

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 9 (1866-1868)
Heft: 58

Artikel: Recherches sur le foehn du 23 septembre 1866 en Suisse
Autor: Dufour, L.
Kapitel: IV: Température de l'air
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-255765>

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: 12.01.2026

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

foehn est encore intense dans la soirée du 24. Il finit dans la nuit du 24 au 25. A Zermatt, le foehn a cessé le soir du 24 ; il en est de même dans les vallées de Bagne et d'Entremont. A Glyss, le foehn cesse assez subitement le matin du 25 ; à Schwyz, aussi le matin du 25, et c'est seulement dans le courant de cette journée-là qu'il disparaît des dernières stations suisses où il s'était le plus prolongé. A Zoug, l'air est calme dès le soir du 24. Sur l'Uetliberg, près Zurich, le vent est encore SO., assez fort, le soir du 24, puis N. faible le 25 ; tandis que, à peu de distance et sur une station élevée également, à Trogen, on note encore le SE., très fort, le matin du 25. A Glaris, le foehn a cessé dans la nuit du 24 au 25 après avoir régné, sans interruption, pendant plus de soixante heures. Engelberg a été également un des points les plus longuement atteints : le foehn y a commencé vers midi, le 22, et a soufflé avec violence jusqu'au milieu du jour le 25.

En tenant compte de l'ensemble des documents relatifs à la durée et à la fin du foehn, on peut dire que la tempête a généralement cessé dans la journée du 24 au pied des Alpes et dans les vallées de la Suisse occidentale et centrale. C'est à l'Orient qu'il s'est maintenu le plus longtemps. Dans les Grisons, plusieurs stations notent encore un vent fort dans la journée du 25 ; ainsi : Closters, S. fort le 25 au matin ; Sargans, jusqu'à midi ; Altstættlen, SO. fort le 25 à midi, de même à Zernetz, à St. Gall, à Trogen. — Au Bernardin, le vent du S., assez fort, continue toute la journée du 25, de même à Churwalden et à Medels.

IV. Température de l'air.

27. Il suffit de jeter les yeux sur le tableau du § 1 pour voir que le foehn a coïncidé avec une élévation souvent fort grande de la température. L'air apporté par ce vent dans les vallées et sur le plateau suisse était un air chaud. Ce caractère-là, d'ailleurs, est peut-être celui qui, aux yeux du grand public, définit le mieux le foehn. Les habitants des vallées alpines reconnaissent immédiatement les premières bouffées de ce vent et ne les confondent point avec le SO. ordinaire, précisément à cause de leur température élevée.

En jetant les yeux sur les observations détaillées de température faites dans les diverses stations suisses où le foehn a régné, on voit, dans la plupart des cas, les faits suivants :

1. Avant que le mouvement de l'air soit signalé comme notable, la température s'est déjà élevée d'une façon sensible. Il semble que le foehn, comme tempête, soit précédé d'une lente arrivée de masses d'air plus chaudes.

2. Cette augmentation prodromique de la température est surtout sensible quelques heures avant que le foehn soit signalé.

3. Lors de l'arrivée du vent, la température n'atteint pas, dès les premières heures, le degré auquel elle arrive plus tard. Dans la plupart des stations, il y a augmentation jusqu'au second, quelquefois même jusqu'au troisième jour.

28. A Chaumont, le vent du SO. a commencé le matin du 21. — Dans la journée du 20, la température moyenne est $10^{\circ},6$, c'est-à-dire de 3° supérieure à celle des jours précédents. Pendant le 21, premier jour du SO., la température s'est peu élevée ($10^{\circ},7$); c'est seulement le lendemain, 22, qu'elle a atteint $15^{\circ},1$. Le maximum s'est produit le 24 ($16^{\circ},6$). A ce moment, le courant d'air du SO. avait cessé de se faire sentir.

A S^{te} Croix, la température moyenne du 19 est $7^{\circ},3$; celle du 20: $10^{\circ},7$; du 21: $14^{\circ},4$. Mais le soir du 21, deux ou trois heures avant que les premières rafales de vent arrivassent, la température était $12^{\circ},3$, à peine inférieure à celle de midi. Le foehn se déclara dans la nuit et le lendemain matin, à 7 h., on notait $15^{\circ},7$, puis $20^{\circ},0$ à 1 h., etc. Des renseignements qui m'ont été fournis par un voyageur en course matinale sur les sommets du Jura, le 21, m'apprennent qu'il soufflait alors un SO. assez froid. Le lendemain, au contraire, la chaleur était considérable. — Au Weissenstein également, la température a été peu élevée le 21, quoique le vent fût déjà très fort, et c'est seulement le lendemain ou le surlendemain qu'elle a subi un accroissement considérable.

