

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.
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: 13.01.2026

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

RECHERCHES

SUR LE

FOEHN DU 23 SEPTEMBRE 1866

EN SUISSE

PAR

M. L. DUFOUR

professeur de physique à l'Académie de Lausanne.



On sait que le foehn a été l'objet, dans ces derniers temps, de discussions et de controverses assez vives. Le foehn est connu depuis longtemps ; mais il a acquis une sorte d'importance scientifique nouvelle par la supposition d'un savant suisse, M. Escher de la Linth, qui a pensé que l'on pourrait rattacher à l'apparition de ce phénomène la fin de l'époque glaciaire, apparition qui aurait été la conséquence de la formation du Sahara comme surface sèche et chaude¹. Le foehn prenant ainsi une importance géologique, il est naturel que l'on discute et que l'on recherche dans quelle mesure l'hypothèse de son origine saharienne est fondée.

Mais on peut affirmer, je crois, que ce phénomène si remarquable des vallées alpines est connu d'une façon encore trop incomplète. Pour arriver à établir, à son sujet, une théorie satisfaisante et fondée, il faudrait connaître mieux *toutes les circonstances météorologiques* qui accompagnent ce vent remarquable. — Un orage de foehn est un phénomène sûrement très complexe ; ses effets se développent dans un grand nombre de lieux simultanément ou conséutivement, et le seul moyen dont on dispose pour l'étudier consiste à discuter les observations plus ou moins complètes recueillies ici et là sur une grande étendue de pays. En

¹ On sait que cette hypothèse a été assez généralement acceptée, surtout par des géologues et par des plus autorisés. Voir, entre autres, Desor : *Aus Sahara und Atlas* ; Wiesbaden 1865.

groupant et en comparant ces observations, on peut espérer de savoir en quoi consiste le foehn aux divers points de vue de la *pression*, du *mouvement*, de la *température* et de l'*humidité* de l'air; on peut espérer de voir s'il est en relation avec d'autres circonstances météorologiques se développant ailleurs; on peut espérer enfin de découvrir où il convient de rechercher sa cause et ses origines.

Le présent travail a pour objet une monographie d'une tempête de foehn dans le sens qui vient d'être indiqué. Je désire limiter cette étude à un simple exposé des faits, en profitant, aussi bien que je le pourrai, des renseignements divers et nombreux que j'ai recueillis sur ce cas particulier. Il est fort possible et même fort probable que tous les foehns ne sont point identiques et que le même nom est donné, en Suisse, à des conditions météorologiques qui ne sont pas en tout point semblables. Il serait extrêmement utile de faire, pour plusieurs cas ², le travail que j'ai tenté ici et l'on peut espérer que si plusieurs orages de foehn sont soumis à cette sorte d'enquête météorologique, le problème de l'origine et de la cause de ce phénomène pourra être abordé, peut-être même résolu, avec plus de sûreté que ce n'est le cas aujourd'hui ³.

A l'occasion des faits exposés dans la suite de ce mémoire, j'ai eu bien des fois, on le comprendra, la tentation de discuter les opinions émises dans des publications récentes relatives au foehn, opinions que les faits me semblent tantôt confirmer, tantôt infirmer. Mais j'ai préféré demeurer fidèle au cadre primitivement tracé, convaincu que ce travail pourrait être plus utile aux météorologistes théoriciens s'il conserve un point de vue purement objectif.

² Il serait nécessaire, entre autres, d'étudier les caractères des orages de foehn dans les *diverses saisons*. Il est fort probable qu'on trouverait des différences assez notables, surtout au point de vue de l'humidité et de la distribution de la pluie. — M. Dove, dans sa récente publication (*Ueber Eisseit, Foehn und Scirocco*, Berlin 1867), montre, avec raison, je crois, qu'il y a manifestement de la confusion dans l'emploi du même nom appliqué à des circonstances météorologiques assez diverses. Il est certain que, pour discuter sur le foehn, il faudrait, tout d'abord, s'entendre et ne faire porter la discussion que sur un vent bien caractérisé.

Le vent du 22-24 septembre, en Suisse, a eu, d'une façon très prononcée, des caractères qui lui ont valu, partout dans les notes des observateurs, l'épithète de *foehn (vaudaire* sur les bords du Léman); il serait intéressant de voir si cette même épithète est aussi généralement appliquée à d'autres tempêtes différant de celle-là par l'humidité, la pluie, etc. — Ces problèmes météorologiques sont assez difficiles en eux-mêmes pour qu'il importe de ne pas les laisser se compliquer encore par une confusion dans l'emploi des mots.

³ Je ne méconnais point ici la portée très grande des nombreux travaux météorologiques de M. Dove qui donne, dans sa récente brochure, ce qu'on pourrait nommer la *théorie générale* du foehn — ou plutôt *des foehns* pour m'exprimer d'une façon qui corresponde aux vues de ce savant.

Lorsque, ici ou là, il a paru intéressant ou utile, à propos de quelques faits de détail, de rappeler ce qui a été dit par les auteurs ou de formuler une hypothèse, je l'ai fait d'une façon incidente et généralement dans des notes.

J'ajouterai, enfin, que les données nombreuses et variées qui ont été à ma disposition sont loin cependant d'être complètes. — Les observations faites dans certaines stations ne portent que sur une partie des éléments météorologiques, ou bien elles offrent des lacunes précisément dans les moments les plus importants. Il résulte de là, parfois, une grande insuffisance dans les documents et le lecteur attentif en apercevra les conséquences dans le vague et le manque de précision de diverses parties du mémoire. Désirant avant tout rapporter les faits, j'ai évité d'introduire dans mon exposition une précision plus grande que celle qui résultait des renseignements que j'avais entre les mains.

On pourra regretter aussi le défaut de renseignements sur quelques contrées, éloignées sans doute des Alpes, mais dont les circonstances météorologiques auraient été intéressantes à connaître à propos du sujet actuel. Les observations d'Athènes sont les seules que j'aie pu me procurer pour la région SE. de l'Europe, et les efforts que j'ai faits pour obtenir des renseignements de la côte N. de l'Afrique sont demeurés sans succès.

Voir § 66 l'indication des sources qui ont fourni les données du présent mémoire.

Dans les pages qui suivent, les pressions barométriques et les hauteurs de pluie sont toujours indiquées en millimètres ; la température, en degrés centigrades et le degré d'humidité en centièmes. Le baromètre est toujours réduit à 0°.

I

1. Afin d'avoir un premier aperçu général des circonstances météorologiques qui ont accompagné l'orage de foehn, j'ai cherché, pour les diverses stations du réseau suisse, comment les trois journées des 22, 23 et 24 septembre ont différé de celles qui les ont précédées et de celles qui les ont suivies, au triple point de vue de la pression, de la température et de l'humidité de l'air. Le tableau suivant renferme les résultats obtenus pour une partie des stations ; je ne les mentionne pas toutes afin d'abréger.

Pour obtenir les nombres des colonnes A, on a calculé les valeurs moyennes provenant des observations de pression, de tem-

pérature et d'humidité des trois jours (19, 20 et 21 septembre) qui ont précédé la période du foehn et des trois jours (25, 26 et 27) qui ont suivi. Les colonnes B renferment les moyennes des jours de foehn (22, 23 et 24). Dans les colonnes C se trouvent les différences, positives ou négatives, entre A et B.

(Voir le tableau à la page suivante.)

2. Un premier coup-d'œil jeté sur ce tableau montre que, pour la plupart des stations suisses, *la tempête de foehn s'est accompagnée d'une diminution de la pression atmosphérique, d'une augmentation de la température et d'une diminution de l'humidité de l'air.* — On voit immédiatement aussi que les stations au sud des Alpes semblent avoir appartenu, pendant cette période, à un régime autre que celui qui a régné au nord de la chaîne, puisque la variation des éléments météorologiques y a été très faible ou même négative. On verra d'ailleurs plus loin que, dans ces stations, le foehn ne s'est aucunement fait sentir.

Les points d'une altitude considérable présentent des variations moins prononcées que celles qui ont été généralement notées sur le plateau suisse et dans les vallées. Les stations de la haute chaîne alpine, entre autres, surtout dans la partie orientale, fournissent d'assez faibles variations soit quant à la pression, soit quant à la température.

On peut remarquer, en outre, que la baisse du baromètre et la hausse du thermomètre se sont manifestées à peu près partout en Suisse, même dans les localités où le mouvement de l'air, le vent proprement dit, a été faible ou nul (exemples : Morges, Porrentruy, Berne, Soleure, etc.). Partout aussi l'air est devenu plus sec. — *Le régime du foehn*, si prononcé là où le vent était violent, a donc régné également dans les lieux où l'air est resté sensiblement calme et l'on peut dire que si le foehn a apparu avec force seulement dans quelques portions du territoire suisse, le régime météorologique qui l'accompagne s'est fait sentir plus ou moins partout.

II. Pression atmosphérique.

3. Le 20 septembre, à 8 heures du matin, la pression atmosphérique était au-dessous de sa moyenne (de 4 à 5^{mm}) dans la plupart des stations suisses au nord des Alpes ; cette pression était plus faible sur l'Italie et surtout sur le nord de l'Europe (Ecosse) où l'on avait environ 12^{mm} au-dessous de la moyenne. Les 19 et 20, la pression n'a pas varié d'une manière notable sur la plus

Altitudes	Pression			Température			Humidité		
	A			B			C		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Berne	574	713,6	705,6	13,2	17,1	3,9	83	77	6
Beatenberg	1450	666,0	660,0	14,2	17,2	6,0	83	56	27
Brienz	586	713,3	705,6	7,7	14,0	20,3	6,3	81	21
Affoltern	795	694,5	687,7	6,8	12,5	16,7	4,2	84	6
Zurich	480	722,2	714,3	7,9	14,5	16,8	2,3	84	24
Uetliberg	874	688,1	681,3	6,8	12,4	18,4	6,3	87	20
Glaris	473	724,5	714,5	7,0	14,4	23,5	9,1	79	35
Schwyz	547	715,4	708,5	6,9	14,2	20,7	6,5	80	29
Einsiedlen	940	686,4	680,1	6,3	12,3	18,6	6,3	77	28
Zug	429	726,9	718,7	8,2	15,0	21,8	6,8	89	13
Rigi	1784	617,3	613,0	4,3	8,3	12,4	3,8	74	45
Muri	483	722,1	714,2	7,9	13,7	18,1	4,4	81	66
Rathausen	440	724,3	716,4	7,9	14,4	21,4	7,0	86	56
Stanz	456	723,6	715,8	7,8	13,5	18,9	5,4	89	30
Engelberg	1024	676,1	670,2	5,9	14,5	18,1	6,6	77	18
Altdorf	454	726,9	719,1	7,8	15,2	21,8	6,6	79	32
Andermatt	1448	643,7	644,2	2,5	9,3	11,9	2,6	5,2	16
St. Gotthard	2093	594,7	592,9	1,8	4,3	5,2	0,9		

