 en 1875 et 1882. La première partie de la série (1851-1886) a été effectuée par les agents des Ponts et Chaussées; mais elle n'est pas homogène, les 21 années 1861-1881 donnent des valeurs trop faibles, qui doivent être multipliées par 1,15 pour devenir comparables aux autres. De 1888 à 1894 les observations ont été faites par M. Caprais-Favier, pharmacien. Elles paraissent comparables à celles des Ponts et Chaussées de 1851 à 1860 et de 1882 à 1886.
14. Dieulefit : altitude, 365^m; 15 ans (1866-1880). Il manque 1 mois en 1869.
5. Jansac : altitude, 700^m; 9 ans (1890-1898). Il manque 2 mois en 1891, 6 en 1896, 3 en 1897, 1 en 1898.
12. Livron : altitude, 93^m; 8 ans (1890-1897). Il manque 2 mois en 1891, 1 en 1896, 4 en 1897.
11. Montoison : altitude, 144^m; 6 ans (1890-1895). Il manque 1 mois en 1890, 6 en 1891, 3 en 1895.
16. Nyons : altitude, 276^m; 7 ans (1891-1893 et 1896-1899). Il manque 5 mois en 1891, 7 en 1893 et 1896, 1 en 1897, 2 en 1899.
18. Pierrelatte : altitude, 57^m; 15 ans (1896-1910) Il manque 1 mois en 1902.
13. Puy-Saint-Martin : altitude, 202^m; 8 ans (1892-1899). Il manque 4 mois en 1893 et 1896, 3 en 1898, 2 en 1899.
15. Saint-Sauveur : altitude, 620^m; 6 ans (1892-1897). Il manque 4 mois en 1894, 2 en 1895, 5 en 1896 et 1897.
9. Saoû : altitude, 319^m; 9 ans (1890-1898). Il manque 4 mois en 1890, 5 en 1891, 1 en 1892, 1896 et 1897, 3 en 1895, 2 en 1898.

19. Suze-la-Rousse : altitude, 100^{m}; 6 ans (1893-1898). Il manque 1 mois en 1896 et 1897, 6 en 1898.
2. Valence (Jardin des Plantes, Ponts et Chaussées) : altitude, 113^{m}; 29 ans (1851-1879). Il manque 1 mois en 1855, 2 en 1867.
3. Valence (École normale) : altitude, 125^{m}; 39 ans (1866-1900 et 1907-1910). Assez nombreuses lacunes dont les principales sont : 3 mois en 1866, 1872, 1895 et 1899, 4 en 1867, 1870 et 1894, 5 en 1892, 6 en 1891 et 1900, 7 en 1869. Les observations deviennent très défectueuses en 1901, puis manquent complètement jusqu'à la fin de 1906. Elles reprennent d'une manière régulière et satisfaisante en 1910.

Les 14 années communes aux deux séries de Valence montrent qu'il faut multiplier les nombres de l'École normale par 1,09 pour les rendre comparables à ceux de la station des Ponts et Chaussées. Ces deux séries réunies permettent de reconstituer une série unique et suffisamment homogène, comprenant les 50 années 1851-1900.

Drôme. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin inférieur du Rhône (rive gauche).													
1. *Anneyron	38	37	45	57	83	79	70	86	80	123	85	50	833
2. Valence (Ponts et Ch.)	47	40	62	71	89	79	54	73	86	140	93	59	893
3. Valence (École normale)	44	42	56	63	89	72	53	70	86	134	89	51	849
4. *Beaurières	58	56	69	71	97	82	55	65	82	122	93	60	910
5. *Jansac	64	63	70	74	108	97	66	74	91	133	97	62	999
6. *Châtillon-en-Diois	63	56	73	76	106	89	64	75	91	120	89	61	963
7. Die	45	47	55	69	93	76	53	71	82	124	89	58	862
8. *Beaufort	59	50	62	79	115	84	56	66	88	125	87	57	928
9. *Saoû	58	60	64	69	91	86	73	86	108	148	87	53	983
10. *Crest	60	55	59	73	95	76	54	75	98	135	94	55	929
11. *Montoison	44	40	45	52	72	60	42	58	76	111	74	44	718
12. *Livron	56	50	48	54	79	71	48	66	96	137	87	52	844
13. Puy-Saint-Martin	81	71	71	70	87	72	53	65	94	127	89	71	951
14. *Dieulefit	59	54	72	75	113	86	57	73	99	145	105	66	1004
15. *Saint-Sauveur	51	50	56	65	97	75	43	62	91	128	93	53	864
16. *Nyons	50	50	50	65	92	70	42	56	88	122	88	51	824
17. *Clansayes	47	44	43	64	81	65	39	54	90	112	78	48	765
18. *Pierrelatte	49	47	45	57	79	65	40	57	90	128	85	49	791
19. *Suze-la-Rousse	48	47	44	57	81	64	40	51	86	125	84	48	775

Drôme. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
2. Valence (Ponts et Ch.)	53	45	70	79	100	88	60	82	96	157	104	66
3. Valence (École normale)	52	49	66	74	104	85	62	83	101	158	105	61
7. Die	52	55	64	80	107	88	61	82	96	144	104	67
Moyennes	52	50	66	78	104	87	61	82	98	153	104	65
Coefficients relatifs	0,61	0,65	0,78	0,95	1,22	1,06	0,72	0,96	1,20	1,80	1,27	0,76

Le nombre des stations pluviométriques est absolument insuffisant; de plus, la durée des observations est généralement très courte; la plupart des postes installés vers 1893 et 1894 avaient déjà, en effet, cessé de fonctionner au bout de 5 ou 6 ans. La répartition de la pluie dans le département de la Drôme est donc très mal connue.

La moyenne annuelle générale des 19 stations est 878^{mm}, valeur certainement trop faible, car la plupart des stations appartiennent à la région basse du département.

Le régime pluviométrique n'est connu que pour les deux seules stations, Valence et Die, où la durée des observations soit suffisante; il présente, dans ces deux stations, 5 mois pluvieux, mai-juin et septembre-novembre, avec un maximum très prononcé en novembre. Juillet et août sont un peu secs; mais la saison sèche principale s'étend de décembre à avril, avec minimum accusé en janvier-février.

ISÈRE.

Superficie : 8237^{km^2}; 51 stations.

10. Allemont-en-Oisans : altitude, 810^m; 18 ans (1893-1910). Il manque 1 mois en 1897 et 2 en 1909.
18. Allevard : altitude, 495^m; 8 ans (1905-1912). Il manque 2 mois en 1908, 1 en 1910. Des observations étaient faites depuis 1878, mais seulement pendant les 3 mois d'été.
43. Allières-et-Risset (Rochefort) : altitude, 248^m; 8 ans (1905-1912). Il manque 2 mois en 1905.
48. Autrans : altitude, 1040^m; 8 ans (1905-1912).
8. Beaurepaire : altitude, 238^m; 19 ans (1892-1910). Il manque 7 mois en 1892, 2 en 1896, 2 en 1897.
23. Bourg-d'Oisans : altitude, 725^m; 15 ans (1896-1910). Il manque 7 mois en 1896 et 1 en 1898.
5. Bourgoin : altitude, 250^m; 4 ans (1909-1912).
31. Chantelouve (la Chalp) : altitude, 1000^m; 8 ans (1905-1912). Il manque 1 mois en 1909.
14. Charavines-les-Bains : altitude, 506^m; 15 ans (1896-1910). Il manque 6 mois en 1899, 1 en 1909.
40. Château-Bernard : altitude, 980^m; 8 ans (1905-1912).
50. Châtelus (Bournillon) : altitude, 275^m; 8 ans (1905-1912).
34. Corps : altitude, 937^m; 20 ans (1893-1912). Il manque 3 mois en 1894 et 1896, 1 en 1895, 1900 et 1901, 4 en 1896 et 1897, 2 en 1898.
7. La Côte-Saint-André : altitude, 380^m; 20 ans (1891-1910). Il manque 2 mois en 1891.

4. Crémieu : altitude, 236^{m}; 4 ans (1909-1912).
47. Engins : altitude, 820^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 6 mois en 1905.
33. Entraigues : altitude, 850^{m}; 8 ans (1905-1912).
3. Faverges : altitude, 394^{m}; 6 ans (1907-1912).
16. La Ferrière : altitude, 850^{m}; 7 ans (1906-1912).
10. Fort du Saint-Eynard [Le Sappey] : altitude, 1326^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 4 mois en 1905 et en 1909.
24. La Garde : altitude, 985^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 1 mois en 1905.
44. Grenoble (École normale) : altitude, 217^{m}; 44 ans (1866-1910). Il manque 6 mois en 1866, 2 en 1867, 1868 et 1869, 8 en 1870, l'année 1871 en entier, 1 mois en 1874 et 1907, 3 en 1877. Ces lacunes peuvent être interpolées au moyen de la station suivante.
45. Grenoble (M. Demarchi) : altitude, 215^{m}; 25 ans (1851-1877). Il manque les deux années 1855 et 1864 en entier, 1 mois en 1858 et 1876, 4 en 1867, 3 en 1868.
46. Grenoble (Commission météorologique) : altitude, 214^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 1 mois en 1907.
36. Mens : altitude, 800^{m}; 17 ans (1894-1910). Il manque 2 mois en 1894, 1898, 1899 et 1905, 1 en 1897 et 1902, 5 en 1900, 4 en 1904.
39. Monestier-de-Clermont : altitude, 805^{m}; 8 ans (1905-1912).
26. La Morte : altitude, 1346^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 3 mois en 1905 et 1909, 2 en 1908, 5 en 1910, 8 en 1911.
41. La Motte-d'Aveillans : altitude, 937^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 5 mois en 1905.
35. La Mûre : altitude, 860^{m}; 30 ans (1880-1910). Il manque 1 mois en 1888, 1897 et 1902, 5 en 1903, 4 en 1904 et l'année 1908 en entier.
25. Ornon (la Palud) : altitude, 800^{m}; 8 ans (1905-1912).
51. Pont-en-Royans : altitude, 200^{m}; 14 ans (1893-1898 et 1905-1912). Il manque 1 mois en 1896, 6 en 1898.
37. Roissard (Les Peyrouses) : altitude, 770^{m}; 5 ans (1908-1912). Il manque 1 mois en 1909.
38. Roissard (Les Fauries) : altitude, 670^{m}; 5 ans (1908-1912).
9. Roybon : altitude, 630^{m}; 7 ans (1906-1910). Il manque 3 mois en 1908, 2 en 1909, 1 en 1910.
21. Saint-Christophe (La Bérarde) : altitude, 1738^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 3 mois en 1905.
13. Saint-Étienne-de-Crossey : altitude, 450^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 1 mois en 1909; quelques observations ont été faites irrégulièrement de 1900 à 1902.
2. Saint-Laurent-du-Pont : altitude, 411^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque

3 mois en 1905. Des observations ont été faites antérieurement pendant 14 mois, d'octobre 1892 à janvier 1894 inclus.

17. Sainte-Madeleine [Saint-Pierre-d'Allevard] : altitude, 1112^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 1 mois en 1905 et 3 en 1909.
12. Saint-Nicolas-de-Macherin : altitude, 420^{m}; 13 ans (1900-1912). Il manque 3 mois en 1903.
1. Saint-Pierre-d'Entremont : altitude, 640^{m}; 4 ans (1893-1896).
27. Séchilienne : altitude, 360^{m}; 8 ans (1905-1912).
19. Theys (le Vernay) : altitude, 615^{m}; 8 ans (1905-1912).
11. La Tronche : altitude, 270^{m}; 25 ans (1886-1910). Il manque 3 mois en 1886 et 1901, 1 en 1902.
32. Valjouffrey : altitude, 1050^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 5 mois en 1905.
42. Varces : altitude, 274^{m}; 15 ans (1894-1900 et 1905-1912). Il manque 1 mois en 1894, 2 en 1899.
28. Vaulnaveys-le-Haut (Prémol) : altitude, 1095^{m}; 7 ans (1906-1912).
29. Vaulnaveys-le-Haut (Belmont) : altitude, 600^{m}; 8 ans (1905-1912).
6. Vienne : altitude, 150^{m}; 11 ans (1879-1885 et 1909-1912). Il manque 1 mois en 1885.
49. Villard-de-Lans : altitude, 1023^{m}; 20 ans (1893-1912).
22. Villard-Notre-Dame : altitude, 1550^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 5 mois en 1905, 1909 et 1910, 4 en 1908.
30. Vizille : altitude, 309^{m}; 8 ans (1879-1881 et 1893-1897). Il manque 1 mois en 1880, 1893, 1894 et 1895, 2 en 1881 et 1896, 4 en 1897.
15. Vourey : altitude, 215^{m}; 19 ans (1893-1911).

Isère. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin moyen du Rhône (rive gauche).													
1. *Saint-Pierre-d'Entremont....	103	105	122	138	185	174	156	176	165	218	152	120	1814
2. *Saint-Laurent-du-Pont.....	87	93	118	137	191	165	135	146	141	175	120	94	1602
3. *Faverges.....	63	62	79	93	120	106	89	108	93	119	94	73	1099
4. *Crémieu.....	46	45	57	69	88	83	75	86	75	101	75	56	856
5. *Bourgoin.....	47	46	59	70	90	83	73	87	84	111	78	57	885
6. *Vienne.....	40	40	50	65	92	90	79	92	83	115	83	52	881
7. La Côte-Saint-André.....	51	49	65	74	98	87	67	94	102	120	82	63	952
8. Beaurepaire.....	42	41	53	62	82	72	64	77	83	115	74	51	816
9. *Roybon.....	35	45	72	81	97	71	56	77	82	105	69	41	831
Bassin de l'Isère.													
10. *Fort du Saint-Eynard.....	86	89	96	90	114	93	78	91	99	134	100	85	1155
11. La Tronche.....	83	79	83	90	121	104	91	94	104	127	85	81	1142
12. *Saint-Nicolas-de-Macherin...	72	75	93	108	141	127	110	117	112	148	103	85	1291

Isère. — Hauteurs de pluie (1851-1900) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
						Bassin de l'Isère (suite).							
13. *Saint-Étienne-de-Crossey....	63	73	96	115	149	133	116	123	116	151	100	77	1312
14. *Charavines-les-Bains.....	54	59	76	88	118	110	96	100	96	127	86	65	1075
15. *Vourey.....	60	53	76	82	112	100	88	95	89	123	78	70	1026
16. *La Ferrière.....	89	91	105	118	171	157	150	143	120	141	100	88	1473
17. *Ste-Madeleine [St-Pierre d'All.]	81	82	101	109	151	147	137	136	113	142	107	91	1397
18. *Allevard.....	66	69	85	94	136	129	120	112	90	117	91	74	1183
19. *Theys (le Vernay).....	70	77	96	102	137	125	120	124	109	133	101	81	1275
20. Allemont.....	101	96	93	82	102	87	85	85	82	136	118	113	1180
21. *Saint-Christophe (la Bérarde).	50	54	64	60	82	79	66	81	97	142	96	64	935
22. *Villard-Notre-Dame.....	58	58	70	70	91	85	73	77	77	109	77	64	909
23. *Bourg d'Oisans.....	55	65	61	60	79	74	74	79	71	114	86	66	884
24. *La Garde.....	73	71	71	59	76	77	72	77	75	111	89	78	929
25. *Ornon (la Palud).....	77	73	73	62	79	87	81	87	83	119	91	81	993
26. *La Morte.....	125	129	162	154	198	149	112	127	131	176	140	128	1731
27. Séchilienne.....	69	69	81	88	124	103	82	97	102	130	93	78	1116
28. *Vaulnaveys-le-Haut (Prémol).	100	101	118	117	153	133	106	119	116	137	102	97	1399
29. *Vaulnaveys-le-Haut (Belmont).	60	62	75	80	121	108	87	97	94	116	81	64	1045
30. *Vizille.....	58	55	63	67	94	84	71	84	83	114	80	66	919
31. *Chantelouve (la Chalp).....	97	88	85	77	107	104	89	99	104	152	118	99	1219
32. *Valjouffrey.....	87	83	80	77	113	99	77	92	108	156	112	89	1173
33. *Entraigues.....	75	72	75	69	98	90	69	82	99	149	106	82	1066
34. Corps.....	77	76	92	81	109	93	68	76	100	168	130	93	1163
35. La Mûre.....	55	54	65	66	94	82	62	74	77	117	81	67	894
36. *Mens.....	48	45	59	61	92	83	58	66	78	105	74	56	825
37. *Roissard (les Peyrouses).....	64	64	77	73	96	87	74	83	82	119	91	73	983
38. *Roissard (les Fauries).....	47	49	62	59	81	72	58	71	76	106	73	54	808
39. *Monestier-de-Clermont.....	71	71	90	85	113	97	79	93	95	132	105	86	1117
40. *Château-Bernard.....	103	104	131	127	159	145	126	136	132	186	140	117	1606
41. *La Motte-d'Aveillans.....	71	65	85	87	111	97	77	90	97	139	104	86	1109
42. *Varces.....	63	57	70	70	93	95	88	96	93	129	88	73	1015
43. *Allières et Risset (Rochefort).	54	50	64	65	86	83	76	85	83	114	81	65	906
44. Grenoble (École normale)...	65	60	59	64	94	89	72	87	85	123	85	69	952
45. Grenoble (M. Demarchi).....	52	51	61	71	79	82	76	89	76	122	83	58	900
46. *Grenoble (Commiss. météor.).	71	68	85	82	105	100	88	92	86	116	89	77	1059
47. *Engins.....	83	78	100	102	134	127	103	108	103	147	117	98	1300
48. *Autrans.....	86	85	126	134	174	169	148	151	122	158	115	100	1568
49. *Villard-de-Lans.....	87	81	110	111	147	125	104	115	113	145	114	104	1356
50. *Châtelus (Bournillon).....	67	64	90	107	141	118	95	107	100	132	97	77	1195
51. *Pont-en-Royans.....	51	50	74	91	126	109	94	110	104	126	82	61	1078

Isère. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
7. Côte-Saint-André.....	54	51	68	78	103	92	70	99	107	126	86	66
8. Beaurepaire.....	51	50	65	76	100	88	79	95	102	141	91	62
11. La Tronche.....	73	69	73	79	106	91	80	82	91	111	74	71
20. Allemont.....	86	81	79	70	86	74	72	72	69	115	100	96
34. Corps.....	66	65	79	70	94	80	59	65	86	144	112	80
35. La Mûre.....	62	60	73	74	105	92	69	83	86	131	90	75
36. Mens.....	58	55	71	74	112	101	70	80	94	127	90	68

Isère. — Fractions pluviométriques mensuelles (*suite*).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
44. Grenoble (École normale)....	68	63	62	67	99	94	76	91	89	129	89	73
45. Grenoble (M. Demarchi).....	58	57	68	79	88	91	84	99	84	136	92	64
49. Villard-de-Lans.....	64	60	81	82	108	92	77	85	83	107	84	77
Moyennes.....	64	61	72	75	100	89	74	85	89	127	91	73
Coefficients relatifs..... ...	0,75	0,79	0,85	0,91	1,18	1,09	0,87	1,00	1,09	1,49	1,11	0,86

Ce département a été pendant longtemps un des plus pauvres de France en stations pluviométriques : dans 3 localités seulement, Grenoble, La Mûre et La Tronche, la durée des observations atteint 25 ans. Une dizaine de stations ont été créées vers 1893; mais c'est en 1905-1906 seulement que la Commission météorologique a constitué un réseau très complet et tout à fait satisfaisant, même en tenant compte des conditions qui exigent, dans cette région très montagneuse, un nombre proportionnel de stations beaucoup plus grand que dans les départements où le relief du sol est moins accidenté. La durée moyenne des séries est donc courte; aussi a-t-on utilisé les observations jusqu'en 1912 inclusivement pour allonger ces séries autant qu'il a été possible et donner plus de valeur aux réductions.

La moyenne annuelle générale des 51 stations est de 1125^{mm}, valeur très élevée, car la moyenne ne dépasse 1100^{mm} que dans 11 départements seulement. La moyenne réelle pour l'Isère doit être vraisemblablement supérieure encore à 1125^{mm}; les stations qui existent dans la partie orientale du département, dans les massifs de Belledonne et de l'Oisans, se trouvent toutes en effet dans les vallées, et l'on ignore absolument quel total peut atteindre la précipitation sur les sommets de ces massifs. En aucun point du département, le total annuel ne paraît tomber au-dessous de 800^{mm}; des maxima, où le total annuel dépasse 1500^{mm}, se remarquent sur les massifs de la Grande-Chartreuse, de l'Oisans et de Lans.

Le régime pluviométrique paraît assez différent dans les stations élevées et dans les stations basses; dans celles-ci, la sécheresse s'accentue davantage en hiver. En moyenne, il y a une saison pluvieuse qui comprend six mois, mai-novembre, coupés par un mois, juillet, un peu sec; le seul de ces mois qui soit réellement très pluvieux est octobre. La saison sèche s'étend de décembre à avril, avec un minimum très net en janvier-février.

SAVOIE.

Superficie : 6188^{km^2}; 39 stations.

38. Aiguebelle : altitude, 324^m; 8 ans (1883-1890). Il manque 6 mois en 1883, 3 en 1889 et 1890.

14. Aime : altitude, 725^{m}; 9 ans (1883-1891). Il manque 4 mois en 1883 et en 1891.

2. Albens : altitude, 361^{m}; 18 ans (1883-1900). Il manque 4 mois en 1883.

24. Albertville (École normale) : altitude, 335^{m}; 14 ans (1866-1910). Les observations paraissent bonnes et utilisables pendant les 5 ans 1866-1870; ensuite elles manquent complètement ou sont très défectueuses et à peu près inutilisables jusqu'en 1901, époque où elles redeviennent régulières et satisfaisantes; l'année 1902 manque en entier.

22. Beaufort : altitude, 745^{m}; 24 ans (1883-1901 et 1908-1912). Il manque 6 mois en 1883, 1 en 1899, 2 en 1900, 4 en 1901.

26. Bessans : altitude, 1742^{m}; 21 ans (1883-1902 et 1905-1906). Il manque 4 mois en 1883, 1902 et 1905, 3 en 1885, 8 en 1894, 1 en 1906; observations par intermittences en 1907 et 1910.

21. Bonneval-Tarantaise : altitude, 1007^{m}; 12 ans (1890-1901). Il manque 1 mois en 1890, 6 en 1891, 4 en 1892, 2 en 1901.

11. Bourg-Saint-Maurice : altitude, 851^{m}; 29 ans (1884-1912). Il manque 1 mois en 1884 et 1895, 3 en 1887 et 1908, 2 en 1890, 5 en 1896, 8 en 1897.

17. Bozel : altitude, 872^{m}; 14 ans (1888-1901). Il manque 4 mois en 1888, 3 en 1901; quelques observations intermittentes en 1902 et 1903.

5. Chambéry (Ponts et Chaussées) : altitude, 283^{m}; 48 ans (1863-1910). Il manque 9 mois en 1878.

6. Chambéry (Hôpital militaire) : altitude, 286^{m}; 14 ans (1866-1880). Il manque 3 mois en 1870, 1876 et 1879, l'année 1871 en entier, 1 mois en 1872, 5 en 1878, 2 en 1880.

3. Le Châtelard : altitude, 735^{m}; 23 ans (1888-1910). Il manque 4 mois en 1888 et 2 en 1904.

20. Doucy-Tarantaise : altitude, 982^{m}; 21 ans (1885-1905). A partir de 1892 les deux mois de septembre et d'octobre manquent régulièrement presque chaque année; quelques autres lacunes peu importantes. En 1906 les observations deviennent très irrégulières et cessent complètement dans le courant de 1908.

23. Flumet : altitude, 961^{m}; 26 ans (1884-1910). Il manque les 5 premiers mois de 1884 et l'année 1891 en entier.

39. Fort de Montgilbert : altitude, 1400^{m}; 12 ans (1884-1893 et 1908-1909). Il manque 3 mois en 1884, 5 en 1885, 1 en 1886, 1887 et 1909, 2 en 1889. Les observations ont été continuées de 1894 à 1900; mais elles donnent des valeurs beaucoup trop faibles et sont inutilisables.

25. Fort Tamié [Saint-Mercury] : altitude, 978^{m}; 12 ans (1884-1895). Il manque 1 mois en 1891, 4 en 1892 et 1894, 2 en 1893.

32. Fort du Télégraphe [Valmeinier] : altitude, 1663^{m}; 19 ans (1889-1900 et

1906-1912). Il manque 1 mois en 1891, 1908, 1910 et 1911, 5 en 1894 et 3 en 1909.

13. Fort du Truc [Bourg-Saint-Maurice] : altitude, 1550^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 1 mois en 1910.

27. Lanslebourg : altitude, 1395^{m}; 12 ans (1899-1910).

29. Modane : altitude, 1060^{m}; 27 ans (1884-1910).

36. Montaimont : altitude, 1128^{m}; 11 ans (1885-1896). Il manque 2 mois en 1885, 1887, 1894 et 1896, 10 en 1886, 1 en 1888, 9 en 1889, 7 en 1890.

28. Mont-Cenis (Refuge 18) : altitude, 2082^{m}; 22 ans (1888-1910). Il manque 5 mois en 1888, 4 en 1896 et 1903, 7 en 1905 et l'année 1906 en entier.

37. Montgellafrey : altitude, 1081^{m}; 11 ans (1885-1895). Il manque 6 mois en 1895.

19. Moûtiers-en-Tarantaise : altitude, 487^{m}; 25 ans (1885-1910). Il manque 2 mois en 1885 et 1892, 4 en 1893, 1894 et 1895, 3 en 1896, 5 en 1899, 11 en 1900 et 10 en 1901.

7. Novalaise : altitude, 435^{m}; 14 ans (1884-1891 et 1903-1908). Il manque 1 mois en 1891 et 4 en 1908.

16. Planay [Pralognan] : altitude, 1147^{m}; 10 ans (1903-1912).

12. La Platte (Bourg-Saint-Maurice) : altitude, 2000^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 4 mois en 1910.

8. Pont-de-Beauvoisin : altitude, 250^{m}; 25 ans (1886-1910). Il manque 4 mois en 1886 et 1900, 2 en 1889 et 1899, 1 en 1890 et 1895, 3 en 1892, 1893, 1894, 1896, 1897, 9 en 1898, 5 en 1901.

15. Pralognan : altitude, 1425^{m}; 21 ans (1888-1899 et 1904-1912). Il manque 4 mois en 1888, 3 en 1891, 1895 et 1910, 1 en 1892, 1893, 1899 et 1907, 2 en 1894, 1896, 1897 et 1898.

1. Ruffieux : altitude, 295^{m}; 10 ans (1888-1897). Il manque 4 mois en 1888 et 1896, 2 en 1890, 1894, 1895 et 1897, 5 en 1891, 4 en 1892, 1 en 1893.

35. Saint-Colomban : altitude, 1148^{m}; 9 ans (1885-1893). Il manque 3 mois en 1887 et 2 en 1893.

10. Sainte-Foy : altitude, 1057^{m}; 28 ans (1883-1910). Il manque 4 mois en 1883, 10 en 1898, 6 en 1909.

33. Saint-Jean-d'Arves : altitude, 1548^{m}; 28 ans (1883-1910). Il manque 4 mois en 1883, 2 en 1885, 1886, 1888 et 1908, 1 en 1892 et 1909, 7 en 1907.

34. Saint-Jean-de-Maurienne : altitude, 557^{m}; 26 ans (1885-1910). Il manque 5 mois en 1891, 1 en 1893, 1895, 1898 et 1904.

18. Saint-Martin-de-Belleville : altitude, 1394^{m}; 26 ans (1884-1910). Il manque 1 mois en 1884 et 1887, 2 en 1888, 4 en 1889 et 1894, 9 en 1890 et 1893, 7 en 1892 et l'année 1891 en entier.

4. Saint-Thibaud-de-Couz : altitude, 526^{m}; 28 ans (1883-1910). Il manque 4 mois en 1883, 5 en 1891, 1 en 1895 et 1899, 8 en 1902.

30. Sapey [Modane] : altitude, 1752^{m}; 8 ans (1905-1912). Il manque 6 mois en 1907, 9 en 1911, 2 en 1912.

9. Val-d'Isère : altitude, 1849^{m}; 20 ans (1888-1897 et 1901-1910) Il manque 6 mois en 1888, 1 en 1890 et 1902, 2 en 1891, 1897 et 1909, 3 en 1901.

31. Valmeinier : altitude, 1594^{m}; 8 ans (1885-1892). Il manque 3 mois en 1886, 1 en 1891, 2 en 1892.

Savoie. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin moyen du Rhône (rive gauche).													
1. *Ruffieux	67	66	83	85	109	109	100	113	102	136	100	81	1151
2. *Albens	68	67	84	92	114	111	101	114	103	135	101	84	1174
3. Le Châtelard	79	85	106	113	142	139	132	139	117	153	109	102	1416
4. Saint-Thibaud-de-Couz	80	75	94	131	148	150	122	135	131	148	120	90	1424
5. Chambéry (Ponts et Ch.)	72	77	82	87	112	108	105	113	96	126	100	84	1162
6. *Chambéry (Hôpital milit.)	67	69	76	84	101	95	95	105	92	135	98	78	1095
7. *Novalaise	78	78	99	119	147	144	120	123	117	152	119	93	1389
8. Pont de Beauvoisin	60	65	78	96	128	115	101	104	101	131	91	70	1140
Bassin de l'Isère.													
9. *Val d'Isère	46	58	55	63	80	95	89	88	70	85	57	44	830
10. Sainte-Foy	52	57	61	55	83	87	85	94	74	89	63	59	859
11. Bourg-Saint-Maurice	56	58	64	64	87	84	81	90	75	99	66	63	887
12. *La Platte	80	89	86	67	84	83	78	79	72	98	78	72	966
13. *Fort du Truc	77	88	83	73	99	103	97	95	78	90	65	64	1012
14. *Aime	58	54	56	46	59	60	60	69	69	83	65	59	738
15. *Pralognan	48	47	61	68	107	106	104	101	84	92	56	52	926
16. *Planay [Pralognan]	57	53	62	62	87	84	77	80	79	100	72	58	871
17. *Bozel	56	55	61	56	81	84	78	82	74	80	62	59	828
18. *Saint-Martin-de-Belleville	54	49	53	58	84	90	91	99	83	86	56	50	853
19. Moûtiers	57	53	57	55	67	75	73	79	70	80	58	61	785
20. *Doucy-Tarantaise	57	59	61	58	68	80	84	88	76	86	61	66	844
21. *Bonneval-Tarantaise	86	83	101	94	119	123	117	119	107	128	101	91	1269
22. *Beaufort	90	96	107	98	129	139	136	140	113	129	98	101	1376
23. Flumet	113	119	129	115	149	149	150	159	128	168	129	128	1636
24. *Albertville (Éc. normale)	82	83	88	84	102	108	101	111	99	134	103	90	1185
25. *Fort Tamié	101	97	106	103	130	133	127	136	113	142	113	112	1413
26. *Bessans	39	45	51	51	82	77	61	65	60	88	53	39	711
27. *Lanslebourg	33	37	42	54	85	77	58	62	71	102	62	40	723
28. *Mont-Cenis (Refuge 18)	54	67	106	94	114	109	76	80	90	114	77	64	1045
29. Modane	40	45	35	45	63	60	59	60	61	85	53	35	641
30. *Sapey	52	46	53	52	73	77	73	72	62	67	52	55	734
31. *Valmeinier	58	58	61	63	79	74	73	78	65	79	56	55	799
32. *Fort du Télégraphe	59	58	54	44	62	65	68	70	60	78	53	57	728
33. Saint-Jean-d'Arves	55	57	64	66	87	92	74	78	78	99	66	57	873
34. Saint-Jean-de-Maurienne	55	52	48	45	65	68	61	69	64	77	58	60	722
35. *Saint-Colomban	82	80	87	81	103	106	107	113	92	116	94	92	1153

Savoie. — Hauteurs de pluie (1851-1900) (*suite*).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de l'Isère (suite).													
36. *Montaimont	65	61	62	68	99	100	90	96	82	99	71	69	962
37. *Montgellafrey	65	64	72	73	102	107	98	100	86	103	77	75	1022
38. *Aiguebelle	62	59	66	60	83	87	83	90	91	125	99	75	980
39. *Fort de Montgilbert	84	80	86	88	120	124	114	120	102	124	93	92	1227

Savoie. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
3. Le Châtelard	56	60	75	80	100	98	93	98	83	108	77	72
4. Saint-Thibaud-de-Couz	56	53	66	92	104	105	86	95	92	104	84	63
5. Chambéry (Ponts et Ch.)	62	66	71	75	96	93	90	97	83	109	86	72
8. Pont de Beauvoisin	53	57	68	84	112	101	89	91	89	115	80	61
10. Sainte-Foy	60	66	71	64	97	101	99	110	86	104	73	69
11. Bourg-Saint-Maurice	63	65	72	72	98	95	91	101	85	112	75	71
19. Moûtiers	73	68	72	70	85	96	93	100	89	102	74	78
23. Flumet	69	73	79	70	91	91	92	97	78	103	79	78
29. Modane	63	70	54	71	98	93	92	94	96	133	82	54
33. Saint-Jean-d'Arves	63	65	73	76	100	105	85	90	89	113	76	65
34. Saint-Jean-de-Maurienne	76	72	67	62	90	94	84	96	89	107	80	83
Moyennes	63	65	70	74	97	98	90	97	87	110	79	70
Coefficients relatifs	0,74	0,84	0,82	0,90	1,14	1,20	1,06	1,14	1,06	1,29	0,96	0,82

Dans toute la moitié orientale du département, les stations sont presque exclusivement groupées dans le fond des vallées de l'Isère et de l'Arc; faute d'endroits habités, le versant occidental de la chaîne principale des Alpes et le massif de la Vanoise sont totalement dépourvus de postes d'observations. En dehors de cette lacune forcée, les pluviomètres sont encore trop rares dans d'autres parties du département; les séries sont généralement trop courtes; enfin la neige ne paraît pas toujours mesurée complètement. Les résultats que nous avons obtenus ne constituent donc qu'une première indication qu'il sera nécessaire de compléter ultérieurement, s'il est possible d'augmenter le nombre des stations.

La moyenne annuelle des 39 stations est 1014^{mm}, nombre certainement trop faible, surtout à cause de l'absence de stations dans les hautes montagnes. Le maximum s'observe dans la partie nord-est du département, où la hauteur de pluie dépasse certainement 1500^{mm}. Le minimum se trouve dans la moitié supérieure de la vallée de l'Arc, de Bessans et Lanslebourg à Saint-Jean-de-Maurienne; la moyenne annuelle de la pluie y tombe aux environs de 700^{mm};

elle paraît se relever brusquement en aval de Saint-Jean-de-Maurienne, dans la partie de la vallée qui est dirigée sensiblement du Nord au Sud.

Le régime pluviométrique est nettement continental : saison sèche de 6 mois, novembre-avril, avec minimum en janvier; saison pluvieuse de 6 mois, mai-octobre, avec maximum principal en octobre, mais avec un second maximum très net en juin. La différence entre ces deux mois extrêmes est beaucoup moins grande que dans l'Isère, où, de plus, juillet était encore un mois sec, tandis qu'il est franchement pluvieux dans la Savoie. La transition du régime méditerranéen au régime continental se fait ainsi progressivement en passant des Basses-Alpes, aux Hautes-Alpes, à l'Isère et à la Savoie.

HAUTE-SAVOIE.

Superficie : 4598$^{km^2}$; 30 stations.

28. Alby : altitude, 397^m; 15 ans (1896-1910). Il manque 1 mois en 1902.
26. Annecy : altitude, 448^m; 36 ans (1875-1910). Il manque 2 mois en 1893, 1 en 1898.
14. Annemasse : altitude, 435^m; 39 ans (1871-1910). Il manque 2 mois en 1889 et 1892, 8 en 1890, 1 en 1895, 6 en 1897 et l'année 1898 en entier.
3. Le Biot : altitude, 818^m; 22 ans (1883-1890, 1896, 1899-1902 et 1904-1910). Il manque 3 mois en 1883, 2 en 1887, 1888, 1889 et 1902, 4 en 1890, 1 en 1896.
13. Boëge : altitude, 742^m; 12 ans (1899-1910). Il manque 1 mois en 1902.
12. Bonneville (École normale) : altitude, 449^m; 28 ans (1883-1910). Il manque 3 mois en 1883 et 1889, 1 en 1888, 1897 et 1902, 5 en 1890, 2 en 1898.
7. Chamonix : altitude, 1044^m; 16 ans (1876-1891); les observations ont repris de 1899 à 1905, mais elles donnent des valeurs notablement trop faibles.
8. Les Contamines : altitude, 1184^m; 7 ans (1881-1887). Il manque 5 mois en 1881 et 1884, 4 en 1883 et 1887, 2 en 1885. Les observations ont repris à la fin de 1908.
15. Cruseilles : altitude, 773^m; 35 ans (1876-1910). Il manque 2 mois en 1876, 1 en 1889, 1892 et 1909.
6. Douvaine : altitude, 428^m; 21 ans (1876-1890 et 1905-1910). Il manque 5 mois en 1882, 1 en 1887 et 1890, 3 en 1888 et 1889.
4. Evian : altitude, 380^m; 17 ans (1873-1889). Il manque 1 mois en 1873.
19. Faverges : altitude, 527^m; 20 ans (1883-1889 et 1898-1910). Il manque 3 mois en 1883, 1 en 1884, 1888 et 1898, 2 en 1885 et 1889.
16. Frangy : altitude, 325^m; 13 ans (1898-1910). Il manque 4 mois en 1898, 2 en 1901 et 1904, 1 en 1902, 3 en 1903.

2. Les Gets (Col) : altitude, 1162^{m}; 15 ans (1876-1890). Il manque 1 mois en 1878 et 1880, 2 en 1879 et 1890, 4 en 1881. Quelques observations discontinues existent entre 1891 et 1899.

27. Groisy-le-Plot : altitude, 738^{m}; 7 ans (1906-1912). Il manque 6 mois en 1908, 3 en 1910, 1 en 1911, 7 en 1912.

20. Leschaux : altitude, 929^{m}; 12 ans (1881-1892). Il manque 5 mois en 1881, 1 en 1883 et 1888, 2 en 1892.

30. Mégève (Col) : altitude, 1113^{m}; 19 ans (1876-1894). Il manque 2 mois en 1876 et 1881, 1 en 1882 et 1891, 4 en 1892, 3 en 1893, 6 en 1894.

11. Mélan [Taninges] : altitude, 645^{m}; 24 ans (1876-1891, 1896-1900 et 1909-1910). Il manque 4 mois en 1889, 1 en 1890 et 1898. Quelques observations discontinues existent en 1901, 1902, 1903 et 1906; elles reprennent régulièrement en novembre 1908.

24. Menthon : altitude, 482^{m}; 9 ans (1904-1912). Il manque 3 mois en 1911, 4 en 1912.

29. Rumilly : altitude, 334^{m}; 29 ans (1876-1892, 1896-1901 et 1905-1910). Il manque 3 mois en 1876, 1892 et 1899, 1 en 1878, 1883, 1891 et 1898, 2 en 1896 et 1900, 5 en 1901 et 1905.

1. Saint-Gingolph : altitude, 395^{m}; 5 ans (1884-1888). Il manque 1 mois en 1884 et 1888, 2 en 1886.

25. Saint-Jorioz : altitude, 453^{m}; 9 ans (1904-1912). Il manque 2 mois en 1909.

9. Sallanches : altitude, 555^{m}; 37 ans (1871-1895 et 1899-1910). Il manque 2 mois en 1892.

10. Samoëns : altitude, 710^{m}; 12 ans (1899-1910). Il manque 1 mois en 1902 et 1903.

21. Semnoz (Sommet) : altitude, 1850^{m}; 7 ans (1882-1888). Il manque 1 mois en 1887 et 1888.

17. Seyssel : altitude, 252^{m}; 12 ans (1899-1910). Il manque 1 mois en 1900, 5 en 1901, 2 en 1902. Quelques observations discontinues existent entre 1881 et 1888.

18. Seythenex : altitude, 712^{m}; 7 ans (1882-1888). Il manque 2 mois en 1882; des observations existent pour 1889 et une partie de 1890, mais elles contiennent des erreurs manifestes.

23. Talloires : altitude, 478^{m}; 10 ans (1887-1891, 1898, 1900-1903). Il manque 4 mois en 1887, 1 en 1888 et 1901, 3 en 1889 et 1900, 6 en 1890, 2 en 1891.

22. Thônes : altitude, 625^{m}; 18 ans (1881-1885 et 1898-1910). Il manque 3 mois en 1885 et 1898.

5. Thonon : altitude, 431^{m}; 20 ans (1890-1910). Il manque 2 mois en 1892, 4 en 1895, 8 en 1897, l'année 1898 en entier et 3 mois en 1903.

Haute-Savoie. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin moyen du Rhône (rive gauche).													
1. *Saint-Gingolph	53	59	74	72	100	124	130	139	118	130	92	64	1155
2. *Col des Gets	91	85	105	93	123	144	147	150	123	145	105	96	1406
3. *Le Biot	69	66	75	85	118	126	117	126	113	132	100	76	1203
4. *Évian	54	51	66	75	102	105	99	111	105	125	87	61	1041
5. *Thonon	46	47	58	69	97	93	87	105	104	117	82	57	962
6. Douvaine	45	44	55	67	91	89	84	96	91	103	78	57	900
7. *Chamonix	59	54	68	73	105	120	119	129	111	120	82	68	1108
8. *Les Contamines	67	64	83	79	107	122	126	136	112	119	82	74	1171
9. Sallanches	69	62	72	66	93	108	106	112	96	113	86	74	1057
10. *Samoëns	104	97	107	121	159	152	148	149	135	152	114	104	1542
11. Mélan [Taninges]	82	76	88	86	125	134	133	133	108	125	90	86	1266
12. Bonneville	46	48	60	75	110	108	105	105	101	106	76	58	998
13. *Boëge	94	86	101	113	145	136	126	130	124	160	124	107	1446
14. Annemasse	38	41	49	57	84	79	69	89	83	104	69	45	807
15. Cruseilles	64	68	76	87	116	116	109	111	103	134	99	76	1159
16. *Frangy	55	58	72	70	84	87	89	103	95	116	86	66	976
17. *Seyssel	58	58	74	80	102	101	91	100	98	128	95	70	1055
18. *Seythenex	78	78	97	106	138	141	132	137	119	145	108	90	1369
19. *Faverges	81	73	91	92	123	128	120	132	118	135	104	85	1282
20. *Leschaux	66	68	85	97	133	141	126	123	107	133	98	76	1253
21. *Semmoz (Sommet)	58	54	65	79	136	164	146	139	123	148	97	79	1288
22. Thônes	98	96	117	106	153	144	147	153	141	171	144	110	1580
23. *Talloires	68	64	82	83	114	119	109	114	109	138	104	83	1187
24. *Menthon	81	74	92	93	130	134	129	135	128	165	126	98	1385
25. *Saint-Jorioz	79	74	89	86	124	130	118	121	114	145	116	93	1289
26. Annecy	67	65	92	98	127	131	116	126	119	149	108	86	1284
27. *Groisy-le-Plot	74	73	90	110	156	150	133	136	127	157	121	95	1422
28. *Alby	67	66	84	91	118	119	112	123	115	140	97	81	1213
29. Rumilly	65	61	78	77	105	107	96	107	91	130	95	78	1090
Bassin de l'Isère.													
30 Mégève (Col)	81	77	91	88	116	129	124	127	107	130	101	92	1263

Haute-Savoie. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
6. Douvaine	50	49	61	75	101	99	93	107	101	114	87	63
9. Sallanches	65	59	68	63	88	102	100	106	91	107	81	70
11. Mélan [Taninges]	65	60	69	68	99	106	105	105	85	99	71	68
12. Bonneville	46	48	60	75	111	109	105	105	101	106	76	58
14. Annemasse	47	51	60	71	104	98	85	110	103	129	86	56
15. Cruseilles	55	59	66	75	100	100	94	96	89	116	85	65
22. Thônes	62	61	74	67	97	91	93	97	89	108	91	70
26. Annecy	52	51	72	76	99	102	90	98	93	116	84	67
29. Rumilly	60	56	72	71	96	98	88	98	83	119	87	72
Moyennes	56	55	67	71	99	101	95	102	93	113	83	65
Coefficients relatifs	0,66	0,71	0,79	0,87	1,16	1,23	1,12	1,20	1,13	1,33	1,01	0,76

Les stations pluviométriques sont en nombre à peu près suffisant, même en tenant compte des conditions topographiques spéciales du département. Elles ne manquent guère que dans la bande orientale qui confine à la Suisse et tout autour du massif du mont Blanc. La création de nouvelles stations dans ces régions présenterait un réel intérêt.

La moyenne annuelle générale des 30 stations est 1205^{mm}, valeur très élevée qui n'est dépassée en France que dans trois départements, Doubs, Jura et Basses-Pyrénées. Les valeurs individuelles ne tombent au-dessous de 1000^{mm} que dans les stations les plus basses, situées au bord du lac de Genève ou dans la partie inférieure du bassin de l'Arve. Deux stations seulement, Samoëns et Thônes, ont une moyenne supérieure à 1500^{mm}, mais on obtiendrait certainement des valeurs plus élevées s'il existait quelques postes pluviométriques dans les parties plus hautes des massifs montagneux, la plupart des stations actuelles se trouvant naturellement dans le fond des vallées, et aussi s'il était possible d'obtenir toujours une mesure exacte de la neige. C'est ainsi que 5 années de bonnes observations au plateau des Rognes (altitude 2550^{m}), dans le massif du mont Blanc, ont donné à M. Mougin une moyenne annuelle de 2830^{mm}.

Le régime pluviométrique est franchement continental : période pluvieuse de 7 mois, mai-novembre, avec un maximum principal en octobre et un maximum secondaire, très important aussi, en juin; saison sèche de 5 mois, décembre-avril, avec minimum très accusé en janvier.

VAR.

Superficie : 6023^{km^2}; 30 stations.

24. Aups : altitude, 500^{m}; 4 ans (1884-1887). Il manque 4 mois en 1884. Cette station, de durée trop courte, n'a été utilisée que pour le calcul de la moyenne annuelle.
20. Barjols : altitude, 292^{m}; 16 ans (1885-1887 et 1898-1910). Il manque 1 mois en 1902 et 1909, 6 en 1907, 8 en 1910.
22. Brignoles : altitude, 215^{m}; 32 ans (1851-1868, 1884-1887 et 1901-1910). La première série comprend une partie des observations exécutées, de 1841 à 1868, par le Dr Piffard; les mesures étaient faites au demi-centimètre seulement et manquent donc de précision; toutefois, ces observations donnent des résultats tout à fait comparables à ceux de la série actuelle, comme total et comme répartition entre les différents mois, à la condition de multiplier tous les nombres par 0,86; la graduation du pluviomètre était vraisemblablement incorrecte.
18. Cap Camarat (Sémaphore) : altitude, 64^{m}; 14 ans (1897-1910).
5. Cap Sicié (Sémaphore) : altitude, 321^{m}; 42 ans (1869-1910). Il manque

8 mois en 1871, 1 en 1872. Le pluviomètre, trop exposé au vent, donne des valeurs notablement trop faibles.

17. Cavalaire [Grassen] : altitude, 12^m; 15 ans (1897-1911).

14. Collobrières : altitude, 200^m; 4 ans (1884-1887). Il manque 3 mois en 1884. Série de durée trop courte, qui a été utilisée seulement pour le calcul de la moyenne annuelle.

1. Comps : altitude, 828^m; 4 ans (1884-1887). Il manque 3 mois en 1884. Série de durée trop courte, qui a été utilisée seulement pour le calcul de la moyenne annuelle.

26. Draguignan (École normale) : altitude, 178^m; 45 ans (1866-1910). Il manque 2 mois en 1875, 1 en 1876, 1877 et 1909.

27. Draguignan (M. Reboul) : altitude, 194^m; 16 ans (1865-1880). Il manque 1 mois en 1865, 6 en 1888 et en 1889.

30. Fayence : altitude, 350^m; 9 ans (1870-1874 et 1884-1887). Il manque 4 mois en 1874 et en 1884.

29. Fréjus : altitude, 20^m; 4 ans (1884-1887). Il manque 3 mois en 1884. Série trop courte, qui a été utilisée seulement pour le calcul de la moyenne annuelle.

19. Grimaud : altitude, 90^m; 4 ans (1884-1887). Il manque 3 mois en 1884, série trop courte, qui a été utilisée seulement pour le calcul de la moyenne annuelle.

11. Hyères (Dr Vidal) : altitude, 40^m; 30 ans (1881-1910).

12. Hyères (Hôpital de Giens) : altitude, 10^m; 13 ans (1896-1908). Il manque 3 mois en 1896.

13. Hyères (Salins des Peschiers) : altitude, 2^m; 28 ans (1860-1880 et 1906-1912). Dans la première partie de la série, les observations, faites probablement avec un instrument défectueux, donnent des valeurs beaucoup trop faibles.

16. Ile du Levant (Sémaphore) : altitude, 100^m; 14 ans (1897-1910). Le pluviomètre, trop exposé au vent, donne des valeurs notablement trop faibles.

25. Lorgues (École primaire supérieure) : altitude, 208^m; 14 ans (1897-1910). Il manque 5 mois en 1897 et 1 en 1910.

28. Le Luc : altitude, 178^m; 4 ans (1884-1887). Il manque 3 mois en 1884; série trop courte, qui a été utilisée seulement pour le calcul de la moyenne annuelle.

15. Porquerolles (Phare, îles d'Hyères) : altitude, 64^m; 29 ans (1882-1910). Il manque 1 mois en 1891, 1895 et 1898, 2 en 1892. Le pluviomètre, très exposé au vent, donne des valeurs trop faibles.

3. Pourcieux : altitude, 351^m; 23 ans (1888-1910). Il manque 6 mois en 1888, 2 en 1893, 8 en 1894, 1 en 1909.

2. Pourrières : altitude, 280^{m}; 6 ans (1895-1896 et 1898-1901).
23. Régusse : altitude, 515^{m}; 13 ans (1854-1866).
4. La Sainte-Baume : altitude, 650^{m}; 7 ans (1893-1897 et 1899-1900). Il manque 1 mois en 1893, 1897 et 1899.
21. Saint-Maximin : altitude, 302^{m}; 4 ans (1884-1887). Il manque 2 mois en 1884, 1 en 1887. Série trop courte, qui a été utilisée seulement pour le calcul de la moyenne annuelle.
10. Château Saint-Michel [La Garde] : altitude, 36^{m}; 19 ans (1878-1880 et 1890-1905). Il manque 2 mois en 1878 et 1894, 1 en 1896, 3 en 1901 et 1903, 4 en 1902, 7 en 1904.
6. La Seyne : altitude, 2^{m}; 5 ans (1881-1885). Il manque 5 mois en 1881 et 1885.
7. Toulon (Observatoire de la Marine) : altitude, 10^{m}; 48 ans (1863-1910). De 1863 à août 1868, le pluviomètre était sur un toit à 20^{m} du sol; les nombres ainsi obtenus doivent être multipliés par 1,17 pour devenir comparables à ceux des observations postérieures, faites dans les conditions normales.
8. Toulon (Travaux hydrauliques) : altitude, 10^{m}; 23 ans (1857-1880). Pluviomètre sur un toit à 18^{m} du sol; nombres trop faibles.
9. Toulon (Jardin de la ville) : altitude, 17^{m}; 24 ans (1855-1880). Il manque 1 mois en 1855 et 1875, 2 en 1876, l'année 1877 en entier et 10 mois en 1878.

D'autres observations ont été faites de 1851 à 1857 au lieu dit Les Routes à l'altitude de 40^{m}. En combinant toutes ces séries, on peut reconstituer pour Toulon une série homogène de 1851 à 1910.

Var. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassin de la Durance.													
1. *Comps	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	817
Bassins entre le Rhône et l'Italie.													
2. *Pourrières	59	46	56	50	65	47	19	30	61	109	93	63	698
3. Pourcieux	71	56	66	60	72	56	19	30	64	122	108	81	805
4. *La Sainte-Baume	86	70	82	71	85	57	22	44	98	162	144	101	1022
5. *Cap Sicié* (Sémaphore)	64	48	49	45	43	23	7	21	46	100	91	64	601
6. *La Seyne	82	66	67	59	54	29	8	29	65	131	116	86	792
7. Toulon (Observatoire)	77	63	66	56	51	29	9	29	66	117	111	76	750
8. *Toulon (Travaux hydr.)*	65	56	55	49	49	25	11	33	64	110	102	63	682
9. *Toulon (Jardin)	66	57	58	54	46	27	10	31	68	106	108	69	700
10. *Saint-Michel [La Garde]	77	64	65	57	50	27	8	28	64	125	109	82	756
Hyères (Dr Vidal)	76	65	65	58	48	26	5	28	61	134	106	87	759
12. *Hyères (Hôpital de Giens)	76	61	63	55	50	26	4	27	60	127	107	80	736
*Hyères (Salins)	76	61	63	55	50	26	4	27	60	128	108	80	738

Var. — Hauteurs de pluie (1851-1900) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Bassins entre le Rhône et l'Italie (suite).													
14. *Collobrières	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	895
15. *Porquerolles* (Phare)	57	47	46	34	31	20	4	16	37	90	71	58	511
16. **Ile du Levant* (Sémaphore)	61	51	51	44	42	23	6	22	47	93	77	59	576
17. *Cavalaire	79	59	65	59	53	29	7	23	60	137	118	85	774
18. *Cap Camarat (Sémaphore)	76	63	66	57	51	30	8	28	68	136	114	81	778
19. *Grimaud	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	896
20. *Barjols	61	54	63	56	72	51	17	28	60	117	98	65	742
21. *Saint-Maximin	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	742
22. Brignoles	81	65	72	69	78	49	20	36	79	140	122	83	894
23. *Régusse	86	73	84	89	104	81	45	58	103	160	143	95	1121
24. *Aups	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	820
25. *Lorgues	57	54	68	66	77	53	16	39	71	131	103	65	800
26. Draguignan (Éc. normale)	76	67	77	70	82	59	18	39	76	161	119	79	923
27. *Draguignan (M. Reboul)	56	61	73	66	73	50	15	33	69	148	118	78	850
28. *Le Luc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	866
29. *Fréjus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	755
30. *Fayence	82	65	76	77	89	56	21	37	85	176	138	95	997

Var. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
3. Pourcieux	87	69	82	75	90	70	24	37	80	152	134	100
5. Cap Sicié (Sémaphore)	107	80	82	74	72	38	12	35	77	166	151	106
7. Toulon (Observatoire)	103	83	88	75	68	38	12	38	89	156	148	102
8. Toulon (Travaux hydr.)	95	82	81	72	72	36	16	48	94	162	149	93
9. Toulon (Jardin)	95	82	83	77	66	38	15	44	97	152	154	97
11. Hyères (Dr Vidal)	100	85	86	77	63	34	7	37	80	177	139	115
15. Porquerolles (Phare)	111	92	91	67	60	39	8	32	71	176	139	114
22 Brignoles	91	73	81	77	87	55	22	40	88	157	136	93
26 Draguignan (Éc. normale)	82	73	83	76	89	64	19	42	82	175	129	86
Moyennes	97	80	84	74	74	46	15	39	84	164	142	101
Coefficients relatifs	1,14	1,04	0,99	0,90	0,87	0,56	0,18	0,46	1,02	1,93	1,73	1,19

Le nombre des stations est réellement insuffisant, même en faisant entrer en ligne de compte 8 stations dont la durée d'observations est beaucoup trop courte. Il a fallu cependant les utiliser pour avoir une idée au moins approchée de la quantité de pluie qui tombe dans l'intérieur du département, qui, sans cela, aurait été à peu près complètement dépourvu de stations. Les parties montagneuses, où il doit tomber les plus grandes quantités de pluie, ne sont pas représentées.

Dans un certain nombre de stations, les pluviomètres, mal placés ou insuffisamment garantis du vent, donnent des valeurs trop faibles, par exemple au Cap Sicié, à Porquerolles et à l'île du Levant. En négligeant au moins ces

3 stations, les 27 autres donnent pour moyenne annuelle générale 819^{mm}, nombre certainement trop faible encore. Les minima ne paraissent s'abaisser nulle part au-dessous de 700^{mm}; dans 2 stations, La Sainte-Baume et Régusse, la hauteur de pluie dépasse 1000^{mm} et il paraît bien vraisemblable que des hauteurs plus grandes encore devraient être obtenues dans certains points de l'Esterel et des Montagnes des Maures.

Le régime pluviométrique, qui paraît assez uniforme, est un régime marin type; la saison pluvieuse dure 6 mois (septembre-février) et a un maximum extrêmement élevé en octobre; la saison sèche (mars-août) a un minimum très prononcé en juillet.

VAUCLUSE.

Superficie 3578^{km^2}; 20 stations.

17. Apt : altitude, 228^m; 37 ans (1874-1910). Il manque 1 mois en 1894.
14. Avignon (École normale) : altitude, 22^m; 37 ans (1873-1910). Il manque 1 mois en 1893 et 1900, 2 en 1904 et 1906 et l'année 1908 en entier.
15. Avignon (École d'Agriculture) : altitude, 24^m; 15 ans (1894-1908).
9. Bedoin : altitude, 309^m; 36 ans (1875-1910). Il manque 1 mois en 1895 et 1910.
3. Bollène : altitude, 55^m; 36 ans (1875-1910).
18. Bonnieux : altitude, 402^m; 17 ans (1894-1910). Il manque 3 mois en 1894 et 1901.
10. Carpentras : altitude, 100^m; 38 ans (1873-1910). Il manque 4 mois en 1874, 1 en 1897.
20. Cavaillon : altitude, 76^m; 38 ans (1873-1910). Il manque 2 mois en 1873, 1 en 1879.
16. Lagarde : altitude, 1087^m; 36 ans (1875-1910). Il manque 2 mois en 1899, 3 en 1901 et 1902. Jusqu'en octobre 1888 inclus, les quantités de pluie ont été évaluées en volumes et non en hauteurs d'eau recueillie; pour les réduire en millimètres, il faut les multiplier par $\frac{10}{4}$ ou 2,5.
2. Lapalud : altitude, 47^m; 36 ans (1875-1910). Il manque 1 mois en 1897.
6. Malaucène : altitude, 342^m; 37 ans (1874-1910). Il manque 1 mois en 1898.
8. Mont-Ventoux (Observatoire) : altitude, 1900^m; 26 ans (1885-1910).
13. Murs : altitude, 537^m; 38 ans (1873-1910). Il manque 2 mois en 1873.
4. Orange : altitude, 39^m; 53 ans (1851-1865 et 1873-1910). Il manque 6 mois en 1865. Les premières observations (1851-1865), faites par M. de Gasparin, donnent des valeurs un peu plus faibles que la série actuelle et qu'il faut multiplier par 1,10 pour les ramener aux conditions de cette dernière.

11. Pernes : altitude, 89^{m}; 15 ans (1873-1887). Il manque 2 mois en 1873, 7 en 1874, 1 en 1875.
19. Pertuis : altitude, 209^{m}; 38 ans (1873-1910). Il manque 2 mois en 1873, 1 en 1894.
12. Saint-Christol : altitude, 858^{m}; 38 ans (1873-1910). Il manque 2 mois en 1873. Jusqu'en 1885 inclus, les nombres indiqués doivent être, comme à Lagarde (*voir* plus haut) et pour la même raison, multipliés par 2,5.
7. Sault : altitude, 788^{m}; 35 ans (1876-1910). Il manque 1 mois en 1908.
5. Savoillans : altitude, 533^{m}; 38 ans (1873-1910). Il manque 2 mois en 1907 et 1909.
1. Valréas : altitude, 202^{m}; 36 ans (1875-1910). Il manque 1 mois en 1899 et 1903.

Vaucluse. — Hauteurs de pluie (1851-1900).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Bassin inférieur du Rhône (rive gauche).													
1. *Valréas	46	50	43	60	88	61	39	33	73	119	89	46	747
2. Lapalud	46	45	44	59	78	64	37	55	90	124	83	48	773
3. Bollène	45	45	42	56	76	60	34	53	86	120	80	46	743
4. Orange	55	50	55	64	87	67	42	63	90	123	89	50	835
5. Savoillans	77	75	83	80	119	82	40	47	78	135	124	72	1012
6. Malaucène	48	51	53	62	90	67	31	52	81	108	83	47	773
7. Sault	63	57	64	64	94	74	39	44	78	116	112	67	872
8. Mont Ventoux	116	103	92	106	169	123	57	72	108	148	169	91	1354
9. Bedoin	39	46	42	47	76	60	27	46	76	87	78	38	662
10. Carpentras	37	38	36	46	63	54	27	46	69	95	69	37	617
11. *Pernes	40	38	40	49	65	52	27	49	70	95	71	44	640
12. Saint-Christol	86	80	93	86	120	79	40	47	84	151	148	102	1116
13. Murs	50	46	49	58	81	54	29	39	65	108	95	53	727
14. Avignon (École normale)	40	37	41	51	64	52	29	54	73	91	66	47	645
15. *Avignon (École d'agricul.)	40	37	39	49	63	51	28	47	69	92	67	42	624
Bassin de la Durance.													
16. Lagarde	69	71	78	74	102	79	40	44	80	122	116	72	947
17. Apt	53	42	52	51	75	50	21	38	58	94	83	54	671
18. *Bonnieux	44	37	45	46	65	47	21	37	58	91	74	44	609
19. Pertuis	45	37	47	46	66	50	21	36	58	101	76	42	625
20. Cavaillon	44	39	46	50	68	51	26	46	69	99	79	46	663

Vaucluse. — Fractions pluviométriques mensuelles.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1. Valréas	62	67	58	80	117	82	52	44	98	159	119	62
2. Lapalud	59	58	57	76	101	83	48	71	116	161	108	62
3. Bollène	60	60	56	75	102	81	46	72	116	162	108	62
4. Orange	66	60	66	77	104	80	50	75	108	148	106	60
5. Savoillans	76	74	82	79	118	81	40	46	77	133	123	71
6. Malaucène	62	66	68	80	116	87	40	67	105	140	108	61

Vaucluse. — Fractions pluviométriques mensuelles (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
7. Sault	72	66	73	73	108	85	45	50	89	133	129	77
8. Mont Ventoux	86	76	68	78	125	91	42	53	80	109	125	67
9. Bedoin	59	69	63	72	115	91	41	69	115	131	118	57
10. Carpentras	59	62	58	75	102	87	44	75	112	154	112	60
12. Saint-Christol	77	72	83	77	108	71	36	42	75	135	133	91
13. Murs	69	63	68	80	111	75	40	53	89	148	131	73
14. Avignon (École normale)	62	57	63	79	100	81	45	83	113	141	103	73
16. Lagarde	73	75	82	78	108	83	42	47	85	129	122	76
17. Apt	79	62	78	76	112	74	32	56	87	140	124	80
19. Pertuis	72	60	75	73	105	80	34	58	92	162	121	68
20. Cavaillon	66	59	69	76	102	77	39	69	105	149	119	70
Moyennes	68	65	69	77	109	82	42	60	98	143	118	69
Coefficients relatifs	0,80	0,84	0,81	0,94	1,28	1,00	0,49	0,71	1,20	1,68	1,44	0,81

Les stations sont en nombre suffisant, bien réparties sur toute la surface du département et ont une longue durée d'observations; le régime des pluies est donc bien connu dans le Vaucluse.

La moyenne annuelle générale des 20 stations est 783^{mm}.

Le minimum, sur les bords du Rhône et de la Durance, ne paraît pas descendre à 600^{mm}, tandis que quelques stations élevées dans la partie montagneuse du département ont des totaux supérieurs à 1000^{mm}; on obtiendrait même des valeurs notablement plus grandes s'il était possible d'entretenir des stations sur des points culminants, comme au mont Ventoux.

Le régime pluviométrique, assez uniforme, présente deux saisons pluvieuses, l'une de deux mois, mai-juin; l'autre, de trois, septembre-novembre, qui est la principale et a un maximum très accentué en octobre. La plus longue saison sèche, décembre-avril, dure 5 mois, mais ne présente pas de minimum bien accusé; il n'en est pas de même pour la saison sèche la plus courte, qui dure deux mois seulement, juillet et août, mais a un minimum très prononcé en juillet. Ce minimum de juillet est moins profond que dans les Bouches-du-Rhône, mais beaucoup plus que dans la Drôme, ce qui établit bien, en remontant la vallée du Rhône, la transition progressive du régime méditerranéen au régime continental.

Avant de présenter les résultats généraux relatifs à la distribution de la pluie dans le sud-est de la France, il est bon de résumer les indications relatives à la répartition des stations, pour préciser le degré de certitude que comportent les résultats obtenus.

Le Tableau suivant donne, pour chaque département : 1° la superficie (en myriamètres carrés et dixièmes); 2° le nombre des stations; 3° la densité du

réseau, quotient du nombre des stations par la superficie, ou nombre moyen de pluviomètres par myriamètre carré; 4° la durée moyenne des séries, en années et dixièmes, quotient du nombre total d'années d'observations faites dans l'ensemble des stations par le nombre des stations; 5° la moyenne annuelle de la hauteur de pluie pour l'ensemble des stations du département.

Départements.	Superficie.	Stations.	Densité moyenne.	Durée moyenne.	Hauteur de pluie.
					mm
Basses-Alpes	69,9	16	0,23	24,5	812
Hautes-Alpes	56,4	17	0,30	21,5	874
Alpes-Maritimes	37,4	23	0,61	14,7	908
Bouches-du-Rhône	52,5	62	1,18	25,4	585
Corse	87,2	23	0,26	16,9	901
Drôme	65,6	19	0,29	14,2	878
Isère	82,4	51	0,62	11,5	1125
Savoie	61,9	39	0,63	18,2	1014
Haute-Savoie	46,0	30	0,65	17,8	1205
Var	60,2	30	0,50	17,1	819
Vaucluse	35,8	20	0,56	34,0	783

Sur les 11 départements considérés, il y en a 3, les Basses-Alpes, les Hautes-Alpes et la Drôme, dans lesquels le nombre des stations est réellement insuffisant; la répartition de la pluie n'y est connue que dans ses traits généraux et il n'y a pas à espérer que les lacunes soient comblées avant longtemps. Dans les autres départements, le réseau des stations est plus ou moins suffisant et il est tout à fait bon dans les trois départements des Bouches-du-Rhône, de l'Isère et de Vaucluse, à la fois par le nombre, par la qualité des stations et par leur bonne répartition sur toute la surface du département.

La distribution de la pluie pour chaque mois et pour l'année moyenne est représentée sur les 8 planches ci-jointes (V-XII); ces cartes, à l'échelle de $\frac{1}{2\,500\,000}$ sont la réduction photographique des cartes originales que j'ai dessinées à l'échelle de $\frac{1}{1\,500\,000}$. Sur les cartes mensuelles, les courbes isohyètes sont tracées de 10^{mm} en 10^{mm} jusqu'à 100^{mm}; au-dessus, on n'a jugé utile d'indiquer que les isohyètes de 120^{mm} et de 150^{mm}. Sur les cartes annuelles, les isohyètes sont dessinées de 100^{mm} en 100^{mm} jusqu'à 1000^{mm} et, au-dessus, on n'a indiqué de même que les isohyètes de 1200^{mm} et de 1500^{mm}. Des teintes bleues graduées, d'autant plus foncées que la hauteur de pluie est plus grande, rendent plus claire la répartition de la pluie. Les teintes bleues sont rehaussées de hachures noires sur les régions où il tombe respectivement plus de 100^{mm} dans les cartes mensuelles et de 1000^{mm} dans la carte annuelle.

L'échelle des cartes et les teintes sont, du reste, les mêmes que dans les planches qui accompagnent les trois premières parties de ce travail. Pour rendre le raccordement plus facile, les cartes actuelles ont, sur leurs bords nord et ouest, une partie commune avec les cartes pluviométriques de l'est et du sud de la France, publiées précédemment.

Nous avons cru intéressant de prolonger le tracé des courbes sur la Haute Italie, pour permettre de comparer ce qui se passe sur les deux versants des Alpes. Malheureusement, les stations italiennes sont assez peu nombreuses, surtout dans les parties qui avoisinent directement les Alpes et les séries longues sont extrêmement rares, ce qui rend incertaine la réduction à la période. Nous n'avons donc pas cru devoir reproduire les nombres qui nous ont servi pour ce tracé, et nous ne donnons ce tracé que sous les plus expresses réserves et seulement à titre de première approximation.

Quelques remarques sont indispensables relativement à la signification des cartes dans la partie occupée par les massifs élevés des Alpes.

Ce massif, qui pousse par endroits ses contreforts jusque dans le voisinage du Rhône, comporte des parties extrêmement élevées, séparées par des vallées profondes et souvent très étroites. Il en résulte une telle diversité dans les quantités de pluie reçues dans des stations même très voisines, que l'établissement d'une carte pluviométrique détaillée est réellement impossible. Ces cartes ne pourraient être tracées qu'à une très grande échelle et au moyen d'un nombre énorme de stations. Dans la région montagneuse, aucun des départements même les plus riches en pluviomètres, comme l'Isère, n'est encore près de posséder un nombre suffisant de stations pour le tracé d'une carte détaillée. Dans une même vallée, il suffit d'un petit changement d'orientation pour amener des variations considérables dans la quantité de pluie recueillie. Enfin les données manquent absolument pour la haute montagne, où il n'existe plus d'habitations et elles manqueront toujours, quelque peine que l'on se donne, pour y établir des pluviomètres.

On a cherché à installer dans certains points des pluviomètres dont on a, et de temps en temps seulement, relevé les indications. Comme la plus grande partie des précipitations atmosphériques dans ces régions élevées revêt la forme de neige, on a essayé de faire fondre à mesure et de fixer ainsi celle-ci en la recevant dans des pluviomètres contenant une quantité connue de chlorure de calcium. Dès que le retour de la belle saison rend le poste abordable, on mesure la quantité totale de liquide qui reste dans l'instrument. Les causes d'erreur sont nombreuses et de sens différents, de sorte que les résultats obtenus restent toujours bien incertains. Lors des chutes abondantes et prolongées, la neige peut adhérer à la partie intérieure de l'orifice, qu'elle obstrue ainsi plus ou moins complètement; dans ce cas une fraction notable de la neige n'est pas mesurée. L'évaporation du liquide contenu dans le pluviomètre peut être notable, même aux basses températures et diminue ainsi les quantités recueillies. D'autres fois, la neige sèche et pulvérulente, qui s'est amassée sur le sol environnant, est soulevée par le vent et portée dans l'appareil, bien qu'il n'y ait eu aucune chute de neige; on obtient alors des nombres trop élevés, tandis

que, dans le premier cas, ils étaient trop faibles et aucune évaluation des erreurs n'est possible. Les résultats obtenus ainsi doivent donc toujours être considérés comme très douteux. En réalité, les mesures de précipitations faites en montagne ne présentent quelque garantie que dans les cas très rares où un observateur attentif et expérimenté se trouve constamment sur place pour surveiller l'instrument.

Les difficultés que présente la mesure exacte de la neige sont telles, même dans les stations où l'observateur réside en permanence, que cette mesure est souvent mal faite. Il est vraisemblable que, pour cette raison, un certain nombre des stations que nous avons conservées donnent des nombres trop faibles.

Dans les cartes qui sont reproduites ici, les teintes qui recouvrent les hautes régions montagneuses ne peuvent pas être considérées comme représentant la quantité réelle d'eau reçue, mais seulement un minimum au-dessous duquel cette quantité ne descend pas vraisemblablement. Si, par exemple, on voit sur tout un massif la teinte correspondant, dans un mois, à un total de plus de 100^{mm}, cela veut dire que les stations élevées qui bordent ce massif ont donné des hauteurs d'eau de plus de 100^{mm}; mais il est fort possible que cette quantité s'élève à 150^{mm} et même 200^{mm} sur les points culminants du massif, pour lesquels il n'existe pas d'observations.

Ces réserves ont paru nécessaires pour éviter des erreurs d'interprétation, et l'on ne devra jamais perdre de vue que, pour toute la région montagneuse, les cartes n'indiquent que les grands traits de la répartition de la pluie, sans aucune prétention à pénétrer dans le détail.

Comme nous l'avons fait pour les trois premières Parties publiées antérieurement, nous passerons rapidement en revue les caractères généraux des cartes qui représentent la distribution mensuelle et annuelle de la pluie dans la région du Sud-Est.

Année (*Pl. V.*). — Une vaste zone continue de pluie dépassant 1000^{mm} couvre le Jura et toutes les Alpes jusqu'aux Alpes-Maritimes. Dans cette zone, des maxima où le total annuel dépasse 1500^{mm} existent sur le Jura et en un grand nombre de points des Alpes; massifs du Chablais et du Buet, du mont Blanc, du Reposoir et du Génevois, de la Grande-Chartreuse, de Belledonne, de Lans, de l'Oisans; ce dernier maximum est probablement même beaucoup plus étendu que ne le représente la carte, les observations manquant totalement dans la région du Pelvoux. Sur la rive droite du Rhône, les monts du Vivarais et les Cévennes présentent un autre maximum au moins aussi élevé. Nous avons déjà signalé dans cette région quelques stations (Aigoual, Villefort, Vialas) où les totaux annuels dépassent 2000^{m}. Une station du Jura suisse (chalet Capt) se trouve dans le même cas, mais les stations que nous avons pu uti-

liser dans les Alpes restent bien en dessous. Les valeurs les plus élevées sont : dans la Haute-Savoie, 1542 à Samoëns, 1580 à Thônes; dans la Savoie, 1636 à Flumet; dans l'Isère, 1814 à Saint-Pierre-d'Entremont, 1731 à La Morte, 1606 à Château-Bernard. Il faut remarquer toutefois que ces stations sont relativement basses et généralement dans des fonds de vallées; il est donc certain que des totaux de 2000^{m} se présenteraient aussi dans les Alpes, s'il y existait des postes pluviométriques dans les parties hautes des massifs.

Certaines observations paraissent indiquer que, dans les très hauts massifs montagneux, la hauteur d'eau tombée augmente avec l'altitude jusqu'à un certain niveau, au delà duquel elle décroît. Cette zone de maximum est très difficile à déterminer, car l'influence des conditions topographiques des stations est souvent beaucoup plus grande que celle de l'altitude. Les recherches de Mougin (1), de Mercanton (2), de Giandotti (3), etc., ont montré que l'on pouvait avoir, en certains points élevés des Alpes, des nombres très supérieurs aux maxima que nous venons de citer : 2830^{mm}, moyenne de 5 années au Plateau des Rognes (altitude 2550^{m}) dans le massif du mont Blanc; 1842^{mm}, moyenne de 4 ans, sur la Belle-Plinier (altitude 3091^{m}), près de Modane, dans la vallée de l'Arc et la partie la plus sèche de la Savoie; 2630^{mm} au Diableret (altitude 3248^{m}) en 1916; 2680^{mm} en 1913-1914 au col de la Jungfrau (altitude 3450^{m}) et 2610^{mm} à la cabane Concordia (altitude 2850^{m}); enfin 3024^{mm} au Lago Santo-Parmense (altitude 1550^{m}) dans les Alpes italiennes.

Ces quelques données, dont il serait bien désirable de voir augmenter le nombre, montrent tout au moins qu'au-dessus de la partie habitée où sont installés les postes d'observation, la région des hautes montagnes doit recevoir des quantités d'eau très grandes. Elles justifient cette assertion que les teintes que nous avons cru, dans nos cartes, pouvoir prolonger sur les massifs montagneux pour lesquels les données pluviométriques manquent, représentent non pas la quantité d'eau que l'on peut supposer qu'ils reçoivent, mais un minimum au-dessous duquel cette quantité ne peut s'abaisser que très exceptionnellement.

Des minima où la pluie tombe en dessous de 900^{mm} et de 800^{mm} se montrent dans la vallée supérieure du Rhône (Valais), dans les hautes vallées de l'Isère, de l'Arc et de la Durance, le long de la Saône et dans la vallée du Rhône en dessous de Lyon. Le minimum principal couvre tout le delta du Rhône

---

(1) Mougin, *Études glaciologiques en Savoie* (*Ann. du Ministère de l'Agriculture, Direction générale des Eaux et Forêts*, fasc. 44, Paris, 1912).

(2) Mercanton, *Jahrbuch der Schweiz. Alpenclub*, 1914, 1915, 1916.

(3) Giandotti, *Sulla ricerca delle precipitazioni nell' alta montagna...* (*Uffricio idrografico del Po*, Parma, 1918).

(Camargue) et la plus grande partie du département des Bouches-du-Rhône : la pluie y est partout inférieure à 600^{mm} et descend même en dessous de 500^{mm} sur la partie orientale du delta du Rhône et jusqu'à Martigues; c'est là un des points de la France où la quantité annuelle de pluie est la plus faible.

A l'est de cette région sèche, la pluie augmente rapidement, même sur le littoral, dès qu'on entre dans le département du Var, et sur toute la côte de Nice. Comme nous le verrons plus tard, cette augmentation est due aux pluies de la saison froide, et surtout de l'automne; elles sont particulièrement abondantes sur cette partie de la côte, à cause des dépressions barométriques fréquentes qui séjournent alors sur le golfe du Lion et le golfe de Gênes, et aussi des montagnes élevées qui bordent immédiatement le littoral.

Janvier (*Pl. VI*). — Ce mois est relativement sec sur presque toute la région considérée, sauf dans une étroite bande sur les côtes de la Méditerranée : la sécheresse est même très accusée tout le long de la vallée du Rhône et sur la Haute Italie. Les maxima qui existent normalement sur les Alpes de Savoie et du Dauphiné sont ainsi très réduits et les hauteurs de pluie n'y atteignent pas d'ordinaire 120^{mm} (Samoëns, 104^{mm}; Flumet, 113^{mm}; Saint-Pierre-d'Entremont, 103^{mm}; La Morte, 125^{mm}, etc.).

Les minima principaux sont ceux des hautes vallées de l'Isère et de l'Arc, et surtout ceux des vallées de la Durance et du Rhône. Dans cette dernière, il tombe uniformément moins de 40^{mm} entre Lyon et la Drôme; d'autres minima de même valeur, mais moins étendus, existent dans le Vaucluse, au sud-est d'Avignon, et dans les Bouches-du-Rhône, dans la région de l'étang de Berre.

Février (*Pl. VI*). — Dans toute la région du Sud-Est, février est plus sec que janvier; c'est même le mois qui présente le minimum absolu de pluie, sauf dans la zone méditerranéenne où l'été est la saison la plus sèche. Les caractères généraux de la distribution de la pluie restent les mêmes qu'en janvier, avec une atténuation des maxima et un renforcement des zones de minimum.

Les régions où il tombe un peu plus de 100^{mm} d'eau sont rares et peu étendues; la plus grande paraît couvrir sur le massif du mont Blanc et descendre vers le Sud jusqu'au Petit-Saint-Bernard (Petit-Saint-Bernard, 129^{mm}; Flumet, 119^{mm}); d'autres maxima de même valeur, mais d'une étendue moindre, se trouvent sur les montagnes de la Grande-Chartreuse et de l'Oisans.

Les minima occupent la même position qu'en janvier, mais sur des surfaces beaucoup plus grandes; dans les deux principaux, la hauteur de pluie reste inférieure à 40^{mm}; le premier descend tout le long des vallées de la Saône et du Rhône jusque vers Valence; le second couvre toute la vallée inférieure de

la Durance, le delta du Rhône et la plus grande partie du département des Bouches-du-Rhône. La hauteur de pluie est également en dessous de 40^{mm} dans le Piémont, sur toute la haute vallée du Pô, où février est généralement bien plus sec que janvier et de beaucoup le mois le plus sec de toute l'année.

Mars (*Pl. VII*). — En mars, la pluie est partout en augmentation notable non seulement sur février, mais aussi sur janvier. Dans la partie nord, Savoie et Dauphiné, la transition commence à se dessiner entre le régime sec de l'hiver et le régime pluvieux de l'été, de sorte que mars est encore, dans l'ensemble, sur toute la région considérée, un mois un peu sec, mais avec des caractères peu tranchés.

Les maxima de la Savoie et du Dauphiné sont à la fois plus élevés et plus étendus que dans les deux mois précédents (Thônes, 117^{mm}; Flumet, 129^{mm}; Saint-Pierre-d'Entremont, 122^{mm}; Saint-Laurent-du-Pont, 118^{mm}; La Morte, 162^{mm}; Château-Bernard, 131^{mm}). La pluie a notablement augmenté aussi sur la haute vallée du Pô, où elle dépasse partout 50^{mm}. Le minimum principal se trouve encore tout le long de la vallée du Rhône, où la hauteur de pluie n'atteint pas généralement 50^{mm} et descend même au-dessous de 40^{mm} sur tout le cours inférieur, d'Avignon à la mer. C'est dans cette vallée, d'une part au confluent de la Saône et du Rhône, de l'autre sur le cours inférieur du Rhône, entre Montélimar et Arles, que se trouvent les points qui présentent, en ce mois, le minimum de pluviosité relative pour tout le Sud-Est; le coefficient relatif y est en dessous de 0,7.

Avril (*Pl. VII*). — La pluie d'avril est en légère augmentation sur celle de mars, dans la Savoie et la plus grande partie du Dauphiné, en augmentation beaucoup plus notable tout le long de la vallée du Rhône, et, au contraire, en diminution dans le Var et les Alpes-Maritimes. Elle est en augmentation considérable sur la Haute Italie, de sorte que le trait caractéristique de ce mois est la grande différence qui existe entre les deux versants des Alpes, le versant italien recevant beaucoup plus de pluie que le versant français.

Sur le versant français, les maxima sont à peu près les mêmes que ceux du mois précédent; les principaux se présentent, non sur la chaîne principale des Alpes, mais à l'Ouest, sur le massif de la Grande-Chartreuse et les montagnes de Lans; quelques stations y indiquent des hauteurs de pluie dépassant 120^{mm}. Sur le versant italien, les maxima sont loin de la chaîne principale des Alpes, dans l'Est, dans des stations dont l'altitude est comprise entre 300^{m} et 500^{m}; Cavour, Bard, Saluces, Boves, Cuneo, etc. Toutes ces localités reçoivent plus de 120^{mm} de pluie; le petit nombre de stations qui existent dans cette région ne permet guère du reste, de tracer avec précision l'isohyète de 120^{mm}, qui

remonte peut-être par endroits plus près de la crête des Alpes que nous ne l'avons indiqué.

Le minimum de pluie se rencontre le long des vallées du Rhône et de la Durance, qui reçoivent partout moins de 60^{mm}, et moins de 50^{mm} dans leur partie inférieure; il y a même, de l'embouchure du Rhône à Marseille, une bande littorale étroite où le total du mois n'atteint pas 40^{mm}.

Par suite de l'augmentation de la pluie à la fois dans la Haute Italie et dans la vallée du Rhône, la zone de pluviosité minimum, où le coefficient relatif est en dessous de 0,9, longe immédiatement le versant occidental des Alpes, englobant le lac de Genève, et la partie supérieure des cours de l'Isère et de la Durance, tandis que la zone de pluviosité maximum, où le coefficient relatif dépasse 1,3 et même fréquemment 1,4, se trouve sur le versant oriental des Alpes, dans le Piémont.

Mai (*Pl. VIII*). — La pluie augmente considérablement d'avril à mai sur toute les régions, sauf le long de la côte, dans le Var et les Alpes-Maritimes, où les deux mois sont à peu près équivalents. Dans la Haute-Savoie et la Savoie, où le régime continental est le plus accusé, la pluie augmente encore légèrement de mai à juin; mais elle diminue dans tous les autres départements, de sorte que mai y présente un maximum de pluie. Nous verrons qu'un second maximum se produit en octobre, plus important encore que celui de mai, sauf dans la Haute Italie où, pour un certain nombre de stations, le maximum de mai l'emporte sur celui d'octobre.

Comme dans le mois précédent, le trait caractéristique de la répartition de la pluie est la grande différence que l'on observe entre les deux versants des Alpes. La pluie est beaucoup plus grande sur le versant italien qui reçoit uniformément plus de 120^{mm}, depuis la ligne de faîte jusque dans le voisinage du Pô, avec des maxima où la hauteur de pluie dépasse 150^{mm} (Cavour, Castellamonte, Boves, etc.). Sur le versant français, on retrouve des maxima analogues comme intensité, mais beaucoup moins étendus, dans la Haute-Savoie, la Savoie et l'Isère (Champéry, 154; Samoëns, 159; Thônes, 153; Flumet, 149; Saint-Pierre-d'Entremont, 185; Saint-Laurent-du-Pont, 191; La Ferrière, 191; La Morte, 198; Autrans, 174, etc.). Comme dans la Haute Italie, quelques-uns de ces maxima dépassent ceux d'octobre.

Le minimum absolu se trouve sur la bande littorale, depuis le delta du Rhône jusqu'au cap Sicié et à Hyères; toute cette région reçoit un peu moins de 50^{mm} de pluie.

