

# Le marronnier de la treille : un indicateur de l'évolution du climat genevois depuis 175 ans

Autor(en): **Miege, Jacques / Wuest, Marie-Claude**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **36 (1983)**

Heft 1: **Archives des Sciences**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-740211>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# LE MARRONNIER DE LA TREILLE: UN INDICATEUR DE L'EVOLUTION DU CLIMAT GENEVOIS DEPUIS 175 ANS

PAR

**Jacques MIEGE<sup>1</sup> et Marie-Claude WUEST<sup>1</sup>**

---

## RÉSUMÉ

Les dates d'émergence du bourgeon d'un marronnier urbain ont été notées depuis 1808 jusqu'à nos jours et constituent une indication précieuse sur le climat genevois. Ces dates sont comparées avec les températures; d'autres facteurs augmentant la précocité du débourrement sont envisagés: urbanisation, dégagements de CO<sub>2</sub>, gaspillage d'énergie, multiplication des moyens de transport.

## ABSTRACT

Dates of sprouting of the first bud of a horse chestnut tree within the city have been recorded since 1808 till now. They constitute precious indications upon the Genevan climate. These data are compared with temperature records; other factors which can accelerate sprouting are discussed: city development, CO<sub>2</sub> discharge, energy wastage, motor vehicle multiplication.

Depuis 1808 une coutume genevoise veut que la date de l'éclosion du premier bourgeon végétatif d'un des marronniers de la Promenade de la Treille soit notée scrupuleusement. Les genevois sont très attachés à cette charmante coutume. Le déploiement de la première feuille, c'est l'annonce des beaux jours printaniers après l'hiver froid et rude, morose et brumeux. Les premiers relevés ont été effectués par Rigaud-Martin qui les poursuivit jusqu'en 1831. Dès 1818, le Sautier de la République eut pour mission, parmi ses nombreuses autres charges, d'observer attentivement le débourrement du marronnier.

---

<sup>1</sup> Institut de botanique systématique et de biogéographie, 1, Ch. de l'Impératrice, 1292 Chambésy.

De marronnier en marronnier, de sautier en sautier, la tradition s'est perpétuée; elle demeure de nos jours encore bien vivante et chaque année les journaux relèvent fidèlement l'événement. Nous disposons ainsi d'une suite d'observations qui couvrent 175 années.



FIG. 1. — Bourgeon de marronnier en éclosion.

En 1967, nous avons dépouillé (Miège et Hainard) la planchette de bois recouverte de parchemin précieusement conservée au Conseil d'Etat sur laquelle sont consignées les données recueillies au cours de cette longue période. Nous les reportons dans le tableau I; nous y avons ajouté les nombres de jours écoulés entre le 1<sup>er</sup> janvier et les dates de bourgeonnement et y avons adjoint les observations nouvelles effectuées depuis lors, soit quinze années supplémentaires.

Les renseignements réunis ne concernent malheureusement pas les mêmes arbres. Il semble que Rigaud-Martin ait surveillé toujours le même individu de 1808

à 1831 (24 ans). Entre 1818 et 1831, nous avons l'avantage de posséder une double information puisque deux arbres ont été simultanément observés. Elle permet d'apprécier le comportement de deux marronniers différents. Quelques écarts se remarquent mais généralement ils sont minimes et souvent l'ouverture a lieu le même jour. Si l'on



FIG. 2. — Déploiement des premières feuilles d'un bourgeon de marronnier.

peut tirer une déduction valable de seulement deux séries de relevés, il apparaît que les conditions de l'environnement ont, dans le cas présent, une action plus notable que le facteur individuel.

Le premier arbre fonctionnaire a tenu, semble-t-il, son emploi de 1818 à 1905. Il a été alors abattu et fut remplacé par un nouveau pied qui remplit son rôle jusqu'en 1928. Le marronnier actuel est en service depuis 1929. Il donne des inquiétudes; penchant de plus en plus, il a fallu l'étayer. Quatre arbres ont ainsi fonctionné depuis l'origine des observations: un a été suivi par un particulier, trois autres par les sautiers successifs.