Faido	722	702,2	701,2	1,0	14,7	73	87
Bellinzona	229	743,1	742,9	0,2	17,5	74	72
Mendrisio	355	732,0	731,7	0,3	16,9	76	72
Castasegna	700	703,3	702,2	1,1	15,2	90	76
Brusio	777	697,5	697,6	—0,1	14,6	73	77
Rosa-Bernina	1873	610,2	609,5	0,7	7,8	73	—14
Sils	1840	616,4	615,7	0,8	7,4	79	—2
Bevers	1745	623,9	622,9	1,0	8,0	70	10
Remus	1245	659,3	657,8	1,5	12,4	64	10
Julier	2204	583,6	582,0	1,6	5,7	74	2
Stalla	1780	619,6	618,3	1,3	8,6	79	—12
Splügen	1471	644,5	639,6	1,9	9,3	73	0
Bernhardin	2070	596,8	595,4	1,4	5,7	74	—12
Platta	1379	649,7	647,0	2,7	10,5	73	—12
Thusis	706	702,1	698,5	3,6	13,7	73	—12
Reichenau	597	711,9	708,1	3,8	13,6	73	—12
Coire	603	711,3	707,4	4,2	13,8	73	—12
Closters	1207	662,4	659,2	3,2	11,0	73	—12
Marschlins	545	716,9	712,4	4,8	14,1	73	—12
Sargans	501	720,3	714,5	5,8	15,0	73	—12
Altstätten	478	721,3	714,6	6,7	15,8	73	—12

Altitudes	Pression			Température			Humidité		
	A			B			C		
	mm	mm	mm	°	°	°	mm	mm	mm
Trogen	885	687,8	682,4	13,5	20,1	6,6	76	44	35
St. Gall	679	704,1	697,4	6,7	14,4	20,6	6,2	72	26
Frauenfeld	422	727,3	719,2	8,1	13,7	17,5	3,8	74	11
Schaffhouse	398	728,6	720,9	7,7	14,2	17,1	2,9		
Zursach	355	731,8	723,5	8,3	13,6	16,7	3,1	88	5
Bâle	278	738,5	729,7	8,8	13,8	17,6	3,8	84	9
Soleure	441	726,4	718	8,1	14,3	15,7	1,4	75	5
St. Imier	833	690,5	683,2	7,3	14,9	17,1	5,2	80	17
Bœzberg	577	714,0	706,3	7,7	12,8	18,4	5,6	88	18
Porrentruy	430	723,6	715,2	8,4	13,1	17,9	4,8	85	11
Neuchâtel	488	720,5	712,4	8,1	14,5	18,1	3,6	72	3
Chaumont	1452	665,9	659,5	6,4	10,3	15,4	5,1	82	17
Ste Croix	4092	670,7	663,9	6,8	10,6	16,7	6,1	81	16
Dizy	588	742,4	704,3	8,1	13,6	18,4	4,8	84	7
Vuadens	825	693,5	686,4	7,1	12,1	17,6	5,5	84	19
Genève	408	728,4	719,5	8,9	14,0	19,5	5,5	80	19
Morges	380	730,3	724,9	8,4	14,6	18,9	4,3	79	14
Montreux	385	730,6	724,9	8,5	14,5	21,1	6,5	85	25

Bex	437	727,4	718,8	8,3	14,5	23,0	8,5	90	58	32
Martigny	498	721,2	715,4	6,1	14,2	19,3	5,1	82	62	20
Sion	536	717,9	712,0	5,9	15,0	18,3	3,3			
Simplon	2008	601,6	599,6	2,0	5,6	6,8	1,2	84	89	— 8
St.. Bernard	2478	568,0	566,0	2,0	2,7	4,2				
Grächen	1632	629,5	626,4	3,1	8,3	11,3				
Glyss	688	704,6	701,1	3,5	12,9	16,6				
Reckingen	1339	652,5	649,9	2,6	9,5	12,0				

grande partie de l'Europe centrale et occidentale. Le 20 septembre cependant, il s'est déjà produit un mouvement de baisse dans le nord de l'Angleterre ; mais c'est principalement dans la nuit du 20 au 21 que s'est manifesté la diminution de pression qui a précédé et accompagné l'orage de foehn.

Afin de rendre sensibles les *variations* de la pression de l'air, j'ai construit les courbes de l'oscillation barométrique pour une cinquantaine de stations en Europe. Ces courbes, rapprochées les unes des autres, sont éminemment propres à faire voir en quoi a consisté la fluctuation barométrique durant laquelle a régné la tempête de foehn.

Les planches I et II montrent quelques-unes des courbes dont il s'agit. Pour tracer la courbe de Berne, j'ai pris de deux en deux heures, les données des appareils enregistreurs. La courbe de Genève est basée sur six observations journalières. La courbe de Bruxelles a été construite avec huit observations diurnes ; celle de Greenwich, avec quatre indications par jour, à six heures d'intervalle ; celles de Palma et de Lisbonne sont construites à l'aide de la moyenne diurne. Les courbes des autres stations reposent sur trois observations par jour.

L'inspection des courbes des planches I et II et de celles, plus nombreuses, que j'ai eues sous les yeux, peut donner lieu à diverses remarques. — Je me bornerai à en présenter quelques-unes :

4. L'orage de foehn, en Suisse, a coïncidé avec une dépression barométrique qui s'est fait sentir, du plus au moins, dans toutes les stations au nord des Alpes. La baisse du baromètre a commencé généralement dans la journée du 20 et elle a continué jusqu'au 23, où un minimum s'est produit. A partir de ce minimum, la pression a augmenté jusque dans la journée du 26.

5. Cette dépression barométrique, observée dans les stations où le foehn a régné, *est tout à fait semblable à celle qui se faisait sentir, à peu près en même temps, à l'occident et au nord-ouest de l'Europe.* — Si l'on compare la marche du baromètre à Lisbonne, Palma, Lyon, Bordeaux, Paris, Greenwich, Bruxelles, Munich, Leipzig, etc., avec celle des vallées suisses, on n'aura aucun doute à ce sujet. La *forme générale* des courbes barométriques est la même et elles accusent un mouvement, presque simultané, de baisse sur une grande partie de l'Europe, à l'occident, au nord-ouest et, dans l'Europe centrale, jusqu'aux Alpes.

6. Le mouvement barométrique est tout autre au sud des Alpes, en Italie. L'oscillation caractéristique dont il vient d'être question ne s'y est pas produite ou y a été très faible. Même les

stations très rapprochées de la chaîne n'ont pas participé à ce mouvement. La variation barométrique à Sion, Martigny, Montreux, Altdorf, Glaris, Coire, etc., diffère beaucoup de celle d'Aoste, Mendrisio, Bellinzona, etc., quoique les premières stations soient à une distance seulement de 50 à 100 kilomètres des secondes. En revanche, la marche du baromètre, dans les premières localités, a été semblable, d'une manière générale, à ce qu'elle a été dans des lieux éloignés de plusieurs centaines de kilomètres : Munich, Paris, Bruxelles, Utrecht, etc.

La même remarque s'applique aux observations du réseau austro-hongrois. La baisse barométrique à Innsbruck, Salzburg, Linz, etc., concorde avec celle des stations de l'Europe occidentale (quoique l'amplitude soit moindre), tandis qu'à Trento, à Laibach, à Klagenfurt, au sud des Alpes, le mouvement barométrique a été très faible.

Ainsi, la chaîne des Alpes paraît avoir constitué, dans la distribution de la pression atmosphérique à ce moment-là, une sorte de limite séparant deux régions fort différentes. Au nord, une forte oscillation du 20 au 25 septembre ; au sud, une pression à peu près stationnaire ou même un mouvement en sens opposé.

7. Pendant l'orage de foehn du 23 septembre, les stations suisses se sont donc trouvées, au point de vue de la pression atmosphérique tout au moins, dans le régime qui a régné alors sur l'Europe occidentale et centrale, régime caractérisé par un centre de dépression considérable dans le nord. Des vents plus ou moins violents du SO. ont régné dans la Manche et sur le nord-ouest du continent les 24, 22 et 23 septembre ; la pluie est tombée assez abondante dans ces régions. — L'orage de foehn semble ainsi avoir fait partie d'une tempête générale qui a abordé l'Europe par l'ouest et qui est très probablement venue de l'Atlantique. — La température et la sécheresse de l'air qui se précipitait alors dans les vallées suisses sont tout autres (on le verra plus loin) que ce qui s'observait en même temps sur la Manche et les côtes occidentales de la France ; il est difficile qu'on y voie un seul et même courant. Mais la concordance remarquable des mouvements barométriques, signalée plus haut, indique, ce me semble, que la perturbation météorologique qui a atteint les régions immédiatement au nord des Alpes faisait partie d'un phénomène plus vaste dont les effets se sont fait sentir, avec des caractères divers, mais à peu près en même temps, sur une grande partie de l'Europe.

8. L'oscillation barométrique entre le 21 et le 23 septembre a été notablement moins forte dans les stations élevées des Alpes que dans celles des vallées septentrionales et du plateau suisse en gé-

néral. Cette oscillation a été, en outre, plus faible encore dans la région orientale (Bernina, Julier, Splügen, etc.). La différence est trop forte pour s'expliquer simplement par le fait que, la pression totale étant moindre dans les stations élevées, la variation qu'elle subit doit être moindre aussi. Au St. Bernard, par exemple, la pression est à peu près les 0,8 de ce qu'elle est, en général, sur le plateau suisse ; tandis que la variation du 21 au 23 septembre n'a pas atteint la moitié de celle qui a été observée sur le plateau. La même remarque s'applique, avec plus de force encore, au Splügen, au Julier, au Bernardin, etc. — En Autriche, la dépression observée à Marienberg (altitude : 1273^m) n'a pas atteint 3^{mm}, tandis qu'elle était de 10^{mm} à Innsbruck et à Salzburg. — Il semble ainsi que la cause qui a produit la dépression barométrique n'agissait pas indifféremment sur toute la colonne atmosphérique. La cause de cette dépression était plus forte dans les couches profondes que dans les couches supérieures. Si c'est la température plus élevée des masses gazeuses qui a occasionné la diminution du poids de la colonne atmosphérique, on peut en inférer que, probablement, cette élévation de température a atteint moins fortement les couches élevées.

Si l'on compare la grandeur du mouvement barométrique dans des stations très éloignées les unes des autres, entre les Alpes et la mer, on trouve des valeurs plus fortes près de l'Océan. — Dans l'Allemagne centrale (Munich, Schopfloch, Stuttgart, Leipzig, etc.), la variation a été généralement de 10 à 15^{mm}, égale ou un peu supérieure à celle du plateau suisse. A Paris, le Havre, Boulogne, Bruxelles, Greenwich, etc., elle a été notablement plus considérable, de 15 à 22^m. Cette plus grande amplitude du mouvement barométrique n'est d'ailleurs point un fait spécial du phénomène que l'on étudie ici. Dans la plupart des tempêtes de l'O. et le baromètre baisse beaucoup plus dans l'O. et le NO. de l'Europe que dans le voisinage des Alpes.

L'examen détaillé de la grandeur de l'oscillation et de la dépression barométriques fournit quelques faits curieux lorsque l'on compare entr'elles diverses stations dans une même vallée ou diverses stations à des distances de plus en plus grandes de la chaîne alpine. — Ainsi, on trouve, pour l'amplitude de l'oscillation, à :

	mm		mm		mm
Simplon	5,1	St. Gotthard	4,5	Bernardin	3,9
Reckingen	6,2	Andermatt	6,7	Thusis	9,0
Glyss	8,3	Altdorf	12,0	Coire	9,7
Sion	13,0	Schwyz	12,8	Marschlins	11,2
Martigny	14,3	Glaris	13,8	Sargans	11,3
Bex	15,1	Zurich	15,0	Altstätten	12,2
Montreux	16,0	Lucerne	15,5	Kreuzlingen	14,3
		Bâle	17,3		

On voit que, dans le Valais, les deux stations du Simplon et de Reckingen offrent une oscillation faible; il y a là l'influence de l'altitude indiquée précédemment. Mais Glyss, Sion, Martigny, etc. sont à des niveaux peu différents et il est remarquable combien la dépression barométrique a été plus considérable à mesure que l'on est plus avancé dans la vallée. — La même observation s'applique aux stations de la vallée du Rhin et de la Limmat, ainsi qu'à la série St. Gotthard, Andermatt, Altdorf, etc. Ainsi, la grandeur de l'oscillation barométrique qui a accompagné l'orage de foehn a été rapidement plus considérable dans les localités plus éloignées de l'origine des vallées ou de la chaîne des Alpes.