Si, au lieu des quantités absolues de pluie, on considère la pluviosité relative, on voit que les stations relativement sèches (coefficient relatif plus petit que 1) sont au sud d'une ligne qui suit de très près la côte de la Méditerranée, du

Rhône au delà de la frontière italienne; le minimum de pluviosité relative, où le coefficient tombe au-dessous de 0,8, s'étend de Toulon au golfe de la Nopoule. Au nord de cette zone littorale très étroite le coefficient relatif est partout supérieur à 1; il atteint son maximum sur la Haute-Italie où il dépasse 1,5 et même 1,6 sur de larges surfaces.

Juin (*Pl. VIII*). — Dans la Savoie et le nord du Dauphiné, la pluie en juin est, en général, un peu plus forte qu'en mai, bien que certaines stations montrent déjà une légère diminution. Cette diminution devient notable dans la Haute Italie, et s'accentue de plus en plus à l'ouest des Alpes, à mesure que l'on descend vers la mer, où commence à s'établir nettement le régime des étés secs, caractéristique de la Méditerranée. Tandis qu'il tombe encore plus de 100^{mm} de pluie sur tout le versant oriental des Alpes, on ne trouve plus en France de pluies de cette importance que dans la Haute-Savoie, la Savoie et une partie de l'Isère, où les maxima absolus sont du même ordre de grandeur que ceux de mai. La pluie diminue beaucoup sur toute la vallée du Rhône et dans le voisinage de la Méditerranée.

Il tombe partout moins de 60^{mm} au sud d'une ligne à peu près droite qui va de Montélimar à Nice, limitant ainsi au sud une région qui comprend le littoral des Alpes-Maritimes, la partie sud des Basses-Alpes, presque tout le Vaucluse, et la totalité des Bouches-du-Rhône et du Var. La pluie diminue très rapidement en dessous de cette ligne et toute la bande littorale des Bouches-du-Rhône et du Var reçoit moins de 30^{mm} de pluie.

Le contraste devient très grand en juin entre les régimes continental et méditerranéen : alors que le coefficient pluviométrique relatif dépasse 1,3 à Lyon et dans la Haute-Savoie et même 1,4 dans la vallée du Pô, il tombe en dessous de 0,5 dans la partie la plus méridionale du département du Var, du cap Sicié au cap Camarat.

Juillet (*Pl. IX*). — C'est en juillet que le contraste entre le régime continental à pluies d'été de la Savoie et le régime méditerranéen à été sec est le plus marqué. Dans la Haute-Savoie et la Savoie, la pluie de juillet est, pour le plus grand nombre de stations, en légère diminution sur celle du mois précédent; la diminution devient ensuite très rapide à mesure qu'on avance vers le Sud. Dans toute la région située au-dessous d'une ligne qui va sensiblement d'Orange à Nice, la hauteur de pluie tombe à moins de 30^{mm}; elle diminue encore dans le voisinage immédiat de la Méditerranée et est même inférieure à 10^{mm} sur toute la bande littorale, de Marseille à Nice. Cette diminution se fait sentir également sur la Haute-Italie où, à latitude égale, la quantité de pluie devient plutôt moindre que celle que l'on observe sur le versant occidental des Alpes, tandis qu'elle était très supérieure dans les deux mois précédents.

Le coefficient pluviométrique relatif, qui dépasse encore 1,2 sur une partie de la Savoie, tombe rapidement en dessous de 1, et arrive en dessous de 0,2 le long des côtes du Var et des Alpes-Maritimes. Dans aucun autre mois et dans aucune région de la France, on ne peut citer d'exemples de valeurs aussi faibles.

Août (*Pl. IX*). — En août, la quantité de pluie est partout en augmentation sur celle du mois précédent : cette augmentation, faible en Savoie et même à peu près nulle dans certaines parties de la Haute-Savoie, est relativement de plus en plus grande à mesure qu'on se rapproche de la Méditerranée. Les contrastes excessifs, qui se manifestent en juillet entre le nord et le sud de la région étudiée, sont donc notablement atténués en août.

Des maxima, où la hauteur de pluie dépasse 150^{mm}, existent encore sur les Alpes de Savoie, le massif de la Grande-Chartreuse et les monts de Lans (Col des Gets, 150; Samoëns, 149; Thônes, 153; Flumet, 159; Saint-Pierre-d'Entremont, 176; Autrans, 151, etc.). Ces maxima sont moins élevés que ceux que l'on observe à la même époque dans le Jura, mais très supérieurs à celui des Cévennes, qui est encore très peu marqué en août.

Le minimum se trouve, comme en juillet, tout le long des côtes de la Méditerranée, mais il est très réduit à la fois comme surface et comme valeur. La zone sur laquelle il tombe moins de 30^{mm} occupe une bande littorale d'ordinaire très étroite entre le delta du Rhône et la frontière italienne, et c'est dans une toute petite partie de cette bande, dans les environs de Nice, que le total de la pluie s'abaisse, dans quelques stations, au-dessous de 20^{mm} (Villefranche, cap Ferrat). Aussi les coefficients pluviométriques relatifs arrivent à peine entre 0,4 et 0,3 dans cette région, tandis qu'ils descendaient au-dessous de 0,2 en juillet.

Septembre (*Pl. X*). — Les caractères de septembre sont nettement différents de ceux d'août; ce sont franchement ceux d'un mois d'automne. La pluie est notablement plus faible qu'en août dans la Savoie, mais elle est supérieure dans tout le reste du Sud-Est, et l'excès augmente de plus en plus vers la Méditerranée. Les différences entre le nord et le sud de la région considérée sont donc très atténuées.

Le maximum le plus étendu couvre la chaîne principale des Alpes, depuis le massif du mont Blanc jusqu'au-dessous du mont Viso; les hauteurs de pluie y dépassent 120^{mm} sans atteindre 150^{mm}. D'autres maxima, de même intensité mais moins étendus, existent dans les Alpes de Savoie, le massif de la Grande-Chartreuse et les monts de Lans; le seul dans lequel on trouve des pluies de plus de 150^{mm} est celui de la Chartreuse (Saint-Laurent-du-Pont, 141^{mm}; Saint-Pierre-d'Entremont, 165^{mm}).

Le minimum principal s'étend sur une partie des départements des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône, où la hauteur de pluie est inférieure à 60^{mm}; elle tombe même un peu en dessous de 50^{mm} sur deux surfaces de faible étendue, l'une dans la vallée moyenne de la Durance, l'autre à l'embouchure du petit Rhône.

Octobre (*Pl. X*). — Le mois d'octobre est remarquable par son excessive pluviosité; c'est, dans toute la région du Sud-Est sans exception, celui dans lequel se produit de beaucoup le maximum absolu de pluie mensuelle; le coefficient relatif dépasse 2 dans presque toute la région méditerranéenne et même 2,1 sur la côte de Nice, depuis Hyères.

La hauteur de pluie est partout en dessus de 100^{mm}, sauf en trois points : la région du confluent de la Saône et du Rhône; les hautes vallées de l'Isère et de l'Arc; les parties inférieures des vallées du Rhône et de la Durance. C'est dans cette dernière région, sur le delta du Rhône, que se trouve le minimum absolu, où la hauteur de pluie n'atteint pas tout à fait 80^{mm}; aucune des trois autres parties de la France, étudiées précédemment, n'avait fourni, pour un mois quelconque, de minimum présentant une valeur aussi élevée.

La carte d'octobre montre des maxima d'une étendue considérable, où la hauteur de pluie dépasse uniformément 150^{mm}; en dehors de ceux du Jura et des Cévennes, qui appartiennent à d'autres régions, le principal couvre toute la partie méridionale des Alpes et arrive jusqu'à la Méditerranée (Cannes, 150; Antibes, 179; Nice (mont Gros), 152; Cap Ferrat, 171; Menton, 165). D'autres maxima, moins étendus, mais présentant une égale intensité, existent sur les Alpes de Savoie, le massif de la Grande-Chartreuse, les monts de Lans, dans la partie montagneuse de Vaucluse, et, à l'extrémité nord-ouest du Var, sur la chaîne de la Sainte-Baume. Il est fort possible que le nombre de ces maxima soit plus grand encore, quelques-uns pouvant échapper dans les régions mal pourvues de stations d'observation.

Dans ces maxima, où la pluie dépasse uniformément 150^{mm}, on remarque quelques valeurs bien plus élevées encore, mais qui n'atteignent pas toutefois celles que nous avons signalées, pour le même mois, dans quelques stations des Cévennes. Parmi les nombres les plus forts, nous citerons : dans la Haute-Savoie, Thônes, 171; dans l'Isère, Saint-Pierre-d'Entremont, 218; Saint-Laurent-du-Pont, 175; La Morte, 176; Château-Bernard, 186; dans les Alpes-Maritimes, Thorenc, 195; Le Bar, 193; Saint-Étienne-de-Tinée, 193; Saint-Auban, 203; Fontan, 183; etc. Des valeurs plus élevées encore se rencontreraient en Italie, dans le prolongement des Alpes-Maritimes et dans les Apennins de Ligurie.

Novembre (*Pl. XI*). — En novembre, la quantité de pluie est partout en diminution sur celle d'octobre. Cette diminution, très grande en Savoie, le

devient de moins en moins à mesure qu'on se rapproche de la Méditerranée. Novembre devient ainsi un mois normal, même un peu sec, dans la partie orientale des départements de la Haute-Savoie, de la Savoie, des Hautes-Alpes et dans la partie septentrionale du Piémont, où les coefficients relatifs descendent au-dessous de 1. Il reste au contraire un mois très pluvieux dans les Basses-Alpes, les Bouches-du-Rhône, le Var et les Alpes-Maritimes; les coefficients pluviométriques y dépassent encore 1,8, en particulier tout le long de la côte, de Toulon à l'Italie.

Les maxima des Alpes de Savoie et des montagnes du Dauphiné se trouvent ainsi très réduits, en surface comme en valeur absolue : la hauteur de pluie y dépasse rarement 120^{mm} et n'atteint 150^{mm} que dans une seule station du massif de la Grande-Chartreuse (Saint-Pierre-d'Entremont, 152). Ceux de la région méridionale sont plus importants; le plus étendu couvre toute la chaîne des Alpes-Maritimes et ses contreforts occidentaux. On y rencontre des stations où la hauteur de pluie atteint et dépasse 150^{mm} : dans le Vaucluse, le mont Ventoux, 169; Saint-Christol, 168; dans le Var, la Sainte-Baume, 144; dans les Alpes-Maritimes, Thorenc, 144; Le Bar, 146; Saint-Auban, 162; Fontan, 146; en Italie enfin, quelques stations des Apennins de Ligurie donnent plus de 200^{mm}.

Les minima sont encore peu accusés : ils se montrent d'une part dans la haute vallée de l'Isère et dans celle de l'Arc, de l'autre sur la côte même, dans le delta du Rhône; dans ces minima les hauteurs de pluie restent comprises entre 50^{mm} et 60^{mm}.

Décembre (*Pl. XI*). — La distribution de la pluie en décembre est très différente de celle de novembre et revêt tous les caractères des mois d'hiver; elle est, par suite, très analogue à celle de janvier, bien que les quantités de pluie, partout plus faibles qu'en novembre, soient partout aussi plus grandes qu'en janvier.

Dans presque tout le sud-est de la France, décembre est un mois relativement sec ; les coefficients pluviométriques relatifs sont inférieurs à 1, et descendent même au-dessous de 0,4 dans le nord du Piémont. Décembre n'est réellement humide, avec des coefficients relatifs supérieurs à 1, que dans la zone littorale : le maximum de pluviosité relative se trouve sur la côte, depuis Hyères jusqu'au golfe de la Napoule : dans toute cette région les coefficients pluviométriques relatifs dépassent 1,3.

Les maxima sont peu développés; les hauteurs de pluie ne dépassent 100^{mm} que sur les parties élevées des Alpes de Savoie et, en Dauphiné, sur les massifs de la Grande-Chartreuse, de l'Oisans et les monts de Lans. Les stations qui reçoivent plus de 120^{mm} sont très rares (Petit-Saint-Bernard, 124; Flumet, 128; Saint-Pierre-d'Entremont, 120; La Morte, 128).

Le minimum principal se trouve sur le versant oriental des Alpes, dans la haute vallée du Pô où, sur une surface très étendue, la pluie n'atteint pas 40^{mm}. Sur le versant français, il y a deux régions de minima où la pluie est inférieure à 50^{mm}; l'une, à la rencontre des vallées du Rhône et de la Saône, n'est que le prolongement oriental du minimum plus profond qui couvre les hautes vallées de la Loire et de l'Allier; la seconde comprend la vallée de la Durance et toute la partie inférieure de la vallée du Rhône; la hauteur de pluie y descend même au-dessous de 40^{mm} sur deux surfaces peu étendues, l'une dans le Vaucluse, l'autre dans les Bouches-du-Rhône, entre la Camargue et l'étang de Berre.

Corse (*Pl. V* et *XII*). — La Corse possède maintenant un réseau de stations pluviométriques très complet; mais la plupart ont encore une durée trop courte. Bien que le nombre des séries assez longues pour pouvoir être utilisées soit faible, le régime pluviométrique peut être fixé dès maintenant, au moins dans ses traits généraux. La carte des pluies annuelles est donnée sur la planche V; on a réuni sur la planche XII les douze cartes mensuelles; toutes ces cartes sont dessinées à la même échelle que celles du reste de la France, et l'on a conservé la même gamme pour les teintes.

La distribution annuelle de la pluie sur la Corse est assez simple : l'île est traversée, du Nord au Sud, par un massif montagneux puissant et souvent très élevé, surtout dans la moitié nord (Monte-Cinto, 2710^{m}; Monte-Rotondo, 2625^{mm}). Sur tout ce massif s'étend un maximum de pluie très important : 6 stations donnent plus de 1000^{mm} et 4 plus de 1200^{mm} (Vico, 1205^{mm}; Guagno, 1344^{m}; Vizzavona, 1478^{mm}; Bastelica, 1513^{mm}). La pluie diminue beaucoup vers le Sud, en même temps que la hauteur des montagnes.

La pluie est moins abondante sur les côtes, mais elle dépasse encore 800^{mm} sur la plus grande partie de la côte orientale. Il y a deux régions de minimum où la hauteur de pluie descend en dessous de 600^{mm}. La plus petite est sur la côte Nord-Ouest, de l'Est de l'île Rousse à Calvi; bien que les observations que l'on possède dans cette région soient un peu douteuses, l'existence de ce minimum paraît assez bien établie. Le second minimum, d'une étendue beaucoup plus grande, et qui est absolument certain, couvre toute la partie méridionale de l'île, de Porto-Vecchio au nord de Bonifacio.

La variation de la pluie dans le cours de l'année est extrêmement simple et présente le type parfait du régime méditerranéen : saison sèche de six mois, avril-septembre, saison pluvieuse de six mois, octobre-mars. Le minimum se produit, comme en Provence, en juillet. La quantité de pluie qui tombe en Corse pendant ce mois est remarquablement faible; elle est inférieure à 10^{mm} sur toutes les côtes, et ne dépasse un peu 20^{mm} que dans les stations élevées de l'intérieur.

De part et d'autre de juillet, la pluie augmente régulièrement jusqu'au moment du maximum. Celui-ci se produit en octobre, comme en Provence, dans les stations de l'extrême nord de la Corse, Cap Corse, la Giraglia, Bastia, mais seulement en novembre dans tout le reste de l'île. Les quantités de pluie qui tombent en novembre sont considérables; elles dépassent 100^{mm} partout, même dans les stations littorales du Sud, et 150^{mm} dans toute la région montagneuse du Centre, où quelques stations donnent mêmes des totaux supérieurs à 200^{mm} (Calacuccia, 208; Guagno, 235; Bastelica, 250; Vizzavona, 268).

A partir de novembre, la pluie décroît de nouveau jusqu'au minimum de juillet. Le seul point qui mérite d'être signalé est que la régularité de cette diminution est un peu interrompue en mars, mois pendant lequel se produit une légère recrudescence de la pluie, de telle sorte que, même en tenant compte de l'inégalité de longueur de ces mois, février est moins pluvieux à la fois que janvier et mars, tout en restant cependant encore un mois pluvieux. La saison sèche ne commence qu'en avril, comme nous l'avons indiqué en commençant.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

On trouvera, dans la cinquième et dernière Partie de ce travail, l'étude de la pluie par bassins fluviaux et les conclusions générales sur la répartition de la pluie en France et sur les variations de la pluviosité dans les différentes régions et dans les différents mois. Pour terminer l'exposé des observations sur lesquelles est basée cette étude, nous résumerons ici les données principales et nous en déduirons une évaluation approchée de la quantité moyenne de pluie reçue sur l'ensemble de la France.

Nous rappelons d'abord la valeur, pour chaque département, de la densité du réseau des stations, c'est-à-dire le nombre moyen de stations qui existent par myriamètre carré. Ces nombres ont déjà été donnés précédemment, séparément pour chaque région; ils sont réunis dans la liste ci-dessous, où les départements sont classés par ordre de densité décroissante.

Densité du réseau d'observations.

(Nombre de stations par myriamètre carré.)

Seine	7,50	Côte-d'Or	1,07
Pyrénées-Orientales	1,72	Aude	1,06
Haut-Rhin	1,34	Deux-Sèvres	1,06
Vosges	1,19	Ariège	1,00
Bouches-du-Rhône	1,18	Loire	0,98
Aube	1,16	Meurthe-et-Moselle	0,95
Indre-et-Loire	1,14	Meuse	0,87
Rhône	1,12	Gard	0,87
Lozère	1,10	Haute-Saône	0,87
Seine-et-Oise	1,08	Calvados	0,74

Densité du réseau d'observations (*suite*).

(Nombre de stations par myriamètre carré.)

Ille-et-Vilaine	0,74	Morbihan	0,48
Nièvre	0,74	Haute-Garonne	0,47
Nord	0,73	Eure	0,45
Oise	0,73	Eure-et-Loir	0,45
Seine-Inférieure	0,73	Somme	0,45
Loiret	0,72	Maine-et-Loire	0,44
Sarthe	0,72	Orne	0,44
Hérault	0,71	Puy-de-Dôme	0,44
Ardennes	0,70	Vienne	0,44
Jura	0,69	Ardèche	0,41
Allier	0,68	Lorraine	0,37
Yonne	0,68	Manche	0,36
Marne	0,65	Basses-Pyrénées	0,36
Haute-Savoie	0,65	Hautes-Pyrénées	0,35
Doubs	0,63	Ain	0,34
Savoie	0,63	Creuse	0,34
Cher	0,62	Vendée	0,31
Isère	0,62	Hautes-Alpes	0,30
Alpes-Maritimes	0,61	Finistère	0,30
Pas-de-Calais	0,61	Drôme	0,29
Haute-Marne	0,58	Charente-Inférieure	0,28
Saône-et-Loire	0,58	Côtes-du-Nord	0,28
Cantal	0,57	Haute-Loire	0,28
Bas-Rhin	0,57	Corse	0,26
Vaucluse	0,56	Tarn	0,26
Haute-Vienne	0,56	Charente	0,25
Gironde	0,55	Corrèze	0,25
Lot	0,55	Gers	0,25
Loire-Inférieure	0,54	Basses-Alpes	0,23
Seine-et-Marne	0,54	Indre	0,20
Mayenne	0,52	Aisne	0,17
Tarn-et-Garonne	0,51	Aveyron	0,15
Loir-et-Cher	0,50	Landes	0,14
Lot-et-Garonne	0,50	Dordogne	0,10
Var	0,50		

On peut considérer une densité de 0,25 à 0,30 comme strictement suffisante dans les régions peu accidentées, mais une densité double peut être encore trop faible dans les régions montagneuses; il y a donc une douzaine de départements environ pour lesquels le nombre des stations est trop petit et dont le régime pluviométrique est encore mal connu. Toutefois ces lacunes s'atténuent dans une certaine mesure pour certains départements trop pauvres en pluviomètres, tels que l'Aisne, qui sont entourés de départements où le nombre de pluviomètres est largement suffisant.

Le plus souvent les pluviomètres sont répartis assez uniformément dans toutes les parties du département. On peut donc alors, comme première approxi-

mation, prendre la moyenne arithmétique des hauteurs de pluie recueillies dans toutes les stations pour moyenne générale du département. Il serait évidemment plus rigoureux de calculer cette moyenne en mesurant au planimètre l'aire des surfaces correspondant à des hauteurs de pluie équidistantes et assez rapprochées; le tracé de lignes isohyètes satisfaisant à ces conditions n'est pas assez certain pour que ce procédé, nécessairement très long, présente un avantage marqué. Nous nous en sommes donc tenu au premier mode d'évaluation et nous avons donné précédemment, pour chaque département, la hauteur moyenne annuelle de pluie ainsi obtenue.

De même, en multipliant la moyenne annuelle du département par les fractions pluviométriques moyennes mensuelles, qui ont été données également pour chaque département, on obtient les moyennes mensuelles approchées de la pluie. Les moyennes mensuelles et annuelles calculées ainsi pour chaque département sont multipliées par la surface du département; en faisant la somme de ces produits pour un certain nombre de départements appartenant à une même région et divisant cette somme par la surface totale de la région, on obtient, pour cette région, les moyennes mensuelles et annuelles correspondantes.

La France a été ainsi divisée en 26 régions, pour chacune desquelles les moyennes mensuelles et annuelles sont données ci-dessous. Les superficies sont exprimées en myriamètres carrés et dixièmes :

Hauteur moyenne de pluie (en millimètres).

Superficie.	Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
						Région I.								
74,3	Aisne	57	44	52	45	58	66	74	64	71	72	63	62	728
57,7	Nord	53	44	50	43	57	64	71	68	66	78	64	64	722
58,9	Oise	50	39	46	42	53	59	62	55	59	67	57	55	644
67,5	Pas-de-Calais	61	47	50	44	54	59	61	68	73	96	77	76	766
62,8	Somme	51	40	47	43	52	62	68	64	65	73	61	61	687
321,2	Moyennes	55	43	49	44	55	62	67	64	67	77	65	64	712
						Région II.								
56,9	Calvados	66	46	52	48	59	61	65	60	66	84	74	70	751
60,4	Eure	52	39	46	45	55	63	63	57	59	67	58	56	660
64,1	Manche	83	58	62	52	57	58	59	64	79	113	97	91	873
61,4	Orne	69	50	58	55	66	67	69	64	68	83	72	73	794
63,4	Seine-Inférieure	65	49	55	49	60	63	70	70	78	93	79	78	809
306,2	Moyennes	67	49	55	50	60	62	65	63	70	88	76	74	779
						Région III.								
52,5	Ardennes	71	56	64	52	60	73	83	74	76	89	78	83	859
82,1	Marne	54	41	50	44	55	68	69	62	62	72	62	62	701
62,4	Meuse	63	50	59	51	60	76	76	70	68	85	72	75	805
197,0	Moyennes	61	48	56	48	58	72	75	68	68	81	69	72	776

Hauteur moyenne de pluie (en millimètres).

Superficie.	Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
						Région IV.								
60,3	Aube	49	41	48	44	57	67	70	65	58	72	59	59	689
87,9	Côte-d'Or	52	45	55	55	66	81	70	70	66	88	69	62	779
62,6	Haute-Marne	64	54	63	55	67	83	81	77	70	94	77	78	863
74,6	Yonne	49	43	49	47	61	69	68	68	57	75	60	58	704
285,4	Moyennes	53	46	54	51	63	75	72	70	63	82	66	64	759
						Région V.								
59,4	Eure-et-Loir	47	35	42	43	51	59	56	50	53	62	51	50	599
64,2	Loir-et-Cher	47	37	44	45	53	57	51	50	50	65	54	51	604
68,1	Loiret	42	35	44	44	54	59	54	54	51	66	53	48	604
4,8	Seine	38	29	38	40	51	60	55	51	52	58	46	43	561
59,3	Seine-et-Marne	50	38	47	44	55	65	64	55	57	69	59	55	658
56,6	Seine-et-Oise	43	32	40	44	52	57	65	52	54	60	49	46	584
312,4	Moyennes	46	35	43	44	53	60	56	52	53	64	53	50	609

En combinant les moyennes de ces cinq régions, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble du nord de la France :

						Nord (*régions I-V*).								
1422,2	Nord	56	44	51	47	57	66	66	63	64	78	66	64	722
						Région VI.								
61,6	Indre-et-Loire	51	41	46	48	57	63	49	47	49	70	57	54	632
72,2	Maine-et-Loire	52	39	44	47	54	55	47	45	47	69	55	58	614
52,1	Mayenne	67	49	54	51	62	66	60	58	58	77	70	72	744
62,5	Sarthe	47	36	43	45	56	58	52	50	53	65	55	53	613
248,4	Moyennes	53	41	47	48	57	60	51	49	51	70	59	59	645
						Région VII.								
72,2	Côtes-du-Nord	72	59	58	55	55	54	51	53	66	93	83	79	778
69,9	Ille-et-Vilaine	66	49	52	50	56	61	57	55	63	83	74	72	738
70,3	Finistère	96	73	70	64	58	54	59	61	77	107	105	102	926
69,8	Loire-Inférieure	65	47	51	48	52	57	49	48	59	86	75	75	712
70,9	Morbihan	70	51	51	47	48	48	46	47	60	84	76	75	703
353,1	Moyennes	74	56	57	53	54	55	52	53	65	91	83	81	774
						Région VIII.								
59,7	Charente	71	57	62	64	77	72	52	56	66	89	80	76	822
72,3	Charente-Inférieure	62	45	48	50	54	51	40	45	60	94	79	72	700
60,5	Deux-Sèvres	69	54	60	60	66	62	52	53	65	90	80	76	787
70,2	Vendée	68	51	53	51	56	56	46	48	63	97	82	81	752
70,4	Vienne	52	40	48	50	60	66	48	50	54	77	60	51	656
333,1	Moyennes	64	49	54	55	62	61	47	50	61	89	76	71	739

En combinant les moyennes des trois régions VI, VII et VIII, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble de l'ouest de la France :

Hauteur moyenne de pluie (en millimètres).

Superficie.	Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
	OUEST (*régions VI-VIII*).													
934,6	Ouest	65	49	53	52	58	58	50	51	60	85	75	71	727
	Région IX.													
41,0	Haut-Rhin	65	53	68	65	80	88	87	75	76	92	76	77	902
49,0	Bas-Rhin	58	49	61	62	80	91	96	80	75	80	70	67	869
90,0	Moyennes	61	51	64	63	80	90	92	78	75	85	73	72	884
	Région X.													
52,8	Meurthe-et-Moselle	53	45	53.	63	63	79	78	67	65	79	66	62	763
59,0	Vosges	91	78	86	79	97	108	107	96	93	121	102	103	1161
65,0	Lorraine	57	47	57	53	64	78	78	68	65	75	68	65	775
176,8	Moyennes	67	57	65	62	75	88	88	77	74	92	79	77	900
	Région XI.													
58,3	Ain	63	62	79	87	102	100	87	99	92	130	97	76	1074
52,6	Doubs	80	70	89	95	117	121	110	111	111	130	105	93	1232
50,6	Jura	72	74	91	97	113	125	112	116	102	150	106	89	1247
53,8	Haute-Saône	76	62	77	73	93	97	93	89	86	112	95	89	1042
215,3	Moyennes	73	67	84	88	106	110	100	103	98	130	101	86	1146

En combinant les moyennes des trois régions IX, X et XI, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble de l'est de la France :

	EST (*régions IX-XI*).													
482,1	Est	69	60	73	74	90	98	94	89	85	108	87	80	1007
	Région XII.													
73,8	Allier	44	39	48	54	68	82	66	65	63	73	57	47	706
73,0	Cher	52	43	50	49	62	70	60	63	56	72	58	54	689
69,1	Indre	52	44	50	53	66	70	55	63	58	80	60	52	703
68,9	Nièvre	66	57	67	65	73	85	77	76	71	95	79	75	886
86,3	Saône-et-Loire	62	56	68	68	80	89	80	82	75	106	84	75	925
371,1	Moyennes	55	48	57	58	70	79	68	70	65	86	68	61	785
	Région XIII.													
58,9	Corrèze	75	68	74	84	100	99	79	76	95	106	93	73	1022
56,1	Creuse	68	57	69	72	87	95	76	76	79	94	75	66	914
92,2	Dordogne	59	52	59	67	75	75	53	55	65	80	68	61	769
55,6	Haute-Vienne	78	64	78	76	91	88	70	74	77	98	86	77	957
262,8	Moyennes	69	59	69	74	86	87	67	68	77	93	79	68	896

Hauteur moyenne de pluie (en millimètres).

Superficie.	Départements.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
	Région XIV.													
57,8	Cantal	87	82	90	99	121	106	92	90	106	120	100	96	1189
48,0	Loire	42	43	57	72	92	96	85	85	75	93	66	49	855
50,0	Haute-Loire	32	35	46	67	90	96	80	78	79	87	57	38	785
80,2	Puy-de-Dôme	49	45	58	64	80	89	75	77	79	75	53	50	799
28,6	Rhône	41	43	53	66	85	85	77	83	75	99	70	51	828
264,6	Moyennes	52	50	62	74	93	95	82	82	84	93	70	58	895

En combinant les moyennes des trois régions XII, XIII et XIV, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble du centre de la France :

	CENTRE (*régions XV-XVIII*).													
898,5	Centre	58	52	62	68	82	86	72	73	74	90	72	62	851
	Région XV.													
62,9	Gers	61	49	57	75	83	82	49	51	63	65	64	58	757
52,3	Lot	65	58	63	76	86	82	59	58	74	82	72	64	839
53,9	Lot-et-Garonne	52	47	51	66	78	75	52	51	62	66	61	54	715
37,3	Tarn-et-Garonne	51	45	52	68	80	74	49	49	60	65	52	51	696
206,4	Moyennes	58	50	56	72	82	79	52	52	65	70	63	57	756
	Région XVI.													
107,3	Gironde	71	53	62	62	66	66	48	53	69	96	68	76	810
93,6	Landes	88	72	84	88	39	95	60	60	92	110	104	91	1033
200,9	Moyennes	79	62	72	74	77	80	54	56	80	102	95	83	914
	Région XVII.													
77,1	Basses-Pyrénées	108	91	112	128	127	124	71	75	109	134	129	109	1317
45,3	Hautes-Pyrénées	90	82	96	126	137	129	72	74	92	106	104	91	1199
122,4	Moyennes	101	88	106	127	131	126	71	75	103	125	120	102	1275
	Région XVIII.													
63,7	Haute-Garonne	57	52	62	84	100	95	50	58	66	72	63	57	816
49,0	Ariège	81	72	86	117	128	118	68	72	78	91	86	77	1074
112,7	Moyennes	68	61	72	98	112	105	58	64	71	80	73	66	928

En combinant les moyennes des quatre régions XV-XVIII, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble du sud-ouest de la France :

	SUD-OUEST (*régions XV-XVIII*).													
642,4	Sud-Ouest	74	63	74	88	95	92	57	60	78	92	86	75	934

Hauteur moyenne de pluie (en millimètres).

Superficie.	Départements.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
	Région XIX.													
87,7	Aveyron	63	58	71	76	86	82	56	66	76	93	76	66	869
51,8	Lozère	75	65	90	92	111	97	63	82	104	142	108	80	1109
57,8	Tarn	72	61	71	91	93	88	49	56	69	85	74	66	875
197,3	Moyennes	69	61	76	84	95	88	56	67	81	103	84	70	934
	Région XX.													
63,4	Aude	80	64	74	83	89	76	38	44	60	82	74	67	831
41,4	Pyrénées-Orientales	70	50	62	55	68	58	33	38	53	67	63	52	669
104,8	Moyennes	76	58	69	72	81	69	36	42	57	76	70	61	767
	Région XXI.													
55,6	Ardèche	76	76	87	90	112	84	54	78	124	183	129	88	1181
58,8	Gard	72	71	71	79	92	73	35	57	104	137	103	77	971
62,2	Hérault	93	75	75	74	79	56	26	45	85	113	92	74	887
176,6	Moyennes	81	74	77	81	94	70	38	60	104	143	107	79	1008

En combinant les moyennes des trois régions XIX, XX et XXI, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble du sud de la France :

	Sud (*régions XIX-XXI*).													
478,7	Sud	75	65	75	80	91	77	45	59	84	112	90	71	924
	Région XXII.													
82,4	Isère	72	69	81	84	113	120	83	96	100	143	102	82	1125
61,9	Savoie	64	66	71	75	98	100	91	98	88	112	80	71	1014
46,0	Haute-Savoie	68	66	81	86	119	122	114	123	112	136	100	78	1205
190,3	Moyennes	68	67	78	82	110	105	93	103	99	131	94	78	1108
	Région XXIII.													
69,9	Basses-Alpes	54	45	59	62	92	72	34	39	63	125	108	59	812
56,4	Hautes-Alpes	50	52	62	64	94	83	59	63	79	127	89	52	874
65,6	Drôme	54	50	57	66	92	76	53	68	90	128	89	55	878
191,9	Moyennes	53	49	59	64	92	77	48	56	77	127	96	55	853
	Région XXIV.													
52,5	Bouches-du-Rhône	46	39	41	45	54	37	18	31	60	92	75	47	585
35,8	Vaucluse	53	51	54	60	85	64	33	47	77	112	93	54	783
88,3	Moyennes	49	44	46	51	67	48	24	37	67	100	82	50	665

Hauteur moyenne de pluie (en millimètres).

Superficie.	Départements.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
						Région XXV.								
37,4	Alpes-Maritimes.....	69	61	71	67	78	56	28	35	70	164	129	80	908
60,2	Var.....	74	61	68	62	66	44	15	33	70	134	113	79	819
97,6	Moyennes.....	72	61	69	64	71	49	20	34	70	145	119	79	853

En combinant les moyennes des quatre régions XXII-XXV, on obtient les valeurs suivantes pour l'ensemble du sud-est de la France :

						Sud-Est (*régions XXII-XXV*).								
56,1	Sud-Est.....	61	56	65	68	90	77	55	65	82	127	97	66	909

Cette région se compose de deux parties, Savoie et Dauphiné d'une part, Provence de l'autre, qui ont un régime pluviométrique très différent; les moyennes mensuelles données pour la région sud-est résultent d'observations qui présentent un minimum les unes en hiver, les autres en été, et n'ont pas, par suite, de signification physique. Elles ne donnent que le total de la quantité d'eau reçue pendant chaque mois sur l'ensemble de la surface considérée.

						Région XXVI (Corse).								
97,6	Corse.....	104	72	85	66	60	35	10	24	68	114	155	108	901

Des moyennes pluviométriques données ci-dessus pour les différentes parties de la France il est facile de conclure la quantité moyenne de pluie qui tombe sur l'ensemble de notre pays pendant chaque mois et pendant l'année. Ces valeurs sont résumées dans le Tableau suivant, qui concerne la France continentale, la Corse étant laissée à part :

1422,2	Nord.....	56	44	51	47	57	66	66	63	64	78	66	64	722
934,6	Ouest.....	65	49	53	52	58	58	50	51	60	85	75	71	727
482,1	Est.....	69	60	73	74	90	98	94	89	85	108	87	80	1007
898,5	Centre.....	58	52	62	68	82	86	72	73	74	90	72	62	851
642,4	Sud-Ouest.....	74	63	74	88	95	92	57	60	78	92	86	75	934
478,7	Sud.....	75	65	75	80	91	77	45	59	84	112	90	71	924
568,1	Sud-Est.....	61	56	65	68	90	77	55	65	82	127	97	66	909
5426,6	France.....	63	53	61	64	75	76	63	64	72	94	78	69	832

Nous arrivons ainsi, pour la hauteur moyenne de la pluie qui tombe en un an sur la surface de la France, à la valeur de 832^{mm}, soit 830^{mm} environ, car le mode de calcul ne comporte pas une approximation allant jusqu'au troisième chiffre. Ce nombre a été obtenu dans l'hypothèse que les stations étaient réparties uniformément dans chaque département en particulier. Cette hypothèse est évidemment peu justifiée pour certains départements, mais ne doit

cependant pas conduire à un résultat final erroné, car les stations sont réparties au hasard dans chaque département; si elles sont, dans quelques-uns, en plus grand nombre dans la partie où il pleut le plus, il n'y a aucune raison pour que la compensation ne finisse pas par s'établir avec d'autres où la distribution géographique des stations sera inverse. Il est cependant vraisemblable que le résultat final est plutôt un peu trop faible, car les pluviomètres manquent presque totalement sur les hautes régions des Alpes et des Pyrénées, où la précipitation doit être très grande, de sorte que les moyennes des départements correspondants se trouvent trop faibles. En tenant compte de l'étendue des surfaces ainsi négligées, il est possible que la valeur finale doive être plus voisine de 840^{mm} que de 830^{mm}, mais elle ne paraît pas pouvoir dépasser 840^{mm}.

Dans la dernière partie de cette Étude, qui paraîtra dans le prochain volume des *Annales*, on verra que nous avons recommencé le calcul de la hauteur moyenne de la pluie en France en partant, non plus des départements, mais des bassins fluviaux, et en employant une méthode qui tient mieux compte de l'inégalité de densité du réseau dans les différentes régions. Le résultat obtenu est exactement le même, 831^{mm} pour la France continentale. Sans vouloir s'illusionner sur l'identité des deux nombres obtenus ainsi, qui est purement fortuite, cette concordance prouve au moins que les méthodes de calcul employées sont pratiquement bonnes toutes deux et conduisent à un résultat aussi exact que le comporte le degré de précision que l'on peut attribuer aux observations elles-mêmes.

La valeur trouvée pour la moyenne générale de la hauteur de pluie en France surprend, au premier abord, par son élévation. Le Résumé général donné ci-dessus montre que c'est surtout un effet de la présence de massifs montagneux importants. Dans les régions basses du Nord et de l'Ouest, la hauteur moyenne de pluie est de 725^{mm} environ; elle s'élève à 850^{mm} sur le Plateau central, au-dessus de 900^{mm} dans tout le Sud où l'on rencontre les massifs des Pyrénées, des Cévennes et des Alpes, et dépasse 1000^{mm} dans l'Est (Vosges et Jura).

Le même Résumé montre que le mois où il tombe en moyenne le plus de pluie est de beaucoup le mois d'octobre. Si l'on tient compte de l'inégale longueur des mois, on trouve que ceux-ci se rangent par ordre de pluviosité décroissante dans l'ordre suivant :

1. Octobre.	5. Septembre.	9. Janvier.
2. Novembre.	6. Décembre.	10. Juillet.
3. Juin.	7. Avril.	11. Mars.
4. Mai.	8. Août.	12. Février.

Octobre conserve son rang dans toutes les régions, sauf dans le Sud-Ouest où la pluviosité maximum se présente en mai-juin; février n'est le mois le plus sec que dans le Nord, l'Ouest, le Centre et l'Est; dans tout le Midi, de l'Atlan-

tique aux Alpes, c'est juillet qui devient en moyenne le mois le moins pluvieux. Nous reviendrons sur cette question de la pluviosité relative dans la dernière partie de ce travail.

JOURS DE PLUIE.

La fréquence de la pluie, ou le nombre de jours entre lesquels se répartissent les précipitations atmosphériques, a une importance considérable. Des pluies faibles, réparties sur un grand nombre de jours, produisent un effet tout différent de celui d'une pluie tombant en une journée et fournissant à elle seule le même total.

L'étude de la fréquence de la pluie présente une assez grande difficulté, qui tient tout d'abord à la manière dont les observateurs définissent un jour de pluie. Théoriquement, on devrait désigner comme jour de pluie toute journée pendant laquelle il est tombé de l'eau, sous une forme quelconque, pluie, neige, grêle, et en quantité quelconque, même non mesurable au pluviomètre, pourvu qu'elle soit suffisante pour marquer sur le sol ou sur le pavé. Or les plus petites pluies ne laissent pas de traces dans le pluviomètre et échappent le plus souvent aux observateurs ordinaires, qui se contentent de mesurer chaque jour, à heure fixe, la quantité d'eau qui se trouve dans leur instrument. Même dans les observatoires, où les phénomènes sont notés avec le plus grand soin, ces pluies très faibles peuvent passer inaperçues, surtout quand elles se produisent pendant la nuit. On a ainsi, d'une station à l'autre, des résultats extrêmement différents.

Pour obtenir des nombres comparables entre eux, on est obligé de négliger les pluies très faibles et de prendre pratiquement comme jour de pluie toute journée dans laquelle on a trouvé dans le pluviomètre une quantité d'eau appréciable, correspondant au moins à une hauteur de pluie de $0^{mm},1$. Dans le modèle de pluviomètre employé généralement en France et où la surface de réception est de 400^{cm^2}, cette quantité correspond à un volume de 4^{cm^3}, aisément appréciable. Il faut remarquer, toutefois, que la quantité de pluie réelle est notablement supérieure, car une partie de l'eau tombée reste adhérente à l'entonnoir du pluviomètre et ne parvient dans le récipient que lorsque l'entonnoir est suffisamment mouillé. Cette quantité est assez variable suivant l'état de la surface de l'entonnoir. De nombreuses expériences que j'ai faites ont montré que la quantité d'eau retenue ainsi pour le mouillage de l'entonnoir est généralement comprise entre $0^{mm},1$ et $0^{mm},3$; elle ne dépasse $0^{mm},3$ que pour des instruments en mauvais état, dont l'entonnoir serait devenu très rugueux par suite de l'altération du métal. Il est du reste impossible de tenir compte de cette cause d'erreur; on ne pourrait le faire que si la pluie tombait en une seule fois; mais

dans le cas d'averses successives, l'entonnoir peut avoir le temps de sécher, partiellement ou totalement, d'une averse à la suivante, de sorte que l'erreur se répète à plusieurs reprises dans la même journée. La limite de $0^{mm},1$, adoptée pour définir un jour de pluie, doit donc être considérée comme une limite inférieure et correspond en réalité à une pluie notablement plus forte.

Dans certains pays on définit le nombre de jours de pluie en partant d'une limite beaucoup plus élevée, $0^{mm},5$ ou même $1^{mm},0$. Cette pratique paraît fâcheuse, parce que les pluies plus faibles peuvent, dans certains cas, avoir une très grande importance, notamment pour les phénomènes de végétation et pour l'agriculture. Les invasions de mildiou dans les vignobles, par exemple, se produisent fréquemment à la suite de très petites pluies : elles resteraient inexpliquées dans bien des cas, si l'on ne s'astreignait à noter soigneusement au moins tous les jours de pluie mesurable. Nous avons donc, dans ce qui suit, pris $0^{mm},1$ comme limite inférieure de la quantité d'eau, mesurée dans le pluviomètre, qui définit un jour de pluie; pour la raison indiquée plus haut, elle correspond à une quantité réelle au moins double.

Cette définition oblige à n'employer pour le calcul du nombre de jours de pluie que les stations où les hauteurs de pluie quotidiennes sont exprimées et publiées en dixièmes de millimètre. Dans le Tome III des *Annales du Bureau Central météorologique*, consacré chaque année à l'étude des pluies en France, la forme même de la publication a contraint de supprimer le chiffre des dixièmes et à ne conserver que des nombres entiers, en les forçant d'une unité quand le chiffre des dixièmes est égal ou supérieur à 5. Ainsi 0 indique des hauteurs de pluie comprises entre 0^{mm} et $0^{mm},4$; 1 des hauteurs de pluie comprises entre $0^{mm},5$ et $1^{mm},4$, et ainsi de suite. On ne peut donc pas se servir de ces volumes pour calculer le nombre réel des jours de pluie et il faut recourir aux stations dont les observations quotidiennes sont publiées au dixième de millimètre dans les Tomes II (Observations) des *Annales du Bureau Central météorologique*, ou aux documents originaux qui existent en manuscrit dans nos archives.

Pour ces raisons, au lieu d'utiliser les observations des 60 années, 1851-1910, comme pour les hauteurs de pluie, nous nous sommes borné aux 30 années 1881-1910. Le Bureau Central météorologique n'ayant été créé qu'en 1878, il serait très difficile de remonter au delà, car les publications quotidiennes des observations font à peu près défaut avant cette époque et il serait souvent plus que difficile de retrouver les documents originaux. Nous n'avons pris que les stations qui fournissaient la série complète des observations pour ces 30 années et où les observations elles-mêmes semblaient présenter toutes garanties. Il a paru préférable de choisir un nombre relativement petit de stations, mais où les observations fussent rigoureusement comparables entre elles, et de les étudier d'une manière complète. Les stations ainsi étudiées sont les suivantes : Arras,

Nancy, Parc Saint-Maur, Sainte-Honorine-du-Fay (Calvados), Brest, Bâle, Besançon, Bourges, Nantes, Genève, Saint-Genis-Laval (Lyon), Clermont-Ferrand, Floirac (Bordeaux), Toulouse, Nice, Marseille, Perpignan. Les différentes régions naturelles de notre pays sont ainsi à peu près représentées; il ne manque guère qu'une station dans l'extrême Sud-Ouest, vers Bayonne ou Biarritz; les excellentes observations faites par M. Carlier, à Saint-Martin-de-Hinx (Landes), se sont terminées en 1889 et ont une durée trop courte; elles ne pourraient donc pas être comparées directement à celles des stations que nous avons choisies.

Pour chacune des 17 stations indiquées, on trouvera dans ce qui suit le relevé du nombre de jours où, pendant les 30 années 1881-1910, il est tombé des quantités de pluie atteignant ou dépassant un certain nombre de valeurs : $0^{mm},1$; $0^{mm},5$; 1^{mm}; 5^{mm}; 10^{mm}, 15^{mm}, 20^{mm}, 25^{mm}, 30^{mm} et 40^{mm}. On a donc ainsi la loi de fréquence des pluies de diverses intensités. Les nombres donnés sont les totaux et non les moyennes; pour avoir celles-ci, il faudrait diviser tous les nombres par 30. A ces données on a ajouté les hauteurs moyennes mensuelles et annuelles de la pluie pendant les 30 années, la quantité de pluie maximum tombée en un jour pour chaque mois et enfin le détail des fortes averses, correspondant, suivant les stations, à un total de plus de 40^{mm}, 50^{mm} ou 60^{mm} en 24 heures. Il n'était pas possible, pour ce dernier élément, de prendre la même limite inférieure pour toutes les stations, car la fréquence et l'intensité des grandes averses sont extrêmement différentes suivant les régions.

Arras (Station agronomique) (1881-1910).

Latitude : 50° 18'. Longitude : 0° 26' E. Altitude : 66m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 48,9	mm 43,8	mm 50,2	mm 41,3	mm 54,4	mm 63,6	mm 65,3	mm 59,3	mm 54,5	mm 67,1	mm 59,2	mm 64,9	mm 672,2
Maximum absolu en un jour :													
	23,5	24,0	29,6	23,3	35,0	47,0	52,9	39,0	29,3	30,4	28,3	28,4	52,9
Date Jour...	4	10	19	5	23	8	23	6	16	5	27	17	23 juill.
Date Année..	1903	1904	1890	1887	1908	1898	1903	1901	1893	1885	1903	1887	1903
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	507	461	505	427	424	397	433	446	419	537	435	550	5631
0,5.....	376	338	356	336	341	310	343	345	312	424	367	410	4258
1.....	301	280	293	273	285	268	295	297	269	351	308	341	3561
5.....	90	85	102	79	109	127	129	107	111	139	123	139	1340
10.....	32	23	32	20	47	59	55	43	47	54	48	52	512
15.....	10	11	10	6	19	28	24	24	22	17	17	21	209
20.....	3	5	4	2	10	14	13	14	11	7	5	8	96
25.....	.	.	1	.	2	7	9	9	2	4	1	4	39
30.....	.	.	.	.	1	4	5	6	.	1	.	.	17
35.....	.	.	.	.	1	3	5	3	.	.	.	.	12
40.....	.	.	.	.	.	1	5	.	.	.	.	.	6

Arras (Station agronomique) (1881-1910) (*suite*).

Pluies de plus de 40mm en un jour :

40,0 mm	6 juillet 1899	45,6 mm	18 juillet 1891	51,2 mm	4 juillet 1905
40,3	7 juillet 1888	47,0	8 juin 1898	52,9	23 juillet 1903

Pendant les 30 ans, la pluie en un jour a atteint ou dépassé 40mm six fois seulement et 50mm deux fois. Toutes ces grandes averses ont été observées dans la saison chaude, juin et surtout juillet.

Le maximum absolu en un jour est, pour tous les mois, notablement inférieur à la moyenne mensuelle.

Nancy (Faculté des Sciences) (1881-1890).

Latitude : 48° 42′. Longitude : 3° 51′ E. Altitude : 221m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	48,5 mm	47,3 mm	49,9 mm	46,6 mm	57,7 mm	71,0 mm	70,9 mm	60,6 mm	64,1 mm	75,2 mm	66,9 mm	72,8 mm	731,5 mm
Maximum absolu en un jour :													
	31,2	24,0	26,0	28,4	33,6	60,5	40,2	47,6	61,8	65,7	35,5	30,0	65,7
Date — Jour...	2	22	6	27	18	4	1	22	7	26	14	10	26 oct.
Date — Année..	1899	1893	1885	1909	1902	1886	1897	1910	1896	1892	1891	1891	1892
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0,1 mm	391	405	422	379	436	394	399	373	352	431	430	469	4881
0,5	326	335	361	324	366	341	348	314	311	372	371	406	4175
1	286	292	309	287	315	305	317	276	275	339	329	364	3694
5	99	97	93	97	107	136	148	110	125	153	129	155	1449
10	31	31	37	34	41	64	70	51	57	67	59	65	607
15	10	11	12	9	21	31	27	23	28	28	26	26	252
20	5	2	7	3	11	21	12	13	17	11	11	12	125
25	2	.	1	1	4	9	7	8	7	4	7	5	55
30	1	.	.	.	2	5	3	8	5	4	3	1	32
35	.	.	.	.	.	2	1	3	3	3	1	.	13
40	.	.	.	.	.	2	1	3	1	2	.	.	9

Pluies de plus de 40mm en un jour :

40,2 mm	1er juillet 1897	43,4 mm	1er août 1901	60,5 mm	4 juin 1886
40,4	2 août 1901	44,5	8 juin 1886	61,8	7 septembre 1896
41,9	21 octobre 1891	47,6	22 août 1910	65,7	26 octobre 1892

Pendant les 30 ans, la pluie en un jour a dépassé 40mm 9 fois et 50mm et même 60mm 3 fois. Sur ces 9 grandes averses, 6 appartiennent à la saison d'été (juin, juillet, août) et 3 au commencement de l'automne (septembre et octobre).

Le maximum absolu en un jour est, pour tous les mois, inférieur à la moyenne mensuelle; il s'en rapproche cependant parfois, notamment en septembre et en octobre.

Parc Saint-Maur (Observatoire).

Latitude : 48° 49′ Longitude : 0° 9′ E. Altitude : 50m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 36,3	mm 34,0	mm 39,6	mm 40,7	mm 51,1	mm 55,7	mm 52,1	mm 50,0	mm 49,3	mm 59,6	mm 46,6	mm 45,1	mm 560,1
Maximum absolu en un jour :													
	22,8	24,9	27,8	27,0	47,6	38,4	32,4	41,8	31,4	50,6	28,5	18,4	50,6
Date Jour...	18	27	28	26	26	20	10	20	6	25	13	7	25 oct.
Date Année..	1881	1902	1892	1902	1881	1893	1909	1900	1903	1892	1882	1904	1892
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	418	384	413	389	416	372	366	358	341	459	439	453	4808
0,5.....	324	301	335	304	337	306	302	292	275	372	330	359	3837
1.....	242	229	275	257	285	261	254	243	244	325	277	279	3171
5.....	73	60	77	84	95	106	112	86	94	119	94	97	1097
10.....	15	18	18	18	32	50	47	37	40	45	28	28	376
15.....	5	6	7	7	14	24	20	24	22	15	9	7	160
20.....	2	1	3	3	8	12	6	16	10	8	4	.	73
25.....	.	.	1	1	4	6	2	8	2	3	2	.	29
30.....	.	.	.	.	2	4	1	6	1	4	.	.	18
35.....	.	.	.	.	2	1	.	1	.	4	.	.	8
40.....	.	.	.	.	2	.	.	1	.	2	.	.	5

Pluies de plus de 40mm en un jour :

mm 40,6.....	15 mai 1917	mm 47,6.....	26 mai 1881
41,1.....	16 octobre 1896	50,6.....	25 octobre 1892
41,8.....	20 août 1900		

Pendant les 30 ans, la pluie en un jour a dépassé 5 fois 40mm et 1 fois seulement 50mm. Ces 5 grandes averses ont été observées seulement dans les mois de mai, août et octobre; la différence est grande avec Arras, où les grandes averses ont été observées exclusivement en juin et juillet.

Le maximum absolu en un jour est, pour tous les mois, notablement inférieur aux moyennes mensuelles.

Sainte-Honorine-du-Fay (Calvados).

Latitude : 49° 5′. Longitude : 2° 50′ W. Altitude : 118m.

	Janv.	Févr.	Mars	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 55,7	mm 48,2	mm 51,5	mm 48,0	mm 54,8	mm 51,5	mm 53,0	mm 54,7	mm 53,3	mm 81,6	mm 71,2	mm 62,3	mm 685,8
Maximum absolu en un jour :													
	43,1	38,8	40,0	36,5	53,0	37,4	31,7	31,7	38,7	37,0	38,7	36,9	53,0
Date Jour...	2	17	26	18	6	2	29	16	6	30	19	9	6 mai
Date Année..	1899	1892	1898	1906	1907	1887	1894	1899	1897	1910	1893	1884	1907

Sainte-Horine-du-Fay (Calvados) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0mm,1	489	453	478	433	446	392	399	438	417	567	509	521	5542
0,5	367	334	365	325	337	286	295	318	308	450	397	399	4181
1	298	278	308	274	278	244	246	260	266	392	325	336	3505
5	113	99	101	94	112	112	105	94	109	164	138	139	1380
10	39	33	33	30	45	43	44	45	47	75	57	42	533
15	15	14	12	13	16	23	26	20	20	28	32	9	228
20	8	3	4	3	7	5	10	9	6	11	16	3	85
25	2	1	2	2	3	2	3	3	4	7	4	2	35
30	2	1	2	2	3	2	1	1	1	4	2	1	22
35	1	1	2	1	2	1	.	.	1	2	2	1	14
40	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	3

Pluies de plus de 40mm en un jour :

40mm,0... 26 mars 1898 43mm,1... 2 janvier 1899 53mm,0... 6 mai 1907

Il y a eu seulement pendant les 30 ans, 3 jours où la pluie a atteint et dépassé 40mm, et un seul où elle a dépassé 50mm; ces trois averses exceptionnelles ont été observées en janvier, mars et mai, c'est-à-dire en hiver et au printemps, à des époques très différentes, par suite, de ce qu'on a trouvé pour les autres stations.

Le maximum absolu en un jour est pour tous les mois notablement inférieur aux moyennes mensuelles, sauf en mai, où il s'en rapproche beaucoup; ce mois constitue du reste une exception.

Brest (Observatoire de la Marine).

Latitude : 48°23'. *Longitude* : 6°50' W. *Altitude* : 61m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	76mm,7	78mm,4	53mm,9	59mm,7	41mm,7	47mm,0	49mm,4	54mm,6	62mm,5	101mm,9	101mm,2	93mm,9	820mm,9
Maximum absolu en un jour :													
	71,5	26,0	29,5	43,0	33,0	51,5	36,8	37,3	44,8	69,7	47,0	45,0	71,5
Date — Jour	17	11 6	20	15	20	26	22	23	28	11	15 16	12	17 janv.
Date — Année	1894	1883 1892	1896	1894	1890	1893	1894	1903	1893	1893	1892 1893	1893	1894
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0mm,1	530	452	469	437	380	348	374	404	394	548	528	608	5492
0,5	473	410	412	382	334	298	317	352	349	505	481	564	4877
1	407	362	350	324	274	248	260	296	303	444	426	515	4209
5	151	141	107	112	87	89	91	100	120	204	194	191	1587
10	45	63	31	42	31	34	42	35	52	77	91	65	608
15	20	22	9	19	8	19	20	18	28	37	37	17	254
20	9	10	5	10	4	8	10	10	12	24	17	8	127
25	9	2	2	7	2	4	6	5	9	15	10	3	74
30	6	.	.	3	1	2	4	4	6	10	6	3	45
35	3	.	.	3	.	1	2	1	2	6	4	2	24
40	1	.	.	2	.	1	.	.	1	5	4	1	15

WEATHER BUREAU.

NO.	TIME FILED.	

Send the following message: Washington, D. C., ----------

To Office of Communications, Navy Department.

Brest (Observatoire de la Marine) (*suite*).

Pluies de plus de 40mm en un jour :

40,0....	18 octobre 1905	44,8....	28 septembre 1893	51,2....	16 octobre 1907
40,0....	4 novembre 1906	45,0....	12 décembre 1893	51,5....	26 juin 1893
42,0....	22 avril 1894	46,0....	22 octobre 1882	68,5....	2 octobre 1904
43,0....	15 avril 1894	47,0....	15 novembre 1892	69,7....	11 octobre 1893
43,0....	25 novembre 1883	47,0....	16 novembre 1893	71,5....	17 janvier 1894

Le pluviomètre de cette station est placé sur une petite terrasse, au-dessus d'un bâtiment élevé; il est donc vraisemblable que les hauteurs de pluie recueillies sont trop faibles et qu'il en est de même pour tous les nombres qui indiquent la fréquence des pluies des diverses intensités. Tous les nombres ci-dessus doivent être ainsi considérés comme des minimums.

Le nombre de jours de fortes averses est beaucoup plus grand que dans toutes les stations précédentes; il est de 15 pour les pluies de 40mm et au-dessus et de 5 pour les pluies de 50mm. Une de ces fortes pluies s'est produite en juin; 2 en avril; les 12 autres appartiennent aux mois compris entre septembre et janvier, c'est-à-dire à l'automne et au commencement de l'hiver; 5, le tiers du nombre total, se présentent en octobre, et 9 en octobre et novembre.

Le maximum absolu en un jour est d'ordinaire notablement inférieur aux moyennes mensuelles; il ne dépasse la moyenne mensuelle correspondante qu'en juin et s'en rapproche, tout en restant en dessous, en janvier.

Bâle.

Latitude : 47°33'. Longitude : 5°15' E. Altitude : 278m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	35,7 mm	39,2 mm	40,5 mm	57,1 mm	66,5 mm	91,2 mm	87,0 mm	79,7 mm	82,0 mm	72,6 mm	53,8 mm	49,1 mm	754,4 mm
Maximum absolu en un jour :													
	34,6	34,5	29,0	24,0	30,5	65,5	56,0	50,0	59,8	50,0	55,5	26,0	65,5
Date Jour..	19	6	20	19	20	4	14 16	27	1	22	18	30	4 juin
Date Année.	1910	1910	1901	1899	1906	1886	1893 1902	1881	1881	1896	1906	1895	1886
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0m,1.....	353	364	411	450	458	467	433	387	388	435	414	415	4975
0,5.....	272	301	322	390	378	400	376	335	336	356	329	350	4145
1.....	222	238	251	322	327	357	325	293	302	312	278	290	3517
5.....	69	63	79	119	136	176	162	147	157	148	95	103	1454
10.....	21	25	20	43	47	90	80	79	82	62	39	24	612
15.....	3	12	6	15	24	43	45	40	38	30	18	11	285
20.....	2	5	3	3	11	24	25	21	19	14	10	5	142
25.....	2	3	2	.	7	13	13	12	11	6	5	1	75
30.....	1	2	.	.	2	3	7	7	8	5	3	.	38
35.....	.	.	.	.	.	3	5	3	4	3	2	.	20
40.....	.	.	.	.	.	2	5	1	2	1	2	.	13

Bâle (*suite*).

Pluies de plus de 40mm en un jour :

40,5...	2 septembre 1884	48,0....	7 juin 1891	56,0....	14 juillet 1893
41,0....	25 juillet 1894	50,0....	27 août 1881	56,0....	16 juillet 1902
42,5....	7 novembre 1886	50,0....	22 octobre 1896	59,8....	1er septembre 1881
43,5....	20 juillet 1908	55,5....	18 novembre 1906	65,5....	4 juin 1886
44,5....	3 juillet 1900				

Le nombre des jours de très grandes pluies est assez grand et plus élevé qu'à Nancy; comme dans cette station, les grandes pluies se présentent à Bâle exclusivement en été et en automne, de juin à novembre.

Le maximum absolu en un jour dépasse la moyenne mensuelle correspondante en novembre; il s'en rapproche, sans l'atteindre, en janvier et février et lui est de beaucoup inférieur dans les autres mois.

Besançon (Observatoire).

Latitude : 47°15'. Longitude : 3°39' E. Altitude : 311m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	68,7 mm	70,0 mm	76,1 mm	77,8 mm	92,3 mm	99,6 mm	101,2 mm	88,8 mm	101,2 mm	117,4 mm	89,9 mm	98,1 mm	1081,1 mm
Maximum absolu en un jour :													
	47,0	34,7	56,2	48,6	60,0	72,2	53,0	53,9	48,9	53,3	55,7	47,2	72,2
Date Année.	11	4	8	24	23	26	20	17	19	22	9	17	26 juin
Date Jour..	1903	1898	1896	1908	1897	1887	1908	1905	1896	1889	1882	1910	1887
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0,1 mm.....	414	397	441	447	445	429	424	378	401	461	441	493	5171
0,5.....	358	337	394	390	378	372	369	327	358	410	369	420	4482
1.....	318	303	352	342	331	338	332	293	335	375	328	377	4024
5.....	149	141	160	164	159	185	199	163	186	214	174	211	2105
10.....	66	59	68	71	88	104	114	92	96	121	93	95	1067
15.....	23	28	26	37	47	57	62	61	62	78	44	37	562
20.....	15	11	13	19	28	27	33	32	36	38	22	17	291
25.....	8	6	9	7	19	25	19	22	23	28	14	8	188
30.....	6	3	4	4	11	16	9	12	17	18	11	4	115
35.....	4	.	3	3	8	11	7	8	10	9	8	2	73
40.....	2	.	2	2	3	5	3	3	8	5	3	1	37
50.....	.	.	1	.	2	4	1	1	.	3	1	.	13

Pluies de plus de 45mm en un jour :

45,2...	13 novembre 1895	48,6...	24 avril 1908	55,7...	9 novembre 1882
45,3...	13 septembre 1882	48,9...	19 septembre 1896	55,8...	14 juin 1889
45,9...	19 juillet 1908	51,5...	5 mai 1884	56,2...	8 mars 1896
46,0...	12 septembre 1882	53,0...	20 juillet 1908	60,0...	23 mars 1897
46,8...	12 septembre 1901	53,9...	17 août 1905	64,7...	6 juin 1910
47,0...	11 janvier 1903	54,1...	8 octobre 1907	65,0...	15 juin 1889
47,2...	17 décembre 1910	55,1...	10 octobre 1889	72,2...	26 juin 1887
48,5...	2 août 1901	55,3...	22 octobre 1889		

Les observations météorologiques n'ont commencé à l'observatoire de Besançon qu'en mars 1882; il manquait donc à la série de 30 ans les 14 premiers mois. On les a complétés avec les observations faites à l'École normale d'Instituteurs, ce qui ne peut avoir aucune influence appréciable sur les résultats. En particulier aucune des très fortes pluies ne se trouve dans cette période.

Le nombre des jours de très fortes pluies est beaucoup plus grand que dans toutes les stations précédentes; il n'y en a pas moins de 37 où la hauteur de pluie notée en un jour dépasse 40^{mm}; aussi n'avons-nous donné le détail des fortes pluies que pour celles qui dépassent 45^{mm} en un jour; le total en atteint déjà 23. Ces pluies sont réparties sur tous les mois, sauf février; mais elles sont surtout fréquentes en été et en automne; on en compte 7 en été (juin-août) et 9 en automne (septembre-novembre), sur un total de 23, où la hauteur de pluie reçue en un jour dépasse 45^{mm}.

Le maximum absolu en un jour est, dans tous les mois sans exception, notablement inférieur à la moyenne mensuelle correspondante.

Bourges (École normale).

Latitude : 47°5'. Longitude : 0°4' E. Altitude : 156m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 42,9	mm 44,7	mm 43,7	mm 48,8	mm 60,9	mm 69,4	mm 62,8	mm 54,3	mm 52,1	mm 72,2	mm 58,2	mm 51,6	mm 661,6
Maximum absolu en un jour :													
	42,5	26,0	32,9	30,3	41,2	86,8	(135,0)	60,5	38,0	41,2	32,4	31,0	135,0
Date Jour...	2	15	25	27	3	10	13	9	21	29	12	2	13 juill.
Date Année..	1910	1889	1895	1893	1887	1910	1887	1910	1890	1892	1895	1909	1887
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	362	357	383	359	383	330	304	249	287	403	398	433	4248
0,5.....	318	303	327	317	343	291	263	231	263	372	355	381	3764
1.....	259	258	276	281	301	261	235	209	237	325	302	333	3277
5.....	87	88	88	100	108	124	119	99	113	151	118	108	1303
10.....	19	28	20	32	40	64	58	48	46	66	37	30	488
15.....	8	8	8	12	24	29	25	30	24	34	19	10	231
20.....	3	2	2	4	14	15	15	17	12	15	8	6	113
25.....	2	1	2	1	8	10	7	9	7	10	5	2	64
30.....	2	.	1	1	6	8	4	5	3	5	1	1	37
35.....	1	.	.	.	4	4	14	3	2	2	1	.	21
40.....	1	.	.	.	1	3	3	3	.	1	.	.	12

Pluies de plus de 40^{mm} en un jour :

mm 40,2...	1er juillet 1907	mm 41,2...	3 mai 1887	mm 58,1...	15 juin 1884
40,4...	4 juillet 1883	41,2...	29 octobre 1892	60,5...	9 août 1910
40,5...	23 août 1902	41,5...	28 août 1900	86,8 ..	10 juin 1910
40,9...	13 juin 1883	42,5...	20 janvier 1910	135,0...	13 juillet 1887

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE,

WEATHER BUREAU.

NO.	TIME FILED.	CH

Send the following message: Washington, D. C., ----------

To Office of Communications, Navy Department.

Les observations de l'École normale de Bourges sont peut-être un peu moins sûres que celles des autres stations, surtout à cause de l'inexpérience fréquente des observateurs, qui changent chaque année; nous avons jugé utile cependant de les conserver, car cette station est la seule du centre de la France qui fournisse la série complète des 30 années d'observations sans lacunes et dans des conditions d'exactitude qui paraissent généralement suffisantes. Il est possible seulement que l'on ait laissé échapper quelques petites pluies (moins de $0^{mm},5$).

Le maximum absolu de pluie en un jour, $135^{mm},0$ le 13 juillet 1887, semble au premier abord bien élevé. Je l'ai vérifié sur les documents originaux, qui portent bien ce nombre sans aucun commentaire; il paraît difficile de croire à une erreur de transcription. D'autre part, une autre station voisine du même département, les Aix d'Angillon, donne pour ce même jour un total de 70^{mm}. Il est donc assez vraisemblable qu'il s'agit d'une pluie d'orage absolument exceptionnelle, et que la valeur indiquée doit être conservée.

Le nombre de jours de très fortes pluies est assez élevé : 12 jours donnent plus de 40^{mm} et 4 plus de 50^{mm}; ces 4 jours appartiennent tous aux trois mois d'été, et, sur les 12 qui ont plus de 40^{mm}, 9 sont dans les mêmes mois, et 1 seulement dans chacun des mois de janvier, de mars et d'octobre.

Le maximum absolu en un jour est plus élevé que la moyenne mensuelle correspondante en juin, juillet et août; il lui est à peu près égal en janvier et est très inférieur dans les autres mois.

Nantes (Observatoire).

Latitude : 47°15'. Longitude : 3°54' W. Altitude : 41m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 58,0	mm 56,0	mm 56,4	mm 49,6	mm 58,4	mm 57,0	mm 55,3	mm 47,9	mm 54,5	mm 100,3	mm 86,2	mm 87,2	mm 766,8
Maximum absolu en un jour :													
	28,8	36,8	32,4	28,6	26,2	54,5	36,0	45,7	32,5	55,9	33,9	46,0	55,9
Date { Jour...	16	27	2	25	1er	15	16	23	14	1er	13	7	1er oct.
Date { Année..	1905	1903	1903	1906	1910	1885	1891	1886	1884	1909	1901	1885	1909
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	406	382	393	422	398	350	345	347	326	467	451	466	4753
0,5.....	354	323	330	348	341	291	305	287	280	413	393	410	4075
1.....	309	277	287	297	291	255	254	230	240	372	353	372	3537
5.....	129	118	120	102	125	113	109	86	113	198	185	176	1574
10.....	43	47	47	33	54	44	52	41	54	101	83	83	682
15.....	19	21	20	12	23	24	25	20	21	56	45	45	331
20.....	8	8	8	7	5	15	12	10	12	29	21	19	154
25.....	1	3	1	3	1	8	7	5	4	16	9	11	69
30.....	.	1	1	.	.	5	3	5	1	11	3	8	38
35.....	.	1	.	.	.	5	1	4	.	6	.	3	20
40.....	.	.	.	.	.	2	.	2	.	4	.	2	10

Nantes (Observatoire) (*suite*).

Pluies de plus de 40mm en un jour :

41.5...	30 décembre 1897	46.0...	7 décembre 1885	52.2...	27 octobre 1903
42.0...	30 octobre 1892	47.0...	26 octobre 1909	54.5...	15 juin 1885
42.3...	21 août 1909	50.3...	13 juin 1898	55.9...	1er octobre 1909
45.7...	23 août 1886				

Le nombre des jours de très fortes pluies n'est pas très élevé; on compte en 30 ans 10 jours seulement où la pluie dépasse 40mm et 4 où elle dépasse 50mm. Ces jours appartiennent à quatre mois seulement : juin, août, octobre et décembre.

Le maximum absolu en un jour se rapproche un peu de la moyenne mensuelle correspondante en juin et août; il lui est très notablement inférieur dans tous les autres mois.

Genève (Observatoire).

Latitude : 46° 12'. Longitude : 3° 49' E. Altitude : 408m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	43.2 mm	52.3 mm	56,0 mm	65,8 mm	72.2 mm	80.4 mm	77.1 mm	94.3 mm	86,1 mm	108,2 mm	79.3 mm	65.7 mm	880.6 mm
Maximum absolu en un jour :													
	46.2	50.7	46,1	44.9	30.2	51.9	45,5	58,8	47,6	124,1	61,4	32.8	124.1
Date — Jour..	19	14	28	16	26	8	18	5	30	2	2	4	10	2 oct.
Date — Année.	1910	1889	1892	1902	1881	1904	1903	1908	1893	1888	1895	1900	1903	1888
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0.1 mm.....	297	299	355	404	390	386	356	337	345	419	380	390	4352
0.5.....	250	248	288	332	322	316	303	293	297	355	318	323	3645
1.....	212	214	247	284	291	289	275	264	270	316	268	285	3208
5.....	88	106	114	140	139	154	146	164	146	178	144	135	1654
10.....	35	46	50	58	75	75	76	101	92	114	73	53	848
15.....	18	24	21	25	41	39	41	71	62	69	47	32	490
20.....	6	15	10	12	21	24	26	41	38	43	24	14	274
25.....	4	8	6	6	10	19	13	23	19	26	14	9	157
30.....	2	4	4	3	1	12	10	14	11	17	10	5	93
35.....	2	3	3	1	.	8	6	7	7	8	8	.	53
40.....	2	2	3	1	.	5	1	4	4	5	7	.	34
50.....	.	1	.	.	.	1	.	1	.	2	4	.	9

Pluies de plus de 45mm en un jour :

45.3...	7 septembre 1885	46.2...	19 janvier 1910	56.3...	28 novembre 1881
45.4...	18 janvier 1910	46.3...	3 octobre 1888	56,7...	8 novembre 1886
45.5...	7 novembre 1886	46.5...	10 septembre 1908	57.5...	24 novembre 1891
45.5...	19 octobre 1896	47,6...	30 septembre 1893	58,8...	5 août 1908
45,5...	18 juillet 1903	49,5...	14 juin 1889	61.4...	2 novembre 1895
46.1...	28 mars 1892	50.7...	14 février 1889	84.5...	9 octobre 1889
46.1...	28 septembre 1900	51.9...	8 juin 1904	124.1...	2 octobre 1878

Le nombre des jours où la pluie dépasse 40mm dans les 30 années considérées est de 34; aussi n'avons-nous donné ci-dessus le détail des très grandes pluies que pour celles qui dépassent 45mm; le nombre en est encore de 21, sur lesquelles 9 dépassent 50mm et 3, 60mm. La distribution de ces jours entre les différents mois ne présente pas de caractère très nettement défini; toutefois, sur les 7 plus fortes pluies, 6 se trouvent en octobre et en novembre.

Le maximum de pluie en un jour dépasse la moyenne mensuelle correspondante en janvier et en octobre; il s'en approche beaucoup en février et est nettement inférieur dans les autres mois.

Saint-Genis-Laval (Observatoire de Lyon).

Latitude : 45°41'. Longitude : 2°27' E. Altitude : 299m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 29,0	mm 32,9	mm 38,1	mm 52,3	mm 68,3	mm 72,1	mm 71,9	mm 73,2	mm 73,5	mm 91,1	mm 65,8	mm 45,1	mm 713,3
Maximum absolu en un jour :													
	23,7	60,0	55,6	56,8	79,8	72,4	70,0	103,4	85,3	110,4	86,7	36,9	110,4
Date { Jour...	18	4	18	25	14	24	8	24	3	13	8	23	13 oct.
Date { Année.	1905	1904	1891	1903	1886	1893	1896	1900	1897	1910	1906	1888	1910
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	327	324	377	395	404	365	314	306	341	426	412	418	4409
0,5.....	240	246	282	319	326	301	261	257	282	334	320	329	3497
1.....	187	187	219	261	279	260	232	226	243	284	261	267	2906
5.....	50	60	70	92	139	125	127	124	129	129	99	89	1233
10.....	16	20	27	44	58	73	70	70	63	69	54	32	596
15.....	7	3	9	17	29	43	39	41	37	51	28	14	318
20.....	2	3	5	5	12	22	25	27	27	40	20	6	194
25.....	.	2	2	4	10	14	16	17	19	30	15	2	131
30.....	.	2	2	2	8	8	9	10	13	17	10	1	82
35.....	.	1	1	2	3	4	7	8	11	15	7	1	60
40.....	.	1	1	2	2	2	6	7	8	11	5	.	45
50.....	.	1	1	1	1	2	2	3	2	7	3	.	23

Pluies de plus de 50mm en un jour :

mm 52,4...	23 août 1897	mm 57,5...	22 septembre 1881	mm 79,8...	14 mai 1886
52,7...	19 octobre 1886	60,0...	4 février 1904	85,3...	3 septembre 1897
52,7...	17 août 1905	60,1...	27 octobre 1886	86,0...	3 novembre 1895
54,1...	30 juin 1899	64,2...	31 octobre 1896	86,7...	8 novembre 1906
54,9...	21 octobre 1901	64,2...	21 juillet 1897	94,5...	9 octobre 1907
55,6...	18 mars 1891	68,2...	14 novembre 1891	103,4...	24 août 1900
56,6...	8 octobre 1891	70,0...	8 juillet 1896	110,4...	13 octobre 1910
56,8...	23 avril 1903	72,4...	24 juin 1893		

Le nombre des jours de très forte pluie est considérable; aussi n'avons-nous donné le détail de ces pluies que pour celles qui dépassent 50mm en un jour. Il

y en a, dans les 30 ans, 23, pour 14 desquelles le total atteint ou dépasse 60mm; pour 6 enfin ce total est supérieur à 80mm. Les très fortes pluies se présentent surtout en été et en automne, de juin à novembre.

Les deux seuls mois dans lesquels le maximum absolu soit nettement inférieur à la moyenne mensuelle correspondante sont décembre et janvier; le maximum absolu est très voisin de la moyenne du mois en juin et juillet; il est très nettement supérieur dans les 8 autres mois.

Clermont-Ferrand.

Latitude : 45° 46'. Longitude : 0° 46' E. Altitude : 399m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 31.7	mm 38.4	mm 43,8	mm 52.9	mm 67,1	mm 73,8	mm 66,5	mm 66,3	mm 74.2	mm 56,3	mm 44.4	mm 42.6	mm 658.0
Maximum absolu en un jour :													
	34,4	32,0	47,8	54,6	46,9	48,0	46,7	70,4	55,6	43,8	39,0	40,1	70,4
Date Jour....	3	17	11	27	28	23	17	18	24	26	6	14	18 août
Date Année..	1900	1904	1895	1909	1889	1898	1902	1888	1901	1888	1905	1906	1888
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	415	385	424	457	446	405	359	323	363	441	442	460	4920
0,5.....	284	281	311	353	344	324	278	250	282	327	307	317	3658
1.....	197	217	243	292	285	269	232	211	240	257	234	230	2907
5.....	52	69	81	97	125	136	112	112	116	104	85	79	1168
10.....	17	25	31	33	63	74	61	64	67	47	32	35	549
15.....	8	11	14	17	36	40	39	34	51	23	13	10	296
20.....	3	6	9	8	22	24	27	23	32	14	6	8	182
25.....	2	4	5	5	7	13	18	16	22	8	3	3	106
30.....	2	1	1	3	4	9	14	11	11	5	2	1	64
35.....	.	.	1	3	2	5	8	7	9	2	1	1	39
40.....	.	.	1	2	2	2	4	7	5	1	.	1	25

Pluies de plus de 45mm en un jour :

mm 45,3...	19 juillet 1887	mm 47,8...	11 mars 1895	mm 54,4...	9 septembre 1909
45,3...	27 août 1900	48,0...	23 juin 1898	54,6...	27 avril 1909
46,7...	17 juillet 1902	48,6...	14 septembre 1894	55,6...	24 septembre 1901
46,8...	4 septembre 1885	50,6...	25 août 1895	63,0...	22 août 1910
46,9...	28 mai 1889	51,6...	26 septembre 1900	70,4...	18 août 1888
47,1...	8 août 1910				

Dans les 30 années il y a eu 25 jours où la hauteur de pluie recueillie a dépassé 40mm, 16 où elle a dépassé 45mm et 7 où elle a dépassé 50mm. Ces très fortes pluies se présentent surtout en été et au commencement de l'automne; elles ont leur maximum de fréquence en août et en septembre.

Le maximum absolu observé dans un jour dépasse la moyenne mensuelle correspondante en janvier, mars, avril et août; il lui est inférieur dans les autres mois, surtout en mai, juin et juillet.

Floirac (Observatoire de Bordeaux).

Latitude : 44°50′. Longitude : 2°52′ W. Altitude : 74m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 53,7	mm 52,1	mm 55,4	mm 66,0	mm 69,7	mm 71,1	mm 49,6	mm 46,9	mm 59,1	mm 86,7	mm 79,3	mm 79,6	mm 769,2
Maximum absolu en un jour :													
	30,3	29,4	32,5	32,1	53,0	62,8	35,2	55,2	41,4	35,2	33,8	31,9	62,8
Date { Jour...	8	11	3	2	23	16	24	29	21	4	29	9	16 juin
Date { Année..	1906	1904	1886	1897	1898	1896	1894	1905	1908	1893	1903	1886	1896
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	577	484	505	530	496	441	372	373	427	563	599	659	6096
0,5.....	330	327	360	392	359	330	270	261	282	397	370	441	4119
1.....	279	270	305	336	311	287	229	218	244	353	333	378	3543
5.....	110	104	123	140	139	136	97	84	116	172	171	166	1558
10.....	37	40	41	53	61	62	50	40	52	84	73	73	666
15.....	12	18	11	18	33	31	24	20	33	45	32	27	304
20.....	6	8	4	9	11	19	9	13	15	19	14	11	138
25.....	3	2	1	5	7	14	5	7	10	11	5	4	74
30.....	1	.	1	3	4	7	1	2	4	4	2	3	32
35.....	.	.	.	.	1	4	1	2	2	1	.	.	11
40.....	.	.	.	.	1	2	.	2	2	.	.	.	7

Pluies de plus de 40mm en un jour :

mm 41,1...	21 septembre 1901	mm 43,6...	16 août 1887	mm 55,2...	29 août 1905
41,4...	21 septembre 1908	53,0...	23 mai 1898	62,8...	16 juin 1896
42,2...	29 juin 1885				

Le nombre des très fortes pluies est très faible : en 30 ans 7 jours seulement donnent plus de 40mm et 3 plus de 50mm. Ces pluies se présentent pendant la saison chaude, de mai à septembre; il n'en a pas été noté en juillet.

Le maximum absolu est dans tous les mois, sauf en août, notablement inférieur aux moyennes mensuelles correspondantes.

Toulouse (Observatoire).

Latitude : 43°37′. Longitude : 0°53′ W. Altitude : 194m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 45,1	mm 41,3	mm 46,9	mm 68,6	mm 70,7	mm 81,6	mm 45,9	mm 48,2	mm 50,7	mm 56,2	mm 56,1	mm 52,5	mm 663,8
Maximum absolu en un jour :													
	30,6	37,0	37,8	65,2	70,6	91,8	55,7	74,1	58,4	40,3	41,2	51,2	91,8
Date { Jour...	16	4	26	27	12	12	25	12	24	11	1er	11	12 juin
Date { Année..	1897	1881	1896	1909	1890	1899	1907	1897	1900	1906	1892	1908	1899

Toulouse (Observatoire) (*suite*).

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0mm,1	309	285	324	372	338	306	225	224	245	308	317	365	3615
0,5	278	259	289	340	308	285	208	206	226	279	282	331	3291
1	234	231	249	299	277	248	181	170	191	247	246	277	2850
5	85	86	93	141	128	132	81	83	88	118	121	103	1259
10	34	29	34	57	64	80	44	46	49	47	47	41	572
15	18	10	14	26	36	53	26	28	29	20	21	14	295
20	11	6	8	14	21	33	16	16	22	11	16	7	181
25	4	1	3	8	16	18	10	13	11	7	5	3	99
30	2	1	2	4	9	13	7	5	6	5	3	3	60
35	.	1	1	3	4	12	2	2	2	2	2	2	33
40	.	.	.	3	2	9	2	2	1	2	1	2	24

Pluies de plus de 45mm en un jour :

45mm,0	4 avril 1910	53mm,4	25 juin 1887	59mm,5	8 juin 1891
46,4	4 juin 1900	54,1	6 mai 1905	65,2	27 avril 1909
49,6	15 juin 1896	54,4	17 août 1888	70,6	12 mai 1890
50,6	30 avril 1884	55,7	25 juillet 1907	74,1	12 août 1897
51,2	11 décembre 1908	58,4	24 septembre 1900	91,8	19 juin 1899
51,4	5 juin 1900				

L'influence du régime méditerranéen se fait déjà sentir à Toulouse, où les très fortes pluies deviennent fréquentes : en 30 ans 24 jours ont reçu plus de 40mm de pluie, et 13 plus de 50mm; aussi nous ne donnons ci-dessus que le détail des pluies supérieures à 45mm, qui sont déjà au nombre de 16. Ces fortes pluies se produisent presque exclusivement pendant les six mois chauds, d'avril à septembre.

Le maximum absolu est inférieur à la moyenne mensuelle correspondante dans les sept mois consécutifs, d'octobre à avril; il lui est égal en mai et nettement supérieur dans les quatre mois de juin, juillet, août et septembre.

Nice (Mont-Gros, Observatoire).

Latitude : 43°43'. Longitude : 4°58' E. Altitude : 347m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Années
Hauteur moyenne de pluie :													
	52mm,2	54mm,2	74mm,6	66mm,4	61mm,0	52mm,7	25mm,3	25mm,6	56mm,3	151mm,4	115mm,2	84mm,9	819mm,8
Maximum absolu en un jour :													
	79,6	73,3	110,1	62,5	73,6	88,0	72,0	61,9	92,4	144,7	84,9	84,5	144,7
Date Jour...	10	3	29	16	12	2	17	28	24	28	1er	6	24 oct.
Date Année.	1883	1885	1890	1894	1890	1903	1888	1881	1890	1882	1898	1896	1890

Nice (Mont-Gros, Observatoire) (*suite*).

