Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 18 (1965)
Heft: 2

Artikel: Deux siècles de météorologie à l'observatoire de Genève
Autor: Bouvier, Pierre / Ruche, Josette
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739189

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DEUX SIÈCLES DE MÉTÉOROLOGIE À L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PAR

Pierre BOUVIER et Josette RUCHE

AVANT-PROPOS

Au moment où l'Observatoire de Genève est sur le point de quitter l'emplacement qu'il a occupé pendant plus d'un siècle et demi au centre de la ville, nous avons jugé utile de condenser ici, sous forme de valeurs moyennes et de valeurs extrêmes, l'essentiel des mesures météorologiques effectuées jusqu'en 1961.

Dès 1962, en effet, des changements sont intervenus, rendant peu sûres les mesures faites cette année-là.

Après un bref aperçu historique du développement de la météorologie dans le cadre de l'Observatoire de Genève, diverses valeurs moyennes sont présentées, relatives aux principales grandeurs météorologiques, et suivies d'un certain nombre de valeurs extrêmes. Toutes ces valeurs ont été établies avec l'aide de plusieurs collaborateurs, sur la base des résumés annuels de l'Observatoire.

Dans une dernière partie, on indique comment le matériel d'observation concernant la température et la pluie a été mis à profit pour mettre en évidence l'existence et le rôle des variations cycliques du climat.

1re partie. APERÇU HISTORIQUE

Observations météorologiques antérieures à 1836

Les premières observations météorologiques faites à Genève de façon suivie et qui nous ont été conservées, sont celles de Guillaume Antoine Deluc. Commencées en 1768 et poursuivies jusqu'en 1800, elles sont consignées dans deux volumes manuscrits que nous possédons. Deluc notait tous les matins vers 8 h., et à d'autres heures encore, les indications du baromètre et du thermomètre. Les valeurs du baromètre sont données en lignes et celles du thermomètre en degrés Réaumur. Il notait aussi

le vent et l'état du ciel. Il y joignait des remarques sur des phénomènes particuliers, les crues du lac ou de l'Arve, l'état des récoltes ou des arbres fruitiers et y ajoutait des notes sur tel ou tel détail de la vie politique ou même de sa vie de famille. Il faisait ses observations dans sa maison à la rue de la Cité.

Nous possédons également les observations faites par Charles Benjamin de Langes, baron de Lubières, de 1760 à 1789, à Genève en hiver et au Grand Saconnex en été.

D'autres savants qui s'intéressaient à la météorologie ont laissé des séries d'observations: H. B. de Saussure qui pendant trois ans a fait des relevés de température à diverses profondeurs en terre, à Conches; Jacques André Mallet, le fondateur du premier observatoire qui à côté de ses travaux astronomiques fit des observations météorologiques à Genève et à Avully, et son collaborateur et successeur M. A. Pictet, à Genève et à Cartigny de 1774 à 1791. La création de la Société météorologique palatine à Mannheim, laquelle envoie des instruments à Genève, nous vaut la série d'observations de Sénebier au Collège, de 1782 à 1789. Trois fois par jour, à 7 h., 13 h. et 21 h., Sénebier relevait les indications du thermomètre, du baromètre et de l'hygromètre, il notait aussi les vents, l'état du ciel, la neige et la pluie. Ce sont les premières observations où se trouve indiquée la quantité de pluie tombée par année ainsi que le nombre de jours de pluie.

Dès le début de sa parution en 1787 et jusqu'en 1791, le Journal de Genève, alors hebdomadaire, publie divers articles de météorologie, entre autres les séries d'observations faites à l'ancien observatoire de Mallet trois fois par jour, au lever et au coucher du soleil et à 2 heures de l'après-midi.

L'année 1796 voit naître la Bibliothèque Britannique (qui deviendra en 1816 la bibliothèque Universelle et dont la partie scientifique deviendra les *Archives des sciences physiques et naturelles*). Chaque cahier contient un tableau des observations météorologiques faites le mois précédent ainsi que des valeurs moyennes mensuelles. On note la pluie, la pression barométrique (réduite à 0°), la température, l'humidité, la direction du vent et l'état du ciel, observées comme précédemment au lever et au coucher du soleil ainsi qu'à deux heures de l'après-midi.

De 1796 à 1825 ces observations sont faites par Frédéric Guillaume Maurice. D'abord à Genthod où il les avait commencées en 1789, puis du 1er décembre 1798 jusqu'à la fin de l'année 1821 dans l'ancien jardin botanique (entre Calabri et la rue Beauregard) avec les mêmes instruments. De 1822 à 1825 les observations ont lieu au nouveau jardin botanique (dans la promenade des Bastions) mais celui-ci est un peu trop abrité, aussi dès 1826 on transporte la station météorologique près du pont qui joignait le bastion du Pin à la Promenade Saint-Antoine. Les heures d'observations changent, on choisit 9 h. midi et 3 h. l'après-midi, pendant 10 années. Pendant cette période, les résumés annuels sont rédigés par Georges Maurice.

En 1817 M. A. Pictet demande aux chanoines du Grand-Saint-Bernard de bien vouloir commencer une série d'observations lesquelles sont publiées à côté des observations de Genève jusqu'en 1937.

De 1836 a nos jours

Dès 1836 jusqu'à aujourd'hui, les observations se font sur la terrasse du nouvel Observatoire; celui-ci, situé dans le voisinage du pont de fil de fer et à peu près à la même hauteur est l'Observatoire actuel. Nous possédons ainsi une série d'observations faites sur une période de plus de 100 ans, parfaitement homogènes, donc comparables et capables de nous fournir des renseignements précieux sur le climat de Genève.

Heures d'observations :

De 1826 à 1835 observations directes à 9 h, 12 h, 15 h.
De 1836 à 1846 observations directes à 8 h, 9 h, 12 h, 15 h, 20 h, 21 h.
De 1847 à 1848 observations directes à 6 h, 8 h, 9 h, 12 h, 15 h, 18 h, 20 h, 21 h.
De 1849 à 1883 observations directes toutes les 2 heures de 6 h. à 22 h (9 observations par jour).
De 1884 à 1928 observations directes toutes les 3 heures, de 7 h à 22 h et deux lectures de température sur les enregistreurs à 1 h et 4 h.
En 1918 on introduit l'heure de l'Europe centrale à la place de l'heure locale.
Dès 1929 on ne fait plus que 3 observations directes par jour, en accord avec le système du réseau climatique de la Suisse. Les heures d'observations sont 7 h 30, 13 h 30, 21 h 30.