Années	Observations de		Nombre de jours écoulés depuis le 1 <sup>er</sup> janvier *		Années	Date d'apparition, observation du sautier	Nombre de jours écoulés depuis le 1 <sup>er</sup> janvier	Années	Date d'apparition, observation du sautier	Nombre de jours écoulés depuis le 1 <sup>er</sup> janvier
	Rigaud Martin (1)	des sautiers (2)	d'après (1)	d'après (2)						
1808	15 avril		106		1863	4 avril	94	1916	27 mars	87
9	28 mars		87		64	2 »	93	17	15 avril	106
10	29 »		88		65	11 »	101			
11	26 »		85		66	31 mars	90	1918	24 mars	83
12	13 avril		104		1867	24 »	83	19	23 »	82
13	8 »		98					20	27 »	87
14	8 »		98		1868	3 avril	94	21	16 »	75
15	24 mars		83		69	8 »	98	22	16 »	75
16	22 avril		113		70	10 »	100	23	24 »	83
1817	7 »		97		71	27 mars	86	24	28 »	88
1818	8 »	16 mars	98	75	72	28 »	88	25	30 »	89
19	1 »	1 avril	91	91	73	27 »	86	26	7 »	66
20	5 »	6 »	95	97	74	31 »	90	27	21 »	80
21	10 »	10 »	100	100	75	4 avril	94			
22	22 mars	17 mars	81	76	76	28 mars	88	1928	17 mars	77
23	3 avril	4 avril	93	94	77	31 »	90	29	29 »	88
24	21 »	20 »	112	111				30	26 »	85
25	6 »	6 »	96	96	1878	5 avril	95	31	25 »	84
26	29 mars	29 mars	88	88	79	28 mars	87	32	26 »	86
1827	7 avril	9 avril	97	99	80	20 »	80	33	20 »	79
1828	31 mars	4 »	91	95	81	19 »	78	34	23 »	82
29	4 avril	6 »	94	96	82	15 »	74	35	23 »	82
30	28 mars	29 mars	87	88	83	3 avril	93	36	17 »	77
31	26 mars	31 mars	85	90	84	17 mars	77	37	27 février	58
32	4 avril	4 avril	95	95	85	20 »	79	1938	15 mars	74
33	10 »	10 »	100	100	86	29 »	88	39	16 »	75
34	13 mars		72	72	87	12 avril	102	40	20 »	80
35	7 avril		97	97	1888	15 mars	75	41	19 »	78
36	26 mars		86	86	89	12 »	71	42	20 »	79
1837	20 avril		110	110	90	30 »	89	43	20 »	63
1838	8 avril		98	98	91	15 avril	105	44	20 »	80
39	6 »		96	96	92	3 »	94	45	11 »	70
40	14 »		105	105	93	27 mars	86	46	14 »	73
41	25 mars		84	84	94	1 avril	91	47	18 »	77
42	11 avril		101	101	95	9 »	99	1948	9 mars	69
43	25 mars		84	84	96	22 mars	82	49	18 »	77
44	3 avril		94	94	97	22 »	81	50	10 »	69
45	9 »		99	99				51	17 »	76
46	24 mars		83	83	1898	6 avril	96	52	20 »	80
1847	3 avril		93	93	99	28 mars	87	53	19 »	78
1848	1 avril		92	92	1900	16 avril	107	54	11 »	70
49	7 »		97	97	01	9 »	99	55	25 »	84
50	10 »		100	100	02	2 »	92	56	28 »	88
51	7 »		97	97	03	26 mars	85	57	1 »	60
52	7 »		98	98	04	6 avril	97			
53	18 »		108	108	05	31 mars	90	1958	18 février	49
54	3 »		93	93	06	19 »	78	59	28 »	59
55	12 »		102	102	07	3 avril	93	60	2 mars	62
56	26 mars		86	86	1908	2 avril	93	61	20 février	51
1857	3 avril		93	93	09	4 »	94	62	10 mars	69
1858	5 avril		95	95	10	15 mars	74	63	19 »	78
59	18 mars		77	77	11	21 »	80	64	28 février	59
60	6 avril		97	97	12	6 avril	97	65	18 mars	77
61	30 mars		89	89	13	13 mars	72	66	21 février	52
62	28 »		87	87	14	18 »	77	67	23 »	54
					15	25 »	84			

TABLEAU I

*Dates d'apparition du bourgeon et nombres de jours écoulés depuis le 1<sup>er</sup> janvier, de 1808 à 1967 (tableau repris de Miège et Hainard, 1967).*

Années	Date d'apparition, observation du sautier	Nombre de jours écoulés depuis le 1 <sup>er</sup> janvier
1968	4 mars	64
1969	3 mars	62
1970	21 mars	80
1971	21 mars	80
1972	24 février	55
1973	16 mars	75
1974	14 février	45
1975	31 janvier	31
1976	2 mars	62
1977	18 février	49
1978	1 mars	60
1979	22 février	53
1980	21 février	52
1981	9 mars	68
1982	10 janvier	10

TABLEAU I bis

*Dates d'apparition du bourgeon et nombres de jours écoulés depuis le 1<sup>er</sup> janvier, de 1968 à 1982.*

Si nous envisageons l'ensemble des données rassemblées en 175 ans nous relevons (tableau II):

- 62 éclosions en avril (57 au cours de la 1<sup>re</sup> quinzaine, 5 dans la deuxième),
- 99 en mars dont 21 dans la 1<sup>re</sup> quinzaine et 78 dans la 2<sup>e</sup>,
- 12 en février avec respectivement 1 dans les deux premières semaines et 11 dans les deux semaines suivantes,
- 2 dans le courant du mois de janvier.