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	173	166	216	223	231	202	121	113	182	285	252	224	2388
0,5.....	148	147	186	194	198	163	97	84	154	262	229	200	2062
1.....	131	137	174	173	167	138	75	74	137	245	217	189	1857
5.....	85	88	114	103	85	76	32	41	93	165	149	121	1152
10.....	57	56	68	66	54	47	18	23	54	119	106	82	750
15.....	37	34	47	43	37	33	14	15	38	81	76	59	514
20.....	20	23	34	31	27	27	10	12	28	65	54	35	366
25.....	13	13	25	19	22	21	10	7	21	50	40	28	269
30.....	6	11	18	14	14	14	5	6	16	39	30	22	195
40.....	4	5	5	7	10	8	5	3	5	31	22	14	119
50.....	2	3	3	3	6	3	4	1	5	25	16	6	77
60.....	2	2	3	1	2	3	2	1	4	19	8	5	52
70.....	1	2	2	.	1	3	1	.	2	14	5	4	35

Pluies de plus de 70mm en un jour :

mm 70,4...	1er octobre 1893	mm 78,5...	29 novembre 1881	mm 92,1...	31 octobre 1906
70,5...	20 octobre 1901	79,0...	29 octobre 1907	92,4...	24 septembre 1890
70,6...	10 janvier 1883	81,0...	9 juin 1903	97,4...	19 octobre 1896
72,0...	17 juillet 1888	81,4...	8 octobre 1895	99,5...	14 octobre 1892
72,7...	22 février 1892	82,0...	2 octobre 1898	101,0...	2 octobre 1896
73,3...	3 février 1885	82,4...	19 décembre 1896	110,1...	29 mars 1890
73,6...	12 mai 1890	83,6...	22 décembre 1888	112,6...	21 octobre 1889
75,3...	15 novembre 1896	84,5...	6 décembre 1896	118,2...	3 octobre 1991
76,3...	19 juin 1903	84,9...	1er novembre 1898	130,8...	1er octobre 1897
76,9...	6 novembre 1888	88,0...	2 juin 1903	131,0...	12 octobre 1882
77,6...	7 novembre 1900	88,4...	30 septembre 1893	144,7...	28 octobre 1882
78,0...	8 décembre 1910	89,9...	17 mars 1891		

Les observations n'ont commencé qu'au 1er mars 1884; pour compléter les 30 années, on a pris les observations faites à l'École normale de Nice pendant les trois années 1881, 1882 et 1883 et les deux premiers mois de 1884. Ce changement de station ne peut avoir qu'une influence tout à fait négligeable sur la fréquence des jours de pluie. Il est probable que, malgré la différence d'altitude des deux stations, l'influence n'est pas trop grande non plus sur la valeur des fortes pluies. Les pluies observées à l'École normale sont, en effet, de 5 pour 100 seulement plus faibles que celles de l'Observatoire du Mont Gros. Les deux valeurs les plus fortes de la pluie tombée en 24 heures, qui sont citées ci-dessus, appartiennent précisément aux observations de l'École normale; il serait possible que l'Observatoire eût donné des valeurs un peu plus élevées, mais cela ne change rien d'essentiel en tous cas dans les conclusions générales.

Le nombre des très fortes pluies est considérable à Nice : aussi n'avons-nous cité en détail que celles qui ont fourni au moins 70mm d'eau en un jour. En 30 ans le nombre en est déjà de 35, sur lesquelles 21 donnent plus de 80mm, 11 plus de 90mm et 7 plus de 100mm. Ces très fortes pluies s'observent rarement en été;

elles se produisent surtout d'octobre à décembre, dans la première partie de la saison froide et ont un maximum de fréquence extrêmement marqué en octobre.

Le maximum absolu est un peu inférieur à la moyenne mensuelle correspondante en avril, octobre et novembre; il lui est égal en décembre et est beaucoup plus élevé dans les huit autres mois.

Marseille (Observatoire).

Latitude : 43° 18′. Longitude : 3° 3′ E. Altitude : 75m.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 41,2	mm 33,9	mm 44,2	mm 48,4	mm 39,9	mm 28,5	mm 19,1	mm 21,0	mm 51,5	mm 104,7	mm 77,0	mm 57,9	mm 567,3
Maximum absolu en un jour :													
	46,1	57,7	50,1	49,0	72,6	45,0	104,1	72,7	100,9	221,5	149,8	90,6	221,5
Date / Jour...	1er	10	25	26	5	3	28	20	28	1er	8	30	1er oct.
Date / Année..	1898	1909	1890	1885	1905	1884	1896	1896	1907	1892	1907	1886	1892
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	223	191	225	256	218	158	82	99	190	278	262	282	2464
0,5.....	176	158	184	206	173	125	58	76	159	237	219	216	1987
1.....	149	129	155	173	146	108	44	63	136	214	198	175	1690
5.....	70	59	66	85	62	46	24	37	73	127	109	90	848
10.....	42	34	43	47	37	28	11	21	47	95	65	59	529
15.....	21	16	26	28	24	16	10	10	33	78	47	37	346
20.....	15	10	18	17	12	11	8	8	22	53	33	23	230
25.....	12	6	11	12	6	6	4	4	16	31	20	13	141
30.....	7	3	10	7	5	5	4	3	12	22	15	11	104
40.....	1	2	2	1	3	2	4	2	7	13	7	5	49
50.....	.	1	1	.	1	.	3	1	4	11	6	2	30
60.....	.	.	.	.	1	.	2	1	2	7	6	1	20
70.....	.	.	.	.	1	.	2	1	2	3	4	1	14

Pluies de plus de 70mm en un jour :

mm 72,6...	5 mai 1905	mm 87,5...	31 octobre 1906	mm 104,1...	28 juillet 1896
72,7...	20 août 1896	90,6...	30 décembre 1888	115,9...	1er octobre 1897
75,8...	10 novembre 1888	95,6...	1er novembre 1909	149,8...	8 novembre 1907
76,6...	21 septembre 1890	95,8...	13 novembre 1898	221,5...	1er octobre 1892
87,5...	5 juillet 1906	100,9...	28 septembre 1907		

La fréquence des très fortes pluies est très grande à Marseille, comme dans toute la région méditerranéenne. En 30 ans on a noté plus de 50mm de pluie en un jour, 30 fois; plus de 60mm, 20 fois; plus de 70mm, 14 fois; plus de 80mm, 10 fois; plus de 90mm, 8 fois; et enfin plus de 100mm, 5 fois. La hauteur de pluie a même dépassé une fois 200mm; c'est le seul exemple de pluies d'une pareille intensité que présentent les 17 stations que nous avons étudiées. Ces pluies considérables se présentent quelquefois en été, au moment des orages; mais leur saison ordinaire est l'automne, du milieu de septembre au milieu de novembre.

Dans tous les mois sans exception, à Marseille, le maximum absolu de la pluie tombée en un jour dépasse la moyenne mensuelle correspondante, ce qui montre bien le caractère excessif des pluies dans cette région.

Perpignan (Observatoire).

Latitude : 42° 42′. Longitude : 0° 33′ E. Altitude : 32m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 74,6	mm 38,1	mm 51,7	mm 46,8	mm 42,2	mm 41,1	mm 24,8	mm 25,9	mm 43,4	mm 47,6	mm 60,9	mm 74,0	mm 571,1
Maximum absolu en un jour :													
	123,9	57,0	88,2	52,7	54,4	83,3	50,6	53,5	113,5	59,0	90,6	148,0	148,0
Date / Jour....	23	20	10	13	25	3	17	24	16	28	7	3	3 déc.
Date / Année..	1905	1884	1898	1906	1889	1900	1887	1892	1884	1886	1907	1887	1887
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	202	203	211	257	239	229	146	151	198	226	241	216	2519
0,5.....	170	160	180	216	206	175	127	110	158	176	188	178	2044
1.....	138	122	151	178	170	144	101	88	133	143	162	151	1681
5.....	77	59	76	80	81	73	42	50	59	70	72	77	816
10.....	54	29	44	43	40	32	22	29	32	39	46	51	461
15.....	36	22	27	26	21	21	12	14	23	26	33	39	300
20.....	27	14	23	17	10	12	9	6	15	20	30	33	216
25.....	24	11	18	11	7	7	4	4	11	12	21	26	156
30.....	21	7	15	8	5	4	2	3	8	10	18	24	125
40.....	17	6	7	1	1	3	1	2	5	6	11	18	78
50.....	12	5	1	1	1	3	1	1	5	3	7	7	47
60.....	10	.	1	.	.	2	.	.	4	.	5	5	27
70.....	8	.	1	.	.	1	.	.	2	.	1	3	16

Pluies de plus de 70mm en un jour :

mm 72,3...	22 septembre 1903	mm 86,7...	17 décembre 1901	mm 101,8...	1er janvier 1890
74,5...	20 janvier 1903	88,2...	10 mars 1898	113,5...	16 septembre 1884
81,0...	14 janvier 1897	89,8...	6 janvier 1889	116,8...	2 janvier 1890
81,7...	21 janvier 1903	90,6...	7 novembre 1907	123,9...	23 janvier 1905
83,3...	3 juin 1900	93,0...	18 janvier 1892	148,0...	3 décembre 1887
86,5...	27 décembre 1884				

La fréquence des très fortes pluies est très grande à Perpignan, comme à Nice et à Marseille; aussi n'avons-nous donné le détail que pour les pluies qui dépassent 70mm en un jour. En 30 ans, à Perpignan, on compte 47 jours qui donnent plus de 50mm, 27 plus de 60mm, 16 plus de 70mm, 14 plus de 80mm; enfin 5 plus de 100mm. Les très fortes pluies peuvent parfois se produire en été, mais elles sont surtout caractéristiques de l'hiver; sur 16 jours de pluie dépassant 70mm, il y en a 3 en décembre et 8 en janvier; cette répartition est très différente de celle qui avait été trouvée à Marseille et à Nice, où les très fortes pluies s'observent surtout en automne (octobre et novembre).

Pour tous les mois sans exception le maximum absolu de pluie constaté en un jour est, à Perpignan comme à Marseille, très supérieur à la moyenne mensuelle correspondante.

Nous donnerons, pour terminer, le détail du nombre de jours de pluie pour deux stations de montagne, le Puy de Dôme et le Pic du Midi, sur des sommets isolés, dans des conditions exceptionnelles qui ne permettent pas de les ranger avec les autres stations. La série des observations comprend les mêmes années (1881-1910).

Puy de Dôme.

Latitude : 45° 46'. Longitude : 0° 38' E. Altitude : 1467m.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	158mm.6	152mm.7	167mm.5	139mm.5	122mm,2	129mm.1	129mm.0	124mm.1	132mm.7	142mm.4	132mm.8	162mm.5	1693mm.1
Maximum absolu en un jour :													
	90.0	98.6	164.1	82.0	55.1	91.5	67.8	98.1	108.5	61.6	61.2	76.8	164.1
Date { Jour...	23	25	30	19	24	25	29	8	24	22	20	27	30 mars
Date { Année..	1893	1898	1892	1899	1901	1896	1896	1899	1901	1907	1893	1910	1892
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
0mm.1.....	644	615	656	930	621	603	586	549	593	646	629	672	7444
0.5.....	553	513	552	545	530	480	468	423	469	547	544	585	6209
1.0.....	479	445	487	489	467	429	410	367	411	479	478	508	5442
5.....	246	255	266	253	241	235	235	218	211	275	250	301	2986
10.....	160	157	161	129	110	124	132	126	125	144	129	171	1668
15.....	102	95	106	80	65	76	88	77	76	75	74	105	1019
20.....	68	67	63	48	34	46	46	49	56	43	38	66	624
25.....	41	40	39	32	17	27	27	30	37	27	26	39	382
30.....	28	24	31	21	11	19	18	18	25	17	12	15	239
35.....	17	18	22	15	8	11	12	11	20	11	7	12	164
40.....	11	11	14	8	5	7	4	7	9	7	3	7	93
50.....	7	5	10	2	1	3	2	3	3	5	2	2	45
60.....	4	2	5	2	.	2	1	2	1	2	2	1	24
70.....	2	1	4	1	.	1	.	1	1	.	.	1	12

Pluies de plus de 60mm en un jour :

60mm.9...	30 mars 1895	67mm.8...	29 juillet 1896	84mm.7...	29 mars 1892
61.0...	5 novembre 1905	68.5...	8 juin 1889	90.0...	23 janvier 1893
61.1...	3 octobre 1905	69.7...	3 janvier 1895	91.5...	25 juin 1896
61.2...	20 novembre 1893	69.8...	28 janvier 1897	98.1...	8 août 1899
61.6...	22 octobre 1907	73.0...	20 mars 1901	98.6...	25 février 1898
62.3...	22 février 1893	76.8...	27 décembre 1910	106.8...	11 mars 1895
63.7...	27 avril 1909	82.0...	19 avril 1899	108.5...	24 septembre 1901
67.3...	18 août 1888	82.7...	22 janvier 1891	164.1...	30 mars 1892

Le nombre des jours de très fortes pluies paraît considérable; mais on ne doit pas oublier que la pluie moyenne est elle-même très grande, 1693mm, au lieu de 658mm à Clermont-Ferrand, c'est-à-dire le rapport de 2,6 à 1. Une pluie

de 50mm au Puy de Dôme a donc, relativement à la pluie moyenne, la même valeur qu'une pluie de 20mm à Clermont-Ferrand.

Pic du Midi.

Latitude : 42°56'. Longitude : 2°12' W. Altitude : 2859m.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Hauteur moyenne de pluie :													
	mm 188,0	mm 161,2	mm 155,4	mm 176,8	mm 128,1	mm 125,2	mm 84,2	mm 83,4	mm 100,6	mm 119,9	mm 148,4	mm 193,3	mm 1664,5
Maximum absolu en un jour :													
	106,2	86,0	65,0	90,9	64,8	125,0	113,8	86,8	92,8	99,0	100,0	100,0	125,0
Date { Jour....	3	4	27	29	7	12	3	1	11	2	18	29	12 juin
Date { Année...	1899	1906	1889	1894	1905	1889	1897	1901	1906	1897	1882	1908	1889
Nombre total de jours de pluie égale ou supérieure à :													
mm 0,1.....	445	407	508	560	517	446	352	352	408	453	446	475	5389
0,5.....	441	400	495	548	500	434	339	342	421	447	439	461	5267
1.....	423	382	475	525	479	416	324	319	390	419	419	441	5021
5.....	251	227	268	305	227	205	145	134	194	205	250	255	2466
10.....	167	150	149	170	112	109	68	76	94	109	144	166	1514
15.....	119	112	88	103	60	57	41	47	49	56	79	113	924
20.....	93	81	58	67	42	39	26	30	27	41	57	91	652
25.....	72	62	43	49	32	31	21	19	17	29	40	70	485
30.....	51	47	31	34	26	22	13	16	11	21	26	54	352
35.....	43	30	24	24	16	16	10	11	8	15	20	43	260
40.....	36	24	19	19	11	13	8	8	6	12	15	34	205
50.....	20	12	8	9	5	8	5	2	3	5	9	22	108
60.....	7	6	4	4	1	5	2	2	2	3	7	17	60
70.....	6	3	.	1	.	4	2	1	1	1	5	10	34

Pluies de plus de 70mm en un jour :

mm 70,8...	15 décembre 1906	mm 85,4...	2 février 1907	mm 96,0...	30 novembre 1882
71,0...	17 novembre 1882	86,0...	21 décembre 1884	99,0...	2 octobre 1897
72,4...	18 janvier 1887	86,0...	4 février 1906	100,0...	18 novembre 1882
73,5...	26 décembre 1906	86,8...	1er août 1901	100,0...	29 décembre 1908
73,8...	30 décembre 1886	88,5...	16 décembre 1906	101,0...	6 juillet 1900
77,1...	19 décembre 1908	89,8...	17 décembre 1906	101,3...	1er janvier 1901
77,7...	5 février 1908	90,0...	29 avril 1894	102,4...	20 janvier 1904
78,0...	31 janvier 1907	91,9...	30 décembre 1908	106,2...	3 janvier 1899
78,2...	1er novembre 1890	92,8...	11 septembre 1906	111,0...	5 juin 1883
81,0...	11 juillet 1885	93,5...	6 novembre 1885	113,8...	3 juillet 1897
81,8...	9 janvier 1909	95,0...	10 juin 1885	125,0...	12 juin 1889
85,0...	21 décembre 1908				

Le nombre de jours de petites pluies, jusqu'à la limite de 15mm en un jour, est beaucoup plus faible au Pic du Midi qu'au Puy de Dôme; au contraire, les fortes pluies, au-dessus de 20mm, sont plus fréquentes au Pic du Midi. La plus grande fréquence des pluies faibles au Puy de Dôme tient certainement à ce que cette station est justement à l'altitude moyenne des nuages, tandis que le Pic du Midi est fréquemment au-dessus.

Les données qui précèdent permettent de comparer l'intensité moyenne des pluies dans les différentes stations. Si l'on divise la hauteur moyenne de la pluie recueillie, pendant les 30 années, dans un mois ou dans l'année, par le nombre moyen des jours pluvieux, c'est-à-dire des jours où l'on a trouvé dans le pluviomètre une quantité d'eau mesurable, de $0^{mm},1$ ou davantage, on obtient la hauteur moyenne de pluie par jour pluvieux. Cette quantité est donnée, pour les 19 stations, dans le Tableau suivant :

Quantité moyenne de pluie par jour pluvieux.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Arras	2,9	2.9	3,0	2,9	3,9	4,8	4.5	4.0	3,9	3,8	3.4	3,5	3.6
Nancy	3.7	3,5	3,5	3.7	4.0	5.4	5.3	4,9	5.5	5.2	4.7	4.7	4,5
Parc-Saint-Maur	2.6	2,7	2,9	3,1	3,7	4,5	4,3	4,2	4,3	3,9	3.2	3,0	3,5
Sainte-Honorine-du-Fay	3.4	3,2	3.1	3,3	3.7	3.9	4,0	3.7	3,8	4,3	4.2	3,6	3.7
Brest	4.3	5.2	3.5	4.1	3.3	4.1	4.0	4.1	4.8	5.6	5.8	4.5	4.5
Bâle	3.0	3.2	3.0	3.8	4.4	5.9	6.0	6.2	6.3	5.0	3.9	3.6	4.6
Besançon	5.0	5.3	5.2	5.2	6.2	7.0	7.2	7.1	7.6	7.6	6.1	6.0	6.3
Bourges	3.6	3.8	3.8	4.1	4.8	6.3	6.2	6.5	5.4	5.4	4.4	3.6	4.7
Nantes	4.3	4.4	4,3	3.5	4.4	4.9	4.8	4.1	5.0	6.4	5.7	5.6	4.8
Genève	4.4	5.2	4.7	4.9	5.6	7.4	6.5	8.4	7.5	7.8	6.3	5.0	6.1
Saint-Genis-Laval	2.7	3.0	3.0	4.0	5.1	5.9	6.9	7.2	6.5	6.4	4.8	3.2	4.8
Clermont-Ferrand	2.3	3.0	3.1	3.5	4.5	5,5	5.6	6.2	6.1	3.8	3.0	2.8	4.0
Floirac-Bordeaux	2.8	3.2	3.3	3.7	4.2	4.8	4.0	3.8	4.2	4.6	4.0	3.6	3.8
Toulouse	4.4	4.4	4.3	5.5	6.3	8.0	6.1	6.5	6.2	6.5	5.3	4.3	5.5
Nice	9.1	9.8	10.4	8.9	7.9	7.8	6.3	6.8	9.3	15.9	13.7	11.4	10.3
Marseille	5.5	5.3	5.9	5.7	5.5	5.4	7.0	6.4	8.1	11.3	8.8	6.2	6.9
Perpignan	11.1	5.6	7.3	5.5	5.3	5.4	5.1	5.2	6.6	6.3	7.5	10,3	6.8
Puy de Dôme	7.4	7.5	7.7	6.6	5.9	6.4	6.6	6.8	6.7	6.6	6.3	7.3	6.8
Pic du Midi	12.7	11.9	9.2	9.5	7.4	8.4	7.2	7.1	7.1	7.9	10.0	12.2	9.3

La quantité moyenne de pluie par jour pluvieux au Puy de Dôme est tout à fait de même ordre qu'à Marseille et à Perpignan, où la quantité totale de pluie reçue dans l'année est près de 3 fois plus faible, mais se trouve répartie sur un nombre de jours 3 fois moindre. Au Pic du Midi, où le total de la pluie est voisin de celui du Puy de Dôme, mais où les jours de pluie sont beaucoup moins nombreux, la quantité de pluie par jour pluvieux est plus grande; elle est toutefois plus faible que celle de Nice.

En parcourant la dernière colonne de ce Tableau, qui donne la moyenne annuelle de la quantité de pluie par jour pluvieux, on remarque que, si l'on excepte les deux stations de montagne, cette quantité est la plus grande précisément dans les stations où la hauteur moyenne de pluie est elle-même la plus élevée, Besançon, Genève, Nice. Il paraît donc vraisemblable que la quantité de pluie par jour pluvieux dépend de la hauteur moyenne de pluie qui caractérise chaque station. On aurait ainsi des résultats plus comparables

en éliminant cette influence, par exemple en ramenant uniformément à 1000 la moyenne pluviométrique annuelle. Pour cela il suffit de diviser les nombres de la dernière colonne par la hauteur moyenne annuelle de pluie correspondante et de multiplier le quotient par 1000. On obtient ainsi les valeurs suivantes, où nous avons groupé les stations en trois catégories : les stations maritimes ou situées à peu de distance de la mer, les stations à régime franchement continental, et enfin les stations méditerranéennes, laissant à part Toulouse qui présente des caractères intermédiaires entre les deux dernières catégories.

Arras	5.3	Nancy	6.1	Toulouse	8.3
Parc Saint-Maur	6.2	Bâle	6.0		
Sainte-Honorine-du-Fay	5.4	Besançon	5.8	Nice	12.6
Brest	5.5	Bourges	7.1	Marseille	12.2
Nantes	6.3	Genève	6,9	Perpignan	11.6
Floirac-Bordeaux	5.0	Saint-Genis-Laval	6.8	Moyenne	12.2
Moyenne	5.6	Clermont-Ferrand	6.1		
		Moyenne	6.4		

On voit que, pour une même moyenne annuelle, 1000^{mm}, la quantité de pluie par jour pluvieux n'augmente que d'un dixième environ des stations maritimes aux stations continentales, tandis qu'elle est très sensiblement double dans les stations méditerranéennes, où elle atteint 12^{mm}. Pour une même quantité absolue de pluie, l'intensité de la pluie est donc beaucoup plus grande dans ces dernières stations, où le nombre de jours de pluie est beaucoup moindre.

La quantité moyenne de pluie par jour pluvieux montre en outre une variation annuelle assez nette : dans les stations continentales elle est la plus grande pendant la saison chaude; dans les stations à régime maritime, on retrouve le même caractère, mais avec une amplitude moindre et avec une tendance bien nette à la formation d'un second maximum en octobre, au commencement de l'automne. Dans les stations méditerranéennes et dans les deux stations de montagne, au contraire, le maximum se présente nettement en automne ou même en hiver.

Dans les Tableaux que nous avons donnés pour chaque station on trouve le nombre total de jours de pluie observés dans chaque mois pendant la période uniforme d'observation de trente années. Ces nombres ne sont pas immédiatement comparables d'un mois à un autre, à cause de la différence de longueur des mois. Il est préférable, pour cette comparaison, de calculer la *probabilité* d'un jour de pluie, qu'on obtient en divisant le nombre de jours de pluie par le nombre total de jours compris dans la période d'observations; ce dernier nombre est 930 pour les mois de 31 jours, 900 pour ceux de 30 jours, 846 pour février et 10956 pour l'année moyenne. On trouvera dans les Tableaux suivants les probabilités des jours de pluie de diverses intensités, ainsi obtenues.

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Probabilité d'une pluie mesurable (au moins 0mm,1) en un jour.													
Arras	0,545	0.545	0.543	0,474	0,456	0.441	0.466	0.480	0.465	0,577	0.583	0.591	0,514
Nancy	420	479	454	421	469	438	429	401	391	463	478	504	445
Parc Saint-Maur	450	454	444	432	447	413	394	385	379	494	488	487	439
Ste-Honorine-du-Fay	526	535	514	481	480	436	429	471	463	610	566	560	506
Brest	570	534	504	486	409	387	402	434	438	589	587	675	501
Bâle	380	430	442	500	492	519	466	416	431	468	460	446	454
Besançon	445	469	474	497	478	477	456	406	446	496	490	530	472
Bourges	389	422	412	399	412	367	327	268	319	433	442	466	388
Nantes	437	452	403	469	428	389	371	373	362	502	501	501	434
Genève	319	353	382	449	419	422	383	362	383	451	422	419	397
Saint-Genis-Laval	352	383	405	439	434	406	338	329	379	458	458	449	402
Clermont-Ferrand	446	455	456	508	480	450	386	347	403	474	491	495	449
Floirac-Bordeaux	620	572	543	589	533	490	400	401	474	605	666	709	550
Toulouse	332	333	348	413	363	340	242	241	272	331	352	392	336
Nice	186	196	232	248	248	224	130	122	202	306	280	241	218
Marseille	240	226	242	284	234	176	088	106	211	299	291	303	235
Perpignan	217	240	227	286	287	254	157	162	220	243	268	232	230
Puy de Dôme	0.692	0.727	0.705	0.700	0.668	0.670	0.630	0.590	0.659	0.695	0.699	0.723	0.679
Pic du Midi	478	481	546	622	556	495	378	378	476	487	496	511	492
Probabilité d'une pluie de 0mm,5 au moins en un jour.													
Arras	0.404	0,400	0,383	0.373	0.367	0.344	0,369	0,371	0.347	0.456	0.408	0.441	0,389
Nancy	351	396	388	360	394	379	374	338	346	400	412	437	381
Parc Saint-Maur	348	356	360	338	362	340	325	314	306	400	367	386	350
Ste-Honorine-du-Fay	395	395	392	361	362	318	317	342	342	484	441	429	382
Brest	509	485	443	424	359	331	341	378	388	543	534	606	461
Bâle	292	356	346	433	406	444	404	360	373	383	366	376	378
Besançon	385	398	424	433	406	413	397	352	398	441	410	452	409
Bourges	342	358	352	352	369	323	283	248	292	400	394	410	344
Nantes	381	382	355	387	367	323	328	309	311	444	437	441	372
Genève	269	293	310	369	346	351	326	315	330	382	353	347	333
Saint-Genis-Laval	258	291	303	354	351	334	281	276	313	359	356	354	319
Clermont-Ferrand	305	332	334	392	370	360	299	269	313	352	341	341	333
Floirac-Bordeaux	355	387	387	436	386	367	290	281	313	407	411	474	376
Toulouse	299	306	311	378	331	317	224	222	251	309	313	356	300
Nice	159	174	200	216	213	181	104	090	171	282	254	215	188
Marseille	189	187	198	229	186	139	062	082	177	255	243	232	181
Perpignan	183	189	194	240	222	194	137	118	176	189	209	191	187
Puy de Dôme	0.595	0.606	0.594	0.606	0.570	0.533	0.503	0.455	0.521	0.588	0.604	0.609	0.567
Pic du Midi	474	473	532	699	538	482	365	368	468	481	488	496	481
Probabilité d'une pluie de 1mm au moins en un jour.													
Arras	0.324	0.331	0.315	0.303	0.306	0.298	0.317	0.319	0.299	0.377	0.342	0.367	0.345
Nancy	308	345	332	319	339	339	341	297	306	365	366	391	337
Parc Saint-Maur	260	271	296	286	306	290	273	261	271	349	308	300	289
Ste-Honorine-du-Fay	320	329	331	304	299	271	265	280	296	422	361	361	320
Brest	438	428	376	360	295	276	280	318	337	477	473	554	384
Bâle	239	281	270	358	352	397	349	315	336	335	309	312	321
Besançon	342	358	378	380	356	376	357	315	372	403	364	405	367
Bourges	278	305	297	312	324	290	253	225	263	349	336	358	299
Nantes	332	327	309	330	313	283	273	247	267	400	392	400	323
Genève	228	253	266	316	313	313	296	284	300	340	298	306	293

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Probabilité d'une pluie de 1mm au moins en un jour (suite).													
Saint-Genis-Laval....	201	221	235	290	300	289	249	243	270	305	290	287	265
Clermont-Ferrand....	212	257	261	324	306	299	249	227	267	276	260	247	265
Floirac-Bordeaux.....	300	319	328	373	334	319	246	234	271	380	370	406	323
Toulouse.....	252	273	268	332	298	276	195	183	212	266	273	298	260
Nice.....	141	162	187	192	180	153	081	080	152	263	241	203	169
Marseille.....	160	152	167	192	157	120	047	068	151	230	220	188	154
Perpignan.....	148	144	162	198	183	160	109	095	148	154	180	162	153
Puy de Dôme.....	0.515	0.526	0,524	0.536	0,502	0,477	0.441	0,395	0.457	0.515	0.531	0.546	0.497
Pic du Midi.....	455	451	511	583	515	462	348	343	443	451	466	474	458
Probabilité d'une pluie de 5mm au moins en un jour.													
Arras.....	0,097	0.100	0,110	0.088	0.117	0.141	0.139	0,115	0.123	0.149	0.137	0.149	0.122
Nancy.....	106	115	100	108	115	151	159	118	139	165	143	167	132
Parc Saint-Maur.....	078	071	083	093	102	118	120	093	106	128	104	104	100
Ste-Honorine-du-Fay..	122	117	109	104	120	124	113	101	121	176	153	149	126
Brest.....	162	167	115	124	094	099	098	108	133	219	216	205	145
Bâle.....	074	074	085	132	146	196	174	158	174	159	106	111	133
Besançon.....	160	167	172	182	171	206	214	175	207	230	193	227	192
Bourges.....	094	104	095	111	116	138	128	106	126	162	131	116	119
Nantes.....	139	139	129	113	134	125	117	092	125	213	206	189	144
Genève.....	095	125	123	156	149	171	157	176	162	191	160	145	151
Saint-Genis-Laval....	054	071	075	102	149	139	137	133	143	139	110	096	113
Clermont-Ferrand....	056	082	087	108	134	151	120	120	129	112	094	085	107
Floirac-Bordeaux.....	118	123	132	156	150	151	104	090	129	185	190	178	142
Toulouse.....	091	102	100	157	138	147	087	089	098	127	134	111	113
Nice.....	091	104	123	114	091	084	034	044	103	177	166	130	105
Marseille.....	075	070	071	094	067	051	026	040	081	137	121	097	077
Perpignan.....	083	070	082	089	087	081	045	054	066	075	080	083	074
Puy de Dôme.....	0.265	0.301	0.286	0.281	0.259	0.261	0.253	0.234	0.234	0.296	0.278	0.324	0.272
Pic du Midi.....	270	268	288	339	244	228	156	144	216	220	278	274	225
Probabilité d'une pluie de 10mm au moins en un jour.													
Arras.....	0,034	0,027	0,034	0,022	0,051	0,065	0,059	0,046	0,052	0,058	0,053	0,056	0,047
Nancy.....	033	037	040	038	044	071	075	055	063	072	066	070	055
Parc Saint-Maur.....	016	021	019	020	034	056	051	040	044	048	031	030	034
Ste-Honorine-du-Fay..	042	039	035	033	048	048	047	048	052	081	063	045	049
Brest.....	048	074	033	047	033	038	045	038	058	083	101	070	056
Bâle.....	023	030	021	048	051	100	086	085	091	067	043	026	056
Besançon.....	071	070	073	079	095	116	123	099	107	130	103	102	097
Bourges.....	020	033	022	036	043	071	062	052	051	071	041	032	044
Nantes.....	046	056	051	037	058	049	056	044	060	109	092	089	062
Genève.....	038	054	054	064	081	083	082	109	152	123	081	057	077
Saint-Genis-Laval....	017	024	029	049	062	081	075	075	070	074	060	034	054
Clermont-Ferrand....	018	030	033	037	068	082	066	069	074	051	036	038	050
Floirac-Bordeaux.....	040	047	044	059	066	069	054	043	058	090	081	078	061
Toulouse.....	037	034	037	063	069	089	047	049	054	051	052	044	052
Nice.....	061	066	073	073	058	052	019	025	060	128	118	088	068
Marseille.....	045	040	046	052	040	031	012	023	052	102	072	063	048
Perpignan.....	058	034	047	048	043	036	024	031	036	042	051	055	042
Puy de Dôme.....	0.172	0,186	0,173	0.143	0.118	0.138	0,142	0.135	0.139	0,155	0,143	0,184	0.152
Pic du Midi.....	180	177	160	189	120	121	073	082	104	117	160	178	138

Probabilité d'une pluie de 20mm au moins en un jour.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Arras	0,003	0,006	0,004	0,002	0,011	0,016	0,014	0,015	0,012	0,008	0,006	0,009	0,009
Nancy	005	002	008	003	012	023	013	014	019	012	012	013	011
Parc Saint-Maur	002	001	003	003	009	013	006	017	011	009	004	000	007
Ste-Honorine-du-Fay	009	004	004	003	008	006	011	010	007	012	018	003	008
Brest	010	012	005	011	004	009	011	011	013	026	019	009	012
Bâle	002	006	003	003	012	027	027	023	021	015	011	005	013
Besançon	016	013	014	021	030	030	035	034	040	041	024	018	027
Bourges	003	002	002	004	015	017	016	018	013	016	009	006	010
Nantes	009	009	009	008	005	017	013	011	013	031	023	020	014
Genève	006	018	011	013	023	027	028	044	042	046	027	015	025
Saint-Genis-Laval	002	004	005	005	013	024	027	029	030	043	022	006	018
Clermont-Ferrand	003	007	010	009	024	027	029	025	036	015	007	009	017
Floirac-Bordeaux	006	009	004	010	012	021	010	014	017	020	016	012	013
Toulouse	012	007	009	016	023	037	017	017	024	012	018	008	017
Nice	022	027	037	034	029	030	020	013	031	070	060	038	033
Marseille	016	012	019	019	013	012	009	009	024	057	037	025	021
Perpignan	029	017	025	019	011	013	010	006	017	022	033	035	020
Puy de Dôme	0,073	0,079	0,068	0,053	0,037	0,051	0,049	0,053	0,062	0,046	0,042	0,071	0,057
Pic du Midi	102	096	062	074	045	043	028	032	030	044	063	098	059

Malgré des irrégularités qui tiennent soit à la nature même du phénomène, soit à des conditions locales, la probabilité des pluies de diverses intensités suit une variation annuelle assez nette et qui est à peu près la même pour les stations de même régime climatologique. On est donc fondé, pour mieux mettre ces variations en évidence, à prendre les moyennes des stations de même régime; nous avons ainsi réuni les stations en trois groupes : les stations à régime maritime (Arras, Parc Saint-Maur, Sainte-Honorine-du-Fay, Brest, Nantes, Floirac-Bordeaux); les stations continentales (Nancy, Bâle, Besançon, Bourges, Genève, Saint-Genis-Laval, Clermont-Ferrand, Toulouse); les stations méditerranéennes (Nice, Marseille, Perpignan). Nous donnons ici, pour chaque groupe, les probabilités moyennes des pluies de diverses intensités.

STATIONS A RÉGIME MARITIME.

Probabilité moyenne d'une pluie en un jour.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
Supérieure à 0mm,1	0,525	0,515	0,495	0,488	0,459	0,424	0,410	0,424	0,430	0,563	0,565	0,587	0,691
» 0mm,5	399	401	387	386	368	337	328	333	335	459	433	463	388
» 1mm	329	334	326	326	309	289	276	277	290	401	374	398	331
» 5mm	119	119	113	113	119	126	115	100	123	178	168	159	130
» 10mm	038	044	036	036	048	054	052	043	054	078	070	061	051
» 20mm	007	007	005	006	008	014	011	013	012	018	014	009	010
Inférieure à 1mm	0,196	0,181	0,169	0,162	0,150	0,137	0,134	0,147	0,140	0,162	0,191	0,189	0,160
Entre 1mm et 5mm	210	215	213	213	190	163	161	177	167	223	206	239	201

	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année.
STATIONS A RÉGIME CONTINENTAL.													
Probabilité moyenne d'une pluie en un jour.													
Supérieure à $0^{mm},1$...	0,385	0,415	0,422	0,453	0,443	0,427	0,378	0,346	0,378	0,447	0,449	0,463	0,417
» $0^{mm},5$...	313	341	343	384	372	365	323	298	327	377	368	384	350
» 1^{mm}.....	258	287	288	329	323	322	286	261	291	330	312	325	301
» 5^{mm}.....	091	105	105	132	140	162	147	134	147	161	134	132	132
» 10^{mm}.....	032	039	039	052	064	087	077	074	076	080	060	050	061
» 20^{mm}.....	006	007	008	009	019	027	024	025	028	025	016	010	017
Inférieure à 1^{mm}.....	0,127	0,128	0,134	0,124	0,120	0,105	0,092	0,085	0,087	0,117	0,137	0,138	0,116
Entre 1^{mm} et 5^{mm}.....	167	182	183	197	183	160	139	127	144	169	178	193	169
STATIONS MÉDITERRANÉENNES.													
Probabilité moyenne d'une pluie en un jour.													
Supérieure à $0^{mm},1$...	0,214	0,221	0,234	0,273	0,256	0,218	0,124	0,130	0,211	0,283	0,280	0,259	0,228
» $0^{mm},5$...	177	183	197	228	207	171	101	097	175	242	235	213	185
» 1^{mm}.....	150	153	179	194	173	144	079	081	150	216	214	184	159
» 5^{mm}.....	083	081	092	099	082	072	035	046	083	130	122	103	085
» 10^{mm}.....	035	047	055	058	047	040	018	026	049	091	080	069	053
» 20^{mm}.....	022	019	027	024	018	018	013	009	024	050	043	033	025
Inférieure à 1^{mm}.....	0,064	0,068	0,055	0,079	0,083	0,074	0,045	0,049	0,061	0,067	0,066	0,075	0,069
Entre 1^{mm} et 5^{mm}.....	067	072	087	095	091	072	044	035	067	086	092	081	074

Il est inutile d'insister longuement sur les résultats qui découlent des Tableaux précédents et qui ressortent d'eux-mêmes; nous nous bornerons donc aux faits principaux.

La fréquence de la pluie est, dans tous les mois, plus grande dans les stations maritimes que dans les stations continentales; mais cette plus grande fréquence tient uniquement à ce que les petites pluies, fournissant moins de 5^{mm} en un jour, sont beaucoup plus nombreuses dans les stations maritimes. Si l'on considère au contraire seulement les pluies d'au moins 5^{mm} en un jour, elles continuent à être moins fréquentes en hiver dans les stations continentales, mais le sont tellement plus en été, que le total annuel y devient plus grand que dans les stations maritimes.

D'une manière générale, aussi bien dans les stations maritimes que dans les stations continentales, les petites pluies et les grandes pluies ont une loi de fréquence inverse; les premières sont le plus fréquentes en hiver et présentent un minimum très net en été; les secondes, au contraire, c'est-à-dire les pluies de plus de 5^{mm} en un jour, sont le plus rares en hiver et ont, en été, un maximum de fréquence beaucoup plus marqué dans les stations continentales que dans les stations maritimes.

La région méditerranéenne offre des caractères très différents. La fréquence des pluies de toute intensité y présente une double variation annuelle, avec deux minima en janvier-février et juillet-août et deux maxima en mars-avril et

octobre-novembre. Le minimum de l'été et le maximum de l'automne sont très prépondérants.

Le nombre des jours de pluie qui fournissent moins de 5^{mm} est beaucoup plus faible dans la région méditerranéenne que dans les deux autres. Par contre, la région méditerranéenne l'emporte beaucoup pour la fréquence annuelle des fortes pluies, même sur les stations continentales et bien que les fortes pluies d'été continuent d'y rester plus rares; les trois autres saisons, surtout l'automne, sont marquées, dans la région méditerranéenne, par un très grand nombre de fortes pluies.

La probabilité ou fréquence des jours de pluie diminue très rapidement à mesure que l'on commence à compter ces jours au-dessus d'une limite plus élevée. La régularité de cette diminution est telle que l'on peut songer à chercher une expression empirique qui représente les valeurs données ci-dessus et qui permette de calculer la probabilité p d'une pluie égale ou inférieure à une limite donnée i. Cette représentation par une formule empirique ne peut du reste avoir d'intérêt que si la formule est simple et ne contient qu'un petit nombre de paramètres. Un essai a montré qu'une formule exponentielle ne convient pas; elle donnerait une diminution trop lente pour les petites valeurs de i. Au contraire on obtient une représentation très suffisante avec une formule hyperbolique.

La probabilité p d'une pluie égale ou inférieure à une valeur donnée i est ainsi donnée, pour l'année moyenne, par les expressions suivantes :

Stations maritimes..... $p(1+0,451\,i) = 0,507 - 0,0211\,i$
Stations continentales..... $p(1+0,355\,i) = 0,429 - 0,0148\,i$
Stations méditerranéennes..... $p(1+0,300\,i) = 0,220 - 0,0018\,i$

Ces formules, ou tout au moins les deux premières, ne peuvent être employées pour des valeurs de i supérieures à 20^{mm}, car elles donneraient alors des valeurs négatives pour p. Elles représentent, du reste, très convenablement les observations entre $i = 0$ et $i = 20^{mm}$, comme on le voit d'après le Tableau suivant :

Valeurs observées et calculées de la probabilité de la pluie.

Pluie égale ou supérieure à	Stations maritimes.		Stations continentales.		Stations méditerranéennes.	
	Obs.	Calcul.	Obs.	Calcul.	Obs.	Calcul.
mm						
0,0.....	—	0,507	—	0,429	—	0,220
0,1.....	0,491	484	0,417	413	0,228	214
0,5.....	388	405	350	358	185	191
1,0.....	331	335	301	306	159	168
5,0.....	130	124	132	128	085	084
10.....	051	054	061	062	053	051
15.....	023	024	031	033	035	035
20.....	010	009	017	016	025	026

Les formules analogues pour les deux stations de montagne seraient :

Puy de Dôme..... $p(1+0,214i)=0,651-0,017i$
Pic du Midi..... $p(1+0,175i)=0,518-0,013i$

La différence moyenne entre l'observation et le calcul est $\pm 0,011$ pour le Puy de Dôme et $\pm 0,007$ pour le Pic du Midi.

Ces formules empiriques représentent les observations avec une exactitude très suffisante. Elles pourraient être employées, en particulier, pour calculer la probabilité des pluies au-dessus de limites autres que celles que nous avons indiquées dans le présent travail.

Pour terminer, nous avons résumé dans le Tableau ci-dessous, pour les 19 stations, les moyennes annuelles des hauteurs de pluie et des nombres de jours de pluie supérieures à diverses limites.

RÉSUMÉ DES 30 ANNÉES 1881-1910.

Moyennes annuelles.

	Hauteur de pluie.	Nombre de jours de pluie égale ou supérieure à									
		0mm,1.	0mm,5.	1mm.	5mm.	10mm.	15mm.	20mm.	25mm.	30mm.	40mm.
	mm										
Arras.....	673	187,7	141,9	118,7	44,7	17,1	7,0	3,2	1,3	0,6	0,2
Nancy.....	732	162,7	139,2	123,1	48,3	20,2	8,4	4,2	1,8	1,1	0,3
Parc Saint-Maur.....	560	160,3	127,9	105,7	36,6	12,5	5,3	2,4	1,0	0,6	0,2
Sainte-Honorine-du-Fay..	686	184,7	139,4	116,8	46,0	17,8	7,6	2,8	1,2	0,7	0,1
Brest.....	821	183,1	162,6	140,3	52,9	20,3	8,5	4,2	2,5	1,5	0,5
Bâle.....	754	165,8	138,2	117,2	48,5	20,4	9,5	4,7	2,5	1,3	0,4
Besançon.....	1081	172,4	149,4	134,1	70,2	35,6	18,7	9,7	6,3	3,8	1,2
Bourges.....	662	141,6	125,5	109,2	43,4	16,3	7,7	3,8	2,1	1,2	0,4
Nantes.....	767	158,4	135,8	117,9	52,5	22,7	11,0	5,1	2,3	1,3	0,3
Genève.....	881	145,1	121,5	106,9	55,1	28,3	16,3	9,1	5,2	3,1	1,1
Saint-Genis-Laval.....	713	147,0	116,6	96,9	41,1	19,9	10,6	6,5	4,4	2,7	1,5
Clermont-Ferrand.....	658	164,0	121,9	96,9	38,9	18,3	9,9	6,1	3,5	2,1	0,8
Floirac-Bordeaux.....	769	200,9	137,3	118,1	51,9	22,2	10,1	4,6	2,5	1,1	0,2
Toulouse.....	664	120,5	109,7	95,0	42,0	19,1	9,8	6,0	3,3	2,0	0,8
Nice.....	820	79,6	68,7	61,9	38,4	25,0	17,1	12,2	9,0	6,5	4,0
Marseille.....	567	82,1	66,2	56,3	28,3	17,6	11,5	7,7	4,7	3,5	1,6
Perpignan.....	571	84,0	68,1	56,0	27,2	15,4	10,0	7,2	5,2	4,2	2,6
Puy de Dôme.....	1693	248,1	207,0	181,4	99,5	55,6	34,0	20,8	12,7	8,0	3,1
Pic du Midi.....	1665	179,0	175,6	100,7	82,2	50,5	30,8	21,7	16,2	11,7	6,8

Le nombre des jours de pluie mesurable tombe, par an, aux environs de 80 sur les côtes de la Méditerranée, tandis qu'il dépasse 180 en Artois, en Normandie, à Brest et atteint même 200 à Bordeaux. Si l'on prend pour limite inférieure $0^{mm},5$, c'est au contraire Brest qui présente le maximum; il en est encore de même pour les pluies qui dépassent $1^{mm},0$; au-dessus de cette limite,

la différence entre les stations maritimes et les stations continentales s'atténue rapidement et celles-ci arrivent bientôt à l'emporter.

Le nombre moyen annuel des jours de pluie mesurable au Pic du Midi est dépassé dans beaucoup de stations d'altitude basse (Arras, Sainte-Honorine-du-Fay, Brest, Bordeaux). Le Puy de Dôme, au contraire, laisse loin derrière lui toutes les autres stations et donne le maximum connu jusqu'ici du nombre de jours de pluie pour toute la France.

Ces données suffisent pour donner une idée générale de la répartition des jours de pluie en France, en attendant qu'on puisse entreprendre une étude détaillée, pour laquelle il serait nécessaire de réunir de bonnes observations au moins dans 100 ou 200 stations.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES MOULINETS ANÉMOMÉTRIQUES

Par M. C.-E. BRAZIER

PRÉFACE.

Lorsque j'ai entrepris les recherches exposées dans ce Mémoire, je ne pensais pas qu'elles prendraient l'extension que j'ai été conduit à leur donner par la suite. Mon but primitif était de déterminer le degré de précision des mesures anémométriques faites avec les instruments actuellement en usage et d'étudier uniquement à ce point de vue l'anémomètre à moulinet Robinson et l'anémomètre à moulinet Richard employés dans les stations françaises.

Cette donnée m'était en effet nécessaire pour discuter les observations que j'avais utilisées en vue de rechercher le sens et la grandeur des modifications introduites dans les relations du vent avec le gradient, dans les couches d'air voisines du sol, par les variations de la distribution des éléments météorologiques aux alentours du point où les mesures sont effectuées (1).

Les phénomènes que j'ai constatés en étudiant l'influence de l'inclinaison des filets d'un courant d'air sur la vitesse de rotation des anémomètres Robinson et Richard, l'intérêt qui s'attache pour le météorologiste à la connaissance la plus complète possible du fonctionnement des appareils employés pour enregistrer la vitesse du vent, et la nécessité de déterminer le degré de précision des nombres qu'ils fournissent avant de tenter d'en faire une discussion vraiment objective, m'ont amené à laisser provisoirement de côté le travail que j'avais commencé pour étudier d'abord le fonctionnement des moulinets anémométriques.

M. Angot, directeur du Bureau Central météorologique, m'a vivement conseillé de poursuivre ces recherches et je tiens à lui exprimer ma sincère gra-

(1) *C. R. Acad. Sc.*, t. 168, p. 1160; t. 169, p. 730 et 869.

titude pour les encouragements qu'il m'a prodigués et pour sa bienveillante intervention auprès de MM. Eiffel et Toussaint, grâce à laquelle les portes des laboratoires d'Auteuil et de Saint-Cyr m'ont été si largement ouvertes.

Les premières mesures ont été faites au Laboratoire aérodynamique G. Eiffel dont les ressources, mises gracieusement à ma disposition, m'ont permis d'orienter mon travail. Je suis heureux de pouvoir exprimer tous mes remerciements à M. Eiffel pour l'obligeance avec laquelle il m'a laissé user de ses souffleries et à ses collaborateurs, MM. A. Lapresle, directeur du laboratoire, et M. Richard, ingénieur, pour la complaisance qu'ils m'ont manifestée en m'initiant à leurs méthodes et en se prêtant à la réalisation de mes expériences.

Une grande partie du travail a été faite à Saint-Cyr, à l'Institut aérotechnique de l'Université de Paris dirigé par M. Toussaint. Grâce aux facilités qu'il m'a accordées, et dont je lui sais le plus grand gré, j'ai pu éliminer un certain nombre de causes d'erreurs en m'entourant des précautions que m'ont suggérées une pratique déjà longue de la vérification des instruments météorologiques et l'éducation expérimentale que j'ai reçue au Laboratoire d'enseignement de la Physique de la Sorbonne dirigé par mon ancien Maître, M. le professeur Bouty, que je prie d'agréer l'expression de ma respectueuse sympathie.

C'est là que M. Dongier, alors sous-directeur de ce laboratoire, m'a initié à la pratique des mesures physiques. Devenu depuis mon chef de Service au Bureau Central météorologique, il m'a continué ses excellents conseils en m'associant à ses travaux et, depuis ma démobilisation, avec un désintéressement dont je ne puis assez le remercier, a assumé la totalité de la besogne administrative et m'a déchargé d'une grande partie du travail matériel qui m'incombait pour me permettre de me consacrer à mes expériences et à leur discussion.

M. J. Richard, le constructeur bien connu, toujours prêt à venir en aide aux chercheurs qui poursuivent l'étude et le perfectionnement des appareils météorologiques, a bien voulu me prêter un certain nombre d'instruments et faire réaliser dans ses ateliers la plupart des moulinets qui ont été expérimentés. Je serais heureux que les résultats obtenus puissent lui être de quelque utilité.

Les recherches bibliographiques ont été notablement abrégées par l'amabilité avec laquelle M. Goutereau, chef du Service des Avertissements, a mis à ma disposition les renseignements qu'il avait autrefois rassemblés sur la question de l'anémométrie.

Les divers dispositifs expérimentaux qui m'ont été nécessaires ont pu être construits à l'atelier du Bureau Central météorologique et l'habileté du mécanicien, M. Parre, m'a été d'un précieux secours pour mener à bien leur réalisation.

Mes remerciements vont à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à faciliter mes recherches et je les prie de recevoir l'expression de mon reconnaissant souvenir.

INTRODUCTION.

Considérations générales sur le vent et sa mesure.

Nature du vent. — L'anémométrie comprend l'etude des procédés et des appareils à l'aide desquels on effectue la mesure de la vitesse du vent et des moyens permettant de se rendre compte de la précision des nombres obtenus.

Pour se faire une idée de la complexité des problèmes que l'on doit résoudre en anémométrie, il est important de ne pas oublier que le mouvement de l'air qui constitue le vent est loin d'être comparable à celui d'une nappe liquide de vaste étendue s'écoulant d'une manière uniforme.

Quiconque a suivi de l'œil la trajectoire décrite par un objet léger emporté par le vent a pu remarquer que les courants aériens, tout au moins dans les couches d'air voisines du sol, ne sont pas formés de filets animés d'un mouvement rectiligne et uniforme. En ce qui concerne les couches plus élevées, les formes affectées par les nuages et les déformations rapides que subissent leurs contours montrent que, même à des hauteurs assez grandes, l'air ne s'écoule pas d'un mouvement régulier et en filets parallèles. L'expérience journalière nous a d'ailleurs appris à tous que le vent souffle par bouffées ou rafales séparées par des accalmies plus ou moins prononcées et que l'intensité de ces rafales est fort variable d'un point à un autre.

La variabilité de la vitesse du vent dans le temps et dans l'espace est telle que certains auteurs ont été conduits à penser que le vent consisterait « *surtout dans des mouvements de masses détachées* » que l'on peut comparer, « *pour fixer les idées, à des projectiles d'air, traversant la masse générale de l'atmosphère* » (1). Les études sur la variabilité du vent publiées par Lancaster (2), Fines (3), Houdaille (4), Langley (5), Simpson (6), Dines (7), Maurain (8), C.-E. Brazier et M. Gignoux (9) ont bien fait ressortir que, dans le cas général et jusqu'à 300^{m} au-dessus du sol, la vitesse du vent subit des fluctuations très rapides en grandeur et en direction

(1) HOUZEAU, cité par LANCASTER, *Sur la nature du vent* (*Congrès de la science de l'atmosphère*, Anvers, août 1894).

(2) LANCASTER, *Sur la nature du vent, loc. cit.*

(3) *Bulletin de la Commission météorologique des Pyrénées-Orientales*, 1889.

(4) *Bulletin de la Commission météorologique de l'Hérault*, 1897.

(5) *The internal work of wind, Smithsonian Contributions*, Washington, 1893, et *American Journal of Science*, 1894.

(6) *Meteorological Office*, n° 180.

(7) *Advisory Committee for Aeronautics* (*Reports and Memoranda*, années 1909 à 1914).

(8) *Bulletin de l'Institut aérotechnique de l'Université de Paris*, III, 1913.

(9) *Annuaire de la Société météorologique de France*, LXIII, 1915-1919.

et que le mouvement de l'air auquel nous donnons le nom de *vent* présente tous les caractères d'un mouvement turbulent.

Il faut cependant reconnaître qu'à une hauteur suffisante dans l'atmosphère libre, ce mouvement peut dans certains cas être considéré comme sensiblement uniforme pendant un laps de temps assez considérable. Le 18 novembre 1916 par exemple, j'ai enregistré à la Tour Eiffel entre $7^h\ 15^m$ et $7^h\ 45^m$ un vent très régulier dont les vitesses extrêmes sont restées comprises entre 8 et 9 m : sec. et depuis cette époque j'ai pu constater plusieurs fois le même phénomène. On peut dire cependant que, à 300^m au-dessus de Paris, il constitue une exception, et si l'on adopte l'opinion de Langley [1], corroborée d'ailleurs par l'observation des nuages, il en est de même à des altitudes beaucoup plus élevées.

Mesure de la vitesse du vent. — La mesure de la vitesse du vent dans tous ses détails nous apparaît donc comme extrêmement difficile à réaliser : aussi se borne-t-on la plupart du temps à tâcher de déterminer, en un point donné et pendant un intervalle de temps déterminé, le mouvement moyen de l'air en admettant que ce mouvement est rectiligne et uniforme. Nous étudierons ci-dessous quelles sont les conditions auxquelles doivent satisfaire les instruments de mesure ou anémomètres pour que leurs indications permettent de connaître la vitesse moyenne du vent.

La vitesse du vent est une grandeur vectorielle et peut se définir de deux manières :

1° Par ses composantes suivant trois axes de coordonnées;

2° Par sa grandeur et sa direction.

Ces deux procédés qui, au point de vue théorique, ont la même valeur, sont inégalement difficiles à mettre en application. En fait, on n'a pas jusqu'à présent réalisé, à ma connnaissance, d'appareil pratique permettant d'enregistrer simultanément les composantes de la vitesse du vent et l'on s'est borné à établir des instruments en vue d'obtenir séparément la vitesse et la direction des courants aériens.

Quelquefois le même transmetteur permet d'enregistrer sur des récepteurs séparés la direction d'une part et la vitesse d'autre part; le plus souvent on détermine la direction à l'aide d'un transmetteur spécial nommé *anémoscope* ou *girouette*. Les girouettes sont connues et employées depuis un temps immémorial, mais on n'a guère commencé à les observer systématiquement que vers 1650, en Italie, et 1667, en Angleterre [2]. Leur emploi ne résout d'ailleurs

---

[1] *Loc. cit.*

[2] Cl. Abbe, *Treatise on Meteorological Apparatus and Methods* (Washington, 1888).

que partiellement le problème de la détermination de la direction du vent. En effet, si elles permettent de définir le plan vertical dans lequel se trouve la direction du courant, elles ne donnent pas son inclinaison sur l'horizon. Quoique des appareils aient été inventés dans le but de donner la direction dans l'espace [1], il ne semble pas qu'ils soient devenus jusqu'à présent d'un usage courant. On peut faire la même remarque concernant les instruments imaginés pour la mesure de la vitesse. La plupart des anémomètres sont en effet construits pour donner le chemin parcouru par le vent dans un plan horizontal et les diverses tentatives faites, soit pour construire des appareils fournissant les composantes du vent suivant trois axes rectangulaires, soit pour mesurer la composante verticale, paraissent n'avoir eu que peu de succès.

En fait, ce que l'on entend actuellement par vitesse du vent c'est le chemin moyen parcouru horizontalement par le vent pendant l'unité de temps, sa direction étant le point de l'horizon dont paraissent provenir les filets d'air constituant le courant aérien. Ce sont ces deux éléments que l'on se propose généralement de déterminer. Il est inutile d'insister sur l'importance de ces mesures tant au point de vue des recherches de météorologie pure qu'au point de vue des applications pratiques. Le navigateur et le géographe, l'ingénieur et l'architecte, le climatologiste et l'agriculteur sont les premiers à en faire leur profit.

Pendant bien longtemps on s'est contenté de mesurer la vitesse du vent dans les couches basses. Mais le développement très rapide de la navigation aérienne et l'introduction dans la balistique des corrections dues à l'action du vent sur les projectiles ont forcé l'anémométrie à étendre son domaine. A l'heure actuelle la connaissance de la vitesse et de la direction des courants dans les couches élevées, qui n'intéressait guère autrefois que les météorologistes, est devenue d'une importance fondamentale au point de vue pratique.

L'étude des procédés employés pour déterminer la vitesse des vents supérieurs, que l'on déduit soit du mouvement des nuages, soit de la trajectoire suivie par des ballons de caoutchouc gonflés d'hydrogène, sortirait du cadre de ce travail. Nous ne considérons donc dans ce qui va suivre que ceux dont on se sert pour mesurer le vent au voisinage du sol.

Principe des anémomètres. — L'air en mouvement est capable de produire un certain nombre d'effets mécaniques ou physiques dont la grandeur est en relation avec la vitesse des filets d'air. Un certain nombre de ces effets, susceptibles d'être mesurés d'une manière relativement commode, peuvent être employés

---

[1] LAUGHTON, *Historical Sketch of Anemometry and Anemometers* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, VIII, 1882, p. 174). — P. Marc DECHEVRENS, *Sur l'inclinaison des vents* (Zi-Ka-Wei, 1881). — CASELLA, *Description of an Altazimuth anemometer for continously recording the vertical angle as well as the horizontal direction and force of the vind* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XII, 1886). — Etc.

pour comparer l'intensité des mouvements de l'air auxquels ils sont dus. Par exemple, le vent exerce sur les corps qui lui sont exposés une pression qui croît rapidement avec sa vitesse, il est susceptible de faire tourner des mécanismes appropriés et convenablement orientés, il accélère la perte de chaleur des corps maintenus à une température supérieure à celle de l'air, active l'évaporation, etc. On a basé sur toutes ces actions des procédés anémométriques, mais les seuls effets qui aient permis de construire jusqu'à présent des appareils vraiment pratiques se ramènent à :

1° La pression;

2° La rotation;

3° Le refroidissement.

D'où trois grandes classes d'appareils anémométriques qui, rangés suivant l'ordre d'ancienneté, sont : les anémomètres à pression, les anémomètres à rotation et les anémomètres à refroidissement. Étant donnée l'extrême variété des instruments appartenant à ces diverses catégories, j'ai cru bon d'étudier tout d'abord ceux qui sont actuellement les plus répandus. C'est pourquoi les recherches exposées dans ce travail concernent uniquement les anémomètres à rotation.

Étalonnage des anémomètres. — Pour être en mesure de déduire la vitesse du vent des indications d'un anémomètre à pression, à rotation ou à refroidissement, il est indispensable d'étalonner l'appareil. Pour y parvenir, on peut avoir recours à deux procédés :

1° Placer l'anémomètre dans des courants d'air de vitesse connue et construire la courbe de ses indications en fonction des vitesses.

2° Déplacer l'instrument dans l'air calme et déterminer la loi suivant laquelle varient ses indications en fonction de la vitesse du déplacement.

Le premier de ces procédés exige la réalisation de courants d'air de vitesse connue et variable à volonté, pouvant être maintenus uniformes pendant un temps assez long, et possédant une section suffisamment grande pour que les filets extrêmes ne soient pas déviés par les appareils qu'on y introduit. C'est là un problème qui n'a été pratiquement résolu que dans ces vingt dernières années; aussi s'est-on contenté jusqu'à présent de mettre en usage le procédé inverse en déplaçant dans l'air avec une vitesse déterminée l'instrument à étalonner.

Le plus souvent, celui-ci est fixé à l'extrémité du bras d'un manège dont la vitesse de rotation peut être maintenue constante à telle valeur que l'on désire. La vitesse du bras par rapport à l'air ambiant est nulle au centre du manège et croît à mesure que l'on s'écarte de ce point; pour que l'anémomètre puisse être considéré comme placé dans un courant d'air uniforme, il faudrait donc le fixer sur le bras d'autant plus loin du centre que les

dimensions de l'organe sur lequel s'exerce l'action du vent sont elles-mêmes plus grandes. En réalité, on le place à des distances différentes de l'axe et l'on détermine par le calcul la vitesse de rotation que prendrait le moulinet si on le déplaçait suivant une trajectoire rectiligne.

Ce n'est d'ailleurs pas la seule correction que nécessitent les expériences faites par ce procédé. On ne peut négliger, si l'on veut obtenir des résultats précis, les mouvements parasites de l'air dus au vent naturel, si l'on opère à l'air libre, et à l'entraînement par le bras du manège. On s'assure par des anémomètres établis à poste fixe dans des endroits convenables, par des ballonnets équilibrés, par des fumées, etc., de l'importance relative de ces mouvements parasites et l'on mesure leur ordre de grandeur afin d'en tenir compte dans la détermination du mouvement relatif de l'instrument par rapport à l'air entraîné. Il est bon de remarquer que le mouvement de ce dernier n'est pas normal au bras du manège mais qu'il est dirigé obliquement par rapport à celui-ci par suite de l'action de la force centrifuge.

Le sens de rotation du manège pourra dans certains cas ne pas être indifférent. Avec les anémomètres à coupes, par exemple, si le sens de la rotation est tel que la coupe offrant sa concavité au vent est la plus éloignée de l'axe, le moulinet tournera plus rapidement pour une vitesse angulaire donnée que dans le cas contraire. On est alors obligé, soit de faire tourner alternativement le manège dans les deux sens et de prendre la moyenne des mesures, soit de disposer l'anémomètre de telle manière que son axe, au lieu d'être placé perpendiculairement au bras, se trouve dans son prolongement.

Cette seconde manière de faire a été fort critiquée. La force centrifuge développée par la rotation du bras tend à éloigner le moulinet de l'axe du manège. Il est donc indispensable de placer l'anémomètre de manière que la crapaudine soit tournée vers l'extérieur et le moulinet vers le centre, sinon les conditions du fonctionnement sont tout à fait changées. Même dans ce cas on ne peut affirmer que les conditions dans lesquelles se trouve placé l'instrument sont comparables à celles dans lesquelles il est destiné à fonctionner. La pression de l'extrémité de l'axe sur sa crapaudine est en effet considérablement augmentée surtout pour les grandes vitesses et les courts rayons de giration et doit causer des variations de frottement assez notables. Il faut d'ailleurs reconnaître que si l'on opère avec l'axe du moulinet disposé verticalement et perpendiculairement au bras, la force centrifuge intervient également pour accroître le frottement de l'axe sur ses coussinets et que là encore les conditions de fonctionnement ne sont pas exactement comparables à celles dans lesquelles l'instrument se trouve ordinairement placé pour la mesure de la vitesse du vent.

Toutes les corrections que nécessite la méthode du manège rendent bien préférable le procédé d'étalonnage qui consiste à placer l'anémomètre à poste

fixe, dans des courants d'air de vitesse connue, puisque c'est en opérant de cette manière que l'on s'écarte le moins possible des conditions dans lesquelles l'instrument est appelé à fonctionner plus tard. C'est une des raisons pour lesquelles il m'a paru utile de profiter des ressources que nous offrent les laboratoires aérodynamiques pour reprendre l'étude des anémomètres.

Comparaisons à l'air libre. — Supposons que l'étalonnage d'un anémomètre ait pu être fait avec toute l'exactitude désirable et que l'on connaisse la relation $V = f(n)$ qui existe entre le nombre de tours qu'il effectue par unité de temps, n, et la vitesse du courant d'air, V, dans lequel il se trouve placé. Le tarage étant fait par paliers successifs, la courbe $V = f(n)$ représente la manière dont se comporte l'appareil quand l'état permanent est atteint. A l'air libre les conditions ne sont plus les mêmes : il est rare que l'on puisse considérer l'état permanent comme étant réalisé; la vitesse du vent est une certaine fonction du temps et l'on n'est plus toujours en droit de négliger le moment d'inertie de la partie tournante, pas plus que l'influence des changements de direction des filets d'air qui agissent sur elle, si l'axe est assujetti, comme c'est le cas général, à rester toujours dans le même plan. Le problème devient extrêmement complexe et l'on se trouve obligé pour le simplifier d'admettre un certain nombre d'hypothèses. Admettons donc que le moment d'inertie du moulinet soit assez faible pour pouvoir être négligé et que sa vitesse de rotation soit uniquement due à la composante horizontale de la vitesse du vent, et cherchons à quelles conditions devra satisfaire l'anémomètre pour que l'on puisse déduire de ses indications la vitesse moyenne du vent pendant un intervalle donné.

Deux cas peuvent se présenter :

1° La fonction $V = f(n)$ est de la forme $V = a + bn$ dans laquelle a et b sont des constantes;

2° La relation entre V et n ne peut être représentée par une formule linéaire.

Dans le premier cas, la vitesse moyenne du vent s'obtiendra en introduisant dans la formule $V = a + bn$ la valeur moyenne de n pendant l'intervalle de temps donné.

En effet, si V_m est la vitesse moyenne, V la vitesse actuelle, T l'intervalle pendant lequel on désire connaître la vitesse moyenne on a

$$V_m = \frac{1}{T}\int_0^T V\,dt;$$

d'autre part,

$$V = a + bn = a + b\psi(t),$$

d'où

$$V_m = \frac{1}{T}\int_0^T [a + b\psi(t)]\,dt = a + bn_m.$$

Il suffira donc d'enregistrer le nombre de tours effectués par le moulinet dans l'intervalle pendant lequel on veut déterminer la vitesse du vent et d'en déduire le nombre moyen de tours par unité de temps pour être en mesure de calculer V_m.

Il n'en est plus de même si $V = f(n)$ n'est pas une fonction linéaire.

Supposons pour fixer les idées que l'on ait $V = a + bn + cn^2$:

$$V_m = \frac{1}{T}\int_0^T [a + b\psi(t) + c[\psi(t)]^2]\,dt = a + bn_m + \int_0^T [\psi(t)]^2\,dt.$$

Cette dernière intégrale ne peut se calculer que si l'on connaît $\psi(t)$. Il en résulte que la vitesse moyenne dans un intervalle donné ne peut plus être obtenue que si l'on enregistre les variations de la vitesse de rotation du moulinet pendant le laps de temps considéré.

On conçoit donc que, en comparant dans le vent naturel les indications d'anémomètres à rotation pour lesquels la relation $V = f(n)$ n'est pas linéaire et affecte des formes différentes, on n'obtiendra que des résultats peu concordants si ces instruments sont munis, comme c'est le cas la plupart du temps, de compteurs totalisant le nombre de tours.

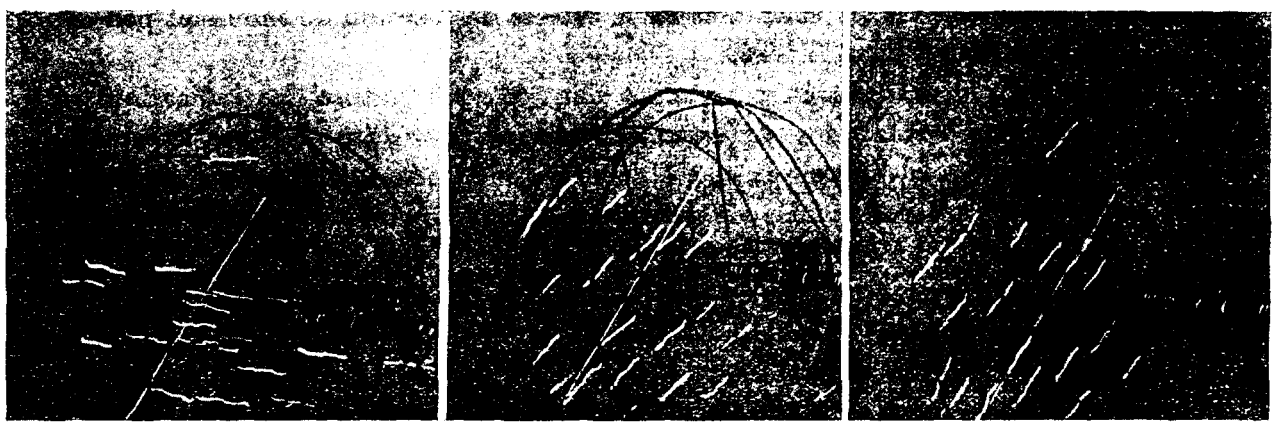
D'ailleurs, une comparaison précise des indications des anémomètres dans le vent naturel exigerait encore la réalisation d'autres conditions. Les organes sensibles de ces instruments étant en général assujettis soit à tourner dans un plan déterminé, soit à se présenter au vent sous une inclinaison fixe, il faudrait, ou bien que l'inclinaison du vent sur l'horizon restât très faible et ne subît pas de notables fluctuations, ou bien que les indications des divers anémomètres mis en étude fussent proportionnelles à la même fraction de la composante horizontale du déplacement de l'air.

Dans le cas général, la première de ces conditions ne peut être considérée comme étant réalisée, même si l'on se place à des hauteurs assez grandes au-dessus du sol. L'inclinaison du vent reste en effet sujette à varier rapidement d'un instant à l'autre et peut atteindre des valeurs beaucoup plus grandes qu'on ne serait tenté de le croire *a priori*. On trouvera dans les photographies ci-après que j'ai prises au sommet de la Tour Eiffel le 3 juin 1920 un exemple très net de la variabilité de l'inclinaison du vent. Ces documents font voir qu'à 300^m au-dessus du sol, le vent, dont la direction est indiquée par l'orientation que prennent de courts fils de laine portés par une carcasse métallique, peut présenter en l'espace de quelques minutes toutes les inclinaisons comprises entre 0° et 60°.

Puisque le vent souffle la plupart du temps par rafales plus ou moins inclinées sur l'horizon, il faudrait, pour que les comparaisons fussent valables, que la seconde condition fût remplie, c'est-à-dire que les divers anémomètres se comportassent de la même manière dans un courant d'air incliné. Or, dans l'état

actuel de nos connaissances, il est impossible de rien affirmer à ce sujet. On sait bien que si les filets d'air font avec l'horizon un angle dont la valeur ne dépasse pas notablement 10°, les données qu'ils fournissent sont à peu de chose près les mêmes que lorsque le vent souffle horizontalement. Mais on ne connaît pas exactement la manière dont ces instruments se comportent lorsque l'inclinaison prend des valeurs très grandes. Les recherches effectuées au manège par Hasenkamp [1] ne fournissent sur cette question que des indications assez vagues vu la difficulté d'interpréter les résultats de ses expériences.

Fig. 1.



$16^h 3^m$ $16^h 7^m$ $16^h 9^m$

Photographies prises au sommet de la Tour Eiffel le 3 juin 1920.

Exemple de variations rapides de l'inclinaison du vent.

Il apparaît donc que les comparaisons d'anémomètres dans le vent naturel sont loin d'avoir la portée pratique que certains auteurs leur ont attribuée. Faites dans des conditions mal définies, elles ne peuvent conduire qu'à des résultats incertains. Pour qu'elles eussent une signification précise et qu'on puisse en tirer des indications utilisables sur la manière dont ces instruments se comportent dans la pratique courante des mesures anémométriques, il serait indispensable : 1° de connaître les relations qui existent entre les données fournies par les anémomètres à comparer, la vitesse du vent et l'inclinaison de celui-ci quand l'état permanent est établi; 2° de réaliser un appareil d'inertie très faible et capable d'indiquer à tout instant la vitesse et la direction du vent dans l'espace. Peut-être alors serait-il possible de déterminer dans quelle mesure la variabilité du vent affecte les indications de nos anémomètres et d'arriver à fixer le degré de précision des mesures anémométriques.

---

[1] Hasenkamp, *Untersuchungen über die Methode der Anemometerprüfung mit dem Rotations-Apparate* (*Archiv der deutschen Seewarte*, Jahrg. XIII, Hambourg 1890).

Ces deux problèmes préliminaires peuvent être abordés actuellement dans les laboratoires aérodynamiques. Le présent Mémoire est consacré à l'exposé des recherches effectuées en vue d'arriver à résoudre le premier [1]. Il se divise en trois parties. La première contient un historique abrégé de l'anémométrie. Les deux autres sont constituées par mes propres recherches et ont trait, la seconde à l'étude expérimentale des moulinets anémométriques dans des courants d'air permanents de vitesse et d'inclinaison différentes, la troisième aux changements qu'éprouve la résistance d'un hémisphère et d'un hémicylindre creux placés dans l'air en mouvement quand on fait varier l'angle d'attaque.

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE DE L'ANÉMOMÉTRIE.

CHAPITRE I.

LES DIVERS TYPES D'ANÉMOMÈTRES ET LEUR HISTORIQUE.

Utilité de l'étude historique de l'anémométrie. — Avant de se livrer à des recherches fructueuses sur des questions aussi complexes que celles que soulève l'anémométrie, questions sur lesquelles l'ingéniosité des inventeurs s'est exercée pendant plus de deux siècles, il est indispensable de bien connaître les diverses voies que l'on a suivies pour arriver aux formes d'anémomètres actuellement en usage. Cette manière de faire évite au chercheur des tâtonnements souvent décourageants et, en le faisant profiter de l'expérience de ses devanciers, abrège notablement son travail en lui montrant les causes d'erreur dont il doit se garder. On ne trouve malheureusement en français aucun ouvrage récent sur les anémomètres et les recherches auxquelles ils ont donné lieu. C'est pourquoi j'ai cru utile de combler cette lacune en donnant un aperçu général de l'historique de l'anémométrie.

---

[1] En réalité j'ai pu mener de front l'étude de ces deux problèmes et le second s'est trouvé résolu en même temps que le premier. Les principes sur lesquels est basé l'instrument que j'ai réalisé ont été exposés devant la Société météorologique de France le 6 janvier 192[illegible] (voir *Ann. Soc. mét. de France*, LXIV, p. 51). Cet instrument fera l'objet d'un Mémoire ultérieur dans lequel seront donnés tous détails utiles sur son étalonnage et son fonctionnement.

Premier stade de l'anémométrie : les échelles anémométriques. — Grâce aux actions exercées par le vent sur le corps humain, les arbres, les fumées et en général sur les objets qui constituent notre entourage, tout le monde sait apprécier si le vent est nul, faible, moyen, fort ou violent. Ce sont ces appréciations dont l'usage remonte vraisemblablement à l'antiquité la plus reculée, qui constituent le premier stade de l'anémométrie. On voit immédiatement que ces mesures rudimentaires ne peuvent être comparables entre elles que si les divers individus qui les font ou les utilisent se sont au préalable bien entendu sur la signification des termes qu'ils emploient et sur les phénomènes qui leur servent de base pour déclarer que le vent est nul, moyen ou violent. Autrement dit, il est nécessaire d'établir un ensemble de règles, un code, suivant lequel seront faites les diverses appréciations.

Ce n'est qu'à la fin du XVIIIe siècle que fut faite la première tentative de codification des estimations de la force du vent. Vers 1780, l'Association météorologique de Mannheim adoptait une échelle anémométrique dont l'usage avait été introduit par les observateurs d'Upsal et qui comportait 5 degrés : 0, calme; 1, faible ou modéré; 2, fort; 3, très fort; 4, violent. Mais cette échelle a été détrônée par celle de Beaufort dont l'usage a été introduit par son auteur dans la marine britannique vers 1800. Elle comprend 13 degrés s'étendant depuis le calme, noté 0, jusqu'à l'ouragan, noté 12, et sert actuellement en Europe pour la transmission des observations par télégraphe avec la seule modification que les degrés 9, 10, 11 et 12 sont confondus en un seul caractérisé par le chiffre 9 et correspondant aux vents violents. Pour les observations faites dans les stations climatologiques, on se sert fréquemment d'une autre échelle dite *échelle terrestre*. Cette échelle ne comprend que 7 degrés (0 à 6); chacun des six derniers correspond à 2 degrés de l'échelle de Beaufort.

L'adoption des échelles anémométriques, à défaut de procédés de mesure plus précis, a fait faire un notable progrès à l'anémométrie en rendant les observations comparables. Actuellement, c'est encore le plus souvent à l'estime que le vent est mesuré dans un grand nombre de stations et il est rare que des observateurs exercés fournissent pour une même vitesse du vent des appréciations simultanées différant de plus de 1 degré de l'échelle de Beaufort.

Classification des anémomètres. — Nous avons vu que les divers anémomètres pouvaient être répartis en trois grandes classes suivant la nature de l'effet utilisé pour la mesure de la force du vent :

Ce sont les anémomètres à pression, les anémomètres à rotation et les anémomètres à refroidissement.

La plupart des appareils anémométriques susceptibles de fournir des résultats suffisamment précis rentrent dans l'une de ces catégories, mais leur multiplicité

est telle que, pour plus de clarté, il est utile de diviser chacune d'elles en sous-groupes d'après la manière dont sont utilisés les effets produits par le vent pour mesurer son intensité.

Nous adopterons la classification suivante :

I. Anémomètres à pression :

a. Anémomètres à pendule.
b. Anémomètres à plaque normale.
c. Anémomètres tubulaires.
d. Anémomètres bridés.

II. Anémomètres à rotation ou anémomètres de vitesse :

e. Anémomètres à axe parallèle au vent.
f. Anémomètres à axe perpendiculaire au vent.

III. Anémomètres à refroidissement :

g. Anémomètres-thermomètres.
h. Anémomètres à fil chaud.

Nous laisserons de côté les anémomètres musicaux qui ne constituent qu'une simple curiosité et nous insisterons spécialement sur les instruments appartenant à la deuxième classe qui rentrent plus spécialement dans le cadre de ce travail.

I. — Anémomètres à pression.

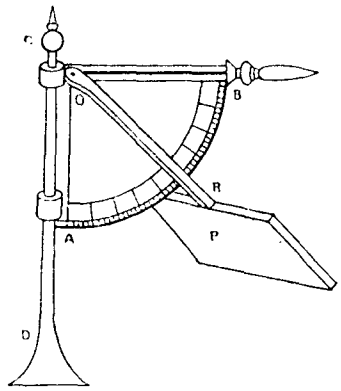
a. Anémomètres à pendule. — L'histoire de l'anémométrie de précision commence avec l'anémomètre à pendule décrit par Robert Hooke en 1667 dans les *Instructions for Seamen.* Il se compose d'une plaque P fixée à l'extrémité d'une tige OR mobile autour d'un axe horizontal O et se déplaçant le long d'un arc de cercle divisé AB. Cet ensemble est mobile autour d'un pivot vertical CD et s'oriente à la manière d'une girouette de façon que la plaque P soit placée face au vent. La force de celui-ci est mesurée par l'angle que fait la tige OR avec la position qu'elle occupe en air calme.

C'est l'instrument qui a servi de type aux divers anémomètres à pendule qui ont vu le jour par la suite, depuis celui de Pickering (1744) jusqu'à ceux de Wild (1861) et de Prestel (1865) en passant par ceux de Dalberg (1780), ensemble compliqué de mécanismes combinés, d'après Brewster, « sans discernement ni ingéniosité » et de Schmidt (1828) qui en a fait comme Pickering un instrument donnant les maxima.

Quand le vent change rapidement de direction, il devient difficile de main-

tenir la plaque exactement tournée face au vent. Pour remédier à cet inconvénient, on a songé à la remplacer par une sphère sur laquelle, par raison de symétrie, l'action du vent est la même quelle que soit la direction d'où il souffle : cette idée, due à Parrot [1], a été réalisée par Howlett en 1868; elle a été

Fig. 2.



Anémomètre de Hooke.

reprise dans ces dernières années en France par Daloz [2]. Mais les mesures faites avec de tels dispositifs ne peuvent être acceptées que sous réserve; les recherches sur la résistance des corps sphériques placés dans l'air en mouvement ont montré, en effet, qu'une même déviation de la sphère peut correspondre à des valeurs différentes de la vitesse du vent [3]. D'ailleurs leur emploi ne s'est guère répandu.

La modification imaginée par Draper en 1872 n'a pas non plus été consacrée par la pratique. Son anémomètre comportait un cylindre intercalé entre deux chaînes. L'une de celles-ci était suspendue à un support rigide. L'autre servait à enregistrer les déplacements subis par le cylindre sous l'action du vent.

b. Anémomètres à plaque normale. — Ce qui caractérise ces instruments, c'est que la plaque, au lieu de s'incliner plus ou moins suivant que la force du vent est plus ou moins grande, est assujettie à rester verticale et à s'orienter face à la direction d'où soufflent les courants aériens. La pression qu'elle subit de la part de l'air en mouvement est équilibrée par l'action d'un ressort ou d'un poids agissant à l'extrémité d'un bras de levier variable.

Le premier modèle de ce type est signalé dans le *Theatrum machinarum*

---

(1) *Voigts Magazin*, L, 1797, p. 153.

(2) Catalogue de la maison J. Richard, *Météorologie*, Paris, 1914.

(3) G. Eiffel, *Sur la résistance des sphères dans l'air en mouvement* (*C. R. Acad. Sc.*, t. 155, 1912, p. 1597).

generale de Leupold, paru à Leipzig en 1724. En 1746, Bouguer, dans son *Traité du Navire*, décrit un anémomètre à plaque portatif formé d'une feuille de carton fixée à une tige perpendiculaire à son plan et appuyant sur un ressort contenu dans un tube. Divers essais dus à l'abbé Nollet (1770), au colonel Demenge (1780), à Kirwan (1810) et à Beaufoy (1821), forment la transition entre cet appareil et l'anémomètre enregistreur à plaque d'Osler (1836) qui a été pendant longtemps employé comme étalon en Angleterre et dans un certain nombre d'observatoires du continent.

Dans cet instrument, la plaque est séparée de la girouette, mais portée par le même axe vertical; la pression du vent est équilibrée par des ressorts placés à l'arrière; les déplacements de la plaque sont transmis à l'enregistreur par une chaîne traversant la tige creuse qui sert de support au dispositif. Celui-ci permet d'inscrire à la fois la direction et la pression du vent.

En 1850, Jelinek modifie l'anémomètre d'Osler en entourant les ressorts par un cylindre clos à sa partie postérieure et dont la base antérieure est formé par la plaque de pression. L'action du vide partiel produit derrière la plaque est ainsi éliminée. En 1864, Cator remplace le cylindre par un cône et les ressorts par un poids agissant à l'extrémité d'un bras de levier de longueur variable. Depuis cette époque, l'emploi de l'anémomètre à plaque normale semble avoir été en déclinant malgré les perfectionnements que divers inventeurs y ont apportés et dont le dernier en date paraît être celui de Baxendell qui remonte à 1903 (1).

Dans tous ces instruments, la pression du vent est mesurée par la tension d'un ressort ou la longueur d'un bras de levier variable à l'extrémité duquel agit un poids constant. Parallèlement à ces tentatives, d'autres inventeurs cherchaient à mesurer cette pression par un procédé manométrique. Dès 1785, Wilke proposait de placer derrière la plaque un sac de cuir rempli de mercure et relié à un tube vertical étroit contenant de l'alcool coloré. La plaque pressant sur le mercure produit des variations de hauteur de la colonne d'alcool qui sont fonction de la force du vent. Quarante ans plus tard, Pujoux reprit la même idée en remplaçant le sac de mercure par une vessie remplie d'air.

Ces instruments forment la transition entre les anémomètres à plaque normale et les anémomètres tubulaires.

c. Anémomètres tubulaires ou anémomanomètres. — Les anémomètres tubulaires utilisent les effets de compression et d'aspiration que produit le vent en

---

(1) Jos. Baxendell, *Description of the Dines-Baxendell anemograh and the Dial Pattern non oscillating pressure-plate anemometer* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XXIX, 1903, p. 289-298).

agissant sur des ajutages de forme appropriée et convenablement orientés. On peut en distinguer trois variétés :

1° Ceux qui n'utilisent que les effets de compression;

2° Ceux qui n'utilisent que les effets d'aspiration;

3° Ceux qui utilisent à la fois ces deux effets.

1° Le premier en date de ces appareils est décrit par Leupold dans son *Theatrum staticum* (Leipzig, 1726), il était constitué par un entonnoir placé face au vent et adapté sur un flacon contenant un liquide dans lequel plongeait un tube vertical. La force du vent était mesurée par la hauteur du liquide soulevé dans ce dernier. Lind, en 1775, emploie un tube en U ouvert à ses deux extrémités et dont l'une des branches est coudée en angle droit à sa partie supérieure. Ce tube en U est porté par une girouette de manière que la branche coudée présente toujours son ouverture au vent. La partie inférieure de l'U contient de l'eau et la différence des niveaux occupés par ce liquide dans les deux branches sert à mesurer la force des courants aériens. Après diverses modifications de détail dues à Snow Harris et à Forbes, ce dispositif, qui fut à un moment donné très répandu en Angleterre, finit par être abandonné.

