

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **10 (1868-1870)**

Heft 63

PDF erstellt am: **08.08.2024**

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.

NOTES


SUR LE

Problème de la variation du climat¹

PAR

M. L. DUFOUR

professeur de physique à l'Académie de Lausanne.



I. La question de la variation ou de la constance du climat a été souvent posée et déjà bien des fois débattue. — Les climats ont sûrement subi des changements considérables dans les longues périodes géologiques ; mais ont-ils varié depuis l'apparition de l'homme sur notre globe ?

Les découvertes récentes et fort nombreuses faites dans le domaine de l'archéologie, portent généralement à croire que l'homme a paru sur la terre à une époque plus reculée que celle qui a été admise jusqu'ici. Il est probable que les hommes dont les débris ont été trouvés dans les cavernes de diverses parties de la France, de la Belgique, de l'Allemagne ou dans les terrains profonds de la vallée de la Somme, ont été contemporains de l'époque glaciaire et vécu à une époque où des animaux (renne, mammoth, etc.) actuellement éteints ou relégués dans d'autres

¹ Ces Notes renferment, avec quelques additions, la substance de deux conférences publiques faites récemment à Lausanne et à Genève.

contrées habitaient l'Europe moyenne. Le climat qui régnait à cette époque reculée a fort bien pu être différent de ce qu'il est aujourd'hui ; mais à cet égard nos connaissances sont trop incertaines pour qu'elles puissent servir de base à des conclusions un peu précises.

Le problème du climat dans les temps historiques se restreint , pour le moment, à une période de temps qui ne s'étend pas jusqu'à l'origine de l'apparition de l'homme. Les documents ou les sources d'informations qui sont à notre portée remontent sans doute assez haut dans l'histoire proprement dite ; mais il n'atteignent, en somme, qu'à un passé peu considérable.

Les données *précises* sur ce sujet sont malheureusement très rares , incomplètes, et ne portent , dans tous les cas, que sur un temps fort rapproché du nôtre. Le thermomètre , on le sait , est d'invention assez récente , il remonte au commencement du 17^{me} siècle. Pendant longtemps, les thermomètres que l'on a construits et employés n'avaient rien de déterminé dans leur graduation , et c'est seulement dans le courant de la première moitié du siècle passé que leurs indications commencent à avoir quelque valeur et qu'elles peuvent être utilisées dans des comparaisons avec nos instruments modernes. — Combien de problèmes météorologiques seraient résolus ou tout au moins avancés, si nous possédions des observations thermométriques remontant à quelques siècles dans le passé!... L'invention et l'emploi du thermomètre par les anciens auraient été un profit inestimable pour la science. Un thermomètre qui remonterait à l'époque des pyramides et qui aurait été observé dès lors, compterait plus , dans l'histoire de l'humanité, que ces montagnes de pierres édifiées par l'orgueil des Pharaons !

Mais les récriminations sont ici pour le moins inutiles. Les problèmes sur la température de notre globe , sur son magnétisme , etc. , renferment , en germe , leur solution dans les observations innombrables qui s'accumulent aujourd'hui , et les générations futures disposeront d'une abondance de matériaux qui leur rendra faciles des discussions à peine abordables actuellement.

2. Les comparaisons thermométriques ne pouvant s'étendre qu'à une époque fort récente, le résultat qu'elles fournissent laisse généralement douteuse la question de savoir si les climats éprouvent des variations. Basé sur les données du thermomètre , on a soutenu également la thèse de la variabilité et celle de la non variabilité des climats. Qu'on me permette de rappeler à cet égard un ou deux faits.

Le thermomètre placé dans les caves de l'observatoire de Paris, à une profondeur où les variations annuelles ne se font plus sentir, n'a pas cessé de marquer sensiblement la même température, $11^{\circ},8$, depuis environ 90 ans². Or, si la température moyenne de l'air éprouvait, avec le temps, une variation continue, cette variation finirait par se faire sentir, même dans la couche profonde où les changements annuels ne sont plus appréciables. Il est vrai que si la variation était lente et très faible, elle se ferait sentir seulement après un assez long retard et dans une mesure minime à travers les couches profondes.

Un travail publié en 1816, dans les *Mémoires* de la Société royale de Londres, discutant des observations de température faites à diverses époques en Angleterre, conclut que le climat y est devenu plus rude. — D'une autre part, un météorologiste bien connu, M. Glaisher, résumant des observations anciennes d'environ un siècle et demi, est arrivé récemment³ à la conclusion que la température moyenne subit, en Angleterre, une faible augmentation.

Il trouve :	temp. moy.
de 1770 à 1800	$8^{\circ},72$
1800 à 1829	$9^{\circ},17$
1830 à 1860	$9^{\circ},44$

D'après M. Dove⁴, la température moyenne de Berlin, déduite de la période 1848-1865, se trouve être la même, à $0^{\circ},01$ près, que la température moyenne déduite de 137 années.