9. La différence de régime atmosphérique qui a régné au nord et au sud des Alpes, dans la période du 19 au 24 septembre, est bien mise en évidence par le tableau suivant qui indique la grandeur et le sens de l'oscillation barométrique pour quelques régions⁴.

	mm		mm
Côtes O. et NO. de l'Europe	18-22	Faido	3,3
Strasbourg	16,0	Lugano	2,1
Leipzig	15,8	Laibach	2,3
Heilbronn	15,2	Milan	2,9
Friedrichshafen	12,6	Mondovi	2,6
Munich	12,3	Gênes	1,6
Plateau suisse	12-16	Ancône	—2,8
Linz	10,0	Rome	—5,2
Vienne	7,9	Naples	—6,0
Lyon	16,2	Camerino	—4,4
Marseille	9,4	Palerme	—3,2
		Athènes	—52,

On voit que, dans plusieurs stations italiennes (Italie centrale et méridionale), le baromètre a été plus haut du 22 au 24 qu'il n'était du 19 au 22 et que, pendant les journées où le foehn régnait en Suisse et où les veuts du S. ou du SO. se faisaient sentir sur une partie de l'Europe occidentale et septentrionale, la pression n'a pas varié notablement dans la plus grande partie de l'Italie. — Entre le soir du 21 et le matin du 23, entre autres, c'est-à-dire durant la période où le foehn a commencé à se faire sentir partout en Suisse et à y sévir avec violence, le baromètre est demeuré presque invariable à Mendrisio, Milan, Gênes, Ancône, Rome, Palerme, etc.

⁴ Les chiffres de ce tableau ne sont pas absolument comparables parce que les observations dont je disposais pour les diverses stations ne sont pas partout en même nombre durant les vingt-quatre heures.

Si les masses d'air amenées par le foehn sont venues des portions de l'atmosphère situées au midi des Alpes, leur déplacement ou leur passage a dû donner lieu, semble-t-il, à un mouvement barométrique dans les contrées situées immédiatement au-dessous. — On jugera probablement que la marche du baromètre en Italie n'est pas propre à faciliter la solution du problème de l'itinéraire du foehn avant son arrivée au nord des Alpes. Cette marche me semble, je l'avoue, une objection à l'hypothèse que j'indique dans la note 6; et l'état presque stationnaire du baromètre, sur le versant sud des Alpes et en Lombardie, pourrait être invoqué comme un argument par ceux qui pensent que le phénomène du foehn est purement local, qu'il intéresse uniquement le versant N. de la chaîne alpine et qu'il ne provient point d'un courant à origine méridionale.

10. Le mouvement de baisse barométrique qui s'est fait sentir sur une si grande partie de l'Europe a présenté un *minimum* le 22 ou le 23 septembre.

Pour la plupart des stations, il ne m'a pas été possible, malheureusement, de fixer le moment de ce minimum avec quelque certitude parce que les observations sont faites à des heures trop distantes les unes des autres (voir § 66). — Les documents que j'ai eus permettent cependant de citer les faits suivants :

A Bruxelles, le minimum absolu s'est produit le 22 septembre, vers midi ; il en a été sensiblement de même à Utrecht et à Greenwich. Dans ces stations, il s'est produit une seconde baisse et un second minimum, mais moins prononcé que le premier, le matin du 23. — A Leipzig, le minimum s'est produit le 22, dans la journée ; à Munich, le 23, vers le milieu du jour ; à Vienne, un peu plus tôt. Les stations du Wurtemberg donnent un minimum vers le milieu du jour le 23 et c'est à peu près en même temps que s'est produit le minimum des stations suisses. A Berne, la plus faible pression a eu lieu à 3 heures après-midi ; à Zurich, à $1\frac{1}{2}$ heure ; à Genève, vers 2 heures ; au Simplon, c'est aussi vers le milieu de l'après-midi, le 23. Les observations du St. Bernard donnent un minimum plus tardif, vers 8 heures du soir. — Dans les stations de la France méridionale et centrale, ainsi qu'à Palma et à Lisbonne, le minimum a eu lieu également dans la journée du 23, mais quelques heures plus tôt que dans les stations suisses au nord des Alpes.

On voit ainsi que le minimum de pression s'est manifesté plus tôt au N. et au NO. de l'Europe, quelques heures plus tard dans l'Europe occidentale et un peu après dans l'Allemagne méridionale et dans la zone qui est au nord des Alpes. — Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que, dans toute la Suisse et probable-

ment aussi dans l'Allemagne méridionale, ce minimum a eu lieu presque en même temps, ou du moins à des moments très rapprochés entre midi et 3 heures, le 23 septembre.

Au NO. de l'Europe, la chute du baromètre a été surtout rapide dans la nuit du 20 au 21 et dans la journée du 22. Entre ces deux moments de brusque dépression, il y a eu une période de pression presque constante. Plus au sud, cette double secousse devient insensible ou moins appréciable, et le mouvement de baisse offre plus de régularité entre le 20 et le moment du minimum. On verra plus loin que c'est dans la journée du 21 que le foehn a commencé à être aperçu en Suisse; mais que c'est surtout le 22 qu'il est devenu général.

11. Quoique la pression atmosphérique fût *inférieure à sa valeur normale* les 22 et 23 septembre, dans toute l'Europe centrale et occidentale, l'écart qu'elle présentait relativement à cette normale a été bien différent dans les diverses régions.

Sur la Manche, le 22, la pression barométrique était de 18^{mm} environ *au-dessous* de sa valeur normale; tandis que, au même moment, elle n'était que de 6 à 8^{mm} au-dessous de sa moyenne en Suisse. Cette différence s'est maintenue le 23, quoique moins forte, parce que, au nord des Alpes, la pression a continué à baisser; mais au moment du minimum dans les stations du plateau suisse, la pression n'y était que de 8 à 10^{mm} au-dessous de la moyenne. Sur les côtes occidentales de France, la dépression absolue a été d'environ 15^{mm}; au midi de la France, cet écart a été moindre. Au SO. de l'Europe, il a été moindre encore. — Pendant ce temps, la pression était *égale* ou un peu *supérieure* à sa valeur moyenne en Italie, surtout dans l'Italie méridionale, et elle était de 4 à 5^{mm} *au-dessus* de sa moyenne à Athènes.

Il serait intéressant de savoir quelle était *exactement* la dépression absolue dans des stations voisines les unes des autres et rapprochées des Alpes. Mais pour avoir ce renseignement, il faudrait connaître avec sûreté la pression normale en chaque station. Cet élément peut se déduire d'observations prolongées ou bien d'un calcul de comparaison avec une station peu éloignée et dont le régime est connu. La première méthode n'est pas applicable à la plupart des stations suisses; la seconde suppose que l'on connaît la température moyenne du lieu, laquelle est obtenue seulement par des observations longtemps prolongées. — Pour obtenir un renseignement approximatif sur ce sujet, j'ai opéré de la manière suivante: J'ai cherché, pour quelques stations, dont deux sont bien connues⁵ (Genève et le St. Bernard), la pression moyenne en 1866.

⁵ E. Plantamour: *Climat de Genève*. Genève 1863.

Cette moyenne annuelle diffère, pour Genève, de $+0^{mm},7$ de la moyenne absolue, et, pour le St. Bernard, de $+1^{mm},2$. En admettant que pour Montreux, Neuchâtel, etc., l'écart entre la moyenne de 1866 et la pression normale soit le même que pour Genève; et que, pour le St. Gotthard et le Bernardin, cet écart soit égal à celui du St. Bernard, on peut trouver les moyennes absolues en retranchant $0^{mm},7$ et $1^{mm},2$ des moyennes pour 1866. J'ai trouvé ainsi les valeurs suivantes qui diffèrent probablement très peu de la vraie pression normale :

	mm		mm		mm
Genève	726,4	Altstätten	719,9	St. Bernard	563,6
Neuchâtel	719,0	Glaris	719,9	St. Gotthard	590,5
Montreux	728,6	Interlaken	712,1	Bernardin	592,6
Aarau	727,9	Altdorf	723,0		
Frauenfeld	724,9	Coire	709,0		

En comparant ces pressions normales avec la pression obtenue le 23 septembre, lors du minimum, on obtient les écarts suivants :

	mm		mm		mm
Genève	—11,0	Interlaken	—10,0	St. Bernard	+0,7
Montreux	—10,4	Glaris	—8,3	St. Gotthard	+1,0
Neuchâtel	—11,0	Altstätten	—7,3	Bernardin	+1,4
Aarau	—11,3	Altdorf	—6,2		
Frauenfeld	—8,8	Coire	—3,9		

Ainsi, la dépression absolue a été plus forte dans la Suisse occidentale et septentrionale et plus forte dans les stations profondes des vallées que sur la haute chaîne alpine. On voit que la perturbation, sous ce dernier rapport, était considérable; car, entre le St. Bernard et Montreux, entre le St. Gotthard et Altdorf, il n'y a qu'une faible distance horizontale.

Voici, en résumé approximatif, l'écart entre la pression atmosphérique normale et celle qui a été observée le 23 septembre.

Côtes NO. de l'Europe	—15	à —22 mm.
Allemagne méridionale et centrale.	—10	à —17.
Plateau suisse	—6	à —14.
Vallées alpines.	—4	à —10.
Stations élevées de la chaîne alpine	+ 0,7 à + 1,4.	
Athènes	+ 4 à + 5.	

Il y a donc eu, dans ces journées du foehn, une très inégale répartition de la pression atmosphérique en Europe. Cette pression décroissait suivant une direction qui est sensiblement du SE. au NO; — entre la région des Alpes et la Manche, cette diminution était de 16 à 18^{mm} le 22, c'est-à-dire le jour où le foehn a com-

mencé à souffler généralement en Suisse. La diminution s'est conservée dans le même sens, quoique un peu moindre, les 23 et 24 pendant lesquels le foehn a continué à sévir.

Au nord de l'Europe (Scandinavie), la pression était, le 22, à peu près la même que sur la Manche. La pression atmosphérique diminuait donc aussi en allant des Alpes au nord ; mais, si l'on tient compte des distances, on trouve que la « ligne de plus grande pente » de cette diminution de pression était bien dirigée sensiblement du SE. au NO. et *c'est immédiatement près du versant N. des Alpes que le décroissement était le plus rapide.*

III. Mouvement de l'air.

12. Dès le 20 septembre, au matin, l'atmosphère était agitée sur plusieurs points de l'Europe, notamment au N. (Stockholm, Haparanda, dans la Manche, en Angleterre, etc.) où régnait des courants de l'O. ou du SO. assez forts. Le lendemain, 21, la tempête du SO. était violente sur la Manche ; elle s'était étendue jusque dans l'Europe centrale où régnait, en plusieurs stations, (Schopfloch, Zittau, Leipzig, Freudenstadt, etc.) des vents du SO. ou du S. plus ou moins intenses. C'est pendant cette journée que le mouvement de l'air a commencé sur quelques points de la Suisse ; mais le foehn proprement dit ne s'est un peu généralisé que le jour suivant, 22.