Le baromètre différentiel de Wollaston est de 1829; réinventé par Ramsbottom en 1866 il n'est au point de vue anémométrique que l'adaptation d'un manomètre différentiel très sensible à l'anémomètre de Lind. En 1835, Adie se sert d'un tube à ouverture évasée orientée par une girouette. Ce tube aboutit à l'intérieur d'une cloche cylindrique reposant sous l'eau, les variations de hauteur de cette espèce de gazomètre servent à repérer la force du vent.

2° En 1867, Fletcher mesure cet élément par l'aspiration qu'il détermine dans un tube cylindrique vertical ouvert à sa partie supérieure, le plan de l'ouverture étant parfaitement horizontal, et dont l'extrémité inférieure est reliée à un manomètre. Cet instrument, réinventé par Hagemann en 1876, porte le nom de ce dernier. C'est une modification de l'anémomètre de Lind rentrant dans la deuxième variété des anémomètres tubulaires.

En adaptant, à la partie supérieure du tube vertical, un ajutage de forme et d'orientation convenables, on peut augmenter notablement les effets de succion dus au vent. Dès 1854, Overduyn s'était servi dans ce but d'un tube de Venturi formé de deux troncs de cônes opposés par leur petite base et de hauteur et d'ouverture différentes. Cet ajutage est disposé de manière que le vent entre par le tronc de cône le plus court; l'aspiration est maximum au point où la veine gazeuse est le plus contractée; c'est à cet endroit qu'Overduyn adaptait un tube relié à une petite caisse hermétiquement close contenant un baromètre anéroïde. Les différences entre la pression barométrique et celle qu'indique l'anéroïde sont fonction de la vitesse du vent.

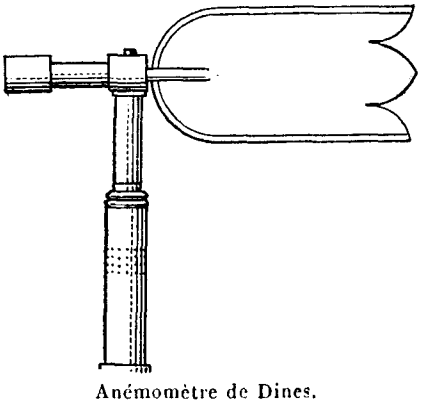
Arson, en 1875 (1), propose de modifier l'ajutage de Venturi en remplaçant le tronc de cône arrière par un cylindre de manière à produire une augmentation brusque du diamètre, mais cette modification n'a fait l'objet d'aucune application pratique.

Overduyn avait montré que l'aspiration était beaucoup plus forte à l'étranglement d'un deuxième tube de Venturi convenablement disposé à l'intérieur du premier. Cette donnée a été utilisée par Bourdon dans son multiplicateur (1878) (2). Les variations de pression étaient enregistrées par l'intermédiaire d'un manomètre à tube elliptique dû au même inventeur.

Ce dispositif est tombé rapidement en désuétude; cependant le multiplicateur a été utilisé dans ses dernières années par MM. Toussaint et Lepère à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, et le Service météorologique militaire s'en est servi pour la construction d'un anémomètre (1918) qui ne diffère que par des détails de celui de Bourdon et possède le même défaut.

Ce défaut, connu depuis plus de 35 ans et qui est loin d'être négligeable, provient de ce que le manomètre destiné à enregistrer les variations de pression qui se produisent à l'étranglement du tube intérieur du multiplicateur, au lieu de donner la différence entre la pression en ce point et la pression statique de l'air en mouvement, donne en réalité la différence de pression entre l'atmosphère de la pièce dans laquelle il est installé et l'intérieur de l'ajutage dans lequel s'engouffre le vent. Or les variations de pression qu'il s'agit de mesurer, étant très faibles, sont affectées très notablement par celles que produisent dans l'atmosphère de la salle le tirage des cheminées, l'ouverture des portes et les actions d'aspiration et de compression exercées par le vent et variables suivant la direction d'où il souffle et suivant sa vitesse.

Fig. 3.



Anémomètre de Dines.

3° Cette imperfection est complètement évitée dans les anémomètres tubu-

(1) *Association française*, Nantes, 1875.
(2) *C. R. Acad. Sc.*, t. 94, 1882, p. 229.

laires de la troisième espèce dont le type le plus répandu actuellement est l'anémomètre de Dines. Cet instrument, dont le premier modèle a été décrit par son auteur en 1892, se compose d'un tube ouvert horizontal orienté face au vent par l'intermédiaire d'une girouette et d'un second tube fermé à sa partie supérieure, mais percé de trous latéraux disposés en couronnes. La différence de pression existant entre les deux ajutages est enregistrée à l'aide d'un dispositif spécial dont les indications sont proportionnelles à la racine carrée de cette différence de pression.

d. Anémomètres bridés. — Les anémomètres bridés forment toute une catégorie d'instruments dans lesquels les organes destinés à mesurer la force du vent sont disposés de manière à communiquer à un axe un mouvement de rotation que l'on freine par une résistance susceptible de mesure. Quand l'équilibre est atteint, le moment par rapport à l'axe de la pression exercée par le vent sur l'organe sensible est égal à celui de la force antagoniste, d'où la possibilité de calculer le premier et par conséquent la force du vent.

Le premier type de ces appareils est celui de Christian Wolf (1708). Un ensemble d'ailettes convenablement disposées autour d'un axe est orienté par une girouette. Le mouvement de rotation que prend l'axe sous l'influence de l'action des courants aériens sur les ailettes se communique par des rouages à un pivot, muni d'une aiguille se déplaçant sur un cadran, et fait monter un poids dont le bras de levier par rapport à ce pivot croît très rapidement à mesure qu'il est soulevé. Quand le moment du poids équilibre celui qui résulte de la pression du vent sur les ailettes, le mouvement de rotation s'arrête et la position occupée par l'aiguille mesure la force du vent.

Les anémomètres de Gärthner et de Leutmann reposent sur le même principe.

Ce type n'a guère été employé et l'adoption des coupes hémisphériques pour la constitution de l'organe exposé à l'action du vent, par Francis Galton (1879) et Stokes (1881) [1], n'a pu parvenir à en répandre l'usage.

II. — Anémomètres à rotation.

Mesure directe de la vitesse du vent. — Nous arrivons maintenant à une classe très importante d'instruments que l'on peut appeler *anémomètres de vitesse*, par opposition à ceux que nous avons vus jusqu'à présent. Ils sont construits en vue de mesurer le vent non par les effets de pression qu'il exerce sur une

---

[1] On trouvera une description de l'anémomètre bridé de Stokes dans un article de R.-H. Curtis, *Characteristic features of gales and Strong winds* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XX, p. 262-269).

certaine surface ou par l'aspiration ou la compression qu'il produit dans des ajutages convenables, mais par la vitesse du mouvement qu'il communique à un système de surfaces convenablement disposées et orientées, le plus souvent assujetties à tourner autour d'un axe.

Le procédé le plus simple qui se présente à l'esprit pour déterminer la vitesse d'un courant d'air consiste à mesurer l'espace parcouru en un temps donné par un corps très léger emporté par ce courant. C'est le procédé dont se servait Mariotte dès 1680. Repris par Derham en 1708, il est encore appliqué aujourd'hui à la mesure de la vitesse des courants supérieurs de l'atmosphère à l'aide des ballons-pilotes.

En 1733, Bouvet modifie ce procédé primitif et calcule la vitesse du vent par le temps que met à parcourir une longueur donnée d'un fil, tendu dans la direction des filets d'air, un disque de liège empenné assujetti à se mouvoir le long de ce fil. Cette méthode est de nouveau préconisée par Snow Harris en 1840 [1]. Elle n'a jamais été employée pour des mesures suivies.

Premiers types d'anémomètres à rotation. — Jusqu'à présent le seul moyen pratique dont l'usage se soit répandu pour la détermination directe de la vitesse du vent consiste dans l'emploi des anémomètres à rotation.

Le premier de ces instruments serait, d'après Laughton [2], celui de Dinglinger, mentionné par Leupold en 1742, et dont l'invention remonterait aux environs de l'année 1720, mais il n'est pas certain que l'instrument dont parle Leupold en 1724 n'est pas le même que celui qu'il décrit en 1726 sous le nom de *Gärthner* et qui appartient à la classe des anémomètres bridés; de sorte qu'il paraît vraisemblable que le premier type bien défini d'anémomètre à rotation est l'anémomètre pendule de d'Ons en Bray (1734) [3]. C'était un instrument compliqué enregistrant à la fois la direction du vent et sa vitesse. Cette dernière donnée était fournie par la rotation continue d'un moulinet spécial appelé par son auteur *moulin à la polonaise*. Il ne semble pas que cet appareil ait jamais été utilisé pour des mesures suivies.

En 1751, Lomonosow emploie un anémomètre unique en son genre et dont il est difficile de dire s'il appartient à la classe des anémomètres à rotation ou à la catégorie des anémomètres bridés. Il se compose d'une roue à aubes montée sur une girouette de manière que son axe soit toujours horizontal et perpendiculaire au vent. La moitié inférieure de cette roue est abritée par une caisse fermée à sa partie inférieure et le mouvement qu'elle prend lorsque souffle

---

(1) Nous verrons dans le Chapitre II de la deuxième Partie que certains anémomètres à rotation peuvent être considérés comme dérivant directement de ces expériences.

(2) LAUGHTON, *Historical Sketch of Anemometry and Anemometers* (*loc. cit.*).

(3) *Histoire de l'Ac. Roy. des Sc.*, p. 123.

le vent est transmis à un disque par un ensemble de rouages. Pour étalonner l'instrument, on compare la vitesse de rotation de ce disque à la vitesse du vent mesurée par le procédé de Mariotte.

c. Anémomètres à axe parallèle au vent. — Tous ces instruments ne présentent qu'un intérêt historique et méritent à peine le nom d'*anémomètres* : il faut arriver jusqu'à l'an 1752 pour trouver le premier dispositif permettant de mesurer le vent par la rotation continue d'un organe convenablement orienté. Il est dû à Schober et comporte un moulinet formé de quatre lames métalliques légères fixées aux extrémités de deux bras disposés en croix et inclinées d'environ 38° sur le plan passant par ces derniers. Ce moulinet, monté sur un axe dirigé parallèlement au vent, communiquait à cet axe un mouvement de rotation continu dont on pouvait mesurer la vitesse grâce à un petit marteau qui venait frapper une clochette chaque fois que le moulinet avait accompli six révolutions.

L'anémomètre de Schober ne fut guère employé pas plus que celui du même genre que proposa Edgeworth en 1783.

En 1790, Woltmann donna une théorie de ces instruments et, à la suite d'une série de recherches expérimentales, modifia les dimensions du moulinet et l'inclinaison des palettes. Il trouva que celle-ci devait être ramenée à 41° 30′ et que, dans les conditions où il opérait, la vitesse du vent V était représentée en fonction de la vitesse linéaire du centre des ailettes v par une équation de la forme

$$V^2 = v^2 + a^2,$$

a étant une certaine constante dépendant de la densité de l'air et du frottement de l'axe sur ses coussinets.

En 1820, Kallstenius porta à 12 le nombre des pales et leur donna une inclinaison de 53° (37° par rapport à l'axe).

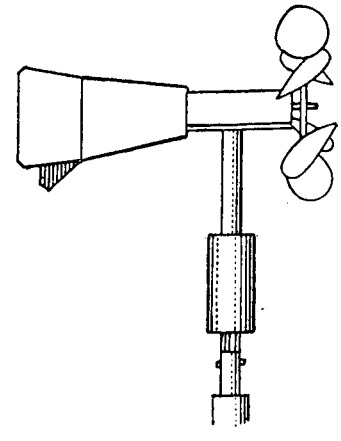
Les anémomètres de Combes et de Whewell (1837), qui furent à un moment donné très employés en France et en Angleterre, ne sont que des modifications de l'anémomètre de Schober-Woltmann. L'instrument de Combes, dont le Bureau Central météorologique possède encore un modèle construit par Bréguet et portant le n° 65 122, comportait quatre ailettes carrées très légères de $22^{mm},5$ de côté portées par deux bras en croix et inclinées de 29° sur le plan de ces derniers. Leur centre se trouve placé à $26^{mm},25$ de l'axe de rotation constitué par une mince tige d'acier munie d'une vis sans fin qui actionne un mécanisme permettant de compter le nombre de tours faits par l'organe sensible en un temps donné. D'une série d'expériences d'étalonnage faites au manège, Combes conclut que la vitesse du vent V pouvait se déduire de la vitesse de rotation de l'appareil par une formule linéaire : $V = a + bn$, dans laquelle n

représente le nombre de tours du moulinet par unité de temps, a et b étant deux constantes.

Les appareils anémométriques connus sous le nom d'*anémomètres à main* ne sont pour la plupart que des modifications de cet instrument.

En 1843, Biram eut l'idée de remplacer les ailettes planes par des ailettes gauches. Mais c'est J. Richard qui paraît avoir adopté le premier les ailettes de forme hélicoïdale nettement définie. Cet habile constructeur français eut l'idée de les constituer par des portions de la surface d'un hélicoïde ayant 1^m de pas et d'adapter au moulinet un mécanisme extrêmement ingénieux (cinémographe) capable d'enregistrer toutes les variations de sa vitesse de rotation. Le moulinet, grâce à sa légèreté, suit sensiblement les variations de la vitesse du vent. Il s'ensuit qu'en tarant préalablement le cinémographe, on peut lire directement sur le diagramme qu'il fournit la vitesse du vent exprimée en mètres par seconde.

Fig. 4.



Anémomètre Richard.

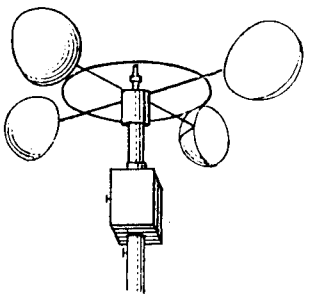
On peut rapprocher de l'anémomètre Richard l'appareil conçu par Dines (1887) et auquel il a donné le nom d'*anémomètre hélicoïdal autoréglable* (1).

f. Anémomètre à axe perpendiculaire au vent. — Les moulinets dont l'historique vient d'être brièvement retracé exigent que leur axe soit dirigé parallèlement au courant dont on désire connaître la vitesse. Il faut donc les monter sur une girouette si l'on désire faire des mesures continues. C'est là une complication que l'on peut éviter par l'emploi du moulinet inventé par Robinson en 1846 et universellement connu sous le nom de *moulinet à coupes hémis-*

(1) W. H. Dines, *A new form of velocity anemometer* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XIII, 1887).

phériques ou *moulinet Robinson*. Sa robustesse et la commodité de son emploi l'ont fait adopter dans la plupart des services météorologiques et, à l'heure actuelle, c'est encore l'anémomètre Robinson (voir *fig.* 5) et ses modifications qui sont les plus répandus pour la mesure de la vitesse du vent.

Fig. 5.



Anémomètre Robinson.

Le moulinet à coupes hémisphériques, dont la première idée paraît appartenir à Edgeworth, se compose de quatre hémisphères creux fixés aux extrémités de quatre bras disposés en croix et dans le même plan horizontal autour d'une tige verticale formant pivot. Le plan de base des coupes est disposé verticalement et un observateur se déplaçant autour du moulinet rencontre toujours dans le même ordre le côté concave et le côté convexe des hémisphères successifs.

Si l'on considère deux coupes diamétralement opposées, on voit que, par suite de cette disposition, l'une d'elles présente sa concavité au vent, tandis que l'autre lui offre son côté convexe. Comme la résistance de la première au mouvement de l'air est plus grande que celle de la seconde, le dispositif prend un mouvement de rotation dont la rapidité est fonction de ses dimensions et de la vitesse du vent. De ses premières expériences Robinson avait conclu que la vitesse linéaire du centre des coupes était très sensiblement égale au tiers de la vitesse du vent, et, depuis cette époque, la plupart des anémomètres genre Robinson ont été construits sur cette donnée quoiqu'il soit démontré depuis environ 50 ans que la manière dont se comportent les moulinets à coupes hémisphériques diffère notablement de l'idée que l'on s'en était faite d'après les premières indications fournies par l'inventeur. On en a fait de toutes les tailles depuis celle du Kew-Standard, établi par Beckley et installé à l'Observatoire de Kew en 1856, dont les coupes ont 9 inches de diamètre ($228^{mm},6$) et dont le diamètre mesuré de centre en centre de deux hémisphères opposés atteint 48 inches ($1^{m},219$), jusqu'à celle de l'anémomètre de voyage de Fuess (Reise-anemometer) dont le diamètre est de 34^{mm} et qui comporte des coupes de 22^{mm}.

La vitesse de rotation de la partie tournante est mesurée, soit par un compteur de tours actionné par une vis sans fin, soit par un cinémographe (Richard), soit au moyen d'un régulateur de Watt (Maurer) [1], soit par le voltage aux bornes d'une magnéto dont l'induit est entraîné par l'axe (Richard) [2].

Diverses modifications du moulinet Robinson ont été tentées en remplaçant les coupes par des hémicylindres ou des cônes. Mais leur emploi est resté tout à fait restreint.

III. — Anémomètres à refroidissement.

g. Anémomètres-thermomètres. — C'est à Leslie que revient l'idée de mesurer la vitesse du vent en déterminant la rapidité avec laquelle s'abaisse la température d'un corps chaud exposé au vent. Il a proposé dès 1804 d'employer à cet usage un thermomètre à gros réservoir préalablement chauffé à une température supérieure d'une quantité connue à celle de l'air. Ce procédé fut étudié de nouveau par Phillips en 1846-1848-1849 et dans ces dernières années (1915) par Hill, Griffith et Flack [3].

Ces derniers auteurs ont également proposé de se servir d'un thermomètre à réservoir mouillé.

h. Anémomètres à fil chaud. — Les anémomètres à fil chaud n'ont fait leur apparition que peu d'années avant la dernière guerre. Dans ces appareils, la mesure de la vitesse du vent est effectuée en déterminant la perte de chaleur que subit, par unité de temps, de la part de l'air en mouvement, un fil fin de platine formant l'une des branches d'un pont de Wheatstone. La première tentative de ce genre est due à G.-A. Shakespear et remonte à 1902. La question a été ensuite étudiée par nombre d'auteurs parmi lesquels on peut citer : Kennelly, Bordoni, Morris, Gerdien, mais s'est L.-V. King qui paraît avoir rendu vraiment pratique la mesure de la vitesse des courants d'air par le moyen d'un fil chauffé [4].

---

[1] *Die Werwendung des Watt'schen pendels zur kontinuirlichen mechanischen Registrirung des Robinson'schen Schalenkr u es* (*Zeitsch. für Instr.*, III, 1883, p. 189-192).

[2] Ce dispositif à été également appliqué à l'anémomètre à moulinet Richard (1913).

[3] Hill, Griffith et Flack, *The measurement of the rate of heat loss at body temperature by convection, radiation and eva oration* (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, vol. 207, p. 201, London, 1915).

[4] Voir *On the convection of heat from small cylinders in a stream of fluid : determination of the convection constants of small platinum wires, with applications to hot-wire anemometry* (*Phil. Trans. Roy Soc.*, vol. 214, p. 373-452, London, 1914). On trouvera des renseignements bibliographiques sur la question dans un Mémoire du même auteur : *On the precision measurement of air velocity by means of the Linear Hot Wire anemometer* (*Phil. Mag.*, 1915, p. 556) et dans un travail de F.-S.-G. Thomas, *The Hot-Wire anemometer : its applications to the Investigation of the velocity of gases in pipes* (*Phil. Mag.* 1920, p. 505-534.)

Sans insister davantage sur les anémomètres à refroidissement qui sont encore à l'heure actuelle des instruments de laboratoire plutôt que des appareils destinés aux usages météorologiques, nous allons exposer succinctement les principales recherches auxquelles ont donné lieu les dispositifs employés par les météorologistes pour mesurer la vitesse du vent [1].

CHAPITRE II.

RECHERCHES ANTÉRIEURES SUR LES ANÉMOMÈTRES EMPLOYÉS EN MÉTÉOROLOGIE.

Classification des recherches. — Les instruments employés pour la mesure de la vitesse du vent naturel ont fait l'objet de nombreuses recherches. Celles-ci se classent tout naturellement en trois groupes d'après la méthode adoptée par leurs auteurs.

I. Recherches expérimentales faites à l'air libre;

II. Recherches expérimentales faites en déplaçant l'anémomètre par rapport à l'air ambiant maintenu à l'état de repos;

III. Recherches théoriques.

L'anémomètre Robinson étant le plus répandu, c'est sur les instruments de ce modèle qu'ont surtout porté les efforts des chercheurs.

I. *Recherches à l'air libre.* — Si l'on disposait d'un anémomètre parfait capable de définir à tout instant le vecteur vitesse du vent, il serait possible d'arriver à déterminer d'une manière suffisamment précise la valeur des indications des divers anémomètres placés dans le vent naturel par une série de comparaisons plus ou moins longue. Comme ce n'est malheureusement pas le cas, les auteurs qui se sont livrés à des comparaisons à l'air libre ont dû se borner à choisir arbitrairement comme étalon l'un des appareils étudiés. Sous cette forme imparfaite, ces études ont cependant été très utiles en montrant les divergences qui existent entre les mesures de la vitesse du vent faites à l'aide d'anémomètres différents. Les divergences observées ont fait voir la nécessité de nouvelles recherches et ont provoqué un grand nombre de travaux dans le but, soit de les expliquer, soit de les corriger.

---

[1] On trouvera une bibliographie détaillée concernant l'historique des anémomètres depuis l'origine jusqu'à 1881 à la fin du Mémoire de LAUGHTON : *Historical Sketch of Anemometry and Anemometers* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. VII, 1882, p. 161-189).

Les premiers en date et les plus importants par la répercussion qu'ils ont eue sur les progrès de l'anémométrie sont ceux du Rév. Fenwick Stow [1].

Il fit en 1870 et 1872, dans un endroit bien découvert, une série de comparaisons entre des anémomètres Robinson de différentes dimensions en adoptant comme étalon un instrument du même modèle que le Kew-Standard et en admettant que, pour tous, la vitesse du vent s'obtenait en multipliant par le facteur 3 la vitesse linéaire du centre des coupes.

Les expériences mirent en évidence les résultats suivants :

1° La plupart des petits instruments donnent des vitesses moyennes inférieures de 15 à 25 pour 100 à celles indiquées par le modèle de Kew.

2° Si l'on examine le rapport entre les indications d'un anémomètre donné et celles de l'étalon, on trouve qu'il varie avec la vitesse du vent et décroît à mesure que celle-ci augmente.

3° Cette variation est d'autant plus accusée que le quotient

$$\frac{\text{Diamètre des coupes } (d)}{\text{Diamètre du moulinet } (D)}$$

est plus grand.

Pour expliquer ces phénomènes, Stow invoque l'influence du frottement de l'axe sur ses coussinets et l'action des coupes les unes sur les autres, celles-ci s'abritant mutuellement contre l'action du vent, et cet effet étant d'autant plus prononcé que les bras sont plus courts relativement au diamètre des hémisphères.

Deux autres séries de comparaisons furent faites à Petrograd en 1873-1874 et en 1877-1878 par Dohrandt [2]. Ces expériences avaient surtout pour but de déterminer les constantes de certains anémomètres en les comparant à d'autres préalablement étalonnés au manège.

En 1889 et 1890, des mesures comparatives furent faites par M. Angot au Bureau Central météorologique et à la Tour Eiffel entre l'anémomètre Richard et des anémomètres Robinson [3]. Elles montrèrent qu'une bonne lubrification des coussinets était indispensable pour assurer la comparabilité des observations faites à l'aide d'un même instrument à coupes.

On doit à W. H. Dines une très intéressante étude faite à l'air libre à Hersham en 1890 et 1891 [4]. Les instruments, installés à 9 pieds ($5^m,48$) au-dessus d'un toit comprenaient :

a. Un Kew-Pattern Robinson;

---

(1) *On large and small anemometers* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. I, 1872, p. 41).

(2) Dohrandt, *Bestimmung der Anemometer-Konstanten* (*Rep. f. Met*, IV, n° 3, et VI, n° 5).

(3) A. Angot, *Observations météorologiques faites au Bureau Central météorologique et à la Tour Eiffel* (*Ann. du B. C. M.*, t. I, 1888; t. I, 1889; Paris, 1891 et 1892).

(4) W. H. Dines, *Anemometer comparisons* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XVIII, 1892, p. 65-183).

b. Un anémomètre hélicoïdal auto-réglable;
c. Un « air-meter »;
d. Une plaque circulaire d'un pied carré;
e. Un anémomètre tubulaire Dines,

et avaient été tarés préalablement sur un manège.

Ces expériences ont mis en évidence un certain nombre de faits dignes de remarque.

1° Par vents faibles, les anémomètres de pression donnent des indications trop élevées, les anémomètres de vitesse des indications trop basses. La différence entre ces deux catégories d'appareils s'annule pour les vents forts.

2° Le fonctionnement du Robinson et des instruments à pression est affecté par la variabilité de la vitesse. Il ne semble pas qu'il en soit de même pour l'anémomètre auto-réglable et l'air-meter. Les premiers ont tendance à donner des indications trop élevées par vent variable, mais cet effet décroît à mesure que la vitesse moyenne du courant augmente.

3° Le Robinson et les anémomètres à pression ne sont pas influencés par les variations de la direction qui, au contraire, tendent à rendre trop basses les indications des autres appareils.

Quant au facteur par lequel il faut multiplier la vitesse linéaire du centre des coupes du Kew-Pattern pour trouver la valeur vraie de la vitesse du vent, il n'est pas constant et varie entre 2 et 2,27. L'auteur pense qu'en adoptant la valeur 2,10 les nombres obtenus ne doivent pas s'écarter de la vérité de plus de 5 pour 100.

La même année, Whipple compare un anémocinémographe Richard au Robinson étalon de Kew. Le rapport des vitesses moyennes données par le premier instrument à celles déduites des mesures faites à l'aide du second varie de 0,88 (vitesse lue au Kew-Standard : 6 miles à l'heure) à 0,80 (vitesse mesurée au Kew-Standard : 42 miles à l'heure).

D'études semblables faites par Curtis en 1895 à Scilly sur un anémomètre de Dines et un Robinson ayant 18 inches de diamètre et muni de coupes de 5 inches, il ressort que le coefficient de ce dernier instrument varie avec la vitesse du vent et passe par un maximum égal à 3 pour les vitesses comprises entre 10 et 25 miles à l'heure. On doit au même expérimentateur des essais comparatifs faits à Holyhead sur l'anémomètre bridé de Stokes d'une part et l'anémomètre de Dines d'autre part. De ces essais il résulte que les vitesses moyennes indiquées par les deux dispositifs diffèrent d'une quantité constante qui peut être considérée comme provenant d'une détermination inexacte du 0 de l'anémomètre bridé. En ce qui concerne les maxima, ceux qu'indique ce dernier sont plus

élevés que ceux qu'enregistre l'anémomètre tubulaire et semblent se rapprocher davantage de la réalité.

Hazen [1] a essayé trois anémomètres à coupes de dimensions différentes placés à 20 pieds au-dessus d'un toit. Il trouve que les rapports $\frac{V}{v}$ de la vitesse du vent V à la vitesse linéaire des coupes v dépend de V et va en diminuant quand V augmente. Il pense que le facteur du Kew-Pattern doit être compris entre 3 pour les vents faibles (5 miles à l'heure) et 2,10 pour les vents forts (25 miles à l'heure).

A la même époque, Marvin [2] étudie simultanément le fonctionnement dans le vent naturel de l'instrument du Signal Service [3] et d'un anémomètre très léger muni de coupes coniques en papier préalablement taré au manège. Dans la plupart des cas, les vitesses données par le Robinson du Signal Service sont supérieures de 10 pour 100 à celles que l'on relève sur l'autre. Cette différence ne paraît pas dépendre de la moyenne des vitesses du vent pendant l'expérience, mais de la variabilité de celle-ci. Elle s'exagère si l'on augmente le moment d'inertie du premier instrument. C'est d'ailleurs ce que permet de prévoir le fait bien connu qu'un moulinet Robinson une fois lancé continue à tourner en air calme pendant un temps d'autant plus long que son moment d'inertie est plus grand. Marvin conclut de ses expériences que de nombreuses mesures faites à l'air libre dans des conditions très variées seraient nécessaires pour obtenir l'equation approchée de l'anémomètre du Signal Service.

De 1892 à 1895, S. P. Fergusson a fait à Blue-Hill de nombreuses comparaisons entre un Kew-Pattern, deux Robinson modèle du Signal Service dont les coupes étaient faites pour l'un en aluminium et pour l'autre en cuivre, deux anémomètres hélicoïdaux auto-réglables différant l'un de l'autre par la matière ayant servi à la fabrication de leurs ailettes (cuivre pour l'un, aluminium pour l'autre) et un anémomètre Richard.

D'une première série de mesures faites en 1892 [4], cet auteur conclut que l'instrument du Weather Bureau (anémomètre du Signal Service) donne des vitesses plus élevées que l'anémomètre hélicoïdal et que l'excès de ses indications croît à mesure que la vitesse du vent augmente. Si celles-ci sont corrigées à l'aide de la table de Marvin, les vitesses obtenues sont au contraire trop basses sauf aux faibles vitesses. Le Robinson à coupes de cuivre fournit des nombres plus grands que celui muni de coupes d'aluminium pour des vitesses supérieures à 5 miles à l'heure. Au-dessous de cette limite, c'est l'inverse que l'on observe.

---

(1) *Americ. Met. Journ.*, V, p. 498.

(2) *Amer. Met. Journ.*, V, p. 558 et suiv.

(3) Diamètre de centre en centre des coupes : 13, 44 inches; diamètre des coupes : 4 inches.

(4) S. P. Fergusson, *Anemometer comparisons* (*Amer. Met. Journ.*, IX, p. 427).

Dans le Mémoire beaucoup plus complet qu'il a publié en 1895 (1), Fergusson sépare les comparaisons qui concernent le Kew-Pattern en deux catégories : l'une d'elles contient les mesures faites par vents variables, l'autre celles qui correspondent aux vents réguliers. Il trouve que, pour une même vitesse moyenne, les indications de l'instrument copié sur le Kew-Standard sont plus élevées dans le premier cas que dans le second.

L'auteur conclut de ses observations que les petits instruments sont les plus sensibles aux variations rapides de vitesse et que celles-ci affectent beaucoup moins les valeurs de la vitesse moyenne trouvées à l'aide des anémomètres à moulinet orienté face au vent que celles données par les Robinson.

Des résultats fournis par ces travaux, et des études poursuivies à la Deutsch Seewarte, Neumayer (2) déduisit que, pour étalonner un Robinson de grandes dimensions, le meilleur procédé consistait à le comparer dans le vent naturel à un instrument de modèle réduit taré au manège.

Cederström (3) a déterminé l'équation d'un Robinson ayant 39^{cm} de diamètre et pourvu de coupes de 11^{cm} en mesurant la vitesse du vent à l'aide de ballons-pilotes. Les vitesses, calculées d'après les tarages de l'instrument faits au manège et sur un train de chemin de fer, seraient supérieures à celles correspondant à l'étalonnage fait dans le vent naturel de 5 pour 100 à 10 m : sec et de 8 à 10 pour 100 à 20 m : sec.

Les dernières comparaisons d'anémomètres à l'air libre qui soient parvenues à ma connaissance sont celles de A. Norman Shaw (4). Elles ont porté sur un Robinson du modèle adopté par le Weather Bureau, sur un tube de Pitot, un anémomètre à fil chaud de King et un anémomètre-thermomètre (katathermometer). L'auteur trouve que les vitesses moyennes calculées d'après la formule de Marvin à l'aide des indications du Robinson s'accordent bien avec celles que l'on déduit de l'observation d'un ballon-pilote. Tous les autres instruments essayés lui ont donné des résultats satisfaisants. On peut cependant se demander jusqu'à quel point il est légitime de comparer les vitesses mesurées avec les ballons employés par l'auteur et qui s'élevaient avec une vitesse de 80^{m} par minute avec les indications d'un Robinson placé à la hauteur de 40^{m}. Sur neuf comparaisons qu'il reproduit, on en trouve six pour lesquelles les mesures ont fourni exactement le même nombre, deux pour lesquelles l'écart est respec-

---

(1) S. P. Fergusson, *Anemometer Comparisons* (*Ann. of the astronomical Observatory of Harvard College*, vol. LX, Part 4 Appendix G.) : *Observations made at Blue-Hill meteorological Observatory in the year* 1894.

(2) Neumayer, *Aus dem Archiv der D. Seew.*, Jahrg. 20, n° 4.

(3) Emil Cederström, *On metoderna att prova anemometrar* (Helsingfors, 1905).

(4) *Notes on the comparison of anemometers under open-air conditions* (*Monthly Weather Review*, vol. XLVII, n° 1, 1919, p. 21.

tivement de 11 et de 12 pour 100 et un où il s'élève à plus de 66 pour 100 de la vitesse mesurée à l'aide du Robinson.

II. *Recherches faites au manège.* — Il semble que le premier anémomètre qui ait été étalonné au manège soit celui de Schober [1]. Woltmann [2], après avoir tenté l'emploi de ce procédé pour ses recherches, y renonça à cause des mouvements parasites communiqués à l'air de la salle d'expériences par la rotation du bras.

Combes [3] s'en servit ensuite pour établir la formule de son anémomètre, et Robinson [4] détermina par ce moyen le facteur par lequel il fallait multiplier la vitesse linéaire du centre des coupes des moulinets de son invention pour trouver la vitesse du vent.

En 1860, Glaisher eut l'idée de vérifier expérimentalement la constante du moulinet Robinson employé à l'observatoire de Greenwich [5]. L'anémomètre [6] fut monté sur le bras d'un manège installé à l'air libre. On trouva que le coefficient était trop fort de 6 pour 100. Ce résultat fut considéré comme suffisant que pour l'on pût admettre les idées de Robinson. Aucune correction n'avait été apportée aux nombres expérimentaux en vue de tenir compte des mouvements parasites de l'air causés par la rotation du manège.

Cependant les résultats obtenus par Stow, en comparant les anémomètres à coupes dans le vent naturel, vinrent montrer l'utilité de reprendre les travaux de Robinson.

Dès 1872, des expériences furent entreprises dans ce but par Jeffery et Whipple sur un manège de chevaux de bois à vapeur installé à Crystal-Palace. Jugées insuffisantes par leurs auteurs, elles furent discutées en 1881 par Stokes [7] qui en tira les conclusions suivantes :

Le quotient

$$\frac{\text{Vitesse du vent } (V)}{\text{Vitesse linéaire du centre des coupes } (v)}$$

varie avec les dimensions des organes constituant le moulinet. Toutes choses égales d'ailleurs, ce sont les moulinets dont les coupes sont les plus grandes qui tournent le plus vite. Pour le Kew-Pattern, le facteur à employer est d'en-

---

(1) Schober, *Hamburger Magazin*, IX, Stück 9.

(2) Woltmann, *Theorie und Gebrauch des Hydrometerflügels oder zuverlässige Methode, die Geschwindigkeit der Winde und strömenden Wasser zu beobachten* (Hambourg, 1790).

(3) Combes, *Mémoire sur un nouvel anémomètre* (*Ann. des Mines*, 3e série, t. XIII, 1838, p. 103).

(4) *Transactions of the Roy. Irish Academy*, XXII, Part III, 1852, p. 155.

(5) *Greenwich Magnetical and meteorological Observations*, 1866; Introduction, p. 48.

(6) Diamètre du moulinet de centre en centre des coupes : 13, 44 inches; diamètre des coupes : 3,75 inches.

(7) Stokes, *Proceedings Roy. Soc.*, XXXII, 1881, p. 170.

viron 2,5 au lieu de 3, et cette valeur est probablement encore trop élevée. Il est d'ailleurs vraisemblable que le facteur $\frac{V}{v}$ n'est pas indépendant de la vitesse du vent, mais décroît à mesure que celle-ci augmente.

A partir de cette époque, les recherches faites au manège se multiplient et il faudrait un volume entier pour les résumer et les discuter. Les plus importants travaux qui en donnent les résultats sont, par ordre d'ancienneté, ceux de :

Dohrandt (Russie) (1873-1874 et 1877-1878) (1);
Robinson (Iles Britanniques) (1873) (2);
Recknagel (Allemagne) (1878) (3);
Stelling (Russie) (1882) (4)
Dines et Whipple (Iles Britanniques) (1888) (5);
Dines (Iles Britanniques) (1889-1893) (6);
Marvin (États-Unis) (1889-1890) (7);
Hasenkamp (Allemagne) (1890) (8);
Neumayer (Allemagne) (1897) (9);

Certains de ces chercheurs ont opéré sur des manèges installés à l'air libre, soit dans une cour entourée de bâtiments élevés (Marvin), soit dans un jardin (Dines et Whipple); la plupart ont fait leurs expériences en salle close.

La majeure partie des instruments étudiés sont des anémomètres à coupes. Seules les expériences de Dines ont porté sur presque tous les types d'instruments employés pour la mesure de la vitesse du vent.

De ces travaux on peut dégager les conclusions suivantes :

1° Pour les anémomètres pourvus de moulinets à axe parallèle au vent et munis d'ailettes planes suffisamment petites, la formule de Combes $V = a + bn$ (V, vitesse du vent; a et b, constantes expérimentales; n, nombre de tours du moulinet par unité de temps), dans l'étendue des vitesses expérimentées (0-12^m), suffit pour calculer ces dernières à 1 ou 2 pour 100 près de leur valeur.

2° Le rapport $\frac{V}{n}$ se montre, pour l'anémomètre hélicoïdal auto-reglable, sensiblement indépendant de la vitesse du vent.

---

(1) F. Dohrandt, *Rep. f. Met.*, IV, n° 5, 1874, et VI, n° 5, 1878.
(2) Robinson, *Philos. Trans.*, vol. 169, p. 777, et vol. 171, p. 1055
(3) Recknagel, *Wiedemanns Annalen*, IV, 1878, p. 149.
(4) Stelling, *Rep. f. Met.*, IX, Kleinere Mittheilungen, n° 5.
(5) W. H. Dines et G. M. Whipple, *Report of the wind force-committee on experiments with anemometers conducted at Hersham* (*Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XIV, 1889).
(6) W. H. Dines, *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, vol. XV, XVI, XVIII, XIX; *Proc. Roy. Soc.*, vol. XLVIII et L.
(7) C. F. Marvin, *Science*, 1888, 1889; *Amer. Met. Journ.*, V, VI, VII; *Month. Weat. Review*, 1889 et 1890.
(8) H. v. Hasenkamp, *Aus dem Archiv der D. Seew.*, Jahrg. 13, 1890, n° 3.
(9) Neumayer, *Aus dem Archiv der D. Seew.*, Jahrg. 20, n° 4.

3° Les anémomètres tubulaires munis d'ajutages convenablement disposés constituent d'excellents instruments pour la mesure de la vitesse du vent, une fois connue l'équation reliant leurs indications à cette vitesse.

4° En ce qui concerne les anémomètres Robinson, les vues primitives de l'inventeur doivent être rejetées.

En effet :

a. Le facteur $\frac{V}{v}$ varie dans de larges limites avec les dimensions des divers organes du moulinet.

b. Pour un même instrument, il varie avec la vitesse du vent.

c. D'une manière générale, l'équation empirique qui relie la vitesse linéaire du centre des coupes à la vitesse du vent contient un terme en v^2 et peut se mettre sous la forme

$$V = a + bv + cv^2 \qquad \text{(Dohrandt, Marvin).}$$

5° La formule empirique donnée par Dohrandt pour le calcul de la vitesse du vent en fonction de la vitesse de rotation d'un moulinet Robinson et des dimensions de ses organes ne conduit pas à des résultats satisfaisants (Neumayer).

6° On n'est d'ailleurs pas parfaitement d'accord sur la valeur des mesures faites au manège.

a. La position occupée par l'axe du moulinet par rapport au bras est loin d'être indifférente. Les comparaisons au manège doivent être faites avec l'axe de l'instrument disposé verticalement (Hasenkamp).

b. Quoique l'interprétation rigoureuse des expériences faites au manège sur des anémomètres à axe diversement inclinés soit extrêmement complexe, il est possible d'en induire que des inclinaisons de l'ordre de quelques degrés des filets d'air sur le plan du moulinet n'exercent pas une influence notable sur sa vitesse de rotation (Hasenkamp).

c. L'emploi de la méthode du manège pour la détermination de l'équation d'un anémomètre ne paraît pas être à l'abri de toute critique. Les points faibles du procédé sont la réduction du mouvement circulaire au mouvement rectiligne, l'existence des mouvements parasites dus à l'entraînement de l'air (mitwind) (Hasenkamp, Neumayer) et les perturbations causées par la force centrifuge.

En fait, les résultats obtenus par Cederström [1] semblent montrer que les expériences faites au manège ne conduisent pas, pour les coefficients de l'équa-

---

[1] Emil Cederström, *loc. cit.*

tion empirique d'un anémomètre Robinson, aux mêmes valeurs que les déterminations faites en déplaçant l'instrument dans l'air suivant une trajectoire rectiligne. En montant sur un train de chemin de fer un Robinson préalablement étalonné au manège, il a trouvé que les expériences étaient bien représentées par la formule

$$V = 0,62 + 2,618c - 0,041c^2,$$

alors que la méthode du manège avait donné

$$V = 0,32 + 2,209c - 0,074c^2.$$

Les valeurs de V calculées par ces deux formules s'écartent de 4 pour 100 pour V = 10 m : sec et l'écart, nul vers 19^m, croît ensuite rapidement en sens inverse pour atteindre 10 pour 100 aux environs de V = 30 m : sec.

III. *Recherches théoriques.* — La première explication théorique du fonctionnement des moulinets à axe orienté parallèlement au vent est due à Woltmann (1) (1790). Combes (2) a donné quarante-huit ans plus tard une théorie de son anémomètre basée sur celle des moulins à vent; il en a déduit la formule linéaire $V = a + bn$ dont l'exactitude a été reconnue par Recknagel.

En ce qui concerne le moulinet à coupes hémisphériques, les travaux théoriques les plus importants auxquels il a donné lieu sont, après ceux de Robinson (3), provoqués par les recherches de Stow et de Dohrandt, ceux de Thiesen (4) et de Chree (5).

Malgré leur mérite incontestable, le résultat le plus clair de ces travaux a été de montrer que l'étude expérimentale des moulinets anémométriques n'a pas encore été poussée assez loin pour que le mathématicien ait à sa disposition les éléments nécessaires pour résoudre les problèmes que soulève la théorie de leur fonctionnement dynamique.

Les hypothèses que l'on est obligé de faire n'ont pas une base assez solide pour que ces travaux de pure mathématique puissent avoir, dans l'état actuel de nos connaissances, une utilité pratique en rapport avec le travail qu'ils exigent. Par exemple, on ignore encore à l'heure actuelle comment varie la pression exercée par l'air en mouvement sur un hémisphère creux en fonction de la vitesse du courant d'une part et en fonction de l'inclinaison de celui-ci sur le plan diamétral. Les efforts du physicien doivent donc tendre à rassembler les

(1) Woltmann, *loc. cit.*

(2) Combes, *loc. cit.*

(3) Robinson, *On the theory of the cup anemometer and the determination of its constants* (*Proc. R Irish Acad. Sc.*, vol. II, n° 3, et *Phil. Trans.*, vol. CLXIX et CLXXI).

(4) M. Thiesen, *Zur Theorie des Robinsonschen Schalen-Anemometer* (*Rep. f. Met.*, Bd V, n° 11)

(5) C. Chree, *Contribution to the theory of the Robinson cup-anemometer* (*Phil. Mag.*, 5e sér., XL, p. 63).

données expérimentales indispensables à l'édification d'une théorie vraiment objective.

Pour les anémomètres tubulaires, leur théorie est intimement liée à celle du tube de Pitot et du tube de Venturi. Elle est résumée dans le *Treatise on Meteorological apparatus and methods* de Cleveland Abbe [1]. G. E. Curtis [2] a consacré un Mémoire spécial à l'étude du tube Venturi et de ses modifications employées pour la mesure du vent et l'on doit à Buky [3] des recherches mathématiques sur les anémomètres système Dines [4].

Conclusion. — On voit par cet exposé que si les appareils anémométriques à rotation ont fait l'objet de nombreuses recherches, il reste encore bien des points à élucider concernant leur fonctionnement. En particulier, les divergences constatées entre les résultats des comparaisons faites à l'air libre et de celles effectuées au manège, dont une partie peut s'expliquer par l'inertie des moulinets, attirent l'attention sur l'influence de l'inclinaison du vent sur la vitesse de rotation de ces derniers, influence dont l'étude systématique n'a pas encore été faite jusqu'à ce jour.

La discussion des recherches faites au manège montre d'autre part qu'il n'est pas inutile de tenter l'étalonnage de ces instruments par un procédé dans lequel on ferait mouvoir l'air en ligne droite par rapport aux anémomètres maintenus à poste fixe dans le courant, au lieu de déplacer ces derniers suivant une trajectoire circulaire par rapport à l'air maintenu à l'état de repos.

Enfin la complexité des phénomènes mis en jeu par le fonctionnement des moulinets genre Robinson montre qu'il y aurait avantage à connaître comment varie la pression du vent sur les hémisphères et les hémicylindres creux en fonction de l'inclinaison des filets d'air par rapport à leur plan diamétral.

Je n'insiste pas sur l'intérêt qui s'attacherait à l'étude expérimentale des anémomètres dans des courants de vitesse et de direction rapidement variables. En espérant qu'un jour il sera possible de la réaliser, j'ai essayé d'apporter ma contribution à l'étude des instruments à rotation, en profitant des ressources mises gracieusement à ma disposition par les directeurs des laboratoires aérodynamiques d'Auteuil et de Saint-Cyr.

---

(1) *Report of the secretary of war*, vol. IV, Part 2 (Washington, 1887).

(2) G. E. Curtis, *On suction anemometers* (*Am. Met Journ.*, [illegible], p. 193).

(3) Aurel v. Buky, *Mathematische Untersuchung und Verbesserung der Winddruckregistrierapparatus System « Dines »* (*Phys. Zeitsch.*, X, 1909, p. 1008-1017).

(4) Une étude expérimentale de diverses formes du tube Pitot et du multiplicateur de Bourdon est donnée par Otto Krell jr, dans un Ouvrage intitulé : *Ueber messung von dynamischen und statischen Druck bewegter Luft* (München und Berlin, 1904).

DEUXIÈME PARTIE.

RECHERCHES PERSONNELLES SUR LES MOULINETS ANÉMOMÉTRIQUES.

CHAPITRE I.

MÉTHODES DE MESURE.

Avantages de la méthode employée. — Les divers expérimentateurs, qui ont jusqu'à présent étudié les anémomètres, ont employé des méthodes basées sur le déplacement de ces instruments par rapport à l'air ambiant maintenu sensiblement à l'état de repos.

J'ai employé le procédé inverse. Les moulinets sur lesquels j'ai opéré ont été montés sur un axe dont les frottements étaient réduits au minimum. Cet axe, solidement assujetti sur un support fixe aussi rigide que possible, était placé dans un courant d'air dont la vitesse, réglable à volonté, pouvait être maintenue très sensiblement constante pendant la durée des expériences. Ces courants sont facilement obtenus à l'aide des souffleries utilisées dans les laboratoires aérodynamiques.

Cette manière d'opérer présente, à mon sens, un certain nombre d'avantages. Tout d'abord, les conditions dans lesquelles se trouve placé le moulinet se rapprochent davantage de celles dans lesquelles il fonctionne lorsqu'il est placé dans l'air libre. Aucune incertitude, provenant de la courbure de la trajectoire moyenne du mouvement de l'air par rapport à l'anémomètre, n'entre en ligne de compte; les perturbations, introduites dans les essais au manège par l'action de la force centrifuge, sont complètement éliminées; les corrections à apporter sont faibles et une détermination incorrecte de leur valeur ne peut causer de graves erreurs. On passe d'ailleurs facilement aux valeurs absolues en mesurant la vitesse du courant d'air à l'aide d'un tube de Pitot.

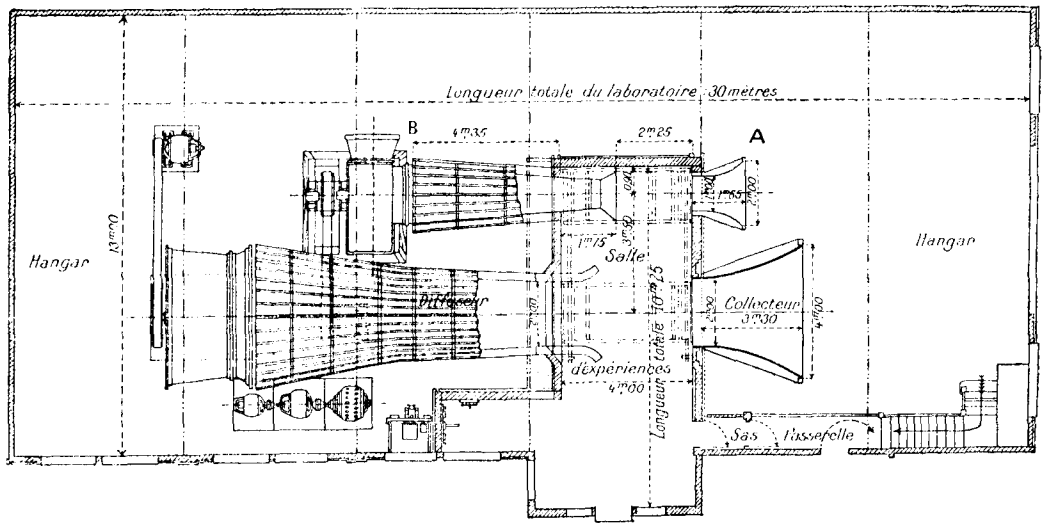
Il faut cependant reconnaître qu'au point de vue de l'anémométrie pratique, cette méthode présente un défaut qui lui est commun avec les méthodes précédemment employées. Les mesures sont faites dans des courants d'air dont la vitesse peut être considérée comme constante en grandeur et en direction pendant la durée d'une expérience : les nombres que l'on trouve ainsi correspondent donc à l'état permanent, et il est certain que, dans un vent de vitesse et de direction variables comme le vent naturel, les choses doivent se passer différemment par suite de l'entrée en jeu de l'inertie de la partie tournante de

l'anémomètre et de l'influence des changements d'inclinaison des filets d'air sur l'horizon. Mais la méthode actuelle présente le grand avantage de permettre de poser le premier jalon grâce auquel nous pourrons un jour arriver à savoir de quelle manière se comportent les anémomètres dans le vent naturel, en nous offrant la possibilité de déterminer, d'une manière précise, comment et dans quelle mesure l'inclinaison des filets d'air, par rapport au plan d'un moulinet anémométrique, affecte la vitesse de rotation de ce dernier.

Description des souffleries système G. Eiffel. — Les courants d'air, dans lesquels mes expériences ont été réalisées, étaient produits par des souffleries du système G. Eiffel, modèle adopté dans la plupart des laboratoires aérodynamiques. J'ai tout d'abord utilisé les deux souffleries du laboratoire de M. Eiffel lui-même à Auteuil, puis celle de plus grand modèle installée à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr. Les résultats trouvés dans les deux laboratoires ne diffèrent guère que de quantités assez faibles, 1 à 2 pour 100 : ces différences sont de l'ordre des erreurs d'expérience et montrent qu'au point de vue mesure des vitesses, les installations, quoique légèrement différentes, sont tout à fait comparables.

Une soufflerie Eiffel comprend quatre parties essentielles : le collecteur, la chambre d'expériences, le diffuseur et le ventilateur. La figure 6 donne la représentation schématique des souffleries du laboratoire d'Auteuil.

Fig. 6.



Souffleries du laboratoire G. Eiffel.

Un ventilateur de grand modèle, actionné par une dynamo, est placé à la partie postérieure de la soufflerie. L'air du hall où est installée celle-ci, aspiré par ce ventilateur, entre par le collecteur dans lequel sa vitesse passe rapidement d'une valeur nulle à une valeur V déterminée par la vitesse de rotation

du ventilateur que l'on règle à volonté en agissant sur le rhéostat de la dynamo qui l'actionne. Il traverse ensuite la chambre d'expériences dans laquelle sa vitesse se maintient sensiblement constante et s'écoule ensuite par le diffuseur. Par suite de la forme évasée qu'affecte ce dernier, le mouvement des filets d'air s'y ralentit progressivement, disposition qui présente l'avantage d'améliorer très notablement le rendement.

Deux grillages en lames de métal mince présentant leur tranche au courant d'air, sont placés, l'un à l'entrée du collecteur, l'autre à sa sortie. Ils ont pour but, le premier de guider les filets d'air, le second de sectionner les tourbillons qui peuvent avoir pris naissance pendant le passage du fluide à travers le collecteur et d'arriver ainsi à une répartition des vitesses sensiblement uniforme dans la section du courant qui traverse la chambre. Celle-ci, close aussi hermétiquement que possible, affecte la forme d'un T dont l'une des deux branches est placée à cheval sur le courant d'air. Cette disposition, très commode pour les expériences, distingue l'installation du laboratoire d'Auteuil de celle de Saint-Cyr, où les parois de la buse sont continues depuis l'entrée jusqu'à la sortie. Le collecteur s'ouvre dans l'atmosphère par un orifice dont le diamètre est de 4^m. Il débouche dans la chambre par une ouverture circulaire dont le diamètre est égal à 2^m. L'entrée légèrement évasée du diffuseur se trouve placé en face à une distance d'environ 3^m et la longueur totale de la soufflerie est en gros de 19^m. On y réalise couramment, avec un moteur de 60 chevaux, des courants d'air dont la vitesse est comprise entre 2^m et 30^m par seconde. En AB se trouve une buse plus petite où l'on peut atteindre des vitesses de l'ordre de 40 m : sec avec un moteur de même puissance.

La grande soufflerie de Saint-Cyr, dans l'état où elle se trouvait lorsque je l'ai utilisée pour mes expériences, ne diffère que par les dimensions et quelques détails de celle qui vient d'être décrite. Je tiens cependant à les signaler, l'installation ayant subi depuis lors quelques transformations.

Le collecteur de forme conique ne comportait qu'un seul grillage situé à l'entrée de la chambre. Celle-ci est constituée, comme il a été dit plus haut, par un tube cylindrique dont la longueur est de 6^m et le diamètre de 2^m, dans lequel donne accès un trou d'homme fermé pendant les expériences. Pour tenir compte du fait que l'entrée non galbée pouvait apporter quelques perturbations au voisinage de la grille, au lieu d'opérer, comme je l'ai fait au laboratoire de M. Eiffel, à des distances de celle-ci comprises entre $0^m,50$ et 1^m, j'ai placé les appareils essayés à Saint-Cyr à des distances comprises entre 2^m et $2^m,50$.

Dans la soufflerie de l'Institut aérotechnique, on peut facilement pousser les expériences jusqu'à 43 m : sec., je n'ai pu cependant profiter de cet avantage dans un grand nombre de cas afin d'éviter les dégâts qu'aurait pu produire la rupture des instruments essayés.

Mesure de la vitesse du courant d'air. — Ainsi qu'il ressort de la courte description ci-dessus, le courant d'air est produit par aspiration; c'est donc aux dépens de leur pression que les filets qui le composent acquièrent leur vitesse et, dans les conditions où l'on se trouve placé, le théorème de Bernoulli [1] est applicable.

En effet, dans la partie du courant utilisée pour les mesures, l'air s'écoule en filets horizontaux et parallèles, et son mouvement est assez régulier pour que l'on puisse regarder l'état permanent comme étant réalisé pendant les expériences. Comme les différences de pression entre l'extérieur et la chambre restent faibles, on peut admettre, conformément au théorème de Bernoulli, que la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle reste constante le long de chacun des filets composant le courant. Dans l'air calme du hall où est placée la buse, l'énergie cinétique est nulle et l'énergie potentielle égale à la pression atmosphérique P. Dans la chambre, où la vitesse est très sensiblement la même dans toute l'étendue d'une section perpendiculaire à la direction du courant, l'énergie cinétique de l'unité de volume est $\frac{\rho V^2}{2}$, en appelant V la vitesse de ce dernier et ρ sa densité. La vitesse V ayant été acquise sans aucun apport d'énergie extérieure on peut écrire, si P_1 est la pression de l'air dans la chambre,

$$P = P_1 + \rho \frac{V^2}{2}. \tag{1}$$

En résolvant par rapport à V, il vient

$$V = \sqrt{\frac{2(P - P_1)}{\rho}} \quad \text{en C. G. S.} \tag{1 bis}$$

Il s'ensuit que pour mesurer la vitesse des filets d'air traversant la chambre, il suffira de mesurer la différence entre la pression qui s'établit dans celle-ci, lorsqu'on peut considérer que l'état permanent est atteint, et la pression de l'atmosphère du hall. Cette mesure se fait à l'aide de manomètres à alcool et à tube incliné dont la sensibilité est appropriée aux vitesses que l'on désire réaliser.

Ce procédé présente cependant un léger inconvénient. Les dépressions dans la chambre étant proportionnelles au carré des vitesses, il s'ensuit que l'on est obligé d'employer des manomètres de plus en plus sensibles à mesure que la vitesse devient plus faible. Ainsi, pour mesurer avec une précision de l'ordre de $\frac{1}{100}$ des vitesses de l'ordre du mètre par seconde, il faut disposer de manomètres capables de donner le $\frac{1}{500}$ de millimètre d'eau. Ce n'est qu'à partir de 3 m : sec que les manomètres permettant d'apprécier le $\frac{1}{50}$ sont suffisants,

[1] *Voir* APPELL, *Traité de Mécanique rationnelle*, t. III, p. 361 et suiv., Paris, Gauthier-Villars, 1900.

et il faut arriver aux vitesses de l'ordre de 10 m : sec pour pouvoir faire usage de manomètres sur lesquels on peut estimer le $\frac{1}{10}$.

Comme les manomètres que nous avions à notre disposition à Saint-Cyr ne permettaient pas, en utilisant le plus sensible, une précision supérieure au $\frac{1}{20}$ de millimètre d'eau, et comme, par suite de la disposition de la chambre d'expériences du laboratoire d'Auteuil, on ne peut garantir la régularité du courant aux très faibles vitesses, nous avons dû nous borner aux vitesses supérieures à 4 m : sec.

Si l'on désire connaître les vitesses du courant d'air à 1 ou 2 pour 100 près de leur valeur, il est d'ailleurs indispensable de s'entourer d'un certain nombre de précautions afin d'éviter l'accumulation des erreurs.

Reportons-nous à la formule (1 *bis*). $P - P_1$ est mesuré par une certaine hauteur h d'un liquide de densité δ. On a donc $P - P_1 = h\delta g$, g représentant l'intensité de la pesanteur au lieu où sont faites les expériences. En remplaçant $P - P_1$ par sa valeur, on aura

$$V = \sqrt{\frac{2h\delta g}{\rho}}. \tag{2}$$

L'erreur que l'on peut commettre sur h est déjà assez forte et, avec les manomètres couramment employés, peut atteindre pour les vitesses de 5 m : sec environ 3 pour 100. Il faut donc que la somme des erreurs relatives commises sur δ et sur ρ soit au plus de l'ordre de $\frac{1}{100}$ si l'on ne veut pas que celle que l'on commet sur V soit supérieure à 2 pour 100.

La valeur de ρ qu'il faut introduire dans les calculs est celle qui correspond aux conditions qui existent dans la chambre pendant l'expérience. En tenant compte de ce fait, il est facile de connaître ρ à $\frac{1}{300}$ près de sa valeur, en appliquant la formule

$$\rho = \rho_0 \frac{273}{T} \times \frac{H_1 - \frac{3}{8}f}{760}.$$

T peut facilement être connu à 0°,5 près. L'erreur sur $H_1 - \frac{3}{8}f$, en tenant compte des dépressions qui se produisent dans la chambre pendant le passage du courant d'air, est dans les cas les plus défavorables de $\frac{1}{1000}$; il s'ensuit donc que l'erreur totale sur ρ peut facilement être réduite à 3 pour 1000 (0,003).

Reste l'erreur sur δ. Le liquide employé dans les manomètres est l'alcool. Sa densité est sujette à varier, d'une part avec la température et d'autre part avec le temps, par suite de l'augmentation de la concentration en eau qui accompagne son évaporation. Il est donc nécessaire de s'assurer de la grandeur des variations qu'apportent ces deux causes afin de pouvoir en tenir compte le cas échéant. L'expérience a montré que la densité du liquide employé dans les manomètres que j'ai utilisés varie très sensiblement de 0,005 pour une éléva-

tion de température de 5° entre 10° et 25°. Quant à sa variation en fonction du temps, elle n'atteint une valeur appréciable qu'au bout de plusieurs mois. Donc, en déterminant de temps à autre la densité du liquide manométrique à la balance, et en tenant compte de sa température à 2° ou 3° près, on est en droit d'espérer que l'erreur sur δ ne dépassera pas $\frac{5}{1000}$.

L'erreur totale commise sur l'ensemble des termes placés sous le radical, si l'on a soin de se rappeler que ρ représente la densité de l'air traversant la chambre et doit, par conséquent, être calculée en tenant compte du fait que sa pression est P_1 et non P, sera donc au plus supérieure de 1 pour 100 à celle que l'on commet sur h; il s'ensuit que, dans les cas les plus défavorables, c'est-à-dire pour les vitesses comprises entre 5^m et 10^m, l'erreur commise sur V pourra être environ 2 pour 100.

Ceci explique pourquoi j'ai cru indispensable de tenir compte de l'humidité de l'air et des variations de densité du liquide manométrique. Les données nécessaires au calcul de ρ ont été mesurées : 1° avec le baromètre Fortin petit modèle Tonnelot n° 1831, dont j'ai au préalable déterminé la correction en le comparant au Fortin moyen modèle Tonnelot n° 1617 étalonné au Bureau international des Poids et Mesures; 2° avec un psychromètre du même constructeur dont les thermomètres, reconnus exacts au dixième de degré près, étaient placés dans le hall en un endroit suffisamment ventilé pour donner des indications correctes. Ces deux mêmes instruments, appartenant au Bureau Central météorologique, m'ont servi dans les deux laboratoires.

En ce qui concerne la densité du liquide manométrique, je l'ai mesurée à la balance sur un échantillon prélevé à Saint-Cyr avec l'autorisation de M. Toussaint. Cet échantillon m'a ensuite servi à déterminer par comparaison la densité du liquide employé à Auteuil.

Voici les nombres que j'ai obtenus :

Liquide manométrique de Saint-Cyr.

Densité à 24°,6	0,828
Densité à 10°,3	0,842

Liquide manométrique d'Auteuil.

Densité à 17°,3	0,839
Densité à 12°,5	0,844

En conséquence, j'ai admis, pour simplifier les mesures et les calculs :

	Densité du liquide manométrique.	
	Saint-Cyr.	Auteuil.
Expériences faites entre 10° et 15°	0,840	0,845
» 15° et 20°	0,835	0,840
» 20° et 25°	0,830	0,835

Si l'on examine de près la méthode employée pour la détermination de la pression de l'air dans la chambre d'expériences, on voit de suite que des corrections doivent y être apportées pour pouvoir en déduire la vitesse du courant d'air d'une manière précise.

La pression dans la chambre est déduite de la différence de pression qui s'établit entre l'intérieur de celle-ci et l'atmosphère du hall. Le manomètre qui est employé à mesurer cette différence agit comme manomètre différentiel. L'une de ses branches communique avec l'air calme du hall, l'autre s'ouvre dans une partie de la chambre d'expériences où l'air est à l'état de repos, comme au laboratoire de M. Eiffel, ou bien débouche à l'intérieur et au milieu de la partie cylindrique de la buse par une ouverture dont les bords sont soigneusement arasés, comme c'est le cas à Saint-Cyr. Mais on conçoit que la vitesse prise par les filets d'air doit être légèrement inférieure à celle qui correspondrait, d'après la formule de Bernoulli, à la différence de pression ainsi mesurée. Le choc de l'air sur la tranche des lames métalliques constituant les grilles, son frottement sur leurs parois et sur celles de la buse, se traduisent par une diminution de l'énergie cinétique du courant et l'expérience montre que, pour en tenir compte, il faudrait multiplier les hauteurs lues au manomètre par un facteur constant β légèrement inférieur à l'unité et que l'on peut déterminer en comparant les lectures faites au manomètre donnant la pression dans la chambre d'expériences aux résultats fournis par un second manomètre relié à un tube Pitot placé dans le courant, l'ouverture tournée face au vent.

Les mesures de ce genre, faites au laboratoire de M. Eiffel, ont montré que ce coefficient était très voisin de 0,95 et nous avons admis cette valeur dans nos calculs.

A Saint-Cyr, sur les conseils de M. Toussaint, j'ai procédé moi-même à sa détermination. J'ai ainsi trouvé qu'il fallait multiplier les hauteurs manométriques correspondant à la différence de pression entre le hall et la chambre d'expériences par le facteur 0,97 pour qu'elles concordent avec les indications du manomètre relié à un tube de Pitot, placé dans la partie du courant d'air utilisée pour l'étude des moulinets.

Le Tableau ci-après donne le résultat des mesures. Les indications du manomètre relié au tube de Pitot sont portées dans les colonnes A; les colonnes B contiennent les nombres lus au manomètre donnant la différence de pression entre le hall et l'intérieur de la chambre.

Ces deux instruments avaient été au préalable soigneusement comparés l'un à l'autre, et l'on avait reconnu que leurs indications concordaient, aux erreurs de lecture près, dans toute l'étendue de l'échelle utilisée pour les expériences.

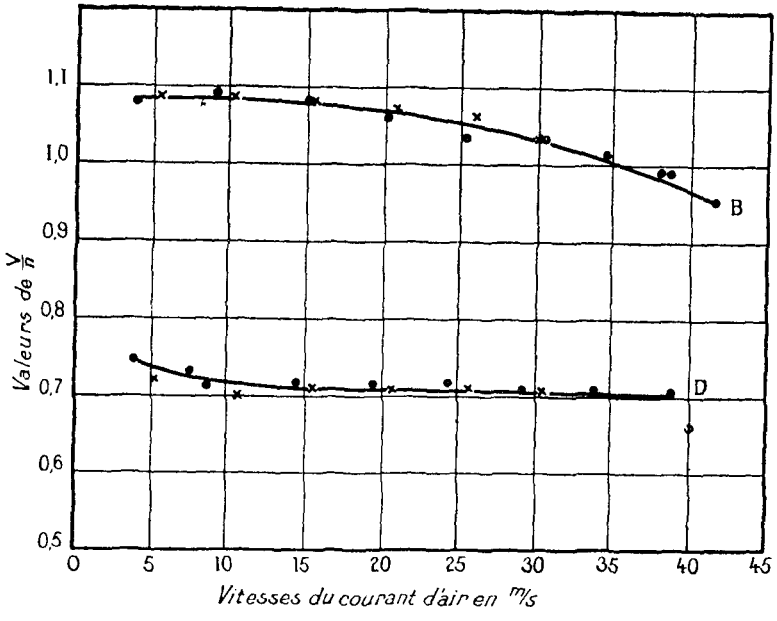
Détermination du coefficient β. Grande soufflerie de Saint-Cyr.

A.	B.	A.	B.	A.	B.
27,0	29,0	68,0	69,0	103,0	106,0
35,5	36,6	69,0	71,5	102,0	106,0
37,0	38,2	69,0	71,5	112,0	116,0
50,0	52,0	82,0	84,3	118,0	121,0
51,0	53,0	91,5	94,0	119,0	122,6
58,0	59,0	93,0	95,4	129,0	133,0
$\beta = \frac{A}{B} \cdots$	0,965		0,973		0,969

On voit que l'on peut admettre, pour le coefficient β dû à la perte de charge, la valeur 0,97 sur laquelle l'incertitude ne paraît pas atteindre plus de $\frac{3}{1000}$.

Concordance des mesures faites dans les deux laboratoires. — De ces considérations il résulte que, en expérimentant dans des laboratoires différents, on devra,

Fig. 7.



Variation du rapport de la vitesse du vent au nombre de tours par seconde.
Moulinet Richard (B) et moulinet D.
Laboratoire G. Eiffel × Institut aérotechnique.

si l'on s'entoure des quelques précautions énumérées au cours de la discussion précédente, trouver des résultats tout à fait comparables et que la précision des nombres obtenus dépendra, en majeure partie, de celle avec laquelle seront faites les mesures manométriques.

L'expérience vérifie pleinement cette conclusion. Deux moulinets ont été étudiés comparativement dans le courant d'air du laboratoire de M. Eiffel et

dans celui de la grande soufflerie de Saint-Cyr; l'un était un moulinet Richard normal (moulinet B), l'autre, un moulinet spécial de dimensions plus petites à ailettes entoilées que j'ai désigné par la lettre D et qui sera décrit plus bas. Les mesures faites dans les deux laboratoires sont représentées dans le graphique de la figure 7 dans laquelle les abscisses représentent les vitesses du courant d'air V, et les ordonnées le rapport $\frac{V}{n}$ des vitesses exprimées en mètres par seconde aux vitesses de rotation correspondantes du moulinet mesurées en tours par seconde. Les croix se rapportent aux nombres obtenus au laboratoire d'Auteuil, les points à ceux obtenus à Saint-Cyr. On voit que les écarts entre les essais restent compris dans les limites que la discussion précédente nous a permis de fixer et que, de plus, ils sont du même ordre de grandeur que ceux que l'on observerait entre deux séries d'essais faits dans un même laboratoire.

Dispositif employé pour l'étude des moulinets. — Les différents auteurs, qui ont expérimenté sur les instruments de mesure employés en anémométrie, ont effectué leurs recherches sur des appareils complets tels qu'ils sont utilisés dans la pratique. Ce procédé a l'avantage de fournir des résultats directement utilisables, mais il ne permet pas de séparer les diverses influences sous lesquelles se modifie le fonctionnement à mesure que la vitesse du vent augmente. Il semble en effet légitime d'admettre que les remous, causés par la boîte renfermant les divers rouages du compteur de tours ou du mécanisme servant à transmettre à distance les indications de l'anémomètre, interviennent pour une certaine part dans les modifications que subit le rapport de la vitesse de rotation du moulinet à la vitesse du courant d'air. L'importance de ces remous est d'ailleurs sujette à varier avec la forme et les dimensions de la boîte et leur répercussion sur le mouvement du moulinet sera fonction de la position qu'occupe cet organe par rapport au mécanisme. D'autre part, les frottements inévitables dans ce dernier et d'autant plus à craindre qu'il est plus compliqué, ne sont pas les mêmes lorsqu'on passe d'un instrument à un autre, de sorte qu'il devient difficile, si l'on compare entre eux des anémomètres différents, de déterminer les causes auxquelles les variations obtenues dans le fonctionnement doivent être attribuées.

Ces considérations m'ont conduit à penser qu'il serait plus instructif d'opérer avec des moulinets interchangeables, qui seraient montés à tour de rôle sur un même compteur de tours n'apportant que des modifications assez faibles dans la direction des filets d'air et dont les frottements seraient aussi réduits que possible.

Dans ce but, j'ai fait construire par le mécanicien du Bureau Central météorologique le dispositif suivant :

Une tige d'acier de 26^{cm} de longueur a été travaillée au tour de manière à la

transformer en un cylindre de 6^{mm} de diamètre aussi parfait que possible. A l'un des bouts, on a creusé une cavité dans laquelle a été enchâssée à chaud une bille d'acier trempé dont le diamètre était à peine supérieur à celui de cette cavité. L'extrémité opposée a été tournée en cône de telle façon que les noyaux de moulinet Richard puissent s'y adapter exactement, et son extrémité a été filetée sur une longueur suffisante pour pouvoir y visser l'écrou de serrage du noyau et son contre-écrou.

L'axe ainsi constitué, après avoir été soigneusement poli, a été muni au $\frac{1}{5}$ de sa longueur à partir de la bille, d'un manchon de $2^{cm},5$ de long portant une vis sans fin de 1^{mm} de pas.

Afin que cet axe pût tourner avec le moindre frottement possible, il était indispensable d'employer des coussinets à billes. J'avais d'abord pensé que ceux que l'on trouve couramment dans le commerce seraient suffisants. Mais j'ai dû renoncer à les utiliser, le jeu des billes étant beaucoup trop grand par rapport au diamètre du roulement. Je me suis donc vu dans l'obligation d'en faire réaliser à l'atelier du Bureau Central météorologique, où nous avons obtenu deux excellents coussinets qui se sont parfaitement comportés pendant toute la durée des expériences, en réduisant le jeu total du roulement à $\frac{1}{10}$ de millimètre environ.

Ces coussinets ont été fixés dans un tube en laiton de 20^{mm} de diamètre extérieur et de 1^{mm} d'épaisseur. Pour éviter les déplacements longitudinaux, l'extrémité de l'axe terminée par une bille d'acier repose sur un plan d'acier trempé et la partie opposée est munie d'une butée à bille de telle manière que le jeu longitudinal est réduit à une faible fraction de millimètre et qu'aucun coincement n'est à redouter.

Une roue dentée, actionnée par l'intermédiaire de la vis sans fin, est disposée pour fermer le circuit d'une pile dans lequel est placé un électro-aimant, chaque fois qu'elle a accompli une révolution. Le nombre des dents étant de 50, il suffit de multiplier cette constante par le nombre de fois que l'électro-aimant a attiré son armature pour connaître le nombre de tours faits par l'axe. Ce nombre, divisé par le temps correspondant, fournit la vitesse de rotation exprimée en tours par seconde. Le temps est facilement mesuré à l'aide d'un bon chronomètre; celui qui m'a servi dans mes expériences est un chronomètre Darras du modèle en usage dans les laboratoires de physique et appartenant au Bureau Central météorologique.

Tout le mécanisme est enfermé dans une petite boîte métallique plate soudée au tube extérieur en face d'une ouverture pratiquée dans ce dernier. Son volume total est d'environ 360^{cm^3}; elle est placée à 17^{cm} des bras du moulinet et disposée de manière à compenser la diminution dans la résistance à la flexion du tube provoquée par l'ouverture pratiquée dans ses parois.

L'appareil ainsi constitué a fonctionné à mon entière satisfaction, pendant toute la durée des recherches. Pour mettre en mouvement le plus lourd des moulinets employés (moulinet J : poids, 435^g; longueur des bras depuis l'axe jusqu'au centre des coupes, $212^{mm},5$), il suffisait de placer dans l'une des coupes un poids de $0^g,050$.

Pour étudier, d'une manière commode et suffisamment précise, l'influence de l'orientation du moulinet par rapport aux filets d'air sur sa vitesse de rotation, il est indispensable de pouvoir déterminer facilement l'angle formé par la direction de ces derniers avec le plan du moulinet. Dans ce but, le dispositif décrit plus haut a été complété de la manière suivante :

J'ai fait tourner un tambour en fer de $4^{cm},9$ de diamètre dont la circonférence a été divisée en 72 parties égales, et j'ai fixé à l'une de ses extrémités un collier, formé de deux pièces réunies par des boulons, dans lequel vient s'adapter le dispositif décrit ci-dessus. L'extrémité opposée est formée d'une tige cylindrique faisant corps avec le tambour et filetée sur la moitié de sa longueur. Cette tige est mobile à frottement doux dans un trou circulaire percé dans une pièce de fer plat munie d'un repère. Un écrou permet de rendre à volonté le tambour solidaire de cette pièce qui est fixée elle-même sur un support rigide.

Pour n'avoir pas à tenir compte des variations du frottement dues aux variations des composantes du poids de l'ensemble formé par le moulinet et son axe, et dirigées respectivement suivant cet axe et perpendiculairement à sa direction, il m'a paru préférable d'opérer dans un plan horizontal. Grâce au fait que les filets d'air composant le courant fourni par la soufflerie sont eux-mêmes horizontaux, cette manière de faire ne présente aucune difficulté. La figure ci-contre montre l'ensemble du dispositif tel que je l'ai utilisé au laboratoire d'Auteuil.

Le réglage se fait d'une manière très simple.

On commence par fixer la position du support de manière qu'au cours d'une rotation complète du tambour l'axe portant le moulinet reste dans un plan horizontal. Puis on note la graduation du tambour correspondant au repère dans la position où cet axe est parallèle à la grille et par conséquent perpendiculaire aux filets d'air. Il est ensuite facile, en utilisant la graduation, d'amener à un degré près le plan du moulinet à faire avec les filets d'air tel angle que l'on désire et de bloquer l'ensemble dans la position choisie à l'aide de l'écrou de serrage.

Pour me rendre compte des modifications qui s'introduisent dans le fonctionnement d'un anémomètre construit pour fonctionner avec son axe placé verticalement, lorsqu'on dispose ce dernier horizontalement, j'ai déterminé, pour des courants d'air de même vitesse, les vitesses de rotation d'un même anémomètre Robinson muni d'un axe tournant entre des coussinets ordinaires. Le poids du moulinet étant de 846^g, on pouvait s'attendre à trouver d'assez

fortes différences dans le fonctionnement dans les deux positions. En fait, l'expérience a montré que les vitesses de rotation étaient les mêmes, aux erreurs expérimentales près, pour les vitesses du courant d'air supérieures à 7 m : sec et que la différence ne dépassait notablement 2 pour 100 qu'au-dessous de 6 m : sec; à la vitesse de 5 m : sec, elle est de 5 pour 100 et croît ensuite très rapidement à mesure que la vitesse du vent décroît pour atteindre environ 10 pour 100 à 4 m : sec, le moulinet tournant moins vite lorsque son axe est placé horizontalement.

Fig. 8.

Installation du dispositif pour l'étude des moulinets anémométriques dans la grande buse du laboratoire G. Eiffel.

Avec l'axe spécial décrit plus haut, l'expérience m'a montré que pour les vitesses de l'ordre de 4 à 5 m : sec, les différences des vitesses de rotation dans les deux positions étaient au plus de l'ordre des erreurs d'expérience et qu'elles pouvaient être négligées pour toutes les vitesses supérieures à 5 m : sec.

Conduite d'une expérience. — Le moulinet étant installé dans la position choisie pour effectuer les mesures, on lit le baromètre et le psychromètre et l'on modifie progressivement la vitesse du ventilateur jusqu'à ce que la dénivellation lue au manomètre atteigne la valeur correspondant à la vitesse désirée pour le courant d'air. On attend ensuite quelques instants que le régime permanent soit atteint, ce qui est indiqué par la stabilité de l'extrémité de la colonne manométrique. On procède alors aux mesures simultanées de la vitesse du courant d'air d'une part, de la vitesse de rotation du moulinet d'autre part. On saisit le moment où l'électro-aimant, commandé par la roue dentée actionnée par l'axe du moulinet, attire son armature pour mettre en marche le chro-

nomètre et donner un top à l'aide qui lit l'indication du manomètre. On compte alors un nombre rond d'attractions de l'armature réparties sur une durée comprise entre 1 ou 2 minutes pendant que l'aide lit le manomètre à des intervalles de temps égaux compris entre 20 et 30 secondes.

Le nombre de contacts, multiplié par 50, donne le nombre de tours effectués par le moulinet; la vitesse du courant d'air se déduit de la moyenne des indications du manomètre pendant le même temps.

On peut remplacer la moyenne des lectures faites au manomètre à intervalles égaux par la hauteur autour de laquelle a oscillé la colonne pendant les mesures. L'expérience m'a montré que les résultats obtenus ne différaient pas sensiblement de ceux que fournit la première méthode.

Le premier procédé présente cependant un léger avantage : c'est de permettre, si on le désire, d'obtenir une valeur plus approchée de la vitesse du courant d'air en calculant séparément les vitesses correspondant à chaque lecture manométrique et en en prenant ensuite la moyenne, mais les oscillations de la colonne manométrique sont d'ordre assez faible pour qu'il soit inutile de recourir à ce procédé qui aurait le gros inconvénient de rendre les calculs beaucoup plus compliqués.

Le temps nécessaire pour réaliser une série de mesures en vue de déterminer la variation de la vitesse de rotation d'un moulinet en fonction de la vitesse du courant d'air est de 20 minutes environ; les variations subies par la température, la pression et l'humidité de l'air pendant cet intervalle se sont toujours montrées assez faibles pour qu'il fût légitime d'admettre que ces éléments étaient restés invariables pendant toute la durée de l'opération. En fait, j'ai donc toujours pu me servir, pour les calculs, de la moyenne de leurs valeurs déterminées au début et à la fin des expériences et, bien souvent, j'ai pu faire plusieurs séries de mesures sans avoir à tenir compte des variations de la densité de l'air résultant des changements de pression, de température ou d'humidité.

Calcul des vitesses du courant d'air. — Dans mes premières expériences, l'expérimentateur chargé de manœuvrer le rhéostat de la dynamo qui commande le ventilateur s'arrangeait de manière à me donner toujours, dans les diverses expériences faites au cours d'une même séance, des vitesses égales du courant d'air en modifiant convenablement la résistance du rhéostat. Cette manière de faire simplifie notablement les calculs quand la température, la pression et l'humidité de l'air restent sensiblement constants pendant le temps que dure la séance. Dans le cas où ces éléments changent d'une expérience à l'autre, il est aussi simple de mesurer les quantités nécessaires au calcul de la vitesse du vent et de faire ensuite les calculs en série. C'est ce dernier procédé que j'ai employé dans la plupart des cas.

Nous avons vu que V (vitesse du courant d'air) est donnée par la formule

$$V = \sqrt{\frac{2gh\delta\beta}{\rho}}.$$

Comme, d'autre part,

$$\rho = \rho_0 \frac{273}{T} \times \frac{H_1 - \frac{3}{8}f}{760},$$

les éléments nécessaires au calcul de V sont :

h, indication du manomètre;
δ, densité du liquide manométrique à la température de l'expérience;
β, coefficient dû à la perte de charge;
H, pression atmosphérique;
f, tension de la vapeur d'eau;
T, température absolue du courant d'air.

Le produit $h\delta$, multiplié par un facteur dépendant de l'inclinaison du tube du manomètre, donne un nombre h_1 représentant la dépression dans la chambre mesurée en millimètres d'eau. Ce nombre h_1, divisé par la densité du mercure, fournit la correction h'_1 qu'il faut appliquer à H pour obtenir la pression réelle H_1 dans la chambre.

Pour calculer ρ, on retranche de H : 1° la quantité $\frac{3}{8}f$; 2° h'_1. Le nombre H_1 ainsi trouvé, multiplié par le produit $\rho_0 \frac{273}{T \times 760}$, fournit les valeurs de ρ. Les calculs se font facilement en série à la machine à calculer, grâce au fait que le produit $\rho_0 \times \frac{273}{T \times 760}$ peut être considéré comme constant pendant une série de mesures assez longue.

Il est ensuite commode de calculer par logarithmes les valeurs de V en se servant de la formule

$$V = \sqrt{\frac{2g\beta \times h_1}{\rho}},$$

dans laquelle g est exprimé en mètres par seconde, h_1 en millimètres d'eau et ρ en kilogrammes par mètre cube.

Les nombres ainsi obtenus sont, aux erreurs d'expérience près, les vitesses réelles du courant d'air; elles sont exprimées en mètres par seconde. Quoique la discussion reproduite ci-dessus nous ait montré qu'elles peuvent être affectées d'une erreur relative comprise entre 1 et 2 pour 100, j'ai cru devoir les donner avec deux decimales. Mais je les ai arrondies en tenant compte de cette erreur pour faire l'étude des rapports entre la vitesse du vent et la vitesse de rotation des moulinets.

CHAPITRE II.

PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT ET DESCRIPTION DES MOULINETS ÉTUDIÉS.

Nous avons vu que les divers moulinets dont l'emploi a été proposé pour la mesure de la vitesse du vent peuvent être divisés en deux grandes classes d'après l'orientation de leur axe par rapport à la direction des filets d'airs lorsqu'ils se trouvent placés dans les conditions de fonctionnement normal.

Dans la première se rangent les moulinets dont les ailettes sont disposées comme les ailes d'un moulin à vent et dont l'axe est dirigé parallèlement au vent.

A la seconde, appartiennent ceux dont l'axe est orienté perpendiculairement à la direction du courant dont ils sont destinés à mesurer les vitesses.

Avant d'aborder l'étude de ces organes, il est utile de se rendre compte des principes sur lesquels est basé leur fonctionnement et des causes qui peuvent intervenir pour le faire varier. Quoique le problème complet se présente sous des apparences très complexes, et qu'en réalité il soit, dans l'état actuel de nos connaissances, pratiquement insoluble dans le cas des moulinets appartenant à la deuxième classe, les tentatives, mêmes infructueuses faites en vue de le résoudre, ont toujours leur utilité en précisant les points sur lesquels doit se porter spécialement l'attention du chercheur. Je tâcherai donc tout d'abord d'exposer, brièvement et aussi simplement que possible, les quelques considérations sur lesquelles on peut s'appuyer pour tenter de mettre en évidence les causes qui interviennent pour produire et modifier les phénomènes de rotation observés.