Jusqu'en 1881 les résumés annuels parus dans les *Archives* sont dûs à Emile Plantamour qui publia en outre en 1863 son *Climat de Genève*. Il y envisage l'ensemble des observations faites à l'Observatoire depuis 1826, ce qui l'amène à une étude très poussée des conditions climatiques de Genève et lui permet d'en déterminer avec beaucoup de précision les éléments météorologiques.

En 1873 le Congrès météorologique de Vienne adopte l'année civile commençant le 1er janvier et le jour civil commençant à minuit, alors que jusque-là on considérait l'année météorologique commençant en décembre ce qui permettait de diviser en saisons: décembre, janvier, février formant l'hiver; mars, avril, mai, le printemps; juin, juillet, août, l'été; et septembre, octobre, novembre, l'automne. Plantamour gardera dans ses résumés l'année météorologique pour conserver l'homogénéité des observations nécessaire au point de vue climatique, et il ajoutera simplement les moyennes pour l'année civile afin de permettre la comparaison avec d'autres lieux. Cette habitude a duré jusqu'à nos jours.

Plantamour a fait à l'Observatoire un magnifique travail de météorologiste, il a donné vie à ce service météorologique et ses successeurs n'ont eu qu'à continuer et développer ce qu'il avait créé.

A la mort de Plantamour en 1882 le service météorologique est repris par Arthur Kammermann, celui-ci publie les résumés météorologiques de Genève et du

Grand-Saint-Bernard jusqu'en 1896, ainsi que diverses études qui paraissent dans les *Archives* (sur le minimum de la nuit; la détermination des possibilités de gelée nocturne à l'aide du psychromètre, etc.). Il introduit l'emploi d'appareils enregistreurs (barographe, thermomètres-hygromètres, anémomètre enregistreur) qui complètent les indications données par les observations directes.

Emile Gautier alors directeur de l'Observatoire, calcule des moyennes pour les principaux éléments météorologiques, qui complètent celles de Plantamour. Son fils Raoul Gautier qui lui succède, et qui reprend la direction du service météorologique à la mort de Kammermann, compléte ce travail en y adjoignant d'abord la période 1886-1895, puis plus tard la période 1896-1915. Sous la direction de Raoul Gautier la station météorologique s'enrichit de quelques nouveaux appareils dont dès 1897 un héliographe, qui permet de mesurer la durée d'insolation. Cet appareil fut remplacé en 1909 par un nouvel héliographe plus sensible qui est toujours utilisé.

Dès 1929 le service météorologique est simplifié. En effet on ramène le nombre des observations à trois, suivant le système adopté par le réseau climatologique suisse, cet horaire a été en vigueur jusqu'à aujourd'hui. Les moyennes sont établies sur les trois observations de 7 h. 30, 13 h. 30 et 21 h. 30, à l'exception de la température dont la moyenne est calculée en doublant la valeur observée à 21 h. 30.

De 1930 à 1957 la publication des résumés est assurée par E. Rod. En 1957 on construisit un nouvel abri météorologique à côté de l'ancien, et les instruments furent changés. On installa en outre deux anémomètres, l'un donnant la vitesse du vent à chaque instant et l'autre le vitesse moyenne de la journée.

2e partie. NATURE DES MESURES ET CONDITIONS D'OBSERVATION

STATION D'OBSERVATION

Le premier observatoire de Genève date de 1772 (Mallet), l'observatoire actuel a été construit en 1829-30 et transformé 100 ans plus tard.
Ses coordonnées sont les suivantes:

longitude		0 h 24 m 36 s 53 E de Greenwich
	ou	− 6° 9′ 7″, 96
latitude		+ 46° 11′ 59″, 3 N
Altitude		406,0 m

DISPOSITION DES INSTRUMENTS ET GRANDEURS MESURÉES

Température :

La température de l'air est toujours mesurée sous abri. Cet abri est situé au bord de la terrasse de l'observatoire, à environ 1,70 m au-dessus du sol. Les thermomètres usuels ainsi que les thermomètres à maxima et minima sont donc exposés à l'air mais non au soleil.

Pression atmosphérique :

Le baromètre à mercure se trouve dans une salle de l'observatoire à l'abri des courants d'air et du soleil, et à une température peu variable.

Il est complété par un thermomètre afin de réduire la lecture de la pression atmosphérique à la température de 0° C.

Humidité relative :

Rappelons qu'on appelle ainsi le rapport du poids de vapeur d'eau contenu dans l'air atmosphérique au poids maximum de vapeur d'eau à la même température.

Cette grandeur se mesure directement avec un hygromètre à cheveu ou indirectement en lisant les deux thermomètres, l'un sec l'autre à réservoir mouillé, qui constituent un psychromètre. L'hygromètre est également conservé sous abri.

Pluie :

Le pluviomètre est installé sur la terrasse de l'Observatoire, dans un endroit dégagé et à 1 m au-dessus du sol.

La quantité de précipitations recueillies donne une mesure de la hauteur d'eau tombée sur un sol horizontal où il n'y a ni infiltration ni évaporation.

La neige est préalablement fondue dans le pluviomètre, de sorte que les hauteurs mesurées se rapportent aux précipitations tombées sous forme de pluie ou de neige.

Durée d'insolation :

Elle est mesurée à l'héliographe placé sur le toit de l'observatoire. Cet appareil se compose d'une sphère de verre qui concentre les rayons solaires sur une bande de carton étalonnée en heures. Le carton est carbonisé quand le soleil brille; on lit la longueur de la trace sans s'occuper de son intensité.

Remarques sur le vent

Le vent est caractérisé en météorologie par la *direction* (*dd*) d'où il souffle et la *force* (*ff*) mesurée à l'anémomètre sous forme de vitesse. Pour que les déterminations de *dd* et *ff* aient un sens, il importe de pouvoir les faire en un lieu dégagé d'obstacles. En outre, ces grandeurs varient à tout instant et leurs valeurs instantanées sont généralement dépourvues de sens. Ceci est vrai en particulier pour les « pointes de vent », où les vitesses maxima enregistrées ne sont jamais que des valeurs moyennes prises sur un temps d'autant plus faible que l'anémomètre est plus sensible.