Les épanouissements les plus tardifs ont eu lieu au début du siècle dernier soit le 22 avril 1816 (Rigaud-Martin, 113 jours après le 1<sup>er</sup> janvier), les 20 et 21 avril 1824 (Rigaud-Martin et sautier) donc respectivement 111 et 112 jours après le commencement de l'année civile. Les plus précoces sont aussi parmi les plus récents. Ils sont recensés les 10 janvier 1982 (10 jours), 31 janvier 1975 (31 jours), 14 février 1974 (45 jours), 18 février 1977 et 1958 (49 jours). 102 jours séparent donc les sorties les plus hâtives des plus reculées, ce qui est considérable et représente une différence de plus de trois mois.

Le tableau II indique les quinzaines d'apparition du bourgeon par décennie et le tableau III récapitule les moyennes décennales du temps écoulé entre le 1<sup>er</sup> janvier et la date d'apparition du premier bourgeon végétatif.

La lecture de ce tableau est suggestive. En effet, au cours des années antérieures à 1834 aucun bourgeonnement n'est signalé avant le 15 mars. Exceptionnellement, en 1834, le débourrement est plus hâtif (13 mars). Il faudra attendre cependant 1926 pour que le phénomène ait lieu en deçà du seuil du 15 mars (7 mars). La décennie

Quinzaines Décennies	1-15 janvier	16-31 janvier	1-15 février	16-28/29 février	1-15 mars	16-31 mars	1-15 avril	16-30 avril
1808-1817						4	5	1
1818-1827						2	7	1
1828-1837					1	3	5	1
1838-1847						3	7	
1848-1857						1	8	1
1858-1867						5	5	
1868-1877						6	4	
1878-1887					1	6	3	
1888-1897					2	4	4	
1898-1907						4	5	1
1908-1917					2	4	4	
1918-1927					1	9		
1928-1937				1		9		
1938-1947					3	7		
1948-1957					4	6		
1958-1967				6	2	2		
1968-1977		1	1	2	3	3		
1978-1982 (5 ans)	1			2	2			
Sommes	1	1	1	11	21	78	57	5
%	0,6	0,6	0,6	6,3	12,0	44,6	32,5	2,8

TABLEAU II

*Répartition des dates d'apparition du bourgeon par quinzaines au cours des périodes décennales.*

1848-1857 a été en moyenne la plus tardive. Pourtant dès 1854 et à l'exception de l'année 1900 (16 avril) aucun débourrement n'a été postérieur au 15 avril.

A partir de 1918 plus aucune donnée ne sera reportée du mois d'avril, qu'il s'agisse de la première ou de la deuxième quinzaine. Cette tendance à une précocité de plus en plus avancée s'accroît. Pour la première fois, en 1937, le marronnier émet son bourgeon en février mais ce n'est, toutefois, que depuis 1958 que se multiplient les apparitions du bourgeon en février. 1975 voit l'éclosion jusqu'alors la plus extraordinairement hâtive puisqu'elle se manifeste en janvier. Cependant le record est battu en 1982.

Parmi les causes qui activent cette précocité nous pouvons penser que les facteurs climatiques ont un rôle prépondérant. Et, en effet, nous remarquons une corrélation



entre les deux séries de valeurs. La lecture des observations relevées depuis le début du siècle dernier fait ressortir qu'en moyenne les températures augmentent régulièrement, malgré les inévitables fluctuations annuelles, et l'influence de divers cycles climatiques.

Moyennes par tranches de 10 ans				Moyennes par tranches de 20 ans	
Années	Moyennes	Années	Moyennes	Années	Moyennes
1808-1817 (Rigaud)	95,9 j.	1878-1887	85,3 j.	1808-1827 (Rigaud)	95,5 j.
1818-1827 (Rigaud)	95,1 j.	1888-1897	87,3 j.	1828-1847	93,3 j.
1818-1827 (Sautier)	92,7 j.	1898-1907	92,4 j.	1848-1867	93,5 j.
1828-1831 (Rigaud)	89,3 j.	1908-1917	86,4 j.	1868-1887	88,4 j.
1828-1837	92,9 j.	1918-1927	80,8 j.	1888-1907	89,9 j.
1838-1847	93,7 j.	1928-1937	79,8 j.	1908-1927	83,6 j.
1848-1857	96,3 j.	1938-1947	74,9 j.	1928-1947	77,4 j.
1858-1867	90,6 j.	1948-1957	75,1 j.	1948-1967	68,1 j.
1868-1877	91,4 j.	1958-1967	61,0 j.	1968-1982	56,4 j.
		1968-1977	60,3 j.		
		1978-1982	48,6 j.		