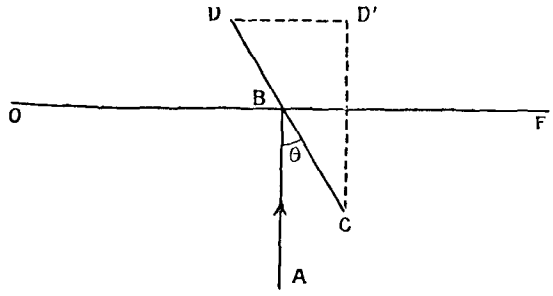
Principe du fonctionnement des moulinets à axe parallèle au vent. — Supposons qu'une feuille plane, faite d'une matière rigide ayant la même densité que l'air, soit placée dans le vent et assujettie à se déplacer le long d'un fil tendu perpendiculairement à la direction du courant (*fig.* 9).

Soient OF la direction du fil, AB celle du vent, CD la projection de la feuille considérée sur le plan passant par la direction du fil et par celle du vent. Si aucun frottement n'intervient, CD se déplacera de O vers F et, lorsque l'état permanent sera établi, sa vitesse de déplacement sera proportionnelle à la vitesse du vent et à la tangente de l'angle formé par les directions CD et AB.

Si v est la vitesse de CD sur OF et V la vitesse du vent, on devra avoir entre ces deux quantités et θ la relation $v = V \operatorname{tang} \theta$. En effet, si nous supposons

que la surface CD, primitivement placée dans l'air calme, soit brusquement soumise à l'action d'un courant d'air de vitesse V, elle subira sur la face exposée au vent une certaine pression qui tendra à la déplacer vers F. A mesure que son mouvement le long de OF s'accélérera, elle sera l'objet sur la face opposée

Fig. 9.



d'une pression croissant avec sa vitesse et l'état permanent ne sera atteint que lorsque les réactions de l'air sur ses deux faces s'équilibreront, c'est-à-dire quand le mouvement des filets d'air relativement à la surface sera dirigé parallèlement à CD. Il faut donc qu'à ce moment la résultante des vitesses du plan, v, et du vent, V, fasse avec la direction de ce dernier l'angle θ. Autrement dit, il faut que, pendant le temps t que met une molécule d'air à aller de C en D', le point D ait passé de D en D'.

Or

$$DD' = vt, \qquad CD' = Vt$$

et, d'autre part,

$$DD' = CD \sin\theta, \qquad CD' = CD \cos\theta;$$

donc

$$\frac{CD \sin\theta}{CD \cos\theta} = \frac{vt}{Vt} \qquad \text{et} \qquad v = V \operatorname{tang}\theta.$$

Supposons maintenant qu'au lieu de se déplacer parallèlement à elle-même le long d'un fil tendu, la surface que nous avons considérée et que nous supposerons très petite, soit assujettie à tourner sans frottement autour d'un axe parallèle aux filets d'air. Quand l'état permanent sera établi, la relation ci-dessus sera toujours valable; si ω est sa vitesse angulaire, r sa distance à l'axe, on aura :

$$v = r\omega \qquad \text{et} \qquad \omega = \frac{V \operatorname{tang}\theta}{r}.$$

Cette équation définit la condition à laquelle doivent satisfaire tous les points de la surface d'une ailette de moulinet à axe parallèle au vent pour que les actions que ce dernier exerce sur elle soient toutes concordantes. Elle détermine une certaine surface dont il est facile de préciser la forme.

Tous les points situés à la même distance de l'axe doivent avoir la même

vitesse angulaire. Il s'ensuit que, pour tous ces points, on doit avoir

$$\operatorname{tang}\theta = \text{const.} \qquad \text{ou} \qquad \theta = \text{const.}$$

Considérons une série de filets d'air très voisins parallèles entre eux et situés à la même distance de l'axe du moulinet. Ces filets forment les génératrices d'un cylindre de rayon r, et la condition $\theta = \text{const.}$ indique que la surface de l'ailette coupe ce cylindre suivant une courbe faisant avec les génératrices successives un angle constant. Cette courbe est donc une hélice.

Soit h le pas de cette hélice; en développant une spire complète sur un plan, on obtient un triangle rectangle dont l'un des côtés de l'angle droit est h et l'autre $2\pi r$; l'angle θ est relié à h et à r par l'équation

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{2\pi r}{h}.$$

Or la relation à laquelle doivent satisfaire tous les points de la surface de l'ailette est

$$\frac{V \operatorname{tang}\theta}{r} = \omega;$$

il en résulte que

$$h = 2\pi \frac{V}{\omega}.$$

Comme ω doit être le même pour tous les points de la surface, $2\pi \frac{V}{\omega}$ doit être constant et $h = \text{const.}$

Le pas des hélices obtenues en coupant la surface de l'ailette par des cylindres dont l'axe coïncide avec l'axe de rotation est indépendant du rayon de ces cylindres; il s'ensuit que la surface cherchée est un hélicoïde à pas constant.

Le rapport de la vitesse du vent à la vitesse de rotation du moulinet est indépendant des dimensions du moulinet; il est uniquement fonction, si l'on admet que les frottements sont négligeables, du pas de l'hélicoïde et de la précision avec laquelle ce dernier peut être réalisé.

Cherchons, à titre d'application, quel devra être le pas des ailettes d'un moulinet tournant sans frottement autour de son axe et effectuant par seconde un nombre de tours représenté par le même nombre que la vitesse du vent exprimée en mètres par seconde. Soient n le nombre de tours, V la vitesse du vent; on veut avoir $\frac{V}{n} = 1$. D'autre part, $\omega = 2\pi n$; comme $h = \frac{2\pi V}{\omega} = \frac{2\pi V}{2\pi n}$, il en résulte que $h = 1^{m}$.

Le pas une fois fixé, l'angle que fait la tangente à l'ailette avec une droite parallèle à l'axe de rotation et située à une distance r de cet axe est déterminé par l'équation

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{2\pi r}{h}.$$

Cherchons à quelle distance de l'axe $\theta = 45^0$ lorsque $h = 1^m$. Nous avons, puisque tang $45^0 = 1$,

$$r = \frac{1}{2\pi} = 0^m,1592.$$

On calculerait de la même manière que, pour que $\frac{V}{n} = \frac{2}{3}$, il faut que

$$h = 0,6667 \qquad \text{et} \qquad r_{\theta=45^\circ} = \frac{0,6667}{2\pi} = 0^m,1061;$$

pour que $\frac{V}{n} = 2$,

$$h = 0^m,50 \qquad \text{et} \qquad r_{\theta=45^\circ} = \frac{0,500}{2\pi} = 0^m,0796.$$

Quoique ces considérations soient purement théoriques, puisque nous avons fait abstraction du frottement, elles constituent cependant une première approximation qui va nous permettre de nous rendre compte de l'influence de l'inclinaison des ailettes et de leur distance à l'axe sur le rapport de la vitesse du vent à la vitesse de rotation des moulinets à ailettes planes.

Soit un moulinet de cette espèce dont les ailettes font un angle θ avec les filets d'air du courant dans lequel on le place. Si V est la vitesse de ce courant, le moulinet prend une vitesse de rotation ω, et pour un certain point, pris sur une ligne perpendiculaire à l'axe et à une certaine distance r de celui-ci, la condition $\frac{V \operatorname{tang} \theta}{r_1} = \omega$ est remplie.

Pour tous les autres points situés sur la même ligne radiale, cette condition n'est pas satisfaite, et comme leur distance à l'axe est plus grande ou plus petite que r_1, la vitesse de rotation est supérieure ou inférieure à ce qu'elle devrait être pour satisfaire à l'équation $V \operatorname{tang} \theta = \omega r$.

Si les dimensions des ailettes sont suffisamment petites, on pourra admettre, sans erreur sensible, que la longueur r_1 est égale à la distance qui sépare leur centre de figure de l'axe de rotation. Il devient alors facile de calculer la longueur qu'il faut donner aux bras pour que le nombre de tours du moulinet, par unité de temps, soit dans un rapport donné $\varkappa$ avec la vitesse du vent, en supposant que les frottements soient négligeables.

On a en effet :

$$\frac{V}{\omega} = \frac{V}{2\pi n} = \frac{r_1}{\operatorname{tang} \theta}.$$

Si l'on pose $\frac{V}{n} = \varkappa$, on a :

$$r_1 = \frac{\varkappa \operatorname{tang} \theta}{2\pi}.$$

La longueur des bras, comptée depuis l'axe jusqu'au milieu des ailettes, est donc déterminée par $\varkappa$ et θ. Pour une valeur donnée de $\varkappa$, r_1 sera d'autant plus

grand que θ (angle du plan des ailettes avec l'axe de rotation) se rapprochera davantage de 90°.

En ce qui concerne θ, les expériences sur la résistance des plaques montrent que son choix n'est pas indifférent. Si l'on veut réaliser le maximum de sensibilité, il y a intérêt à choisir l'inclinaison pour laquelle la pression du vent est maxima. Pour des ailettes carrées, par exemple, l'inclinaison optima sera de 38° (52° par rapport au plan des bras) si l'on est en droit d'étendre à des plaques dont la surface est de l'ordre du centimètre carré, les résultats obtenus en expérimentant avec des plaques de 25^{cm} de côté [1]. Si, au contraire, on désire avoir un moulinet qui, une fois mis en rotation, s'arrête le plus rapidement possible, il faudra choisir pour θ la valeur 52° (38° par rapport au plan des bras).

En s'appuyant sur ces considérations élémentaires dans lesquelles nous avons fait abstraction de tous les phénomènes parasites qui interviennent pour modifier le mouvement de rotation du moulinet, on peut arriver à construire, à condition que les frottements axiaux soient suffisamment faibles, des anémomètres à axe parallèle au vent pour lesquels le rapport $\frac{V}{n}$ reste sensiblement constant et possède, à 5 ou 6 pour 100 près, la valeur choisie à l'avance.

Principe du fonctionnement des moulinets à axe perpendiculaire au vent. — Il n'en est pas de même en ce qui concerne les moulinets de la deuxième catégorie. Leur fonctionnement est beaucoup plus complexe et il est difficile de s'en faire *a priori* une idée exacte. Si l'on peut admettre en effet, à titre de première approximation, que les déformations que fait subir aux filets d'air un moulinet à axe parallèle sont négligeables, il ne semble pas qu'il en soit ainsi dans le cas des moulinets genre Robinson.

La coupe qui présente sa convexité au vent se déplace par rapport au courant avec une vitesse bien supérieure à la vitesse de ce dernier et l'on sait que les corps sphériques, placés dans des courants d'air de vitesse suffisante, font subir aux filets des deviations considérables. Le coefficient de résistance d'un hémisphère creux exposé au vent n'est d'ailleurs pas constant, mais varie avec la vitesse; de plus, il est certainement fonction de l'incidence des filets d'air sur son plan diamétral. D'autre part, il ne faut pas oublier que les coupes se déplacent dans le vent en tournant autour d'un axe. Si leur diamètre est grand par rapport à la longueur des bras, la vitesse relative des éléments les plus rapprochés de cet axe n'est pas la même que celle des parties situées à la périphérie. Il s'ensuit que les hémisphères ne peuvent plus être considérés comme se

---

[1] G. Eiffel, *La résistance de l'air et l'aviation* (*Aérophile*, 15 juin 1911, p. 267-287).

déplaçant dans un courant dont tous les filets sont animés de la même vitesse.

Ces quelques considérations suffisent pour mettre en évidence les difficultés que soulève l'explication des mouvements de rotation que l'on constate.

L'expérience montre que la résistance offerte par un hémisphère creux à l'air en mouvement est beaucoup plus grande quand il présente au vent sa face concave que quand il est placé dans la position inverse. Robinson avait trouvé, que dans le premier cas, la résistance était quatre fois plus grande que dans le second. Plus récemment, G. Eiffel [1] en expérimentant sur un hémisphère de 25^{cm} de diamètre a trouvé pour ce rapport la valeur 3,95. En étudiant à Saint-Cyr la résistance d'un hémisphère creux ayant comme diamètre intérieur 131^{mm} et comme diamètre extérieur 133^{mm}, j'ai trouvé, en opérant à la vitesse de 20 m : sec, 3,83 [2].

C'est sur ce fait expérimental que repose l'explication du sens de la rotation que prennent les moulinets à coupes hémisphériques placés dans un courant d'air.

Si l'on considère une tige mobile autour d'un axe passant par son centre et munie à ses extrémités de deux coupes hémisphériques disposées de telle sorte que l'une présente sa concavité au vent, tandis que l'autre lui présente sa convexité, l'effort subi par la coupe concave étant quatre fois plus considérable que celui que supporte la coupe convexe, le système se mettra en rotation de manière que les hémisphères tournent leur convexité dans le sens du mouvement.

En fait, les phénomènes ne sont pas aussi simples que l'on serait tenté de le croire. Ce n'est que grâce au moment d'inertie de l'ensemble que l'on obtient, tout au moins pour les vents de l'ordre de 5 m : sec, un mouvement de rotation continu. J'ai montré en effet [3] qu'un système de deux coupes disposées comme il a été dit ci-dessus, placé dans le vent, passe au cours d'une rotation complète par quatre positions d'équilibre, deux stables et deux instables. En se déplaçant sur la circonférence du moulinet dans le sens de sa rotation et en partant d'une position d'équilibre stable, on les rencontre dans l'ordre suivant :

Première position d'équilibre instable (arc parcouru : env. 30°);
Deuxième position d'équilibre stable (arc parcouru : 180°);
Deuxième position d'équilibre instable (arc parcouru : env. 210°);
Première position d'équilibre stable (arc parcouru : 360°).

Pendant le passage, dans le sens de la rotation, d'une position d'équilibre instable à la position d'équilibre stable qui la suit, le couple dû à l'action du

---

(1) G. Eiffel, *La résistance de l'air et l'aviation*, Paris, 1910, p. 76.
(2) *Voir* troisième Partie, Chapitre III.
(3) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 610.

vent est moteur, il est au contraire résistant pendant le passage de la position d'équilibre stable à la position d'équilibre instable suivante. Il en résulte que, pendant une révolution complète, le système doit franchir deux angles de 30° environ pendant lesquels le vent tend à lui communiquer un mouvement de sens opposé à celui qu'il possède pendant le reste de la révolution. Ces deux angles morts ne peuvent être franchis que grâce à l'énergie emmagasinée pendant la partie de la rotation où le couple est moteur. Si le moment d'inertie de l'ensemble formé par les deux couples et les bras qui les portent était suffisamment réduit, on ne constaterait pas de mouvement de rotation continu pour les faibles vitesses. Aux vitesses élevées, les déformations créées dans le courant par les organes du moulinet pourraient peut-être amener la continuité du mouvement de rotation; mais, comme le montre l'étude des variations subies par la résistance des hémisphères creux placés dans l'air en mouvement [1], la vitesse linéaire des coupes serait très variable pendant le cours d'une révolution. On ne peut obvier à cet inconvénient qu'en multipliant le nombre de celles-ci ou en augmentant le moment d'inertie du système.

Dans la pratique, on adopte un moyen terme en faisant des moulinets comportant quatre hémisphères placés à 90° les uns des autres.

Quand un tel moulinet est placé dans un courant d'air de vitesse invariable, il prend rapidement un mouvement de rotation continu, et chaque fois que l'on recommence l'expérience, on trouve qu'à la même vitesse du courant V correspond la même vitesse moyenne de rotation n, exprimée en tours par seconde. Dans ces expériences où l'état permanent est sensiblement réalisé, le travail accompli par les forces motrices pendant une révolution complète est égal à celui que fournissent les forces résistantes pendant le même intervalle, mais rien n'indique que le rapport $\frac{V}{n}$ doive être indépendant de V. Si la loi, suivant laquelle varie la résistance des hémisphères en fonction de la vitesse du vent, n'est pas la même suivant qu'ils présentent aux filets d'air leur concavité ou leur convexité, on devra plutôt s'attendre, même dans le cas idéal où le frottement de l'axe sur ses coussinets serait nul, à trouver des variations dans la valeur de ce rapport à mesure que change la vitesse du courant.

D'autre part, on peut prévoir *a priori* que si l'on place dans un courant de vitesse V deux moulinets Robinson de diamètre D et D′ (mesurés de centre en centre des coupes) et construits avec des hémisphères de diamètres d et d', on a peu de chances que la condition $\frac{D}{D'} = \frac{n'}{n}$ soit réalisée d'une manière rigoureuse. Les changements apportés aux dimensions des divers organes entraînent en effet des modifications dans les actions qu'exercent les

---

[1] *Voir* troisième Partie, Chapitre II.

coupes les unes sur les autres et dans la répartition des vitesses relatives sur la surface de ces dernières [1], modifications qui doivent nécessairement avoir leur répercussion sur la vitesse de rotation de l'ensemble. Mais il est plus difficile de préciser le sens et la grandeur des variations que subit la fonction $\frac{V}{n} = f(V)$ quand on vient à changer D et d.

La formule empirique que Dohrandt [2] avait déduite de ses expériences pour calculer les constantes d'un Robinson, d'après les dimensions des bras et des coupes, a été reconnue insuffisante par Neumayer [3] et il ne semble pas que l'on possède actuellement le moyen de faire un anémomètre à coupes répondant à des conditions connues autrement qu'en copiant un modèle préalablement étalonné; encore faut-il s'attendre dans ces conditions, d'après ce dernier auteur [4], à des écarts atteignant 8 et 10 pour 100, sur la même vitesse mesurée simultanément par les deux instruments.

Les données certaines que l'on possède à l'heure actuelle sur le fonctionnement de l'anémomètre Robinson en régime permanent sont : 1° que le rapport $\frac{V}{n}$ varie avec la vitesse du vent; 2° que la relation qui relie $\frac{V}{n}$ à V change avec les dimensions des organes constituant les moulinets; 3° que pour un grand nombre de ces derniers une formule à trois termes du genre $V = a + bn + cn^2$ représente mieux les résultats de l'étalonnage que la formule à deux termes $V = a + bn$.

Nous avons vu [5] que, pour les anémomètres destinés aux usages météorologiques, une condition indispensable pour mesurer avec précision la vitesse moyenne du vent est, si l'on ne veut pas être entraîné à des enregistrements et des calculs compliqués, que l'équation, qui relie la vitesse de rotation de la partie tournante à la vitesse du courant dans lequel elle est placée, soit de la forme $V = a + bn$.

Il est donc important de rechercher si, en modifiant convenablement les dimensions des bras de moulinets construits avec coupes d'un diamètre donné, on ne pourrait pas rendre négligeable le coefficient du terme en n^2. On verra que l'expérience fournit le moyen d'y parvenir tout en permettant d'acquérir des indications nouvelles sur l'influence des dimensions relatives des organes au point de vue de la relation qui existe entre les variations de V et celles du rapport $\frac{V}{n}$.

Description des moulinets étudiés. — Avant de rapporter les résultats que nous

---

(1) *Voir* ci-dessus, p. 52.
(2) Dohrandt, *Rep. f. Met.*, Bd 6, n° 3.
(3) Neumayer, *Archiv der Deutschen Seewarte*, Jahrg. 20, n° 4.
(4) Neumayer, *Ibid.*
(5) Introduction, p. 8 et 9.

a fournis leur étude, nous donnerons une brève description des moulinets sur lesquels ont porté nos recherches et dont le nombre se monte à 27 appartenant à sept types différents.

Les neuf premiers sont des moulinets à axe s'orientant parallèlement au vent, les dix-sept autres appartiennent à la catégorie des moulinets à axe perpendiculaire au courant. Nous les avons désignés par des lettres de l'alphabet afin de pouvoir facilement les distinguer les uns des autres en évitant les périphrases. Pour la même raison, les divers types ont été désignés par des chiffres romains.

Moulinets à axe parallèle au vent.

Type I. — Moulinets à ailettes planes :

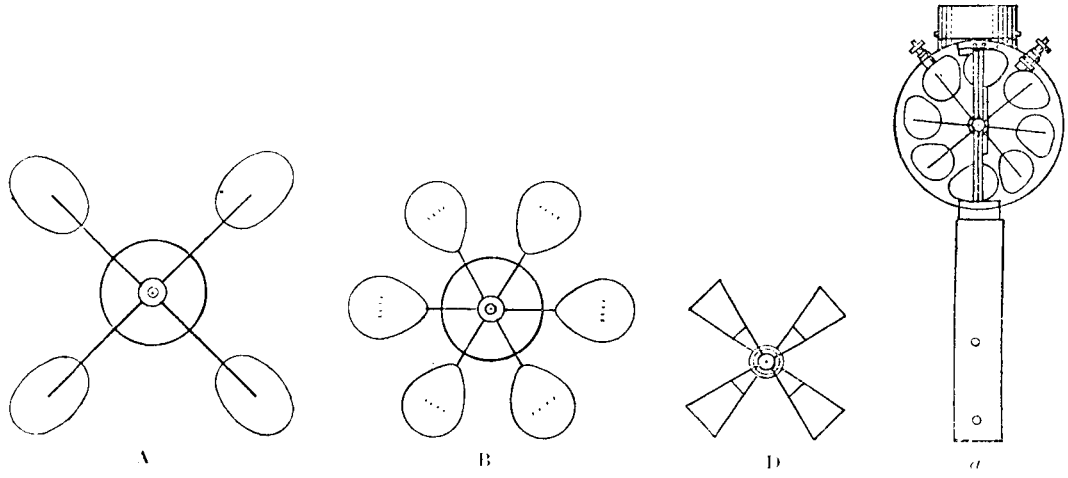
Moulinet A (*fig.* 10). — Ce moulinet, réalisé au Bureau Central météorologique, est formé de quatre disques de zinc de 10^{cm} de diamètre et $0^{mm},5$ d'épaisseur portés par quatre bras fixés en croix à un moyeu de moulinet Richard. Ces bras, faits de quatre fragments de tube de laiton, sont réunis à 13^{cm} de l'axe par un cercle en tige pleine du même métal et dont le diamètre est le même que le diamètre extérieur des bras ($3^{mm},5$). La longueur de ces derniers, comptée à partir du centre du moulinet, est de 16^{cm}. Les ailettes, engagées suivant un de leurs rayons dans une fente de 5^{cm} de longueur pratiquée à l'extrémité des bras, sont fixées à ceux-ci par l'intermédiaire de deux rivets. Leur inclinaison sur le plan passant par leur centre et perpendiculaire à l'axe de rotation est de 45°.

Le diamètre total du moulinet ainsi réalisé est de 42^{cm}, son poids de 205^{g}. Il tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour un observateur qui le regarde en présentant le dos au vent.

Moulinet a (*fig.* 10). — Ce moulinet constitue l'organe essentiel de l'anémomètre à main Richard. Il n'a pas été étudié à part; les expériences ont été faites sur l'anémomètre complet. Cet instrument est du type qui a été établi pendant la guerre pour l'usage des compagnies de ballons cerfs-volants. Le compteur de tours est remplacé par un contact qui ferme le circuit d'une pile tous les 40 tours de moulinet. Celui-ci comporte huit ailettes en tôle d'aluminium de $0^{mm},25$ d'épaisseur, affectant la forme d'oves irrégulières et ayant comme plus grande et plus petite dimensions respectivement 22^{mm} et 33^{mm}. Elles sont fixées à des bras cylindriques en aluminium de 2^{mm} de diamètre passant en avant de leur centre de figure de manière que leur plus courte dimension soit dirigée radialement et que leur plan fasse avec la direction de l'axe un

angle de 45°. L'axe, fait en acier, est terminé en pointe à ses deux extrémités et supporté par deux chapes solidaires d'un cylindre de $91^{mm},5$ de diamètre

Fig. 10.



Moulinets A, B, D, *a*.

entourant le moulinet dont le rayon extérieur est de $43^{mm},75$. Le sens de la rotation est le même que pour le moulinet A.

Type II. — Moulinets à ailettes hélicoïdales :

Moulinet B (moulinet Richard normal). — Les six ailettes que comporte ce moulinet affectent la forme d'un ovale irrégulier dont le plus grand diamètre a 102^{mm} de longueur et le plus faible 88^{mm}. Ces diamètres se croisent à angle droit en un point qui divise le plus grand en deux parties égales et le plus petit en deux segments ayant respectivement 39^{mm} et 49^{mm} de longueur, le plus grand de ces segments étant du côté du moyeu. Les palettes sont réunies à ce dernier par des tiges en acier traversant à 57^{mm} de l'axe une bande de métal circulaire de 1^{cm} de largeur et $1^{mm},5$ d'épaisseur disposée de manière à se présenter au vent par la tranche dans la position de fonctionnement normal (*fig.* 10).

A l'aide d'une matrice de forme spéciale, le constructeur a donné aux lames d'aluminium, épaisses de $0^{mm},5$, qui constituent les ailettes la forme de portions d'hélicoïde à pas constant. Chacune d'elles est fixée par des rivets sur une barrette transversale située à l'extrémité du bras correspondant et leur inclinaison est telle que, si l'on fait abstraction de leur forme ovale, leur ensemble représente la figure que l'on obtiendrait en sectionnant par deux plans distants de 8^{cm} et perpendiculaires à son axe une vis à âme creuse ayant 1^{m} de pas et portant six filets de $0^{mm},5$ d'épaisseur.

Ce moulinet pèse 170^g; son diamètre total est de 32^{cm}. Un observateur, placé le dos au vent, le voit tourner dans le sens des aiguilles d'une montre.

Moulinets B_1 *et* B_2. — Ce sont deux moulinets du même modèle que le moulinet B dont les poids sont respectivement 171^g et 174^g. Les ailettes du moulinet B_2 avaient été légèrement déformées. Il a surtout été essayé en vue de s'assurer de l'influence que pouvaient avoir ces déformations sur le rapport $\frac{V}{n}$.

Moulinet C (moulinet Richard dit *renforcé*). — Ce moulinet ne diffère de celui qui vient d'être décrit que par quelques détails :

1° Chacun des bras portant les ailettes est muni d'un manchon à collerette fixé par des vis à l'intérieur du cercle de renforcement;

2° Les diamètres des ailettes sont ramenés respectivement à 60^{mm} et 54^{mm} de telle manière que, tout en conservant la forme ovale, leur surface est réduite de moitié;

3° Le diamètre total du moulinet est ramené à 297^{mm} et son poids à 153^g.

Moulinets C_1 *et* C_2. — Ce sont des moulinets semblables au précédent dans lesquels les collerettes ont été supprimées.

De plus, dans celui qui est désigné par la lettre C_2, les ailettes ont été décalées de 5^{mm} de sorte que leur centre de figure se trouve reporté à 5^{mm} en arrière du prolongement des bras.

Ils ont comme poids : C_1, 142^g; C_2, 141^g. Leur sens de rotation est le même que celui des moulinets précédents.

Type III. — Moulinet à ailettes gauches (*fig.* 10) :

Moulinet D. — Ce moulinet, de dimensions réduites, que j'ai construit à l'atelier du Bureau Central météorologique, est formé d'un noyau de moulinet Richard auquel ont été adaptées quatre tiges d'acier disposées en croix et un manchon muni à 5^{cm} en arrière de quatre autres tiges du même métal semblablement disposées. Avant de souder le manchon, on l'a fait tourner autour du moyeu de telle manière que la droite passant par deux points placés à 106^{mm} de l'axe et situés respectivement sur une tige avant et sur la tige arrière correspondante, fasse, avec le plan passant par les quatre bras avant, un angle de 45°.

Les ailettes sont constituées par des toiles amidonnées tendues entre chaque tige avant et la tige arrière correspondante.

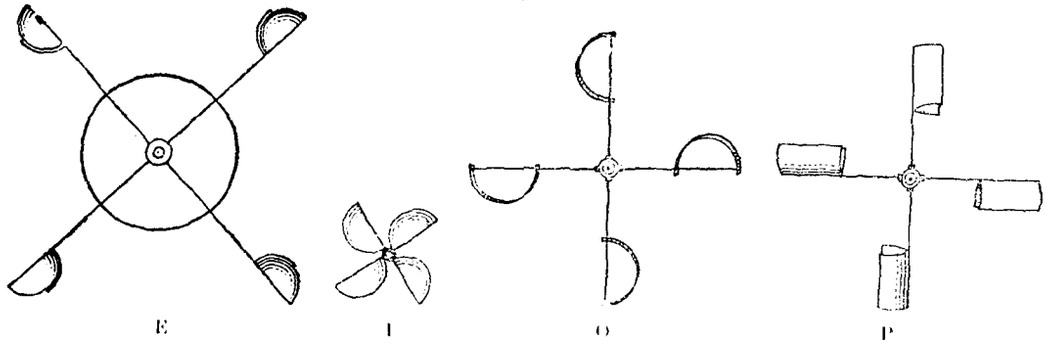
Le moulinet ainsi obtenu se rapproche des précédents, la surface des ailettes pouvant être pratiquement confondue avec celle d'un hélicoïde à pas constant.

Son diamètre total est de 212^{mm}, son poids de 142^g. Le sens de sa rotation est le même que celui des moulinets Richard ci-dessus décrits.

Moulinets à axe perpendiculaire au vent.

TYPE IV. Moulinets à coupes hémisphériques (*fig.* 11) :

Fig. 11.



Moulinets E, I, O, P.

Ces moulinets, notés E, F, G, H, H_1, I, J, K, L, M, R, T, U, ont pour la plupart des coupes de cuivre. Deux d'entre eux, K et T, comportent des coupes en aluminium. Leurs caractéristiques sont contenues dans le Tableau ci-après.

Dans la première colonne, A, se trouve la lettre servant à désigner le moulinet. Dans la seconde sont portés, sous la rubrique *d*, les diamètres extérieurs des coupes exprimés en millimètres. Dans la troisième, D, sont inscrits les diamètres des moulinets mesurés de centre en centre de deux coupes opposées et exprimés également en millimètres. Dans la quatrième, B, sont portés les diamètres des tiges métalliques constituant les bras. La cinquième, C, indique le diamètre du cercle de renforcement lorsqu'il existe. A titre d'indication complémentaire, on a ajouté en regard dans une sixième colonne, F, les poids totaux des divers moulinets exprimés en grammes.

Dans le moulinet M, les bras traversent les coupes. Dans tous les autres, ils sont recourbés et fixés par des rivets à l'extérieur de l'hémisphère sur la partie convexe, suivant la manière de faire adoptée par la maison Richard. De plus, les six premiers comportent des coupes identiques fixées à des bras de même diamètre. Ils ne diffèrent les uns des autres, si l'on fait abstraction des cercles de renforcement et du poids, que par la longueur des bras et forment un ensemble que nous appellerons « famille de moulinets ». Il est bon de remarquer que les bras du moulinet M sont filetés sur toute leur longueur. Cette disposition, qui permet de placer les coupes à des distances variables de l'axe de rotation, a été adoptée en vue d'études ultérieures. Dans le moulinet I, les hémisphères sont fixés directement sur le moyeu.

Principales caractéristiques des moulinets Robinson étudiés.

V.	d.	D.	B.	C.	P.
	mm	mm	mm	mm	g
E	61,5	402	3,5	178	240
F	61,5	316	3,5	158	220
G	61,5	240	3,5	"	179
H	61,5	159	3,5	"	157
H	61,5	122	3,5	"	152
I	61,5	79	"	"	127
J	80,5	425	5,0	190	435
K	80,5	426	5,0	190	321
L	42,5	212	3,5	"	155
M	68,0	340	2,5	"	205
R	134,0	536,5	6,0	265	1240
T	181,0	531,0	6,0	242	846
U	165,0	533,0	6,0	280	1060

Type V. — Moulinets à coupes hémicylindriques perpendiculaires (génératrices des hémicylindres disposées perpendiculairement aux bras) :

Moulinets N *et* O. — Ce sont des moulinets analogues au moulinet M dans lequel les hémisphères ont été remplacés par des hémicylindres de $70^{mm},5$ de diamètre. Les bras, en tige d'acier filetée de $2^{mm},5$ de diamètre, traversent les coupes. Le poids du moulinet N est de 330^{g}, celui du moulinet O de 322^{g}. Leurs diamètres, mesurés d'axe en axe des hémicylindres, sont respectivement de $341^{mm},5$ (N) et de $229^{mm},5$ (O). La hauteur des palettes est de 68^{mm}.

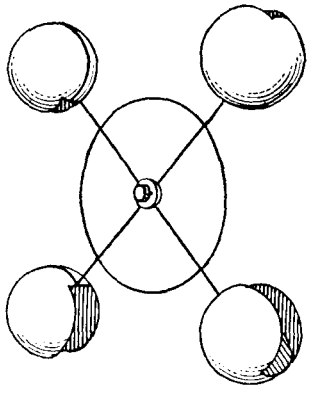
Moulinet Q. — C'est un moulinet à hémicylindres perpendiculaires au plan des bras; mais les ailettes sont munies de demi-bases à leurs extrémités. Les principales données qui le caractérisent sont : diamètre d'axe en axe des hémicylindres, 531^{mm}; diamètre des hémicylindres, 93^{mm}; hauteur des hémicylindres, 91^{mm}; diamètre des bras, 6^{mm}; diamètre du cercle de renforcement, 246^{mm}; poids, 1235^{g}.

Type VI. — Moulinets à palettes hémicylindriques radiales (génératrices des hémicylindres disposées parallèlement au bras, plan diamétral des hémicylindres parallèle à l'axe de rotation) :

Moulinet P. — C'est le seul moulinet de cette catégorie qui ait été étudié. Les bras, en tige d'acier filetée de $2^{mm},5$ de diamètre, ont été rivetés et soudés sur le côté convexe des palettes, qui ont les mêmes dimensions que celles des moulinets N et O. La longueur séparant les bords extérieurs de deux palettes opposées est de 310^{mm}. Poids : 326^{g}.

TYPE VII. — *Moulinet* V (*fig.* 12). — C'est un moulinet genre Robinson com-

Fig. 12



Moulinet V.

portant quatre sphères creuses dont une demi-zone de hauteur égale au tiers du diamètre de celles-ci est enlevée. Le montage est fait comme le montre la figure 12. Les sphères employées par la maison Richard pour la construction de ce moulinet d'essai mesurent $66^{mm},5$ de rayon. Les centres de deux sphères opposées sont séparés par une distance de 529^{mm}. Les bras, en tige d'acier cylindrique de 6^{mm} d'épaisseur, sont réunis par un cercle de renforcement dont le diamètre est égal à 276^{mm}. Le poids de l'ensemble est de 1793^{g}.

CHAPITRE III.

VARIATIONS DU FACTEUR ANÉMOMÉTRIQUE SOUS L'INCIDENCE DE FONCTIONNEMENT NORMAL.

Facteur anémométrique. — Nous appellerons *facteur anémométrique* le nombre $\varkappa$, par lequel il faut multiplier le nombre de tours n que fait par seconde un moulinet donné, pour obtenir la vitesse V du courant d'air qui provoque sa rotation. L'instrument idéal serait celui pour lequel ce nombre serait constant et donnerait, une fois multiplié par la vitesse de rotation, la composante de la vitesse du courant suivant l'axe du moulinet (moulinets à axe parallèle) ou perpendiculaire à cet axe (moulinets à axe perpendiculaire). Nous avons réservé le nom de *vitesse de rotation* (n) au nombre de tours effectués par le moulinet dans l'unité de temps; on sait que cette quantité est reliée à la vitesse angulaire ω par la formule $\omega = 2\pi n$.

Incidence. — Nous appellerons *incidence, inclinaison* ou *angle d'attaque* du vent sur le moulinet, l'angle formé par les filets d'air avec le plan perpendiculaire à l'axe de rotation mené par le centre des ailettes. Cet angle est le complément de celui que forme l'axe avec la direction du courant. Il s'ensuit que l'incidence de fonctionnement normal est, pour les moulinets à axe parallèle, 90°, et, pour les moulinets à axe perpendiculaire, 0°.

Résultats expérimentaux de l'étude des moulinets anémométriques dans des courants d'air permanents sous l'incidence de fonctionnement normal. — Ces résultats sont consignés dans les Tableaux ci-dessous. Sous la rubrique V sont indiquées les vitesses du courant d'air. La colonne intitulée *n* donne les vitesses de rotation correspondantes. La troisième colonne contient, sous le signe z, les valeurs du rapport $\frac{V}{n}$.

Variations du facteur anémométrique en fonction de la vitesse du vent sous l'incidence de fonctionnement normal.

MOULINETS A AXE PARALLÈLE.

Type I : Moulinets à ailettes planes.

V.	n.	z.	V.	n.	z.
Moulinet A (Lab. Eiffel).			Moulinet *a* (Lab. Eiffel).		
5.16.....	4.553	1.13	4.10.....	18.605	0.220
7.73.....	7.299	1.06	7.06.....	31.646	0.223
10.62.....	10.267	1.03	9.56.....	41.885	0.228
12.89.....	12.674	1.02	14.29.....	62.893	0.227
15.88.....	16.260	0.98	18.71.....	82.136	0.228
			23.71.....	105.263	0.225

Type II : Moulinets à ailettes hélicoïdales.

V.	n.	z.	V.	n.	z.
Moulinet B (Lab. Eiffel).			Moulinet B (Saint-Cyr).		
5.17.....	5.199	0.99	3.98.....	4.060	0.98
10.34.....	10.563	0.98	9.34.....	9.449	0.99
15.51.....	15.817	0.98	15.10.....	15.437	0.98
20.70.....	21.352	0.97	20.23.....	21.157	0.96
25.88.....	26.885	0.96	25.40.....	27.174	0.93
30.02.....	32.143	0.93	30.51.....	32.943	0.93
			34.81.....	38.396	0.91
			38.24.....	43.029	0.89
			38.82.....	43.554	0.89
		—	41.82.....	49.020	0.85

Moulinet B_1 [1] (Lab. Eiffel, petite buse).

V.	n.	z.
5,17.....	5,370	0,96
10,34.....	11,086	0,93
15,51.....	16,648	0,93
20,70.....	22,624	0,91
25,90.....	28,935	0,90
31,11.....	35,545	0,88
36,33.....	42,998	0,84
41,04.....	51,813	0,79

Moulinet B_2 [2] (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
5,17.....	5,4	0,96
10,34.....	10,8	0,96
20,70.....	22,0	0,94
31,11.....	34,6	0,90

Moulinet C (Lab. Eiffel, grande buse).

V.	n.	z.
5,17.....	5,081	1,02
10,34.....	10,667	0,97
15,51.....	16,077	0,97
20,70.....	21,575	0,96
25,88.....	27,322	0,95
30,02.....	32,397	0,93

Moulinet C (Lab. Eiffel, petite buse).

V.	n.	z.
5,17.....	5,155	1,00
10,55.....	10,881	0,97
15,51.....	16,181	0,96
20,70.....	21,786	0,95
25,90.....	27,449	0,94
31,11.....	32,823	0,95
36,33.....	38,803	0,94
41,56.....	44,843	0,93

Moulinet C_1 (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
4,14.....	4,355	0,95
7,23.....	7,587	0,95
9,43.....	9,804	0,96
11,84.....	12,295	0,96
14,20.....	14,706	0,97
19,01.....	19,747	0,96
23,84.....	24,917	0,96
29,69.....	31,447	0,94

Moulinet C_2 (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
4,05.....	4,223	0,96
7,19.....	7,353	0,98
9,54.....	9,585	1,00
11,60.....	11,646	1,00
14,22.....	14,245	1,00
19,04.....	19,142	0,99
23,91.....	23,810	1,00
29,67.....	30,441	0,98

Type III : Moulinet à ailettes gauches.

Moulinet D (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
5,16.....	7,123	0,724
10,73.....	15,244	0,704
15,69.....	22,189	0,707
20,66.....	29,283	0,706
25,83.....	36,550	0,707
30,40.....	42,080	0,707

Moulinet D (Saint-Cyr).

V.	n.	z.
4,05.....	5,406	0,749
7,81.....	10,753	0,726
8,87.....	12,392	0,713
14,68.....	20,492	0,716
19,60.....	27,473	0,713
24,68.....	34,662	0,712
29,43.....	41,609	0,707
33,95.....	48,309	0,703
38,89.....	55,172	0,705

[1] Le moulinet B_1 a été essayé monté sur l'anémomètre Richard ordinaire (*fig.* 4).

[2] Le moulinet B_2 monté sur anémomètre Richard ordinaire était relié à un électrocinémographe sur lequel on lisait directement en unités et dixièmes le nombre de tours du moulinet par seconde.

Moulinets a axe perpendiculaire.

Type II : Moulinets à coupes hémisphériques.

V.	n.	z.
Moulinet E (Saint-Cyr).		
4,65.....	0,973	4,78
9,23.....	2,373	3,89
14,71.....	4,181	3,52
19,70.....	5,952	3,31
25,23.....	7,987	3,16
30,10.....	9,677	3,11
Moulinet F (Saint-Cyr).		
4,70.....	1,229	3,82
9,09.....	3,093	2,94
14,64.....	5,310	2,76
20,20.....	7,840	2,58
25,12.....	10,169	2,47
30,79.....	12,799	2,41
35,11.....	14,851	2,36
Moulinet G (Saint-Cyr).		
4,62.....	1,748	2,64
9,69.....	4,298	2,25
15,56.....	7,692	2,02
20,46.....	10,695	1,91
25,41.....	13,932	1,82
29,83.....	16,304	1,83
Moulinet H (Saint-Cyr).		
4,88.....	2,799	1,74
9,17.....	6,182	1,48
14,75.....	10,582	1,39
19,81.....	14,591	1,36
24,96.....	18,927	1,32
30,30.....	23,112	1,31
34,63.....	26,930	1,29
Moulinet H_1 (Lab. Eiffel).		
4,34.....	3,958	1,10
6,96.....	6,462	1,08
9,75.....	9,288	1,05
14,60.....	14,451	1,01
19,12.....	19,172	1,00
23,80.....	24,077	0,99
28,73.....	29,197	0,98
Moulinet I (Saint-Cyr).		
4,94.....	6,647	0,743
9,04.....	13,493	0,670
14,77.....	21,739	0,679
19,75.....	29,316	0,674
24,95.....	36,434	0,684
30,15.....	43,988	0,685
Moulinet J (Saint-Cyr).		
4,52.....	0,960	4,71
9,15.....	2,439	3,75
14,96.....	4,425	3,38
20,48.....	6,434	3,18
Moulinet K (Saint-Cyr).		
4,53.....	0,949	4,77
9,19.....	2,419	3,80
14,95.....	4,304	3,47
20,01.....	6,164	3,25
Moulinet L (Saint-Cyr).		
4,85.....	1,965	2,47
9,02.....	4,112	2,19
14,76.....	7,246	2,04
19,86.....	10,327	1,92
24,74.....	13,473	1,84
30,05.....	16,779	1,79
34,68.....	19,802	1,75
38,08.....	22,624	1,68
42,75.....	25,168	1,66
Moulinet R (1) (Lab. Eiffel).		
4,21.....	0,912	4,62
7,12.....	1,653	4,31
9,79.....	2,366	4,14
14,67.....	3,584	4,09
18,91.....	4,762	3,97
23,97.....	6,014	3,99
28,84.....	7,305	3,95

(1) Les moulinets R, T, U ont été essayés sur un axe spécial construit par la maison Richard et placé verticalement.

Moulinet M (Saint-Cyr).

V.	n.	z.
4,43.....	1,182	3,75
9,44.....	2,907	3,25
15,41.....	5,319	2,90
20,28.....	7,513	2,70
25,56.....	9,852	2,59

Moulinet T (1) (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
4,34.....	0,976	4,45
7,25.....	1,712	4,24
9,83.....	2,381	4,13
14,67.....	3,597	4,08
19,07.....	4,732	4,03
23,97.....	5,932	4,04
28,65.....	7,009	4,09

Moulinet U (1) (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
4,21.....	0,822	5,12
7,12.....	1,529	4,66
9,68.....	2,212	4,38
14,53.....	3,490	4,16
18,91.....	4,637	4,08
23,88.....	5,912	4,04
28,58.....	7,166	3,99

Types V, VI et VII : Moulinets divers.

Moulinet N (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
5,16.....	0,880	5,86
11,04.....	2,460	4,49
16,20.....	4,155	3,90
20,66.....	5,517	3,74

Moulinet P (Saint-Cyr).

V.	n.	z.
6,88.....	1,683	4,09
8,92.....	2,158	4,13
14,70.....	3,644	4,03
19,82.....	5,000	3,96
24,46.....	6,270	3,90

Moulinet O (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
4,30.....	1,092	3,94
9,40.....	2,793	3,34
14,95.....	4,902	3,05
19,95.....	6,934	2,88
25,17.....	9,302	2,71
30,53.....	11,830	2,58

Moulinet Q (2) (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
4,28.....	0,425	10,07
7,14.....	0,997	7,16
9,42.....	1,504	6,26
14,27.....	2,586	5,52
16,52.....	3,115	5,30
18,97.....	3,670	5,17
23,63.....	4,777	4,95

Moulinet V (2) (Lab. Eiffel).

V.	n.	z.
6,03.....	0,430	14,36
10,05.....	1,424	7,06
14,80.....	2,627	5,68
16,96.....	3,063	5,54
19,95.....	3,704	5,39
23,75.....	4,438	5,35
26,45.....	4,950	5,34
28,28.....	5,335	5,30

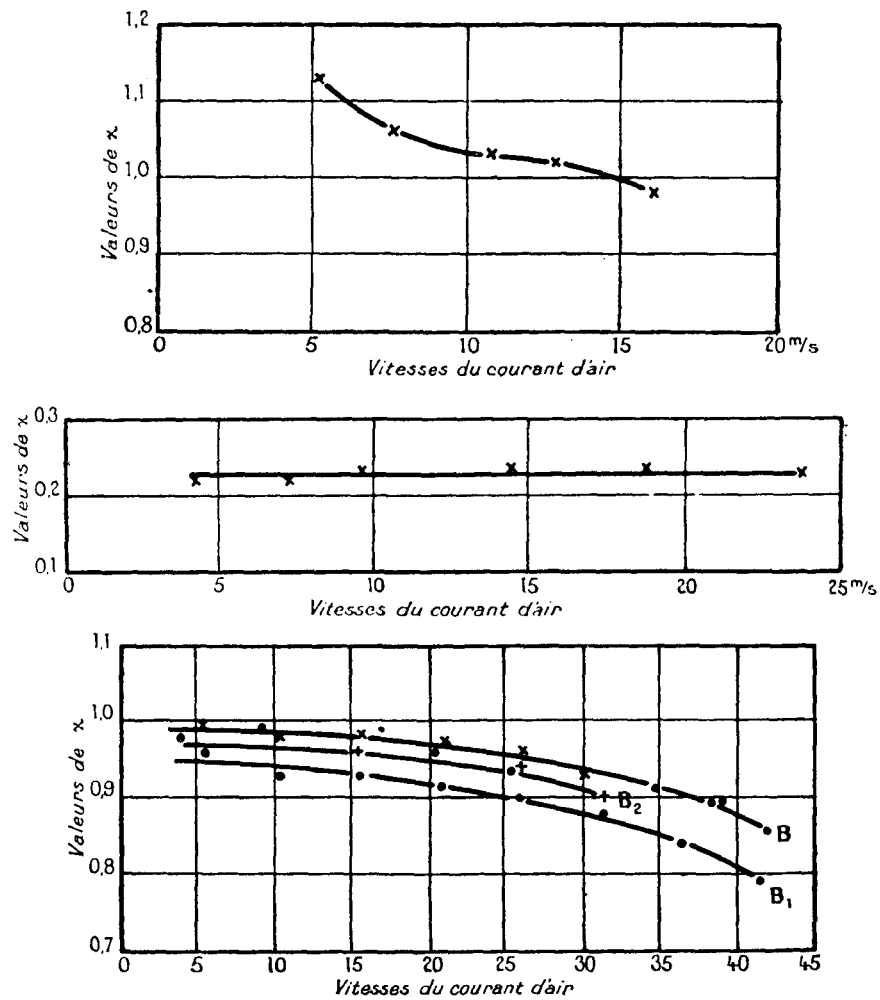
(1) Voir la note de la page précédente.

(2) Ce moulinet a été essayé sur le même axe que les moulinets R, T et U, placé horizontalement.

Discussion des résultats expérimentaux. — Un simple coup d'œil jeté sur les nombres contenus dans les Tableaux ci-dessus permet de se rendre compte immédiatement des différences qui existent entre les moulinets à axe parallèle et les moulinets à axe perpendiculaire au point de vue des relations qui lient leur vitesse de rotation à la vitesse du courant d'air; nous discuterons donc à part les résultats que nous a fournis l'étude de chacune de ces classes d'organes anémométriques.

I. Moulinets a axe parallèle. — La première constatation qui s'impose est que, dans des limites assez larges, la condition $\varkappa$ = const. est très sensiblement

Fig. 13.



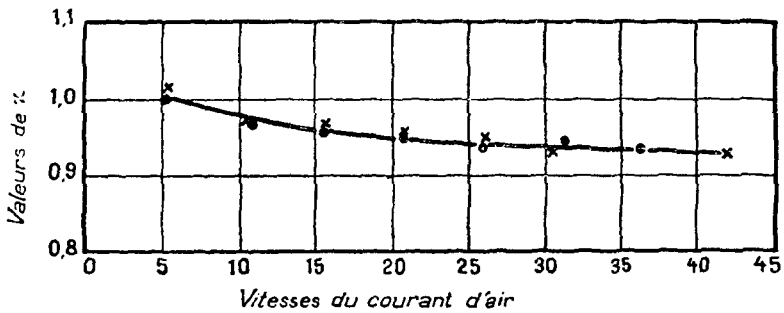
Variation de $\varkappa$ en fonction de V.
Moulinets à ailettes planes.

remplie pour un certain nombre de ces moulinets. C'est le cas en particulier pour a entre 4^m et 24^m; pour C_1 et C_2 entre 4^m et 30^m; pour D entre 10^m et 39^m (voir *fig.* 13, 14, 15).

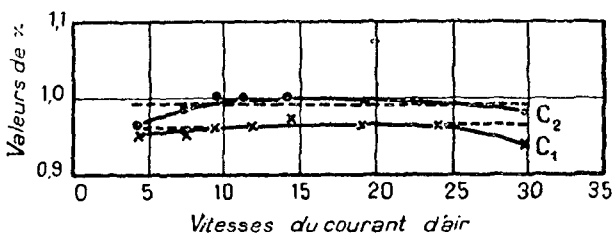
Cependant un examen plus attentif montre que cette condition ne peut être satisfaite que dans des limites de vitesse plus ou moins larges et qu'un certain nombre de causes, que nous avons laissées de côté dans la théorie élémentaire du fonctionnement de ces organes exposée au Chapitre précédent, doivent intervenir pour modifier la relation entre leur vitesse de rotation et la vitesse du courant d'air dans lequel ils sont placés.

D'abord le rapport $\varkappa$ subit, aux faibles vitesses, pour certains moulinets, une décroissance très nette qui paraît s'amortir rapidement. Ensuite, pour ces moulinets, le facteur anémométrique, après être resté à peu près constant, tend de nouveau à décroître aux vitesses élevées. Ce décroissement, très accusé pour A, est beaucoup plus faible pour B, B_1, B_2; il s'affaiblit encore pour les moulinets C, C_1, C_2 et D, et est à peine indiqué pour a.

Fig. 14.



Moulinet C.



Moulinets C_1 et C_2.
Variation de $\varkappa$ en fonction de V.
Moulinets à ailettes hélicoïdales.

En examinant les courbes obtenues en portant en ordonnées les valeurs de $\varkappa$ et en abscisses les valeurs de V correspondantes, on est conduit à penser que les variations que subit $\varkappa$ à mesure que V augmente doivent être causées d'une part par les frottements de l'axe sur ses coussinets et la résistance opposée par l'air au mouvement des bras portant les ailettes, d'autre part par des déformations que subissent ces dernières et qui auraient pour effet de changer l'angle sous lequel elles sont attaquées par les filets d'air à mesure que la vitesse du vent augmente.

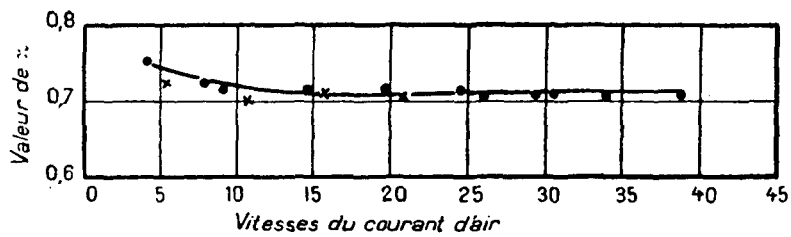
On constate, en effet, d'une part, que le décroissement de $\varkappa$ pour les faibles

vitesses (5^m à 10^m) est d'autant plus important que le moulinet est plus lourd et que la surface totale des ailettes est plus faible; d'autre part, qu'aux vitesses élevées, la variation du facteur anémométrique est d'autant plus nette que les dimensions des ailettes sont plus grandes (moulinets B, B_1, B_2).

Cherchons à nous rendre compte des modifications apportées au mouvement de rotation par les résistances dues au frottement et à l'action de l'air sur les bras.

Le frottement peut être considéré comme constant. Il n'en est pas de même de la résistance déterminée par le mouvement de rotation des bras. Celle-ci croît proportionnellement au carré de leur vitesse par rapport à l'air, soit très sensiblement proportionnellement au carré de la vitesse du courant. Pour vaincre ces deux effets, les filets d'air, au lieu de s'écouler tangentiellement à la surface de l'ailette, doivent faire avec celle-ci un certain angle de manière que la pression exercée sur elle par le vent équilibre à la fois la résistance des bras et les frottements de l'axe sur ses coussinets. L'angle diminuera quand la vitesse du vent augmentera, puisque les forces à équilibrer sont, l'une constante, l'autre proportionnelle au carré de la vitesse du courant, et que la pression de l'air sur l'ailette, si l'angle d'attaque restait constant, croîtrait proportionnellement au carré de la vitesse.

Fig. 15.



Moulinet D.
Variation de x en fonction de V.
Moulinet à ailettes gauches.

Dans ces conditions, au lieu d'avoir $\omega r = V \tan g \theta$, on aura $\omega r = V \tan g \theta - F(V)$, c'est-à-dire que, pour une certaine vitesse V du vent, la vitesse de rotation sera diminuée d'une certaine quantité, de manière que les ailettes soient attaquées sous l'angle nécessaire pour équilibrer les résistances mises en jeu par la rotation. A partir du moment où la vitesse du courant d'air aura atteint une valeur suffisante pour mettre en mouvement le moulinet, le facteur anémométrique ira en décroissant et tendra vers une valeur constante, d'autant plus rapidement que le frottement sera plus faible.

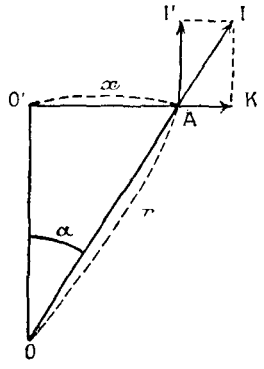
Si l'action du frottement suffit à expliquer la variation de x aux faibles vitesses, il n'en est plus de même en ce qui concerne la diminution que l'on observe aux vitesses élevées. Cette diminution est parfaitement caractérisée pour les moulinets A, B, B_1, B_2 et semble devoir être attribuée à une tor-

sion du bras et de l'ailette qu'il supporte, torsion ayant pour effet d'augmenter l'angle que fait celle-ci avec l'axe du moulinet. Depuis plusieurs années, mon attention avait été attirée sur ce fait par l'examen de moulinets Richard mis hors d'usage par des vents violents. J'avais observé que dans ces organes un certain nombre de bras étaient toujours dessoudés comme si les ailettes avaient été soumises à une forte torsion dans le sens exigé pour les ramener à être perpendiculaires à l'axe de rotation.

En comparant les résultats fournis par les moulinets de la catégorie B à ceux que j'avais obtenus par l'étude de la catégorie C, dont les membres ne diffèrent des premiers que par les dimensions des ailettes, j'ai pensé à rechercher si l'action de la force centrifuge développée par le mouvement de rotation ne pourrait pas fournir l'explication des différences observées.

Considérons une ailette plane faisant avec l'axe de rotation l'angle θ, et sur cette ailette choisissons en A un élément de surface $d\sigma$. Menons par le point A un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Dans ce plan (voir *fig.* 16) la droite $AO = r$ est la perpendiculaire abaissée du point A sur cet axe, $AO' = x$, la plus courte distance de A au plan passant par l'axe et par le bras.

Fig. 16.



Soient α l'angle AOO', μ la densité superficielle de l'ailette (masse par unité de surface); l'action de la force centrifuge sur le point A est

$$AI = \mu\, d\sigma\, \omega^2 r.$$

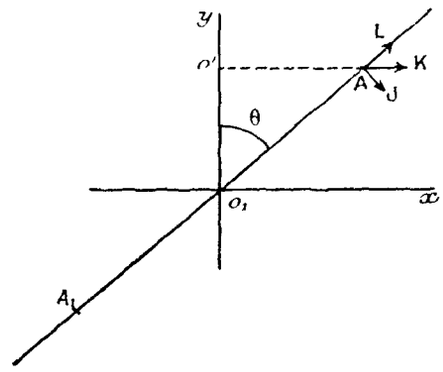
Cette force peut être décomposée en deux autres dans le plan de la figure; l'une, AI', est équilibrée par la résistance du bras à la traction; l'autre, AK, tend à augmenter l'angle formé par le plan de l'ailette avec l'axe de rotation, elle a comme valeur

$$AK = \mu\, d\sigma\, \omega^2 r \sin\alpha.$$

Maintenant menons par $O'A$ un plan perpendiculaire à celui de la figure 16. Ce plan coupe celui de l'ailette suivant la droite A_1A. Par le point O_1, trace du

bras sur le plan de la nouvelle figure, menons $O_1O'y$. Cette droite est parallèle à l'axe de rotation et l'angle AO_1O' est égal à θ. La force AK est contenue dans le plan de la figure 17 et dirigée suivant le prolongement de $O'A$. On

Fig. 17.



peut la décomposer à son tour en deux forces : AL équilibrée par une force égale et contraire agissant sur le point A_1, symétrique de A par rapport à θ, et AJ normale au plan de l'ailette; cette dernière a comme valeur

$$AJ = AK \cos\theta = \mu\, d\sigma\, \omega^2 r \sin\alpha \cos\theta.$$

Le moment de la force AJ par rapport à O_1 est

$$dM = \mu\, d\sigma\, \omega^2 r \sin\alpha \cos\theta \times O_1A$$

et, en posant $O_1A = l$,

$$dM = \mu\, d\sigma\, \omega^2 r l \sin\alpha \cos\theta,$$

mais $\sin\alpha$ peut s'évaluer en fonction de θ.

En effet,

$$\sin\alpha = \frac{AO'}{r} = \frac{l \sin\theta}{r},$$

d'où

$$dM = \mu\, d\sigma\, \omega^2 l^2 \sin\theta \cos\theta = \frac{1}{2}\mu\, d\sigma\, \omega^2 l^2 \sin 2\theta.$$

On voit donc que la force centrifuge exercée sur un élément de l'ailette plane considérée une force de torsion dirigée dans un sens tendant à augmenter l'angle θ et dont le moment est proportionnel :

1° A la densité superficielle de l'ailette;

2° Au carré de sa vitesse angulaire;

3° Au carré de la distance séparant le point considéré du prolongement du bras;

4° Au sinus du double de l'angle que fait la surface de l'ailette avec l'axe de rotation.

Le moment de la torsion totale exercée sur une ailette plane donnée s'obtiendra en intégrant l'expression ci-dessus et en étendant l'intégrale à toute la surface.

On trouve ainsi que pour une ailette plane de forme carrée (longueur du côté $2a$) le moment par rapport au bras de la torsion totale due à la force centrifuge est donné par l'expression

$$M = \frac{2}{3}\mu\omega^2 a^4 \sin 2\theta.$$

Pour une ailette rectangulaire de largeur $2a$ (comptée perpendiculairement au bras) et de hauteur $2b$ (comptée suivant le bras), on a

$$M = \frac{2}{3}\mu\omega^2 a^3 b \sin 2\theta.$$

Des expressions analogues correspondent au cas où l'ailette est circulaire ou elliptique :

$$M = \frac{\pi}{8}\mu\omega^2 R^4 \sin 2\theta$$

(ailette circulaire de rayon R);

$$M = \frac{\pi}{8}\mu\omega^2 a^3 b \sin 2\theta$$

(ailette elliptique : a = demi-axe perpendiculaire au bras; b = demi-axe parallèle au bras).

On voit que le moment de la torsion totale exercée par la force centrifuge sur une ailette plane est proportionnel au cube de sa largeur (comptée perpendiculairement au bras) et qu'il est maximum quand l'angle θ est égal à 45°.

Ces quelques considérations suffisent pour expliquer les variations de $\varkappa$ observées avec des moulinets munis d'ailettes de même forme, mais de grandeurs différentes.

Les moulinets des catégories B et C ont des ailettes que l'on peut confondre en première approximation avec des ailettes planes de forme elliptique. L'inclinaison moyenne de leur surface sur l'axe de rotation est sensiblement la même, ainsi que leur densité superficielle.

La principale différence qu'ils présentent réside dans les dimensions des ailettes, celles-ci ayant comme axes, dans la catégorie B, $2a = 102^{mm}$ et $2b = 88^{mm}$ et, dans la catégorie C, $2a = 80^{mm}$ et $2b = 65^{mm}$.

Cette différence suffit à rendre compte du fait, mis en évidence par les expériences, que dans la catégorie B le facteur anémométrique décroît rapidement quand V augmente et que cette décroissance est beaucoup moins accusée pour la catégorie C.

En effet, pour la même vitesse angulaire, les effets de la force centrifuge sur

un moulinet B et sur un moulinet C sont sensiblement dans le rapport de 2,8 à 10. Étant donné le sens dans lequel agit la torsion, il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, la même vitesse angulaire doit correspondre pour les moulinets C à une vitesse plus forte du courant d'air que pour les moulinets B.

De plus, les déformations des ailettes se font dans un sens qui tend à accroître la vitesse de rotation et par conséquent l'effet de la force centrifuge. Il s'ensuit que les différences que présente le facteur anémométrique pour une même vitesse du courant d'air, quand on passe de la catégorie B à la catégorie C, doit aller très rapidement en augmentant à mesure que V devient plus grand. Cette conséquence est parfaitement vérifiée par les faits.

La marche spéciale du moulinet A s'explique par des considérations analogues. Comme le rayon de ses ailettes de forme circulaire est de 50^{mm} et que leur densité superficielle est 2,7 fois plus grande que dans les moulinets des catégories B et C, on trouve que, pour une valeur donnée de ω, le moment du couple de torsion dû à la force centrifuge est environ 2,9 fois plus considérable que dans les moulinets B, et sensiblement 8 fois plus fort que dans les moulinets C. La diminution très rapide du facteur anémométrique du moulinet A aux vitesses supérieures à 13 m : sec s'explique donc parfaitement par l'action de la force centrifuge. Cette action est d'ailleurs d'autant plus sensible que les bras faits en tube de laiton n'offrent qu'une résistance relativement faible au couple de torsion.

La considération de la torsion des ailettes par l'action de la force centrifuge, que l'on n'avait pas jusqu'à présent fait intervenir dans l'étude des moulinets anémométriques, permet donc de rendre compte d'une manière satisfaisante de certaines particularités de leur fonctionnement. Elle montre en effet que la grandeur des ailettes, leurs dimensions parallèlement et perpendiculairement aux bras, leur masse, leur inclinaison sur l'axe, jouent un rôle important dans les variations qu'éprouve le facteur anémométrique.

Nous ne pouvons mieux terminer cette discussion qu'en tâchant d'en tirer les conséquences pratiques qu'elle comporte.

Si l'on désire que le facteur anémométrique d'un moulinet donné soit constant dans les plus larges limites de vitesse possible, il est nécessaire de tenir compte du frottement de l'axe sur ses coussinets et de l'action déformatrice de la force centrifuge.

Pour que ce moulinet démarre facilement aux faibles vitesses, il est indispensable, après avoir réduit le plus possible le frottement axial, de donner à ses ailettes une surface totale suffisante pour vaincre celui-ci même aux vitesses très faibles.

Cette surface une fois déterminée, il y a avantage à la réaliser plutôt en multipliant le nombre des ailettes qu'en augmentant la surface de chacune d'elles.

La forme et la disposition des ailettes sur les bras doivent être choisies de manière

à rendre minimum le couple de torsion résultant de la force centrifuge. Pour cela, il vaut mieux les allonger dans le sens radial que dans le sens perpendiculaire aux bras.

Ceux-ci doivent être construits de manière à offrir la plus grande résistance possible aux efforts de torsion et les ailettes doivent être faites d'une matière offrant le maximum de rigidité sous le minimum de poids.

Ces conditions résultent immédiatement de la formule donnant le moment de torsion produit par la force centrifuge dans le cas d'une ailette plane rectangulaire. Cette formule montre que ce moment est proportionnel :

1° Au cube de la dimension de l'ailette dans le sens perpendiculaire au bras;
2° A la longueur de l'ailette comptée dans le sens radial;
3° A la densité superficielle de l'ailette (masse par unité de surface);
4° Au carré de la vitesse angulaire;
5° Au sinus du double de l'angle θ formé par le plan de l'ailette avec l'axe de rotation.

Ces deux dernières constatations montrent qu'il y aura avantage, quand on pourra le faire, à choisir l'angle d'inclinaison des ailettes et le diamètre du moulinet de manière que la vitesse de rotation ne soit pas trop grande. Pour les moulinets de faible diamètre, il paraît avantageux, vu les grandes valeurs qu'atteint la vitesse angulaire, de réaliser la surface totale d'ailettes, nécessaire pour obtenir la sensibilité que l'on désire, plutôt en multipliant le nombre de celles-ci qu'en augmentant la surface de chacune d'elles.

II. Moulinets a axe perpendiculaire : 1° *Moulinets Robinson.* — Variation des coefficients de la formule anémométrique en fonction du diamètre des moulinets.

La discussion des résultats obtenus pour les moulinets à axe perpendiculaire conduit à un certain nombre de conclusions qui offrent également leur intérêt.

Pour ceux-ci, d'une manière générale (voir *fig.* 18, 19, 20, 21), le facteur anémométrique dépend dans une large mesure de la vitesse du vent et, à deux exceptions près (moulinets I et T), décroît à mesure que celle-ci augmente dans toute l'étendue des vitesses expérimentées. De plus, pour une valeur donnée de V, il ne paraît pas exister de relation simple entre la vitesse linéaire du centre des coupes et le diamètre des divers moulinets. En gros, la vitesse de rotation croît quand le diamètre diminue, mais la loi à laquelle obéit cet accroissement ne peut s'exprimer par une fonction linéaire du diamètre.

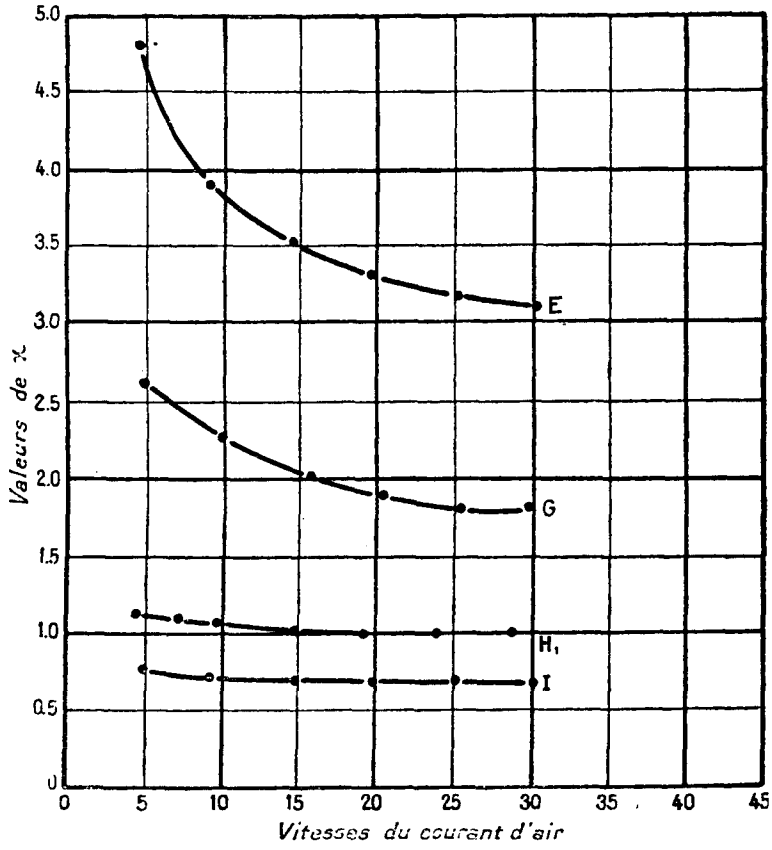
Au point de vue pratique, on a coutume de représenter les résultats du tarage des anémomètres à moulinet Robinson par des formules dites *formules anémométriques*, qui permettent de calculer la vitesse du vent d'après la vitesse de

rotation de ces instruments. Ces formules, tout empiriques, sont de la forme

$$V = a + bn + cn^2 + dn^3 + \ldots.$$

En général, les trois premiers termes suffisent pour représenter les mesures avec une précision convenable.

Fig. 18.



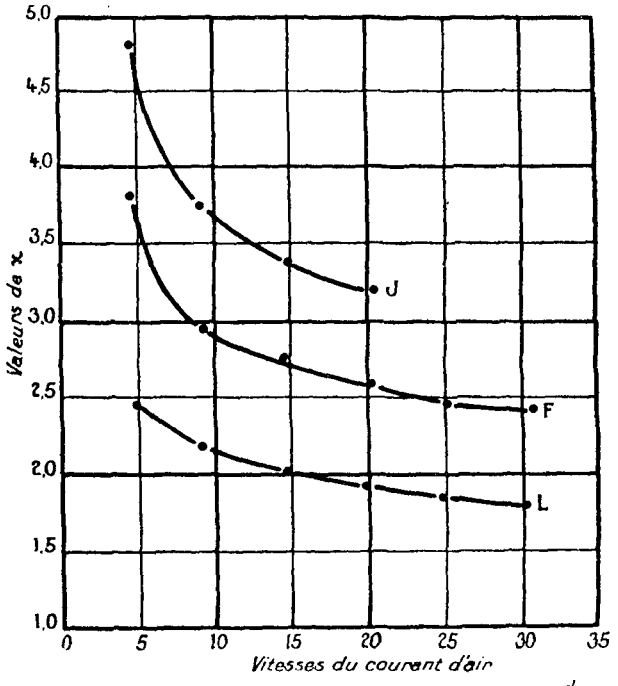
Variation de x avec la vitesse du vent et le diamètre du moulinet. Moulinets E, G, H_1, I.

Il serait extrêmement intéressant de connaître comment varient les coefficients de la formule anémométrique quand on vient à changer les dimensions du moulinet. En particulier, il serait très utile de savoir si, par des modifications convenables, on ne pourrait pas annuler le coefficient du terme en n^2 et ramener ainsi à la forme linéaire l'équation liant la vitesse de rotation à la vitesse du vent, condition indispensable pour que les vitesses moyennes du vent mesurées à l'aide de ces organes ne soient pas affectées par sa variabilité.

C'est dans le but de me livrer à cette recherche, déjà tentée d'ailleurs par Dohrandt, que j'ai fait établir par la maison Richard les cinq moulinets E, F, G, H, I, dont les diamètres sont entre eux sensiblement comme les nombres 5, 4, 3, 2, 1, et qui sont tous construits avec des coupes semblables fixées à des bras découpés dans la même tige d'acier. Ces moulinets forment une famille dont les

membres sont aussi comparables que possible, quoique deux d'entre eux seulement soient munis d'un cercle de renforcement (E et F) et que le dernier (I) soit dépourvu de bras, les hémisphères étant fixés directement sur le moyeu.

Fig. 19.



Variation de x en fonction de V. Moulinets J, F, L. Rapport $\frac{d}{D} = 0.2$.

J'ai donc déterminé pour chacun d'eux les coefficients de la formule anémométrique. Voici les résultats de la comparaison des vitesses calculées à l'aide de ces formules et des vitesses observées directement :

Moulinet E.

Formule $V = 1,51 + 3,347n - 0,047n^2$.

$V_{calc.}$	$V_{obs.}$	$V_{calc.} - V_{obs.}$
4,73	4,65	0,08
9,19	9,23	—0,04
14,69	14,71	—0,02
19,77	19,70	0,07
25,25	25,23	0,02
30,50	30,10	0,40

Moulinet F.

Formule $V = 1,59 + 2,552n - 0,023n^2$.

$V_{calc.}$	$V_{obs.}$	$V_{calc.} - V_{obs.}$
4,69	4,70	—0,01
9,27	9,09	0,18
14,49	14,64	0,15
20,19	20,20	—0,01
25,17	25,12	0,05
30,49	30,79	—0,30

Moulinet G.

Formule $V = 1,30 + 1,994n - 0,018n^2$.

$V_{calc.}$	$V_{obs.}$	$V_{calc.} - V_{obs.}$
4,73	4,62	0,11
9,53	9,69	—0,16
15,57	15,56	0,01
20,56	20,46	0,10
25,58	25,41	0,17
29,02	29,83	—0,81

Moulinet II.

Formule $V = 1,98 + 1,287n - 0,0014n^2$.

$V_{calc.}$	$V_{obs.}$	$V_{calc.} - V_{obs.}$
4.87	4.88	−0.01
9.18	9.17	0,01
14.74	14.75	−0.01
19.76	19.81	−0.05
25.14	24.96	0.18
30.28	30.30	−0.02

Moulinet I.

Formule $V = 0,85 + 0,604n + 0,0014n^2$.

$V_{calc.}$	$V_{obs.}$	$V_{calc.} - V_{obs.}$
4.92	4.94	−0.02
9.25	9.04	0.21
14.64	14.77	−0.13
19.76	19.75	0.01
24.71	24.95	−0.24
30.12	30.15	−0.03

Le tableau ci-dessous permet de se rendre compte de l'influence du diamètre D sur les coefficients de la formule $V = a + bn + cn^2$.

Variation des coefficients de la formule anémométrique en fonction du diamètre dans une famille de moulinets Robinson.

	a.	b.	c.	D. mm
Moulinet E.....	1.51	+ 3.347	− 0.047	402
» F.....	1.59	+ 2.559	− 0.023	316
» G.....	1.30	+ 1.994	− 0.018	240
» H.....	1.98	+ 1.287	− 0.0014	159
» I.....	0.85	+ 0.604	+ 0.0014	79

Le coefficient b, que nous appellerons *constante anémométrique*, peut s'exprimer en fonction de D par une formule linéaire : $b = \nu + \lambda D$; dans le cas étudié ci-dessus, $\nu = 0,065$ et $\lambda = 0,00846$.

Le coefficient c, sensiblement nul pour les faibles diamètres, croît rapidement en valeur négative à partir du moment où le rapport du diamètre des coupes à celui du moulinet atteint la valeur 0,35.

Le coefficient a est également fonction des dimensions et est nettement plus petit pour les moulinets à courts bras.

Il semble qu'un organe construit avec des coupes semblables à celles que comportent les cinq moulinets étudiés et dont le diamètre serait égal au double de celui des coupes aurait une formule exactement linéaire avec une constante anémométrique voisine de l'unité.

Vérification expérimentale. — Pour m'en assurer, j'ai demandé à M. J. Richard de faire raccourcir les bras du moulinet H. Le nouveau moulinet ainsi obtenu, H_1, dont le diamètre est de 122^{mm}, a donné aux essais des résultats conformes à ceux que l'on pouvait prévoir d'après l'étude précédente.

Sa formule est très sensiblement linéaire et sa constante a une valeur tout à fait comparable à celle que l'on peut calculer d'après son diamètre.

On a trouvé

$$b_{calc.} = 0,962, \qquad b_{obs.} = 0,959.$$

Sa formule déduite des mesures est

$$V = 0,72 + 0,959n.$$

Elle fournit les résultats suivants :

Moulinet H_1.

Formule $V = 0,72 + 0,959n$.

$V_{calc.}$	$V_{obs.}$	$V_{calc.} - V_{obs.}$
4,52	4,34	0,18
6,96	6,92	0,04
9,75	9,63	0,12
14,60	14,58	0,02
19,12	19,11	0,01
23,80	23,81	−0,01
28,73	28,73	0,00

Il semble donc bien que dans une famille de moulinets Robinson la constante anémométrique peut se représenter, en fonction du diamètre, par une formule linéaire dont les constantes sont en relation avec le diamètre des coupes et la section des bras.

De plus, dans chaque famille il existe un moulinet dont la formule anémométrique est exactement linéaire. Ce dernier résultat est conforme à celui que Dohrandt [1] a obtenu en expérimentant au manège. Mais la concordance va encore plus loin. La discussion des nombres fournis par cet auteur montre que la valeur du rapport $\frac{d}{D}$ pour laquelle cette condition est réalisée est 0,5 pour un moulinet à coupes de 161^{mm}. C'est exactement le résultat que nous obtenons avec les hémisphères de 62^{mm}. Nous pouvons donc énoncer la règle pratique suivante :

La formule anémométrique d'un moulinet à coupes hémisphériques muni de bras cylindriques est pratiquement linéaire quand le rapport $\frac{d}{D}$ *s'écarte peu de* 0,5.

Il n'y a donc pas intérêt à allonger les bras au delà de la longueur déterminée par ce rapport; au point de vue anémométrique, on perdrait en précision ce que l'on gagnerait en sensibilité.

Influence de la force centrifuge. — L'augmentation du rayon des coupes sans changement du diamètre du moulinet se traduit par une diminution de la constante anémométrique. La vitesse de rotation est notablement augmentée surtout aux faibles vitesses du courant d'air (moulinets U et R).

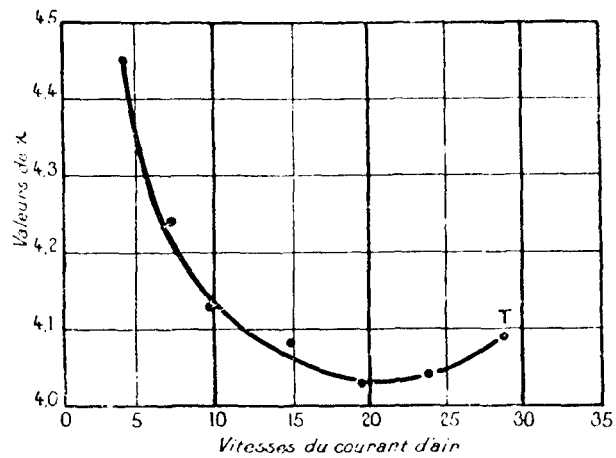
Mais si les coupes sont facilement déformables, cet effet peut être complè-

[1] DOHRANDT, *Bestimmung der Anemometer-Constanten* (*Rep. f. Met.*, t. VI, n° 5, 1878).

tement masqué aux vitesses élevées par l'action de la force centrifuge (moulinets R et T).

Mon attention a été attirée sur cette influence de la force centrifuge par la forme spéciale qu'affecte la courbe $\frac{V}{n} = f(V)$ pour le moulinet T (voir *fig.* 20).

Fig. 20.



Variation de x en fonction de V. Moulinet T.
Influence de la force centrifuge.

Celui-ci comporte des coupes en aluminium de 181^{mm} de diamètre et de 1^{mm} d'épaisseur. Son facteur anémométrique, minimum pour V = 20 m : sec, s'accroît nettement pour les vitesses du courant d'air supérieures à cette limite. Cet effet résulte vraisemblablement de la déformation des coupes provoquée par la rotation, déformation dont le résultat est de déplacer le centre de poussée vers les diamètres croissants.

L'action déformatrice de la force centrifuge est loin d'être négligeable; un calcul approximatif permet de s'en rendre compte.

Si l'on considère séparément l'effet de cette force sur la moitié intérieure et la moitié extérieure d'une des coupes du moulinet T, la masse de chacune de ces moitiés étant supposée condensée en son centre de gravité, on trouve que, pour une vitesse du courant d'air égale à 25 m : sec et en admettant comme poids total de la coupe 150^g, la moitié située le plus près de l'axe est soumise à une force d'arrachement égale en gros à 625^g, tandis que la moitié extérieure subit une action dont l'intensité est voisine de 840^g. Comme il suffit de placer sur le bord de la coupe un poids de 100^g pour obtenir un aplatissement très notable, on comprend parfaitement que la force centrifuge produise une déformation qui se traduit par une augmentation du diamètre du moulinet. La vitesse de rotation doit donc être moindre que celle à laquelle on pourrait s'attendre si la coupe conservait sa forme primitive, et c'est bien ce que l'expérience permet de constater.

On conçoit alors l'influence que peut avoir la flexibilité des coupes et par suite la manière dont elles sont fixées aux bras. Toutes choses égales d'ailleurs, la déformation sera moins importante quand les bras traverseront les coupes suivant un diamètre. Si la coupe est rivetée par sa partie convexe à l'extrémité des bras préalablement recourbée, la déformation sera d'autant moins à craindre que cette partie recourbée sera plus rigide et embrassera une portion plus considérable de l'hémisphère.

Ces considérations expliquent pourquoi dans le moulinet M dont les bras traversent les coupes, le rapport $\frac{V}{n}$ décroît plus rapidement aux vitesses élevées qu'on ne pourrait s'y attendre d'après le rapport existant entre son diamètre et celui de ses ailettes et les résultats obtenus avec les autres moulinets.

C'est peut-être également à l'action de la force centrifuge que doit être attribuée la différence assez légère de la constante anémométrique des moulinets J et K que n'expliquent pas complètement les différences de diamètres.

Le premier, J, a pour formule

$$V = 1,40 + 3,306n - 0,054n^2;$$

le second, K,

$$V = 1,34 + 3,384n - 0,054n^2.$$

Les constantes 3,306 et 3,384 devraient être dans le rapport des diamètres 425^{mm} et 426^{mm}, c'est-à-dire que la constante du second devrait être

$$\frac{3,306 \times 426}{425} = 3,314;$$

cependant la différence entre ce nombre et celui qu'a fourni l'observation (23 pour 1000) est trop faible et a une valeur trop voisine de celle des erreurs de mesure pour que l'on puisse conclure d'une manière absolument certaine.

Conclusions. — En résumé, voici les conclusions qui se dégagent de nos expériences :

a. Dans une famille de moulinets Robinson, la vitesse de rotation d'un moulinet pour une vitesse donnée du courant d'air croît quand le diamètre va en décroissant, mais la loi qui relie la vitesse de rotation au diamètre n'est pas simple. Elle varie d'une famille à l'autre et n'est pas la même aux diverses vitesses du courant d'air.

b. Le facteur anémométrique est une fonction complexe des dimensions des organes du moulinet et de la vitesse du vent.

c. Si l'on calcule les formules anémométriques des divers moulinets d'une même famille, on trouve que la *constante anémométrique* croît avec le diamètre suivant une loi qui se représente assez bien par une formule linéaire. La cons-

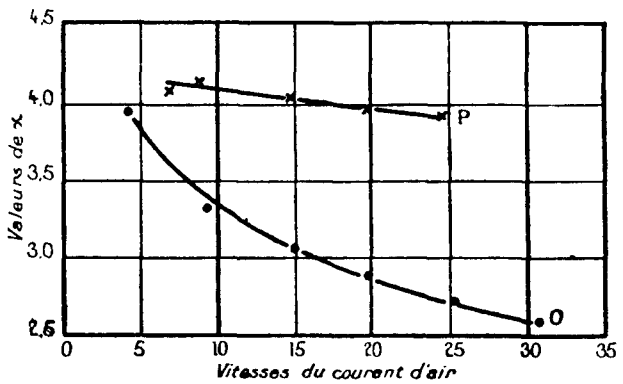
tante a est en général plus faible pour les moulinets à bras courts. La constante c négligeable pour ceux-ci croît en valeur négative quand le rapport du diamètre des coupes à celui du moulinet va en décroissant.

d. Quand, sans changer le diamètre d'un moulinet, on lui adapte des coupes plus grandes, sa constante anémométrique diminue. Cet effet peut cependant être masqué par les déformations des hémisphères sous l'action de la force centrifuge.

e. Les phénomènes mis en jeu par la rotation de ces moulinets sont tellement complexes qu'il paraît préférable de regarder chacun d'eux comme constituant une individualité à part. L'étalonnage de chaque anémomètre Robinson s'impose donc si l'on veut obtenir des mesures comparables.

2° *Moulinets divers.* — Certains expérimentateurs ont construit des anémomètres avec moulinets genre Robinson dans lesquels les coupes étaient remplacées par des hémicylindres disposés de manière que leur plan diamétral soit contenu dans le plan mené par l'axe et le bras correspondant. Aucun de ces moulinets n'ayant été étudié jusqu'à présent au laboratoire, il est intéressant de comparer leur fonctionnement à celui des moulinets à coupes hémisphériques. La figure 21 montre comment varie $\varkappa$ en fonction de V pour deux de ces organes munis, l'un d'ailettes disposées radialement (P), l'autre d'ailettes perpendiculaires aux bras (O).