L'Observatoire de Genève, situé en pleine ville, n'a été doté que très récemment d'un anémomètre enregistreur d'ailleurs assez peu sensible. Pour ces raisons une statistique des vents mesurés à l'observatoire ne possède aucun intérêt scientifique véritable; tout au plus y notera-t-on la prépondérance des vents de secteur NNE imposée par la géographie de la région.

A titre indicatif cependant, nous reproduisons ici une statistique * des fréquences de *dd* et *ff* enregistrées sur 10 ans (1949-1958) à l'aéroport de Genève-Cointrin. *dd* est donnée en dizaines de degrés mesurés à partir du nord dans le sens des aiguilles d'une montre, $dd = 00$ signifie absence de vent et $d = 99$: vent faible et variable, la force *ff* est indiquée, selon l'usage, en nœuds.

$$1 \text{ nœud} = 0{,}5 \text{ m/s} = 1{,}8 \text{ km/h}$$

n désigne le nombre d'observations horaires effectuées en 10 ans.

On relève ici aussi la prédominance marquée des vents de NNE ($dd = 36, 01\text{-}05$) et l'on remarquera que les vents dépassant 50 à 60 km/h sont relativement rares.

dd	ff	n
00, 99	00	24.549
	01-03	56
	04-06	6

* Aimablement mise à disposition par M. S. Letestu.

dd	ff	n
36, 01-05	01-03	4.427
	04-06	5.285
	07-15	7.299
	16-27	2.775
	28 a. m.	419
06-11	01-03	1.904
	04-06	2.755
	07-15	2.832
	16-27	510
	28 a. m.	29
12-17	01-03	1.537
	04-06	1.355
	07-15	1.085
	16-27	59
	28 a. m.	1
18-23	01-03	2.567
	04-06	3.616
	07-15	8.687
	16-27	1.687
	28 a. m.	65
24-29	01-03	2.345
	04-06	2.304
	07-15	3.525
	16-27	713
	28 a. m.	26
30-35	01-03	2.196
	04-06	1.686
	07-15	1.137
	16-27	188
	28 a. m.	6

28 a.m. signifie 28 nœuds et au-delà.

3e partie. VALEURS MOYENNES

Toutes les moyennes ont été calculées sur l'ensemble des années d'observations. Toutefois pour la température, nous indiquons aussi des moyennes partielles, la période totale d'observation ayant été divisée en quatre tranches, ceci afin de mettre en évidence le réchauffement séculaire. Les moyennes annuelles concernent les années civiles.

Température

moyenne annuelle	sur 136 ans	(1826-1961)	9°, 78
moyenne des hivers	»	»	1°, 27
moyenne des printemps	»	»	9°, 39
moyenne des étés	»	»	18°, 35
moyenne des automnes	»	»	9°, 97

Moyenne annuelle par périodes :

1826-1875	(50 ans)	9°, 45
1876-1900	(25 ans)	9°, 53
1901-1930	(30 ans)	9°, 85
1931-1961	(31 ans)	10°, 46

Moyennes saisonnières par périodes :

hiver	1826-1875	0°, 86
	1876-1900	0°, 90
	1901-1930	1°, 72
	1931-1961	1°, 84
printemps	1826-1875	9°, 06
	1876-1900	9°, 05
	1901-1930	9°, 42
	1931-1961	10°, 17
été	1826-1875	18°, 16
	1876-1900	18°, 30
	1901-1930	18°, 04
	1931-1961	19°, 00
automne	1826-1875	9,° 69
	1876-1900	9°, 84
	1901-1930	9°, 85
	1931-1961	10°, 66

Moyennes mensuelles (1901-1961) :

Janvier	1°, 06	Juillet	19°, 55
Février	2°, 11	Août	18°, 76
Mars	5°, 84	Septembre	15°, 41
Avril	9°, 59	Octobre	10°, 08
Mai	14°, 04	Novembre	5°, 32
Juin	17°, 52	Décembre	2,° 22

Précipitations

a) *Hauteur en mm :*

moyenne annuelle	sur 136 ans	(1826-1961)	860,0 mm
moyenne des hivers	»	«	166,4 mm
moyenne des printemps	»	«	195,8 mm
moyenne des étés	»	«	250,7 mm
moyenne des automnes	»	«	259,5 mm

Etant donné les fluctuations considérables sur une durée de plus d'un siècle, nous n'avons pas jugé utile de donner des moyennes mensuelles.

b) *Durée en heures :*

moyenne annuelle	sur 101 ans	(1861-1961)	760,9 heures
moyenne des hivers	»	»	199,0 »
moyenne des printemps	»	»	198,4 »
moyenne des étés	»	»	155,0 »
moyenne des automnes	»	»	208,6 »

Pression atmosphérique

moyenne annuelle	sur 112 ans	(1850-1961)	726,96 mm de mercure
moyenne annuelle	sur 51 ans	(1850-1900)	726,77 mm
moyenne annuelle	sur 61 ans	(1901-1961)	727,11 mm

Durée d'insolation

moyenne annuelle	sur 53 ans	(1909-1961)	2041,4 heures

Humidité

moyenne annuelle	sur 113 ans	(1849-1961)	76 %

4e partie: QUELQUES VALEURS EXTRÊMES DE MÉTÉOROLOGIE ENREGISTRÉES À L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE DEPUIS 130 ANS ENVIRON

PRESSION ATMOSPHÉRIQUE (1836-1961)

Les observations partent de 1836 car antérieurement le baromètre n'était pas le même (autre emplacement, divisions en pouces français, etc.).

a) *Pression la plus basse*

enregistrée à l'observatoire:	*694,9 mm le 5 janvier*	*1919*
Valeurs voisines de ce minimum	695,9 mm le 7 mars	1917
	697,1 mm le 23 février	1935
	697,8 mm le 18 novembre	1916
	700,0 mm le 2 février	1912
	700,2 mm le 28 janvier	1937
	et le 26 décembre	1856

b) *Pression la plus haute*

enregistrée à l'observatoire:	*748,7 mm le 17 janvier*	*1882*
Valeurs voisines de ce maximum	747,3 mm le 15 février	1959
	746,6 mm le 29 janvier	1905
	746,5 mm les 23 et 24 déc.	1931
	et les 26 et 27 janv.	1932
	745,9 mm le 27 janvier	1854
	745,8 mm le 30 janvier	1896

c) *Maxima et minima absolus* (depuis 1915)