Cette marche de la température dans les stations élevées du Jura est peut-être une donnée assez importante dans la question du foehn. On voit, en effet, que, le 21, la température s'est peu élevée et pourtant on se souvient (§ 20) que, ce jour-là, le vent régnait avec beaucoup de force sur le Jura. — C'est seulement le lendemain, 22, que le thermomètre se trouve fort élevé dès le matin; c'est alors, on l'a vu, que le foehn a commencé dans un grand nombre de stations du plateau ou des vallées suisses. Il serait possible que le courant d'air qui a régné en premier lieu sur le Jura, le 21, ne fût pas le foehn, mais le SO. ordinaire, lequel régnait d'ailleurs à ce moment-là sur l'Allemagne méridionale et centrale et dans la zone de la France voisine du Jura. Le foehn serait alors arrivé seulement dans la nuit du 21 au 22; mais les stations du Jura demeurent parmi les premières qui en ont été atteintes, puisque le matin du 22, l'élévation de la température y est déjà très caractéristique et que, à S^{te} Croix, par exemple, à 2 h. du matin, le foehn est nettement reconnaissable. Il est en tout cas remarquable que l'augmentation de la température s'est fait sentir, sur le Jura, à peu près en même temps que sur le plateau suisse

quoique le vent y ait commencé notablement plus tôt. Cela semble bien indiquer que le courant chaud qui y est arrivé dans la nuit du 21 au 22, ou dans la matinée du 22, ne doit pas être confondu avec le SO. ordinaire, quoique, suivant la configuration des lieux, sa direction puisse paraître la même.

29. Au St. Bernard et au Simplon, la température moyenne ne présente pas de grande variation dans la période du 19 au 25. Cependant, la température s'élève déjà un peu le 20; elle devient surtout assez forte dans la journée du 21, vers le milieu du jour, où l'on note 9°,9 au St. Bernard et 10°,8 au Simplon. A ce moment, le vent était encore variable, SO. ou NO., aux deux stations, quoique, dans la dernière, le SO. fût bien caractérisé dès 3 heures après-midi. Le lendemain, alors que le SO. soufflait décidément, la température a plutôt baissé, quoique peu, dans ces stations élevées. Le maximum de la moyenne diurne (5°,12 et 8°,0) s'est produit le 24. — Les circonstances ont été à peu près les mêmes au St. Gotthard où, toutefois, la journée du 22 a été plus chaude que le 21.

Dans les stations élevées du Righi et de Engelberg, on se souvient que le foehn a débuté dans la matinée du 22. Déjà le 21, à 9 h. du soir, il y a une élévation de température qui n'est probablement pas étrangère au temps qui devait régner le lendemain. Au Righi, on note 8°,6 à 9 h. du soir, autant qu'à midi et plus que les jours précédents. A Engelberg, à la même heure, 12°,6, plusieurs degrés de plus qu'à l'heure correspondante des jours précédents. Le maximum s'est produit le 23, à Engelberg, et le 24 sur le Righi.

A Glaris et à Altdorf, le foehn commença le 22, vers le milieu du jour. La veille déjà, à 9 h. du soir, dans ces deux stations, les températures sont de 3 à 4° supérieures à celles des heures analogues des jours précédents. Mais quelques heures après le début du foehn, dans la soirée du 22, on note 22°,2, à Glaris, et 21°,7 à Altdorf. Le maximum s'est produit le 23 à Altdorf et le 24 à Glaris.

A Altstættten, où le foehn a commencé assez brusquement le 22, à 11 ¹/₄ h., la température est déjà plus élevée le matin du 22 qu'elle ne l'est les jours précédents à l'heure analogue.

30. Partout où le foehn a régné d'une façon un peu continue, on trouve que *l'oscillation diurne de la température est très peu considérable*. Le thermomètre demeure élevé, non-seulement vers le milieu du jour, mais encore le matin, le soir et pendant la nuit. Ce fait est surtout très prononcé là où le foehn a été violent. — Le tableau ci-dessous montre quelques exemples de ce fait :

		7 h. matin.	1 h. jour.	9 h. soir.	oscill. diurne.
Montreux	le 23	22°,0	24°,9	22°,2	2°,9
»	le 24	22°,8	22°,3	22°,4	0°,5
Glaris	le 24	24°,9	26°,8	25°,7	1°,9
St. Gall	le 23	21°,2	22°,6	22°,0	1°,4
Engelberg	le 24	18°,9	19°,5	16°,6	2°,9
Churwalden	le 23	15°,4	17°,0	17°,0	1°,6
Trogen	le 24	20°,6	23°,6	21°,7	3°,0

Les observations de 7 h. du matin et de 9 h. du soir laissent présumer que la nuit tout entière conservait une température remarquablement élevée. — A la Val Sainte, canton de Fribourg, où se font des observations à 1 1/2 du matin, par les soins des RR. PP. Chartreux, on trouve, pour le 24 et le 25 septembre, les données suivantes :

	1 1/2 h. matin	7 h. matin.	1 h. jour.	9 h. soir.
24	17°,9	20°,2	22°,0	19°,5
25	18°,4	13°,0	14°,7	12°,0

Il y a donc eu, le 25, ce phénomène remarquable que la température était de 3°,7 plus élevée à 1 h. du matin qu'à 1 h. après-midi ! Le foehn faisait encore sentir son influence pendant la nuit ; mais il a cessé avant le jour.

Les stations élevées des Alpes, St. Bernard, St. Gotthard, Simplon, Splügen, etc., présentent aussi une très faible oscillation diurne dans une ou deux des journées de la période du foehn.

31. Lors de la cessation du foehn, la température s'est généralement abaissée. Pour la plupart des stations, cependant, le refroidissement ne s'accuse que peu lors de la cessation du vent, et le thermomètre se conserve encore plusieurs heures assez élevé. Ce fait est surtout frappant en quelques points. — A Neuchâtel, le 22, le SO. était plus faible que le 21, la température y était cependant plus élevée. Elle s'est conservée haute même le 23 (moyenne diurne 16°,9) alors que le vent ne soufflait plus. — Même observation pour Chaumont, St^e Croix, le Sentier, le Weissenstein, ainsi que pour les stations du Jura.