TABLEAU III

*Nombres moyens de jours écoulés entre le 1<sup>er</sup> janvier et la date d'apparition du premier bourgeon végétatif.*

Bouvier et Ruche (1965) ont résumé et commenté les résultats de deux siècles de météorologie à l'Observatoire de Genève. Celui-ci construit en 1829-1830 était situé au centre de la Ville. Il a quitté cet emplacement en 1965. Nous disposons de ce fait d'une série de 136 ans d'observations effectuées en plein cœur de la ville. Les auteurs ont mis en évidence le réchauffement de l'atmosphère entre 1826 et 1961. Nous transcrivons dans le tableau ci-dessous quelques-uns des résultats concernant les températures moyennes:

Périodes	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Moyennes annuelles
1826-1875	0°86	9°06	18°16	9°69	9°45
1876-1900	0°90	9°05	18°30	9°84	9°53
1901-1930	1°72	9°42	18°04	9°85	9°85
1931-1961	1°84	10°17	19°00	10°65	10°46
Ecart entre 1826 et 1961	0°98	1°11	0°84	0°97	1°01

TABLEAU IV

*Températures moyennes saisonnières et annuelles.*



Les auteurs ont aussi examiné les valeurs extrêmes. Ils ont montré qu'en règle générale les maximums se placent au xx<sup>e</sup> siècle, les minimums, au contraire, au siècle dernier :

<i>Températures les plus élevées</i>	<i>Températures les plus basses</i>
+ 38°3 . . . . . 1921	- 25°3 . . . . . 1859
+ 36°4 . . . . . 1947	- 21°8 . . . . . 1830
+ 36°4 . . . . . 1870	- 20°6 . . . . . 1826
+ 36°2 . . . . . 1827	- 18°9 . . . . . 1846
+ 36°1 . . . . . 1911	- 18°7 . . . . . 1827
+ 35°6 . . . . . 1945	- 18°3 . . . . . 1929
+ 35°6 . . . . . 1928	- 18°3 . . . . . 1956
toutes postérieures à 1911 à l'exception de 1827 et 1870	toutes antérieures à 1859 en dehors de 1929 et 1956

Le caractère plus froid du xix<sup>e</sup> siècle ressort également de la comparaison des moyennes mensuelles extrêmes. Les cinq hivers les plus froids l'ont été avant 1895, les cinq étés les plus chauds après 1928:

<i>Hivers les plus froids</i>	<i>Etés les plus chauds</i>
1829-1830 . . . . . - 3°59	1952 . . . . . 21°14
1890-1891 . . . . . - 2°94	1947 . . . . . 20°93
1879-1880 . . . . . - 2°73	1950 . . . . . 20°67
1894-1895 . . . . . - 2°29	1928 . . . . . 20°35
1837-1838 . . . . . - 1°44	1945 . . . . . 20°30

Les températures moyennes annuelles par tranches de dix ans depuis 1808 jusqu'à 1982 sont données dans le tableau suivant:

Années	Moyennes	Années	Moyennes	Années	Moyennes
1808-1817	9°17	1868-1877	9°96	1928-1937	10°26
1818-1827	9°89	1878-1887	9°61	1938-1947	10°30
1828-1837	9°72	1888-1897	9°38	1948-1957	10°38
1838-1847	9°23	1898-1907	9°82	1958-1967	10°53
1848-1857	9°05	1908-1917	9°61	1968-1977	9°36 *
1858-1867	9°89	1918-1927	10°08	1978-1982	9°17 *

Ecart entre les données extrêmes . . . . . 1°48

Ecart entre les années 1808-1817 et 1958-1967 . . . . . 1°36

Ecart entre les années 1808-1817 et 1968-1977 . . . . . 0°49

\* Dès 1962, les températures ont été mesurées à Cointrin

TABLEAU V

*Températures moyennes annuelles par tranches de dix ans.*

Pour compléter ces données nous indiquons également quelles sont les températures moyennes par tranches de 10 années, des mois de janvier à avril de 1808 à 1982 (tableau VI):

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Total	Moyenne
1808-1817	-1°63	1°63	5°00	8°73	13°73	3°43
1818-1827	-0°55	1°92	5°31	10°09	16°77	4°19
1828-1837	-0°36	1°86	5°61	9°13	16°24	4°06
1838-1847	-0°38	0°66	4°53	8°74	13°55	3°39
1848-1857	0°25	1°71	3°66	8°68	14°30	3°58
1858-1867	0°61	1°99	4°99	10°28	17°87	4°47
1868-1877	0°70	2°32	4°88	9°78	17°68	4°42
1878-1887	-0°51	2°60	5°56	9°20	16°85	4°21
1888-1897	-1°29	0°60	5°24	9°39	13°94	3°49
1898-1907	1°08	1°68	4°91	9°45	17°12	4°28
1908-1917	0°45	1°94	5°23	8°81	16°43	4°11
1918-1927	1°87	2°77	5°82	9°11	19°57	4°89
1928-1937	1°45	1°85	5°48	9°34	18°12	4°53
1938-1947	0°03	2°09	6°18	10°61	18°91	4°73
1948-1957	1°54	1°78	6°51	9°94	19°77	4°94
1958-1967	1°06	3°21	5°75	9°90	19°92	4°98
1968-1977	1°07	2°76	4°77	8°47	17°07	4°27
1978-1982	0°00	2°42	6°15	8°15	16°72	4°18
Ecart entre les valeurs extrêmes:						
	3°50	2°77	2°85	3°25		1°59
Ecart entre les années 1808-1817 et 1958-1967:						
	2°69	1°58	0°75	1°17		1°55
Ecart entre les années 1808-1817 et 1978-1982:						
	1°86	1°74	0°57	-1°37		0°70

TABLEAU VI

*Températures moyennes mensuelles par tranches de dix ans.*

La comparaison des températures le long des années laisse apparaître une progression des températures, donc un réchauffement de l'atmosphère qui atteint 1°36 entre les décennies 1808-17 et 1958-67. Les écarts observés sont encore plus accusés si nous retenons les valeurs relevées durant les mois d'hiver et du début du printemps.