	Maximum	Minimum
Janvier	746,5 en 1932	694,9 en 1919
Février	747,3 en 1959	697,1 en 1935
Mars	743,2 en 1948	695,9 en 1917
Avril	740,0 en 1924	708,0 en 1926 et 1952
Mai	739,8 en 1920	708,3 en 1926
Juin	736,4 en 1919	713,2 en 1940
Juillet	736,6 en 1959	713,7 en 1927
Août	736,6 en 1940	715,6 en 1954
Septembre	738,5 en 1929	711,8 en 1952
Octobre	740,3 en 1919 et 1937	705,8 en 1959
Novembre	743,0 en 1930	697,8 en 1916
Décembre	746,5 en 1931	703,2 en 1958

TEMPÉRATURE (1826-1961)

a) *Température la plus haute*

enregistrée à l'observatoire:	*+ 38,3 le 28 juillet*	*1921*
Valeurs voisines de ce maximum:	+ 36,5 le 10 août	1921
	+ 36,4 le 29 juillet	1947
	et le 6 juillet	1870
	+ 36,2 le 30 juillet	1827
	+ 36,1 le 24 juillet	1911
	+ 36,0 le 4 août	1947
	+ 35,6 le 22 juillet	1945
	et le 12 août	1928

b) *Température la plus basse*

enregistrée à l'observatoire:	*– 25,3 le 15 janvier*	*1838*
Valeurs voisines de ce minimum:	– 23,3 le 21 décembre	1859
	– 21,8 le 26 décembre	1830
	– 20,6 le 13 janvier	1826
	– 19,8 le 31 janvier	1830
	– 18,9 le 14 décembre	1846
	– 18,7 le 25 janvier	1827
minimum de ce siècle	*– 18,3 le 14 février*	*1929*
	et le 10 février	*1956*
	– 17,8 le 10 janvier	1841
	– 17,2 le 27 décembre	1836
	– 16,7 le 1er février	1895
	– 16,0 le 31 décembre	1906

On remarquera le caractère plus froid du 19e siècle. Ceci apparaît nettement dans les tableaux suivants.

c) *Maxima et minima mensuels absolus:*

	Maximum	
	1826-1899	1900-1961
Janvier	20,7 en 1834	17,3 en 1920
Février	20,1 en 1899	20,6 en 1903
Mars	24,2 en 1897	22,9 en 1912
Avril	26,1 en 1865	27,5 en 1904
Mai	30,4 en 1847	32,0 en 1906
Juin	32,7 en 1837	35,7 en 1950

Maximum

	1826-1899	1900-1961
Juillet	*36,4 en 1870*	*38,3 en 1921*
Août	35,5 en 1827	36,5 en 1921
Septembre	31,1 en 1861	34,8 en 1906
Octobre	26,6 en 1843	26,0 en 1903 et 1921
Novembre	23,1 en 1895	23,2 en 1924
Décembre	19,7 en 1841	20,8 en 1910

Minimum

	1826-1899	1900-1961
Janvier	– *25,3 en 1838*	– 14,9 en 1907
Février	– 17,7 en 1830	– *18,3 en 1929 et 1956*
Mars	– 13,2 en 1853	– 11,4 en 1909
Avril	– 6,2 en 1832	– 4,5 en 1903
Mai	– 2,3 en 1836	– 1,7 en 1945
Juin	+ 2,0 en 1881	+ 3,8 en 1923

	1826-1899	1900-1961
Juillet	+ 3,9 en 1843	+ 5,3 en 1900 et 1922
Août	+ 3,1 en 1830	+ 4,8 en 1918
Septembre	– 1,9 en 1843	+ 1,2 en 1912
Octobre	– 6,6 en 1869	– 3,7 en 1905
Novembre	– 12,8 en 1851	– 8,5 en 1925
Décembre	– 23,3 en 1859	– 16,0 en 1906

d) *Moyennes annuelles extrêmes (année météorologique)*

Moyenne annuelle la plus basse : *8,27 en 1847*

Moyenne annuelle la plus haute : *11,48 en 1834*

Quelques valeurs basses: 8,28 en 1851; 8,29 en 1891; 8,35 en 1850

Quelques valeurs hautes: 11,18 en 1959; 11,23 en 1950; 11,31 en 1947; 11,42 en 1961

e) *Moyennes annuelles extrêmes* (*année civile ;* depuis 1896)

Moyenne annuelle la plus basse : *8,75 en 1896*

Moyenne annuelle la plus haute : *11,54 en 1961*

Quelques valeurs basses: 8,81 en 1917; 8,85 en 1909

Quelques valeurs hautes: 11,03 en 1945; 11,08 en 1943; 11,09 en 1949; 11,17 en 1959; 11,47 en 1947

f) *Moyennes mensuelles extrêmes :*

	Maximum	Minimum
Janvier	5,34 en 1936	– 6,13 en 1830
Février	5,89 en 1926	– 6,14 en 1956
Mars	9,44 en 1948	0,47 en 1853
Avril	12,79 en 1865	6,01 en 1849
Mai	17,80 en 1868	9,60 en 1879
Juin	20,47 en 1945	13,90 en 1871
Juillet	23,45 en 1952	15,88 en 1919
Août	22,73 en 1944	15,04 en 1844
Septembre	18,85 en 1961	10,40 en 1912
Octobre	12,37 en 1943	6,04 en 1905
Novembre	7,92 en 1895	0,29 en 1851
Décembre	6,98 en 1868	– 6,08 en 1879

g) *Hiver le plus froid*	*1829-1830*	*moyenne*	– 3,59
Valeurs voisines	1890-1891		– 2,94
	1879-1880		– 2,73
	1894-1895		– 2,29
	1837-1838		– 1,44
	1928-1929		– 1,36
Eté le plus chaud	*1952*	*moyenne*	*21,14*
Valeurs voisines	1947		20,93
	1950		20,67
	1928		20,35
	1945		20,30

PRÉCIPITATIONS (1826-1961)

a) *Hauteurs maxima et minima des précipitations observées par mois (mm)*

	Maximum	Minimum
Janvier	190,7 en 1948	0,0 en 1861
Février	150,5 en 1936	0,0 en 1959
Mars	189,3 en 1937	0,5 en 1884
Avril	243,6 en 1922	0,4 en 1938
Mai	297,8 en 1856	7,1 en 1833
Juin	194,8 en 1889	2,7 en 1837
Juillet	183,5 en 1930	1,8 en 1928
Août	250,1 en 1927	13,2 en 1861