32. J'ai cherché à estimer l'élévation de température occasionnée par le foehn dans les diverses stations du réseau suisse en faisant le calcul dont les résultats sont renfermés dans le tableau du § 1. Il aurait été plus exact, sans doute, de calculer pour chaque station la température moyenne *pendant la période précise où le foehn a été senti*, puis de comparer les résultats avec la moyenne des jours précédents et des jours suivants. Mais, pour plusieurs

stations, il y aurait eu un peu de difficulté et un peu d'arbitraire dans le choix de cette période, attendu que le début et la cessation du vent ne sont pas toujours exactement indiqués par les observateurs. En fait, si l'on tient compte de l'état météorologique qui a régné du 19 au 25 septembre, en Suisse, on peut dire que, *très généralement*, ce sont les trois jours 22, 23 et 24 qui ont été les jours de foehn. Il n'y a eu que peu de lieux, on l'a vu, où le vent ait commencé déjà le 21 et d'ailleurs, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plus haut, la température de ces stations n'a guère été élevée ce premier jour. — Dans une partie de la journée du 25, le foehn a régné encore sur divers points, surtout dans la Suisse orientale ; son influence réchauffante s'est fait sentir sur les observations de 7 h. et de 1 h. ; mais presque partout l'observation de 9 h. du soir, ce jour-là, accuse nettement un abaissement de la température et la cessation du courant chaud (exemples : Sargans, Trogen, Marschlins, Altstættlen, etc.). Pour ces stations, il aurait fallu peut-être ajouter le 25 aux trois jours précédents et les compter dans la période du foehn. Cela aurait augmenté un peu les différences (C) de la colonne des températures dans le tableau du § 1.

Une autre forme qu'il aurait été précieux de pouvoir donner à ce calcul est la suivante : prendre, pour chaque station, la température moyenne des jours de foehn, puis comparer le résultat avec la *moyenne absolue* correspondante à ce jour-là. Mais cette opération exigeait la connaissance des températures normales pour chaque jour ; c'est-à-dire d'un facteur qui n'est déterminé qu'après une longue série d'années d'observations. Il ne pouvait donc en être question pour la presque totalité des stations du réseau suisse.

33. L'inspection du tableau du § 1 permet de faire, entre autres, les remarques suivantes :

1. L'élévation de la température des jours de foehn, comparée aux trois jours qui ont précédé et aux trois jours qui ont suivi, est générale dans toutes les stations au nord des Alpes.

2. Si l'on envisage, d'une façon générale, les stations des vallées alpines et du plateau suisse jusqu'au Rhin et au Jura, on voit que l'excès est de 6, 7, 8 et presque 9° en quelques lieux. On peut dire, d'une manière assez approximative, que *le foehn a, durant deux ou trois jours, entretenu une élévation de température de 6 à 8° dans la plus grande partie de la Suisse au nord des Alpes.*

A Genève, dont le régime météorologique est connu par un grand nombre d'années d'observations⁹, on a les valeurs suivantes comme températures moyennes diurnes :

⁹ E. Plantamour, *Le climat de Genève*, page 144.

	<i>moyenne normale.</i>	<i>1866.</i>	<i>excès.</i>
21 septembre	13°7	15°5	1°8
22 »	13°6	18°9	5°3
23 »	13°4	20°7	7°3
24 »	13°3	18°9	5°6
25 »	13°1	44°3	1°2.

Je rappelle que, dans cette station, le courant du foehn n'a été intense et bien caractérisé que pendant une partie de la journée du 23. — Le maximum a été de 26°7, le 23.

3° Le réchauffement de l'air n'a pas été seulement sensible dans les lieux où le courant d'air a été intense. Même là où le foehn a été faible ou nul, la haute température qu'il apportait s'est fait sentir et cela dans une assez forte mesure (ex. : Bâle, Arau, Zursach, Berne, Morges, Porrentruy, etc.). Ainsi, l'air chaud s'est sûrement répandu, quoique d'une façon insensible quant au mouvement, dans beaucoup de lieux en dehors des limites qui semblent avoir été celles du phénomène considéré comme simple agitation de l'air.

4° L'élévation de température des jours de foehn a été moins prononcée dans les régions élevées des Alpes que dans les vallées et le plateau suisse. On verra plus loin que, sur plusieurs points de la chaîne, il a plu abondamment dès le 23. — L'excès de température au St. Bernard, Simplon, St. Gotthard, Splugen, Bernardin, etc., est de 0°8 à 3°0 seulement. On pourrait penser que cet excès paraîtrait plus élevé si l'on prenait la température des jours où le vent du SO. se faisait plus ou moins sentir et *avant* que la pluie éclatât, c'est-à-dire les 21 et 22 septembre; mais le calcul montre qu'il n'en est rien, et même ces jours-là, comparés aux précédents, donnent un excès faible.

5° L'élévation de température des stations élevées de la Suisse centrale et du Jura est plus considérable qu'elle ne l'est sur la chaîne des Alpes, à altitude égale. Dans les stations du Jura, au Righi, à Engelberg, à Beatenberg, l'excès est de 3°8 à 6°6.