Toutefois un fléchissement se constate pour les époques les plus récentes. Ce renversement de tendance peut surprendre. En fait, ceci tient à ce que les observations météorologiques n'ont pas été faites aux mêmes endroits au cours des années. Elles ont été effectuées jusqu'en novembre 1966 à l'Observatoire de Genève avant que celui-ci ne quitte son emplacement originel et ne soit transféré à Sauverny. Depuis 1962 les relevés météorologiques sont entrepris à l'aéroport de Cointrin. La situation des postes était très éloignée; l'Observatoire se trouvait au cœur de la cité, à relativement faible distance du marronnier cependant dans un quartier sans doute plus froid car moins abrité et moins bien exposé au midi que la promenade de la Treille. Il enregist-

trait néanmoins certainement plus fidèlement les conditions subies par le marronnier que le poste de Cointrin plus ouvert aux vents froids.

Pendant cinq années les observations ont été faites conjointement dans les deux emplacements. Elles permettent de juger des influences locales. Dans le tableau VII sont reportés mois par mois les résultats obtenus tant à l'Observatoire qu'à Cointrin.

Année et lieu d'observation	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Moyennes
1962 Observatoire	3°77	2°47	3°99	10°14	13°55	17°97	19°49	21°95	16°29	11°12	4°77	-	-
Aéroport	2°7	1°2	2°7	8°6	11°7	16°0	18°0	20°2	14°8	9°9	3°0	-1°2	8°97
Différence	1°07	1°27	1°29	1°54	1°85	1°97	1°49	1°75	1°49	1°22	1°77	-	-
1963 Observatoire	-2°47	-0°79	5°81	10°81	14°36	17°93	21°80	19°03	16°87	10°86	8°71	-0°41	9°52
Aéroport	-4°2	-2°7	4°0	9°8	12°6	15°9	19°5	16°3	14°5	8°8	7°4	-1°0	8°41
Différence	1°73	1°91	1°81	1°01	1°76	2°03	2°30	2°73	2°37	2°06	1°31	0°59	1°11
1964 Observatoire	-0°93	4°28	5°08	10°74	15°41	18°53	21°97	19°34	16°31	9°83	6°64	1°45	10°72
Aéroport	-1°6	3°1	4°4	9°7	14°5	17°6	20°8	17°9	15°0	8°8	5°8	0°5	9°70
Différence	0°67	1°18	0°68	1°04	0°91	0°93	1°17	1°44	1°31	1°03	0°84	0°95	1°02
1965 Observatoire	1°86	0°03	5°10°	8°57	13°58	17°70	18°64	17°71	13°10	10°79	6°17	4°59	9°88
Aéroport	0°5	-1°2	3°9	7°6	12°8	17°0	17°2	16°6	12°3	9°6	5°0	3°4	8°72
Différence	1°36	1°23	1°20	0°97	0°78	0°70	1°44	1°11	0°80	1°19	1°17	1°19	1°16
1966 Observatoire	0°80	6°61	5°40	10°75	14°63	18°98	18°52	18°18	17°11	13°07	-	-	-
Aéroport	-0°4	5°4	4°2	10°2	13°9	18°2	17°3	17°3	15°6	12°0	3°0	2°4	9°92
Différence	1°20	1°21	1°20	0°55	0°73	0°78	1°22	0°88	1°51	1°07	-	-	-
Moyennes:													
Observatoire	0°60	2°52	5°08	10°20	14°31	18°22	20°08	19°24	15°93	11°13	6°57	1°88	10°48
Aéroport	-0°60	1°16	3°84	9°18	13°10	16°94	18°56	17°66	14°44	9°82	5°30	0°97	9°20
Différence	1°20	1°36	1°24	1°02	1°21	1°28	1°52	1°58	1°49	1°31	1°27	0°91	1°28

TABLEAU VII

*Comparaison des températures moyennes mensuelles mesurées à l'Observatoire et à l'Aéroport.*

Les moyennes de l'aéroport ont été calculées sur cinq ans à l'exception de novembre où elles ont été établies sur les 4 années correspondantes de celles de l'Observatoire, et de décembre où elles ont été déterminées sur les 3 années durant lesquelles les observations existent aussi pour l'Observatoire de manière à ce que les comparaisons soient plus exactes.