Suivant M. Loomis⁵, la température moyenne de New Haven, résultant des observations de 1778-1820, est $7^{\circ},60$. Cette même température moyenne, recherchée avec les observations de 1821-1865, est $7^{\circ},52$.

M. Dove fait observer que ces deux séries, de Berlin et de New Haven, sont les deux plus anciennes que nous possédions pour l'ancien et pour le nouveau monde, et les comparaisons qu'elles fournissent ne témoignent pas en faveur d'une variation du climat depuis un siècle ou un siècle et demi. Le savant météorologiste ajoute d'ailleurs, avec infiniment de raison, que divers éléments d'incertitude viennent empêcher la comparaison rigoureuse des

² *Œuvres d'Arago*, t. II, p. 641.

³ *Ann. scientifique*, de L. Figuier, 1865, p. 112.

⁴ *Nicht periodische Verænderungen der Verbreitung der Wærme auf der Erdoberflæche*, p. 106.

⁵ Cité par Dove, *loc. cit.*

observations thermométriques, lorsque ces observations sont un peu anciennes. Les instruments employés à diverses époques ne sont pas les mêmes ou n'ont pas été exactement contrôlés; leur installation n'a pas été toujours la même ainsi que les heures d'observations, etc. Il faudrait pouvoir comparer plusieurs séries d'observations, obtenues dans des lieux différents, disséminés sur un territoire un peu étendu. Si le climat éprouve une variation continue, on trouverait alors, en recherchant les écarts entre les moyennes annuelles et la moyenne générale, que ces écarts sont en plus grand nombre d'un certain signe (positif ou négatif) dans la première moitié de la période entière, puis en plus grand nombre du signe opposé, dans la seconde moitié de la période. Les comparaisons faites par M. Dove, pour un grand nombre de localités à la surface de la terre, et pour quatre périodes s'étendant de 1797 à 1834, ne paraissent point accuser une variation systématique du climat.

3. Dès que l'on veut étendre le présent problème aux époques antérieures au dix-huitième siècle, on est obligé d'avoir recours aux notions que nous fournissent les plantes et les animaux. La faune et la flore d'un pays dépendent de son climat, et une variation de la température moyenne entraîne également des variations dans le caractère de la faune et surtout de la flore. Sans doute, beaucoup de plantes vivent entre des limites fort étendues de température, d'humidité et de pression; mais d'autres, en revanche, sont très sensibles et elles souffrent ou disparaissent dès que les conditions s'écartent, même peu, d'une certaine moyenne qui leur convient.

C'est en partant de ce fait, que l'on s'est appuyé sur l'absence ou la présence de tels ou tels végétaux pour formuler des conclusions dans le problème de la variabilité du climat.

On connaît généralement la discussion à laquelle s'est livré, sur ce point, Arago⁶. Tenant compte, par exemple, du fait que la vigne et le dattier étaient autrefois déjà cultivés en Palestine, et le sont encore aujourd'hui, Arago conclut que le climat de cette contrée « n'a pas été altéré d'une manière appréciable depuis » 3300 ans » et que la température moyenne était alors, comme aujourd'hui, de 21 à 22°, à Jérusalem. En s'appuyant sur des considérations analogues, mais moins précises cependant, Arago pense que les climats de l'Égypte, de la Grèce, de Rome n'ont probablement pas changé non plus. — M. E. Biot⁷, en comparant, d'a-

⁶ *Sur l'état thermométrique du globe terrestre. Œuvres*, t. VIII.

⁷ *Recherches sur la température ancienne de la Chine*, 1841.

près d'anciens documents chinois, ce qui se pratiquait en Chine, dans une antiquité fort reculée, en fait de culture de plantes, d'éducation de vers à soie, etc., et ce qui se pratique aujourd'hui, conclut que le climat n'a pas dû changer d'une façon notable.

Pour ce qui concerne la France, divers auteurs sont arrivés à des conclusions opposées. Arago, se basant surtout sur l'ancienne culture de la vigne, croit que, dans quelques contrées, les étés sont devenus moins chauds; « . . . voilà, dit-il, ce me semble, de quoi » convaincre les plus incrédules qu'avec la suite des temps les étés » ont perdu, en France et en Angleterre, une partie notable de » leur chaleur. » Arago voit la cause de ce changement dans le déboisement, et il signale l'Amérique du Nord, où de vastes déboisements se pratiquent encore aujourd'hui, comme un exemple t une preuve de ce fait.