	Maximum	Minimum
Septembre	241,0 en 1840	0,0 en 1854
Octobre	288,8 en 1896	0,5 en 1897
Novembre	265,1 en 1950	4,4 en 1924
Décembre	253,1 en 1841	3,0 en 1843

b) *Hauteurs maxima et minima des précipitations observées en 1 année*

1. *Année météorologique*

Minimum : 475,8 mm en 1921

Valeurs voisines de ce minimum

535,5 en 1832
541,4 en 1884
554,3 en 1837
561,6 en 1874
583,5 en 1906
583,2 en 1857

Maximum : 1318,2 mm en 1960

Valeurs voisines de ce maximum

1 227,5 en 1930
1 209,2 en 1917
1 196,4 en 1910
1 185,4 en 1923
1 166,9 en 1896
1 140,1 en 1922

2. *Année civile*

Minimum : 459,0 mm en 1921

Valeurs voisines de ce minimum

587,7 en 1906
608,1 en 1953

Maximum : 1 270,1 mm en 1922

Valeurs voisines de ce maximum

1 269,5 en 1960
1 207,3 en 1916
1 191,6 en 1896

c) *Quantités maxima de pluie tombée en 24 heures*

Valeurs dépassant 70 mm en 24 heures:

20	mai	1827	*162,0 mm*
	septembre	1839	85,4 mm
	septembre	1840	72,0 mm
21	décembre	1841	*176,5 mm* (neige et pluie)
3	juin	1848	82,5 mm
28	juin	1854	74,0 mm
19	octobre	1855	80,9 mm

29	mai	1856	80,7 mm
25	septembre	1863	82,6 mm
2	octobre	1888	79,8 mm
3	octobre	1888	97,6 mm
15	août	1928	71,2 mm
14	novembre	1940	71,5 mm (en 20 heures)
22	septembre	1943	79,8 mm (en 17 heures)
6	septembre	1946	71,0 mm (en 20 heures, orages)
11	novembre	1950	76,0 mm (en 12 heures)

Nombre d'heures de pluie (1861-1961)

Le nombre d'heures de pluie a été relevé à partir de 1861.

Maximum et minimum annuel

Année météorologique:	maximum	1 469 heures en 1940
	minimum	365 heures en 1906
Année civile:	maximum	1 477 heures en 1940
	minimum	360 heures en 1921

Maxima et minima mensuels

	Maximum	Minimum
Janvier	197 en 1936	0 en 1861
Février	198 en 1937	0 en 1959
Mars	242 en 1937	1 en 1884
Avril	176 en 1878	5 en 1893
Mai	161 en 1939	15 en 1871
Juin	126 en 1941	6 en 1906
Juillet	128 en 1936	2 en 1911
Août	146 en 1931	6 en 1861 et 1906
Septembre	179 en 1940	2 en 1895
Octobre	191 en 1889	1 en 1897
Novembre	227 en 1935	7 en 1897
Décembre	206 en 1942	12 en 1864

Nombre de jours de pluie (1826-1961)

Maximum et minimum annuel

Année météorologique:	maximum	193 jours en 1930
	minimum	88 jours en 1832
Année civile:	maximum	191 jours en 1910
	minimum	107 jours en 1949

Maxima et minima mensuels

	Maximum	Minimum
Janvier	24 en 1936	0 en 1861
Février	22 en 1937	0 en 1959
Mars	23 en 1876	1 en 1840 et 1884
Avril	23 en 1878 et 1922	3 en 1852, 1870, 1893 et 1955
Mai	24 en 1891	2 en 1833 et 1871
Juin	21 en 1933	2 en 1828 et 1837
Juillet	22 en 1910	2 en 1832 et 1911
Août	23 en 1931 et 1956	3 en 1861 et 1864
Septembre	24 en 1936	0 en 1854
Octobre	25 en 1939	2 en 1897
Novembre	24 en 1910	3 en 1904, 1920 et 1953
Décembre	23 en 1886, 1896 et 1934	1 en 1843 et 1851

NEIGE

a) *Hauteur maximum de la neige tombée en un mois*

Janvier	59 cm en 1922
Février	109 cm en 1895
Mars	48 cm en 1887
Avril	10 cm en 1919
Novembre	33 cm en 1952
Décembre	82 cm en 1878

A noter: en octobre 1859, 9 cm et en octobre 1941, 10 cm.

b) *Hauteurs maxima et minima de la neige tombée en une période hivernale (novembre à mars)*

Maximum	*172 cm en 1894-95*
Valeurs voisines	167 cm en 1916-17
	113 cm en 1878-79
	112 cm en 1946-47
Minimum	*5 cm en 1865-66*
Valeurs voisines	6 cm en 1858-59
	7 cm en 1881-82
	8 cm en 1863-64 et 1945-46

c) *Hauteurs maxima et minima de la neige tombée en une année civile*

Maximum	*167 cm en 1895*
Valeurs voisines	135 cm en 1947
	131 cm en 1916
	112 cm en 1917
Minimum	*1 cm en 1861 et 1880*
Valeurs voisines	2 cm en 1934
	4 cm en 1936
	5 cm en 1866

INSOLATION (1909-1961)

Observations au nouvel héliographe installé en janvier 1909.

a) *Durées maxima et minima enregistrées par mois (en heures)*

	Maximum	Minimum
Janvier	89,8 en 1921	12,4 en 1955
Février	172,6 en 1949	47,8 en 1942
Mars	291,5 en 1938	77,3 en 1916
Avril	324,1 en 1938	94,4 en 1922
Mai	326,3 en 1909	160,6 en 1930
Juin	341,6 en 1925	191,0 en 1953
Juillet	388,5 en 1911	193,7 en 1932
Août	347,1 en 1911	181,9 en 1956
Septembre	270,4 en 1926	145,3 en 1937
Octobre	219,2 en 1921	64,0 en 1920
Novembre	108,2 en 1954	22,6 en 1958
Décembre	108,2 en 1941	4,3 en 1932

b) *Durées maxima et minima enregistrées en une année météorologique*

Maximum	*2.416,8*	*heures*	*en 1921*
Valeurs voisines	2.332,1	»	en 1945
	2 285,6	»	en 1911
	2.280,4	»	en 1938
Minimum	*1.750,1*	*heures*	*en 1939*
Valeurs voisines	1.783,0	»	en 1951
	1 806,9	»	en 1958
	1.831,9	»	en 1914

c) *Durées maxima et minima enregistrées en une année civile*

Maximum	*2.461,5*	*heures*	*en 1921*
Valeurs voisines	2.329,8	»	en 1945
	2.295,0	»	en 1929
	2.279,8	»	en 1934
Minimum	*1.758,3*	*heures*	*en 1939*
Valeurs voisines	1.777,8	»	en 1932
	1.802,9	»	en 1958
	1.808,4	»	en 1951

5e partie. PÉRIODICITÉS ET CYCLES CLIMATIQUES

1. Remarques générales

Les mesures effectuées à Genève, pratiquement à la même station, remontent à plus d'un siècle; nous disposons en effet de 135 moyennes annuelles consécutives pour la température et la pluie, de 112 moyennes de pression atmosphérique ce qui constitue, parallèlement aux mesures de Bâle, une des plus longues séries de ce genre en Suisse.