Le 22 septembre, l'agitation de l'air continue à être très forte sur la Manche et la plus grande partie de la France. Dès le matin, le vent du SSO. régnait d'une façon générale sur l'Europe occidentale et septentrionale et plusieurs stations du réseau autrichien au N. des Alpes, notent des vents forts du SO., S. ou SE. — Ce jour-là, le foehn se déclare dans la plupart des stations du réseau suisse et il acquiert, surtout dans la soirée du 22 et dans la nuit du 22 au 23, une violence excessive en beaucoup de points.

Durant la journée du 23, la tempête a continué généralement avec beaucoup de force et elle s'est même fait sentir par moments dans des lieux où l'air était demeuré calme les jours précédents. Pendant ce temps, les vents du S. ou SSO. puis SE. forts, parfois même très violents, étaient aussi notés sur les côtes d'Espagne, les côtes méridionales de la France, la vallée du Rhône, la France centrale, dans plusieurs stations du Wurtemberg, à Innsbruck, à Salzburg, Linz, etc. (voir §§ 59 et 60).

L'agitation de l'air a été généralement moindre le 24, où le foehn sévissait cependant encore en plusieurs points. Le baromètre avait commencé à remonter au nord des Alpes jusqu'à la mer, et les

vents étaient moins intenses, quoique encore bien caractérisés du S., SO. ou SE., à Stuttgart, Friedrichshafen, Schlopfloch, Innsbruck, Salzburg, etc.

Le 25, le foehn disparaît dans les dernières stations suisses où il s'était prolongé jusqu'à ce moment-là et en même temps les vents deviennent variables (S., SO., O., E.) à la surface de l'Europe, la direction S. ou SO. demeurant cependant prédominante dans la plupart des localités où le mouvement de l'air était un peu rapide.

13. La situation atmosphérique, au sud des Alpes, durant la période du 20 au 25, a été tout autre que celle dont il vient d'être question. Pendant cette série de jours, les vents ont été généralement faibles ou variables sur toute l'Italie.— Voici quelques faits.

Le 21, le vent varie du S. au NO. à Naples ; il est NO. à Reggio, en Calabre ; S. ou SE., faible, à Civita-Veccchia ; SO., faible, à Alexandrie ; SE. à Ancône ; NE. et SO. à Gênes ; N. à Turin, etc. Au pied des Alpes, on a des courants variables de NE. à SE. à Pallanza ; E. à Aoste ; NO. et O. à Laibach ; etc. — Dans les journées des 22, 23 et 24, pendant lesquelles les courants du SE., S., SSO. ou SO. se sont déchaînés avec tant de violence au N. des Alpes jusqu'à la mer, l'atmosphère est demeurée assez calme sur l'Italie. Les vents ont varié de OSO. à NNE. à Palerme ; SE., SO. ou N. faible à Naples ; N., S. et SSO. à Rome ; SE. à Civita-Veccchia ; N. puis SE. à Lugano ; NO. et ENE. à Milan ; N. et NE. à Turin ; NO., NE. et SO. à Pallanza ; E. et NO. à Aoste, etc. etc.

Ainsi, en interrogeant la plupart des stations italiennes, on ne trouve point un mouvement atmosphérique qui se rattache à celui de la Suisse et de l'Europe septentrionale et occidentale. Même les localités les plus rapprochées de la chaîne des Alpes sont demeurées dans un calme qui ne pouvait pas faire soupçonner l'agitation excessive qui régnait à quelques kilomètres au nord, de l'autre côté de l'arête : Aoste, Cormayeur, Châtillon, Faïdo, Trento, ont conservé une atmosphère presque calme pendant que le foehn se déchaînait à Martigny, Zermatt, Rekingen, Altdorf, etc.

On voit que les considérations tirées du mouvement de l'air viennent confirmer les conclusions qui résultaient de la comparaison des courbes barométriques (§ 7). — Le foehn du 22 au 24 septembre 1866, en Suisse, se rattache à une tempête de l'O. qui a régné sur l'Europe occidentale et septentrionale. Il ne s'est point fait sentir en Italie, pas plus au N., immédiatement au pied de la chaîne alpine, qu'au sud de la péninsule. On ne peut donc point le considérer comme un scirocco qui a franchi les Alpes. Assurément, l'air chaud qui s'est précipité dans les vallées et sur le plateau suisse a probablement une origine méridionale ; mais cette

origine ne peut pas être cherchée en Italie, du moins pas au niveau du sol.⁶

⁶ Il résulte des détails contenus dans les paragraphes précédents, et dans tout le chapitre I, que du 20 au 23 septembre, c'est-à-dire pendant la période qui comprend le début du foehn, la pression de l'air diminuait d'une manière absolue des Alpes à l'O., au NO. et au N. de l'Europe; qu'un mouvement de baisse s'est propagé de l'O. et du NO. vers les Alpes; que, pendant ce temps, la pression de l'air était plus forte au sud de cette chaîne et surtout dans le SE. de l'Europe. — Ces conditions ont dû coïncider avec un *appel* de l'air du S. et du SE. vers le N. et le NO.

Cette perturbation atmosphérique, accompagnée d'un centre de dépression dans la direction du NO., était arrivée très probablement de l'Atlantique; elle s'accompagnait de vents du SO., comme cela arrive habituellement en pareil cas. Ces vents ont dominé dans tout l'O. et le NO. de l'Europe.

Dans la région des Alpes, il a pu se produire un effet complexe, et le courant général du SO. a pu se rencontrer avec un autre courant provenant de l'appel dirigé du SE. vers le NO. Dans ces circonstances, la chaîne des Alpes a peut-être eu pour effet d'empêcher les couches inférieures de la colonne atmosphérique qui repose sur l'Italie, de céder à l'appel qui se manifestait vers le Nord. — Les masses d'air mises en mouvement, aspirées peut-être fort loin au S. et au SE., ont pu demeurer à l'état de courant très supérieur jusqu'au rempart des Alpes. Là, elles ont pu descendre et se manifester comme courant inférieur. Mais il est extrêmement probable que le SO., proprement dit, régnait également et *prédominait par intervalles ou en certains points*, suivant la configuration du sol. Cette hypothèse expliquerait, au moins d'une façon générale, bien des faits qu'on rencontrera plus tard à propos de la distribution de la pluie pendant la période du foehn, de la direction du vent, etc.

Ce qui pourrait faire penser qu'il y a eu, outre le grand mouvement atmosphérique venant de l'O. et du SO., un courant *appelé* du S. ou du SE.; ce qui pourrait faire penser, en outre, que c'est la chaîne des Alpes qui a obligé ce courant à se maintenir dans les régions supérieures jusqu'à ce qu'il eût passé ce rempart, c'est que, au midi de la France, à Marseille (voir § 64) il régnait un fort vent du SE. en même temps que le foehn sévissait en Suisse. Dans la direction de Marseille, rien n'empêchait les masses d'air aspirées du SE de suivre cet appel en s'abaissant au niveau de la mer et en y devenant plus humides.

Quant à l'origine de ces masses gazeuses aspirées au S. ou au SE., elle ne peut guère être indiquée; mais il ne me paraît point impossible que ce soit une latitude fort méridionale et, d'après la distribution des pressions sur l'Europe centrale et occidentale, cette origine serait plutôt à chercher à l'orient, peut-être le NE. de l'Afrique. Ce point de départ est parfaitement compatible avec la direction que présente le foehn en arrivant au N. des Alpes si l'on a égard à l'influence de la rotation de la terre (Voir: Mousson, *Ueber die Bewegung eines freien Theilchens*, etc.). — Suivant cet aperçu, le foehn accompagne bien une tempête générale venue de l'O.; il en est une conséquence en ce sens qu'il est provoqué par le centre de dépression situé vers le NO. — On conçoit d'ailleurs que, dans d'autres cas analogues, suivant la distribution des pressions sur l'Europe, suivant la distance où se trouve le centre de dépression vers le NO., etc..., le résultat de l'aspiration vers le S. ou le SE. puisse être plus ou moins dissimulé par la présence du SO. ordinaire. Quand ce dernier vent l'emporte de beaucoup, la pluie peut être plus générale, l'air moins chaud et plus humide, et l'on peut s'expliquer ainsi les différences notables qu'il y a d'un foehn à un autre. — Je n'insiste pas sur le fait, bien évident, que l'air transporté dans les régions supé-

14. On pourrait peut-être se demander si, en Italie, l'atmosphère n'a pas été agitée dans les jours qui ont précédé l'orage de foehn. L'examen des observations faites dans la péninsule ne permet pas de répondre affirmativement. Les 16, 17, 18 et 19 septembre, les vents ont été, sur toute l'Italie, variables et peu prononcés ; le temps a été généralement beau, sauf le 18 où il y a eu une bourrasque en quelques points.

Il serait extrêmement intéressant de posséder des renseignements sur la direction des nuages telle qu'elle pouvait être observée en Italie dans les jours du foehn ou dans les jours immédiatement précédents. Mes renseignements, sur ce point, sont malheureusement à peu près nuls. — En consultant les observations des stations les plus élevées du réseau italien, on voit que à Camerino (alt. 652^m), le vent a été du NE. ou SO. assez fort, les 20 et 21 septembre, puis il a conservé la direction de l'E. ou du SE. les 22 et 23 septembre. — A Nicolosi (alt. 673^m), sur les flancs de l'Etna, le temps était beau et l'air peu agité les 16, 17, 18, etc. septembre jusqu'au 26. Le vent avait la direction SO. accusée entre autres par la direction de la fumée de l'Etna. — A Mondovi (alt. 553^m), les 19, 20, 21 et 22 ont été beaux et tranquilles, vent peu prononcé de SE., O., SO., E., etc.

Ainsi, même les stations les plus élevées ne semblent pas accuser, au moins pas d'une façon prononcée, un mouvement de l'air en relation avec celui qui se faisait sentir au nord des Alpes.

Les stations méridionales du réseau autrichien, Laibach et Klagenfurt, ont été sensiblement calmes jusqu'au 22. Ce jour-là et le lendemain, il regnait un fort vent O. ou SO. à Laibach.

15. On admet assez généralement, en Suisse, l'opinion (accréditée d'ailleurs par divers livres de géographie) que le foehn de nos vallées est un scirocco qui a franchi les Alpes. L'orage du 23 septembre 1866 donne un démenti très net à cette croyance. On

rieures de l'atmosphère a dû se refroidir lorsqu'il s'est élevé, puis doit reprendre une température plus chaude en descendant dans les couches où sa densité augmente de nouveau.

Le foehn du 23 septembre me semble, d'une façon générale, confirmer les vues de M. Dove quant aux circonstances dans lesquelles ce vent se produit. — Si l'on voulait continuer les spirituelles comparaisons (voir *loc. cit.* page 54) du savant météorologue, tout en s'écartant de son opinion quant à l'origine du foehn, on pourrait dire qu'une puissante armée des Indes occidentales a envahi une partie de l'Europe, qu'elle a établi un régime exerçant une vraie attraction autour d'elle, que le massif des Alpes a empêché les Italiens de la rejoindre ; mais que des méridionaux agiles et légers ont pu passer sur l'Italie et les Alpes et prendre pied dans les vallées suisses avec l'intention de se réunir aux envahisseurs de l'occident. — Sans l'invasion venue des Indes occidentales, il n'y aurait pas eu de foehn ; mais le foehn du 23 septembre est probablement autre chose qu'un simple peloton de l'armée indienne : c'est peut-être bien un « bédouin » qui voulait s'annexer.

verra plus loin que les considérations tirées de la température de l'air pendant le foehn confirment les conclusions négatives qui découlent déjà de la discussion des observations barométriques et de l'examen des vents qui ont régné au N. et au S. des Alpes.