Mais on a opposé à cette assertion que la culture de la vigne, ainsi que celle d'autres plantes, dépend de divers facteurs parmi lesquels se trouve la facilité plus ou moins grande des communications, et les exigences des consommateurs. A une époque où les transports étaient fort difficiles, on pouvait cultiver la vigne là où les produits étaient médiocres et où la récolte manquait peut-être assez fréquemment. Les communications étant devenues plus faciles, on a préféré faire venir du midi le vin et l'huile, plutôt que de persister à cultiver la vigne ou l'olivier dans des conditions défavorables. Cette remarque s'applique à l'Angleterre comme à la France ⁸.

A propos de l'Angleterre, la conclusion d'Arago se trouve d'accord avec celle d'un mémoire, peu connu, de la fin du siècle dernier ⁹. L'auteur expose avec détail la situation de quelques cultures en Irlande, et les compare avec ce qu'elles étaient jadis. Il dit que, suivant l'opinion unanime des cultivateurs, le climat est devenu moins favorable vers la fin du dix-huitième siècle, et il attribue, entre autres, une grande part dans ce changement aux vents et tempêtes de l'Atlantique. Cette assertion, que le climat de l'Angleterre s'est détérioré, peut être d'accord avec le récent travail de M. Glaisher; car l'auteur du mémoire cité parle du dix-huitième siècle et, suivant M. Glaisher, c'est dans le dernier tiers de ce dix-huitième siècle et dans le siècle actuel que les données du thermomètre accuseraient un accroissement de la température.

⁸ Voir, sur ce sujet, l'article très intéressant de M. Martins, dans l'*Annuaire météorologique de France* pour 1850.

⁹ W. Hamilton dans les *Trans. de l'Ac. royale d'Irlande*, et une analyse dans la *Bibl. britann.*, an VII, t. XII.

Quant à l'Amérique du Nord, M. Thomassy¹⁰ soutient que, au commencement du siècle passé, la Louisiane avait des hivers presque aussi froids que la France. Depuis la destruction des grandes forêts, le climat s'est modifié dans le sens d'une amélioration; actuellement, l'oranger et même le bananier vivent en pleine terre.

4. Ces quelques considérations, et les faits que je viens de rappeler, montrent que le problème de la variation des climats dans les temps historiques ne peut point être considéré comme résolu. — L'histoire en mains, il n'est pas possible d'affirmer une *modification générale* des climats sur notre globe. D'une autre part, on ne saurait affirmer non plus leur constance absolue. Il a fort bien pu et il peut fort bien y avoir encore des changements locaux plus ou moins prononcés; mais la lenteur de ces variations et l'insuffisance de nos renseignements sur les temps passés ne nous permettent d'avoir, à cet égard, que des présomptions et non une certitude complète¹¹.



Qu'on me permette de limiter maintenant à la Suisse quelques considérations et quelques recherches relatives au problème du climat.

5. Les *documents thermométriques*, chez nous comme ailleurs, sont trop récents pour fournir quelque lumière dans le débat. Ils établiraient plutôt la stabilité du climat ou la conservation de la température moyenne; mais ces observations s'étendent sur une période trop courte pour avoir une grande portée, et un changement très lent pourrait être inaperçu dans les moyennes thermométriques dont nous disposons jusqu'ici.

Parmi les observations les plus anciennes, et en même temps les

¹⁰ *Arch. de la Bibl.^e univ.*, Avril 1861.

¹¹ La question du changement de climat est peut-être moins douteuse pour certaines régions du Nord, et des faits d'une grande valeur permettent de croire que le Groenland et la Sibérie ont joui autrefois d'une température plus douce.

Quant au Groenland on sait que, dans le dixième siècle déjà, les Européens y ont fondé des établissements. Il y avait là, dans les douzième et treizième siècles, une colonie prospère et plusieurs paroisses ecclésiastiques. Une série d'évêques s'y sont succédé jusqu'au commencement du quinzième

plus régulières que nous possédions, on doit citer surtout celles de Genève et celles de Bâle. Elles remontent au milieu du siècle passé.

A Genève, De Luc a laissé une série d'observations allant de 1768 à 1800. Le thermomètre était situé dans l'intérieur de la ville, au sixième étage d'une maison. Cet instrument, qu'il aurait été bien désirable de pouvoir comparer avec un thermomètre exact, n'a malheureusement pas été conservé. — Senebier a laissé des observations de 1782 à 1789. Plus tard, les observations furent faites dans l'ancien jardin botanique; les résultats en ont été publiés dans la *Bibliothèque britannique* de 1798 à 1821. On plaça ensuite les instruments dans le nouveau jardin botanique; mais depuis 1825, les observations sont faites à l'Observatoire astronomique; elles y ont été continuées et s'y continuent encore aujourd'hui avec une grande régularité.