34. J'ai cherché quel était le décroissement de la température avec la hauteur, pendant la période du foehn, en comparant diverses stations et en suivant la méthode ordinaire qui consiste à calculer combien de mètres d'élévation correspondent à un abaissement de 1°. — Voici quelques résultats déduits des moyennes des 23 et 24 septembre :

St. Bernard — Bex	102 ^m	St. Gotthard — Altdorf	94 ^m
» — Martigny	127 ^m	» — Lucerne	93 ^m
» — Sion	131 ^m	» — Brienz	88 ^m
	<u>moyenne 120^m</u>		<u>moyenne 92^m</u>

Bernardin — Reichenau 118 ^m	Zernetz — Reichenau 191 ^m
» — Coire 95 ^m	» — Coire 114 ^m
» — Marschlins 100 ^m	» — Marschlins 128 ^m
moyenne 104 ^m	moyenne 144 ^m
Righi — Schwyz 112 ^m	Engelberg — Lucerne 130 ^m
» — Einsiedeln 146 ^m	» — Altdorf 136 ^m
» — Zoug 128 ^m	moyenne 133 ^m
» — Lucerne 130 ^m	
moyenne 129 ^m	

On voit que les stations de la haute chaîne méridionale fournissent un décroissement plus rapide que celles de la Suisse centrale. Pour les unes et les autres, ce décroissement est plus considérable que celui qui est constaté en moyenne dans les Alpes ¹⁰, et on peut ainsi dire que, pendant cette période du foehn, la différence entre la température des couches profondes de l'atmosphère et celle des couches élevées était *plus considérable* qu'elle ne l'est habituellement.

33. Afin de suivre la *variation de la température*, pendant la période du foehn, j'ai construit les courbes thermométriques pour un grand nombre de stations. La planche III renferme quelques-unes de ces courbes. — Leur comparaison peut donner lieu aux remarques suivantes :

1^o La *variation* thermométrique du 19 au 26 septembre a été plus considérable dans les stations suisses, et notamment là où le foehn a régné, que dans toutes les autres stations de l'Europe méridionale, occidentale et centrale. — On voit qu'il y a eu un maximum le 23 ou le 24 septembre.

2^o La marche de la température, telle qu'on la voit dans les stations suisses, présente une certaine analogie avec celle de Palma, de Marseille et des stations de l'Italie méridionale, quoique, dans ces dernières, l'amplitude de l'oscillation soit notablement moindre.

3^o Les stations de l'Italie centrale fournissent une marche thermométrique trop peu caractérisée pour qu'on y puisse voir une analogie avec les variations constatées ailleurs.

¹⁰ Voici, comme terme de comparaison, quelques indications tirées de Kaemtz (*Cours de météorologie*). — Entre Bâle, Zurich, Berne, Genève et le Righi, le décroissement a été trouvé de 149^m pour 1^o. — Entre Genève et le St Bernard, 202^m, d'après les observations de toute l'année; 196^m d'après celles de septembre seulement. — Entre Milan, Genève, Zurich et le Faulhorn, 170^m. — On sait, d'ailleurs, que ce décroissement est plus rapide en été et plus faible en hiver.

4° La marche de la température, dans l'Europe centrale (Munich, Stuttgart, Leipzig, etc.), est, d'une façon générale, concordante avec celle qui a été observée en Suisse.

5° Les stations des côtes occidentales de l'Europe (Lisbonne, Paris, Bruxelles, Utrecht, etc.) fournissent une marche de la température notablement différente. Pendant cette période, l'air s'y est plutôt refroidi à partir du 18 ou du 19. — Sur les côtes occidentales de l'Europe, le courant d'air était très nettement le SO. ou le SSO. avec sa direction et son humidité habituelles. Les renseignements que fournissent la marche de la température permettent donc de supposer que les vents qui ont régné en Suisse n'étaient pas le SO ordinaire ou du moins que ce vent y était modifié par un autre courant plus chaud (voir § 28).

36. On se souvient que l'observation de la marche du baromètre et du mouvement de l'air n'a pas été favorable à l'idée qui accorde au foehn une origine italienne. Les données relatives à la température aboutissent à un résultat plus douteux. Elles semblent indiquer que la cause qui faisait si fortement monter le thermomètre, en Suisse, les 23 et 24 septembre, n'a pas été complètement nulle en Italie, tout au moins dans l'Italie méridionale. — Le calme de l'air, dans cette région, ne serait pas seul une objection suffisante; car nous avons vu, en Suisse même, des lieux où l'atmosphère était demeurée sensiblement calme et où cependant l'influence réchauffante du foehn s'est sûrement fait sentir. Ce qui me semble assez inexplicable, si la marche de la température dans l'Italie méridionale reconnaît la même cause que celle qui agissait en Suisse, c'est le désaccord complet du baromètre dans ces deux régions et le fait que la pression de l'air a plutôt augmenté au midi de la Péninsule.

37. La *température absolue* de l'air apporté par le foehn a été considérable dans quelques parties des vallées alpines, et on peut dire que, dans beaucoup de lieux, les journées du 23 et du 24 septembre, ainsi que la nuit intermédiaire, ont atteint le degré de température qui caractérise les chaudes journées d'été. — Voici quelques faits :

(Voir le tableau à la page suivante.)