Je ne sais à quel résultat on aboutira en étudiant, à ce point de vue spécial, d'autres tempêtes de foehn ; mais je crois que celle du 23 septembre n'est pas la seule qui demeure limitée au versant nord des Alpes. — Le 28 février 1866, par exemple, un orage de foehn, bien caractérisé quoique beaucoup moins fort que celui du 23 septembre, s'est fait sentir dans beaucoup de vallées alpines. A Glaris, le baromètre baissa de 15^{mm} du 25 au 28 ; la température monta de plusieurs degrés et l'humidité descendit à 0,46 le 27, et à 0,40 le 28 au matin ; vent du SSE. très fort. A Zoug, baisse de 17^{mm} du 25 au 28 avec élévation de température de 6° ; vent du SO. et air sec. A Engelberg, dans la nuit du 27 au 28, foehn terrible, humidité relative, 0,25 le 28 au matin. D'autres stations de la Suisse centrale et orientale donnent des renseignements pareils. Dans la Suisse occidentale, le foehn fut très fort également à Bex, le 27, de même à Martigny, etc. — Pendant ce temps, on trouve les renseignements suivants pour le versant sud des Alpes. Faido : vent d'E. faible ; la température *baisse* du 25 au 28 ; air humide. Bellinzona : vent faible du N. et du S. les 27 et 28 ; baisse barométrique de 8^{mm} ; air humide et température décroissante du 25 au 28. Lugano : vent du S., puis NO. les 27 et 28 ; air humide et température décroissante. — Les 19 et 20 octobre 1864, une tempête de foehn est signalée en beaucoup de stations au nord des Alpes, avec les caractères ordinaires de sécheresse de l'air, élévation de la température et baisse du baromètre. Ainsi, à Altstätten, le baromètre baisse de 10^{mm} du 18 au 20, tandis que la température s'élève de 8° ; vent du S. fort et très fort ; humidité 0,29 à 0,37. A Engelberg, vent très fort du SE. ; air sec ; la température monte de 6 à 12°, 9 du 18 au 20. A Schwyz, baisse de 8^{mm} du 18 au 20 ; accroissement de température de 9 à 15° ; vent très fort du SE. ; air très sec, etc. — Pendant ce temps, les stations au S. des Alpes donnent : Lugano, les 19 et 20, vent faible ou nul du SE., NO, etc. ; air très humide, pluie ; température à peu près constante du 17 au 23 ; — Castasegna, mêmes dates, vent d'O, SO, SE nuls, air très humide, température sans changement du 18 au 24 ; — Faido et Bellinzona offrent une situation météorologique semblable aux précédentes.

Ainsi, les foehns du 28 février 1866 et du 20 octobre 1864, pas plus que celui du 23 septembre 1866, n'avaient leur origine au midi des Alpes.

On se fait, d'ailleurs, assez généralement une idée inexacte du scirocco italien, et M. Dove (*loc. cit.*) insiste, avec beaucoup de

raison, sur les distinctions qu'il faut établir et sur ce que le scirocco est, le plus souvent, un vent humide et non un vent sec. J'emprunte à ce savant la citation suivante : « Tealdo dit déjà, en 1724, parlant de la contrée de Padoue, que le scirocco du S. et SE. apporte l'humidité et la pluie. — Lorenz, décrivant (*Physikalische Verhältnisse*, etc. 1863) les caractères du scirocco sur la côte orientale de l'Istrie, dit : à Quarnero, le scirocco ne commence jamais brusquement comme la bora (vent du N. ou NE. : bise), mais il arrive peu à peu jusqu'à l'état tempétueux pour aboutir de nouveau lentement au calme. On distingue ici le scirocco frais (scirocco fresco) et le scirocco marzo. Le premier s'accompagne de nuages et de beaucoup de pluie; air très humide, température élevée, baromètre bas. Ce vent dure souvent des semaines, surtout en novembre et décembre. — Quand le courant, proprement dit, du scirocco n'arrive plus jusqu'à nous, nous continuons à avoir la même météorologie, mais avec un air calme; c'est alors le scirocco marzo : température encore plus élevée, pluie très abondante, etc. — Pendant tous ces sciroccos, l'organisme est abattu, l'évaporation nulle. Tout le monde aspire à un changement de température et désire la bora, etc. »

On voit par ces indications qu'il n'y a pas lieu d'aller chercher dans le scirocco, tel que le décrivent Toaldo et Lorenz, l'analogie de notre foehn.

Qu'on me permette d'ajouter ici quelques extraits de communications qui m'ont été obligeamment adressées de diverses stations méridionales :

Mondovi. « On ne sent pas chez nous le scirocco avec les effets ordinaires du sud de l'Italie. Les vents du SE. sont rares ici. — Nous en avons eu cependant un très fort le 21 avril 1866. » (Lettre de M. le prof. Bruno.) — En Suisse, point de foehn à cette date et rien de particulier à signaler. La température s'est plutôt généralement refroidie du 20 au 21 avril.

Ancône. «.... Le vent qui nous prouve notre proximité de l'Afrique est le SO. nommé ici *Libeccio* ou *Garbino*. Il est très chaud, généralement violent, mais de peu de durée. Il s'accompagne d'une baisse du baromètre et produit une évaporation rapide. C'est le vent le plus chaud pour Ancône. » (Lettre de M. DeBosis, directeur de l'Observatoire.)

Naples. «.... Le vrai scirocco, pour nous, est le vent du SE; il est chaud et humide. Il souffle rarement avec intensité, mais lorsque cela arrive, il est fatal aux navires en mer. Le baromètre est alors toujours bas. Ce vent est pour nous le plus chaud, après vient le vent du S. » (Lettre de M. L. Palmieri, directeur de l'Obs.)

Palma. « Le vent du S., que nous considérons comme vent d'Afrique, se fait sentir quelque fois dans notre île, surtout en été; il est très chaud, mais jamais très sec, et en général peu violent. Avec ce vent, il y a baisse du baromètre. » (Lettre de M. le prof. J. Barcelo.)

Camerino. «.... Nous avons fréquemment des vents qui pourraient avoir une origine africaine; mais leurs effets ne sont que rarement semblables à ceux que vous m'indiquez comme étant ceux du foehn. Cela pourrait provenir des hautes chaînes de montagnes que nous avons au SO. et de la notable élévation dans laquelle se trouve notre ville (altitude: 652^m). Quoi qu'il en soit, le vent du SO., ou africain, est généralement accompagné d'une haute température, rarement d'une sécheresse considérable, à moins qu'il ne souffle en été. Dans ce cas, il amène ordinairement avec lui une légère brume, sous forme de nuages peu épais, que je crois pouvoir attribuer à des sables très fins en suspension dans l'air. Alors il y a aussi une haute température et de la sécheresse. Nous en avons eu un exemple très prononcé les 14, 15 et 16 juillet de 1867.⁷ » (Lettre de M. le prof. G. Berti.)

Nicolosi. «.... Pour nous, les vents du SE. et du SO. sont ceux qui pourraient venir indirectement de la côte africaine. C'est le second qui est le plus chaud et le plus sec. Tous deux font baisser le baromètre, même avant que le mouvement de l'air soit considérable, etc.

«.... De la mer de Catania au sommet de l'Etna, il y a environ 15 milles (24 kilomètres) en ligne droite. Du village que j'habite, sur le versant S. de l'Etna, et de ma terrasse, je puis observer souvent le fait suivant: A Catania, il règne, sur la mer, un vent d'E; chez moi, à 673 mètres d'élévation, règne, au même moment, un courant d'O. bien prononcé. Au sommet de l'Etna, à 3230 mètres, le calme est parfait, car la fumée s'élève en une tranquille colonne verticale. Mais, plus haut dans l'atmosphère, cette

⁷ Je n'ai pas entre les mains des documents météorologiques suffisants pour voir ce qui s'est passé en Suisse dans ces journées-là. — Les observations, publiées par M. Plantamour dans les *Archives de la Bibliothèque universelle*, donnent les renseignements suivants: A Genève, le baromètre a éprouvé une oscillation considérable et exceptionnelle pour cette époque de l'année, le 15 juillet: baisse de 5^{mm} dans la journée, jusqu'à 5 heures; puis ascension de 8^{mm} de 5 heures à 11 heures du soir. Pendant la soirée, SO. fort et un peu d'orage. L'orage s'est étendu sur une grande partie de la Suisse; il a été entre autres très violent sur le sommet du Righi, accompagné d'un vent d'O. impétueux avec pluie et grêle. La température n'a rien présenté de particulier à Genève les 14, 15 et 16 juillet; elle a été à peu près normale. L'humidité a été de 0,60 à 0,68; le vent dominant SO. ou SSO. — Au St. Bernard, le baromètre a éprouvé peu de variation durant ces trois jours; pression presque normale. La température a été un peu plus élevée que dans les jours précédents ou suivants; vent dominant, SO. faible.

colonne s'incline à angle droit vers l'E., accusant ainsi un vent d'O. A diverses altitudes donc, les courants atmosphériques sont différents et pourtant simultanés. » (Lettre de M. le Dr C. Gemmelari.)

Cette dernière observation, où l'auteur a l'avantage d'être renseigné par une girouette exceptionnellement élevée et sensible, prouve une fois de plus que, dans les hautes régions de l'atmosphère, le courant d'air peut être tout autre que ce qu'il est dans les couches plus profondes.

Athènes. «.... Les vents sont ici souvent du SO ; ce sont des sciroccos apportant un air épais et humide et qui provoquent, surtout en hiver, de la pluie, des orages et une température élevée. La dépression barométrique ne manque jamais alors. — Le véritable vent du désert, ou vent d'Afrique, est, je crois, rare en Grèce. Je l'ai observé cependant le 10 mars 1860 ; une abondante poussière d'un brun rougeâtre est tombée à cette époque sur la Grèce. » (Lettre de M. J. Schmidt, directeur de l'Obs.)

A propos des rapports entre le foehn et le scirocco, il y a quelque intérêt, je crois, à indiquer encore les faits suivants :

Les 15 et 16 janvier 1867, une violente tempête de scirocco, direction SE., a régné sur les côtes de l'Italie méridionale.

Pendant ce temps, il y eut, en Suisse, une assez forte dépression barométrique, surtout dans la zone voisine des Alpes. Baisse de 6 à 7^{mm}, du 14 au 16, à Lugano ; de 5 à 6^{mm} au St. Bernard ; baisse un peu moindre dans les vallées septentrionales et sur le plateau suisse. La dépression, *au-dessous de la normale*, le 16, est de 9 à 13^{mm} dans les stations alpines ; 7 à 9^{mm} dans les vallées et sur le plateau suisse. Le vent régnant est : NO. et N. à Schwyz, O. et NO. à Andermatt, SO. et NO. à Engelberg, NO. à Zurich, O. à Sargans, NO. à Glaris, etc. Dans les stations élevées de la chaîne alpine, on note O. et SE. très fort au Grimsel ; S., puis N. fort, au St. Gotthard ; E. fort, au Julier ; S. fort, au Bernaldin ; SO. fort, puis NE. au St. Bernard, de même au Simplon, etc. — La température s'est très généralement *abaissée* du 14 au 16, et elle était fort basse à peu près partout. Ainsi, — 3 à — 4° à Altdorf, — 5° à Schwyz, — 4 à — 5° à Zurich, — 5 à — 6° à Berne, etc. Les hautes stations fournissent aussi du 14 au 16 un refroidissement très prononcé. Ajoutons enfin qu'il a neigé en beaucoup de lieux.