Une série aussi longue présenterait un intérêt considérable si toutes les observations étaient comparables, soit quant à la nature des instruments employés, soit quant à leur installation. Il n'en est malheureusement pas ainsi, et lorsque M. Plantamour a voulu

siècle. Dans le courant du quatorzième siècle, les relations paraissent avoir cessé avec l'Europe et les établissements européens ont disparu de ces contrées. Actuellement, cette côte orientale du Grœnland a un climat des plus rudes; les glaces en empêchent le plus souvent l'accès et on ne concevrait plus aujourd'hui, dans ces parages inhospitaliers, des établissements prospères, habités toute l'année, et une organisation sociale semblable à celle qui y a existé entre le dixième et le quinzième siècle. Ce fait historique, dont l'authenticité est absolument certaine, est assurément une présomption en faveur de l'hypothèse d'une détérioration du climat.

Les restes de mammoth qui se rencontrent en si grande abondance en Sibérie s'expliquent difficilement si l'on repousse l'idée d'un changement de climat dans ces contrées, depuis l'époque où vivait ce gros pachyderme. On a trouvé des mammoths dans des conditions telles de conservation et de situation que l'hypothèse d'un transport à grande distance est peu probable. On ne possède guère que cinq à six exemplaires complets de ces animaux, découverts dans l'espace d'un siècle; mais leurs ossements et entre autres leurs dents (ivoire fossile) se rencontrent en abondance. D'anciens documents chinois parlent déjà du commerce de l'ivoire de Sibérie cinq siècles avant l'ère chrétienne, et mentionnent le mammoth comme existant encore. Les découvertes récentes des archéologues rendent très probable l'opinion que les habitants primitifs de l'Europe moyenne l'ont vu également. L'abondance de l'ivoire fossile qui entre dans le commerce (entre 1825 et 1831, environ 60 000 livres annuellement, provenant d'au moins 200 individus) prouve que le mammoth devait être très commun en Sibérie. Cet ivoire se trouve dans des régions où le climat actuel rend impossible la végétation qui devait être nécessaire à ce grand animal, et son existence dans le nord de l'Asie, à une époque qui n'est probablement pas très reculée, ne s'explique guère sans une modification du climat qui a dû autrefois permettre une plus grande extension des forêts dans le nord. — Voir, sur ce sujet, un mémoire fort intéressant dans *Petermann's Mitth.* 1866 et dans les *Archives des Sc. phys. et nat.*, décembre 1866.

discuter les matériaux nombreux qui étaient à sa disposition, pour rédiger son *Climat de Genève*, il a dû reconnaître l'impossibilité d'utiliser, avec assez de sécurité, les observations antérieures à 1826.

Malgré la grande difficulté du sujet, M. Gautier¹² a entrepris de déduire quelques résultats des observations du siècle dernier. Par une série de rapprochements et de comparaisons qui laissent sans doute quelque incertitude, mais qui aboutissent cependant à une certaine approximation, il a trouvé pour température moyenne à Genève, d'après les trente années (1768-1797) d'observations de De Luc: 9°,80. En discutant les observations faites plus tard, il trouva, comme moyenne des 30 années suivantes: (1796-1825) 9°,75. — On peut rapprocher de ces chiffres la moyenne telle qu'elle résulte des quarante dernières années d'observations. En combinant les résultats donnés par M. Plantamour, dans *le Climat de Genève*, jusq'en 1860, avec ceux de 1861 à 1866, on trouve: 9°,26.

La différence entre les deux premières séries est faible; la différence fournie par la dernière série est d'environ un demi degré. Si l'on songe que ces dernières observations ont été faites à d'autres heures que les précédentes, que les thermomètres employés ne sont pas très exactement réduits les uns aux autres, que l'installation des instruments n'est pas la même, on reconnaîtra que les différences dont il s'agit ici peuvent amplement s'expliquer par ces diverses circonstances, et qu'il n'est en aucune façon possible de tirer de ces comparaisons une conclusion de beaucoup de valeur touchant la constance ou la variabilité du climat. Tout ce que l'on pourrait remarquer, c'est que s'il y a variation, cette variation est sûrement faible depuis un siècle.

6. A Bâle¹³, on possède une série d'observations de J.-J. D'Annone, de 1755 à 1804. Ces observations auraient une valeur inestimable si l'on ne demeurait pas dans le doute quant aux instruments employés, à leur installation, et aussi à cause des lacunes qui se trouvent dans les registres. En tenant compte des heures d'observations, autres que celles usitées aujourd'hui, et en cherchant à déduire des chiffres de D'Annone la température moyenne, on trouve :

pour les 17 premières années : 9°,9
 » » 16 années suivantes : 10°,7
 » » 16 » dernières : 11°,2.

¹² *Bibl. univ. de Genève*, 1843.

¹³ Renseignements publiés par M. F. Burkhardt: *Ueber die physikalischen Arbeiten der Soc. phys. helv.*, 1751-1787.