Toutefois cet intervalle de 4/3 de siècle n'est pas suffisant pour tenter, à partir d'éventuelles périodicités, une prévision quant à l'évolution du climat à longue échéance; il faudrait dans ce but pouvoir s'assurer d'observations faites simultanément en diverses stations, durant plusieurs siècles et encore le caractère généralement non constant des périodes rendrait-il la prévision malaisée.

D'autre part, on a pu mettre en évidence un certain nombre de « cycles climatiques » ou variations quasipériodiques des moyennes annuelles de température, pression atmosphérique, quantité de pluie tombée, etc. Ces variations, observées en plusieurs stations et parmi lesquelles figure le cycle solaire, ont des périodes moyennes de l'ordre de une ou deux dizaines d'années; elles ont donc pu se manifester plus d'une fois avec netteté en 135 ans.

Citons parmi les cycles connus le cycle de Bruckner dont la période est à situer vers 35 ans [1], le cycle de 16 ans [2] dont on a mis aussi en évidence l'harmonique de 8 ans [3], le cycle solaire de 11 ans en moyenne ainsi que le demi-cycle de 5,5 ans [3].

Nous avons recherché la présence de ces divers cycles parmi les moyennes relevées à l'Observatoire de Genève, notamment celles de température et de pluie tombée.

2. Analyse des périodicités

Une première tentative consistait à faire intervenir la méthode d'analyse des périodicités [4] où l'on suppose implicitement que la suite des moyennes enregistrées au cours du temps est représentable par une superposition de composantes harmoniques simples de périodes fixes. Pour dégager de cette suite une composante particulière de période T donnée à priori, un procédé sommatoire approprié permet de rendre négligeable les composantes de période différente de T (ou d'un multiple de T) si la composante de période T existe réellement.

Traitées par cette méthode, dont le point le plus discutable réside dans l'hypothèse de périodes constantes, les moyennes de température ont manifesté la présence des cycles de 8, 11, 16 ans et en outre d'un cycle inattendu de 13 ans qu'il a finalement été possible d'attribuer à un effet d'interférence entre les cycles de 11 et 16 ans renforçant l'importance respective de ces deux derniers cycles [5]. Une deuxième inves-

tigation a ensuite été effectuée sur la série des températures à l'aide de la méthode dite de stratoanalyse, laquelle offre la possibilité de déceler des composantes dont les périodes ne sont pas rigoureusement constantes.

3. Stratoanalyse

Représentons la suite des observations par une courbe continue oscillant autour d'une valeur fixe A_0 entre certaines limites, soit

$$y(t) = A_0 + f(t) \tag{1}$$

et considérons une valeur observée $y(t) = y_0$. De plus, nous noterons $y_{\pm k}$ les valeurs observées à des époques respectives $t \pm k\Delta t$ ($k = 1, 2, 3, ..., n$). Il s'agit maintenant de substituer à la suite

$$y_{-n} \cdots y_{-2}\, y_{-1}\, y_0\, y_1\, y_2 \cdots y_n$$

une nouvelle suite

$$\eta_{-n}, \cdots, \eta_{-2}, \eta_{-1}, \eta_0, \eta_1, \eta_2, \cdots, \eta_n$$

qui est censée contenir les mêmes périodicités que la précédente mais des amplitudes modifiées dans des rapports déterminés, certaines d'entre elles ayant été éventuellement rendues nulles ou négligeables [6]. A cet effet adoptons pour η_0 la combinaison linéaire

$$\eta_0 = 2a_0 y_0 + a_1(y_{-1} + y_1) + a_2(y_{-2} + y_2) + \ldots + a_n(y_{-n} + y_n) \tag{2}$$

à coefficients indéterminés $a_0, a_1, ..., a_n$
Si $f(t)$ se présente comme une superposition d'oscillations sinusoïdales

$$f(t) = \sum_{j=1}^{N} A_j \sin \frac{2\pi}{T_j}(t + \alpha_j) \tag{3}$$

alors $\eta_0 = \eta(t)$ s'écrira

$$\eta(t) = M_0 A_0 + \sum_{j=1}^{N} M_j A_j \sin \frac{2\pi}{T_j}(t + \alpha_j) \tag{4}$$

où

$$M_0 = 2 \sum_{k=0}^{n} a_k \quad \text{et} \quad M_j = 2 \sum_{k=0}^{n} a_k \cos \frac{2\pi}{T_j} k\Delta t$$

sont les « facteurs d'amplification » (Vercelli) des amplitudes A_j, A_0 ils dépendent des a_k; en donnant à T_j successivement les valeurs $2\Delta t$, $3\Delta t$, $4\Delta t$,... nous pouvons chercher à annuler n facteurs M_j en écrivant un système linéaire homogène d'ordre n qui déterminera les rapports a_k/a_0.