Il est à remarquer que, dans ce tableau, les températures les plus élevées, celles de la dernière colonne, ne sont pas nécessairement le maximum diurne. Il est à regretter que, pour des occasions comme celle dont il s'agit ici, tous les observatoires météorologiques ne soient pas pourvus d'un thermomètre donnant le

	Altitude.	Date.	Moyenne diurne.	Température à 1 heure.
Montreux	385 ^m	23 sept.	22,8 ^o	24,9 ^o
Bex	437	» »	24,1	27,0
»	»	24 »	24,2	27,7
Genève	408	23 »	20,7	26,7
Glaris	473	» »	25,2	27,5
»	»	24 »	25,8	26,8
St. Gall	679	» »	20,1	25,6
Stanz	456	23 »	20,7	27,2
Altstætten	478	» »	23,6	25,0
»	»	24 »	24,7	26,6
Sargans	501	23 »	22,9	25,2
»	»	24 »	25,3	27,2
Marschlins	545	» »	23,9	26,6
Zurich	480	23 »	23,3	25,1
»	»	24 »	20,0	27,3
Zug	429	23 »	24,9	27,4
»	»	24 »	22,3	28,6
Coire	603	» »	23,7	25,9
Schwyz	547	23 »	23,1	24,7
Altdorf	454	» »	23,6	25,8

maximum. A Rathhausen, par exemple, le 24 septembre, on a obtenu un maximum de 30°0.

En comparant ces températures avec celles de l'année 1866 tout entière, on trouve ce fait, assurément fort remarquable, que *dans cinq stations*, Glaris, Marschlins, Bex, Sargans et Altstætten, *la journée du 24 septembre a été la plus chaude de l'année*. Dans plusieurs autres localités (Schwyz, Engelberg, Altdorf, etc.) il n'y a eu qu'un seul jour, en juillet, qui dépasse de bien peu le chiffre du 24 septembre.

Les données du tableau précédent montrent suffisamment combien le foehn mérite sa réputation de vent chaud; et d'ailleurs,

pour apprécier leur portée véritable, il ne faut pas oublier qu'il s'agit de stations dont l'altitude est assez considérable.

38. En jetant les yeux sur le tableau du § 1, on voit que les stations suisses au sud des Alpes n'ont point présenté, pendant la période du foehn, une élévation notable de la température. L'excès sur la température des jours précédents et des jours suivants ne dépasse pas 2° ; il est nul pour Castasegna et même négatif pour Faïdo, très rapproché cependant de la chaîne alpine. — Les stations italiennes de Aoste, Pallanza, voisines des Alpes, donnent des résultats semblables. Ainsi, les observations de température confirment ce qui a été déduit plus haut des données du baromètre et du vent, savoir que sur le versant sud des Alpes, la période du 22 au 25 septembre a présenté des circonstances météorologiques tout autres que celles qui se produisaient au nord.

A Faïdo, la température n'a pas atteint 20°, et aucun jour ne présente une moyenne diurne supérieure à 16° dans toute la seconde moitié de septembre. Bellinzona : le jour le plus chaud a été le 24 ; moyenne de 22° ; température maximum, 24°5. Lugano : jour le plus chaud, le 24 ; température maximum, 23°5. Mêmes observations pour Mendrisio, Castasegna, Brusio, où les températures étaient inférieures à celles de Bellinzona et de Lugano. On voit ainsi que ces localités du sud des Alpes, plus basses, pour la plupart, que celles du versant nord, ont eu des températures inférieures à ce qui s'observait à Altdorf, Glaris, Stanz, etc. — A Aosta, la température n'a pas dépassé un seul moment 21° pendant les jours du 21 au 25 septembre, alors que, de l'autre côté de la chaîne, à Martigny et à Bex, la *moyenne diurne* dépassait 20° et qu'on notait 24° le soir, à 9 heures, à un moment, par conséquent, où l'action du soleil ne peut rendre compte d'une pareille différence.

39. Il est intéressant de voir quelle température a régné dans le midi et sur le SO. de l'Europe pendant la période du foehn et pendant les jours qui ont précédé. — Le tableau suivant donne quelques renseignements sur ce point en montrant quelle a été la moyenne diurne dans quelques stations :

(Voir le tableau à la page suivante.)

Les moyennes de Naples proviennent seulement de deux observations, 9 heures du matin et 3 heures après midi ; elles sont donc sûrement trop fortes. Celles des autres stations italiennes sont déduites de trois observations : 9 heures du matin, 3 et 9 heures du soir. Les moyennes de Marseille proviennent des observations

	18	19	20	21	22	23	24	25
Lisbonne	20,7 ⁰	21,4 ⁰	18,6 ⁰	18,0 ⁰	18,1 ⁰	14,6 ⁰	15,0 ⁰	16,9 ⁰
Palma	21,4	23,2	22,6	23,2	27,0	25,5	23,7	19,7
Marseille	16,8	19,3	20,5	19,3	22,4	24,0	25,0	17,1
Naples	24,2	20,3	22,4	24,6	27,7	26,6	26,0	26,8
Camerino	15,0	15,4	14,8	23,5	23,0	22,5	23,7	23,0
Rome	19,0	19,0	20,7	20,8	22,8	22,4	22,3	21,8
Ancône	20,2	20,0	21,0	22,0	23,0	23,4	23,7	23,4
Milan	17,4	18,6	18,8	20,3	19,2	21,2	21,4	18,3
Gênes	20,7	22,7	22,3	23,6	21,4	22,3	23,1	
Mondovi	15,4	17,3	16,9	17,7	16,9	15,2	16,9	
Bologne	14,2	17,3	20,8	21,4	21,2	22,2	24,1	22,2
Athènes	25,4	25,0	22,6	22,4	23,5	24,4	24,3	24,1
Trento	15,8	19,7	20,5	18,8	19,4	19,7	22,0	20,3

de 9 heures du matin, midi et 4 heures ; elles sont donc trop fortes également. Celles de Palma sont déduites du maximum et du minimum ; celles d'Athènes sont déduites des observations de 8 heures du matin, 2 et 9 heures du soir.