Un autre série, de 1784 à 1799, du docteur A. Socin, a été calculée par M. le professeur Mérian. La moyenne qui en est déduite est 9^o,6. — La moyenne actuelle (9^o,5) de Bâle diffère très peu de ce dernier chiffre et de la première série de D'Annone. — En tout cas, il n'est pas possible de tirer aucune conclusion de ces données quant à la variation ou la permanence du climat, à cause de l'incertitude qui règne quant au degré d'exactitude des instruments employés anciennement ¹⁴.

¹⁴ Outre les observations anciennes ci-dessus mentionnées, de Genève et de Bâle, on possède, pour la Suisse, un assez bon nombre d'autres séries météorologiques remontant jusqu'au milieu ou au commencement du siècle dernier. Mais ces séries ne se prêtent malheureusement pas à des comparaisons qui offrent de l'importance dans la question de la variabilité du climat. Elles ont été faites avec des instruments dont il n'est pas possible de connaître la valeur et dont les indications ne peuvent pas se réduire à celles des instruments actuels. En outre, l'installation des instruments et les heures d'observations s'opposent souvent aussi à des rapprochements avec les observations modernes. Ces séries, enfin, n'ont, le plus souvent, pas été continuées jusqu'à l'époque actuelle dans la même localité, et il est fort difficile de ramener à être bien comparables des observations recueillies dans des lieux différents, lorsque les époques de ces observations ne coïncident pas durant quelques années.

M. le prof. R. Wolf a fait connaître (*Berner Mitth.* 1855) les observations du pasteur Sprüngli, qui embrassent une longue période, de 1760 à 1802, et ont été faites successivement à Zweisimmen, à Gurzelen et à Sultz. Elles fournissent des renseignements intéressants sur la météorologie de la seconde moitié du siècle dernier; mais les indications thermométriques ne peuvent pas être employées avec quelque sûreté pour des comparaisons avec les observations actuelles. M. Wolf en a déduit, entre autres, les oscillations barométriques et thermométriques annuelles.

Le même auteur a publié (*Berner Mitth.* 1855, p. 98) les valeurs moyennes de la température de chaque jour, en les concluant de différentes séries d'observations qui peuvent être considérées comme comparables, chacune avec elle-même. Ces séries sont au nombre de six comprenant, dans leur ensemble, une période de 82 ans, entre 1771 et 1852. Les observations du pasteur Sprüngli, de 1771 à 1784, à Gurzelen, forment la série la plus ancienne; celles du Dr Benoit, à Berne, entre 1838 et 1852, forment la série la plus moderne. Ces groupes d'observations ne pouvant pas se réduire les unes aux autres, il n'y a rien à en tirer pour le problème de la variation du climat; mais M. Wolf fait remarquer que ces séries mettent en évidence des anomalies dans la marche annuelle de la température. Ainsi, la période du 28 au 30 Janvier, celle du 8 au 12 Février, celle du 18 au 24 Décembre paraissent offrir un réchauffement exceptionnel, dû à quelque cause générale qui, du plus au moins, agit toutes les années.

Parmi les autres observations du siècle dernier, on peut mentionner encore:

Les observations de J.-J. Ott, de 1757 à 1761, faites près de Zürich.

Les observations de Lambert, faites à Coire, en 1755 et 1756.

Les observations de Laurence Garcin, de Neuchâtel, en 1734 et 1735.

La société économique de Berne chercha à organiser des observations météorologiques en divers lieux. Le *Journal* de la société de 1762 renferme les observations barométriques et thermométriques faites à Berne, à Lausanne, à Orbe, à Vevey, etc.; mais cette louable entreprise ne dura pas.

Etc. (voir: Studer, *Geschichte d. phys. Geog. der Schw.*)

Une belle série d'observations météorologiques a été poursuivie par

7. Pour juger si le climat éprouve une variation systématique, il faut nécessairement disposer d'observations très prolongées. Des exemples nombreux montrent qu'un *même écart* des conditions moyennes peut se manifester durant plusieurs années consécutives, et on croirait alors volontiers que le climat subit quelque modification. Mais l'écart constaté cessant de se produire et étant remplacé par un écart en sens opposé, on ne peut lui accorder de l'importance comme indice d'un changement systématique du climat.

Les observations de Genève, qui présentent aujourd'hui une série de 44 années parfaitement comparables, fournissent, pour notre pays, des exemples d'un haut intérêt dans le sens qui vient d'être indiqué. Ainsi, à une période de dix années chaudes, 1826-1835, parmi lesquelles 1829 est la seule année froide, a succédé une période de 20 années (1836-1855) froides, dans lesquelles 1846 seule fait exception comme année chaude¹⁵. — Il y a eu une série d'hivers froids, de 1826 à 1830, suivie d'une série d'hivers très doux, de 1831 à 1835. Il y a eu une série de printemps chauds, de 1826 à 1835, puis des printemps froids, de 1836 à 1840.