Il ressort de ce tableau que quels que soient le mois et l'année considérés, les températures sont constamment plus élevées à l'Observatoire qu'à l'Aéroport. Les différences ne sont pas négligeables. Hors le mois de décembre toutes les moyennes mensuelles sont supérieures de 1°. Les écarts sont plus accentués durant les mois d'été (1°53) puis en hiver (1°27) et moins marqués à l'automne (1°16) et au printemps (1°17). La température moyenne annuelle est de 1°28 plus basse à l'Aéroport.

Si nous ajoutons cette valeur à celle exprimée pour la période 1968-1977 (température moyenne annuelle de 9°36) (voir tableau V) nous aurions une température de 10°64 c'est-à-dire la plus forte jusqu'ici repérée. Si nous opérions de même avec les moyennes des mois de janvier à avril (tableau VI) nous aboutirions pour les périodes 1968-1977 d'une part et 1978-1982 d'autre part à des températures de  $4°27 + 1°20 = 5°47$  et  $4°18 + 1°20 = 5°38$ . Si, dans les deux décennies précédentes, le cap des cinq degrés était frôlé, depuis il est largement dépassé.

Il faut d'autre part, tenir compte des cycles climatiques relevés par Bouvier et Ruche et qui font que sur un diagramme général montrant une courbe ascendante il peut y avoir des creux minimes et non persistants.

Les variations climatiques qui se manifestent d'un site à l'autre comme nous venons de le voir entre l'Aéroport et l'Ancien Observatoire montrent que la Ville crée son climat. L'examen des données du Laboratoire des Services Agricoles de Châtelaine appuie cette manière de voir. Entre Châtelaine et l'Aéroport les températures moyennes annuelles sont les suivantes:

Années	Châtelaine	Aéroport	Différence
1962	9°47	9°0	0°47
1963	9°40	8°4	1°00
1964	10°46	9°7	0°76
1965	10°26	8°7	1°56
1966	10°10	9°9	0°20
1967	10°62	9°6	1°02
1968	9°18	9°3	-0°12
1969	8°59	9°0	-0°41
1970	9°24	9°2	0°04
1971	10°71	9°2	1°51
1972	9°46	9°1	0°36
1973	10°08	9°0	1°08
1974	10°60	9°7	0°90
Moyennes	9°86	9°22	0°64

TABLEAU VIII

*Comparaison des températures moyennes annuelles mesurées à Châtelaine et à Cointrin.*

Les différences de température entre Châtelaine et l'Observatoire sont plus réduites que les précédentes. En général, les températures sont plus hautes à l'Observatoire mais curieusement les différences s'amenuisent: 1960: 0°81, 1961: 0°56, 1963: 0°12, 1964: 0°00, 1965: -0°35, pour venir en faveur de Châtelaine. Des causes locales particulières sans doute, une urbanisation grandissante et une circulation plus intense, ont modifié le milieu en le protégeant davantage ou en intervenant d'autre façon. Mais la confrontation des deux séries d'observations fait ressortir qu'en moyenne sur la période 1962-1974 (13 ans) Châtelaine est plus chaud que Cointrin (0°64 de plus).

Il semble donc exister un gradient Ancien Observatoire-Châtelaine-Cointrin, modelé par l'influence plus ou moins prédominante de la ville qui en s'agrandissant touche actuellement davantage Châtelaine qu'autrefois.

La précocité de plus en plus marquée du débourrement du premier bourgeon du marronnier de la Treille semble résulter au moins en partie de l'augmentation de la température de l'atmosphère. Celle-ci est la conséquence de l'action d'un ensemble

complexe de facteurs dont il est difficile de déterminer ceux qui sont prépondérants. Certaines influences sont générales et paraissent provenir d'un réchauffement global, planétaire du climat, particulièrement sensible entre 1930 et 1960 (Biéler, 1976). D'autres sont plus locales et liées aux milieux urbains.

Les variations de température dépendraient de l'activité du soleil et de la circulation atmosphérique générale. Mais l'élévation de température serait aussi étroitement, mais non uniquement liée à l'accroissement de la teneur en CO<sub>2</sub> de la basse atmosphère. Le gaz carbonique modifie l'équilibre thermique du globe, car, transparent au rayonnement solaire qui peut ainsi réchauffer la surface de la Terre, il retient le rayonnement thermique (I.R.) agissant comme un écran à sens unique. Il s'ensuit un effet de serre et le réchauffement de l'atmosphère. Revelle (1982) indique que Keeling a montré que la concentration en gaz carbonique à Hawaï croissait à raison de 0,7 ppm par an en 1958 et que ce taux était passé actuellement à 1,4 ppm par an.

Ces augmentations du gaz carbonique atmosphérique sont principalement dues à l'homme qui depuis le début du siècle intervient de plus en plus puissamment comme facteur écologique susceptible de bouleverser le milieu, même au niveau du climat. Son influence est surtout grandissante depuis la fin de la première guerre mondiale, elle s'accroît encore depuis la seconde. La libération du CO<sub>2</sub> provient en grande partie de la combustion des carburants fossiles. Revelle, dans une récente revue de travaux sur ce sujet rapporte qu'avant le choc pétrolier de 1973 le taux d'accroissement de la consommation de charbon, pétrole et gaz naturel était supérieur à 4% par an; depuis, la consommation mondiale continue à s'accroître au rythme de 2,25% l'an. Cet auteur ajoute que 50% du CO<sub>2</sub> libéré par les activités humaines demeure dans l'atmosphère.