On voit ainsi que les 15 et 16 janvier, il a régné un fort vent sur les hautes sommités des Alpes ; que, dans les vallées et sur le plateau suisse, il n'y avait qu'un vent faible et plus généralement du N., et que la température s'est partout *abaissée* pendant cette période. — Ces renseignements suffisent pour établir que, malgré

l'agitation de l'air dans les hautes stations de la chaîne, la tempête de scirocco de l'Italie méridionale ne correspondait en aucune façon à un foehn dans les vallées alpines.

Le 9 septembre 1866, on note, à Rome « un fort scirocco avec quelques gouttes de pluie. Forte oscillation magnétique durant la bourrasque et chute du baromètre. » (*Observ. du collège romain*, note du R. P. Sacchi.) — A la même époque, en Suisse, le mouvement barométrique est insignifiant ; les vents sont faibles ou variables du N. ou de l'O ; la température s'est partout notablement abaissée du 8 au 9, et, d'une manière générale, il n'y a rien qui rappelle les caractères du foehn.

16. La direction du foehn, en Suisse, n'a pas été partout la même. On doit s'attendre, en effet, à des déviations locales dues à la configuration du sol, la direction des vallées, etc. D'une façon générale, on peut dire que ce vent soufflait du S., du SO. ou du SE. D'après tous les renseignements que j'ai eus sous les yeux, la direction S. peut bien être considérée comme la direction moyenne.

Au Simplon et au St. Bernard, le courant d'air a été SO. du 22 au 25 et même encore les jours suivants ; il a été SO. au Julier, au Splügen ; S. au Bernardin. Il a été aussi SO. à Chaumont, sur le Jura, et à la Chaux-de-Fonds. — La direction a été sensiblement celle du S. à Bex, St. Gall, Zug, Sargans, Thusis, etc. ; SO. à Zermatt, Neuchâtel, Bevers, Medels, Altstätten, etc. ; SE. à Zurich, Trogen, Glaris, Zernetz, etc.

Dans plusieurs stations, le vent, tout en étant très fort, a un peu varié dans sa direction ; il est noté tantôt S., tantôt SO. ou SE. Ainsi, à Coire, il a été SO. puis S.E. ; à St^e Croix, SO. puis SE. ; etc. Il n'est cependant pas possible de constater qu'il y ait eu un changement un peu général et un peu régulier dans la direction du vent pendant les deux ou trois jours de sa durée.

17. Des circonstances locales, dont l'influence est difficile à analyser, peuvent donner lieu à des anomalies momentanées très curieuses. — Ainsi, à Stanz, dès le matin du 23, l'air était encore calme, quoique sa température élevée accusât certainement l'arrivée du foehn. Bientôt se produisirent des coups de vent de plus en plus violents ; mais, dans l'origine, la direction était le N., NE. ou E. C'est seulement à partir de 4 heures que le foehn prit sa direction normale du sud. — A Olten, le 24, alors que le foehn régnait encore dans plusieurs parties de la Suisse, l'air était calme le matin. Dans la journée, le vent souffla du nord assez fort, quoique les nuages allassent avec le SO. Ce vent du nord n'était probablement qu'un retour, un « rebat » de foehn, car la température

se maintint élevée dans la journée du 24. — A Ormonts, le foehn a d'abord été franchement du sud au nord ; plus tard, il s'est produit un second courant, résultant probablement d'une déviation due aux montagnes voisines (Chaussy). Ce second courant remontait la vallée comme un SO. ordinaire.

Dans les vallées qui sont à peu près perpendiculaires à la direction de la chaîne alpine, le foehn soufflait tantôt du S., tantôt du SO. ou du SE. C'est sans doute aux influences locales que l'on doit attribuer le fait que, dans des stations d'ailleurs peu éloignées, sa direction n'est pas la même. Le foehn était surtout SO. à Andermatt ; S., à Altdorf ; SE., à Rathausen (Lucerne) ; S., à Zug, etc. Sa direction était O. à Ilanz ; S. à Thusis ; S. et SO. à Reichenau ; SE. et SO. à Churwalden ; S. et SO. à Coire ; S. à Clos-ters ; SE. à Marschlins ; SE. et S. à Sargans ; S. et SO. à Altstätten, etc. — Dans la vallée du Rhône, le courant a été d'abord SE. à Reckingen, au haut de la vallée, puis plus tard SO. ; à Glyss, au pied du Simplon, le foehn soufflait SO. le 22 septembre, SE. les 23 et 24. A Martigny, sa direction a été constamment SE., à Bex S., à Montreux S. ou SE.

On pourrait s'attendre à trouver une direction plus constante dans les stations élevées, à une certaine distance de la chaîne alpine. Il n'en est pourtant pas tout à fait ainsi : Uetliberg, SO. ; Rigi, S. ; Engelberg, SE. ; Weissenstein, SO., etc.

18. On dit souvent que le foehn est un vent plongeant et qu'il se précipite incliné dans les vallées alpines. Les observations des 22-24 septembre ne sont pas assez précises pour qu'il soit possible d'aboutir à une conclusion un peu positive sur ce point-là et il serait à désirer que, dans une prochaine occasion, l'attention des observateurs se portât sur ce sujet. Ce qui pourrait, ce me semble, appuyer l'opinion dont il s'agit, c'est l'existence du foehn dans des points qui, par la configuration du terrain, sembleraient devoir être protégés. — Bovernier (val d'Entremont, entre Sembrancher et Martigny) est au pied du Catogne, au NNO. et protégé, semble-t-il, par cette sommité (haute de 2500^m) de tout courant venant du midi. Le foehn y a régné avec violence le 23 et, d'après les témoignages concordants de plusieurs personnes, le courant *tombait* directement du Catogne, il ne venait point dans le sens de la vallée, c'est-à-dire de Sembrancher. — La vallée des Ormonts se termine par un cul-de-sac, le Creux de Champ, dominé au S. et au SE. par l'énorme massif des Diablerets, dont les sommets forment un espèce de colossale enceinte à 2000^m environ au-dessus du fond de la vallée. Or, le foehn a commencé à souffler dans la nuit du 22 au 23 précisément dans ce fond de vallée ; sa direction était exactement S.-N. et s'il n'avait pas une direction inclinée

sur l'horizon, on aurait quelque peine à comprendre qu'il atteignît ce point reculé. — La même remarque peut être faite pour le vallon de Frenières, où le vent a été furieux dans les parties les plus enfoncées, protégées au midi par les hauts chainons qui se rattachent à la chaîne de la dent de Morcles.

Il est probable que des faits de détail analogues à ceux-là, mais qui ne me sont pas connus d'une façon aussi précise, pourraient être cités dans d'autres localités de la Suisse.⁸

19. Lorsqu'on recherche quelle a été la *distribution du foehn* du 22-24 septembre, en Suisse, on trouve des résultats fort bizarres et qui, dans beaucoup de cas au moins, me paraissent difficiles à expliquer.

Disons d'abord, d'une façon générale, que le foehn a régné plus fortement et plus longuement dans les vallées des Alpes que sur le plateau suisse. Il a été moins intense, souvent tout à fait inappréiable comme courant atmosphérique, et dans tous les cas d'une bien moindre durée sur tout le plateau, du Jura au lac de Constance. En outre, dans cette bande au N. des vallées alpines, le foehn a été plus général et mieux caractérisé à l'orient que dans les portions centrales et occidentales. — Quant aux faits de détail, voici quelques renseignements :

La tempête du 22-24 septembre s'est fait sentir, du plus au moins, dans toutes les stations élevées du réseau grison ; elle a été surtout forte au Julier et au Bernardin. Elle a régné également dans les stations des vallées et s'est fait sentir, entre autres, avec beaucoup d'intensité dans tout le Rheintal. Le foehn a été fort également à St. Gall, Zurich et sur l'Uetliberg. En revanche, il a été faible ou nul le long de la frontière N. et NE. de la Suisse, à Kreuzlingen, Frauenfeld, Winterthur, Schaffhouse, Lohn, Zursach, Bœzberg, Aarau, etc. Dans ces diverses stations cependant, la

⁸ En s'en tenant aux circonstances purement *locales* de différences de pressions, on a vu que (§ 11), au niveau de la haute chaîne alpine, la pression était *plus forte* (eu égard à l'altitude) que dans les stations profondes des vallées du nord. Le 23 septembre, par exemple, alors que la pression était de 11^{mm} au-dessous de sa valeur normale à Genève, elle était égale ou même au-dessus de cette normale au St. Bernard. S'il y avait eu un canal entre ces deux stations, il aurait dû s'y produire un courant descendant. Ces conditions ayant existé, du plus au moins, entre tous les points élevés de la chaîne alpine et le fond des vallées septentrionales, on conçoit que l'air ait dû se précipiter des premières stations aux secondes. Ce mouvement, développé sur une ligne étendue, a duré pendant deux ou trois jours. Les masses d'air considérables ainsi déplacées ne peuvent pas, ce me semble, avoir été prises uniquement dans les régions avoisinant les sommets des Alpes ; elles ont dû provenir de contrées plus éloignées, et l'hypothèse d'un courant supérieur, arrivant de régions méridionales, se présente assez naturellement (voir note 6).

température de l'air, les 23 et 24 septembre, prouve que les bouffées de foehn arrivaient bien jusque là, mais sans y conserver de mouvement considérable. Sur la rive nord du lac de Constance, à Friedrichshafen, le foehn a régné avec violence.

Le mouvement de l'air a été très violent dans la vallée du Hasli, au Grimsel, à Guttanen, etc. Dès le 22, le foehn a été violent à Brienz ; il a été fort également à Grindelwald le 23 et à Interlaken les 22 et 23. Pendant ce temps, l'air était peu agité à Beatenberg où le foehn a acquis de la violence seulement dans la nuit du 24 au 25. — Il a été peu sensible à Berne dans toute la période du 22 au 25.

La tempête a été généralement violente dans toutes les stations de la Suisse centrale, Altdorf, Einsiedlen, Schwyz, Zug, Glaris, etc. Elle a été forte également, mais de moindre durée, à Lucerne. Plus au nord, à Muri, Aarau, Soleure, Olten, etc., le vent a été plus faible ou peu prolongé. — Il est curieux de signaler, au milieu de cette agitation extrême de l'air, dans la région du lac de Lucerne, le 24 septembre, le calme complet de l'atmosphère sur le mont Pilate.

Dans la vallée d'Entremont et dans celle de Bagnes, le foehn a été d'une grande violence. De même à Martigny et dans la vallée du Rhône jusqu'au lac. On l'a senti fortement à Vevey et dans plusieurs points du canton de Fribourg. La tempête a été aussi d'une grande intensité dans les vallées des Alpes vaudoises, même dans des vallées profondes et encaissées qui, par leur situation et leur direction, semblaient devoir être un peu à l'abri ; ainsi, dans le vallon de Frénières, à l'E. de Bex ; ainsi dans la vallée des Ormonts, au pied des Diablerets, etc. — Le mouvement de l'atmosphère était considérable aussi dans le Simmenthal et sur le versant nord des Alpes bernoises, à Kandersteg, Frutigen, etc. — Il y avait donc une vaste agitation gazeuse qui embrassait les vallées du versant nord de la chaîne valaisanne, le haut de la vallée du Rhône, vers Glyss, Reckingen, etc. ; le bas de la vallée, entre Martigny et le lac ; les vallées nord de la chaîne bernoise, etc. — Au milieu de cette grande perturbation, il est curieux de trouver une zone où le mouvement de l'air était très faible ou même nul. A Sion, le vent était peu sensible, et un peu plus à l'O., sur la rive droite du Rhône, à Chamoson, Fully, etc., il a régné un calme parfait pendant toute la durée de ce violent orage.