Fig. 21.



Variation de $\varkappa$ en fonction de V.
Moulinets à ailettes hémicylindriques.

Un troisième moulinet, noté N, est de dimensions comparables au moulinet Robinson M. Ses bras, comme ceux de ce dernier, sont faits en tige d'acier filetée et traversent les coupes.

La formule anémométrique trouvée pour M est

$$V = 1,06 + 2,996n - 0,056n^2; \qquad \frac{c}{b} = 0,019.$$

Pour N, elle est

$$V = 1,78 + 4,052n - 0,131n^2; \qquad \frac{c}{b} = 0,032.$$

La substitution aux coupes hémisphériques de palettes hémicylindriques disposées perpendiculairement aux bras a donc comme résultat de diminuer la vitesse de rotation et d'augmenter, dans une proportion considérable, le coefficient du terme en n^2.

De même que dans les moulinets à coupes hémisphériques, le rapport de c à b va en décroissant à mesure que le diamètre du moulinet diminue, celui des palettes étant maintenu constant : le moulinet O dont le diamètre est $229^{mm},5$, tandis que celui de N est $341^{mm},5$ a comme formule

$$V = 1,00 + 3,117n - 0,055n^2,$$

et le rapport $\frac{c}{b}$, qui pour N était 0,032, tombe pour O à 0,017.

L'emploi des palettes hémicylindriques perpendiculaires aux bras ayant pour effet d'augmenter l'importance du terme en n^2 par rapport au terme en n dans la formule anémométrique, cette modification est loin de constituer un progrès. Il serait de beaucoup préférable d'adopter les ailettes hémicylindriques disposées radialement comme le prouve l'exemple du moulinet P. En effet, pour celui-ci, dont les dimensions sont presque identiques à celles du moulinet O, une formule à deux termes :

$$V = 0,65 + 3,814n.$$

représente parfaitement les résultats des mesures.

Les moulinets Q et V constituent de simples curiosités. Je n'ai cependant pas cru devoir les passer complètement sous silence et les mesures dont ils ont fait l'objet ont été signalées à titre documentaire.

CHAPITRE IV.

VARIATIONS DU FACTEUR ANÉMOMÉTRIQUE EN FONCTION DE L'INCLINAISON DU VENT PAR RAPPORT AU PLAN DU MOULINET.

Importance de ces recherches. — J'aborderai maintenant l'étude des variations qui s'introduisent dans le fonctionnement des moulinets anémométriques lorsque les filets d'air, au lieu d'attaquer le plan de ces derniers suivant l'incidence

correspondant aux conditions de fonctionnement normal, le rencontrent suivant une inclinaison différente.

Cette étude, dont l'importance, considérable au point de vue de l'interprétation des mesures de la vitesse du vent naturel, est fondamentale en ce qui concerne la détermination de la composante verticale de la vitesse de cet élément à l'aide des anémomètres à rotation, n'a pas été tentée jusqu'à présent en ce qui concerne les moulinets à axe parallèle. Elle a été ébauchée par Hasenkamp [1] pour les moulinets Robinson; mais comme il opérait par la méthode du manège et n'avait aucune indication précise pour rapporter ses mesures au mouvement rectiligne, il n'a pu tirer de ses expériences qu'un nombre de conclusions assez restreint dont voici le détail :

1° La vitesse de rotation de l'anémomètre à axe incliné est liée à la vitesse de son déplacement par rapport à l'air par une formule linéaire comme lorsque son axe est placé verticalement, mais cette vitesse de rotation est tellement différente de celle que l'on enregistre dans la position verticale, que l'étalonnage au manège d'un anémomètre Robinson dans une position autre que cette dernière est inadmissible.

2° L'influence de l'inclinaison ne peut être négligée que lorsqu'elle est très faible et de l'ordre de celles qui se produisent pour les anémomètres montés à la cardan sur les bateaux ou à bord des ballons.

3° Une discussion théorique des observations faites avec des anémomètres à axe incliné paraît tout à fait impossible à cause de la complication des phénomènes qui interviennent pour en modifier le fonctionnement.

Les expériences de Hasenkamp n'ont d'ailleurs été poussées que jusqu'à l'inclinaison 60° (par rapport au plan du moulinet), inclinaison insuffisante si l'on veut se rendre compte de la valeur de l'anémomètre Robinson considéré comme instrument de mesure de la composante verticale.

L'étude des variations de la vitesse de rotation des moulinets anémométriques, en fonction de l'inclinaison du vent par rapport à leur plan, constitue donc un champ d'investigations à peu près inexploré, d'ailleurs difficile à exploiter fructueusement par le procédé du manège, mais susceptible de fournir par la méthode que j'ai pu mettre en œuvre grâce à la bienveillance de M. G. Eiffel et à l'amabilité de M. Toussaint une moisson de résultats d'un haut intérêt au point de vue des mesures anémométriques.

Résultats expérimentaux. — L'ensemble de ces résultats, dont le détail est donné dans les Tableaux qui vont suivre, constitue un document tout à fait

---

[1] *Archiv. D. Seew.*, Jahrg. XIII, 1890, n° 3.

nouveau qui, tout en fournissant des indications précises sur la manière dont est modifiée la vitesse de rotation des anémomètres par l'inclinaison du vent par rapport à leur plan, permet de se rendre compte de la valeur des moulinets anémométriques au point de vue de la mesure de la composante verticale de la vitesse du vent.

On se rappellera que, dans ce qui va suivre, les inclinaisons notées i sont mesurées par rapport au plan mené par les bras portant les ailettes du moulinet et qu'elles sont par conséquent égales au complément de l'angle que forment les filets d'air avec l'axe de ce dernier. Les lettres V, n et $\varkappa$ ont la même signification que dans les Tableaux donnés au Chapitre précédent. C'est dans ces Tableaux que l'on trouvera les mesures qui forment le complément de celles qui sont exposées ci-dessous. Les vitesses de rotation sont affectées du signe — lorsque le moulinet tourne dans le sens inverse de celui qui correspond aux conditions normales.

En général, on a fait les expériences sous des inclinaisons variant de 20° en 20° et les vitesses auxquelles on a opéré sont réparties sur une étendue suffisante pour que l'on puisse déterminer le sens et l'ordre de grandeur des variations de $\varkappa$ en fonction de V aux diverses incidences. En outre, pour la plupart des moulinets, on a mesuré la vitesse de rotation sous des inclinaisons variant de 10° en 10° dans un courant d'air de vitesse sensiblement constante et voisine de 15 m : sec.

VARIATIONS DU FACTEUR ANÉMOMÉTRIQUE EN FONCTION DE L'INCLINAISON.

I. — Moulinets à axe parallèle.

Moulinet A (Lab. Eiffel).

Inclinaison 70°.			Inclinaison 50°.			Inclinaison 30°.		
V.	n.	$\varkappa$.	V.	n.	$\varkappa$.	V.	n.	$\varkappa$.
5,16	4,307	1,20	5,16	3,272	1,58	5,16	1,661	3,11
7,73	6,658	1,16	7,73	4,955	1,56	7,73	2,483	3,11
10,83	9,625	1,13	10,83	7,013	1,54	10,93	3,466	3,15
12,89	11,614	1,11	12,89	8,347	1,54	12,89	4,078	3,16
15,93	15,221	1,05	15,98	10,515	1,52	16,03	5,059	3,17

Essai à vitesse constante et inclinaison variable.

V.	i.	n.	$\varkappa$.
12,89	90°	12,674	1,02
12,89	80	12,500	1,03
12,89	70	11,614	1,11
12,89	60	10,299	1,25
12,89	50	8,347	1,54
12,89	40	6,165	2,09
12,89	30	4,078	3,16
12,89	20	2,520	5,12
12,89	10	0,775	16,63

Pour les inclinaisons inférieures à 9°, le moulinet reste immobile, cependant la moindre dissymétrie provoquée par l'interposition d'un obstacle dans le courant d'air suffit à provoquer la rotation. Le sens de celle-ci dépend de la position occupée par cet obstacle.

Moulinet B (Lab. Eiffel).

Inclinaison 70°.			Inclinaison 50°.			Inclinaison 30°.		
V.	*n.*	x.	V.	*n.*	x.	V.	*n.*	x.
5,17	4,394	1,18	5,17	3,226	1,60	5,17	1,553	3,33
10,34	9,506	1,09	10,34	6,814	1,52	10,34	3,279	3,15
15,51	14,368	1,08	15,51	10,118	1,53	15,51	4,792	3,24
20,70	19,157	1,08	20,70	13,605	1,52	20,70	6,270	3,30
25,88	24,131	1,07						
30,02	29,014	1,03						

Essai à vitesse constante et inclinaison variable.

V.	*i.*	*n.*	x.
15,51	90°	15,817	0,98
15,51	80	15,369	1,01
15,51	70	14,368	1,08
15,51	60	12,397	1,25
15,51	50	10,118	1,53
15,51	40	7,692	2,02
15,51	30	4,792	3,24
15,51	20	2,595	5,98

A 15° le moulinet reste immobile. Il en est de même pour toutes les inclinaisons inférieures à cette limite dans un courant d'air à filets parallèles et uniformes.

Moulinet C.

Inclinaison 70°.			Inclinaison 50°.			Inclinaison 30°.		
V.	*n.*	x.	V.	*n.*	x.	V.	*n.*	x.
5,17	4,789	1,08	5,17	3,551	1,44	5,17	1,733	2,98
10,34	9,921	1,04	10,34	7,278	1,42	10,34	3,466	2,98
15,51	14,822	1,05	15,51	10,901	1,42	15,51	5,128	3,03
20,70	19,841	1,04	20,70	14,599	1,42	20,70	6,723	3,08
25,88	24,900	1,04						
30,02	29,880	1,00						

Essai à vitesse constante et inclinaison variable.

V.	*i.*	*n.*	x.
15,44	90°	16,025	0,96
15,44	80	15,674	0,99
15,44	70	14,793	1,04
15,44	60	12,905	1,20
15,44	50	10,830	1,43
15,44	35	6,494	2,38
15,44	30	5,059	3,05
15,44	20	2,525	6,11

A 15°, le moulinet tourne lentement et irrégulièrement dans le sens positif. Sous l'inclinaison 10°, le moulinet reste immobile. Il en est de même à 5° et 0°. La moindre dissymétrie dans le courant d'air provoque la rotation dans un sens ou dans l'autre.

Moulinet D (Lab. Eiffel).

Inclinaison 70°.			Inclinaison 50°.			Inclinaison 30°.		
V.	*n*.	*x*.	V.	*n*.	*x*.	V.	*n*.	*x*.
5,16	6,435	0,80	5,16	4,960	1,04	5,16	2,089	2,47
11,04	14,409	0,77	10,84	10,121	1,07	11,04	4,587	2,41
16,20	20,633	0,79	16,00	14,822	1,08	16,20	6,737	2,40
20,66	26,385	0,78	20,66	19,120	1,08	20,66	8,571	2,41
25,83	32,982	0,78						
30,40	39,063	0,78						

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	*x*.
16,25	90°	22,901	0,71
16,25	80	22,489	0,72
16,25	70	20,891	0,78
16,25	60	18,657	0,87
16,25	50	15,944	1,02
16,25	40	10,834	1,50
16,25	30	6,667	2,44
16,25	20	2,577	6,31
16,25	10	0,000	∞

Pour toutes les inclinaisons inférieures à 10°, le moulinet reste immobile si le courant d'air est bien uniforme.

II. — Moulinets à axe perpendiculaire.

a. Moulinets Robinson.

Moulinet E (Saint-Cyr).

Inclinaison 20°.			Inclinaison 40°.		
V.	*n*.	*x*.	V.	*n*.	*x*.
4,43	0,967	4,58	4,27	0,890	4,80
9,14	2,423	3,77	9,23	2,344	3,94
14,80	4,230	3,50	14,76	4,261	3,46
19,80	6,061	3,27	19,97	5,997	3,33
24,84	7,924	3,13	25,00	7,752	3,22
30,33	9,877	3,07			

Inclinaison 60°.			Inclinaison 90°.		
V.	*n*.	*x*.	V.	*n*.	*x*.
4,35	0,444	9,80	4,35	+0,383	—11,36
9,03	1,142	7,91	9,13	+0,840	—10,87
14,94	2,347	6,37	14,64	+1,050	—13,94
19,83	3,509	5,65	19,62	+1,348	—14,55
25,15	4,777	5,26			

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	x.
14,71	0°	4,181	3,59
14,91	10	4,092	3,64
14,80	20	4,230	3,50
14,63	30	4,399	3,33
14,76	40	4,261	3,46
14,62	50	3,436	4,25
14,94	60	2,347	6,37
14,70	70	0	±∞
14,75	80	—0,891	—16,55
14,64	90	—1,050	—13,94

Moulinet F (Saint-Cyr).

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	x.
14,64	0°	5,310	2,76
14,64	15	5,208	2,81
14,74	30	5,597	2,63
14,85	45	5,085	2,92
15,12	60	3,086	4,90
15,05	70	±ε	très grand
14,79	75	—0,490	—30,18
14,75	90	—1,211	—12,18

Moulinet G (Saint-Cyr).

Inclinaison 20°.			Inclinaison 40°.			Inclinaison 60°.		
V.	*n*.	x.	V.	*n*.	x.	V.	*n*.	x.
4,90	1,727	2,84	5,48	2,137	2,56	3,92	0,736	5,33
9,67	4,286	2,26	9,82	4,451	2,21	8,89	2,066	4,30
15,28	7,513	2,03	15,57	7,759	2,01	14,22	3,720	3,82
20,52	10,733	1,91	20,83	10,965	1,90	19,09	5,703	3,35
25,34	13,740	1,84	25,64	13,762	1,86	24,50	7,911	3,10
31,03	17,045	1,82	31,05	17,123	1,81	29,94	10,232	2,93

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	x.
15,56	0°	7,692	2,02
15,30	10	7,353	2,08
15,28	20	7,513	2,03
15,35	30	7,765	1,99
15,57	40	7,759	2,01
15,46	50	6,215	2,49
14,22	60	3,720	3,82
14,50	70	0	±∞
14,69	80	—1,572	—9,34
15,08	90	—1,942	—7,77

/

Moulinet II (Saint-Cyr).

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	$\varkappa$.
14,75	0°	10,582	1,39
14,66	15	10,381	1,41
14,52	30	10,949	1,33
14,64	45	10,274	1,42
14,41	60	5,597	2,57
14,52	70	$+\varepsilon$	positif et très grand
14,60	75	$-\varepsilon$	*négatif et très grand*
14,71	90	— 2,582	—5,70

Moulinet H_1 (Lab. Eiffel).

Inclinaison 10°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,19	3,759	1,11
7,07	6,380	1,11
9,83	9,077	1,08
14,62	14,019	1,04
18,96	18,382	1,03
23,74	23,697	1,00
28,45	28,455	1,00

Inclinaison 20°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,32	3,870	1,12
7,03	6,394	1,10
9,96	9,174	1,09
14,82	13,850	1,07
19,10	17,382	1,07
23,71	22,321	1,06

Inclinaison 30°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,51	3,994	1,13
7,22	6,557	1,10
10,06	9,346	1,08
14,89	14,225	1,05
19,15	18,456	1,04
23,80	23,659	1,01

Inclinaison 40°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,42	4,032	1,10
7,17	6,557	1,09
10,06	9,346	1,08
14,96	14,205	1,05
18,99	18,209	1,04
23,74	23,256	1,02

Inclinaison 50°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,43	3,460	1,28
7,09	5,804	1,22
10,13	8,460	1,20
15,19	12,894	1,18
18,86	16,207	1,16
23,78	20,833	1,14

Inclinaison 60°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,21	2,008	2,10
7,25	3,788	1,91
9,79	5,457	1,79
14,60	9,091	1,61
19,12	12,887	1,48
23,88	16,807	1,42

Inclinaison 70°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,21	0,000	$\pm\infty$
7,39	0,399	18,52
9,68	0,744	13,01
14,60	1,859	7,85
19,12	2,985	6,41
23,92	4,132	5,79

Inclinaison 80°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,21	—0,708	— 5,95
7,12	—1,468	— 4,85
9,83	—1,429	— 6,88
14,46	—1,689	— 8,56
19,07	—1,805	—10,57
23,84	—2,049	—11,63

Inclinaison 90°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,21	—1,211	—3,48
7,08	—1,495	—4,74
9,51	—1,795	—5,30
14,32	—2,095	—6,84
19,12	—2,584	—7,40
23,88	—3,101	—7,70

Moulinet I (Saint-Cyr).

Inclinaison 20°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,94	6,061	0,82
9,30	11,886	0,78
15,03	19,835	0,76
20,07	26,834	0,75
25,38	34,091	0,74
30,32	40,761	0,74

Inclinaison 40°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,94	5,629	0,88
9,26	11,943	0,78
15,07	19,868	0,76
19,88	25,997	0,77
25,32	34,615	0,73
30,35	41,360	0,73

Inclinaison 60°.

V.	*n*.	$\varkappa$.
4,94	4,310	1,15
9,46	10,489	0,90
15,25	18,484	0,83
20,55	26,042	0,79
25,38	33,683	0,75
30,79	41,360	0,74

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	*z*.
14,77	0°	21,739	0,68
14,93	10	20,513	0,73
15,03	20	19,835	0,76
15,15	30	19,355	0,78
15,07	40	19,868	0,76
15,10	50	20,101	0,75
15,25	60	18,484	0,83
15,12	70	13,489	1,18
15,10	75	rotation directe	
15,05	80	rotation directe lente	
15,00	85	0	(1)
15,00	90	0	(2)

Essais à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable (Moul. J, K. L).

Moulinet J (Saint-Cyr).

V.	*i*.	*n*.	*z*.
14,96	0°	4,425	3,38
14,81	15	4,317	3,43
14,94	30	4,601	3,25
15,16	45	4,087	3,71
15,07	60	2,392	6,30
15,00	70	$+\varepsilon$	positif et très grand
14,85	75	$-0,358$	$-41,46$
15,22	90	$-0,998$	$-15,25$

Moulinet K (Saint-Cyr).

V.	*i*.	*n*.	*z*.
14,95	0°	4,304	3,47
14,87	15	4,202	3,54
14,78	30	4,360	3,39
14,83	45	3,922	3,78
15,07	60	2,377	6,34
15,00	70 (3)	0	$\pm\ \infty$
14,75	75	$-0,568$	$-25,97$
14,84	90	$-1,190$	$-12,47$

Moulinet L (Saint-Cyr).

V.	*i*.	*n*.	*z*.
14,76	0°	7,246	2,04
14,80	15	7,353	2,01
14,77	30	7,377	2,00
14,72	40	7,067	2,08
14,74	60	3,257	4,26
14,75	65	$+\varepsilon$	positif et très grand
14,80	70	$-\varepsilon$	négatif et très grand
14,78	75	$-1,333$	$-11,09$
14,71	90	$-2,415$	$-6,09$

(1) Démarre dans le sens direct à 20m.

(2) Démarre dans le sens direct à 25m.

(3) Sous l'inclinaison 70°, le moulinet K tourne lentement dans le sens positif quand la vitesse du courant d'air atteint 20 m : sec.

Moulinet M (Saint-Cyr).

Inclinaison 20°.			Inclinaison 40°.			Inclinaison 60°.		
V.	*n*.	ϰ.	V.	*n*.	ϰ.	V.	*n*.	ϰ.
4,28	1,104	3,88	4,31	0,962	4,48	3,99	0,355	11,21
9,42	2,768	3,40	9,34	2,517	3,71	9,14	1,188	7,69
15,08	4,777	3,16	14,53	4,484	3,24	14,77	2,664	5,51
20,24	7,064	2,87	20,06	6,726	3,20	20,29	3,339	6,08

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	ϰ.
15,41	0°	5,319	2,90
15,25	10	5,008	3,05
15,08	20	4,777	3,16
15,08	30	4,808	3,14
14,53	40	4,484	3,24
14,87	50	3,676	4,05
14,77	60	2,664	5,54
14,80	70	0	± ϰ
14,62	75	—0,618	—23,66
14,90	82,5	—1,595	— 9,34
15,11	90	—1,739	— 8,69

b. Moulinets a ailettes hémicylindriques.

Moulinet N (Lab. Eiffel).

Inclinaison 20°.			Inclinaison 40°.			Inclinaison 60°.		
V.	*n*.	ϰ.	V.	*n*.	ϰ.	V.	*n*.	ϰ.
5,15	0,933	5,52	5,15	0,849	6,07	5,15	0,406	12,69
10,29	2,358	4,36	10,28	1,949	5,28	10,29	0,909	11,32
15,44	3,891	3,97	15,44	3,012	5,13	15,44	1,416	10,90
20,60	5,556	3,71	20,60	4,193	4,91	20,60	1,898	10,58

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	ϰ.
15,44	0°	3,727	4,14
15,44	10	3,667	4,21
15,44	20	3,922	3,94
15,44	30	3,713	4,16
15,44	40	3,012	5,13
16,31	50	2,423	6,73
15,44	60	1,416	10,90
16,41	70	+ε	positif et très grand
16,23	75	0	± ϰ
15,44	80	—ε	négatif et très grand
15,44	90	—ε	id.

Moulinet O (Saint-Cyr).

Inclinaison 20°.			Inclinaison 40°.			Inclinaison 60°.		
V.	*n*.	ϰ.	V.	*n*.	ϰ.	V.	*n*.	ϰ.
4,86	1,368	3,35	4,31	1,109	3,89	4,34	0,581	7,47
9,32	2,988	3,12	9,02	2,636	3,42	9,44	1,458	6,47
15,16	5,300	2,86	14,96	4,484	3,34	15,09	2,408	6,27
20,49	7,601	2,70	19,88	6,048	3,29	20,16	3,174	6,35

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	x.
14,95	0°	4,902	3,05
14,98	10	4,918	3,05
15,16	20	5,300	2,86
14,51	30	5,146	2,82
14,96	40	4,484	3,34
15,01	50	3,263	4,60
15,09	60	2,408	6,27
15,22	70	0,572	26,61
15,10	80	+ε	positif et très grand
14,95	90	+ε	id.

Moulinet P.

Inclinaison 20°.

V.	*n*.	x.
4,29	0,903	4,75
8,89	1,942	4,58
14,38	3,226	4,46
19,46	4,481	4,34

Inclinaison 40°.

V.	*n*.	x.
4,32	1,238	3,49
8,84	2,650	3,34
14,42	4,405	3,27
19,09	5,952	3,21

Inclinaison 60°.

V.	*n*.	x.
4,34	0,896	4,84
8,72	1,366	6,38
14,38	2,435	5,91
19,09	3,215	5,94

Inclinaison 80°.

V.	*n*.	x.
4,32	−0,714	−6,05
8,92	−1,449	−6,16
14,79	−2,419	−6,11
19,19	−3,215	−5,97

Inclinaison 90°.

V.	*n*.	x.
4,44	−0,916	−4,85
8,78	−1,818	−4,78
14,63	−3,012	−4,86
19,87	−4,087	−4,86

Essai à vitesse sensiblement constante et inclinaison variable.

V.	*i*.	*n*.	x.
14,70	0°	3,644	4,03
14,65	10	3,086	4,75
14,38	20	3,226	4,46
14,33	30	3,676	3,90
14,42	40	4,405	3,27
14,44	50	4,498	3,21
14,38	60	2,345	5,91
14,43	70	0	±∞
14,79	80	−2,419	−6,11
14,63	90	−3,012	−4,86

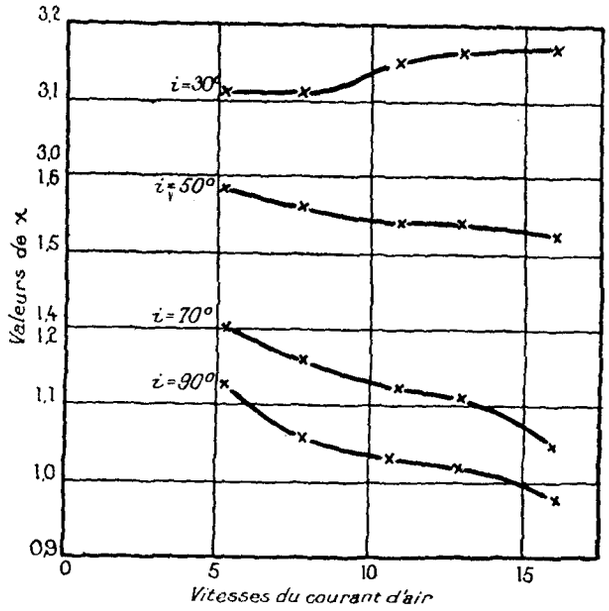
Discussion des résultats expérimentaux.

I. Moulinets a axe parallèle. — Les résultats que nous avons obtenus permettent de répondre à un certain nombre de questions qui ont toutes leur importance au point de vue pratique. La première qui se présente à l'esprit est celle-ci :

Pour une inclinaison donnée du vent par rapport au plan du moulinet, la vitesse de rotation est-elle affectée de la même manière aux différentes vitesses du courant d'air? Autrement dit, la courbe $\frac{V}{n} = f(V)$ conserve-t-elle toujours la même allure quelle que soit l'inclinaison?

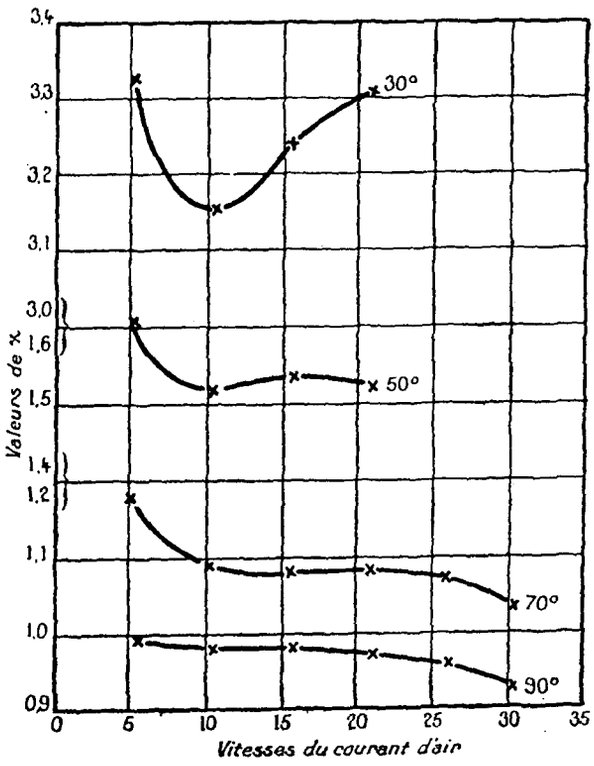
Les graphiques ci-après (*fig.* 22, 23, 24 et 25) permettent de répondre

Fig. 22.



Variation de x en fonction de V sous diverses incidences. Moulinet A.

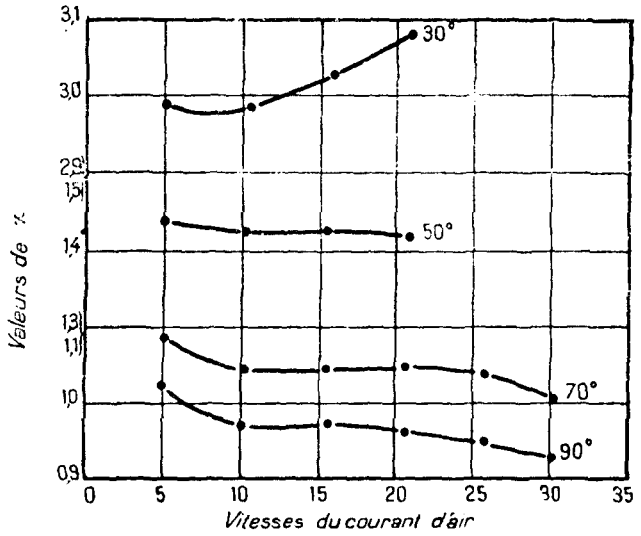
Fig. 23.



Variation de x en fonction de V sous diverses incidences. Moulinet B.

immédiatement à cette question. Ils font voir que si l'inclinaison reste comprise entre 90° (inclinaison correspondant au fonctionnement normal) et 70°,

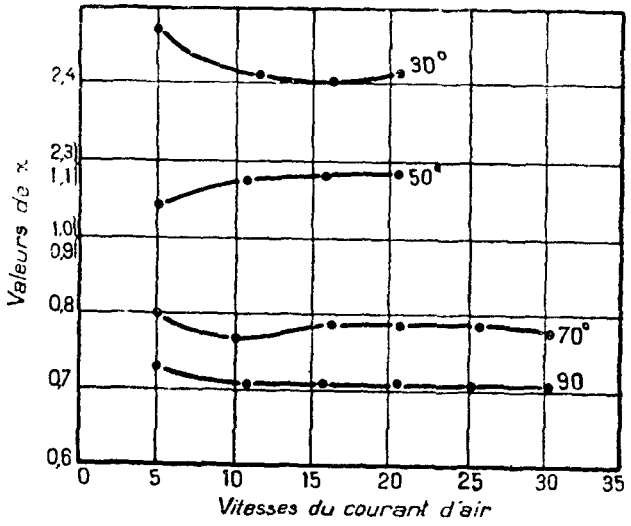
Fig. 24.



Variation de x en fonction de V sous diverses incidences. Moulinet C.

on peut pratiquement passer des valeurs de x mesurées sous l'incidence 90° aux valeurs qui correspondent à l'incidence actuelle en multipliant les pre-

Fig. 25.



Variation de x en fonction de V sous diverses incidences. Moulinet D.

mières par un coefficient constant indépendant de la vitesse du vent. Si nous prenons comme valeur de ce coefficient celle qui correspond aux vitesses voisines de 14^m, nous constatons qu'elle est très sensiblement la même pour

les quatre moulinets étudiés comme le montrent les nombres reproduits ci-dessous :

Moulinet.	z_{30}.	z_{90}.	V.
A.....	1.01	1.09	12.9
B.....	1.01	1.10	15.5
C.....	1.02	1.08	15.4
D.....	1.02	1.10	16.3
Moyennes.....	1.015	1.093	

Par conséquent, pour les incidences ne s'écartant pas de plus de 20 degrés de *celle qui correspond au fonctionnement normal*, les vitesses vraies du courant d'air s'obtiendront à l'aide du facteur anémométrique déterminé en position normale à condition de multiplier au préalable les vitesses de rotation observées par un coefficient constant indépendant de la forme des ailettes et de la vitesse du vent et uniquement fonction de l'angle d'inclinaison.

Le moulinet B paraît cependant faire exception à cette règle pour les vitesses inférieures à 10 m : sec.

Quand l'incidence devient notablement inférieure à 70°, on trouve que la forme de la relation qui existe entre z et V se modifie progressivement avec l'inclinaison.

Ces modifications ne sont pas les mêmes pour les divers moulinets et sont affectées par la forme et la surface des ailettes. Cependant, d'une manière générale, pour les vitesses du courant d'air supérieures à 10 m : sec, le facteur anémométrique augmente d'autant plus rapidement à mesure que l'inclinaison se rapproche de 0° que la vitesse du vent est plus grande.

Il suffit pour s'en convaincre de former les rapports $\frac{z_i}{z_{90}}$ contenus dans le Tableau suivant et d'examiner leur variation en fonction de i.

RAPPORTS DES VALEURS DU FACTEUR ANÉMOMÉTRIQUE CORRESPONDANT AUX DIVERSES INCLINAISONS A LA VALEUR QU'IL POSSÈDE SOUS L'INCLINAISON DE FONCTIONNEMENT NORMAL POUR UNE MÊME VITESSE DU VENT.

Moulinet A.

	V = 5m,2.	7m,7.	10m,8.	12m,9.	16m.
	$\frac{z_i}{z_{90}}$.	$\frac{z_i}{z_{90}}$.	$\frac{z_i}{z_{90}}$.	$\frac{z_i}{z_{90}}$.	$\frac{z_i}{z_{90}}$.
i = 90°.....	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80.....	»	»	»	1,01	»
70.....	1,06	1,10	1,09	1,09	1,07
60.....	»	»	»	1,23	»
50.....	1,39	1,47	1,51	1,52	1,56
40.....	»	»	»	2,06	»
30.....	2,74	2,94	3,05	3,11	3,24
20.....	»	»	»	5,03	»
10.....	»	»	»	16,35	»

Moulinet B.

	V = 5m,2.	10m,3.	15m,5.	20m,7.	25m,9.	30m.
	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.
$i = 90°$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	»	»	1,03	»	»	»
70	1,18	1,11	1,10	1,12	1,11	1,11
60	»	»	1,28	»	»	»
50	1,61	1,55	1,56	1,57	»	»
35	»	»	2,06	»	»	»
30	3,35	3,22	3,30	3,41	»	»
20	»	»	6,98	»	»	»
15	»	»	∞	»	»	»

Moulinet C.

	V = 5m,2.	10m,3.	15m,5.	20m,7.	25m,9.	30m.
	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.
$i = 90°$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
80	»	«	1,02	»	»	»
70	1,06	1,08	1,08	1,09	1,10	1,08
60	»	»	1,24	»	»	»
50	1,41	1,47	1,47	1,48	»	»
40	»	»	2,47	»	»	»
30	2,93	3,08	3,14	3,21	»	»
20	»	»	6,35	»	»	»
15	»	»	∞	«	»	»

Moulinet D.

	V = 5m,2.	10m,9.	16m,2.	20m,7.
	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.	$\frac{\chi_i}{\chi_{90}}$.
$i = 90°$	1,00	1,00	1,00	1,00
80	»	»	1,02	»
70	1,11	1,09	1,11	1,11
60	»	»	1,23	»
50	1,44	1,52	1,53	1,53
40	»	»	2,11	»
30	3,41	3,43	3,40	3,41
20	»	»	8,88	»
10	»	»	∞	»

De ces nombres il résulte que pour les moulinets A, B et C, l'incidence pour laquelle la vitesse de rotation devient nulle doit croître légèrement avec la vitesse du courant dans lequel on expérimente.

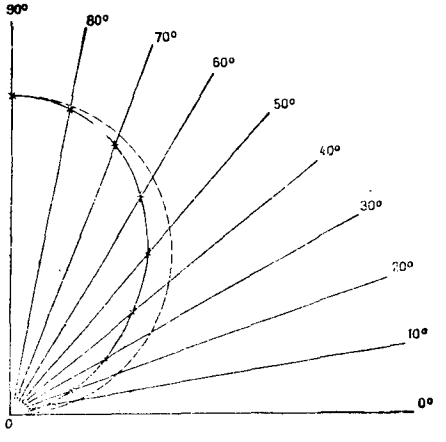
Les résultats expérimentaux montrent en outre que pour deux des moulinets étudiés (A et B) il doit exister au moins une inclinaison pour laquelle la courbe $\frac{V}{n} = F(V)$ se réduit pratiquement à une droite parallèle à l'axe des vitesses, tout au moins dans les limites où les expériences ont été faites. Pour le

moulinet A, l'inclinaison pour laquelle cette condition est réalisée est voisine de 45°; pour le moulinet C, elle serait voisine de 50°.

Enfin, en comparant les vitesses de rotation mesurées pour les inclinaisons comprises entre 90° et 70° à la composante, $V \sin i$, de la vitesse du vent suivant l'axe du moulinet, on trouve que pour l'incidence 80° le nombre de tours est sensiblement égal à celui qui correspond à $V \sin i$, tandis que, lorsque l'angle formé par les filets d'air avec le plan du moulinet atteint 70°, la vitesse de rotation devient inférieure de 3 pour 100 à celle que l'on calculait d'après la valeur de cette composante.

Une étude plus détaillée de la manière dont varie le facteur anémométrique à vitesse constante en fonction de l'inclinaison montre, *qu'en aucun cas, lorsqu'un courant d'air attaque le plan d'un moulinet à axe parallèle sous un angle inférieur à 75° ou 70°, il n'est légitime d'admettre que la vitesse de rotation de celui-ci est proportionnelle à la composante de la vitesse du vent dirigée suivant son axe* (*fig.* 26).

Fig. 26.



Variation du facteur anémométrique à vitesse constante en fonction de l'inclinaison du vent. Moulinet A.

Le trait plein correspond aux vitesses de rotation observées dans un courant d'air dont la vitesse était de $12^m,9$. Le trait pointillé représente celles que l'on aurait observées si la vitesse angulaire du moulinet était proportionnelle à la composante de la vitesse du vent suivant l'axe de l'appareil. Ces quantités sont mesurées par la longueur interceptée sur le rayon vecteur par les courbes correspondantes.

En faisant cette hypothèse, on commet une erreur d'autant plus importante que l'angle d'attaque est plus faible; quand celui-ci tombe au-dessous d'une dizaine de degrés, le moulinet reste immobile pour toutes les vitesses comprises entre 5 et 20 m : sec si les filets composant le courant sont bien parallèles et animés de la même vitesse. Les Tableaux qui suivent permettront de se rendre compte des rapports trouvés expérimentalement entre la composante de la vitesse du vent estimée suivant l'axe du moulinet et la vitesse de rotation correspondante. Les colonnes intitulées i donnent les inclinaisons. Les nombres placés sous la rubrique C_i les valeurs de la composante de la vitesse du vent

suivant l'axe; les colonnes D_i contiennent le rapport $\frac{C_i}{n_i}$. Enfin sous la lettre E_i se trouvent les rapports des nombres D_i au nombre D_{90°.

COMPARAISON DES VITESSES DE ROTATION DES MOULINETS A AXE PARALLÈLE A LA COMPOSANTE DE LA VITESSE DU VENT SUIVANT LEUR AXE POUR DIVERSES INCLINAISONS DU VENT.

Moulinet A.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
90°	12.89	1.02	1.00
80	12.70	1.02	1.00
70	12.12	1.04	1.03
60	11.16	1.08	1.07
50	9.87	1.18	1.16
40	8.29	1.34	1.32
30	6.45	1.58	1.55
20	4.41	1.75	1.72
10	2.24	2.89	2.85

Moulinet B.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
90°	15.51	0.98	1.00
80	15.28	0.99	1.01
70	14.58	1.01	1.04
60	13.43	1.08	1.11
50	11.88	1.17	1.20
40	9.97	1.30	1.32
30	7.76	1.62	1.65
20	5.30	2.04	2.09

Moulinet C.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
90°	15.44	0.96	1.00
80	15.21	0.97	1.01
70	14.51	0.98	1.02
60	13.37	1.04	1.08
50	11.83	1.09	1.13
35	8.86	1.37	1.42
30	7.72	1.53	1.58
20	5.28	2.09	2.17

Moulinet D.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
90°	16.25	0.71	1.00
80	16.01	0.71	1.00
70	15.28	0.73	1.03
60	14.07	0.75	1.06
50	12.45	0.82	1.15
40	10.45	0.96	1.36
30	8.13	1.22	1.72
20	5.56	2.16	3.04

De nos expériences ressortent donc les faits suivants :

1° La variation du facteur anémométrique d'un moulinet à axe parallèle en fonction de la vitesse du vent n'est pas indépendante de l'inclinaison des filets d'air sur son plan;

2° Pour une vitesse donnée du vent, la vitesse de rotation de ce genre de moulinets décroît avec l'incidence, mais suivant une loi beaucoup plus rapide que celle suivant laquelle diminue la composante de la vitesse du vent parallèle à leur axe;

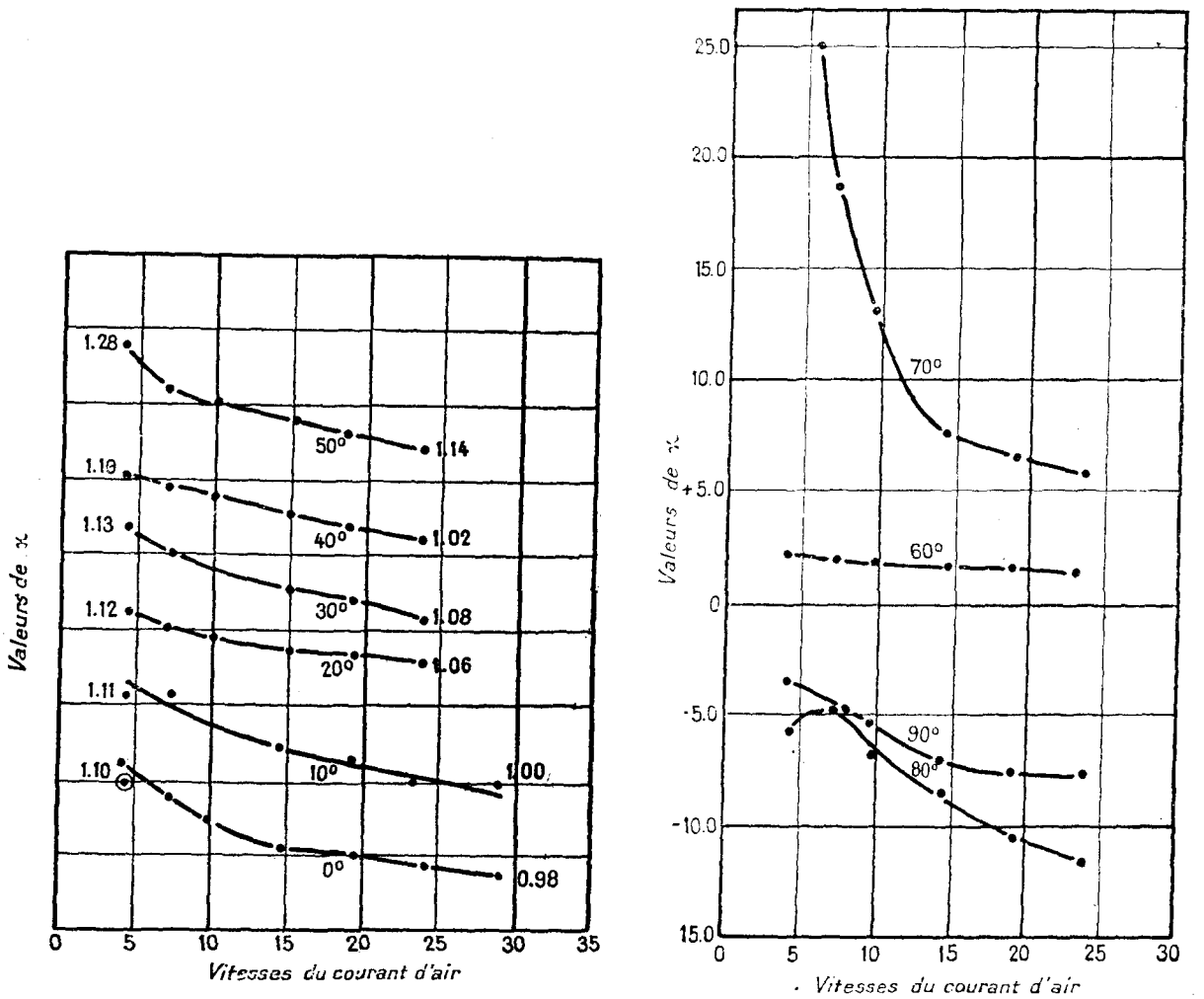
3° Pour les incidences très faibles comprises entre 0° et 10° ou 15°, des courants d'air réguliers de vitesse comprise entre 5 et 20 m : sec se sont montrés insuffisants pour provoquer la rotation des moulinets étudiés.

Il résulte de cette discussion que tout anémomètre à axe parallèle installé dans des conditions favorisant la formation de remous à composante verticale accentuée ne peut donner la composante horizontale de la vitesse du vent et que les nombres recueillis dans de telles conditions pourront être notablement inférieurs à la valeur réelle de la quantité que l'on veut déterminer.

Nous n'insisterons pas pour l'instant sur les conséquences qui découlent de nos recherches au point de vue de la mesure de la composante verticale de la vitesse du vent à l'aide des appareils à rotation. Nous reviendrons sur ce sujet dans un Chapitre spécial après avoir étudié les résultats que nous a fournis l'étude des moulinets à axe perpendiculaire.

II. Moulinets a axe perpendiculaire. — *a. Moulinets Robinson.* — Le procédé qui nous a paru le plus commode pour étudier les variations du facteur anémométrique en fonction de l'inclinaison (voir *fig.* 27) est celui que nous avons

Fig. 27.



Inclinaisons comprises entre 0° et 50°. Inclinaisons comprises entre 60° et 90°.

Moulinet H_1. Variation de x en fonction de la vitesse et de l'inclinaison du vent.

déjà utilisé dans le paragraphe précédent et qui consiste à calculer les rapports $\frac{x_i}{x_{90°}}$ pour des valeurs déterminées de la vitesse du courant d'air.

Comme, sous les diverses inclinaisons, nos expériences ont été faites en utilisant des courants dont les vitesses étaient sensiblement réparties suivant la même progression, les nombres obtenus pour les valeurs de x_i aux divers angles d'attaque sont très sensiblement comparables et l'on peut adopter comme vitesse du vent correspondante la moyenne des vitesses mesurées sous chaque incidence. Par exemple, pour le moulinet E, on a fait cinq séries de mesures pour les inclinaisons 0°, 20°, 40°, 60°, 90° dans des courants dont les vitesses respectives étaient $9^m,23$, $9^m,14$, $9^m,23$, $9^m,03$, $9^m,13$; nous pouvons admettre sans grande erreur que ces cinq courants avaient tous la même vitesse égale à leur moyenne, soit $9^m,15$. C'est en adoptant cette manière de voir que les nombres contenus dans les Tableaux suivants ont été calculés.

MOULINETS ROBINSON.

Valeur de $\frac{x_i}{x_0}$ pour les diverses vitesses du vent.

Moulinet E.

	V = 4m,4.	9m,2.	14m,7.	19m,8.	25m,1.	30m,2.
	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_0}{x_i}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	»	»	1,04	»	»	»
20	0,96	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
30	»	»	0,95	»	»	»
40	1,00	1,01	0,98	1,01	1,02	»
50	»	»	1,21	»	»	»
60	2,05	2,03	1,81	1,71	1,67	»
70	»	»	»	»	»	»
80	»	»	—4,71	»	»	»
90	—2,38	—2,79	—3,96	—4,40	»	»

Moulinet F.

	V = 14m,8.		V = 14m,8.
	$\frac{x_i}{x_0}$.		$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	i = 60°	1,78
15	1,02	75	—10,95
30	0,96	90	— 4,42
45	1,06		

Moulinet G.

	V = 9m,2.	15m,2.	20m,2.	25m,2.	30m,5.
	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_0}{x_i}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	»	1,03	»	»	»
20	1,00	1,01	0,95	1,01	1,00
30	»	0,98	»	»	»
40	0,98	0,99	0,96	1,02	0,99
50	»	1,23	»	»	»
60	1,91	1,89	1,68	1,70	1,60
70	»	$\pm\infty$	»	»	»
80	»	—4,62	»	»	»
90	»	—3,84	»	»	»

Moulinet H.

	V = 14m,6. $\frac{x_i}{x_0}$.		V = 14m,6. $\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	i = 45°	1,02
15	1,01	60	1,85
30	0,95	90	—4,09

Moulinet H_1.

	V = 4m,3. $\frac{x_i}{x_0}$.	7m,1. $\frac{x_i}{x_0}$.	9m,9. $\frac{x_i}{x_0}$.	14m,7. $\frac{x_i}{x_0}$.	19m,1. $\frac{x_i}{x_0}$.	23m,8. $\frac{x_i}{x_0}$.	28m,6. $\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,02	1,03	1,03	1,03	1,03	1,01	1,02
20	1,02	1,02	1,03	1,06	1,07	1,07	»
30	1,03	1,02	1,02	1,04	1,04	1,02	»
40	1,00	1,01	1,02	1,04	1,05	1,03	»
50	1,17	1,13	1,14	1,17	1,17	1,15	»
60	1,91	1,78	1,71	1,59	1,49	1,44	»
70	»	17,20	12,49	6,34	6,42	5,86	»
80	—5,42	—4,50	—6,55	—8,48	—10,60	—11,78	»
90	—3,17	—4,40	—5,05	—6,77	— 7,42	— 7,79	»

Moulinet I.

	V = 4m,9. $\frac{x_i}{x_0}$.	9m,3. $\frac{x_i}{x_0}$.	15m,1. $\frac{x_i}{x_0}$.	20m,1. $\frac{x_i}{x_0}$.	25m,3. $\frac{x_i}{x_0}$.	30m,4. $\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	»	»	1,07	»	»	»
20	1,10	1,17	1,12	1,11	1,09	1,09
30	»	»	1,15	»	»	»
40	1,18	1,16	1,12	1,13	1,07	1,07
50	»	»	1,11	»	»	»
60	1,54	1,35	1,22	1,17	1,10	1,09
70	»	»	1,65	»	»	»
80	»	»	∞	»	»	»
90	»	»	∞	»	»	»

Moulinet J.

	V = 15m. $\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00
15	1,01
30	0,96
45	1,10
60	1,86
75	—12,26
90	— 4,51

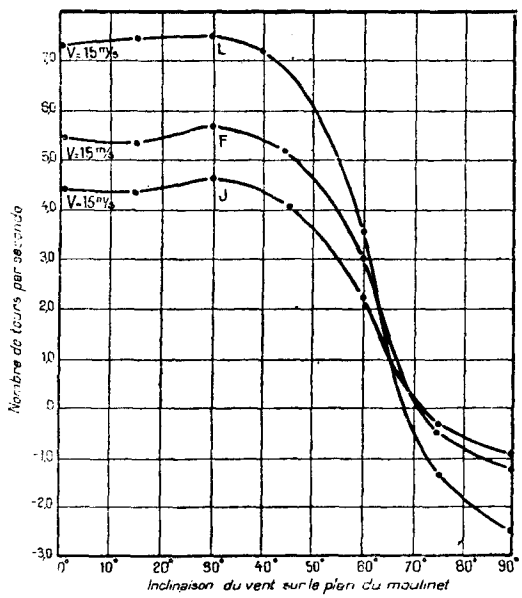
Moulinet K.

	V = 14m,9. $\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00
15	1,02
30	0,98
45	1,09
60	1,83
75	—7,48
90	—3,59

Moulinet M.

	V = 4m,3.	9m,3.	15m.	20m,2.
	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00
10	»	»	1,05	»
20	1,03	1,05	1,09	1,06
30	»	»	1,08	»
40	1,20	1,14	1,12	1,18
50	»	»	1,40	»
60	2,99	2,27	1,91	2,25
75	»	»	—8,17	»
82,5	»	»	—3,22	»
90	»	»	—3,00	»

Fig. 98.



Variation de la vitesse de rotation en fonction de l'incidence à vitesse constante du courant d'air. Moulinets J, F, L.

Moulinet L.

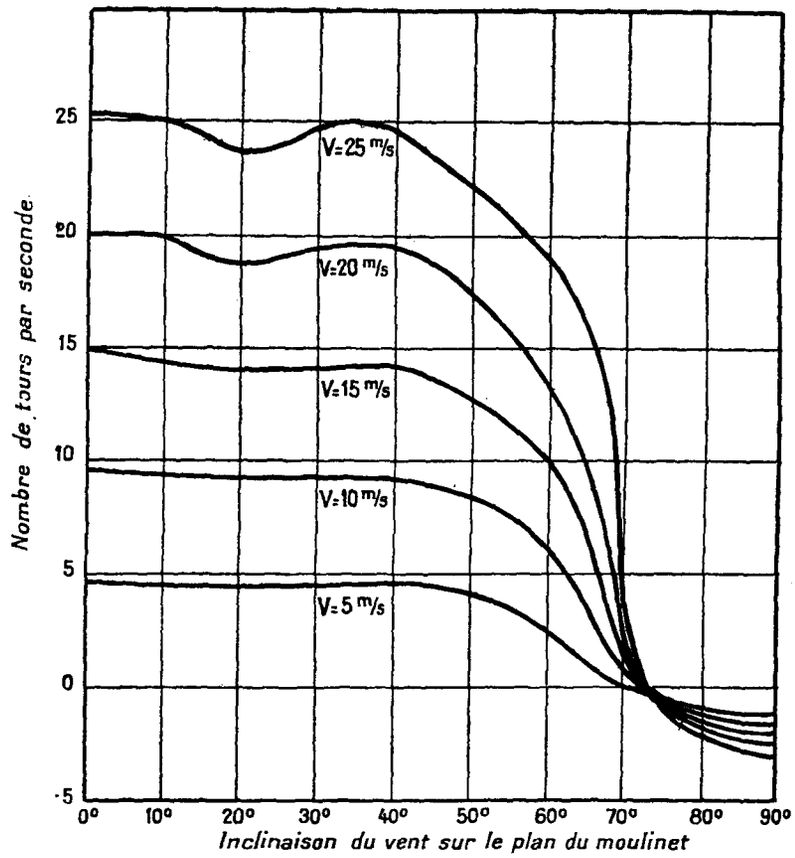
	V = 14m,8.		V = 14m,8.
	$\frac{x_i}{x_0}$.		$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	i = 60°	2,09
15	0,99	75	—5,44
30	0,98	90	—2,99
40	1,02		

Tant que l'inclinaison reste comprise entre 0° et 30°, on remarque que, pour tous les moulinets Robinson sur lesquels ont porté les expériences, l'allure des courbes représentant les variations de x en fonction de V n'est guère modifiée.

On peut pratiquement admettre que, dans ces limites et pour un moulinet donné, on obtient les valeurs de $\varkappa_i$ correspondant à une vitesse quelconque du courant d'air, en multipliant la valeur trouvée pour $\varkappa$ à la même vitesse sous l'incidence 0° par un coefficient approprié dépendant uniquement de l'inclinaison.

Fig. 29.

Moulinets à axe perpendiculaire.



Variation de l'inclinaison d'arrêt avec la vitesse du vent. Moulinet H_1.

La valeur de ce coefficient est influencée par le rapport de la longueur des bras au diamètre des coupes. En étudiant la famille constituée par les moulinets E, F, G, H, H_1, I, on s'aperçoit que pour ceux de ces organes, E, F, G, H, dont le diamètre est supérieur à 2,5 fois le diamètre des coupes, le facteur anémométrique, qui commence d'abord par croître légèrement avec l'inclinaison du courant par rapport à leur plan, décroît ensuite pour passer par un minimum inférieur à $\varkappa_0$ pour une incidence comprise entre 30° et 40°, puis croît de nouveau jusqu'à ce que celle-ci atteigne une valeur comprise entre 70° et 75°. A ce moment, la vitesse de rotation s'annule et $\varkappa$ devient infini. Pour des valeurs de l'incidence

supérieures à 75°, la rotation change de sens; $\varkappa_i$ est négatif et décroît en valeur absolue à mesure que l'on se rapproche de l'inclinaison 90°.

Les moulinets dont le diamètre est égal ou inférieur au double du diamètre des coupes (H_1 et I) offrent des phénomènes analogues. On constate entre 30° et 40° un minimum relatif de $\varkappa_i$, mais ce minimum reste notablement supérieur à $\varkappa_0$ et pour une même vitesse du vent il se produit sous une incidence plus grande que pour les moulinets à longs bras. L'inclinaison pour laquelle, à une vitesse donnée du courant d'air, la vitesse de rotation s'annule, se rapproche davantage de 90°. A 15 m : sec, elle est de 75° pour le moulinet H_1 et de 80° pour le moulinet I. En outre, avec le moulinet I, il a été impossible d'obtenir le renversement du sens de la rotation constaté avec les autres instruments de la même famille. Bien plus, sous l'incidence 90°, j'ai pu le faire tourner dans le sens direct en augmentant suffisamment la vitesse du courant d'air.

L'examen des résultats obtenus avec les moulinets H_1 et I mène aux conclusions suivantes que l'expérience m'a permis de vérifier directement.

Pour un moulinet Robinson donné :

1° L'inclinaison correspondant à la vitesse de rotation nulle (*inclinaison d'arrêt ou incidence critique*) est d'autant plus grande que la vitesse du vent est plus élevée;

2° Il est possible de trouver une inclinaison pour laquelle le sens de la rotation change avec la vitesse du vent.

Voici les résultats fournis par le moulinet T en ce qui concerne la première conclusion :

Vitesse du courant d'air.	Inclinaison correspondant à la vitesse de rotation nulle.
m	°
4,0	71
9,4	75
14,2	76.30'
19,1	77.30

La seconde a été vérifiée avec le moulinet H_1.

Sous l'inclinaison 75°, on a trouvé pour ce moulinet les résultats ci-dessous :

V.	$\frac{V}{n}$.
9,79	−15,92
14,67	−39,86
15,63	∞
31,13	+58,52

L'étude des moulinets à axe parallèle nous a montré que leur vitesse de rota-

tion dans un courant d'air de vitesse donnée ne varie pas comme la composante de la vitesse du vent parallèle à leur axe. Dans les moulinets à axe perpendiculaire, la vitesse de rotation n'est pas davantage proportionnelle à la composante de la vitesse du vent perpendiculaire à leur axe. Les Tableaux ci-dessous permettront de s'en convaincre. Dans la première colonne i sont inscrites les inclinaisons, dans la seconde C_i les valeurs de la composante du vent perpendiculaire à l'axe du moulinet, dans la troisième D_i les rapports de cette composante à la vitesse de rotation exprimée en tours par seconde, enfin dans la quatrième E_i on a rassemblé les quotients des nombres D_i par le nombre D_0 correspondant à l'incidence 0°.

COMPARAISON DES VITESSES DE ROTATIONS DE QUELQUES MOULINETS ROBINSON A LA COMPOSANTE DE LA VITESSE DU VENT PERPENDICULAIRE A LEUR AXE POUR DIVERSES INCLINAISONS DU VENT.

Moulinet E.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	14,71	3,52	1,00
10	14,69	3,59	1,02
20	13,91	3,29	0,94
30	12,67	2,88	0,82
40	11,31	2,65	0,75
50	9,40	2,74	0,78
60	7,47	3,18	0,90
70	5,03	∞	∞

Moulinet G.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	15,56	2,02	1,00
10	15,07	2,05	1,01
20	14,36	1,91	0,95
30	13,29	1,73	0,85
40	11,93	1,54	0,76
50	9,94	1,50	0,79
60	7,11	1,91	0,94
70	4,96	∞	∞

Moulinet H_1.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	14,60	1,01	1,00
10	14,40	1,03	1,02
20	13,93	1,01	1,00
30	12,90	0,91	0,90
40	11,46	0,81	0,80
50	9,77	0,76	0,75
60	7,30	0,80	0,80
70	4,99	0,69	0,66

Moulinet I.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	14,77	0,68	1,00
10	14,71	0,72	1,06
20	14,13	0,71	1,05
30	13,12	0,68	1,00
40	11,54	0,58	0,86
50	9,71	0,48	0,71
60	7,63	0,41	0,61
70	5,17	0,38	0,56

En confrontant ces résultats avec ceux qui ont été obtenus pour les moulinets à axe parallèle (*voir* p. 83), on est immédiatement fixé sur la valeur de comparaisons faites à l'air libre entre des anémomètres munis de moulinets à axe parallèle et des anémomètres à coupes hémisphèriques, quand on ne dispose d'aucun moyen expérimental de s'assurer que le vent est resté horizontal pendant toute la durée des comparaisons, Si nous supposons par exemple que l'on compare deux anémomètres, l'un muni du moulinet H_1, l'autre du moulinet B, les mesures fourniront comme valeur du rapport de la vitesse de rotation de B à celle de H_1 (si la vitesse du vent est de 15 m : sec) des nombres compris entre 1,03 (vent horizontal) et 0,68 (vent incliné de 40° sur l'horizon). Les

comparaisons dans le vent naturel faites entre des anémomètres à moulinet Robinson peuvent cependant fournir de meilleurs résultats surtout si elles portent sur des instruments de dimensions et de constructions peu différentes.

En résumé, les principales conclusions que l'on est en droit de tirer des expériences faites sur le fonctionnement des moulinets Robinson dans des courants d'air inclinés par rapport à leur plan sont les suivantes :

1° A vitesse constante du courant d'air la vitesse de rotation des moulinets Robinson passe par deux maxima, l'un correspondant à l'inclinaison 0°, l'autre à une inclinaison comprise entre 30° et 40°. Suivant que le moulinet a un diamètre supérieur à 2,5 fois le diamètre d'une coupe ou inférieur à 2 fois ce dernier, le maximum absolu de la vitesse de rotation correspond à la *seconde ou à la première* valeur de l'inclinaison.

2° Pour tous les moulinets à coupes hémisphériques expérimentés la vitesse de rotation s'annule dans des courants d'air dont la vitesse est inférieure à 20 m : sec lorsque l'inclinaison atteint une valeur comprise entre 70° et 85°. L'inclinaison d'arrêt se rapproche d'autant plus de 90° que le moulinet est pourvu de bras plus courts et que la vitesse du courant d'air est plus élevée. Pour un moulinet donné, c'est surtout aux faibles vitesses que la variation de l'inclinaison d'arrêt en fonction de la vitesse du courant d'air est le plus accusée.

3° Si, pour une vitesse donnée du courant d'air, l'inclinaison prend des valeurs supérieures à celle qui correspond à l'arrêt du moulinet, celui-ci se met à tourner en sens inverse et d'autant plus rapidement que l'on se rapproche davantage de l'inclinaison 90°. Le moulinet I fait seul exception à cette règle. Sous l'incidence 90°, il reste immobile tant que la vitesse du courant d'air est inférieure à 25^m. Pour les vitesses supérieures, il se met à tourner dans le sens direct.

4° Il n'y a pas de relation simple entre la vitesse de rotation des moulinets Robinson placés dans un courant d'air incliné et la composante de la vitesse du vent perpendiculaire à leur axe. Cette relation se modifie d'ailleurs en même temps que le rapport entre les dimensions des organes constituant le moulinet.

5° La variation du facteur anémométrique en fonction de la vitesse du vent paraît obéir à une loi analogue à celle qui la régit sous l'incidence 0° tant que l'inclinaison du courant d'air par rapport au plan du moulinet ne dépasse pas 40° pour les moulinets à longs bras et 30° pour les moulinets à courts bras. Pour des inclinaisons supérieures à ces valeurs, la décroissance de $\varkappa$ en fonction de V devient d'autant plus accentuée que l'on se rapproche davantage de l'inclinaison d'arrêt.

b. Moulinets à ailettes hémicylindriques. — Les Tableaux ci-après donnent

les valeurs de $\frac{x_i}{x_0}$ pour les trois moulinets à hémicylindres qui ont été essayés systématiquement.

MOULINETS A AILETTES HÉMICYLINDRIQUES PERPENDICULAIRES.

Moulinet N.

	V = 5m,2.	10m,5.	15m,6.	20m,6.
	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x^0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00
10	»	»	1,07	»
20	0,94	0,97	0,95	0,99
30	»	»	1,00	»
40	1,03	1,18	1,24	1,31
50	»	»	1,62	»
60	2,16	2,52	2,63	2,90

Moulinet O.

	V = 4m,5.	9m,3.	15m,0.	20m,1.	25m,1.
	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	»	»	1,00	»	»
20	0,90	0,93	0,94	0,94	0,96
30	»	»	0,92	»	»
40	0,99	1,02	1,09	1,14	»
50	»	»	1,51	»	»
60	1,90	1,92	2,05	2,21	»
70	»	»	8,72	»	»

MOULINET A AILETTES HÉMICYLINDRIQUES RADIALES.

Moulinet P.

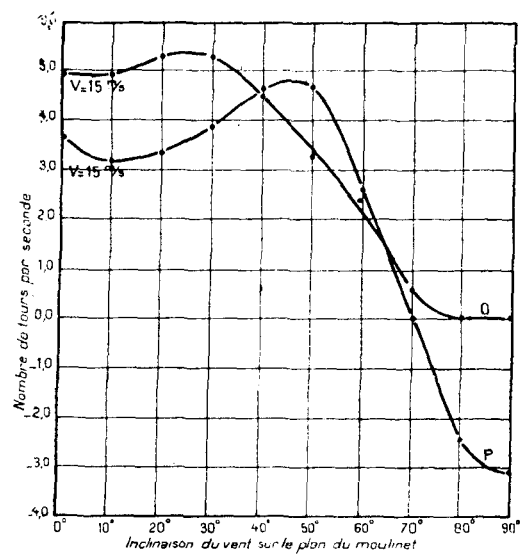
	V = 8m,8.	14m,5.	19m,4.
	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.	$\frac{x_i}{x_0}$.
i = 0°	1,00	1,00	1,00
10	»	1,18	»
20	1,11	1,11	1,10
30	»	0,97	»
40	0,81	0,81	0,81
50	»	0,80	»
60	1,54	1,46	1,50
70	∞	∞	∞
80	—1,49	—1,52	—1,51
90	—1,16	—1,20	—1,23

Dans les moulinets à ailettes hémicylindriques perpendiculaires, la forme de la relation $\frac{V}{n} = f(V)$ est déjà modifiée quand l'incidence atteint 20°, tandis que pour le moulinet P, dans lequel les hémicylindres sont disposés radialement, on peut admettre que jusqu'à 60° les variations de l'incidence ne paraissent

pas affecter la forme de la relation existant entre le facteur anémométrique et la vitesse du vent.

Nous avons vu que le facteur anémométrique des moulinets Robinson lorsque l'inclinaison atteint 60°, décroît beaucoup plus rapidement que sous l'incidence 0° quand la vitesse du vent augmente. Avec les moulinets à ailettes hémicylindriques perpendiculaires, on constate au contraire que le facteur anémométrique sous l'incidence de 60° décroît plutôt moins rapidement quand V augmente qu'il ne le fait sous l'incidence 0°. Autrement dit, *la diminution de la vitesse de rotation à mesure que l'incidence augmente est plus sensible pour les fortes vitesses que pour les faibles*, phénomène inverse de celui que l'on constate avec les moulinets Robinson.

Fig. 30.



Variation de la vitesse de rotation en fonction de l'incidence à vitesse constante du courant d'air. Moulinets à ailettes hémicylindriques.

Les moulinets à hémicylindres perpendiculaires ont tendance à s'arrêter quand l'inclinaison atteint 70°. A 16 m : sec, le moulinet N reste immobile sous l'incidence 70°. Pour les incidences supérieures à cette valeur, il tourne lentement dans le sens inverse. Pour le moulinet O on n'a pu trouver de position d'arrêt. A partir de 80° la vitesse de rotation devient très faible et continue à être positive jusqu'à l'incidence 90°. Il suffit en effet d'une très légère imperfection dans le réglage des ailettes pour déterminer la rotation sous cette incidence. En inclinant légèrement l'une d'entre elles par rapport au plan du moulinet, on peut à volonté faire changer le sens de la rotation aux inclinaisons comprises entre 75° et 90°.

Si l'on ajoute des demi-bases aux extrémités des hémicylindres disposés perpendiculairement aux bras, on trouve une position d'arrêt bien déterminée.

Pour des inclinaisons inférieures à l'angle d'arrêt, la vitesse de rotation est positive; pour les inclinaisons supérieures à cette valeur, la rotation se fait en sens inverse.

L'inclinaison d'arrêt paraît être indépendante de la vitesse du courant d'air. Voici d'ailleurs les résultats que nous a donnés le moulinet Q :

Moulinet Q.

i.	V.	*n.*	*x.*
0°	14,27	2,586	5,52
20	14,39	2,609	5,52
30	14,48	1,712	8,46
60	14,55	0,691	21,06
80	15,31	—0,168	—91,02
90	14,09	—0,163	—9,22

Aux vitesses $13^m,6$, $18^m,6$ et $23^m,6$, l'inclinaison d'arrêt a été trouvée égale à 78°.

Le moulinet P a une position d'arrêt très nette correspondant à l'incidence 70°. Pour les incidences inférieures à cette valeur, la rotation a lieu dans le sens inverse. L'angle d'arrêt paraît indépendant de la vitesse du courant d'air.

En somme, les moulinets Robinson se trouvent placés, au point de vue de l'influence de l'inclinaison du courant d'air, entre les moulinets à hémicylindres perpendiculaires et les moulinets à hémicylindres parallèles.

Certains expérimentateurs, soupçonnant, à juste titre d'ailleurs, que les moulinets à coupes hémisphériques ne donnaient pas la vraie valeur de la composante horizontale de la vitesse du vent, ont cru réaliser un moulinet dont les indications seraient exactement proportionnelles à cette dernière quantité en remplaçant les hémisphères par des hémicylindres perpendiculaires aux bras. L'expérience montre que cette transformation ne permet pas d'atteindre le but qu'ils se proposaient. Pas plus que pour les moulinets Robinson, la vitesse de rotation des moulinets à ailettes hémicylindriques placés dans un courant d'air incliné n'est proportionnelle à la composante de la vitesse du courant perpendiculaire à leur axe. Les Tableaux ci-dessous, établis sur le même modèle que ceux que nous avons donnés plus haut, le mettent très nettement en évidence.

Moulinet N.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	15,44	4,14	1,00
10	15,21	4,15	1,00
20	14,56	3,71	0,90
30	13,37	3,60	0,87
40	11,83	3,93	0,95
50	10,49	4,33	1,04
60	7,72	5,45	1,32
70	5,61	rotation lente sens direct	

Moulinet O.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	14,95	3,05	1,00
10	14,76	3,00	0,98
20	14,30	2,70	0,88
30	12,57	2,44	0,80
40	11,46	2,56	0,84
50	9,65	2,96	0,97
60	7,60	3,15	1,03
70	5,21	9,10	2,98

Moulinet P.

i.	C_i.	D_i.	E_i.
0°	14,70	4,03	1,00
10	14,43	4,68	1,16
20	13,52	4,19	1,04
30	12,41	3,38	0,84
40	11,05	2,51	0,61
50	9,29	2,06	0,51
60	7,19	3,07	0,76
70	4,94	∞	∞

Pour terminer, nous signalerons les résultats de quelques expériences faites sur le moulinet V.

Cet instrument a été essayé sous l'incidence 0° et sous l'incidence 90°, l'axe étant placé horizontalement. Sous l'incidence 0° dans un courant d'air de $6^m,03$, le rapport $\frac{V}{n}$ a été trouvé égal à 14,36; dans un courant d'air de $10^m,05$, il n'était plus que 7,06. Sous l'incidence 90° la rotation a lieu en sens inverse et à $6^m,82$ le rapport $\frac{V}{n}$ est 6,65. Cet instrument tourne donc, aux faibles vitesses tout au moins, plus rapidement quand l'incidence est 90° que lorsque celle-ci est 0°. La position d'arrêt est fort variable avec la vitesse du vent. On a trouvé comme inclinaison du courant d'air correspondant à cette position les valeurs suivantes :

Vitesse du courant d'air.	Inclinaison d'arrêt.
5,6	54°
9,4	62
14,4	65
19,1	67
27,4	67

Comme pour les moulinets Robinson, l'inclinaison d'arrêt se rapproche d'autant plus de 90° que la vitesse du vent est plus grande et la variation de cette inclinaison en fonction de la vitesse est surtout accusée aux faibles vitesses du courant d'air.

CHAPITRE V.

SUR LA MESURE DE L'INCLINAISON DU VENT A L'AIDE DES MOULINETS ANÉMOMÉTRIQUES.

Historique. — Nous sommes maintenant en mesure de nous rendre compte de la valeur des mesures de l'inclinaison du vent et de la composante verticale de cet élément réalisées au moyen des moulinets anémométriques. Comme nous

avons laissé de côté, dans la première Partie, les instruments imaginés en vue d'obtenir ces données, nous rappellerons d'abord brièvement l'historique de la question.

Le premier instrument construit en vue de mesurer l'inclinaison du vent est celui de Dalberg qui remonte à 1780. En 1801, Benzenberg proposa d'utiliser dans ce but une girouette à axe horizontal orientée par l'intermédiaire d'une autre girouette à axe vertical. Mais les premières mesures suivies de l'inclinaison du vent sont dues à Cacciatore, directeur de l'Observatoire de Palerme (1).

Le dispositif dont il s'est servi tout d'abord comportait deux moulinets actionnant chacun un compteur de tours, et munis de quatre palettes incurvées constituées par des portions de cylindres. L'un de ces moulinets avait son axe placé verticalement, l'autre était disposé de manière que son axe fût horizontal et orienté par une girouette de manière à se trouver dans le plan vertical mené par la direction du vent. Si l'on admet que la vitesse de rotation des moulinets employés est proportionnelle à la composante de la vitesse du vent perpendiculaire à leur axe, le premier donne la composante horizontale, le second la composante verticale sans toutefois indiquer si elle est ascendante ou descendante et l'on peut déterminer l'inclinaison moyenne du vent sur l'horizon par la formule simple $\frac{w}{v} = \operatorname{tang} i$, si l'on représente par v la composante horizontale et par w la composante verticale. Après avoir fonctionné de 1840 à 1878 environ, ce dispositif fut mis hors d'usage par une violente tempête et les moulinets primitifs furent remplacés par des moulinets Robinson.

A la suite du Congrès météorologique international tenu à Rome en avril 1879, le P. Marc Dechevrens, alors directeur de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei, se préoccupa d'établir un instrument capable de donner l'inclinaison du vent sur l'horizon. Il crut tout d'abord avoir trouvé la solution du problème par l'emploi d'une girouette à axe horizontal, aussi bien équilibrée que possible et orientée par une girouette ordinaire de manière que son axe fût toujours perpendiculaire à la direction du vent (2). Malheureusement, on fut rapidement obligé de renoncer à son emploi, l'équilibre étant détruit par les précipitations, pluie, neige, rosée, etc.

Quelques années plus tard, Garrigou-Lagrange décrivait un système de girouette différent, capable d'indiquer si le vent était ascendant ou descendant (3).

Ayant bientôt reconnu les inconvénients de ce dispositif, il eut l'idée de

---

(1) *Annuario della Società Meteorologica italiana*, t. I, 1878, p. 201.

(2) P. Marc Dechevrens, *Sur l'inclinaison des vents, nouvelle girouette pour observer cette inclinaison* (Zi-Ka-Wei, 1881).

(3) Garrigou-Lagrange, *Note sur la girouette verticale et sur les courants ascendants de l'air* (*Ann. Soc. Mét. de France*, t. XXXIII, 1885, p. 185).

recourir, pour déceler les courants ascendants et descendants, à l'emploi d'un moulinet à « ailettes planes formant hélice » placé sur un axe vertical. Mais ce n'est que l'année suivante qu'il put réaliser le dispositif lui permettant d'enregistrer les mouvements de rotation tantôt dans un sens, tantôt en sens contraire, que prend le moulinet suivant que le vent est ascendant ou descendant. Entre temps il s'était servi pour enregistrer les mouvements verticaux de l'air d'une plaque de pression disposée horizontalement (1).

Cependant le P. Dechevrens poursuivait ses recherches et arrêtait son choix pour la mesure de l'inclinaison du vent sur le moulinet à axe vertical et à palettes planes inclinées à 45° auquel il donnait le nom de *clino-anémomètre* (2).

On pensait couramment à cette époque que la pression du vent sur une surface plane inclinée était proportionnelle au carré de la composante du vent normale à cette surface. Il se crut donc autorisé à admettre que la vitesse de rotation de son moulinet était proportionnelle à la composante de la vitesse du vent parallèle à son axe, le sens de la rotation étant fonction du signe de l'inclinaison. Il suffisait alors pour connaître l'inclinaison du vent d'enregistrer d'une part la composante horizontale de la vitesse, et d'autre part la vitesse de rotation du clino-anémomètre et son signe après avoir déterminé sous l'incidence 90° le facteur anémométrique de ce dernier. On obtenait ainsi les éléments nécessaires au calcul de l'inclinaison, la composante horizontale v et la composante verticale w de la vitesse du vent. L'inclinaison s'en déduisait immédiatement par la formule $\tang i = \frac{w}{v}$.

Dès 1887, le P. Dechevrens publiait les résultats de la première année d'observations et constatait une prédominance très nette des courants ascendants sur les courants descendants. L'emploi de la girouette d'inclinaison l'avait précédemment conduit à un résultat analogue (3).

Des observations entreprises à l'aide du clino-anémomètre plus ou moins modifié à Manille, à Blue-Hill, à Odessa, à Lyon, au sommet de la tour Eiffel et à Jersey ont conduit à la même constatation. Partout, d'après les mesures faites à l'aide de cet instrument, l'air au lieu de s'écouler horizontalement aurait en moyenne et dans tous les mois de l'année une inclinaison positive et serait animé d'une vitesse dont la composante dirigée de bas en haut est loin d'être négligeable. A Jersey, par exemple, elle serait en moyenne annuelle de $0^m,7$ par seconde (4).

Ce résultat paradoxal, dont aucune explication plausible ne paraît avoir été

---

(1) *Ann. Soc. Mét. de France*, t. XXXIV, 1886, p. 50, et t. XXXV, 1887, p. 124.
(2) P. Marc Dechevrens, *L'inclinaison des vents*, deuxième Note (Zi-Ka-Wei, 1886).
(3) *L'inclinaison de vents sur l'horizon*, troisième Note (Zi-Ka-Wei, 1887).
(4) P. Marc Dechevrens, *L'inclinaison du vent sur l'horizon* (Rome, 1906).

donnée jusqu'à présent, découragea la plupart des chercheurs et les observations furent interrompues partout sauf à Jersey où le P. Dechevrens les a poursuivies avec une persévérance inlassable.

Les expériences discutées ci-dessus et le fait bien connu de l'augmentation de la vitesse du vent avec la hauteur au-dessus du sol permettent de jeter quelque lumière sur cette question.

Nous avons vu que le vent naturel n'est pas constitué par un courant formé de filets parallèles animés tous d'une même vitesse uniforme. L'observation du clino-anémomètre montre que souvent les rotations positives succèdent très rapidement aux rotations négatives et *vice versa*. Une surface horizontale donnée, prise à une certaine hauteur z dans l'atmosphère, est donc traversée par des remous tantôt dirigés vers le haut, tantôt dirigés vers le bas. Dire qu'en moyenne le vent au niveau z a soufflé horizontalement pendant un temps donné signifie que la composante verticale moyenne de la vitesse du vent dirigée de bas en haut w_0 a été pendant cet intervalle égale à la composante moyenne w_1 dirigée de haut en bas.

Nous allons démontrer que dans ces conditions la girouette d'inclinaison doit donner pour l'inclinaison moyenne du courant réellement horizontal une valeur positive.

Soit v_z la composante horizontale moyenne de la vitesse du vent au niveau z où est installée la girouette. Les courants ascendants proviennent d'un niveau inférieur z_0 où la composante horizontale de la vitesse du vent v_{z_0} est inférieure à v_z, puisque l'on sait que la vitesse du vent croît très rapidement avec la hauteur dans les couches basses. Les courants descendants proviendront d'un niveau moyen z_1 où la composante horizontale v_{z_1} sera supérieure à v_z. Si nous admettons que $w_0 = w_1$, c'est-à-dire que le courant est en moyenne horizontal, nous aurons pour calculer la valeur moyenne de l'inclinaison positive i_0 (courants ascendants) et de l'inclinaison négative i_1 (courants descendants) les expressions suivantes :

$$\operatorname{tang} i_0 = \frac{w_0}{v_{z_0}}, \qquad \operatorname{tang} i_1 = \frac{w_1}{v_{z_1}};$$

comme $w_0 = w_1$, on a

$$\frac{\operatorname{tang} i_0}{\operatorname{tang} i_1} = \frac{v_{z_1}}{v_{z_0}};$$

v_{z_1} étant supérieur à v_{z_0}, il s'ensuit que i_0 est plus grand que i_1. Donc, dans un courant qui reste en moyenne horizontal, une girouette d'inclinaison placée à une hauteur de l'ordre de celle où sont en général installés ces instruments doit indiquer une inclinaison moyenne positive. C'est là une conséquence directe de la loi qui préside à la distribution verticale des vitesses du vent dans les couches d'air voisines du sol. On ne peut donc invoquer les observations faites

à l'aide de la girouette verticale pour affirmer que l'air est en moyenne animé d'un mouvement ascendant.

Si l'hypothèse sur laquelle repose l'emploi du clino-anémomètre était exacte, c'est-à-dire si cet appareil était sensible exactement à la composante de la vitesse du vent dirigée suivant son axe, la variation de la vitesse du vent avec la hauteur n'aurait aucune importance et dans un intervalle où le vent aurait en moyenne soufflé horizontalement la somme des révolutions effectuées par le moulinet dans le sens positif serait égale à celle des révolutions négatives enregistrées pendant le même temps. Mais, comme nous l'avons vu en étudiant le moulinet A, cette hypothèse est loin de correspondre à la réalité. En fait, la vitesse de rotation du clino-anémomètre, au lieu d'être proportionnelle à la composante verticale de la vitesse du vent, est proportionnelle à une fraction de cette composante, d'autant plus petite que l'inclinaison du vent sur l'horizon est plus faible. Voici pour le moulinet A les valeurs de cette fraction pour des inclinaisons variant de 10° en 10° dans un courant dont la vitesse est égale à $12^{m},9$.

Inclinaison du vent sur l'horizon.	Fraction de la composante verticale indiquée par le moulinet A.
90°	1,00
80	1,00
70	0,97
60	0,94
50	0,86
40	0,76
30	0,64
20	0,58
10	0,35
5	0,00

De ce Tableau il résulte que les mesures de composante verticale faites à l'aide de moulinets du genre employé pour la réalisation de l'organe sensible du clino-anémomètre doivent conduire à trouver qu'un courant, parfaitement horizontal en moyenne, possède une composante verticale dirigée vers le haut, puisque l'inclinaison moyenne des courants ascendants est plus forte que celle des courants descendants par suite de l'accroissement rapide que subit la vitesse du vent quand on s'élève dans l'atmosphère.

Une autre constatation s'impose. Si l'on considère séparément les valeurs mesurées pour la composante ascendante et la composante descendante, elles doivent être de beaucoup inférieures à la réalité. Pour des inclinaisons comprises entre 30° et 40°, le déficit doit être en gros de 30 pour 100. Le clino-anémomètre doit donc conduire à des valeurs trop faibles de l'inclinaison des courants ascendants et des courants descendants examinés isolément. Cet effet

est encore exagéré si l'on mesure la composante horizontale soit avec un moulinet à hémicylindres, soit avec un moulinet Robinson, puisque ces appareils donnent des indications notablement supérieures à la valeur de la composante horizontale même pour des inclinaisons atteignant 45°.

On pourrait croire qu'il suffirait pour remédier à ces défauts d'entourer le moulinet d'un cylindre à axe vertical. Cet essai, qu'il était indispensable de faire, a été tenté à la Tour Eiffel par M. Angot. Mais le moulinet, protégé par son cylindre, a indiqué comme les moulinets non protégés une prépondérance très nette de la composante ascendante. Il faut donc, ou bien que cette prépondérance existe réellement, ou bien que le cylindre ne canalise pas parallèlement à son axe la composante verticale des mouvements de l'air. L'expérience m'a montré que c'est à la seconde hypothèse qu'il faut s'arrêter en attendant que l'existence réelle de l'excès de la composante ascendante sur la composante descendante ait été démontrée par une autre méthode.

En effet, sous l'incidence 45°, le facteur anémométrique du moulinet *a*, qui est entouré par un cylindre, est 0,389 dans un courant d'air dont la vitesse atteint 14^m. Si le cylindre remplissait le rôle qu'on est porté à lui attribuer *a priori*, ce facteur devrait avoir comme valeur 0,320. La vitesse de rotation mesurée est donc 1,21 fois plus faible que celle qui correspond à la composante du vent suivant l'axe du cylindre, axe qui coïncide avec celui du moulinet. Or, pour le moulinet A, expérimenté sans cylindre protecteur, le facteur anémométrique mesuré sous l'incidence 45° dans un courant d'air de vitesse égale à $12^m,9$ est 1,80, soit 1,25 fois plus fort que celui qui devrait exister (1,44) si la vitesse de rotation de cet organe était proportionnelle à la composante du courant suivant son axe. On voit donc que l'on ne peut pas compter sur l'efficacité d'un cylindre de protection pour résoudre la difficulté.

Nous terminerons en examinant les conséquences qui découlent de nos expériences au point de vue de la mesure de la direction du vent à l'aide des girouettes à moulinet. Dans les instruments de cette espèce (girouette de Piazzi-Smith, inclinomètre Dechevrens), le moulinet, muni d'ailettes planes ou gauches, attaqué par le vent suivant un certain angle, se met à tourner, et son mouvement de rotation est employé à déplacer son axe autour d'un support convenablement disposé, de manière à ramener cet axe à être perpendiculaire à la direction du courant. On a admis jusqu'à présent que le mouvement de rotation se continue jusqu'au moment où le plan du moulinet est parallèle à la direction du vent. Or nous avons vu que les organes de ce genre ne sont mis en mouvement par un courant d'air même fort que lorsque celui-ci fait avec leur plan un angle supérieur à 9° (moulinet A). On ne peut donc avoir la prétention de déterminer, avec des appareils basés sur ce principe, la direction ou l'inclinaison du vent avec une approximation supérieure au $\frac{1}{10}$ de circonférence. Cette approximation,

considérée généralement comme tolérable quand il s'agit de la direction, ne paraît pas suffisante quand on veut mesurer l'inclinaison. L'inclinomètre à moulinet est donc encore moins apte que la girouette verticale à nous renseigner sur la valeur moyenne réelle de l'inclinaison des courants aériens. D'ailleurs, en supposant que ses indications fussent suffisamment précises, il ne pourrait conduire à des résultats différents de ceux que fournit cette dernière. Il mesurerait, comme nous l'avons montré plus haut, une inclinaison apparente, conséquence directe de l'accroissement de la vitesse du vent avec la hauteur, qui, en se superposant au phénomène réel, peut le masquer en partie, sinon en totalité.