Examinons quelques-unes des étapes qui marquent l'histoire récente de Genève et les informations qui montrent une corrélation avec les modifications climatiques et l'évolution de la feuillaison du marronnier de la Treille (Fig. 3).

Comme nous l'avons indiqué, la décennie 1858-1867 marque un seuil à partir duquel les moyennes décennales de débourrement du bourgeon restent toujours en-dessous de 92,5 j. (premiers jours d'avril). Or, 1858 est l'année de l'ouverture des liaisons ferroviaires Lyon-Genève et Genève-Céligny. Avec l'installation de la voie ferrée, les industries se multiplient et la population genevoise croît d'une manière déjà sensible. En 1880, la population du canton dépasse les 100 000 âmes. En 1895, année de la création des Services Industriels, elle a augmenté de plus de 10%.

A la fin de la première guerre mondiale, de nouveaux modes de vie provoquent des changements considérables. L'agglomération urbaine s'étend. Si la croissance de Genève demeure encore raisonnable comparée à l'hypertrophie d'autres énormes métropoles, la population n'en est pas moins passée en moins de deux siècles de 22 000 habitants (1806) à près de 350 000 actuellement. Cette masse de population implique une multiplication des foyers domestiques et publics, une intensification des

combustions industrielles. D'autant que le confort et le niveau de vie augmentant, les consommations d'énergie par habitant s'intensifient.

Un autre indice de ce développement est fourni par la progression vertigineuse du parc de véhicules à moteur (3896 en 1944; 192 237 en 1982) et des aéronefs (10 418 mouvements d'avions en 1931 à la création de l'aérodrome; 131 216 en 1979). De plus, les premiers avions de dimensions réduites ont fait place à la génération actuelle des gros porteurs.