Le foehn a été ressenti avec beaucoup de force à Chamounix et dans la vallée de l'Arve. Il a été intense à Sallenche, et les chaînons secondaires, quoique élevés, vis-à-vis du massif du Mont-Blanc, ne l'ont pas empêché d'atteindre divers points du Faucigny, puisqu'il est signalé violent à Samoëns, le 23 septembre. — Il est remarquable que le foehn, qui avait franchi les obstacles entre

Chamounix et Samoëns, n'ait pas exercé ses ravages plus loin dans cette direction. Il n'a pas été aperçu à Abondance, à 20 kilomètres de Samoëns, et il ne s'est pas fait sentir sur le bassin du Léman et sur la vive vaudoise du lac. Les quelques points des bords du lac qui ont été atteints par la tempête, Villeneuve, Vevey, Cully, etc., l'ont été par le courant qui débouchait de la vallée du Rhône. La région qui s'étend, en Savoie, du lac Léman à Samoëns et Sallenche n'est assurément pas plus montagneuse que celle qui s'étend du St. Gotthard au lac de Zurich. Dans toute cette dernière, le foehn a régné avec force, pénétrant au fond et sur les flancs des vallées ; tandis qu'il n'a pas agité une feuille sur la rive gauche du lac Léman et qu'il a été nul ou peu prononcé sur la plus grande partie du canton de Vaud. — Toutefois, il vaut la peine de rappeler que la tempête a régné fortement sur le Jura, à St^e Croix, Chaumont, etc. Il est possible que, à partir d'une certaine zone dans le Chablais, le courant d'air se soit éloigné du sol et ait continué, comme courant supérieur, au-dessus du canton de Vaud pour atteindre plus loin les flancs du Jura. — Encore ici, je noterai que, malgré le calme relatif de l'atmosphère à la surface du sol sur la plus grande partie du canton de Vaud, l'air chaud et passablement sec qui y a été observé accuse sûrement l'influence du foehn.

20. Il m'a paru intéressant de rechercher *dans quelles localités le foehn a commencé à se faire sentir.* — Les données des observateurs du réseau suisse ne suffisent malheureusement pas toujours pour fixer d'une façon un peu exacte le début de la tempête. Les feuilles d'observations, en effet, mentionnent la plupart du temps l'existence du foehn à une certaine heure sans indiquer *quand* il a commencé. Quoiqu'il en soit de ces lacunes, voici quelques renseignements :

Dans la journée du 20, il n'y avait nulle part, en Suisse, un vent de quelque importance ; on note N. ou N^o. faible au Weissenstein ; N. ou SO. faible à l'Uetliberg ; N. ou SO. à Reckingen ; NE. à Neuchâtel ; SO. au Simplon, au Julier ; NE. à Trogen, etc.

Le 21, le vent demeure toute la journée variable et faible en beaucoup de lieux ; mais dans quelques stations, cependant, le courant d'air acquiert déjà une force exceptionnelle. — Sur le Weissenstein, le vent du SO. prend une grande force dans la matinée ; il est très fort à midi et augmente encore jusque dans la soirée. A Chaumont, le SO., très sensible dès 7 heures du matin, augmente d'intensité dans la matinée et devient très fort le soir. A Neuchâtel, le SO. paraît avoir commencé dans la matinée ; il est fort à 1 heure. Au Sentier, le mouvement de l'air se produit comme à Chaumont. — A 1 heure, le SO. régne avec assez de force

à Koenigsfeld, mais il ne dure pas ; il en est de même à Winterthur. — Ce sont donc, je crois, les flancs ou les sommets du Jura qui ont été les premiers atteints par un avant-coureur (voir § 28) de la tempête qui allait bientôt se déchaîner sur la plus grande partie de la Suisse.

Dans la soirée du 21, le vent commence à être signalé en quelques autres points ; il existe alors, entre autres, aux Ponts et à la Chaux-de-fonds, dans le Jura également, où on le note déjà comme foehn à cause de sa température élevée. Il commence à Stalla de Julier, à Trogen, à Medels, à Bevers. — Pendant la nuit du 21 au 22, la violence du vent devient ou continue à être très grande à S^{te} Croix (sur le Jura), à Chaumont, au Weissenstein, etc., et c'est alors le foehn bien caractérisé ; il commence sur le Righi, à Coire, à Churwalden. — Tandis que le vent du S., SO. ou SE. soufflait depuis bien des heures déjà, et avec violence, dans les points que je viens d'indiquer, la plupart des autres stations suisses et surtout celles qui sont plus rapprochées du pied des Alpes étaient encore parfaitement calmes. Ainsi, à Engelberg, dont l'altitude est cependant considérable, l'air a été calme le 21 et le foehn a débuté seulement dans la matinée du 22 ; à Altdorf, calme le 21, début du foehn le 22 au matin ; sur le Splügen, calme également le 21 ; il en est de même à Reichenau, à Glaris, à Zug, à Altstätten, etc. C'est dans la matinée du 22 ou vers le milieu du jour que le foehn se déclare dans le plus grand nombre de points. Il est même intéressant de signaler que, dans un grand nombre de stations, d'ailleurs fort distantes les unes des autres, l'ouragan débute d'une façon assez soudaine entre 11 heures et midi. Ainsi, le foehn commence à 11 heures à Altstätten et à Glaris ; à 10 h. à Bex ; à midi à Glyss, à Sallenche, à Grächen, à Zermatt, à Reckingen, à Frutigen, à St. Gall. — Dans l'après-midi du 22 ou dans la nuit du 22 au 23, il commence ou il continue à peu près dans toutes les stations suisses qui ont ressenti cette tempête de septembre. Il faut cependant noter Schaffhouse où l'on ressentit le foehn seulement le 23, vers midi ; Stanz, aussi le 23, dans le courant du jour ; Zurich, seulement dès le matin du 23. C'est dans cette journée que quelques bouffées de foehn arrivent même dans des lieux où ce phénomène est assez rare et où il n'eût d'ailleurs que peu de durée : Cully, à 3 heures après-midi, Lausanne, vers 4 h., etc.

On voit ainsi que ce ne sont point les localités les plus rapprochées des Alpes qui ont ressenti le foehn en premier lieu ni même toutes les sommités alpines. Il est assurément curieux que, dans cette journée du 21 et dans la nuit du 21 au 22, alors que l'ouragan sévissait déjà comme on l'a vu sur le Jura, à Trogen, etc., un calme à peu près parfait régnait encore à Zermatt, à Glyss, à Andermatt (où l'on notait N.O.), à Bex, Thusis, Grächen, Altdorf, Churwalden, sur le Julier, le Splügen, etc.

21. Les débuts du foehn ont présenté assez généralement un même caractère. Dans la plupart des stations pour lesquels des renseignements un peu détaillés me sont parvenus, le foehn se faisait *pressentir*, en quelque sorte, par une température plus élevée avant que l'agitation de l'air fût sensible. Puis arrivaient ordinairement des rafales, comme des secousses, dont l'intensité croissait parfois rapidement. En quelques lieux, l'ouragan a acquis très rapidement une grande violence.

22. Un caractère du foehn qui mérite également d'être signalé, ce sont les intermittences curieuses qu'il présente. Des périodes de calme complet succèdent souvent aux plus violentes secousses atmosphériques et ces calmes se produisent en quelques points, tandis que, ailleurs, à peu de distance peut-être, l'ouragan régne sans interruption. — On peut relever un grand nombre de faits de ce genre dans le foehn des 22-24 septembre.

Dans la journée du 23, le foehn s'est fait sentir sur le Pilate, tandis que le lendemain, 24, l'air est demeuré parfaitement calme sur cette sommité. Pendant ce calme, l'ouragan sévissait avec violence à Lucerne, surtout dans la soirée. — Durant une partie de la période du foehn, le sud du lac de Lucerne (le lac d'Uri) était tout à fait calme alors que l'agitation de l'eau était extrême à Gersau, Weggis, etc. Il semble que le courant d'air, soufflant incliné vers l'horizon, atteignait le niveau du lac seulement à une certaine distance des Alpes. — Dans la contrée de Bovernier, citée plus haut, au pied du Catogne, le foehn a été très violent dans la nuit du 22 au 23 et dans la journée du 23, comme d'ailleurs dans toute la vallée d'Entremont. Le lendemain, 24, le vent soufflait encore avec force à Orsières, Sembrancher, etc., tandis que le calme le plus profond n'a cessé de régner à Bovernier, quelques kilomètres plus bas dans la vallée. — A Reckingen, la tempête a été très vive le 23, surtout vers le milieu du jour ; dans la nuit, le mouvement de l'air s'est calmé et le 24, dans la soirée, l'atmosphère était absolument calme. A ce moment, l'orage se déchaînait encore avec force dans plusieurs vallées alpines peu éloignées de Reckingen, ainsi à Andermatt, à Altdorf, à Glaris, etc.

23. On se demande souvent *comment le vent se propage* dans les vallées orientées à peu près suivant la direction du mouvement de l'air. A-t-il commencé au sud ou au nord des vallées ? Je possède trop peu de renseignements précis pour traiter cette question d'une façon complète. Voici seulement quelques faits.

Au St. Bernard, il régnait, dès le matin du 21, un courant faible du NE. ; vers midi, un peu de SO., et dans la soirée encore le NE. Le matin du 22, le SO. règne avec force. On peut donc ad-

mettre qu'il a commencé à souffrir dans la nuit du 21 au 22. — A la cantine de Praz, au pied du St. Bernard et au fond de la vallée d'Entremont, le vent a été faible toute la journée du 22 et il a acquis une grande force seulement dans la nuit du 22 au 23. A St Pierre, à 9 kilomètres de la haute chaîne, le SO. est faible le matin du 22, très fort dans la soirée. A Liddes, plus bas dans la vallée, le vent est fort seulement dans la nuit du 22 au 23. A Martigny, il se fait sentir faiblement dans la journée du 22, très violement dans la nuit. A Bex, le vent commence, fort, le 22, à 10 heures du matin. A Villeneuve, le 22, dans la soirée, vers 10 h. ; à Montreux, à 11 h. du soir, assez brusquement ; il en est de même à Vevey. Les localités qui ne sont pas en face de l'ouverture de la vallée du Rhône, sur les bords du Léman, signalent le foehn beaucoup plus tard, et c'est seulement dans l'après-midi du 23 que quelques bouffées arrivent à Cully et même à Lausanne.