Dans l'état actuel des choses, il semble donc qu'il n'y a pas lieu de chercher à expliquer par des considérations plus ou moins compliquées le fait paradoxal mis en évidence par les mesures continues de l'inclinaison du vent réalisées à l'aide du clino-anémomètre ou de la girouette d'inclinaison. Il faut tout d'abord reprendre la mesure de la composante verticale par un procédé plus précis et vérifier la réalité physique d'un fait qui peut très bien provenir uniquement des causes que nous venons de signaler.

TROISIÈME PARTIE.

INFLUENCE DE L'INCLINAISON DU VENT SUR LA RÉSISTANCE DES AILETTES HÉMISPHÉRIQUES ET HÉMICYLINDRIQUES.

CHAPITRE I.

ESSAI D'INTERPRÉTATION DES VARIATIONS DU FACTEUR ANÉMOMÉTRIQUE EN FONCTION DE L'INCLINAISON DU VENT.

Même si l'on se borne à considérer les cas où l'état permanent est réalisé, l'explication complète du fonctionnement des moulinets anémométriques exige la solution préalable d'un trop grand nombre de problèmes, pour qu'un seul individu ait la prétention d'y arriver en l'espace de quelques années. Leur étude détaillée m'eût conduit à immobiliser pendant un laps de temps trop considérable des laboratoires destinés à des essais beaucoup plus importants au point de vue pratique, et il eût été indiscret de ma part d'abuser de l'obligeance désintéressée avec laquelle j'ai été accueilli à Auteuil et à Saint-Cyr.

J'ai donc dû limiter mes désirs et borner mes prétentions à poser quelques

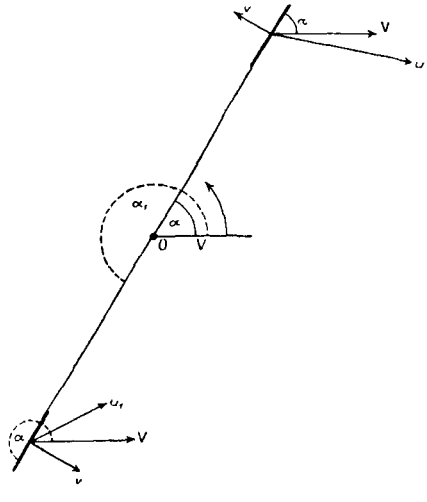
jalons destinés à indiquer la voie par laquelle on arrivera, j'en ai le ferme espoir, à se rendre compte quantitativement des phénomènes révélés par l'expérimentation.

Celle-ci nous a permis de mettre en évidence des variations curieuses du facteur anémométrique en fonction de l'inclinaison du vent. C'est à la recherche des causes qui permettent d'en donner l'explication que seront consacrés nos derniers Chapitres.

Ces variations n'obéissent pas aux mêmes lois suivant que le moulinet que l'on considère appartient à la classe des moulinets à axe parallèle ou à celle des moulinets à axe perpendiculaire. Le seul trait commun aux deux catégories d'instruments est que le facteur $\varkappa$ n'est pas une fonction simple de l'angle formé par les filets d'air avec le plan perpendiculaire à leur axe et mené par le centre des ailettes. Il est donc indispensable de considérer à part ces deux séries d'organes anémométriques.

Moulinets à axe parallèle. — Nous avons vu que pour les moulinets à axe parallèle le facteur anémométrique croît, à mesure que l'inclinaison du vent sur leur plan diminue, beaucoup plus rapidement qu'on ne pourrait s'y attendre si leur vitesse de rotation était proportionnelle à la composante de la vitesse du vent dirigée suivant leur axe. A notre sens, ce phénomène peut s'expliquer par quelques considérations simples qui, si elles ne permettent pas de relier quantitativement les variations de la vitesse de rotation à celles de l'inclinaison, ont cependant l'avantage de montrer de quelle manière doit se modifier le facteur anémométrique quand l'angle suivant lequel le vent attaque le plan du moulinet vient à changer.

Fig. 31.



Soit un système de deux ailettes planes ou gauches, de même surface et de même forme, reliées symétriquement à un axe horizontal par l'intermédiaire de deux

bras égaux. (*fig.* 31). Pour maintenir ce système en rotation dans l'air calme avec une certaine vitesse angulaire ω, il faut dépenser par unité de temps un certain travail $\mathfrak{L}$. En effet, chacun des points de l'ailette se déplace par rapport à l'air avec une vitesse ωr, r étant sa distance à l'axe; il en résulte que l'ailette subit une certaine pression proportionnelle au carré de sa vitesse angulaire et faisant avec le bras un angle donné. Cette pression possède une composante normale au bras, dirigée perpendiculairement à l'axe de rotation et appliquée à une certaine distance R de celui-ci. C'est à équilibrer le travail effectué par cette composante qu'est employé le travail qu'il faut dépenser pour entretenir la rotation. Nous allons tâcher d'évaluer ce dernier.

Le point de l'ailette situé à une distance R de l'axe possède une vitesse linéaire $v = \omega R$, et nous pouvons admettre que la composante qui s'oppose au mouvement est donnée par Kv^2, K étant un certain coefficient de proportionnalité. Pour faire tourner d'un angle $d\alpha$ le système des deux ailettes que nous avons considéré il faut effectuer un certain travail

$$d\mathfrak{T} = 2 K v^2 R \, d\alpha,$$

et le travail correspondant à une révolution complète est donné par

$$\mathfrak{T} = \int_0^{2\pi} 2 K v^2 R \, d\alpha = 4\pi R \times K v^2.$$

Si le nombre de révolutions est égal à n, on a

$$\mathfrak{L} = n\mathfrak{T} = 4\pi n R \times K v^2.$$

Comme

$$2\pi n = \omega \qquad \text{et} \qquad v = \omega R,$$

il en résulte que

$$\mathfrak{L} = 2 K \omega^3 R^3 \qquad \text{ou} \qquad \mathfrak{L} = 2 K v^3;$$

autrement dit, la puissance nécessaire pour entretenir le mouvement de rotation est, pour un moulinet donné, proportionnelle au cube de la vitesse angulaire. Dans des moulinets formés d'ailettes semblablement disposées et identiques, elle croît proportionnellement au nombre des ailettes et au cube de la longueur des bras.

Supposons maintenant qu'au lieu de faire tourner dans l'air maintenu à l'état de repos le système de deux ailettes que nous avons considéré ci-dessus, nous cherchions à lui communiquer la même vitesse angulaire après l'avoir placé dans un courant d'air de vitesse V et normal à son axe.

La pression que subit dans une position donnée l'une des ailettes est fonction de sa vitesse u par rapport à l'air supposé à l'état de repos, il en est de même de la composante de cette pression perpendiculaire au bras et située dans le plan du moulinet. Lorsque le bras fait avec le courant d'air un angle α, cette

composante est proportionnelle au carré de la valeur actuelle de u et le travail qu'il faut effectuer pour faire tourner cette ailette de $d\alpha$ est donné par

$$d\tau = k_\alpha u_\alpha^2 R\, d\alpha,$$

dans laquelle les indices dont sont affectés les coefficients k et u indiquent que le travail élémentaire qu'il faut effectuer pour faire tourner l'ailette de $d\alpha$ est fonction des valeurs actuelles de k et de u qui dépendent elles-mêmes de l'angle formé par les bras et les filets du courant d'air. On sait en effet que la pression de l'air sur une surface donnée dépend de l'angle sous lequel cette surface est attaquée. Or, dans le cas actuel, on ne peut plus supposer, comme il était légitime de le faire quand nous déplacions les ailettes dans l'air calme, que l'angle d'attaque reste le même pendant tout le cours d'une révolution. Dans ces conditions, k sera une certaine fonction de α, soit $k = f(\alpha)$; on sait d'ailleurs que u est donné en fonction de v (vitesse linéaire du point situé à la distance R de l'axe), de V et de α par la formule

$$u^2 = V^2 + v^2 + 2Vv\sin\alpha.$$

On a donc

$$d\tau = f(\alpha) R[V^2 + v^2 + 2Vv\sin\alpha]\, d\alpha$$

et le travail correspondant à une révolution complète d'une ailette est

$$\tau = \int_0^{2\pi} f(\alpha) R[V^2 + v^2 + 2Vv\sin\alpha]\, d\alpha = R(V^2 + v^2)\int_0^{2\pi} f(\alpha)\, d\alpha + 2RVv\int_0^{2\pi} f(\alpha)\sin\alpha\, d\alpha.$$

Pour évaluer ces intégrales, il faudrait connaître la fonction $k = f(\alpha)$; nous ne possédons pas cette donnée, mais, comme k est une fonction périodique de α, $f(\alpha)$ peut être développée en série trigonométrique

$$f(\alpha) = A_0 + a_1\sin\alpha + b_1\cos\alpha + a_2\sin 2\alpha + b_2\cos 2\alpha + \ldots.$$

On voit alors que τ ne peut pas être indépendant de V.

En effet, si, pour plus de commodité, nous limitons le développement aux termes en α, nous trouvons, dans le cas où A_0 est nul,

$$\tau = 2\pi a_1 RVv,$$

et si A_0 est différent de o

$$\tau = 2\pi R[A_0(V^2 + v^2) + a_1 Vv].$$

Par conséquent, la puissance $2n\tau = \mathfrak{P}_1$, nécessaire pour entretenir la rotation du système à n tours par seconde, dépend de la vitesse du courant dans lequel il est placé. Comme nous ne connaissons ni A_0 ni a_1, il faut avoir recours à l'expérience pour savoir dans quel sens $\mathfrak{P}$ varie quand V augmente. J'ai pu faire à ce sujet quelques expériences qui m'ont permis de le déterminer.

On communique à un moulinet à axe parallèle une certaine vitesse de rotation dans l'air calme. A un moment donné, on l'abandonne à lui-même et l'on déter-

mine le nombre de secondes t nécessaire pour que sa vitesse de rotation s'annule. On recommence ensuite l'expérience dans un courant d'air perpendiculaire à l'axe et de vitesse V et l'on note le temps t_1 au bout duquel le mouvement s'arrête.

Dans les deux cas, la vitesse angulaire devient égale à o quand le travail accompli par les forces dues à la résistance de l'air est égal à la puissance vive que possédait le moulinet quand on l'a abandonné à lui-même. Par conséquent, suivant que t_1 sera plus grand ou plus petit que t, le travail accompli dans le second cas par les forces dues à la résistance de l'air pour une révolution du moulinet sera plus petit ou plus grand que dans le premier. L'expérience montre qu'avec les moulinets à axe parallèle, t_1 est toujours plus petit que t et d'autant plus que V est plus grand. On en conclut que la puissance consommée pour entretenir la rotation d'un moulinet à axe parallèle dans un courant d'air perpendiculaire à son axe est plus grande que celle qu'il faut dépenser en air calme et qu'elle croît avec la vitesse du courant.

Il devient alors très simple d'expliquer la variation de la vitesse de rotation des moulinets à axe parallèle en fonction de l'inclinaison que nous avons constatée dans un courant d'air de vitesse constante. Soient V la vitesse du courant, i l'inclinaison; considérons les deux composantes de V dirigées, l'une suivant l'axe du moulinet, $V \sin i$, et l'autre perpendiculaire à cet axe, $V \cos i$. La première tend à communiquer au moulinet une certaine vitesse angulaire $\omega_i = \omega_{90} \sin i$, la seconde agit pour retarder le mouvement de rotation comme le ferait une augmentation des frottements, il s'ensuit que la vitesse angulaire que l'on mesure doit être inférieure au produit $\omega_{90} \sin i$ et d'autant plus que i se rapproche davantage de 0°. Pour une inclinaison suffisamment petite, le frottement supplémentaire introduit par la composante $V \cos i$, joint aux frottements de l'axe sur ses coussinets, est suffisant pour équilibrer la composante motrice de la pression du vent sur les ailettes, le moulinet ne peut plus être mis en mouvement et la vitesse angulaire est nulle pour toutes les inclinaisons inférieures à cette valeur critique.

Ce sont bien là les faits mis en lumière par nos expériences.

Moulinets à axe perpendiculaire. — Dans le cas des moulinets à axe perpendiculaire, les résultats expérimentaux sont beaucoup plus difficiles à interpréter. Si l'on constate encore l'existence d'une inclinaison critique, pour laquelle la vitesse de rotation s'annule, on trouve d'autre part que, si l'on excepte les moulinets à hémicylindres perpendiculaires aux bras et dépourvus de demi-bases, la rotation change de sens quand on dépasse l'inclinaison critique, phénomène qui ne se produit pas avec les moulinets à axe parallèle, si le courant dans lequel on opère est bien uniforme.

D'autre part, la vitesse de rotation ne varie guère quand l'inclinaison passe de 0° à 40°, tandis qu'elle décroît ensuite suivant une loi très rapide. On est donc conduit à penser que c'est dans les variations de l'effort exercé par le vent sur les ailettes hémisphériques ou hémicylindriques en fonction de l'angle formé par le courant avec la normale au plan diamétral que l'on doit rechercher l'explication des changements qu'éprouve la vitesse de rotation d'un moulinet quand l'inclinaison du vent sur son plan prend diverses valeurs.

En effet, lorsque l'angle d'attaque sur le plan du moulinet est égal à 0°, ce qui correspond aux conditions de fonctionnement normal, on peut admettre qu'à partir du moment où l'état permanent est atteint, le travail moteur est égal au travail résistant pour une révolution complète des coupes. Le travail moteur est dû à l'action du courant d'air sur la partie concave des ailettes, le travail résistant comprend l'effet du vent sur leur face convexe et les frottements axiaux. Nous considérerons ces derniers comme négligeables.

Quand la vitesse du vent est V, l'égalité du travail moteur et du travail résistant est réalisée quand le moulinet possède une certaine vitesse angulaire correspondant à n tours par seconde. Si la vitesse devient $V' > V$, les forces motrices augmentent et la vitesse angulaire s'accroît de manière à rétablir l'égalité du travail résistant au travail moteur. Supposons que, sans changer la vitesse du courant d'air, nous augmentions par un artifice quelconque les forces motrices sans modifier proportionnellement les forces résistantes, la rotation s'accélérera de manière à ramener le système à obéir à la condition ci-dessus : égalité du travail moteur et du travail résistant.

C'est bien ce qui semble se passer lorsque, sans faire varier la vitesse du courant d'air, on incline le plan d'un moulinet à axe perpendiculaire par rapport à la direction du courant de manière que l'angle d'attaque soit différent de 0°. Il semble donc probable que les changements constatés dans la valeur du facteur anémométrique quand l'incidence varie sont intimement liés aux variations que subit la composante normale au plan diamétral de l'effort exercé par l'air en mouvement sur un hémisphère ou un hémicylindre creux, quand l'inclinaison des filets d'air sur ce plan prend des valeurs différentes.

Comme à l'heure actuelle on ne possède sur ce sujet aucune donnée précise, il m'a paru utile de compléter les résultats obtenus en étudiant les moulinets, par la détermination de la résistance d'un hémisphère et d'un hémicylindre creux placés dans un courant d'air sous diverses incidences, afin de m'assurer que cette manière de voir correspond réellement aux faits expérimentaux.

CHAPITRE II.

ÉTUDE DE LA RÉSISTANCE D'UN HÉMISPHÈRE CREUX EN FONCTION DE L'INCLINAISON DU VENT SUR SON PLAN DIAMÉTRAL.

Méthode de mesure. — La méthode que nous avons employée pour déterminer les variations de la résistance d'une coupe hémisphérique placée dans un courant d'air, suivant l'inclinaison du plan diamétral par rapport à la direction du vent, est celle qui est couramment employée dans les laboratoires aérodynamiques. Nos premières mesures, faites au Laboratoire d'Auteuil, ont porté sur un hémisphère creux en cuivre ayant 25^{cm} de diamètre, mis gracieusement à notre disposition par M. Eiffel. Elles nous ont permis de déceler l'existence d'une poussée verticale dirigée de haut en bas lorsque le plan diamétral de l'hémisphère est parallèle aux filets d'air, sa concavité étant tournée vers le bas. Le sens de la rotation des moulinets Robinson lorsque le vent fait avec leur plan un angle de 90° permettait d'ailleurs de prévoir l'existence et la direction de cette poussée. En faisant varier l'angle d'attaque de 10° en 10° entre 0° et 90° et en mesurant la traînée et la poussée correspondant à chaque incidence, nous avons pu montrer que la poussée, négative pour l'incidence 0°, s'annule pour une incidence comprise entre 0° et 5°, puis devient positive et passe par un maximum vers 40°, tandis que la traînée qui croît d'abord rapidement jusqu'à 30° continue à s'accroître, quoique beaucoup plus lentement, jusqu'à ce que l'angle d'attaque atteigne 90°. Nous n'avons pas cru devoir pousser plus loin les mesures sur cet hémisphère, à cause des vibrations d'amplitude considérable dont il était le siège quand l'angle d'attaque se rapprochait de 90° et parce que son diamètre était beaucoup plus grand que celui des plus grandes coupes employées en France pour la construction des moulinets Robinson.

J'ai repris et complété ces expériences à l'Institut aérotechnique en opérant sur une coupe, prêtée par la maison Richard, ayant comme diamètre intérieur 131^{mm} et comme diamètre extérieur 133^{mm}. J'ai pu mener à bien ce travail, grâce à la complaisance de M. Toussaint, qui a bien voulu m'initier à l'emploi de la balance aérodynamique installée dans la grande soufflerie de cet établissement et mettre à ma disposition le personnel nécessaire pour effectuer les essais. La balance dont je me suis servi, réalisée sur les plans de M. Drzewiecki, permet de mesurer simultanément la composante horizontale (traînée) de l'effort exercé par l'air en mouvement sur l'objet dont on veut connaître la résistance et la somme algébrique de la traînée et de la composante verticale (poussée).

Chaque expérience comporte la mesure simultanée de trois éléments :

1° La traînée;

2° La somme algébrique de la traînée et de la poussée;

3° La différence de pression entre l'atmosphère du hall et l'intérieur de la chambre d'expériences d'où l'on déduit la vitesse du courant d'air à 15° et 760^{mm}.

Trois expérimentateurs doivent donc opérer en même temps; on obtient la simultanéité des mesures de la manière suivante :

A l'aide de poids marqués, l'un des opérateurs équilibre la traînée, l'autre la somme algébrique de la traînée et de la poussée. Chacun d'eux opère indépendamment de l'autre et appuie sur un bouton placé à sa portée quand l'équilibre est réalisé. Ces boutons font partie d'un circuit comprenant une pile, un voyant et une sonnerie. Quand l'un des opérateurs agit sur le bouton correspondant, le voyant est actionné et avertit l'expérimentateur chargé de la lecture du manomètre d'avoir à se tenir prêt. Lorsqu'on appuie sur les deux boutons en même temps, le circuit de la sonnerie est fermé; au signal que donne cette dernière, l'aide placé au manomètre fait sa lecture et note sur une feuille spéciale les trois données recueillies simultanément dont on déduit ultérieurement la poussée, la traînée et la vitesse du vent rapportée à 15° et 760^{mm}.

Les valeurs de la traînée s'obtiennent à 5^{g} près, celles de la somme algébrique de la traînée et de la posusée à 10^{g} près, on est donc obligé d'opérer sur des corps d'assez grandes dimensions et à des vitesses assez élevées du courant d'air pour obtenir une précision suffisante.

Les nombres fournis par les pesées ne peuvent être directement utilisés pour la détermination des composantes de la force exercée par le vent sur le corps fixé au bras de la balance. Il est nécessaire de leur faire subir un certain nombre de corrections que l'on détermine par l'expérience. Ces corrections sont relatives à l'action exercée par le courant d'air sur le bras et sur les biellettes qui servent à fixer la pièce étudiée sur ce dernier. Deux séries d'expériences, faites, les unes avec l'objet séparé des biellettes, les autres avec l'objet fixé à celles-ci, permettent de les connaître. Elles sont égales en gros au dixième de la quantité mesurée et l'on a pu les déterminer avec une approximation comprise entre 10 et 20 pour 100 de leur valeur.

Par suite du volume assez considérable du carter entourant le bras de la balance, les filets d'air au voisinage du point où étaient placées les surfaces soumises aux essais n'étaient pas rigoureusement horizontaux. L'inclinaison mesurée par M. Toussaint a été reconnue égale à 1°,3 environ. J'en ai tenu compte dans mes calculs.

Marche des expériences. — L'hémisphère est fixé au bras de la balance par

l'intermédiaire de deux biellettes; en se servant d'un inclinomètre, on le cale dans la position que l'on désire. L'inclinomètre permet de connaître l'angle formé par le plan diamétral avec l'horizontale, angle dont on déduit ultérieurement l'incidence.

On détermine ensuite la valeur de la traînée et de la somme algébrique de celle-ci et de la poussée pour une vitesse du vent sensiblement égale à 20 m : sec. On recommence l'expérience en séparant l'hémisphère des biellettes. Puis on procède à une nouvelle série de mesures en faisant varier l'angle d'attaque d'une dizaine de degrés; et ainsi de suite. Au voisinage de l'incidence 0°, nous avons opéré de 3° en 3°.

Résultats des mesures. — Les nombres ainsi obtenus ont été divisés par le carré de la vitesse du vent dans lequel ils avaient été déterminés et qui est restée comprise entre $17^m,5$ et $21^m,5$, puis on les a multipliés par 400 de manière à les faire correspondre tous à une vitesse du vent égale à 20 m : sec.

Ils ont ensuite servi, après avoir été corrigés de l'influence du vent sur les biellettes et le bras de la balance, à construire une courbe sur laquelle on a relevé les nombres contenus dans le Tableau ci-contre.

Dans ce Tableau, la première colonne contient les incidences i. Elles sont comptées par rapport au plan diamétral; l'incidence 0° correspond à la position pour laquelle ce plan est parallèle au courant d'air, la convexité de l'hémisphère étant tournée vers le haut, l'incidence — 90° correspond au cas où la coupe présente sa convexité au vent, l'incidence 90° à celui où elle lui présente sa concavité, le plan diamétral étant dans les deux cas perpendiculaire aux filets d'air. La seconde colonne contient les valeurs de la poussée, p, positive quand elle est dirigée de bas en haut, négative dans le cas contraire. Dans la troisième sont données les valeurs de la traînée T. Les deux dernières contiennent la résultante de ces deux forces, R, et l'angle α formé par celle-ci avec le courant d'air ou l'horizontale, positif quand R est dirigé vers le haut, négatif dans le cas contraire.

Les nombres correspondant à p, T et R sont exprimés en grammes, ils représentent la valeur de ces éléments pour la coupe considérée (diamètre extérieur, 133^{mm}; diamètre intérieur, 131^{mm}) dans un courant d'air de 20 m : sec.

Un fait extrêmement curieux qui se dégage de l'examen des nombres ci-après est que la poussée est nulle pour quatre positions différentes de la coupe quand on passe de l'incidence 90° à l'incidence — 90°, mais qu'elle n'est négative que dans un intervalle très restreint compris entre les incidences + 2° et — 2°. Même sous l'incidence — 80°, l'hémisphère que nous avons étudié est soumis dans un courant d'air de 20 m : sec à une poussée dirigée vers le haut et dont la valeur est nettement supérieure aux erreurs d'expérience pos-

sibles. Cette poussée passe par deux maxima inégaux, le plus fort correspond à l'incidence 45° environ, l'autre plus aplati vers — 40°. Le minimum, négatif, se produit vers — 2°.

VARIATION DE LA RÉSISTANCE D'UN HÉMISPHÈRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : SEC

$t = 15°$, $H = 760^{mm}$.

i.	p.	T.	R.	α.
°	g	g	g	°
90	0	512	512	0
80	106	500	511	12
70	216	491	554	24
60	348	485	597	36
50	455	470	654	44
40	467	434	638	47
30	419	332	535	52
20	286	211	355	54
10	134	98	166	54
0	— 24	68	72	—19
— 2	— 36	65	74	—28
— 4	— 27	68	73	—22
— 6	33	74	81	24
10	80	85	117	43
—20	115	117	164	45
—30	122	146	190	40
—40	125	167	208	37
—50	119	172	210	35
—60	101	159	188	32
—70	73	137	155	28
—80	37	122	128	17
—90	0	134	134	0

La traînée présente une anomalie non moins remarquable. Maximum pour $i = 90°$, elle passe par son minimum absolu pour une incidence comprise entre 0° et — 3°, mais elle a en outre un maximum relatif pour une valeur de l'angle d'attaque située entre — 45° et — 50° et qui semble très voisine de — 48°. Il suffit de se reporter aux graphiques de la figure 32 pour se faire une idée très nette de ces anomalies.

La résistance totale présente également ce maximum secondaire; mais son maximum principal, au lieu de correspondre à l'incidence 90°, se rencontre pour une inclinaison du courant d'air par rapport au plan diamétral sensiblement égale à 45°. A ce moment, on peut la considérer comme normale à ce dernier. Le même fait se reproduit lorsque l'incidence est — 20°. L'angle que fait la résultante de la traînée et de la poussée avec l'horizontale est toujours positif, sauf dans l'intervalle où l'incidence est comprise entre 2° et — 5°.

Au point de vue du fonctionnement des moulinets, il est surtout intéressant de considérer la composante normale au plan diamétral de l'effort exercé par

le vent sur les coupes. C'est en effet cette composante qui intervient principalement pour modifier la vitesse de rotation des anémomètres Robinson, quoique, en toute rigueur, on ne puisse pas dans tous les cas négliger l'action de la composante tangentielle. En effet, celle-ci est bien équilibrée en partie par la résistance des bras à la traction ou à la compression, mais elle n'en exerce pas moins sur les coupes une action déformatrice qui vient s'ajouter à celle de la force centrifuge et dont les effets dépendent du mode de fixation des hémisphères et de leur rigidité.

Le calcul de la composante normale N et de la composante tangentielle t s'effectue facilement à partir des valeurs de R et de α contenues dans le Tableau page 123. Nous les donnons ci-dessus ainsi que l'angle θ formé par R avec la normale au plan diamétral, cette dernière étant considérée comme positive quand elle est dirigée de la concavité vers la convexité, θ se calcule par la formule

$$\theta = \alpha + i - \frac{\pi}{2};$$

RÉSISTANCE D'UN HÉMISPHÈRE CREUX DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : SEC A 15° ET 760mm.

Variation de la composante normale et de la composante tangentielle en fonction de l'incidence.

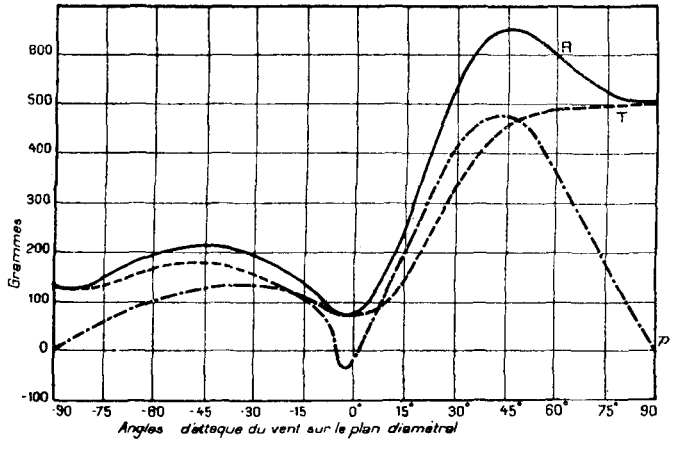
i.	N.	t.	θ.
90°	512g	0g	0°
80	510	18	2
70	553	39	4
60	594	63	6
50	653	46	4
40	637	— 33	— 3
30	530	— 74	— 8
20	341	— 98	— 16
10	149	— 73	— 26
0	— 23	— 68	—109
— 2	— 37	— 64	—120
— 4	— 32	— 66	— 116
— 6	25	— 77	— 72
—10	64	— 98	— 57
—20	69	—149	— 65
—30	33	—187	— 80
—40	— 11	—208	— 93
—50	— 54	—203	—105
—60	— 88	—166	—118
—70	—104	—115	—132
—80	—114	— 58	—153
—90	—134	0	±180

il est positif ainsi que la composante tangentielle quand la résultante est inclinée vers la droite d'un observateur regardant la concavité de l'hémisphère et recevant le vent du côté droit. Suivant la convention que nous avons adoptée pour

le sens de la normale, N est positive quand elle est dirigée de la concavité vers la convexité, négative dans le cas contraire. Comme ci-dessus, les composantes normale et tangentielle sont exprimées en grammes et correspondent à une

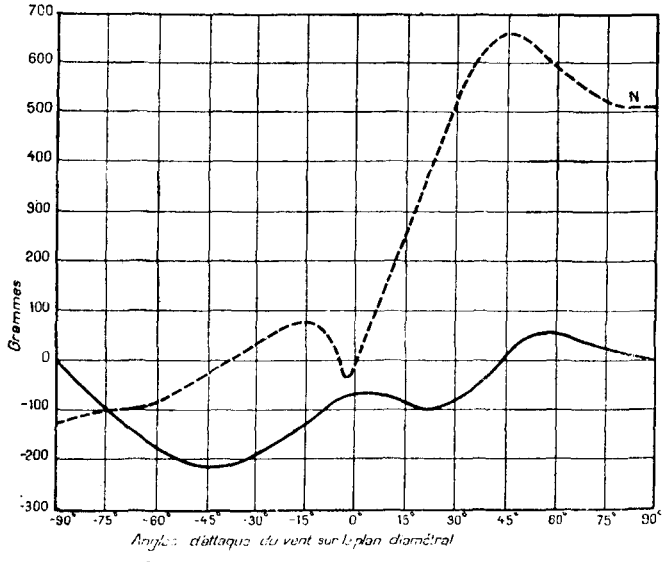
RÉSISTANCE D'UN HÉMISPHÈRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec. A 15° ET 760mm.

Fig. 32.



Poussée (*p*), traînée (T) et résistance totale (R).

Fig. 33.



Composante normale (N) et composante tangentielle (*t*) au plan diamètral.

vitesse du courant d'air égale à 20 m : sec à la température de 15° et sous la pression de 760mm.

Quand l'incidence varie de + 90° à — 90°, N s'annule pour trois valeurs différentes de l'angle d'attaque, situées, la première entre + 5° et 0°, la seconde entre — 4° et — 6°, la troisième entre — 35° et — 40°. Elle présente deux maxima positifs, l'un pour une incidence voisine de 45°, l'autre pour une incli-

naison comprise entre — 15° et — 20°; ces deux maxima sont séparés par un minimum négatif vers — 3° et le minimum absolu se produit pour l'angle — 90°.

La composante tangentielle est tantôt à droite, tantôt à gauche de la normale au plan diamétral. Pour les incidences positives supérieures à 45°, elle est dirigée vers la droite d'un observateur tourné vers la concavité de la coupe et présentant le côté droit au vent; pour les autres incidences, positives ou négatives, elle est dirigée vers la gauche du même observateur.

Elle s'annule pour une valeur de l'angle d'attaque voisine de 45°.

La résultante n'est pas en général perpendiculaire au plan diamétral; cependant elle s'écarte assez peu de cette position pour les incidences supérieures à 40°. Vers 45°, elle coïncide très sensiblement avec la normale à ce plan. Par raison de symétrie, la coïncidence est rigoureuse à 90° et — 90°.

Variation du coefficient de résistance avec la vitesse du vent. — M. Eiffel a montré que le coefficient de résistance d'un hémisphère creux, dans le cas où l'incidence est 90° ou — 90°, n'est pas indépendant de la vitesse du vent. Il semble donc probable qu'il en doit être de même pour les autres valeurs que peut prendre l'incidence. En opérant à diverses vitesses, sous des angles d'attaque égaux à 90°, 45°, 0°, — 45° et — 90°, j'ai trouvé qu'en effet le coefficient de résistance de l'hémisphère qui m'a servi pour mes expériences subit une variation notable avec la vitesse du vent et que la loi de cette variation est fonction de l'angle d'attaque. On trouvera les résultats que j'ai obtenus dans le Tableau ci-après qui contient les quotients par le carré de la vitesse des valeurs de la poussée, de la traînée, de la résistance totale, de la composante normale et de la composante tangentielle, ainsi que des angles α et θ formés par la résultante avec l'horizontale et avec la normale au plan diamétral.

On a donné à titre d'indication les mesures faites à la vitesse de 5 m : sec quoiqu'elles comportent une erreur relative assez élevée; cependant les nombres trouvés sous l'incidence 0° sont trop discordants pour que j'aie cru pouvoir en faire état.

VARIATION DU COEFFICIENT DE RÉSISTANCE D'UN HEMISPHÈRE CREUX SOUS DIVERSES INCIDENCES EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT.

V.	$\frac{P}{V^2}$.	$\frac{T}{V^2}$.	$\frac{R}{V^2}$.	α.	$\frac{N}{V^2}$.	$\frac{t}{V^2}$.	θ.
			$i = 90°$.				
m							°
5	0	1,47	1,47	0	1,47	0	0
10	0	1,36	1,36	0	1,36	0	0
15	0	1,31	1,31	0	1,31	0	0
20	0	1,28	1,28	0	1,28	0	0
25	0	1,28	1,28	0	1,28	0	0
30	0	1,28	1,28	0	1,28	0	0
35	0	1,28	1,28	0	1,28	0	0

VARIATION DU COEFFICIENT DE RÉSISTANCE D'UN HÉMISPHÈRE CREUX SOUS DIVERSES INCIDENCES EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT (*suite*).

V.	$\frac{P}{V^2}$.	$\frac{T}{V^2}$.	$\frac{R}{V^2}$.	α.	$\frac{N}{V^2}$.	$\frac{t}{V^2}$.	θ.
			$i = 45^\circ$.				
m				°			°
5	1,29	1,23	1,78	46	1,78	+0,03	+ 1
10	1,14	1,18	1,64	44	1,64	—0,03	— 1
15	1,15	1,15	1,62	45	1,62	0,00	0
20	1,15	1,13	1,61	46	1,61	+0,03	+ 1
25	1,16	1,12	1,61	46	1,61	+0,03	+ 1
30	1,16	1,12	1,61	46	1,61	+0,03	+ 1
35	1,16	1,12	1,61	46	1,61	+0,03	+ 1
			$i = 0^\circ$.				
5	»	»	»	»	»	»	»
10	0,02	0,24	0,24	— 4	+ 0,02	+0,24	— 94
15	0,06	0,19	0,20	—18	—0,06	+0,19	—108
20	0,06	0,17	0,18	—19	—0,06	+0,17	109
25	0,04	0,16	0,17	13	—0,04	+0,16	—103
30	+0,03	0,16	0,17	— 10	+0,03	—0,16	—100
35	— 0,03	0,16	0,17	10	0,03	—0,16	—100
			$i = -45^\circ$.				
5	—0,78	0,48	0,91	—59	—0,89	0,22	+166
10	+0,06	0,42	0,43	8	—0,26	—0,34	—127
15	+0,24	0,42	0,49	29	—0,13	+0,47	—106
20	+0,31	0,42	0,52	36	—0,08	—0,52	— 99
25	+0,33	0,42	0,54	38	0,07	—0,53	— 97
30	+0,34	0,42	0,54	38	0,07	+0,54	— 97
35	+0,34	0,42	0,54	38	—0,07	—0,54	— 97
			$i = -90^\circ$.				
5	0	0,39	0,39	0	—0,39	0	±180
10	0	0,40	0,40	0	—0,40	0	180
15	0	0,35	0,35	0	—0,35	0	180
20	0	0,33	0,33	0	—0,33	0	180
25	0	0,31	0,31	0	—0,31	0	180
30	0	0,30	0,30	0	—0,30	0	180
35	0	0,29	0,29	0	—0,29	0	180

Le coefficient de résistance totale $\frac{R}{V^2}$ tend à diminuer à mesure que la vitesse du vent augmente, sauf sous l'incidence + 45°, où il subit une augmentation de l'ordre de 20 pour 100, quand on passe de 10^m à 35^m. Si l'on examine à part le coefficient de traînée et le coefficient de poussée, on remarque que, sous l'incidence 45°, $\frac{P}{V^2}$ tend à augmenter avec la vitesse du vent; cette augmentation est beaucoup plus marquée quand l'angle d'attaque est + 45°; à 0°, le quotient par le carré de la vitesse de la poussée dirigée vers le bas que subit l'hémisphère passe par un maximum pour les vitesses comprises entre 15^m et 20^m.

Quant au coefficient $\frac{N}{V^2}$, la variation que nos expériences mettent en évidence est extrêmement intéressante et permet de donner une explication de la diminution que subit le facteur anémométrique des moulinets Robinson à mesure qu'augmente la vitesse du courant d'air dans lequel ils sont placés. Sous l'incidence 45°, $\frac{N}{V^2}$ est positif et correspond à un effort moteur dans les moulinets à coupes hémisphériques; sous l'incidence $-45°$, il est négatif et correspond à un effort résistant. Or les résultats que nous avons trouvés montrent que sous ces deux angles d'attaque, que l'on peut considérer comme représentant les conditions moyennes, l'effort resistant décroît beaucoup plus rapidement que l'effort moteur, à mesure que la vitesse du vent augmente, tandis que, sous l'incidence 90°, la différence entre ces deux efforts reste à peu près constante. Cet effet est d'autant plus sensible que, lorsque le moulinet est en rotation, la vitesse relative de l'hémisphère est plus grande quand il présente sa convexité au vent que dans le cas contraire. En faisant la somme algébrique des valeurs de $\frac{N}{V^2}$ pour les incidences 45° et $-45°$ aux différences vitesses, on voit immédiatement que la différence entre l'effort moteur et l'effort résistant croît d'abord très rapidement, puis plus lentement pour tendre vers une valeur constante. Il s'ensuit que le quotient de la vitesse du vent par la vitesse de rotation d'un moulinet Robinson, c'est-à-dire le facteur anémométrique, doit décroître à mesure que la vitesse du vent augmente, très rapidement aux faibles vitesses, plus lentement aux vitesses moyennes, et rester sensiblement constant aux vitesses élevées.

Ce décroissement sera d'ailleurs d'autant plus net que les bras des moulinets seront plus longs par rapport au diamètre des coupes, c'est-à-dire que les conditions dans lesquelles ces dernières n'exercent plus aucune action les unes sur les autres seront le plus près d'être réalisées. Ce sont bien là les phénomènes que l'expérience permet de constater.

Les variations que subit la quantité $\frac{N}{V^2}$, tant en fonction de l'incidence des filets d'air qu'en fonction de leur vitesse, permettent de montrer qu'il ne peut exister de relation simple entre la vitesse de rotation d'un moulinet Robinson et la composante de la vitesse du vent perpendiculaire à son axe.

A l'aide des données ci-dessus, on peut, en effet, moyennant quelques hypothèses, arriver à calculer approximativement quel serait le rapport entre la vitesse linéaire du centre des coupes, v, et la vitesse du vent V, pour les diverses inclinaisons de ce dernier par rapport au plan d'un moulinet constitué avec des hémisphères semblables à celui sur lequel ont porté les mesures. Si, pour simplifier, on fait abstraction des frottements axiaux et de la résistance des bras, et si l'on suppose que ceux-ci sont assez longs pour qu'il soit légitime d'admettre

que la vitesse relative des différents points de l'ailette est très sensiblement la même, voici les résultats que l'on obtient :

Inclinaison du vent sur le plan du moulinet.	Rapport $\frac{c}{V}$ calculé.
0	0,47
10	0,48
20	0,50
30	0,51
40	0,50
50	0,48

Le moulinet R, qui comporte des coupes de 134^{mm} de diamètre, prend dans un courant d'air de vitesse égale à 20 m : sec une vitesse de rotation correspondant à une valeur du rapport $\frac{c}{V}$ égale à 0,42. L'écart entre ce nombre et celui que nous avons calculé, 0,47, est de 11 pour 100; il est tout à fait acceptable eu égard aux hypothèses que nous avons dû introduire.

Le calcul s'accorde avec l'observation pour démontrer l'existence d'un maximum de la vitesse de rotation quand l'inclinaison du vent sur le plan du moulinet est voisine de 30°. D'après le Tableau ci-dessus, la vitesse de rotation s'accroît de 8 pour 100 quand on passe de l'inclinaison 0° à l'inclinaison 30°; cet accroissement est du même ordre de grandeur que celui que l'expérience a mis en évidence pour les moulinets à longs bras (E, 5 pour 100; J, 4 pour 100).

Quand l'inclinaison devient supérieure à 40°, l'accord entre le calcul et l'observation n'est plus aussi satisfaisant. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, car l'influence de la portion de la courbe $\frac{N}{V^2} = f(i)$ dans laquelle se manifestent les plus fortes variations de $\frac{N}{V^2}$ en fonction de V tend à devenir prépondérante quand l'inclinaison du vent sur le plan du moulinet atteint des valeurs élevées et, dans ces conditions, l'hypothèse que nous avons faite en admettant que $\frac{N}{V^2}$ était constant s'écarte trop de la réalité pour être légitime.

Nous ne nous attarderons pas davantage sur les résultats fournis par le calcul. Pour aller plus loin dans cette voie, il serait indispensable de connaître les courbes $\frac{N}{V^2} = f(i)$ pour toute une série de valeurs de V suffisamment rapprochées pour permettre l'interpolation. Il serait fort utile, d'ailleurs, d'opérer sur des hémisphères de différentes grandeurs, car, par analogie avec ce qui a été trouvé concernant la résistance des sphères, il y a tout lieu de penser que les variations du coefficient de résistance des hémisphères en fonction de la vitesse du courant d'air dépendent dans une certaine mesure du diamètre de ces derniers. Il semble que c'est dans cette voie qu'il faut rechercher l'explication des particularités que présente chaque famille de moulinets Robinson.

Tout en montrant que les effets attribués jusqu'à présent au frottement de l'axe sur ses coussinets doivent être rapportés pour une bonne part aux variations que subit le coefficient de résistance des hémisphères quand la vitesse du vent vient à changer de valeur, ces considérations permettent d'entrevoir les raisons pour lesquelles il a été jusqu'à présent impossible d'établir une formule empirique générale permettant de calculer avec une approximation suffisante les coefficients de la formule anémométrique d'un moulinet Robinson d'après les dimensions des divers organes qui le constituent.

CHAPITRE III.

ETUDE DE LA RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCLINAISON DU VENT SUR SON PLAN DIAMÉTRAL.

Remarques préliminaires. — Les mesures ont été faites sur un hémicylindre en laiton ayant 133^{mm} de hauteur, 132^{mm} de diamètre extérieur et $129^{mm},5$ de diamètre intérieur. L'étude a été conduite de la même manière que pour l'hémisphère :

1° En plaçant l'axe horizontalement et perpendiculairement aux filets d'air et en faisant tourner l'hémicylindre autour de cet axe maintenu dans cette position ;

2° En plaçant l'axe dans un plan vertical et en faisant tourner le même hémicylindre autour d'une droite normale à cet axe, contenue dans le plan diamétral, horizontale et perpendiculaire à la direction du vent.

Comme pour l'hémisphère, l'incidence 90° correspond au cas où le vent attaque la surface du côté concave, l'incidence $-90°$ à celui où il rencontre d'abord le côté convexe, les filets d'air étant dans les deux cas parallèles à la normale au plan diamétral, et les incidences sont comptées par rapport à ce dernier.

Résultats des mesures. — Comme on pouvait s'y attendre, la variation de la résistance de l'hémicylindre en fonction de l'incidence est tout à fait différente suivant que l'on opère de la première ou de la seconde manière. Il suffit, pour s'en faire une idée, de comparer les nombres correspondant à une même valeur

de l'incidence dans les deux Tableaux ci-après qui contiennent les mêmes données que dans le cas de l'hémisphère et sont distribués comme ceux que nous avons donnés au Chapitre précédent, les mêmes signes correspondant aux mêmes quantités.

Pour la commodité du langage, nous avons affecté de l'indice 1 les incidences et les résultats correspondant au premier cas et de l'indice 2 ceux qui correspondent au second.

Résistance totale. — La résistance totale présente dans le premier cas des variations qui ont les plus grandes analogies avec celles qui ont été trouvées pour l'hémisphère. Son minimum absolu se rencontre pour une valeur de l'incidence très voisine de 0° et elle présente deux maxima inégaux dont le plus élevé se trouve vers 50° et le plus faible vers −40°.

Dans le second cas, le minimum qui est placé à 0° est très accusé, le maximum absolu correspond à l'angle 90°, un maximum secondaire se produit pour l'incidence −60°.

Le coefficient de résistance unitaire, exprimé en kilogrammes par mètre carré, est plus fort pour l'hémicylindre que pour l'hémisphère. On trouve en effet comme valeur de ce coefficient K :

	Hémisphère.	Hémicylindre.
K_{90}	0,092	0,096
K_{-90}	0,024	0,039
$\frac{K_{90^\circ}}{K_{-90^\circ}}$	3,83	2,46

Le rapport $\frac{K_{90^\circ}}{K_{-90^\circ}}$ est 1,55 fois plus grand pour l'hémisphère que pour l'hémicylindre; c'est à 8 pour 100 près le rapport (1,46) qui existe entre les vitesses de rotation des moulinets M (Robinson) et N (moulinet à hémicylindres perpendiculaires aux bras), dans un courant d'air de 20 m : sec.

VARIATION DE LA RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec. $t = 15^\circ$, $H = 760^{mm}$.

I. — *Cas où l'on fait tourner l'hémicylindre autour de son axe placé horizontalement et perpendiculairement aux filets d'air.*

i.	p.	T.	R.	α.
90°	0 g	678 g	678 g	0°
80	214	639	673	19
70	342	628	715	29
60	434	628	763	35
50	485	625	791	38
40	473	604	767	38
30	419	535	679	38

VARIATION DE LA RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec. $t = 15^{\circ}$, $H = 760^{mm}$.

I. — *Cas où l'on fait tourner l'hémicylindre autour de son axe placé horizontalement et perpendiculairement aux filets d'air.*

i.	*p.*	T.	R.	α.
20°	322 g	401 g	514 g	39°
10	113	268	294	23
0	— 42	223	227	—11
— 2	— 59	223	230	—15
— 4	— 74	220	232	—19
— 6	— 80	217	231	—20
—10	— 77	214	227	—20
—20	— 30	259	260	— 7
—30	178	300	349	31
—40	193	309	364	30
—50	175	280	330	32
—60	140	271	305	27
—70	92	250	266	20
—80	45	256	260	10
—90	0	275	275	0

II. — *Cas où l'on fait tourner l'hémicylindre autour d'une droite horizontale, normale à son axe, contenue dans le plan diamétral et perpendiculaire aux filets d'air.*

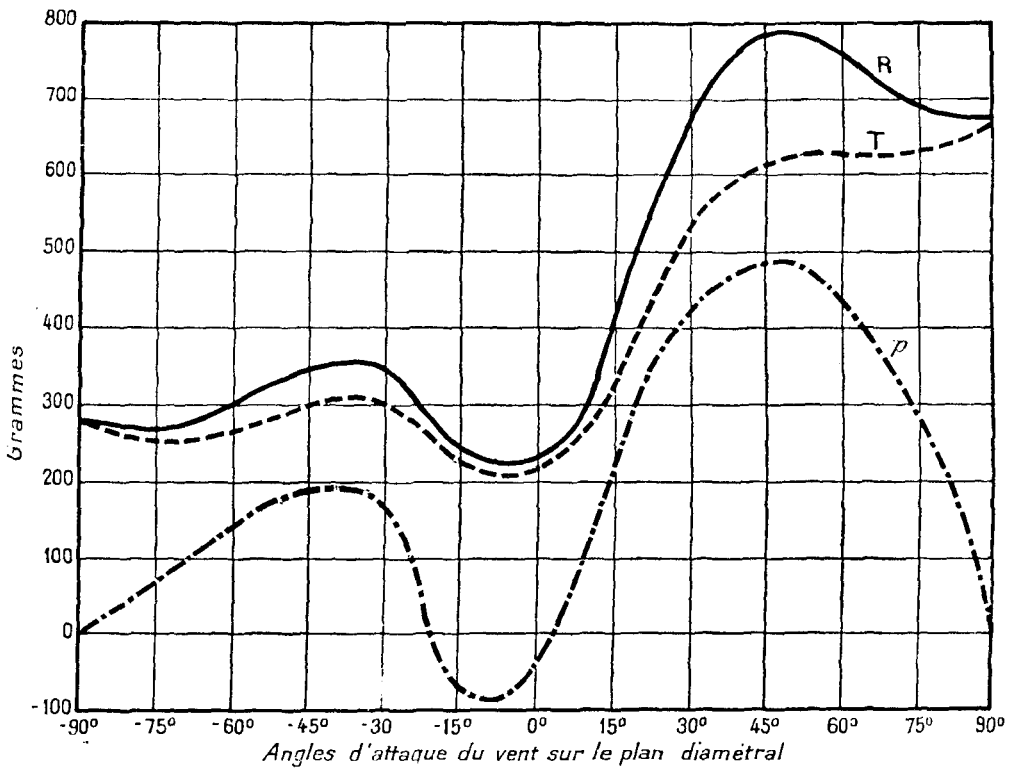
i.	*p.*	T.	R.	α.
90°	0 g	675 g	675 g	0°
80	113	645	655	10
70	202	598	631	19
60	280	532	601	28
50	345	443	561	38
40	387	342	516	49
30	369	235	437	58
20	291	137	322	65
10	167	68	181	68
0	0	42	42	0
—10	—149	62	161	—67
—20	—250	110	273	—66
—30	—247	161	295	—57
—40	—226	211	309	—47
—50	—196	250	318	—38
—60	—164	277	322	—31
—70	—122	291	315	—23
—80	— 65	297	304	—12
—90	0	280	280	0

Poussée. — Les variations de la poussée offrent des anomalies dignes de remarque. Dans le cas I, la poussée reste positive sous toutes les incidences, sauf entre 2° et — 21°, et suit une courbe analogue à celle que nous avons trouvée pour l'hémisphère. Dans le cas II, elle change de signe pour l'incidence 0°, reste positive pour tous les angles d'attaque supérieurs à cette

valeur et négative pour tous ceux qui lui sont inférieurs. Elle s'annule également pour les incidences 90° et — 90° en passant par un maximum pour un

RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec A 15° ET 760mm.

Fig. 34.



Cas I. — Poussée (p), traînée (T) et résistance totale (R).

angle voisin de 40° et par un minimum (maximum de poussée dirigée vers le bas) vers — 25°.

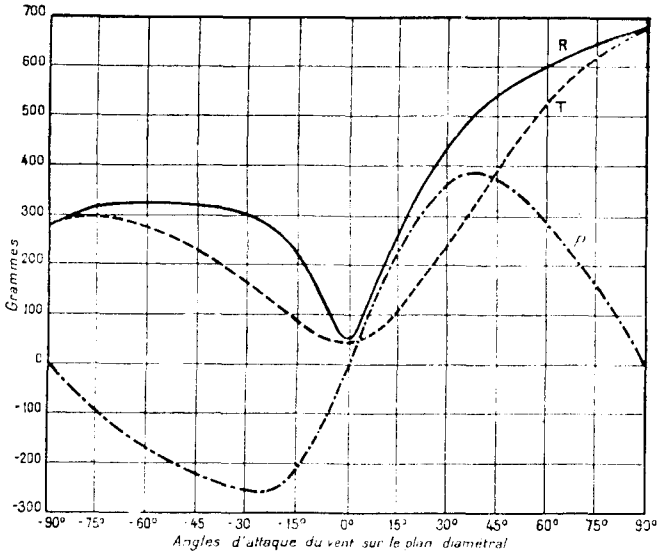
Traînée. — Là encore une différence très nette se manifeste entre les deux cas que nous avons considérés. Dans le premier, nous retrouvons toujours la même analogie avec ce qui se passe quand on expérimente sur l'hémisphère : minimum pour une faible valeur négative de l'inclinaison, maximum sous l'incidence 90°, maximum secondaire pour un angle d'attaque négatif qui dans le cas présent est sensiblement égal à —37°. Dans le second, la variation est plus simple : le maximum absolu correspond à 90°, le minimum absolu à 0°. On note que, entre 3° et 44°, T_2 est inférieur à p_2, tandis que T_1 est toujours supérieur à p_1 quelle que soit l'incidence.

Vérification directe de l'existence d'une poussée dirigée vers le haut pour de

fortes incidences négatives dans le cas de l'hémisphère et de l'hémicylindre (cas I). — Quoique les résultats de nos recherches sur la résistance de l'hémicylindre confirment pleinement ceux que nous avons obtenus en étudiant l'hémisphère, il nous a paru utile de vérifier par l'expérience directe l'existence de la poussée vers le haut révélée par les mesures à la balance et que subissent ces surfaces lorsque l'incidence devient inférieure à — 6° pour l'hémisphère et à — 25° pour l'hémicylindre.

RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : SEC A 15° ET 760mm.

Fig. 3).



Cas II. — Poussée (*p*), traînée (T) et résistance totale (R).

Dans ce but, j'ai fait construire l'appareil suivant : Aux extrémités d'une plaque métallique horizontale de 3cm de largeur, fixée par trois vis sur un support rigide, sont montées deux glissières verticales de 28cm de hauteur et distantes de 25cm. Une tige filetée, terminée à ses deux bouts par des traverses munies de roulettes qui viennent se loger dans les glissières, supporte la surface à essayer. Celle-ci peut prendre autour de la tige toutes les inclinaisons que l'on désire; on la fixe à l'aide de quatre écrous. Son bord antérieur vient s'appuyer sur un support mobile reposant sur un ressort à boudin enfermé dans un tube de cuivre et destiné à équilibrer l'action de la pesanteur. Par mesure de précaution, lors de l'installation de l'appareil dans la chambre d'expériences du laboratoire G. Eiffel, les glissières, au lieu d'être placées verticalement, ont été légèrement inclinées du côté d'où soufflait le vent de manière à éviter que les déplacements constatés de bas en haut pussent être attribués à l'action de la traînée.

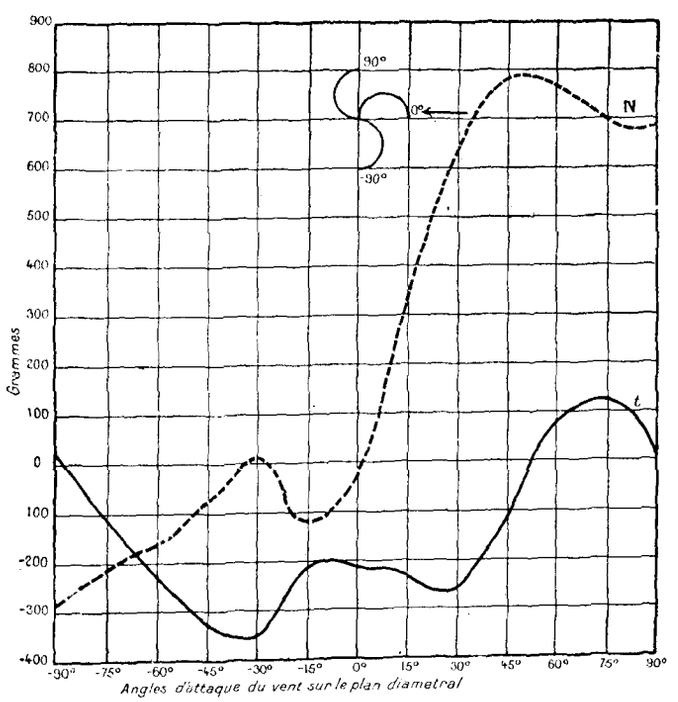
Lorsqu'on met en marche la soufflerie, l'hémicylindre étant placé sous l'incidence — 30° (cas I), on voit celui-ci se soulever progressivement à partir du moment où la vitesse du courant d'air atteint une valeur comprise entre 15 et 20 m : sec. Quand on arrive aux environs de 30 m : sec, on peut supprimer le support actionné par le ressort à boudin, la poussée que subit la surface essayée est alors suffisante pour équilibrer le poids du système mobile (366g) augmenté de la composante de la traînée dirigée vers le bas et résultant de l'inclinaison donnée aux glissières.

Des expériences analogues faites avec l'hémisphère ont donné des résultats comparables, et les essais que nous avons réalisés sous des incidences allant jusqu'à — 70° ont pleinement confirmé les conclusions découlant des mesures à la balance.

Composante normale au plan diamétral. — Comme nous l'avons fait pour l'hémisphère, nous donnons ci-après les valeurs de la composante normale et

RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec A 15° ET 760mm.

Fig. 36.



Cas I. — Composante normale (N) et tangentielle (t) au plan diamétral.

de la composante tangentielle au plan diamètral, ainsi que celles de l'angle θ formé par la résistance totale avec la normale à ce plan en adoptant les mêmes conventions.

RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec.

$t = 15^{\circ}$, $H = 760^{mm}$.

Variations de la composante normale et de la composante tangentielle au plan diamétral en fonction de l'incidence.

I.

i.	N.	t.	θ.
90°	678 g	0 g	0°
80	665	105	9
70	706	112	9
60	760	66	5
50	790	— 28	— 2
40	750	—160	— 12
30	629	—255	— 22
20	440	—265	— 31
10	201	—215	— 47
0	— 43	—223	—101
— 2	— 67	—220	—107
— 4	— 91	—214	—113
— 6	—101	—208	—116
—10	—114	—197	—120
—20	—118	—232	—117
—30	6	—349	— 89
—40	— 51	—360	— 98
—50	—102	—314	—108
—60	—166	—256	—123
—70	—204	—171	—140
—80	—244	— 89	—160
—90	—275	0	—180

II.

i.	N.	t.	θ.
90°	675 g	0 g	0°
80	655	0	0
70	631	—11	— 1
60	600	—21	— 2
50	560	—20	— 2
40	516	— 9	— 1
30	437	—15	— 2
20	321	—28	— 5
10	177	—38	— 12
0	0	—42	— 90
—10	—157	—36	—167
—20	—272	—19	—176
—30	—295	—15	—177
—40	—309	—16	—177
—50	—318	—11	—178
—60	—322	+ 5	+179
—70	—315	+16	—177
—80	—304	+11	—178
—90	—280	0	—180

Dans le cas I, la composante normale présente un maximum absolu pour une incidence très rapprochée de 50° ; elle décroît ensuite très rapidement, s'annule pour l'incidence 2°, devient ensuite négative et passe par un minimum relatif quand l'angle d'attaque atteint la valeur — 20°. Elle croît ensuite, prend une faible valeur positive sous l'incidence — 30° où elle passe par un maximum relatif, redevient ensuite négative et décroît jusqu'au moment où l'inclinaison est — 90°.

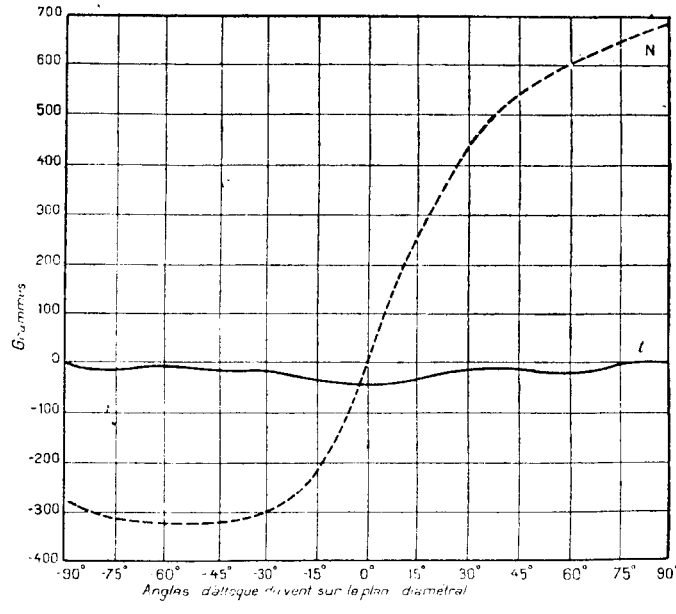
Dans le cas II, le maximum secondaire disparaît, le maximum absolu se produit pour l'incidence 90°, le minimum absolu vers — 60°. La courbe affecte une forme tout à fait régulière et recoupe l'axe des incidences pour $i = 0^{\circ}$.

Composante tangentielle et angle de la résultante avec la normale au plan diamétral. — t_1 est positive et R_1 fait, suivant les conventions adoptées, un angle positif avec la normale au plan diamétral pour les incidences comprises entre 90° et 53°. Sous ces deux angles d'attaque, ainsi que sous l'angle — 90°, elle s'annule et la résultante est dirigée perpendiculairement au plan diamétral.

Quand l'inclinaison reste comprise entre —90° et 53°, la composante tangentielle reste toujours négative. Elle présente deux maxima et deux minima que l'on

RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX EN FONCTION DE L'INCIDENCE DANS UN COURANT D'AIR DE 20 m : sec A 15° ET 760mm.

Fig. 37.



Cas II. — Composante normale (N) et tangentielle (t) au plan diamétral (1).

rencontre respectivement pour les incidences suivantes : 70° à 75° (maximum absolu), 20° à 25° (minimum reltif), —10° à —11° (maximum relatif), —35° à —40° (minimum absolu).

La variation est beaucoup moins nette dans le cas II. La composante tangentielle reste toujours très faible et ne prend des valeurs positives qu'entre —55° et 90°. Son minimum absolu correspond à l'incidence 0°. La résultante ne s'écarte notablement de la normale au plan diamétral que pour les incidences comprises entre 20° et —20°.

Variation du coefficient de résistance avec la vitesse du vent. — J'ai déterminé, comme dans le cas de l'hémisphère, les variations du coefficient de résistance de l'hémicylindre en fonction de la vitesse du courant d'air pour un certain nombre d'incidences. Le Tableau où sont consignés les résultats des mesures est disposé comme celui où ont été donnés ceux que j'ai obtenus en étudiant l'hémisphère. Les incidences affectées de l'indice 1 ont trait au cas où l'hémi-

(1) Par suite d'une erreur de dessin, les valeurs positives de la composante tangentielle correspondant aux inclinaisons —60°, —70°, —80° ont été portées au-dessous de l'axe des abscisses. On rétablira facilement la courbe à l'aide des données contenues dans le Tableau de la page 136 (cas II).

cylindre est disposé de manière que son axe soit horizontal et perpendiculaire au vent.

VARIATIONS DU COEFFICIENT DE RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX SOUS DIVERSES INCIDENCES EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT.

$t = 15^\circ$, $H = 760^{mm}$.

V.	$\frac{p}{V^2}$.	$\frac{T}{V^2}$.	$\frac{R}{V^2}$.	α.	$\frac{N}{V^2}$.	$\frac{t}{V^2}$.	θ.
			$i = 90^\circ$.				
m				°			°
5	0	1,99	1,99	0	1,99	0	0
10	0	1,76	1,76	0	1,76	0	0
15	0	1,72	1,72	0	1,72	0	0
20	0	1,70	1,70	0	1,70	0	0
25	0	1,69	1,69	0	1,69	0	0
30	0	1,67	1,67	0	1,67	0	0
35	0	1,66	1,66	0	1,66	0	0
			$i = 45^\circ_1$.				
5	1,09	1,47	1,83	36	1,81	—0,29	— 9
10	1,19	1,44	1,87	40	1,86	—0,16	— 5
15	1,20	1,43	1,86	40	1,86	—0,16	— 5
20	1,20	1,43	1,86	40	1,86	—0,16	— 5
25	1,20	1,43	1,86	40	1,86	—0,16	— 5
30	1,20	1,43	1,86	40	1,86	—0,16	— 5
35	1,20	1,43	1,86	40	1,86	—0,16	— 5
			$i = 45^\circ_2$.				
5	1,07	0,98	1,45	47	1,45	0,05	+ 2
10	0,99	0,98	1,39	45	1,39	0,00	0
15	0,92	0,98	1,34	43	1,34	—0,05	— 2
20	0,92	0,98	1,34	43	1,34	—0,05	— 2
25	0,92	0,98	1,34	43	1,34	—0,05	— 2
30	0,92	0,98	1,34	43	1,34	—0,05	— 2
35	0,92	0,98	1,34	43	1,34	—0,05	— 2
			$i = 0^\circ_1$.				
5	»	»	»	»	»	»	»
10	—0,10	0,57	0,57	—10	—0,10	—0,57	—100
15	—0,10	0,54	0,55	—11	—0,11	—0,54	—101
20	—0,10	0,56	0,57	—11	—0,11	—0,56	—101
25	—0,10	0,59	0,60	—10	—0,10	—0,59	—100
30	—0,10	0,60	0,61	— 9	—0,10	—0,60	— 99
35	—0,10	0,61	0,62	— 9	—0,10	—0,61	— 99
			$i = -45^\circ_1$.				
5	0,47	0,86	0,97	29	—0,27	—0,94	—106
10	0,47	0,75	0,89	32	—0,20	—0,86	—103
15	0,47	0,74	0,87	32	—0,20	—0,85	—103
20	0,47	0,74	0,87	32	—0,20	—0,85	—103
25	0,47	0,74	0,87	32	—0,20	—0,85	—103
30	0,47	0,74	0,87	32	—0,20	—0,85	—103
35	0,47	0,74	0,87	32	—0,20	—0,85	—103

VARIATIONS DU COEFFICIENT DE RÉSISTANCE D'UN HÉMICYLINDRE CREUX SOUS DIVERSES INCIDENCES EN FONCTION DE LA VITESSE DU VENT (*suite*).

$t = 15^{\circ}$, $H = 760^{mm}$.

V.	$\frac{P}{V^2}$.	$\frac{T}{V^2}$.	$\frac{B}{V^2}$.	α.	$\frac{N}{V^2}$.	$\frac{t}{V^2}$.	θ.
			$i = -45^{\circ}$.				
5^{m}	−0,53	0,48	0,71	-48°	−0,71	+0,04	$+177^{\circ}$
10	−0,53	0,57	0,77	−43	−0,77	−0,03	−178
15	−0,53	0,58	0,78	−43	−0,78	−0,04	−177
20	−0,53	0,58	0,78	−43	−0,78	−0,04	−177
25	−0,53	0,58	0,78	−43	−0,78	−0,04	−177
30	−0,53	0,58	0,78	−43	−0,78	−0,04	−177
35	−0,53	0,58	0,78	−43	−0,78	−0,04	−177
			$i = -90^{\circ}$.				
5	0	0,91	0,91	0	−0,91	0	±180
10	0	0,79	0,79	0	−0,79	0	180
15	0	0,74	0,74	0	−0,74	0	180
20	0	0,71	0,71	0	−0,71	0	180
25	0	0,69	0,69	0	−0,69	0	180
30	0	0,68	0,68	0	−0,68	0	180
35	0	0,68	0,68	0	−0,68	0	180

Comme pour l'hémisphère, le coefficient de résistance tend en général à diminuer quand la vitesse du vent augmente, sauf sous l'incidence -45° et sous l'incidence 0° où il tend à augmenter.

Les variations de ce coefficient paraissent dues principalement à des modifications de la traînée et sont surtout sensibles aux faibles vitesses du vent.

En se basant sur les résultats qui viennent d'être exposés, on peut calculer approximativement le rapport existant, sous l'inclinaison 0°, entre les vitesses de rotation de deux moulinets à axe perpendiculaire comportant, l'un des ailettes hémisphériques, l'autre des ailettes hémicylindriques disposées perpendiculairement aux bras, lorsqu'on les place côte à côte dans le même courant d'air.

On trouve ainsi que les vitesses de rotation observées doivent être dans le rapport de 0,47 (moulinet à coupes hémisphériques) à 0,31 (moulinet à hémicylindres perpendiculaires aux bras). C'est à peu près les nombres que l'on retrouve d'après nos mesures. Les vitesses de rotation observées à 20 m : sec pour les moulinets M et N sont, en tenant compte de leurs diamètres respectifs, dans le rapport de 0,43 à 0,31.

La valeur du rapport $\frac{c}{V}$ calculée pour un moulinet à palettes hémicylindriques radiales est 0,13. L'expérience donne pour le moulinet P à 20 m : sec 0,20.

L'accord peut être regardé comme satisfaisant si l'on considère que pour faire le calcul nous avons dû admettre que les divers points des ailettes avaient la même vitesse relative, alors qu'en réalité, dans le moulinet P, la vitesse linéaire du bord externe des palettes est 1,86 fois plus grande que celle du bord interne.

La connaissance de la résistance des ailettes sous les diverses incidences permet donc, non seulement de prévoir dans quel sens se modifie la vitesse de rotation d'un moulinet à axe perpendiculaire suivant la forme qu'affectent les organes moteurs, mais de déterminer approximativement l'ordre de grandeur de la variation qui s'introduit dans sa vitesse de rotation quand on vient à changer la forme de ses ailettes. Il s'ensuit que si l'on pouvait déterminer la quantité $\frac{N}{V^2}$ pour toutes les incidences et toutes les vitesses, il serait possible de démontrer par le calcul que, comme l'expérience nous l'a fait voir, aucune loi simple ne peut présider aux changements que subit la vitesse angulaire des moulinets à hémicylindres à mesure que varie l'inclinaison des filets d'air sur leur plan de rotation: on s'apercevrait de plus que c'est bien dans les modifications du coefficient de résistance, tant en fonction de l'incidence qu'en fonction de la vitesse du vent, qu'il faut chercher l'explication des phénomènes observés.

Il ne faudrait cependant pas se leurrer sur la portée pratique des conclusions que l'on est en droit de tirer, au point de vue anémométrique, de mesures de résistance faites dans les conditions où l'on se trouve placé dans les laboratoires aérodynamiques, c'est-à-dire dans des courants d'air formés de filets parallèles et animés de la même vitesse. Cette condition ne correspond, en effet, que très imparfaitement à celles qui sont réalisées quand le moulinet est en rotation: à ce moment, les vitesses de l'air par rapport à l'ailette varient d'un point à l'autre de celle-ci et il en est de même de l'angle d'attaque. De plus, par le fait même de la rotation, il s'introduit dans le courant des perturbations dont les effets, actuellement inconnus, ne sont peut-être pas toujours négligeables. Enfin, s'il semble hors de doute que les variations du facteur anémométrique des moulinets à axe perpendiculaire sont en relation directe avec les changements de la résistance de leurs ailettes suivant la forme de celle-ci, l'angle d'attaque, et la vitesse du vent, il est bon de rappeler que ces variations ont leur répercussion sur les frottements axiaux, répercussion qui vient ajouter son action à celle des remous créés par la rotation pour augmenter la complexité de la loi reliant la vitesse angulaire des moulinets à la vitesse et à l'inclinaison du vent.

CHAPITRE IV.

CONCLUSION.

La méthode employée dans ces recherches se montre beaucoup plus souple que la méthode du manège pour étudier le fonctionnement des moulinets anémométriques dans des courants d'air permanents. Elle élimine les incertitudes provenant de l'entraînement de l'air par le bras du manège et de la réduction du mouvement circulaire au mouvement rectiligne. Elle permet en outre, dans des conditions particulièrement commodes, l'étude systématique de l'influence de l'inclinaison du vent sur la vitesse de rotation de ces moulinets, influence sur laquelle on ne possédait jusqu'à présent que des données très incomplètes.

Par son moyen, j'ai pu, tout en confirmant un certain nombre des résultats fournis par les essais au manège, ajouter des données nouvelles aux connaissances que nous possédions sur les anémomètres à rotation. Quelques-unes d'entre elles ne sont pas dénuées d'importance au point de vue pratique et sont susceptibles de fournir d'utiles indications en ce qui concerne la construction de ces instruments. Les autres forment le point de départ de l'étude rationnelle des anémomètres dans le vent naturel, sans laquelle il est impossible d'interpréter d'une manière précise les mesures de la vitesse de cet élément réalisées par leur intermédiaire.

Nous allons rappeler brièvement les plus importantes :

1° Dans les limites où ont été faites la majeure partie des expériences rapportées ci-dessus, soit entre 5 et 30 m : sec, l'étude des variations du facteur anémométrique $\varkappa = \frac{V}{n}$, sous l'incidence de fonctionnement normal, a montré que la loi permettant de déduire la vitesse d'un courant d'air permanent de la vitesse de rotation des moulinets pouvait, suivant les cas, se représenter pratiquement par l'une des trois formules suivantes :

(I) $$V = \varkappa n,$$

(II) $$V = a + bn.$$

(III) $$V = a + bn + cn^2.$$

Dans le cas des moulinets à axe parallèle, l'expérience nous a fait voir qu'il est possible de réaliser, sans adjoindre à ces derniers aucun mécanisme de correc-

tion plus ou moins compliqué, des anémomètres obéissant à la première de ces relations dans des limites assez larges et avec une approximation suffisante pour répondre aux besoins de l'anémométrie pratique.

Les variations que subit $\varkappa$, quand on augmente progressivement la vitesse du courant d'air jusqu'à 40 m : sec, m'ont conduit à rechercher, dans les actions déformatrices exercées par la force centrifuge sur les ailettes, l'explication des phénomènes observés. Le calcul et l'expérience ont montré que ces actions sont loin d'être négligeables et m'ont permis d'établir les principes sur lesquels on devait se guider pour diminuer leur importance.

Comme, dans aucun cas, l'équation (I) ne paraît être applicable aux moulinets à axe perpendiculaire, et que la formule anémométrique qui convient à la plupart de ceux-ci comporte un terme en n^2, je me suis attaché à vérifier sur des moulinets très différents de ceux sur lesquels avait autrefois expérimenté Dohrandt, l'exactitude du résultat obtenu par cet auteur. D'après lui, il est possible, en modifiant judicieusement le rapport du diamètre des coupes à celui du moulinet, de réaliser des instruments dans lesquels le coefficient du terme en n^2 est rigoureusement nul. En comparant mes résultats à ceux de Dohrandt, j'ai pu montrer que cette condition est pratiquement réalisée par les moulinets pour lesquels ce rapport $\frac{d}{D}$ s'écarte peu de la valeur 0,5 sous la réserve que les coupes présentent une résistance suffisante aux déformations causées par la force centrifuge dont l'action, aux vitesses élevées du courant d'air, est surtout à craindre avec des coupes construites en métal flexible et peu épais.

La substitution, aux coupes hémisphériques, d'ailettes hémicylindriques disposées perpendiculairement au plan de rotation du moulinet, n'améliore pas le fonctionnement de ce dernier. Elle a pour effet, tout en diminuant la vitesse de rotation, d'augmenter l'importance relative du coefficient du terme en n^2 dans la formule anémométrique. Mais si les hémicylindres sont placés radialement, leur axe étant parallèle au bras qui les porte, le terme en n^2, toutes choses égales d'ailleurs, est fortement réduit; il s'est montré pratiquement nul dans le moulinet de ce genre que nous avons essayé.

2° En déterminant l'influence de l'inclinaison du courant d'air sur la vitesse de rotation des moulinets, j'ai montré que l'on ne peut pas admettre que les anémomètres à rotation actuels donnent la vraie valeur de la composante horizontale de la vitesse du vent quand l'inclinaison de ce dernier sur l'horizon dépasse 10° à 15°.

J'ai mis en évidence que la loi qui régit les variations de la vitesse de rotation en fonction de l'incidence n'est pas la même pour les anémomètres à axe parallèle et à axe perpendiculaire et que la forme de leurs ailettes aussi

bien que les dimensions relatives de leurs divers organes intervient pour la modifier. J'ai démontré d'autre part que la variation de la vitesse de rotation des moulinets en fonction de la vitesse du vent change avec l'inclinaison de celui-ci sur l'horizon suivant une loi qui diffère d'un système de moulinet à l'autre. Ce résultat met nettement en lumière les incertitudes que comporte le procédé de tarage recommandé d'abord par Dohrandt et conseillé ensuite par Neumayer, procédé qui consiste à comparer dans le vent naturel les indications des anémomètres à étalonner à celles d'un instrument de dimensions réduites préalablement étudié au manège.

3° Un fait curieux et qui paraît être général ressort de ces recherches : pour tous les moulinets étudiés, la vitesse de rotation s'annule quand le courant d'air les attaque sous une incidence s'écartant de 70° à 85° de celle qui correspond au fonctionnement normal.

Dans le cas des moulinets à ailettes hémisphériques, ou hémicylindriques disposées radialement, l'expérience m'a montré qu'il existe toute une série d'inclinaisons pour lesquelles la rotation a lieu dans le sens inverse du sens ordinaire. L'*inclinaison d'arrêt* ou *incidence critique* forme la limite entre les incidences correspondant aux rotations inverses et celles qui se rapportent aux rotations directes. J'ai fait voir que l'inclinaison d'arrêt dépend de la vitesse du vent et des dimensions du moulinet.

Les moulinets à axe parallèle, au contraire, restent immobiles dès que l'on a atteint l'incidence critique, tant que l'angle formé par la direction du courant avec leur plan reste compris entre 0° et la valeur de cette dernière.

En introduisant ces données nouvelles dans la discussion des procédés de mesure de la composante verticale de la vitesse du vent basés sur l'emploi des moulinets anémométriques, j'ai pu donner l'explication des résultats paradoxaux qu'avait fournis leur emploi.

4° J'ai enfin étudié la résistance d'un hémisphère et d'un hémicylindre creux sous diverses incidences et dans des courants d'air de vitesses différentes. Par suite des circonstances spéciales dans lesquelles j'ai dû poursuivre mon travail il ne m'a pas été donné de pousser aussi loin que je l'aurais voulu les recherches entreprises en vue de relier les phénomènes causés par les changements d'inclinaison du vent aux variations des efforts exercés par ce dernier sur les ailettes des moulinets. J'ai pu cependant, en déterminant la variation du coefficient de résistance des ailettes hémisphérique et hémicylindrique soumises aux essais, apporter quelques données entièrement nouvelles sur la résistance de ces surfaces et jalonner la voie par laquelle on peut légitimement espérer parvenir à expliquer quantitativement les faits révélés par l'expérimentation.

Telle qu'elle est, cette étude, par les faits nouveaux qu'elle apporte, me paraît un pas de plus vers la solution définitive du problème difficile qu'est la mesure de la vitesse du vent. Quoiqu'elle soit destinée spécialement aux météorologistes, j'espère qu'elle pourra être utile à tous ceux qui s'occupent de la détermination précise de cet élément et que les résultats qu'elle contient, en particulier ceux qui ont trait à la résistance des surfaces hémisphériques et hémicylindriques, ne seront pas sans intérêt pour les aérodynamistes.

JOURNAUX MÉTÉOROLOGIQUES

ADRESSÉS AU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE

PAR LES

NAVIRES DE LA MARINE MARCHANDE EN 1914.

Les journaux météorologiques dont l'énumération est donnée ci-dessous sont ceux qui contiennent des observations relatives à l'année 1914; la plupart ont été reçus pendant cette même année, quelques-uns seulement au commencement de 1915. Pour faciliter les recherches, ces journaux ont été classés par nature de traversée et, dans chaque catégorie, par ordre chronologique. Le nombre total des journaux contenant des observations faites en 1914 est de 201; la plupart des observations ont cessé dans la seconde partie de l'année, par suite de la guerre.

Ces journaux ont été recueillis, pour la plus grande partie, sur des navires à vapeur. Les voiliers sont indiqués spécialement.

Les Compagnies de navigation qui ont bien voulu autoriser leurs navires à faire des observations météorologiques, et auxquelles le Bureau Central météorologique renouvelle ses plus sincères remerciements, sont désignées dans le Tableau par les abréviations suivantes :

		Ports d'attache.
B. F.	Bordes et fils.	Dunkerque (voiliers).
Ch. R.	Chargeurs Réunis.	Le Havre.
C. Fr.	Compagnie Fraissinet.	Marseille.
C. G. T.	Compagnie générale transatlantique.	Le Havre, Saint-Nazaire.
C. H. P.	Compagnie havraise péninsulaire.	Le Havre.
C. P.	Compagnie Paquet.	Marseille.
M. M.	Messageries maritimes.	Bordeaux, Marseille.
S. A.	Compagnie du Sud-Atlantique.	Bordeaux.
S. N. A.	Société nouvelle d'armement.	Nantes (voiliers).
S. N. O.	Société navale de l'Ouest.	Le Havre.
T. M.	Transports maritimes.	Marseille.

Le Bureau Central météorologique a reçu, en outre, les journaux météorologiques de 3 vapeurs appartenant à la Compagnie nantaise de Navigation à vapeur (Nantes), à la Compagnie navale de l'Océanie (Bordeaux), à la Compagnie de Navigation mixte (Pétrole-Transport, à Marseille), et de 3 voiliers appartenant à la Société anonyme des Voiliers normands (Rouen), à la Compagnie havraise de Navigation à voiles et à la Société Bureau et Baillargeau (Nantes), auxquels il faut ajouter le journal de l'expédition Rallier du Baty, à Kerguelen, sur la *Curieuse*.

Les journaux recueillis par les voiliers sont particulièrement intéressants, tant par la durée des traversées que par les conditions favorables que les voiliers présentent pour les observations météorologiques.

Ligne du Havre à New-York (1).

Compagnies.	Navires.	Commandants.	Observateurs.	Dates du voyage.
		MM.	MM.	
C. G. T.	*Honduras.*	J. Lescarret.	Decrop.	6 déc. 1913-20 janv. 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	13 déc. 1913-6 janv. 1914.
Id.	*Savoie.*	Tourrette (CF).	R. Lenain.	20 déc. 1913-7 janv. 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	28 déc. 1913-13 janv. 1914.
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	3-21 janvier 1914.
Id.	*Saint-Laurent.*	Ducau.	J. Bouton.	3 janvier-9 février 1914.
Id.	*Niagara.*	D. Juham.	Phérivong.	10 janvier-3 février 1914.
Id.	*Savoie.*	Tourrette (CF).	R. Lenain.	17 janvier-4 février 1914.
Id.	*Rochambeau.*	A. Dumont.	P. Royer.	17 janvier-9 février 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	24 janvier-10 février 1914.
Id.	*Louisiane.*	Le Masne.	Dupuis.	26 janvier-11 mars 1914.
Id.	*Provence.*	Mourand.	Develay.	31 janvier-18 février 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	31 janvier-26 février 1914.
Id.	*Savoie.*	Tourrette (CF).	R. Lenain.	7-25 février 1914.
Id.	*Rochambeau.*	A. Dumont.	P. Royer.	14 février-9 mars 1914.
Id.	*Provence.*	Mourand.	Develay.	21 février-7 mars 1914.
Id.	*Caroline.*	Pauvret.	?	22 février-2 avril 1914.
Id.	*Savoie.*	Tourrette (CF).	R. Lenain.	28 février-18 mars 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	3-26 mars 1914.
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	7-25 mars 1914.
Id.	*Rochambeau.*	A. Dumont.	P. Royer.	14 mars-4 avril 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	28 mars-14 avril 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	31 mars-23 avril 1914.
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	4-23 avril 1914.
Id.	*Savoie.*	Tourrette (CF).	R. Lenain.	11-29 avril 1914.
Id.	*Provence.*	Mourand.	M. Baudouin.	18 avril-6 mai 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	25 avril-12 mai 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	29 avril-21 mai 1914.
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	2-30 mai 1914.
Id.	*Provence.*	Mourand.	M. Baudouin.	9-27 mai 1914.
Id.	*Rochambeau.*	A. Dumont.	P. Royer.	10 mai-1er juin 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	16 mai-2 juin 1914.

(1) Abréviations : (CF), capitaine de frégate; (LV), lieutenant de vaisseau; (EV), enseigne de vaisseau.

Ligne du Havre à New-York (*suite*).

Compagnies.	Navires.	Commandants.	Observateurs.	Dates du voyage.
		MM.	MM.	
C. G. T.	*Touraine.*	Caussin (LV).	Le Picard.	16 mai-8 juin 1914.
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	23 mai-10 juin 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	25 mai-18 juin 1914.
Id.	*Niagara.*	D. Juham.	Phérivong.	30 mai-23 juin 1914.
Id.	*Provence.*	Mourand.	M. Baudouin.	6-24 juin 1914.
Id.	*Rochambeau.*	A. Dumont.	P. Royer.	6-29 juin 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	13-30 juin 1914.
Id.	*Touraine.*	Caussin (LV).	Le Picard.	13 juin-6 juillet 1914.
Id.	*Savoie.*	Tourrette (CF).	Cocheril.	20 juin-8 juillet 1914.
Id.	*Mexico.*	Houyvet.	Guillois.	20 juin-25 juillet 1914.
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	27 juin-15 juillet 1914.
Id.	*Niagara.*	D. Juham.	Phérivong.	27 juin-21 juillet 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	4-21 juillet 1914
Id.	*Lorraine.*	Maurras (LV).	E. Lambert.	25 juillet-12 août 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	14 août-2 sept. 1914.
Id.	*Chicago.*	J.-B. Macé.	Ch. Moureau.	14 août-8 sept. 1914.
Id.	*France.*	E. Poncelet (CF).	L. de Malglaive.	6-23 septembre 1914.
Ch. R.	*Ouessant.*	J. Martin.	Penanhoat.	17 nov.-21 décembre 1914.