Il vient de se produire une anomalie des plus remarquables pendant la période 1861 à 1868. Cette anomalie est si prononcée qu'il vaut la peine de la mentionner avec quelque détail. D'après M. Plantamour, on a, pour les moyennes des quatre saisons et de l'année entière, déduites de la période des 35 ans 1826 à 1860 :

Hiver	+ 0°,59	Eté	+ 17°,71
Printemps	+ 8°,66	Automne	+ 9°,52
Année entière : + 9°,16.			

Pour les années qui sont comprises entre 1861 et 1868, j'ai pris, dans les comptes rendus annuels que publie M. le Directeur de l'Observatoire de Genève, les documents nécessaires pour obtenir les moyennes des saisons et la moyenne annuelle.

On trouve ainsi :

Hiver	+ 1°,36	Eté	+ 18°,13
Printemps	+ 9°,78	Automne	+ 9°,91
Année entière : + 9°,91			

M. le pasteur Henchoz, à Rossinières, de 1799 à 1850. Les résultats en ont été publiés dans ce *Bulletin* (N° 37, en 1856) par M. C. Dufour, de Morges. La correction du thermomètre employé n'est pas sûrement connue ; il y aurait cependant de l'intérêt à voir ce que donnent les moyennes de groupes de dix années ; car dans cette longue série de 51 ans, les observations sont au moins comparables entr'elles.

M. le Dr Verdeil a publié dans les *Mémoires de la Société de Physique de Lausanne*, t. I, 1783, des observations faites entre 1763 et 1772 à Lausanne « par un » gentilhomme de ce pays, élève des célèbres Bernoulli. » Les instruments étaient situés dans une campagne, à environ 75 toises au-dessus du lac Léman.

¹⁵ *Des anomalies de la temp. à Genève*, par M. Plantamour, p. 45.

Nous venons donc de traverser une période notablement plus chaude que les 35 années précédentes. Cet excès n'est pas dû à une ou deux années très exceptionnelles, mais au caractère général de la série entière où chaque année (sauf 1864, qui est un peu plus froid) est plus chaude que la moyenne générale précédente. Depuis 1861, tous les printemps, sans exception, sont plus chauds que le printemps moyen, déduit de la série 1826 à 1860. Il en est de même des étés, sauf un, et des automnes, sauf un également.

Si nous admettons que cette série 1861-1868 est bien une anomalie et non l'indice d'un changement du climat — ce qui est le plus probable — nous pouvons nous attendre à voir arriver des années plus froides que celle que nous venons de traverser.

Mais, malgré ces écarts offerts par des séries de quelques années, on trouve que les valeurs de la température moyenne se rapprochent fort quand on considère des périodes un peu longues, périodes dans lesquelles les écarts positifs et négatifs peuvent se compenser. Ainsi, pour Genève, si l'on divise en deux séries de 20 ans la période 1826-1865, on trouve, comme moyenne de la première série, $9^{\circ},31$ et, comme moyenne de la seconde, $9^{\circ},20$. Il n'y a donc qu'une faible différence, un dixième de degré, entre ces groupes de vingt années. — La comparaison des *hivers*, durant ces deux mêmes périodes, donne, pour la première $0^{\circ},60$ et, pour la seconde, $0^{\circ},65$: — différence, $0^{\circ},05$. Ce résultat est assez remarquable et ne confirme pas l'opinion, fréquemment exprimée de nos jours par les personnes dont la carrière est un peu avancée, que les hivers sont devenus beaucoup plus doux. Ce qui peut donner lieu à cette appréciation, basée sur des souvenirs plus ou moins lointains, c'est que, en règle générale, il suffit d'une anomalie très prononcée pour nous impressionner vivement. Nous oublions tout ce qui demeure dans des conditions moyennes; nous ne nous souvenons que des situations extrêmes et nous appliquons alors ce souvenir à des périodes tout entières. Les comparaisons de longues séries de vingt ans qui viennent d'être indiquées montrent, ce me semble, que la variation *continue*, systématique du climat — si elle est réelle — est sûrement trop faible pour être appréciée par les impressions d'une personne, même durant une longue carrière.

Il ne faut pas oublier, toutefois, que ce qui nous semble une différence assez petite pour ne pas mériter d'être pris en considération, représenterait une variation très notable du climat si elle se maintenait, dans le même sens, pendant un temps un peu long. Ainsi, un dixième de degré durant vingt ans correspond à un degré en deux siècles, à cinq degrés en mille ans. Sous l'influence d'une variation pareille, le climat ne se modifierait pas d'une manière

appréciable pendant la durée d'une génération, et pourtant, au bout de quelques siècles, le changement serait assez grand pour transformer beaucoup de cultures, pour changer le moment des récoltes, etc.