La comparaison entre ces valeurs et celles des stations suisses du § 37 ne peut pas être rigoureuse puisque, dans ces dernières, les observations se font à des heures différentes (7 h, 1 h., et 9 h.) et qui doivent donner une moyenne *inférieure*. On peut faire, néanmoins, les remarques suivantes :

La température *moyenne diurne* de quelques stations suisses (Sargans, Bex, Glaris, etc.) a été plus élevée, les 23 ou 24 septembre, que celles de la plupart des stations italiennes à la même époque et même pendant les jours précédents. Ainsi, cette température est supérieure à celle qui a régné à Rome pendant toute la seconde quinzaine de septembre ; supérieure à celle d'Ancône, depuis le 17 septembre ; à celle de Palerme, dans la seconde quinzaine ; supérieure, pendant la même période, à celle de Parme, Bologne, Gênes, etc. — On arrive au même résultat en comparant plusieurs stations suisses avec Marseille où la moyenne diurne, pendant toute la seconde moitié de septembre, n'atteint pas celle du 24 à Sargans et à Glaris. — On peut dire la même chose pour

Palma, à l'exception du 22 septembre, qui a été d'environ 1° plus chaud que Sargans et Glaris. A Lisbonne également, il n'y a eu qu'un seul jour, du 15 au 30 septembre, où la moyenne diurne ait atteint celle de Glaris, Stanz, Altstætten, Zoug, Bex, etc. La température des 18 et 19, à Athènes, a été à peu près égale (quoique un peu inférieure) à celle de Sargans et Glaris le 24 septembre ; les autres jours ont été moins chauds dans cette station méridionale.

40. Quant aux *plus hautes températures observées*, on trouve les indications suivantes. — Du 15 au 30 septembre, la plus haute température notée à

Palerme	est 24°7	le 16	septembre	
Naples	» 28°1	» 22	»	»
Ancône	» 25°6	» 16	»	»
Rome	» 26°3	» 15	»	»
Bologne	» 27°8	» 16	»	»
Milan	» 25°4	» 17	»	»
Turin	» 22°6	» 19	»	»
Marseille	» 25°3	» 24	»	»
Palma	» 31°5	» 23	»	»
Lisbonne	» 28°1	» 19	»	»
Athènes	» 29°7	» 18	»	»

Si l'on rapproche ces données de celles du § 37, on voit que, dans les stations italiennes, on n'a noté nulle part, du 15 au 30 septembre, une température aussi élevée que celle qui a été observée à Zoug, le 24 septembre, vers le milieu du jour. — Si l'on excepte la température de Naples du 22 septembre, on voit que, dans la seconde quinzaine du mois, il n'y a eu nulle part, en Italie, un air aussi chaud que celui qui avait été apporté par le foehn à Zurich, à Glaris, à Bex, etc., le 23 ou le 24 septembre. — On voit enfin qu'un *grand nombre* de stations suisses offrent, pendant cette période remarquable, des maxima supérieurs à ceux de la *plupart* des stations italiennes du 15 au 20 septembre. La même observation s'applique à Marseille, dont les maxima, pendant ces quinze jours, demeurent inférieurs à ceux de toutes les localités mentionnées au § 37. Lisbonne offre un seul jour, le 19, une température à peu près la même que celle de ces stations suisses. Athènes et Palma fournissent seuls, de toutes les stations méridionales dont j'ai eu les résultats, un maximum un peu plus élevé. Il est à remarquer que cette haute température s'est produite, à Palma, la veille du jour où les maxima s'observaient en Suisse.

Les rapprochements qui viennent d'être indiqués acquièrent encore plus de force lorsqu'on se souvient que toutes ces stations du réseau suisse sont à une altitude notablement supérieure à celle de Marseille, de Palma, de Lisbonne et des villes italiennes.¹¹

¹¹ Cette haute température apportée par le foehn pose un intéressant problème de météorologie. — Pour expliquer cette chaleur considérable de l'air qui se précipitait dans les vallées alpines, on peut songer à diverses causes :

1^o Cette haute température pourrait provenir de ce que l'air qui a franchi les Alpes était primitivement chaud et qu'il avait une origine méridionale. Cet air se serait refroidi en montant dans les régions supérieures de l'atmosphère, pour recouvrer une température plus élevée en descendant de nouveau dans les couches profondes. Mais il me semble évident que, dans cette hypothèse, l'air a dû perdre par le rayonnement, en passant à de grandes hauteurs, une partie de sa chaleur, et il n'a pu acquérir, par conséquent, en redescendant, qu'une température inférieure à celle qu'il possédait dans l'origine. Si cette remarque est juste, les renseignements qui sont donnés dans le § 39 rendent peu probable que l'air du foehn ait pour origine l'Italie et, en général, le sud de l'Europe. Il aurait dû être primitivement plus chaud que ne le comporte cette origine et provenir de contrées plus méridionales. En outre, cet air a dû passer, comme courant supérieur, au-dessus des hautes stations alpines, chez lesquelles, on l'a vu, les observations accusent une température peu élevée.