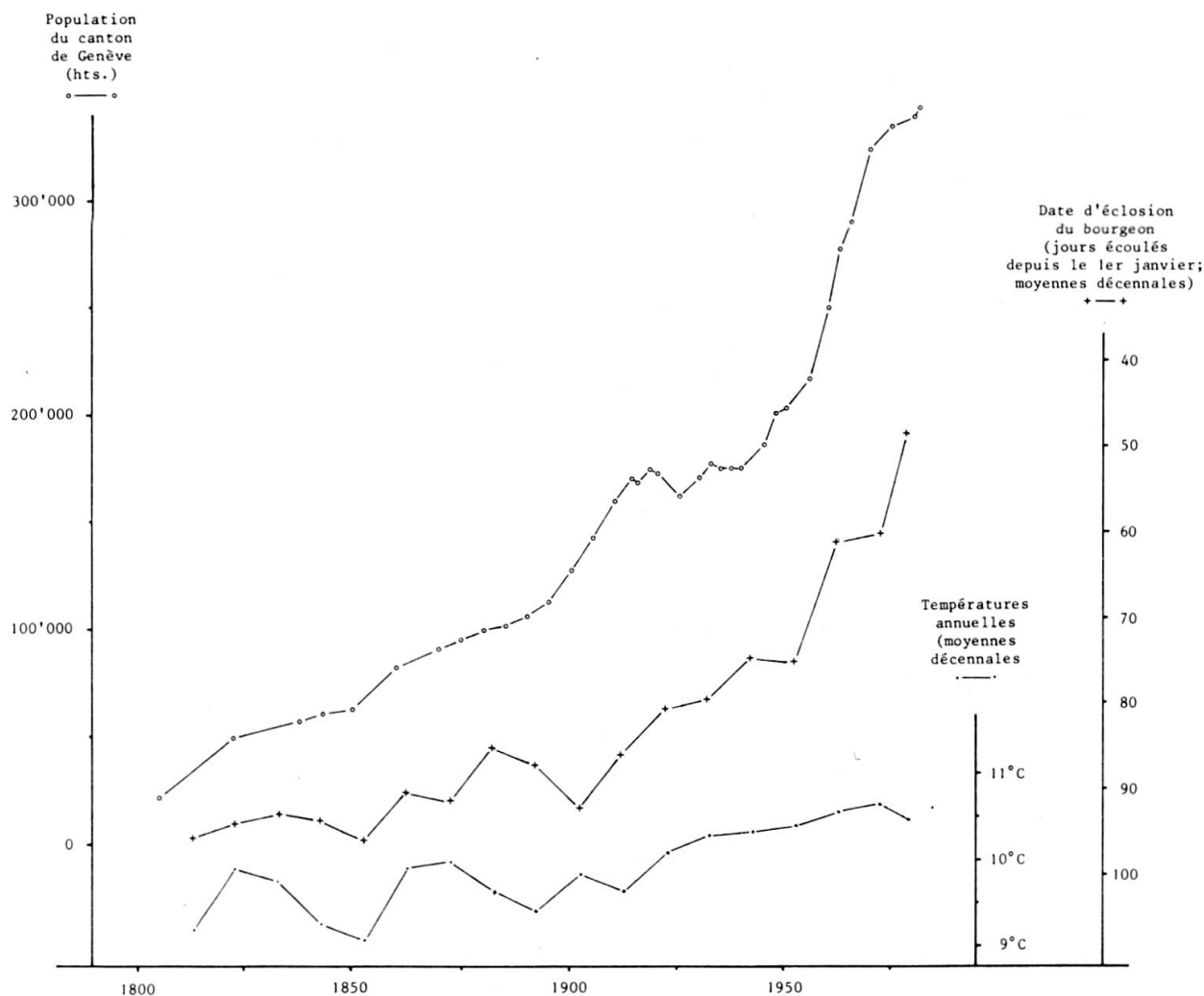


FIG. 3. — Evolution de la population, des températures moyennes annuelles et des dates d'éclosion du bourgeon de la Treille.

Tout cela représente une consommation énorme d'énergie, mais aussi un grand gaspillage et la décharge dans l'environnement d'une masse de calories inutilisées qui contribue elle aussi au réchauffement du milieu urbain. Les courbes d'industrialisation, de croissance démographique, du parc des véhicules et des mouvements d'avions suivent toutes une progression. Elles peuvent être prises en considération



parmi les éléments influençant la précocité du débourrement du marronnier de la Treille. D'autant plus que, malgré une augmentation régulière de la température, la progression de la date de débourrement du marronnier présente un palier à la fin des années 40 qui peut être mis en parallèle avec la période d'austérité de la guerre (stagnation de la population, restrictions économiques, suppression des automobiles privées, fermeture de l'aéroport).

## CONCLUSIONS

L'activité humaine a modifié plusieurs des variables qui interviennent sur le climat (albédo, ionosphère, CO<sub>2</sub>). De 1957 à 1977 la concentration du gaz carbonique a augmenté dans de fortes proportions jusqu'au pôle sud d'après les mesures effectuées par Keeling. Sous nos latitudes le taux de CO<sub>2</sub> a crû de plus de 15% depuis la révolution industrielle. La moitié du CO<sub>2</sub> produit demeure dans l'atmosphère; le reste est absorbé par les océans ou est enlevé par la photosynthèse. Mais les défrichements, la déforestation se poursuivent restreignant ces prélèvements par les plantes. Abelson estime qu'en l'an 2000 la concentration en CO<sub>2</sub> excèdera les niveaux préindustriels de 25%. Manabe et Wetheral ont calculé qu'un doublement du CO<sub>2</sub> conduirait à une augmentation globale de la température de 2,5° par suite d'un effet de serre.

Il faut ajouter à cette action celle provenant de l'émanation de divers gaz qui peuvent intervenir directement sur les végétaux en activant le démarrage de la végétation par la levée de dormance.

Le marronnier de la Treille ne peut à lui seul informer sur le rôle de chacune des causes multiples influençant le climat mais il joue comme un intégrateur local. Il confirme de toute manière un réchauffement régional du climat. Les fluctuations induites de l'éclosion du bourgeon végétatif du marronnier invitent à la considérer comme un signal (d'alarme ?) écologique, résultat de l'impérialisme humain sur notre environnement.

Nous remercions vivement les personnes qui nous ont fourni très aimablement des renseignements: M. P. Stoller, Sautier de la République et Canton de Genève qui a mis à notre disposition les derniers relevés concernant le marronnier de la Treille, M. P. d'Ersu qui nous a procuré les observations météorologiques enregistrées au Laboratoire de Techniques agricoles et horticoles, ainsi que les responsables des Services de l'Aéroport et des Automobiles.



## BIBLIOGRAPHIE

- ABELSON, P. H. 1977. Energy and climate. *Science* 197: 941.
- Annuaire statistiques du Service cantonal de Statistique de Genève. Département de l'Economie publique.
- BIELER, P. L. 1976. Etude paléoclimatique de la fin de la période quaternaire dans le bassin lémanique. *Arch. Sci. Genève* 29: 5-53.
- BOUVIER P. et J. RUCHE 1965. Deux siècles de météorologie à l'Observatoire de Genève. *Arch. Sci. Genève* 18: 244-266.
- LE ROY LADURIE, E. 1967. Histoire du climat depuis l'an mil. *Nouv. Bibl. Scientif.* Paris. Flammarion. 379 p.
- MANABE, S. et R. T. WETHERAL 1975. Effects of doubling CO<sub>2</sub> concentration on climate of a general circulation model. *J. Atmos. Sci.* 32: 3-15.
- MIÈGE, J. et P. HAINARD 1967. Un témoin genevois de l'évolution climatique récente. *Arch. Sci. Genève* 20: 109-121.
- REVELLE, R. 1982. Carbon dioxide and world climate. *Scientific American* 247 (2): 33-41.