Suivant le choix des facteurs d'amplification qu'on veut rendre nuls, on sera conduit à divers schémas de calcul [6]. Par exemple, nous pouvons décider d'annuler les facteurs des n amplitudes relatives aux n périodes les plus faibles, ou plus simplement de rendre négligeables ces facteurs-là. Examinons dans ce but le cas où

$$2a_0 = a_1 = a_2 = \ldots = a_n = 1$$

l'expression η/M_0 qui, selon (4) a la même partie constante A_0 que la courbe initiale (1) se réduit ici à une moyenne arithmétique

$$\frac{\eta}{M_0} = \frac{1}{2n+1} \sum_{-n}^{+n} y_k \tag{5}$$

équivalente, dans la représentation continue donnée par (1) et (3) à la moyenne temporelle entre $t - n\Delta t$ et $t + n\Delta t$, soit

$$\bar{y}(t) = A_0 + \sum_j M_j^* A_j \sin \frac{2\pi}{T_j}(t + \alpha_j)$$

où le facteur d'amplification M_j^* a pour expression

$$M_j^* = \frac{\sin\left(4\pi n \dfrac{\Delta t}{T_j}\right)}{4\pi n \dfrac{\Delta t}{T_j}} \tag{6}$$

laquelle s'annule pour

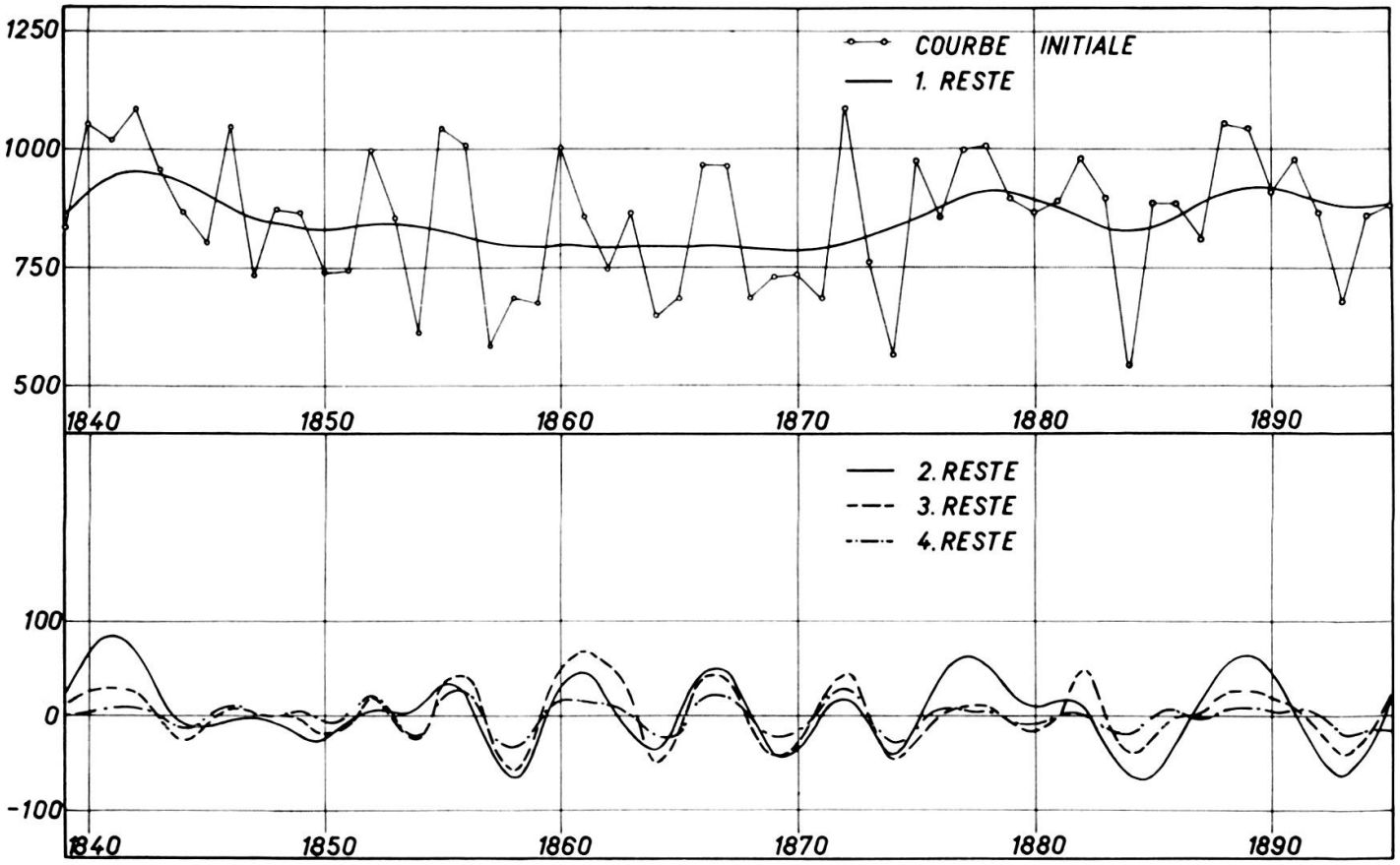
$$T_j = 4 \frac{n}{m} \Delta t$$

où m est un entier positif quelconque. De toute façon, M_j^* devient négligeable lorsque T_j tend vers zéro; c'est ce qui résulte de (6) obtenue pour la forme particulière (3) de $f(t)$ mais plus généralement on peut toujours représenter une courbe continue au voisinage d'un de ses points par une série trigonométrique à amplitudes éventuellement variables monotones.

La méthode que l'on dégagera des considérations précédentes consistera à substituer à une valeur donnée y la valeur moyenne $\bar{y}$ des $2n + 1$ observations dont y est la centrale; en répétant cette substitution plusieurs fois, on transforme la courbe initiale (1) en une autre d'où les composantes de faible période ont été éliminées et qui sera le premier reste R_1. Soustrayant R_1 de la courbe initiale C nous parvenons au premier strate S_1; symboliquement $S_1 = C - R_1$.

Procédant de même sur S_1 nous obtiendrons un deuxième reste R_2 puis un deuxième strate $S_2 = S_1 - R_2$ et ainsi de suite.

La succession des strates nous dévoilera, par ordre de période décroissante, les cycles que renfermait la courbe C.