2^o On pourrait supposer que le courant qui est devenu foehn au nord des Alpes a été soumis, durant son trajet dans les régions élevées de l'atmosphère, à des causes qui élevaient sa température. — Cette supposition ne me semble pas admissible, car on ne voit pas quelle influence pourrait réchauffer l'air passant d'une latitude inférieure à une latitude supérieure en franchissant une chaîne de montagnes. La condensation de la vapeur d'eau ne peut pas être, on le sait, une cause de réchauffement. Le dégagement de la chaleur latente ne peut que rendre moins considérable le refroidissement auquel la masse d'air a été exposée, mais il ne peut pas produire un réchauffement proprement dit. Il faudrait, pour qu'il se produisît un réchauffement, que la condensation résultât d'une compression de l'air humide, et ce n'est sûrement pas le cas ici.

3^o On peut supposer que le réchauffement considérable de l'air est dû simplement à un accroissement de sa densité ou à sa *compression* lorsqu'il arrive dans les couches inférieures de l'atmosphère. — Cette explication du réchauffement considérable qui accompagne le foehn est admise dans un récent travail de M. Hann (*Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, n° 29, 1867). L'auteur calcule, entre autres, l'exemple du 2 décembre 1865. On avait observé ce jour-là, sur le Faulhorn, une température de 2° R., sous une pression d'environ 540^{mm}. En supposant que l'air se précipite dans les couches où la pression est 715^{mm}, M. Hann, appliquant une formule connue de Poisson, trouve que sa température serait devenue 22°8 R., ce qui est assurément considérable. En supposant même qu'une partie de la chaleur se perdît en route, on aurait eu encore, dans la plaine, l'impression d'un foehn fort chaud pour la fin de décembre.

Il est certain que le calcul de l'accroissement de chaleur dû à la compression de l'air fournit des résultats qui expliqueraient amplement la haute température du foehn. — Pour le cas du 23 septembre 1866, admettons que l'air qui se précipitait dans les vallées alpines venait de traverser les Alpes à 3000 mètres d'élévation, dans des régions où la pression était à peu près 530^{mm}. D'après la loi du décroissement de la température, telle que la fournissent les hautes stations de la chaîne méridionale (§ 34), la

41. Parmi les causes auxquelles on peut attribuer le réchauffement considérable de l'air dans les stations suisses, il n'y a pas lieu, je crois, de ranger une action solaire exceptionnelle qu'aurait pu favoriser un ciel très pur; attendu que, durant les jours comparés plus haut, le ciel a été aussi pur, pour le moins, dans les stations italiennes que dans les stations suisses. Il y a, d'ailleurs, un fait qui montre bien que la haute température dont il s'agit n'est pas la conséquence d'une insolation particulièrement intense : cette haute température se constate le soir, après le coucher du soleil, et pendant la nuit. — Voici quelques chiffres curieux sous

température, à cette altitude, pouvait être environ 3°. Admettons que cet air descende, sans perdre de chaleur, dans les couches situées à 500^m d'altitude et où la pression était à peu près 713^{mm}. — Je trouve, en appliquant à ces données une formule de la théorie mécanique de la chaleur (Zeuner, *Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie*, p. 131), que l'air arrivant dans les couches inférieures devait avoir, par suite de la compression, une température de 27°6. C'est plus qu'il n'en faut, on le voit, pour rendre compte de la haute température de l'air dans les stations même les plus chaudes les 23 et 24 septembre.

Ce résultat est tel qu'il semble assurément renfermer une solution bien simple du problème de la chaleur du foehn. — Tout en admettant, d'une manière générale, l'influence considérable de la compression de l'air, je ne suis cependant pas sûr que cette influence soit la *seule* cause de la température exceptionnelle du foehn. Qu'on me permette, à ce sujet, les réflexions suivantes :

a. La formule de la théorie mécanique de la chaleur qui vient d'être appliquée suppose un gaz que l'on comprime par un travail extérieur entre deux pressions différentes. — Peut-on sûrement identifier ce cas avec celui d'un *courant* gazeux qui descend de couches moins denses de l'atmosphère et qui arrive, *en se mouvant*, dans des couches à pression plus forte ?

b. M. Hann fait remarquer que le phénomène inverse de celui du foehn est depuis longtemps connu et expliqué; c'est-à-dire que l'air montant dans les régions supérieures de l'atmosphère se refroidit en se dilatant. — C'est vrai, mais si les températures les plus exceptionnellement élevées qui s'observent dans les couches profondes sont dues simplement à l'arrivée d'un courant supérieur qui se comprime en descendant, on devrait aussi rencontrer le fait correspondant et inverse que, dans les régions élevées de l'air et sur les montagnes, les grands froids devraient être occasionnés par les courants ascendants qui proviennent des couches profondes.

c. Dans le cas du foehn du 23 septembre, la température que fournit la théorie mécanique de la chaleur dépasse peu celle qui a été réellement observée en plusieurs lieux; la différence est bien faible pour satisfaire aux diverses causes de refroidissement.