Ligne du Havre aux Antilles et à l'Amérique Centrale (**via Bordeaux**).

C. G. T.	*Floride.*	Pauvret.	R. Hébert.	16 nov. 1913-17 janv. 1914.
Id.	*Mississipi.*	E. Le Toux.	Ducos.	30 nov. 1913-5 fév. 1914.
Id.	*Virginie.*	J. Bourdeaux.	P. Ogliati.	2 déc. 1913-28 janv. 1914.
Id.	*Texas.*	S. Arnaud.	H. Dubroc.	22 déc. 1913 2 mars 1914.
Id.	*Maroni.*	D. Dutruch.	C. Bondon.	24 déc. 1913-7 mars 1914.
Id.	*Québec.*	Guimont.	?	30 déc. 1913-16 févr. 1914.
Id.	*Guadeloupe.*	Brevet.	P. Thoreux.	8 janvier-18 février 1914.
Id.	*Mexico.*	Houyvet.	Bastard.	16 janvier 17 mars 1914.
Id.	*Montréal*	A. Viard.	?	26 janvier 5 mars 1914.
Id	*Pérou.*	Le Breton.	Kérensfors.	5 février-22 mars 1914.
Id.	*Saint-Laurent.*	Guimont.	J. Bouton.	26 février-20 avril 1914.
Id.	*Mississipi.*	E. Le Toux.	L. Gauthier.	1er mars-11 mai 1914.
Id.	*Californie.*	A. Viard.	?	21 mars 9 mai 1914.
Id.	*Texas.*	S. Arnaud.	H. Dubroc.	27 mars 2 juin 1914.
Id.	*Mexico.*	Robert.	?	1er avril-30 mai 1914.
Id.	*Guadeloupe.*	Jasseau.	Pitois Marcel.	26 avril-10 juin 1914.
Id.	*Cacique.*	?	De Broca.	1er mai-23 juin 1914.
Id.	*Haïti.*	L. Leprêtre.	L. de Malglaive.	13 nov.-24 décembre 1914.

Ligne du Havre à l'Amérique du Sud.

Ch. R.	*Amiral-Ganteaume.*	Delamer.	A. Vigouroux.	19 nov. 1913-10 mars 1914.
Id.	*Ouessant.*	J. Martin.	E. Pénanhoat.	26 nov. 1913-28 janv. 1914.
Id.	*Amiral-Jauréguiberry.*	A. Esnée.	Moreau.	20 déc. 1913-20 mars 1914.
Id.	*Malte.*	L. Bataille.	MM. les Officrs du Pont.	24 déc. 1913-27 fév. 1914.
Id.	*Amiral-Villaret de Joyeuse.*	J. Guéneau.	G. Ernouf.	26 déc. 1913-13 mars 1914.
Id.	*Ceylan.*	Th. Jouan.	M. Boulogne.	21 janvier-25 mars 1914.

Ligne du Havre à l'Amérique du Sud (*suite*).

Compagnies.	Navires.	Commandants.	Observateurs.	Dates du voyage.
		MM.	MM.	
Ch. R.	*Champlain.*	Chavanne.	A. Loréal.	28 janvier-24 avril 1914.
Id.	*Amiral-Zédé.*	J. Mahéo.	P. Juliot.	8 février-8 mai 1914.
Id.	*Ouessant.*	J. Martin.	?	18 février-1er mai 1914.
Id.	*Amiral-Charner.*	Leclère.	F. Faucon.	11 mars-9 juillet 1914.
Id.	*Dupleix.*	Gloro.	Vève.	25 mars-20 juin 1914.
Id.	*Amiral-Saltze de Lamornaix.*	Silhouette.	?	28 mars 22 juin 1914.
Id.	*Amiral-Troude.*	C. Néron.	Lajule.	29 avril-20 juillet 1914.
Id.	*Ceylan.*	Th. Jouan.	M. Boulogne.	13 mai-16 juillet 1914.
Id.	*Amiral-Zédé.*	J. Mahéo.	E. Juliot.	26 mai-26 août 1914.
Id.	*Ouessant.*	J. Martin.	E. Pénanhoat.	10 juin-14 août 1914.
Id.	*Amiral-Jauréguiberry.*	A. Esnée.	Bogino de Saint-Maurice.	28 sept.-15 déc. 1914.
Id.	*Amiral-Zédé.*	J. Mahéo.	P. Juliot.	16 oct. 1914-7 janv. 1915.
Id.	*Amiral-Fourichon.*	Robillard.	Bourdas.	29 déc. 1914-22 mars 1915.

Ligne du Havre à la Côte occidentale d'Afrique.

Ch. R.	*Europe.*	H. Harent.	Feurgard et Josse.	25 nov. 1913-10 janv. 1914.
Id.	*Amiral-Fourichon.*	Robillard.	Bourdas.	19 janvier-20 avril 1914.
Id.	*Afrique.*	L. Ernouf.	Guillemain, Coubel, Henry.	10 mai-28 juin 1914.
Id.	*Amiral-Fourichon.*	Robillard.	Bourdas.	27 mai-15 juillet 1914.
Id.	*Afrique.*	L. Ernouf.	R. Guillemain.	11 juillet-25 octobre 1914.
Id.	*Amiral-Charner.*	Toravel.	Bossoreil.	30 juillet 25 déc. 1914.
Id.	*Asie.*	Blazy.	Pénanhoat.	23 août-5 octobre 1914.

Ligne du Havre à la Péninsule Ibérique, l'Algérie et la Méditerranée occidentale.

S. N. O.	*Saint-Louis.*	Emile Léon.	Emile Léon.	27 janvier-3 avril 1914.

Ligne du Havre en Indo-Chine (via Suez).

Ch. R.	*Amiral-Niellv.*	F. Pellé.	H. Lepetit.	31 oct. 1913-11 fév. 1914.
Id.	*Amiral-Magon.*	L. Bénard.	R. Gilbert.	21 déc. 1913-10 mars 1914.
Id.	*Amiral-Ponty.*	Giraud.	A. Tailfer.	4 janvier-7 avril 1914.
Id.	*Amiral-Niellv.*	F. Pellé.	Le Clézio.	15 avril-18 juillet 1914.

Ligne du Havre à Madagascar et à l'Océan Indien (via Suez).

C. H. P.	*Ville-d'Alger.*	Georges Leperson.	?	21 nov. 1913-11 avril 1914.

Ligne de Saint-Nazaire aux Antilles et à l'Amérique centrale.

C. G. T.	*Champagne.*	M. Amic.	J. Tachon.	27 nov. 1913-7 janv. 1914.
Id.	*Espagne.*	Laurent.	E. Técheney.	21 déc. 1913-27 janv. 1914.
Id.	*Navarre.*	L. Roch.	X. Maëstracci.	21 janvier-29 févr. 1914.

Ligne de Saint-Nazaire aux Antilles et à l'Amérique centrale (*suite*).

Compagnies.	Navires.	Commandants.	Observateurs.	Dates du voyage.
		MM.	MM.	
C. G. T.	*Champagne.*	M. Amic.	J. Tachon.	21 janvier-2 mars 1914.
Id.	*Espagne.*	Laurent.	E. Técheney.	22 février-28 mars 1914.
Id.	*Champagne.*	M. Amic.	J. Tachon.	18 mars-28 avril 1914.
Id.	*Venezuela.*	G. David.	Bernier.	15 avril-26 mai 1914.
Id	*Espagne.*	Laurent.	E. Técheney.	22 avril-27 mai 1914.
Id.	*Flandre.*	Boisson.	E. Cornet.	21 mai-28 juin 1914.
Id.	*Champagne.*	M. Amic.	J. Tachon.	26 mai-10 juillet 1914.
Id.	*Venezuela.*	G. David.	E. Bernier.	10 juin-20 juillet 1914.
Id.	*Espagne.*	Laurent.	E. Técheney.	21 juin-26 juillet 1914.
Id.	*Champagne.*	M. Amic.	J. Tachon.	23 octobre-29 nov. 1914.
Id.	*Venezuela.*	G. David.	Bernier-Tudy.	29 octobre-8 déc. 1914.

Ligne de Bordeaux à l'Amérique du Sud.

S. A.	*Garonne.*	Fournier.	E. Comte.	19 nov. 1913-18 janv. 1914.
Id.	*Sequane.*	E. Albouy.	Laquanne.	2 déc. 1913-26 janv. 1914.
Id.	*Liger.*	A. Dubosq.	Ch. Boutfroy.	20 déc. 1913-23 fév. 1914.
Id.	*Garonne.*	?	E. Comte.	5 février-8 avril 1914.
Id.	*Bretagne.*	A. Biémont.	Darchis de Lantier.	7-26 février 1914.
Id.	*Gallia.*	Bourge.	A. Depin.	23 février-6 avril 1914.
Id.	*Sequana.*	E. Albouy.	Laquanne.	26 février-28 avril 1914.
Id.	*Liger.*	A. Dubosq.	M. Boutfroy.	14 mars-14 mai 1914.
Id.	*Divona.*	Rolland (LV).	P. Ferbos.	21 mars-5 mai 1914.
Id.	*Samara.*	Barbot.	Baudon.	29 mars-27 mai 1914.
Id.	*Gallia.*	Bourge.	A. Depin.	19 avril-31 mai 1914.
Id.	*Garonne.*	Fournier.	E. Comte.	26 avril-24 juin 1914.
Id.	*Sequana.*	E. Albouy.	Laquanne.	10 mai-10 juillet 1914.
Id.	*Lutetia.*	Dupuy-Fromy (CF).	J.-G. Laborde.	16 mai-25 juin 1914.
Id.	*Liger.*	A. Dubosq.	Ch. Boutfroy.	23 mai-24 juillet 1914.
Id.	*Samara.*	Barbot.	Baudon.	6 juin-4 août 1914.
Id.	*Bretagne.*	A. Biémont.	A. Depin.	13 juin-27 juillet 1914.
Id.	*Divona.*	Rolland (LV).	Ferbos.	25 juillet-10 octobre 1914.
Id.	*Samara.*	Barbot.	Baudon.	29 août-8 déc. 1914.
Id.	*Liger.*	A. Dubosq.	A. Depin.	8 octobre-15 déc. 1914.

Ligne de Marseille aux Indes et en Extrême-Orient (via Suez).

M. M.	*Gange.*	P. Gary.	L. Langrais.	30 oct. 1913-30 janv. 1914.
	Id.	Id.	Id.	30 mars-29 juin 1914.
Id.	*Atlantique.*	Charbonnel.	A. Icard.	31 mai-7 septembre 1914.
	Id.	Id.	Id.	20 sept.-16 déc. 1914.
Id.	*Gange.*	P. Gary.	L. Langrais.	30 sept-31 décembre 1914.

Ligne de Marseille à l'Amérique du Sud.

T. M.	*Espagne.*	Ch. Talon.	E. Grau.	2 déc. 1913-27 janvier 1914.
Id.	*Mont-Viso.*	Ch. Brousse.	L. Castaldi.	26 déc. 1913-25 avril 1914.
Id.	*Espagne.*	Ch. Talon.	E. Grau.	22 février-19 avril 1914.
Id.	*Mont-Viso.*	Ch. Brousse.	L. Castaldi.	2 mai-22 juin 1914.
Id.	*Espagne.*	M. Cabrol.	E. Grau.	2 mai-27 juin 1914.
Id.	*Plata.*	Ch. Talon.	Chambon.	10 oct.-10 décembre 1914.

Ligne de Marseille aux Échelles du Levant et à la mer Noire.

Compagnies.	Navires.	Commandants.	Observateurs.	Dates du voyage.
		MM.	MM.	
C. Ft.	*Henry-Fraissinet.*	Joseph Rolland.	Jules Giuliani.	4 février-22 mars 1914.
	Id.	Id.	Toussaint Paoli.	30 mars-15 mai 1914.
C. P.	*La Gaule.*	Jean Grégori.	F. Gibert.	2 juin-1er juillet 1914.

Ligne de Marseille au Maroc.

C. P.	*La Gaule.*	Blanc.	F. Gibert.	11-29 mai 1914.

Ligne de Dunkerque, Le Havre, Saint-Malo et Bordeaux à Terre-Neuve et Miquelon.

C. G. T.	*Louisiane.*	Le Masne.	Dupuis.	30 nov. 1913-24 janv. 1914.
Id.	*Californie.*	Albert Viard.	?	21 mars-9 mai 1914.

Ligne de Dunkerque au Chili (via cap Horn). (*Poitiers.*)

B. F.	*Montmorency.*	Bernard.	Bernard.	24 juin 1913-28 fév. 1914.
Id.	*Valparaiso.*	Joseph Rozé.	Joseph Rozé.	2 juillet 1913-24 mars 1914.
Id.	*Tijuca.*	Fourchon.	Fourchon.	3 juillet 1913-31 mars 1914.
Id.	*Magellan* (vapeur).	Bégaud.	L. Friant.	23 oct. 1913-11 fév. 1914.

Service entre l'Europe, les États-Unis, le Chili, l'Australie, San Francisco et retour en Angleterre (via le Cap ou Cap Horn). (*Poitiers.*)

S. N. A.	*La-Fontaine.*	Pierre Rathouis.	Pierre Rathouis.	16 juill. 1912-21 janv. 1914.
Id.	*Touraine.*	Y. Pierre et J. Falq.	Y. Pierre et J. Falq.	16 août 1912-6 avril 1914.
Id.	*Notre-Dame d'Arvor.*	François Hervé.	François Hervé.	12 sept. 1912-25 janv. 1914.
Id.	*Pierre-Loti.*	Eugène Allé.	Eugène Allé.	1er déc. 1912-24 janv. 1914.
Id.	*La-Bruyère.*	G. Canevet.	G. Canevet.	8 déc. 1912-11 févr. 1915.
Id.	*Maréchal-de-Turenne.*	Alfred Jean.	Alfred Jean.	14 avril 1913-13 avril 1914.
Id.	*Hoche.*	Pierre Le Bras.	Pierre Le Bras.	10 mai 1913-20 avril 1914.
Id.	*Edouard-Detaille.*	Thouin.	Thouin.	14 juin 1913-31 mars 1914.
Id.	*René-Kerviler.*	E. Ybert.	E. Ybert.	29 juin 1913-6 avril 1914.
Id.	*Maréchal-de-Villars.*	Yves Pierre.	Yves Pierre.	2 août 1913-25 avril 1914.
Id.	*Bourbaki.*	F. Mener.	F. Mener.	16 août 1913-18 juin 1914.
Id.	*Françoise-d'Amboise.*	V. Truscat.	V. Truscat.	20 août 1913-3 août 1914.
Id.	*Général-de-Boisdeffre.*	Pireau.	Pireau.	27 août 1913-1er avril 1914.
Id.	*Saint-Louis.*	Maurice Girard.	Louis Desswel.	11 sept. 1913-15 juin 1914.
Id.	*Thiers.*	E. Lebeau.	E. Lebeau.	20 sept. 1913-10 nov. 1914.
Id.	*Mac-Mahon.*	?	?	28 sept. 1913-14 sept. 1915.
Id.	*Eugénie-Fautrel.*	L. Duris.	L. Duris.	7 oct. 1913-10 juillet 1914.
Id.	*Châteaubriand.*	Joseph Grondin.	Joseph Grondin.	16 oct. 1913-12 nov. 1914.
Id.	*Mezly.*	Eugène Droguet.	Eugène Droguet.	8 nov. 1913-11 sept. 1914.
Id.	*Molière.*	Louis Cloâtre.	Louis Cloâtre.	22 nov. 1913-5 nov. 1914.
Id.	*Ville-du-Havre.*	Halluitte.	Halluitte.	30 nov. 1913-10 janv. 1914.
Id.	*Eugène-Schneider.*	J. L'Honnen.	J. L'Honnen.	17 déc. 1913-8 sept. 1914.
Id.	*Maréchal-Davout.*	Bret.	?	21 janv.-21 octobre 1914.
Id.	*Ville-de-Mulhouse,*	E. Rozé.	E. Rozé.	23 mars 1914-6 oct. 1915.
Id.	*Général-de-Sonis.*	J. Besnard.	J. Besnard.	6 mai 1914-11 mars 1915.
Id.	*Maréchal-de-Turenne.*	Alfred Jean.	Alfred Jean.	15 juin 1914-3 juin 1915.
Id.	*Maréchal-de-Villars.*	Yves Pierre.	Yves Pierre.	26 juin 1914-19 mai 1915.
Id.	*Touraine.*	J.-A. Rosier.	J.-A. Rosier.	7 juill. 1914-14 sept. 1915.
Id.	*Général-de-Boisdeffre.*	Pireau.	Pireau.	2 sept. 1914-5 août 1915.
Id.	*Bourbaki.*	F. Mener.	F. Mener.	7 oct. 1914-25 mars 1915.
Id.	*Ville-du-Havre.*	E. Ybert.	E. Ybert.	20 oct. 1914-15 déc. 1915.
Id.	*Eugénie-Fautrel.*	Allé.	Allé.	7 nov. 1914-3 oct. 1915.

Traversées diverses accomplies par des Voiliers et quelques Vapeurs.

Ports.	Armateurs.	Navires.	Commandants.	Observateurs.	Itinéraires des traversées.	Dates des voyages.
			MM.	MM.		
Boulogne-sur-Mer.	Expédition Rallier du Baty.	*Curieuse.*	Rallier du Baty.	Rallier du Baty.	Séjour aux îles de Kerguelen.	24 oct. 1913-7 mai 1914.
Le Havre.	Cie Havraise de Navigation à voiles (Brown et Corblet).	*Germaine.*	L. Allaire (EV).	L. Allaire (EV).	Anvers — cap Horn — Chili — Orégon - cap Horn - Liverpool.	21 juill. 1914-6 sept. 1915.
Rouen....	Société anonyme des Voiliers normands.	*Biarritz.*	Ch. Saunier.	Ch. Saunier.	Glasgow - le Cap - Nouvelle-Calédonie - cap Horn - Falmouth.	23 août 1913-8 février 1914.
Id.....	Id.	Id.	Id.	Id.	Le Havre — le Cap — Nouvelle-Calédonie - cap Horn - Glasgow.	5 août 1914-17 juin 1915.
Nantes...	Cie Nantaise de Navigation à vapeur.	*Loire* (vapeur).	De Langlais.	De Langlais.	Saint-Nazaire-La Pallice-Alger-Guyane-St-Nazaire.	19 déc. 1913-18 janv. 1914.
Id.....	Id.	Id.	Id.	Chauvelon.	Id.	29 juin-9 août 1914.
Id.....	Bureau frères et Baillargeau.	*Pierre-Antonine.*	P. Le Bras.	P. Le Bras.	Anvers—cap Horn—Orégon cap Horn—Falmouth.	3 juill. 1914-18 mai 1915.
Bordeaux.	Cie Navale de l'Océanie.	*Saint-Louis* (vapeur).	Château-vieux.	Alexandre Bohuon.	Pauillac - le Cap - Natal - Australie - Nouméa - Tahiti - cap Horn — Montevideo — cap Vert-Saint-Nazaire.	19 oct. 1913-9 avril 1914.
Marseille.	Messageries Maritimes.	*Gange* (vapeur).	P. Gary.	L. Langrais.	Cabotage entre Marseille, le Havre et Dunkerque.	2 févr. 1914-26 mars 1914.
Id.....	Id.	Id.	Id.	Id.	Marseille-Havre-Anvers-Dunkerque-Cadix-Marseille.	2 juillet-9 sept. 1914.
Id.....	Cie de Navig. mixte (Société du « Pétrole-Transport »).	*Radiolaïne* (vapeur pétrolier).	Damiani.	E. Fouquet.	Le Havre-New Orléans-Cette.	16 avril-4 juin 1914.
Id.....	Id.	Id.	M. Quédrue.	Id.	Cette-Marseille-Constanza-Oran-La Pallice-Rouen.	10 juin-11 juillet 1914.
Id.....	Id.	Id.	Id.	Id.	Rouen-Portland-New-Orléans-Cette.	5 octobre-24 nov. 1914.
Id	Id.	Id.	Id	Id.	Marseille-New Orléans-Newport-La Pallice-Havre.	5 déc. 1914-31 janv. 1915.

ERRATA.

Page 110	avant-dernière ligne.	*au lieu de*	*Uffricio*	*lire*	*Ufficio*
Page 111	8e ligne à partir du bas.	»	couvrir sur le	»	couvrir le
Page 133	1re ligne.	»	Sainte-Horine-du-Fay	»	Sainte-Honorine-du-Fay
Page 152	Tableau du bas de la page, 1re ligne : Année.	»	0,691	»	0,491

TABLE DES MATIÈRES.

TEXTE.

Pages.

INTRODUCTION I

Composition du Conseil du Bureau Central en 1914 III

RAPPORT présenté au Conseil par le Directeur sur les travaux du Bureau en 1914 V

MÉMOIRES :

Observations magnétiques faites à l'Observatoire du Val-Joyeux pendant l'année 1914, par M. CH. DUFOUR 1

Observations actinométriques faites à l'Observatoire du Parc Saint-Maur pendant l'année 1914, par M. CH. DUFOUR 37

Observations sismologiques faites à l'Observatoire du Parc Saint-Maur en 1914, par MM. CH. DUFOUR et L. EBLÉ 43

Les orages en France pendant l'année 1914, par M. R. DONGIER 57

Études sur le climat de la France : Régime des Pluies. Quatrième Partie : Région du Sud-Est : résumé général : jours de pluie, par M. ALFRED ANGOT 67

Recherches expérimentales sur les moulinets anémométriques, par M. CHARLES BRAZIER 157

Journaux météorologiques adressés au Bureau Central météorologique par les navires de la marine marchande en 1914 301

Errata 307

PLANCHES.

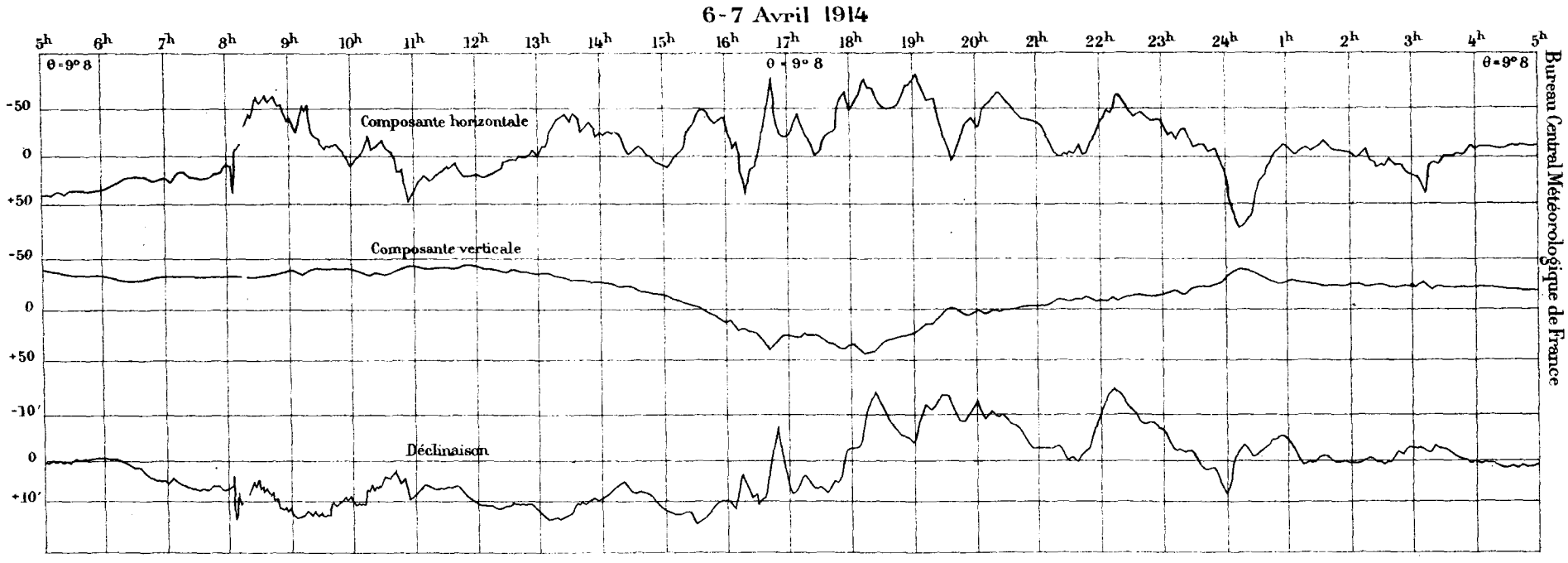
Planches.

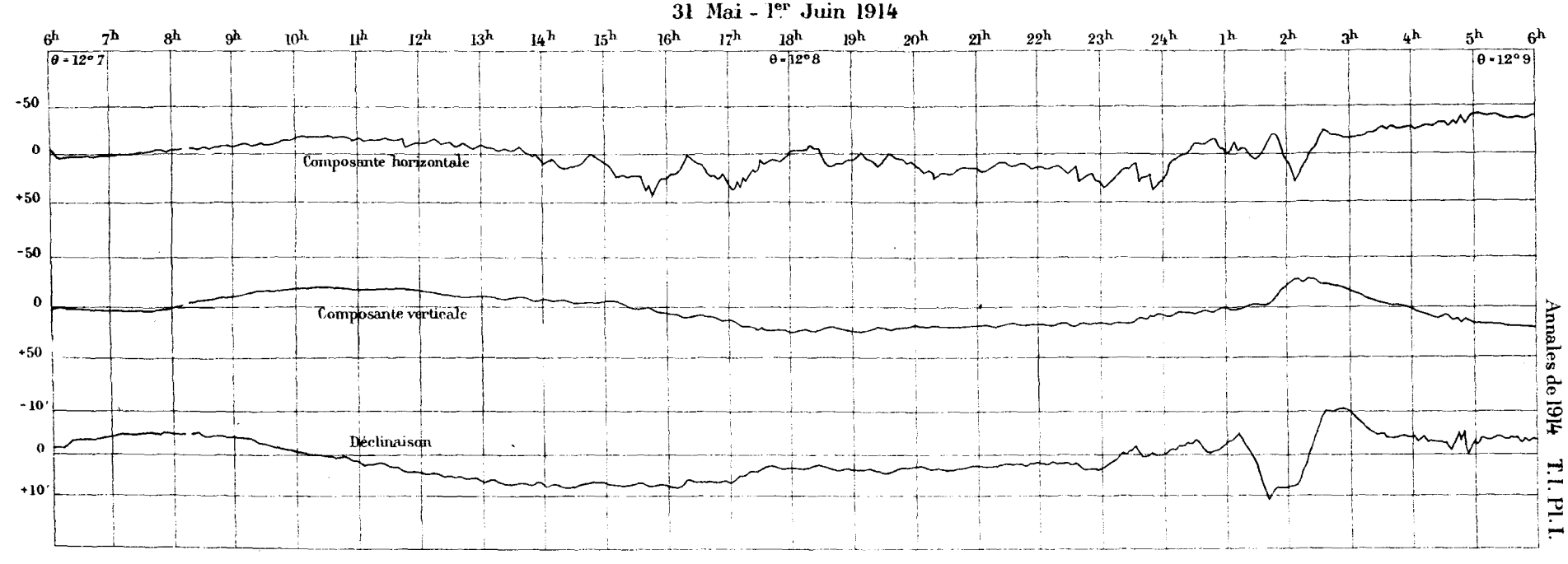
Principales perturbations magnétiques enregistrées à l'Observatoire du Val-Joyeux (Mémoire de M. DUFOUR) ..... I à IV

Régime des Pluies en France : Région du Sud-Est (Mémoire de M. ANGOT) ..... V à XII

PRINCIPALES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES

enregistrées à l'Observatoire du Val Joyeux en 1914



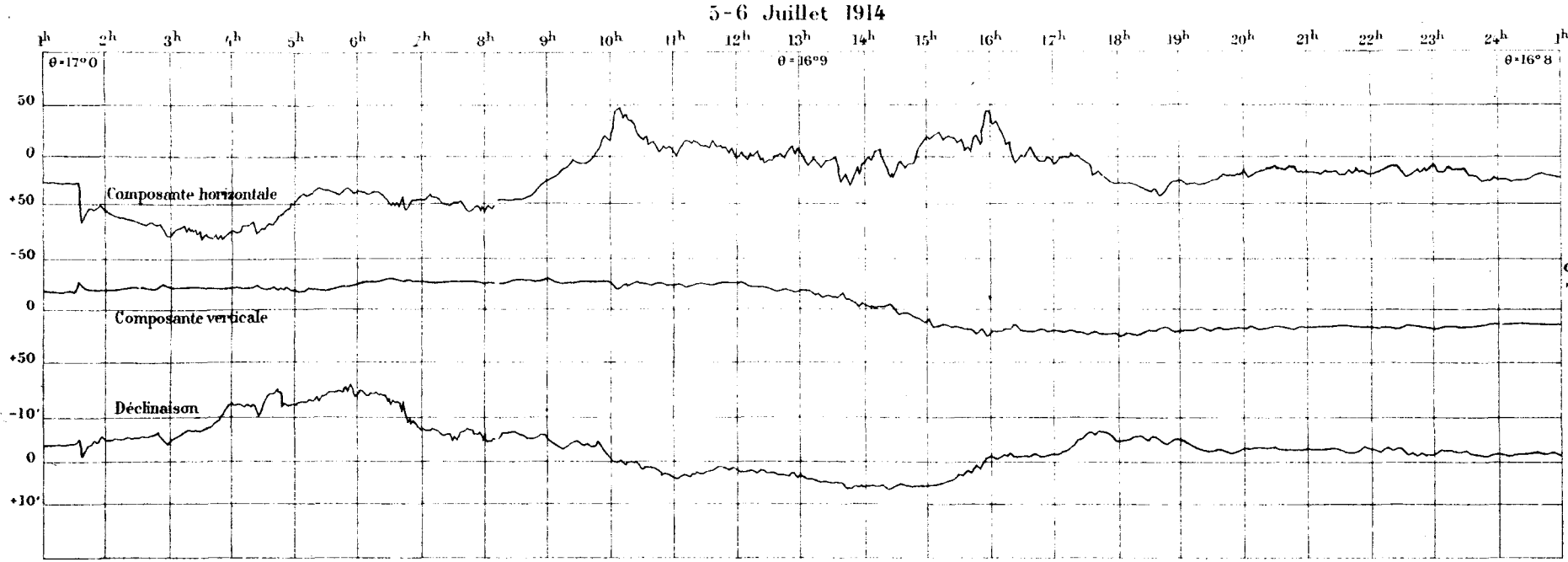


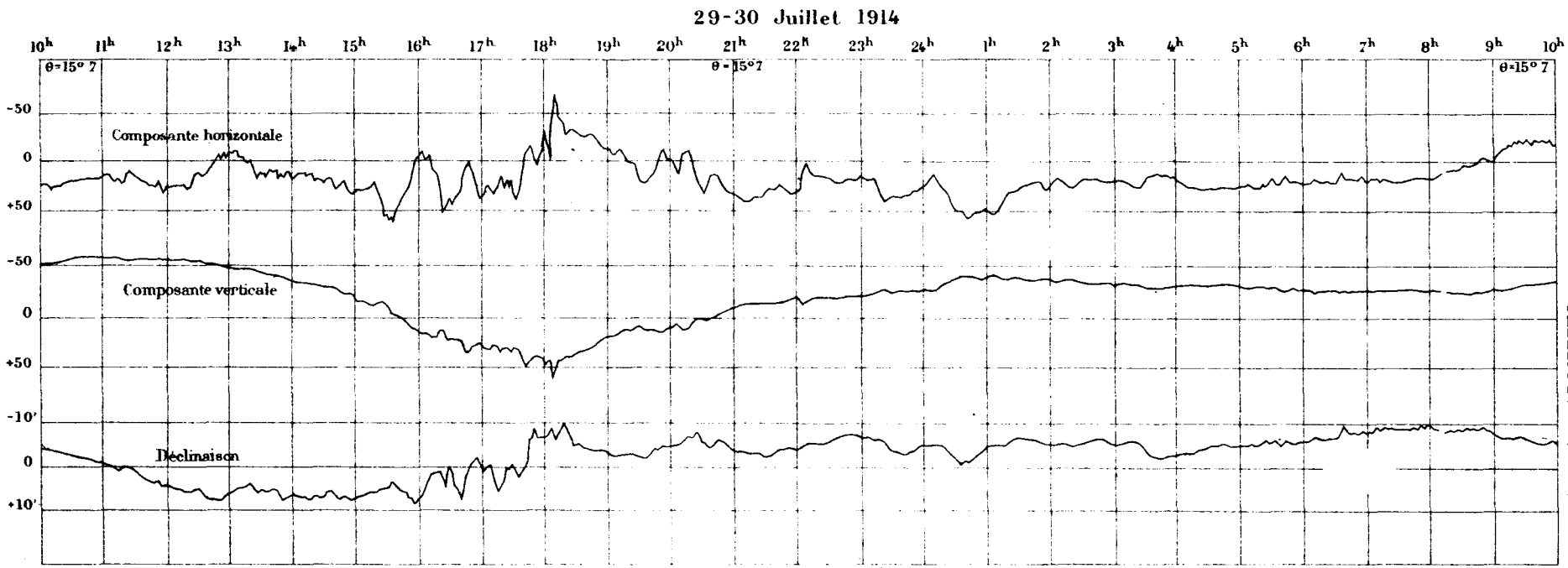
Bureau Central Météorologique de France

Annales de 1914 T. I. Pl. I.

PRINCIPALES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES

enregistrées à l'Observatoire du Val Joyeux en 1914



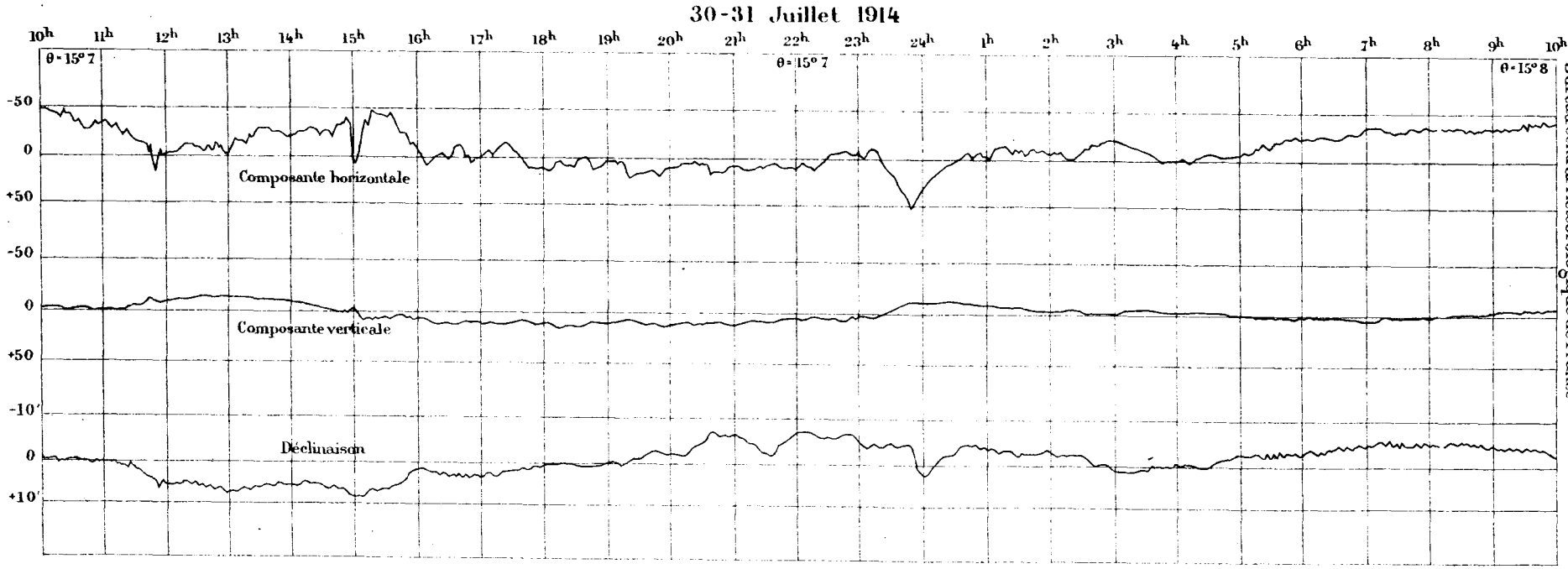


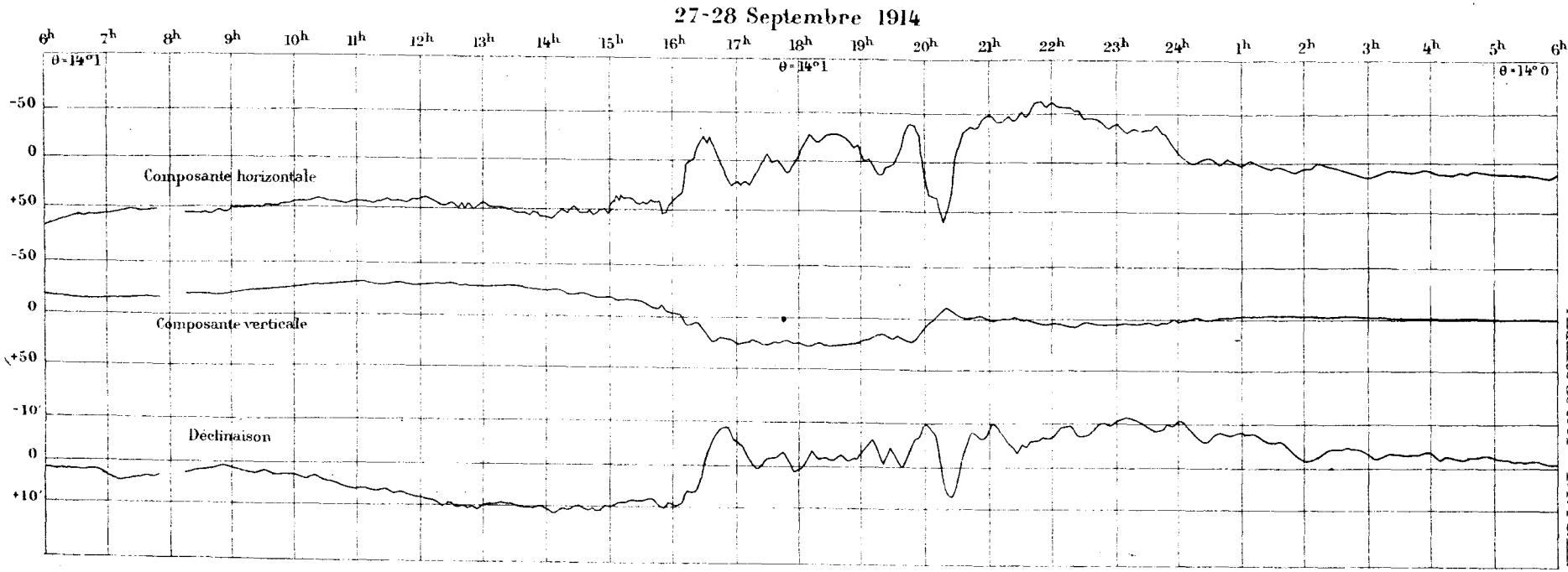
Bureau Central Météorologique de France

Annales de 1914 T I. Pl. II.

PRINCIPALES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES

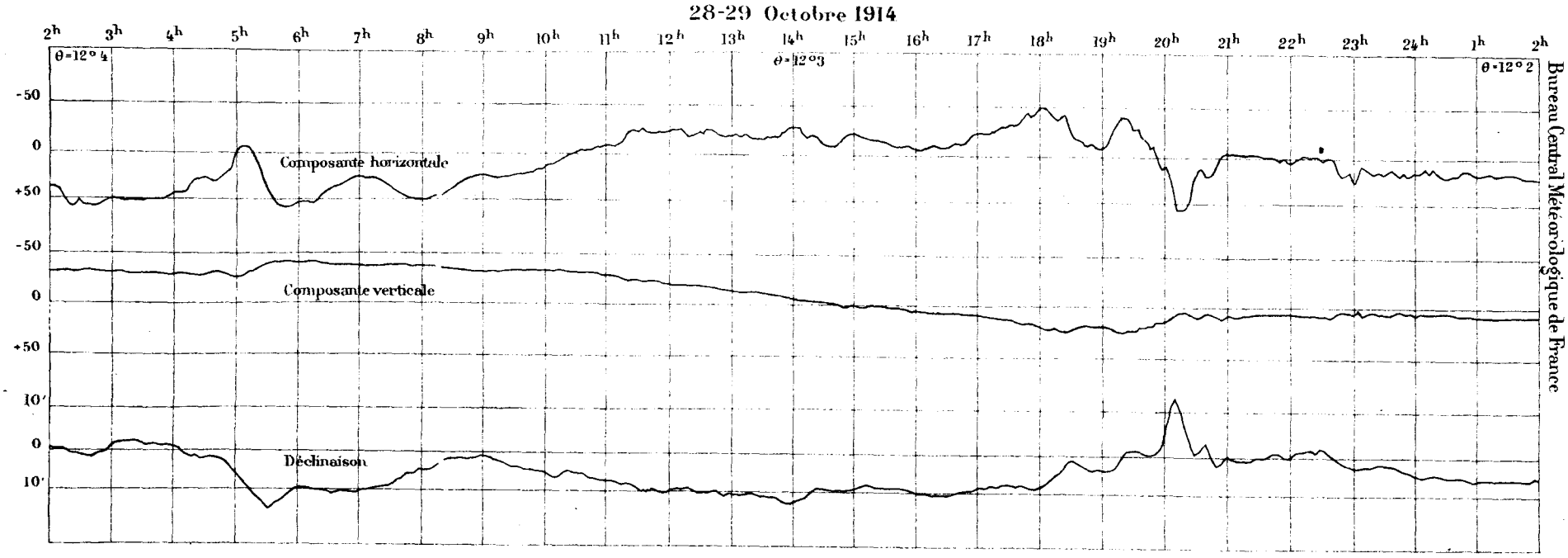
enregistrées à l'Observatoire du Val Joyeux en 1914

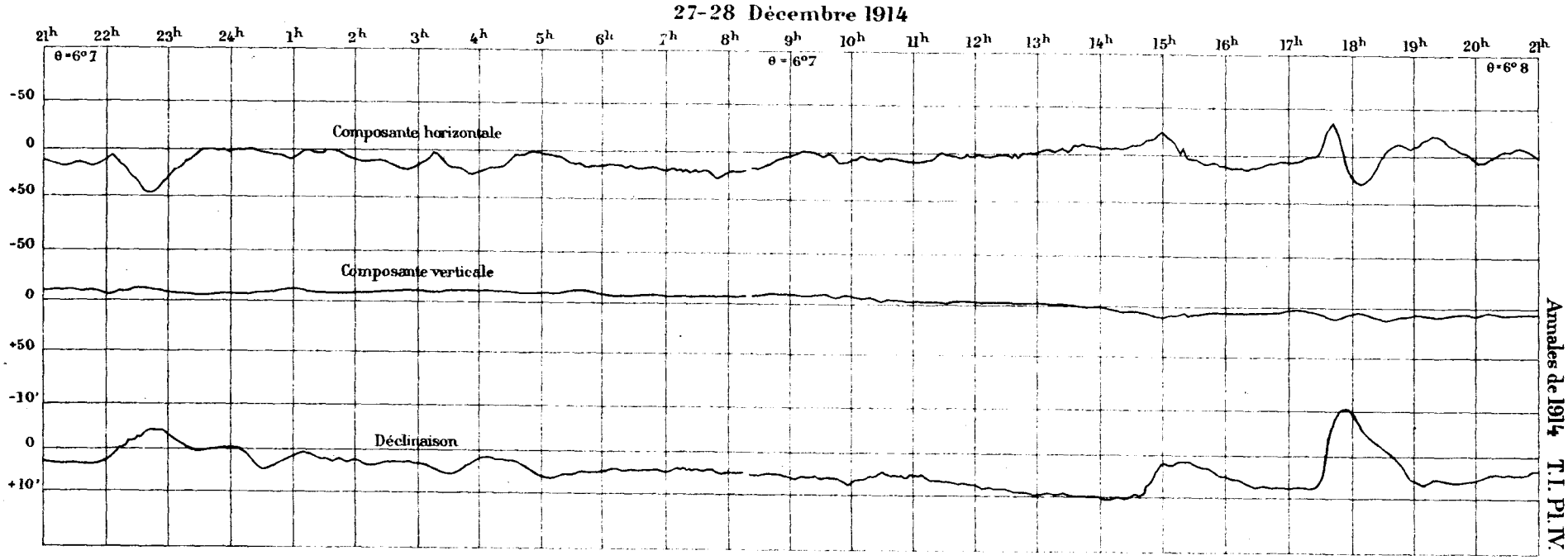




PRINCIPALES PERTURBATIONS MAGNÉTIQUES

enregistrées à l'Observatoire du Val Joyeux en 1914





Bureau Central Météorologique de France

Annales de 1914 T. I. Pl. IV.

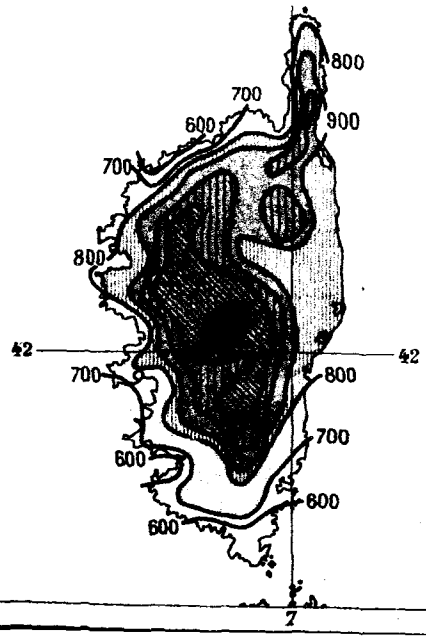
LÉGENDE DES TEINTES

Cartes annuelles

- moins de 500 mm
- de 500 à 600 mm
- de 600 à 700 mm
- de 700 à 800 mm
- de 800 à 900 mm
- de 900 à 1000 mm
- de 1000 à 1200 mm
- de 1200 à 1500 mm
- plus de 1500 mm

Cartes mensuelles

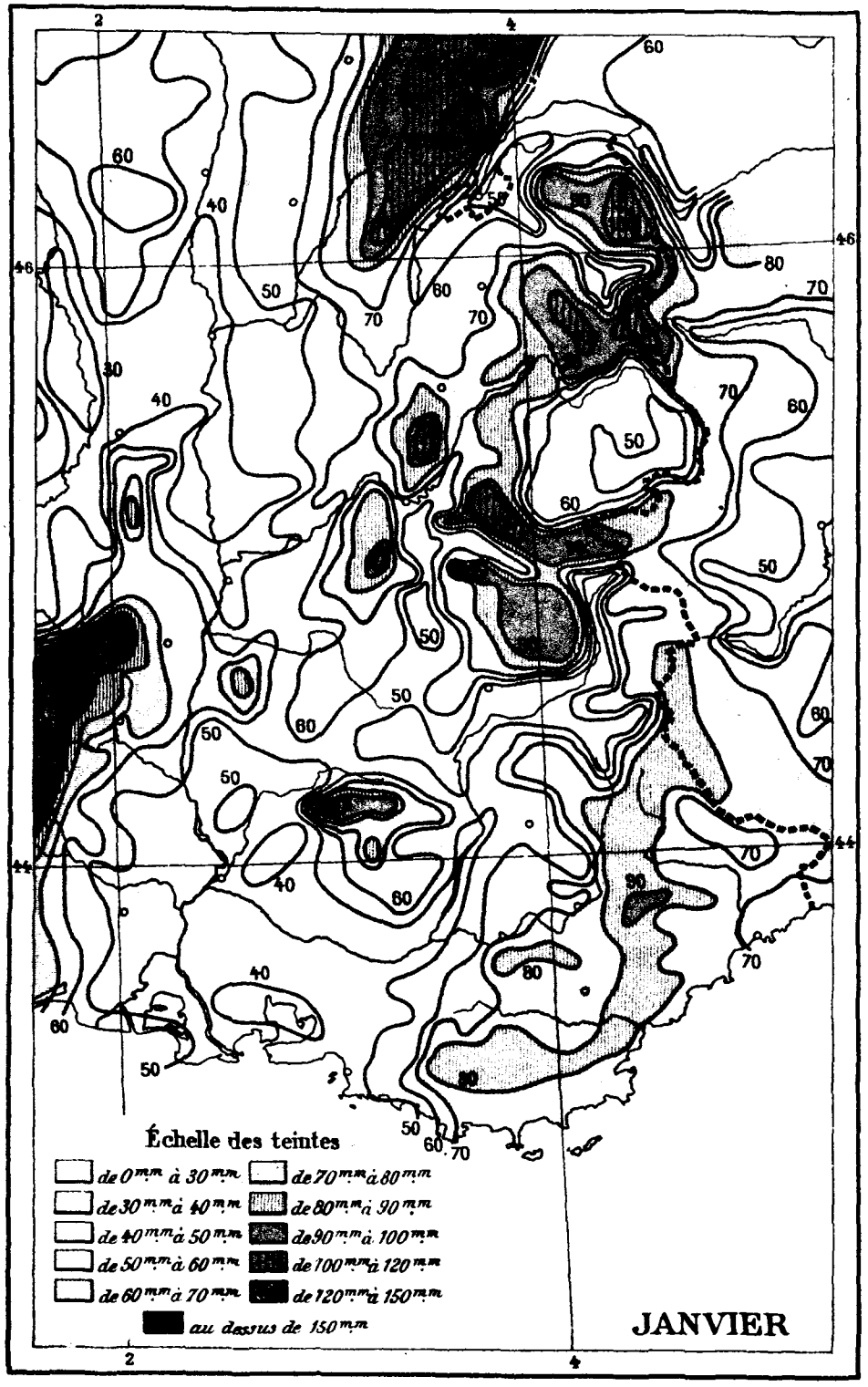
- de 0 mm à 30 mm
- de 30 mm à 40 mm
- de 40 mm à 50 mm
- de 50 mm à 60 mm
- de 60 mm à 70 mm
- de 70 mm à 80 mm
- de 80 mm à 90 mm
- de 90 mm à 100 mm
- de 100 mm à 120 mm
- de 120 mm à 150 mm
- plus de 150 mm



ANNÉE

ANNÉE

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

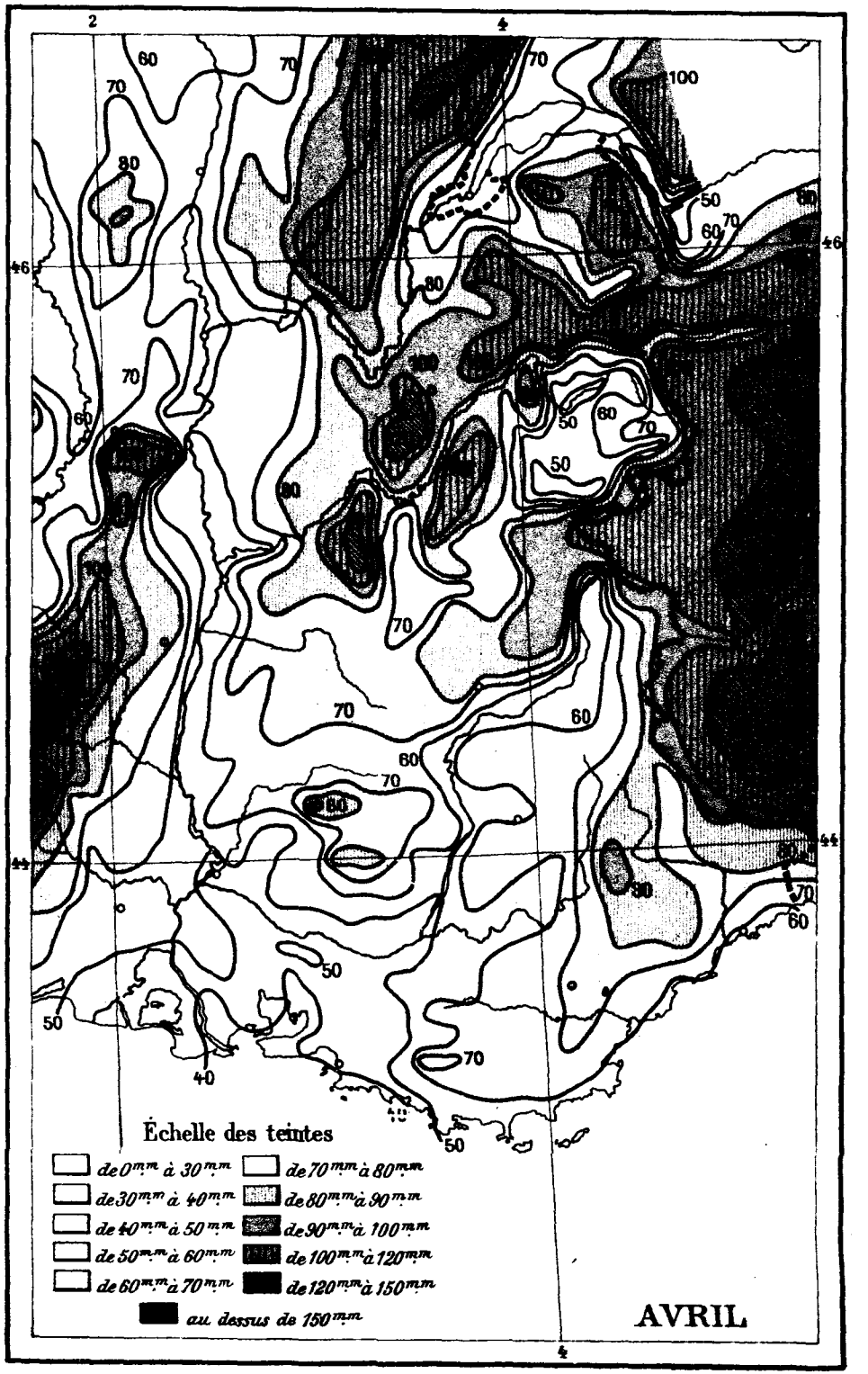


E. Morieu, Gr.

GAUTHIER-VILLARS, Éditeur.

Imp. Monrocq

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

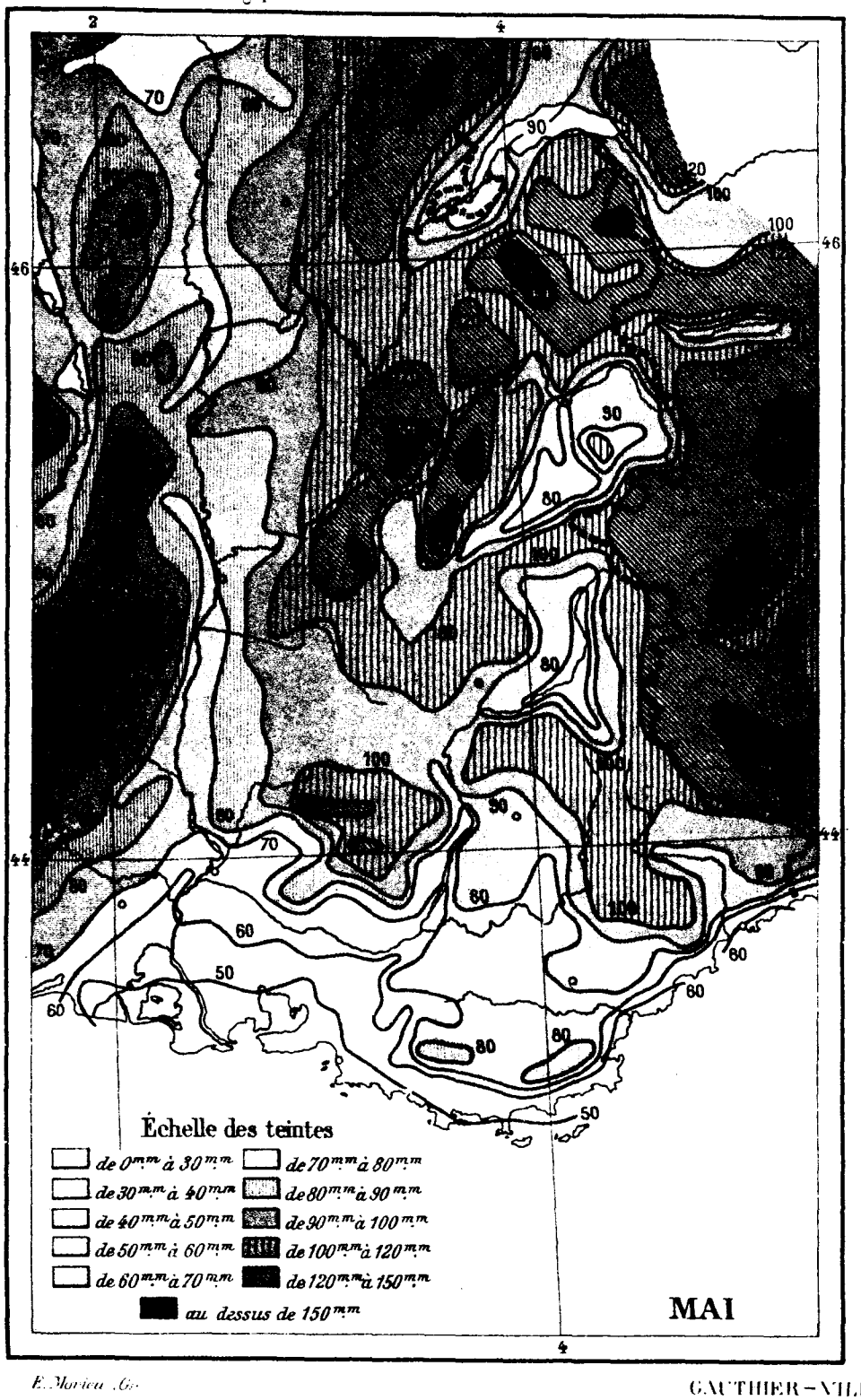


E. Morieu, Gr.

GAUTHIER-VILLARS, Éditeur.

Imp. Montrouge

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

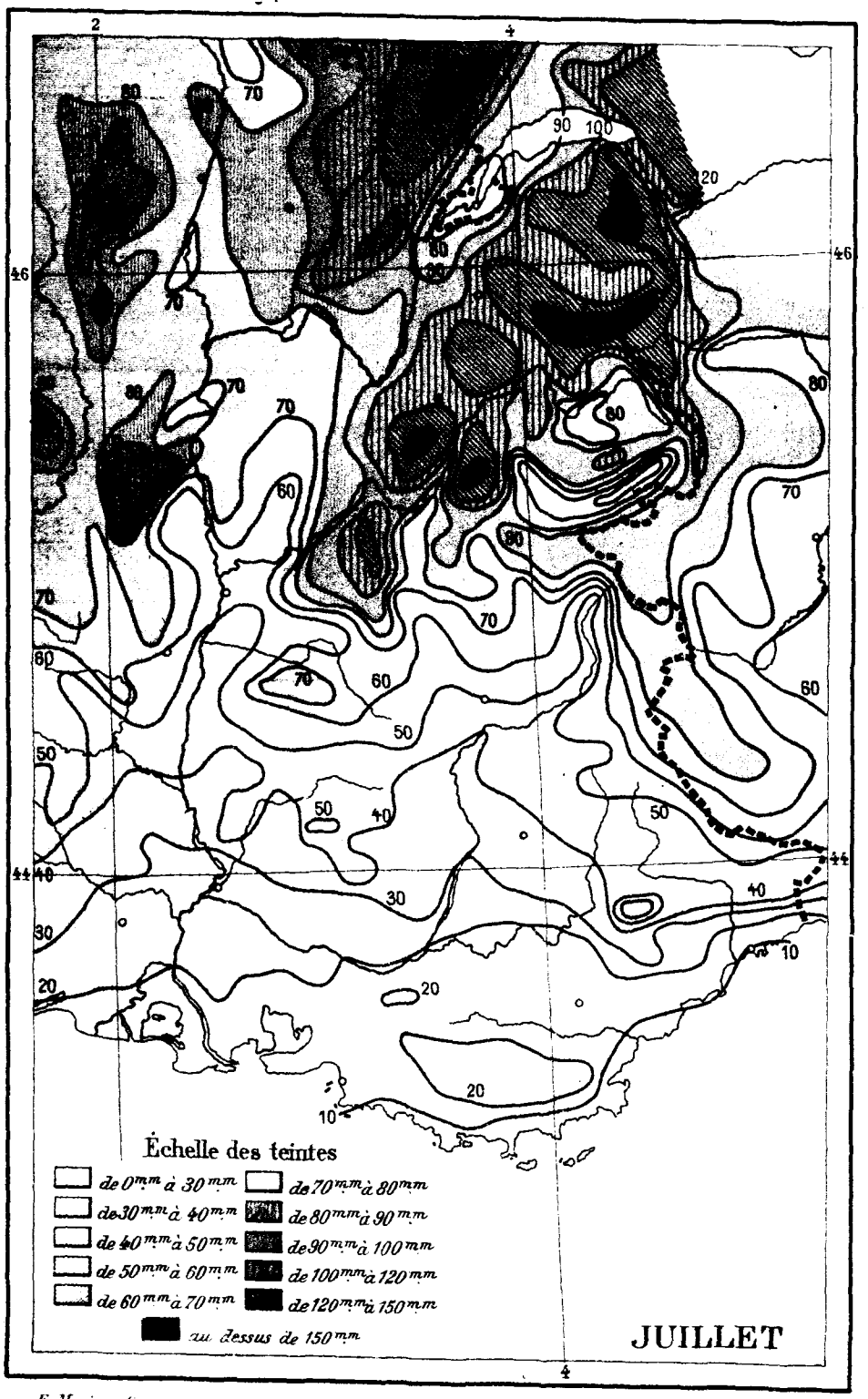


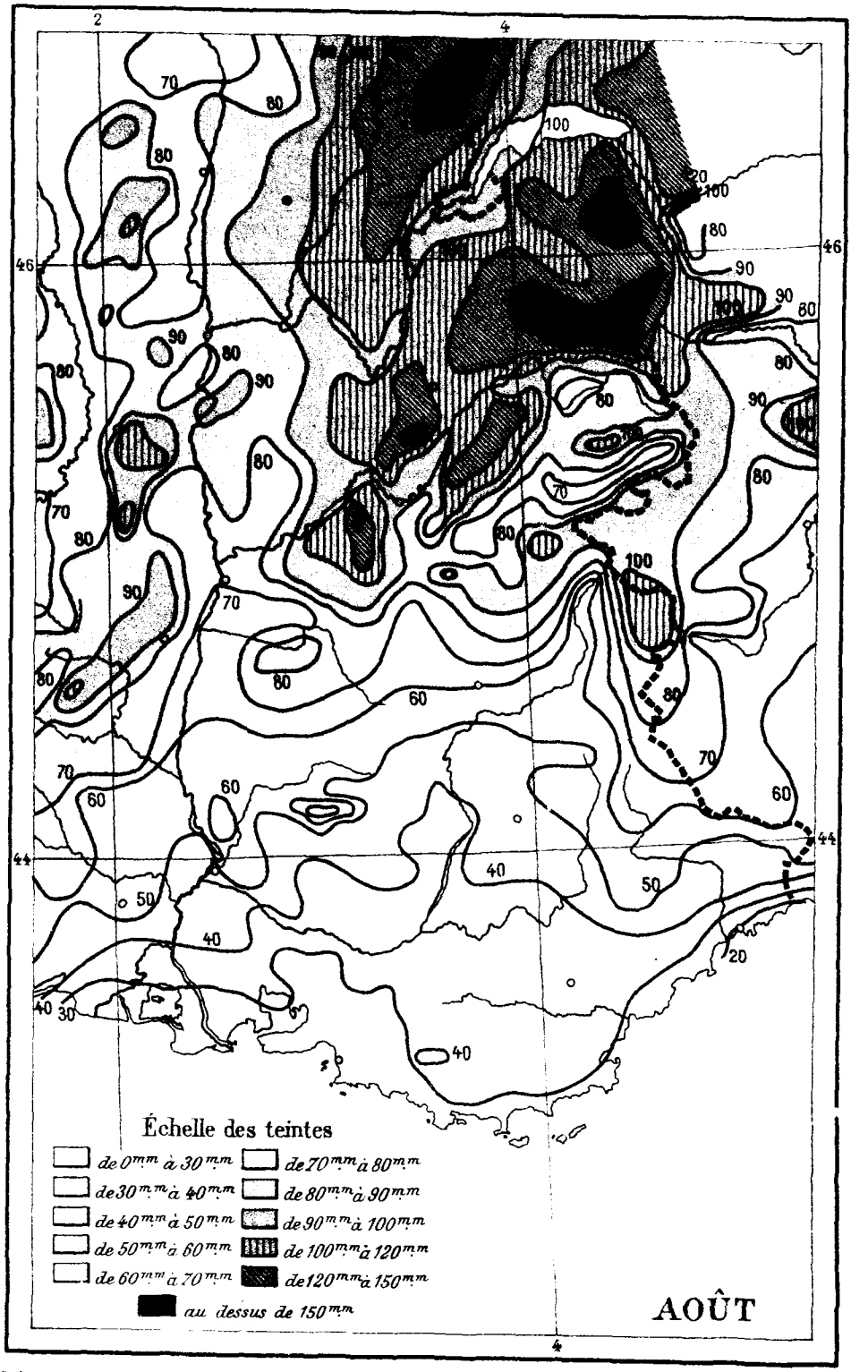
E. Morieu Gr.

GAUTHIER-VILLARS, Éditeur.

Imp. Monrocq

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE



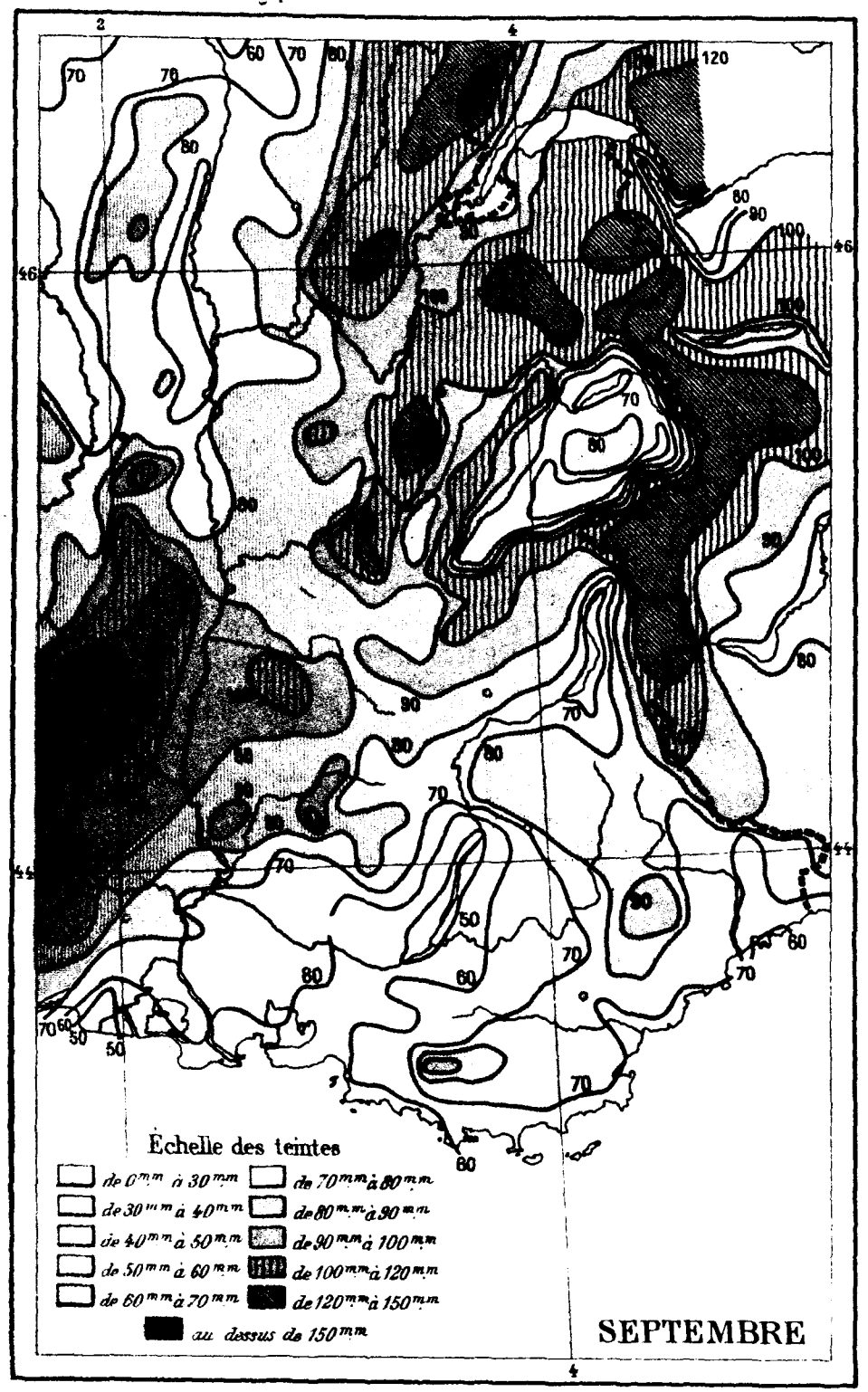


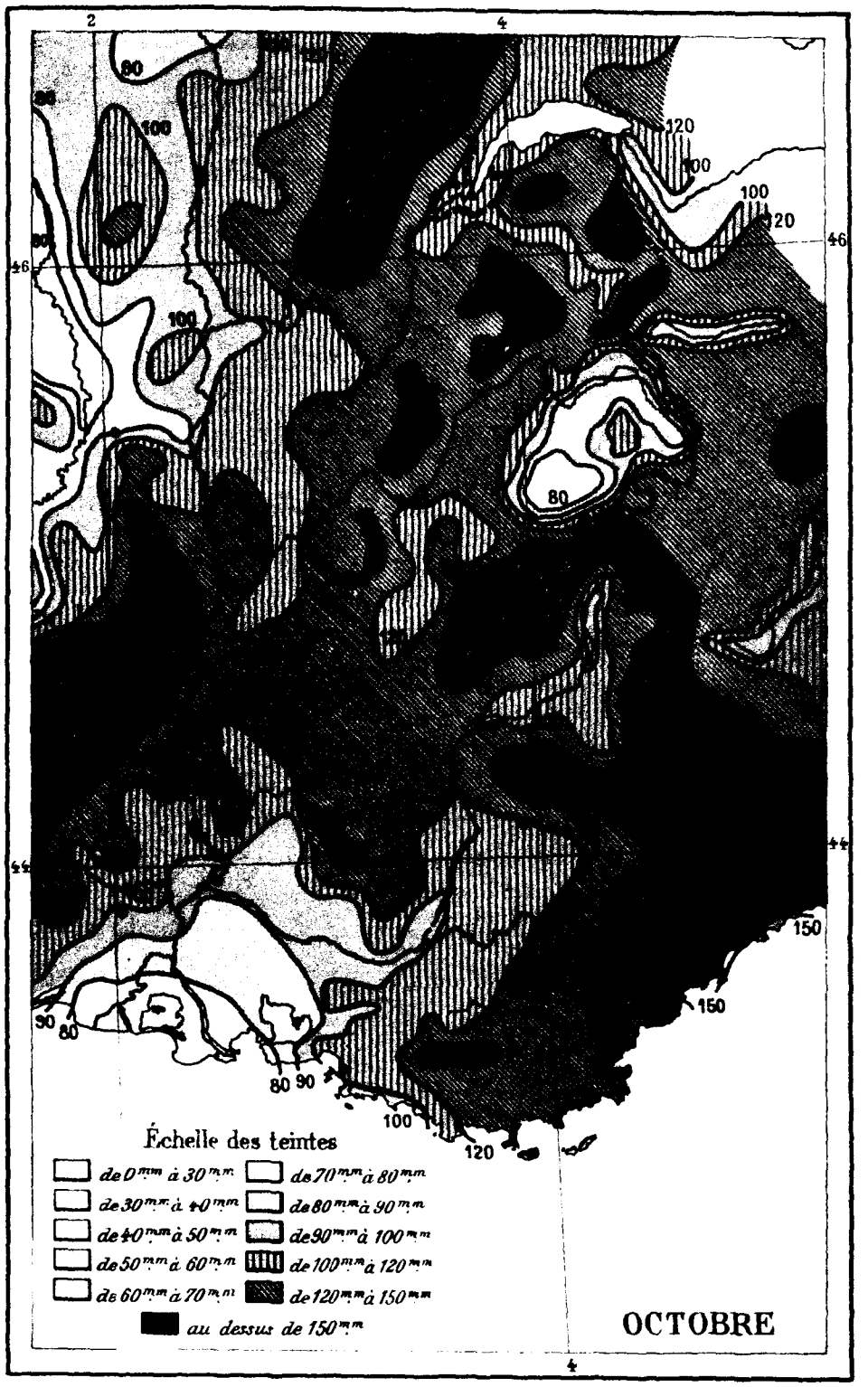
E. Morieu, Gr.

GAUTHIER-VILLARS, Editeur.

Imp. Monrocq

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE



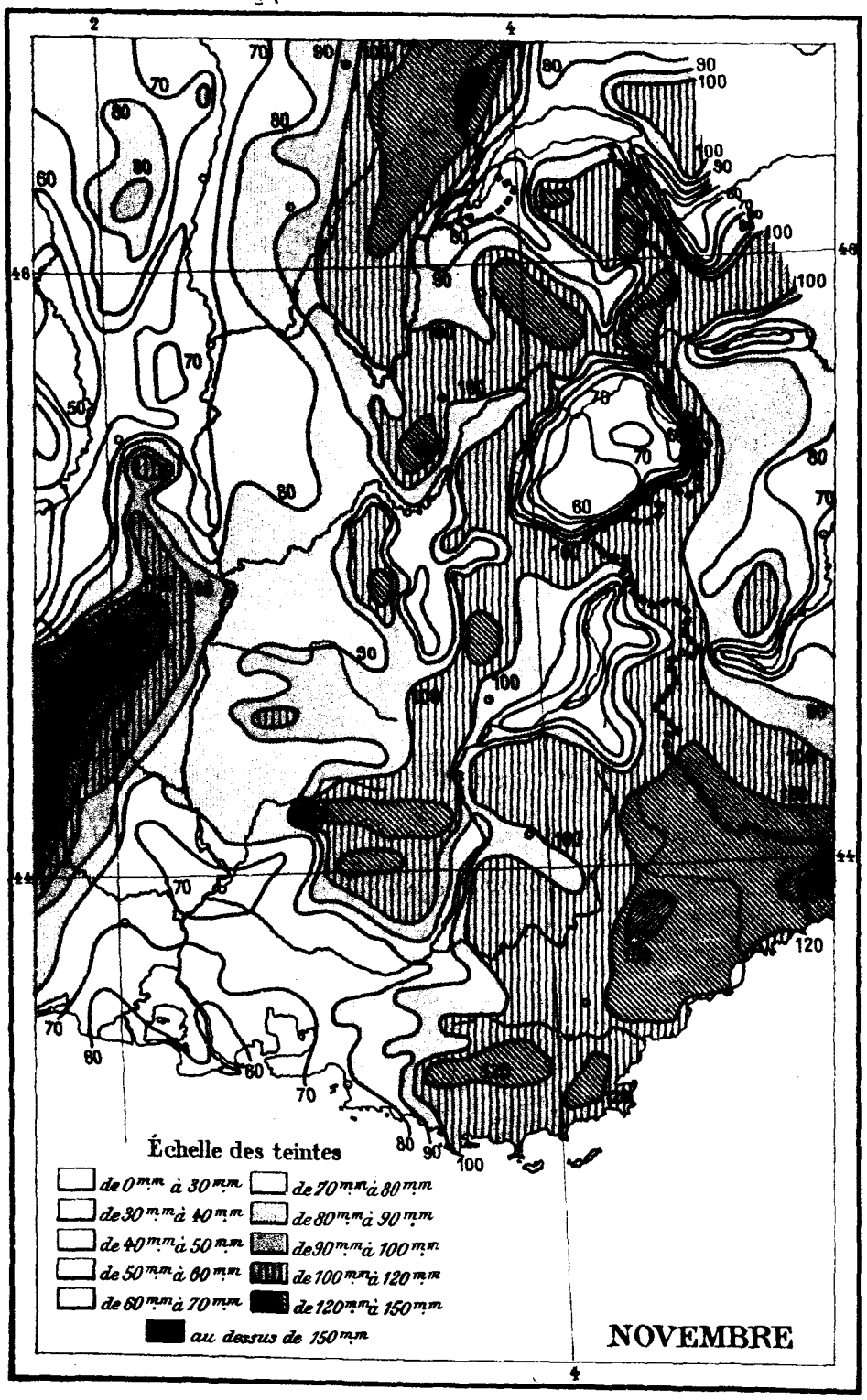


E. Morieu, Gr.

GAUTHIER-VILLARS, Éditeur.

Imp. Monrocq

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE

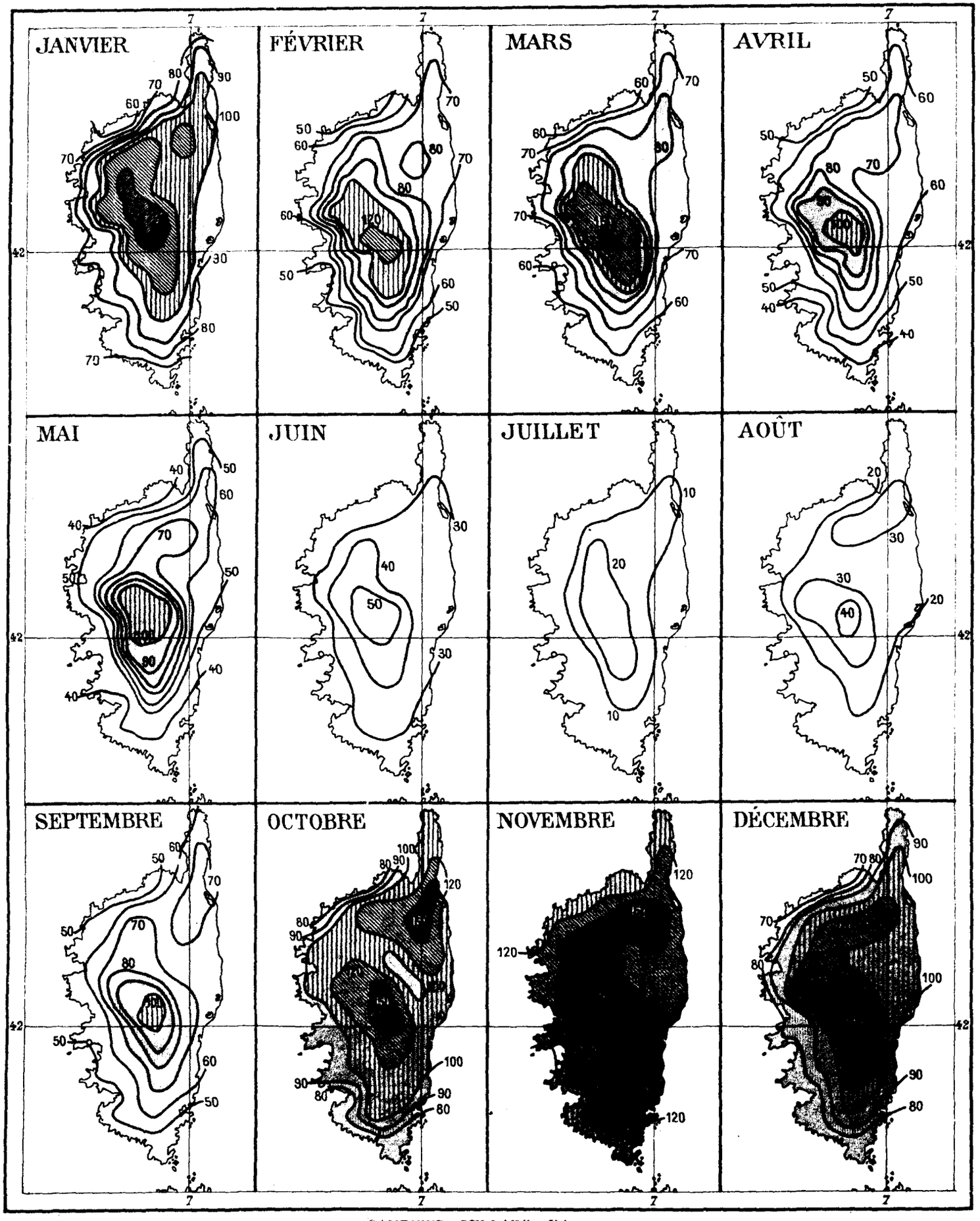


E. Morieu, Gr.

GAUTHIER-VILLARS, Éditeur.

Imp. Monrocq

RÉGIME DES PLUIES EN FRANCE



E. Morieu, Gr. — GAUTHIER-VILLARS, Editeur. — Imp. Monrocq

PUBLICATIONS MÉTÉOROLOGIQUES.

OBSERVATOIRE DE PARIS

Bulletin international quotidien, autographié :
Du 1er janvier 1858 au 31 mai 1878.

Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère, rédigé sur les documents fournis par les Observatoires et les Marines de la France et de l'Étranger, et publié avec le concours de l'Association Scientifique de France. In-plano oblong, avec Cartes :
ANNÉE 1864, juin à décembre.

Atlas météorologique, rédigé sur les documents recueillis et discutés par les Commissions départementales, les Écoles normales, les observateurs cantonaux, etc., et publié avec le concours de l'Association Scientifique de France.
ANNÉES 1865, 1866, 1867, 1868, 1869-1870-1871, 1872-1873-1874, 1875. Sept volumes in-plano contenant de nombreuses cartes.
ANNÉE 1876 (texte, in-folio oblong).

BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE.

*Bulletin international quotidien. In-4°, autographié (depuis le 1er juin 1878).

Bulletin mensuel du Bureau Central météorologique de France et Bulletin sismologique. In-4° avec planches.

Annales du Bureau Central météorologique de France :

I. *Étude des orages en France et Mémoires divers*. Grand in-4.
ANNÉES : 1879 avec 20 pl., — 1880 avec 39 pl., — 1881 avec 40 pl., — 1882 avec 38 pl., — 1883 avec 34 pl., — 1884 avec 56 pl., — 1885 avec 32 pl.

II. *Observations françaises et Revue climatologique*. Grand in-4.
ANNÉES : 1878 avec 40 pl., — 1879 avec 41 pl., — 1880, 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, avec 40 pl.

III. *Pluies en France*. Grand in-4.
ANNÉES : 1877, 1878 avec 5 pl., — 1879, 1880 avec 7 pl., — 1881, 1882, 1883, 1884, 1885, avec 5 pl.

IV. *Météorologie générale*.
ANNÉES : 1878 (in-plano) avec 6 pl., — 1879 (grand in-4) avec 38 pl., — 1880 (in-plano) avec 15 pl., — 1881 (grand in-4) avec 232 pl., — 1882 avec 19 pl., — 1883 avec 26 pl., — 1884 avec 17 pl., — 1885 avec 14 pl.

A partir de l'année 1886, les *Annales* forment 3 volumes par année :

I. *Mémoires*. Grand in-4.
ANNÉES : 1886 avec 56 pl., — 1887 avec 38 pl., — 1888 avec 69 pl., — 1889 avec 25 pl., — 1890 avec 28 pl., — 1891 avec 40 pl., — 1892 avec 41 pl., — 1893 avec 31 pl., — 1894 avec 28 pl., — 1895 avec 37 pl., — 1896 avec 20 pl., — 1897 avec 24 pl., — 1898 avec 24 pl., — 1899 avec 16 pl., — 1900 avec 23 pl., — 1901 avec 16 pl., — 1902 avec 10 pl., — 1903 avec 10 pl., — 1904 avec 8 pl., — 1905 avec 23 pl., — 1906 avec 12 pl., — 1907 avec 10 pl., — 1908 avec 12 pl., — 1909 avec 6 pl., — 1910 avec 4 pl., — 1911 avec 22 pl., — 1912, avec 16 pl., — 1913, avec 15 pl., — 1914, avec 12 planches.

II. *Observations*. Grand in-4.
ANNÉES : 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914.

III. *Pluies en France*. Grand in-4.
ANNÉES : 1886, 1887, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, avec 5 pl. — 1893, 1894, 1895, 1896, avec 13 pl. — 1897, 1898, 1899, 1900, 1901, 1902, 1903, 1904, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914, avec 4 pl.

*Ces publications, à l'exception de celles qui sont marquées d'un astérisque, sont en vente à la librairie Gauthier-Villars et Cie. *Voir* le Catalogue de la librairie.

61500 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET Cie, quai des Grands-Augustins, 55.