Si un dixième de degré en vingt ans était le résultat d'une variation systématique du climat, il suffirait que cet état de choses se prolongeât sept ou huit siècles pour que nous eussions, sur les bords du Léman, le climat de la France méridionale ou bien celui de Stockholm. Nous sommes certains que, aux 11^{me} ou 12^{me} siècles, notre pays ne présentait ni l'un ni l'autre de ces extrêmes. Il est ainsi établi que si le climat subit une variation systématique, cette variation ne dure pas depuis un temps aussi long, ou bien elle se fait dans une mesure encore plus faible que un demi-degré par siècle. Il faut d'ailleurs réserver le cas d'oscillations du climat, lequel peut être alternativement plus chaud ou plus froid. (Voir § 44).

8. La limite des neiges et des glaces, sur les Alpes, tout comme aussi la limite de la végétation, dépend sans aucun doute du climat.

Cette limite a-t-elle changé dans les temps historiques ?

En 1820, la Société helvétique des sciences naturelles mit au concours une réponse à la question suivante : Est-il vrai que, depuis un certain nombre d'années, les hautes régions des Alpes ont un climat plus rude et plus froid que précédemment ? — Deux mémoires fort intéressants, et un peu oubliés aujourd'hui, traitèrent la question proposée. Le premier est de M. l'ingénieur Venetz, le second, de M. Kasthofer, inspecteur forestier.

9. Le travail¹⁶ de Venetz est rempli de faits intéressants tendant à prouver que les glaciers ont, dans ce siècle-ci, une extension plus considérable que dans les 14^{me} et 15^{me} siècles. Ainsi, le Col-de-Fenêtre était fort utilisé jadis pour les relations avec le Piémont; une armée de Lombards y passa en 1476. — Le passage de Zermatt au val d'Herens était beaucoup plus pratiqué autrefois qu'il ne l'est actuellement. — De Viesch à Grindelwald, à travers

¹⁶ Publié dans les *Denkschriften* pour 1833; mais daté de 1821.

les Alpes bernoises, les relations étaient fréquentes et faciles. On a porté une cloche d'une de ces localités à l'autre. Aujourd'hui, on sait quels amas de glace recouvrent ces régions. — On passait autrefois, avec des mulets, de Saas à Macugnana. — En construisant la route du Simplon, on a trouvé, sur la hauteur, des racines de mélèze, là où cet arbre ne peut croître actuellement à cause de la rigueur du climat.

De cet ensemble de faits, M. Venetz conclut que le climat de notre région alpine a subi un refroidissement dans ces derniers siècles ; mais il considère comme probable que ce refroidissement ne continue pas, et croit que le climat présente des variations alternatives, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

10. Le mémoire¹⁷ de Kasthofer offre ceci de curieux que les faits très nombreux et souvent assez précis qui y sont exposés auraient autorisé des conclusions plus accentuées que celles que l'auteur formule en terminant.

Kasthofer cite d'abord un grand nombre d'exemples destinés à montrer que les glaciers ont été, dans les derniers siècles, ou bien plus avancés ou bien plus reculés qu'ils ne le sont maintenant. — Le fait du passage entre Viesch et Grindelwald est indiqué avec plus de précision encore que dans le mémoire de Venetz. Dans la deuxième moitié du seizième siècle (1561, 1578), on a passé, du Valais à Grindelwald, avec des enfants qui devaient recevoir le baptême dans cette dernière localité¹⁸. Une chapelle, qui a été enlevée par le glacier, probablement au commencement du dix-septième siècle, et dont on a retrouvé la cloche avec la date de 1044, est encore indiquée sur la carte de Schopf, de 1570. En 1712, trois hommes passèrent encore ; mais avec des difficultés énormes, de Viesch à Grindelwald. Le passage était devenu presque impossible et il ne s'est guère amélioré jusqu'à ce jour.

Les exemples tirés des cultures sont nombreux et fort intéressants. Ainsi, on cultivait jadis le chanvre à Guttannen, à Imboden dans le Hasli. Actuellement, cette culture n'est plus possible à cause de l'arrivée trop précoce des neiges. De même, les cerisiers ne fournissent plus, depuis longtemps, des fruits assez mûrs pour qu'on puisse préparer le kirschwasser, que l'on préparait autrefois.

Sur la montagne de Engstligenalp, dans l'Oberhasli, on montait autrefois, avec les vaches, le 21 juin ; mais depuis la fin du dix-

¹⁷ Ce mémoire est publié à la fin d'un ouvrage de Kasthofer : *Bemerkungen auf einer Alpenreise*, etc. Aarau 1822.

¹⁸ Ce fait a été contesté dernièrement. On a prétendu que le récit d'enfants transportés du Valais dérivait d'une interprétation inexacte des registres ecclésiastiques de Grindelwald.

huitième siècle, on ne peut y aller que huit à dix jours plus tard. Le retour est avancé de quelques jours.