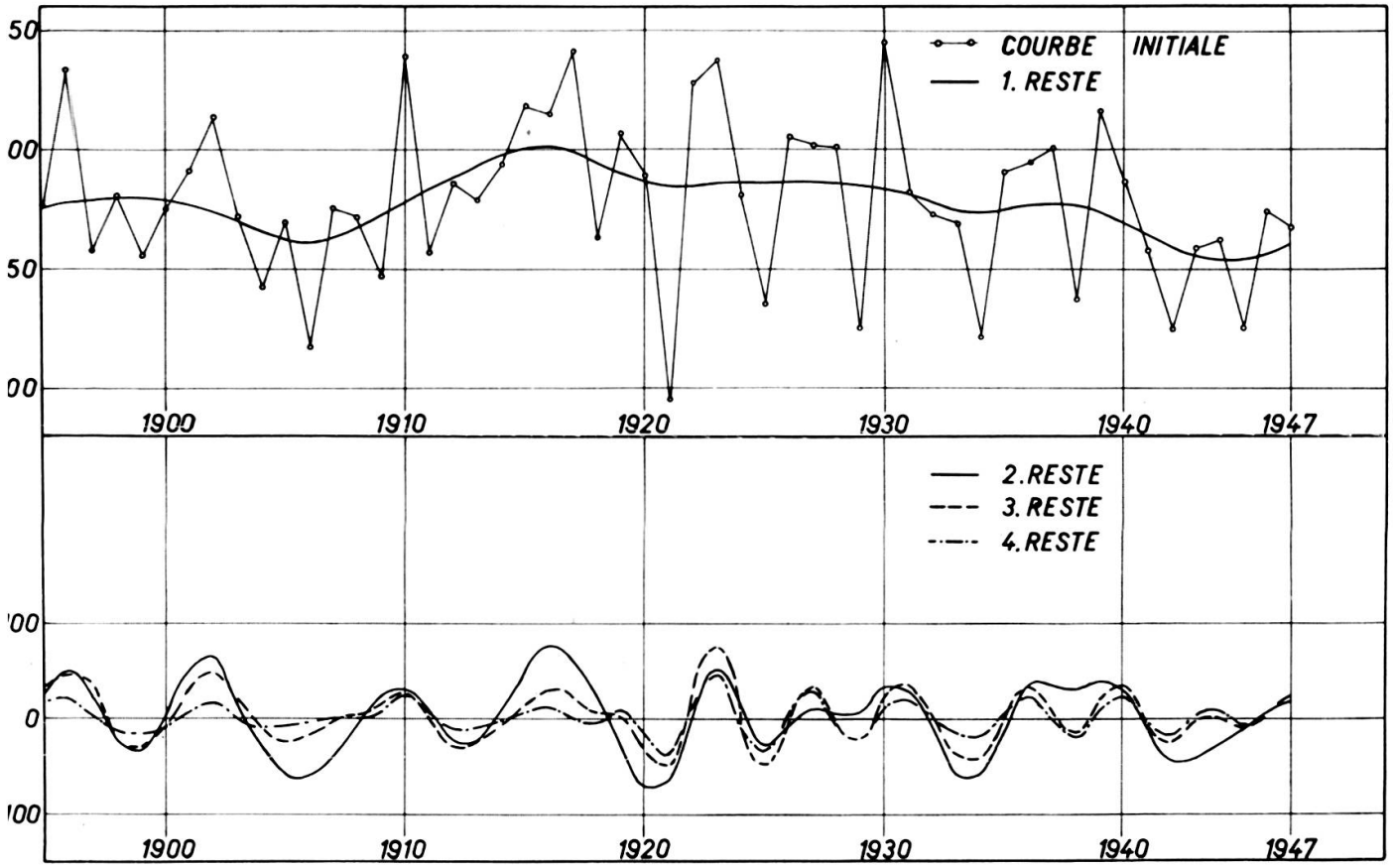
4. Application aux moyennes de Genève

Nous avons effectué deux stratoanalyses sur les moyennes de l'Observatoire de Genève; l'une relative aux températures 5 et l'autre aux quantités de pluie tombée chaque année de 1826 à 1960. L'allure des deux analyses est très similaire et nous donnons ici les résultats concernant la pluie, calculés par Mlle Y. Peccoux (v. fig.).

Nous remarquons d'abord que le premier reste trahit à plusieurs reprises la présence d'un cycle de 36 ans (parfois un peu plus) notamment entre les maxima de 1842 et 1878, de 1890 et 1926 et entre les minima de 1870 et 1906, de 1906 et 1944. Il ne peut s'agir du cycle de Bruckner, que la stratoanalyse des températures situait généralement vers 33-35 ans.

En outre les maxima de 1878, 1889, 1899 laissent déjà percevoir le cycle solaire qui domine, avec son premier harmonique de 5,5 ans, l'allure du deuxième reste avant 1900 surtout; après 1900 la concurrence du cycle de 8 ans altère un peu l'aspect du cycle solaire. Les 3e et 4e restes continuent à révéler nettement le demi-cycle et parfois aussi des harmoniques de 4 et 2,5 ans dont la signification physique n'est d'ailleurs pas certaine.

En conclusion, ces quelques investigations ont permis de mettre en évidence l'influence, sur le climat local, de la plupart des cycles connus; le cycle de 32-36 ans (Bruckner) dont le cycle de 16 ans (Wagner) est peut-être le premier harmonique et qui



apparaît mieux ici sur les températures que sur la pluie; par contre l'harmonique suivant (8 ans, Polli) se dégage bien, ainsi parfois que celui de 4 ans; enfin le cycle solaire de 11 ans en moyenne et son premier harmonique (5,5 ans) ressortent nettement des résultats obtenus.

Observatoire cantonal,
Genève.

BIBLIOGRAPHIE de la 5e partie

1. BRUCKNER, E. *Arch. Sc. phys. et nat.* XX, 219, Genève (1888).
2. WAGNER, A. Sitzber. Ak. Wiss. Wien, *Math. Nat. Kl.* 133 (1924).
3. POLLI, S. *Pub. istit. sperim. talassogr.* Trieste nos 250 (1950), 324 (1955).
4. BOUVIER, P. *Pub. Obs. Genève*, série M no 34 (1960).
5. —— *Pub. Obs. Genève*, série M no 35 (1961).
6. VERCELLI, F. *Tecnica ital.*, nuova serie anno IX, no 2 Trieste (1954).
7. STREIFF, A. *Monthly Weather Rev.*, vol. 54, no 7, 289, Washington (1926).

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 243

1re partie. *Aperçu historique* 243

Observations météorologiques antérieures à 1836 243
De 1836 à nos jours 255

2e partie. *Nature des mesures et conditions d'observation* 247

Station d'observation 247
Disposition des instruments et grandeurs mesurées. 247
Remarques sur le vent 248

3e partie. *Valeurs moyennes* 250

Température. 250
Précipitations 251
Pression atmosphérique 251
Durée d'insolation 251
Humidité 251

4e partie. *Quelques valeurs extrêmes de météorologie enregistrées à l'Observatoire depuis 130 ans environ* 252

Pression atmosphérique 252
Température. 253
Précipitations 255
Nombre d'heures de pluie 257
Nombre de jours de pluie 257
Neige 258
Insolation 259

5e partie. *Périodicités et cycles climatiques*. 261

Remarques générales 261
Analyse des périodicités 261
Stratoanalyse 262
Application aux moyennes de Genève 264
Bibliographie 265