d. Si cette grande chaleur résulte uniquement de la compression de l'air, le fait d'une élévation aussi considérable de la température par un courant descendant doit s'observer parfois sur le versant sud des Alpes par les courants venant du nord. On peut même ajouter que, au pied de toutes les hautes chaînes de montagnes, des phénomènes semblables au foehn devraient se produire lorsque la distribution de la pression atmosphérique vient déterminer un courant descendant. En d'autres termes, si telle est la *seule* cause de la haute température du foehn, un vent semblable, caractérisé par une grande chaleur, doit se retrouver, dans une certaine mesure, au pied de tous les hauts massifs à la surface de la terre et aussi bien sur l'un des versants que sur l'autre.

ce rapport. Les températures observées, à 9 heures du soir et à 7 heures du matin, les 23 et 24 septembre, dans quelques stations, ont été :

	23.		24.	
	7 h.	9 h.	7 h.	9 h.
Bex	23°0	22°7	22°7	23°0
Glaris	23°4	24°7	24°9	25°7
Montreux	22°0	22°2	22°8	22°4
Altdorf	22°3	22°8	22°4	19°2
Sargans	20°0	23°6	23°8	25°0
Zoug	23°7	24°8	14°8	24°8
Altstætt	22°1	23°8	24°6	22°8
Schwyz	22°6	22°4	19°0	19°1
Coire	19°1	21°7	21°9	22°3

Dans quelques stations italiennes, la *plus haute température observée à 9 heures du soir*, durant toute la seconde quinzaine de septembre, a été :

Palerme	23°0	le 17	septembre
Rome	21°2	» 17	»
Ancône	23°8	» 23	»
Boulogne	23°0	» 17	»
Milan	20°7	» 24	»
Gênes	24°6	» 21	»
Florence	22°5	» 16	»
Mendrisio	18°9	» 24	»
Bellinzona	21°0	» 24	»

Je ne possède pas les observations de 9 heures du soir à Marseille ; mais, dans cette ville, le minimum le plus élevé de la seconde quinzaine de septembre a été 19°8, dans la nuit du 24 au 25. — A Palma, le plus fort minimum a été 23°0, dans la nuit du 23 au 24. A Lisbonne, le plus fort minimum a été 17°0, dans la nuit du 26.

Si l'on compare les chiffres des stations méridionales avec ceux des stations suisses, on verra que, à 9 heures du soir les 23 ou 24 septembre, il régnait dans un grand nombre de localités au nord des Alpes une température aussi élevée que les températures notées dans la plupart des stations italiennes, à la même heure, du 15 au 30 septembre. Dans quelques lieux (Zoug, Sargans, Glaris, etc.) il faisait alors *plus chaud* que dans aucune des stations italiennes.

En tenant compte des observations de 9 heures du soir, le 23 septembre, et de 7 heures du matin, le 24, on peut admettre, avec beaucoup de probabilité, que, dans cette nuit du 23 au

24 septembre, durant laquelle le foehn s'est déchaîné avec tant de violence dans plusieurs vallées suisses, l'air apporté par ce vent était aussi chaud que l'atmosphère de la plus grande partie de l'Europe méridionale, dans les nuits même les plus chaudes du 15 au 30 septembre.

42. Le tableau suivant montre ce qu'ont été les températures moyennes diurnes dans un certain nombre de stations de l'Europe centrale et occidentale :

	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Stuttgart	11,9 [°]	14,7 [°]	16,8 [°]	18,5 [°]	19,8 [°]	20,9 [°]	20,7 [°]	20,5 [°]	19,4 [°]
Munich	12,1	13,4	15,1	18,1	18,6	22,7	20,3	17,4	17,0
Schopfloch	10,4	13,1	12,9	17,0	20,0	19,1	18,1	14,4	15,6
Freudenstadt		11,6	12,2	17,5	19,2	17,2	13,0	13,7	15,5
Insbruck	10,6	12,2	12,9	16,7	18,0	21,6	19,2	15,0	15,2
Linz	11,0	13,4	13,2	18,7	19,4	21,4	21,1	18,0	19,1
Vienne	11,6	14,6	16,7	18,0	19,6	20,9	20,6	20,4	19,4
Leipzig	10,5	13,5	14,2	17,2	18,6	19,2	15,7	15,4	19,2
Besançon	13,0	14,3	15,4	20,6	17,1	15,4	15,6	15,5	
Dijon			14,9	18,3	15,9	12,9	14,9	15,1	16,1
Bruxelles	15,1	14,3	12,5	14,5	13,6	13,5	14,5	15,5	17,3
Groningue	13,3	13,8	12,0	12,0	14,1	14,0	14,7	15,6	16,8
Utrecht	13,3	13,6	12,6	12,6	12,3	12,7	13,5	15,0	17,4

Il faut remarquer, encore ici, que ces moyennes ne sont pas absolument comparables entre elles et avec celles des tableaux précédents, parce que les heures d'observation ne sont pas les mêmes (voir § 66).

Nulle part, la température n'a atteint les chiffres élevés qui ont été observés dans plusieurs des vallées suisses, et les écarts sont même assez considérables. — On a ainsi le fait assurément remarquable que, pendant cette période du foehn, les températures observées dans quelques vallées alpines ont été plus élevées que celles qui régnaient alors sur la plus grande partie de l'Europe, au nord, au centre, à l'occident et même au midi de ce continent. (Voir au § 59 et 60 quelques détails plus spéciaux sur les températures dans l'Europe centrale.)