L'auteur cite beaucoup de faits tendant à prouver que plusieurs pâturages ne peuvent pas nourrir, aujourd'hui, des troupeaux aussi nombreux que ceux qu'ils nourrissaient autrefois. L'herbe croît moins haut ou ne végète que difficilement et mal là où elle réussissait encore fort bien un demi-siècle plus tôt.

Les exemples de forêts, actuellement arrêtées au-dessous de ce qui était jadis leur limite, sont fort nombreux dans le mémoire de Kasthofer. Sur les flancs du Rothhorn, au-dessus de Brienz, on a trouvé, à environ mille pieds plus haut que la limite actuelle des sapins, un vigoureux tronc de sapin rouge et des racines d'arbres.

Après l'énumération détaillée et complète d'un grand nombre de faits, l'auteur formule des conclusions. J'en citerai les points essentiels :

1. Il y a peu d'accord entre les mouvements de progression ou de retrait des divers glaciers dans les vallées profondes.

2. Il n'y a pas de preuves suffisantes que les glaciers aient augmenté dans les régions élevées des Alpes, depuis quelques milliers d'années ; en revanche, il est de fait que ces glaciers se sont étendus plus bas. Cela pourtant ne prouve rien quant à une diminution de la température.

3. On ne peut pas prouver que la ligne des neiges, dans les hautes Alpes, soit actuellement plus basse qu'il y a quelques siècles.... Cette ligne ne peut guère être fixée d'une façon générale ; elle monte ou baisse suivant des influences locales.

4. Il est de fait que la végétation herbacée, dans les hautes Alpes, est devenue moins vigoureuse. Le gazon disparaît, et après lui la bonne terre, même là où les glaciers, les avalanches ou les éboulements n'ont pu produire cette disparition. Cela est surtout frappant dans les régions très élevées, au-dessus des forêts.

5. La disparition du gazon se produit surtout là où la neige ne peut plus fondre après des hivers très neigeux. Le gazon disparaît aussi dans les lieux où les courants atmosphériques, soit froids, soit chauds, sont devenus plus fréquents et plus intenses.

6. Les forêts se sont étendues autrefois notablement plus haut que maintenant. Même dans la région supérieure des forêts actuelles, l'affaiblissement de la végétation est visible. Les arbres n'y deviennent plus aussi gros que jadis. Il n'est cependant pas prouvé que la limite ancienne des forêts soit supérieure à ce qu'elle pourrait être aujourd'hui, là où les circonstances naturelles favorisent leur développement.

7. Les courants aériens sont plus intenses là où les forêts sont affaiblies ou ont disparu. Ces courants enlèvent la bonne terre:

8. On ne peut pas soutenir que la température des hautes Alpes soit aujourd'hui inférieure à ce qu'elle était jadis, même là où la végétation est manifestement affaiblie. On peut admettre plutôt que les vents plus forts et plus fréquents ont nui, non seulement pas leur température basse, mais davantage encore pas l'évaporation (*Verflüchtigung*) de l'humus et l'éloignement des matériaux nécessaires aux plantes, matériaux qui, dans les couches inférieures de l'air des montagnes, s'accumulent d'autant moins que les arbres sont plus rares.

11. Les faits exposés par Kasthofer, au nombre de plus de soixante, relatifs à des phénomènes de végétation dans diverses parties des Alpes, me paraissent tels que des conclusions sûrement plus accentuées auraient pu en être tirées. *Si ces faits sont certains*, et l'auteur ne paraît pas en douter, on pourrait en déduire que le climat des régions alpines a subi quelque modification sensible dans le sens d'une détérioration. Kasthofer admet que le régime des vents a changé; mais il doute d'un changement dans la température. Il me paraît que l'un n'est pas plus improbable que l'autre, ou plutôt qu'il en a dû être fort probablement une conséquence. Malheureusement, ce qui demeure douteux, c'est l'époque durant laquelle cette modification se serait produite, et il n'est pas facile de rien conclure d'un peu précis à ce sujet dans les nombreux exemples cités par Kasthofer. L'impression générale que produisent les faits mentionnés par lui, c'est que le changement s'est produit vers la fin ou dans le courant du dix-huitième siècle, et que l'ensemble des circonstances nécessaires à la végétation dans les hautes Alpes était moins favorable au commencement du siècle actuel que un ou deux siècles plus tôt.

12. Le fait d'un affaiblissement de la végétation dans les régions élevées des Alpes a été signalé bien des fois, aussi à l'époque actuelle, par ceux qui ont beaucoup parcouru la région élevée des montagnes et qui ont pris garde aux traces de la végétation. — Qu'on me permette de donner, sur ce point, l'opinion de botanistes qui connaissent à fond nos Alpes, et dont la compétence ne sera pas contestée en pareille matière.

13. M. J. Muret m'a dit avoir constaté, plus d'une fois, des traces de forêts, qui ont dû être jadis vigoureuses, à une distance assez grande de la limite actuelle des arbres. Des traces et des dé-