On voit ainsi que le vent a commencé avec beaucoup de force au St. Bernard dans la nuit du 21 au 22 ; il s'est fait sentir avec force également à Bex quelques heures plus tard ; mais toute la région intermédiaire du val d'Entremont et de la vallée du Rhône n'a été que faiblement agitée dans la journée du 22. — Pendant plus de douze heures le foehn a été violent à Bex (et aussi dans le vallon voisin de Frénières) alors que l'air était encore calme à Villeneuve, à l'ouverture de la vallée du Rhône. On notait même un vent faible du NO. le 22, à 9 h. du soir, à Montreux ! C'est là un fait bien précis et qui est assurément curieux au point de vue de la propagation du mouvement dans les gaz, puisque l'air se déplaçait du S. au N., sensiblement dans la direction de la vallée de Bex à Villeneuve et Montreux, qu'aucun obstacle de quelque importance n'existe entre ces localités distantes de 17 et 22 kilomètres et qu'on peut sûrement admettre que la vitesse de l'air, d'après les observations de Bex, atteignait au moins 10 mètres par seconde ou 36 kilomètres par heure. — A part l'exception offerte par Bex, le foehn s'est donc déclaré presque simultanément sur toute la ligne du St. Bernard à Vevey, dans la soirée du 22.

Au St. Gotthard, il régnait, le 21, un vent variable et faible du N., SE., S., etc. ; c'est, comme au St. Bernard, dans la nuit du 21 au 22 que le SE. a commencé avec une force d'abord moyenne. Pendant ce temps, l'air était encore à peu près calme à Andermatt, et même le soir du 22, on note, dans cette localité, NE. faible. A Andermatt, le vent paraît avoir pris une force un peu considérable seulement le 24. A Altdorf, le foehn commence vers le milieu du jour, le 22, bien caractérisé quoique médiocrement fort ; il devient intense le soir. A Engelberg, le calme règne également jusque vers midi, le 22 ; c'est alors que le foehn commence avec force. A Rathausen (Lucerne) le vent arrive seulement dans la soirée du 22.

Au Bernardin, le vent du S. existe, mais assez faible, le 22. Il devient fort seulement le soir. A Thusis, calme le matin du 22, foehn assez fort à 1 heure. A Churwalden, le SO. est très fort dès le matin du 22. Il en est de même à Coire et à Closters. A Sargans, on note un vent d'E., faible, le matin du 22; à 1 h., le foehn est très fort. A Altstätten, calme le matin du 22; le foehn commence entre 11 h. et midi. — Dans cette direction du Rheinthal, donc, le foehn a commencé généralement dans la matinée du 22; mais plus tard à Altstätten et à Sargans qu'à Churwalden et à Coire.

24. Tandis que la configuration du sol modifie, dans une grande mesure, la direction du mouvement de l'air, les *nuages* indiquent assez bien le sens général du déplacement de l'atmosphère. Mais les observations relatives aux nuages ne peuvent se faire avec sûreté que dans un état convenable du ciel et d'ailleurs elles sont le plus souvent négligées par les observateurs. — J'ai cependant, sur ce point, quelques données assez précises et qui doivent trouver place ici :

Sur le versant méridional, au pied des Alpes, Lugano donne, pour direction des nuages, SO., S., SE. ; Faido, S. ; Bellinzona, N. le 22, puis, plus tard, S.

Les stations du Jura, le Sentier, Ste Croix, Chaumont, Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds, Soleure, donnent toutes, et pendant toute la durée du foehn, la direction SO. comme étant celle des nuages.

Au nord des Alpes, mais près de la chaîne, on a généralement noté une direction franchement S., tandis qu'à la surface du sol, le courant était SO. ou SE. — A Reckingen, les nuages ont eu constamment la direction S. ; à Altdorf, S. ; à Thusis, SO. et S. ; à Splügen, S. ; à Grächen, S. et SO. ; à Montreux, S., etc. A Bex, les nuages ont marché du SO. ou OSO. jusqu'au 22, jour où le foehn a commencé; dès lors franchement S.-N. A Martigny, les nuages élevés allaient du S. au N. ; plus bas, du SE. au NO. ; — au niveau de la vallée, le mouvement de l'air était du SE. — Pour les Ormonts, je dois des renseignements fort précis à M. le pasteur Chavannes. Il y avait nettement deux couches de nuages; la couche inférieure paraissait chassée par le foehn avec une grande vitesse et allait exactement du S. au N. ; son altitude était de 2700^m environ, estimée par les sommets voisins qu'elle abordait en passant. La couche supérieure, en cirro-stratus très légers, allait du SO. au NE. — Il serait fort à désirer que, dans les observations futures de foehn, on fût attentif à ce détail particulier et il y aurait un grand intérêt à savoir si, pendant que le courant du S. règne près du sol et à une certaine hauteur, la direction du SO. domine dans les régions supérieures de l'atmosphère, ou si peut-être c'est

l'inverse. On remarquera que les observations de Martigny et de Bex ne concordent pas avec celles des Ormonts.

Je mentionnerai encore ce fait, peut-être important dans la théorie du foehn, que, dans plusieurs stations, les nuages avaient la direction SO. les 21 et 22 septembre, c'est-à-dire lors du début du foehn, puis que cette direction est devenue plus complètement ou même exclusivement S. les jours suivants, 22 et 23. Ainsi, à Reckingen, SO. le 21 ; S. les 23 et 24 ; à Bex, SO., puis S. et même SE. le 25 ; à Montreux, SO., puis S. ; à Zoug, SO., puis S. ; à Rathanhausen, SO., puis S. ; à Grächen, O. et SO., puis S. ; à Altstätten, SO., puis S. et SE. ; à Sargans, SO., puis S. ; de même à Thusis, à Bevers, etc. Au Simplon, le vent a été SO. lors de la plus grande violence les 23 et 24 ; le 25, sa direction était davantage S.

23. Quant à *l'intensité* du foehn des 22-24 septembre, elle a été considérable dans la plupart des localités où ce vent est signalé. En plusieurs lieux, on le cite comme un des plus violents qui se soient fait sentir depuis longtemps, et les dégâts qu'il a occasionnés sont tels qu'aucun autre vent, en Suisse, n'en produit, je crois, de pareils.

Il est fort difficile de comparer, d'une façon un peu sûre, les intensités d'un courant d'air en des lieux différents, lorsque cette intensité n'est pas appréciée par des appareils exacts et lorsque l'appréciation est faite par des observateurs différents. Cependant, d'après l'ensemble des renseignements qui me sont parvenus, je crois pouvoir dire, avec assez de certitude, que le foehn a été moins intense dans les stations de la haute chaîne alpine (St. Bernard, Simplon, Grächen, St. Gotthard, Bernardin, etc.) que dans plusieurs localités du fond des vallées. — Après cette remarque générale, voici divers renseignements particuliers dus à l'obligeance de quelques-uns de mes correspondants :

Simplon. — Le vent s'est fait sentir avec un intensité exceptionnelle les 23 et 24. « Sa violence était telle que, malgré nos doubles fenêtres, l'eau entrait dans nos chambres. »

Glyss. — Dans la vallée de Lœtschen, le foehn est arrivé le 23 ; « on ne se souvient pas qu'il ait jamais soufflé aussi fort. »

Zermatt. — Le foehn a été d'une grande violence. A l'hôtel du Ryffel, la toiture, du côté SE., a été fortement endommagée.

Frutigen. — « Le foehn ne paraît pas avoir été aussi violent chez nous que dans d'autres vallées alpines. »

Vallée de Hasli, Guttannen. — « L'ouragan fut très violent déjà le 22, au Grimsel comme à Guttannen ; sa force fut très exceptionnelle. A l'hospice du Grimsel, le foehn ne se manifeste, le plus souvent, que par sa température élevée ; c'est seulement un quart de lieue plus bas que le mouvement de l'air est sensible, et il de-

vient de plus en plus prononcé à mesure qu'on descend dans la vallée. Le vent du 22 fut donc exceptionnellement ressenti à l'hospice, et cela comme un véritable ouragan. »

Sallenche. — « C'est le 23 que le vent a été le plus violent. Il a brisé et renversé beaucoup d'arbres et découvert bien des maisons. — Dans la vallée de Chamounix, d'après les rapports qui m'ont été faits, il descendait la mer de glace et s'engouffrait dans la vallée où il a causé des dégâts très considérables, surtout dans les forêts. »

Samoens. — « Le vent a été, chez nous, moins violent dans le fond des vallées; mais dans les endroits élevés, des arbres ont été renversés, des maisons découvertes, etc. Il a fait disparaître le blé moissonné et a abattu le grain du blé mûr. Quant aux fruits, il n'en est point resté sur les arbres. Des hommes qui traversaient la montagne se sont attachés ensemble pour résister, etc. »

Martigny. — « Le 23, de $5\frac{1}{2}$ heures du matin jusqu'à 8 heures du soir, le vent se déchaîna avec une telle fureur, que je ne me rappelle pas d'en avoir senti un aussi épouvantable depuis 45 ans que j'habite Martigny. Dans une forêt, à Chemin (environ 1000^m d'altitude), le vent déracina plus de cent mélèzes. » — Près de Martigny même, le regain récemment fauché d'une prairie fut enlevé et a entièrement disparu.

Val d'Entremont. — Le foehn a été terrible le 23 sur toute la longueur de la vallée. Beaucoup d'arbres ont été brisés. Près de Bovernier, de robustes châtaigniers ont été mis à terre.

Bex. — «.... Quant à l'intensité du foehn du 23, nos vieillards ne se souviennent de rien de pareil depuis 1813. Plus de mille arbres ont été déracinés ou brisés dans la commune de Bex, en particulier l'arbre de la liberté planté au milieu du village. A Mon Chalet, près de Bex, quatre gros chênes de 40 à 50 centimètres de diamètre, ont été arrachés par le vent, un cinquième a été fendu. Beaucoup de toits ont été endommagés. A la gare de Bex, deux énormes tas de planches ont été démolis par le foehn. Les planches étaient enlevées comme des brins de paille et tournoyaient avant de tomber. — *Frenières*: dans la journée du 22, quelques arbres fruitiers ont été déracinés et des toitures considérablement endommagées. Dans les forêts voisines, beaucoup d'arbres ont été abattus. — *Les Plans*: le 23, de 8 à 11 heures du matin, c'était une tempête qui a cassé beaucoup d'arbres et emporté les pierres des toits, ainsi que de grosses pièces de charpente. Dans une petite forêt de hêtres, voisine, six arbres ont été déracinés du même coup de vent. Les vieillards de notre vallon ne se souviennent pas d'un ouragan pareil. »

Villeneuve. «.... Vers 1 heure du matin, le 23, c'étaient des rafales angoissantes pour chacun. A 10 heures du matin, il y eut

un coup de vent tel que beaucoup de tuiles furent lancées dans la rue. Un pan de chalet, en Chaude, fut enlevé ; plusieurs arbres furent cassés. Près du lac, dans la plaine, un pin, un peuplier furent brisés. »

Vevey. «.... Le vent avait vraiment une force exceptionnelle. Depuis que j'habite Vevey (19 ans), je n'ai jamais vu des vagues aussi fortes. »

Vuadens. Le foehn ne s'y fait sentir que très rarement et quand il a une force exceptionnelle. Le 23 septembre 1866, il y fit sa première réapparition depuis plus de vingt ans.

Ormonts. «.... Le vent a soufflé avec violence le 22, pour atteindre son maximum dans la soirée, entre 9 et 11 heures. C'est alors qu'eurent lieu les coups de vent les plus forts qu'on eût ressentis depuis bien longtemps dans la vallée. Un grand nombre d'arbres ont été déracinés et beaucoup de toits dispersés, bardéau après bardéau. »

Pays d'Enhaut. « Rarement le foehn a été aussi violent ici. Il a enlevé ou détérioré les toits de quelques maisons. »

Lucerne. Tout le monde est d'accord pour estimer que, cette fois-ci, le foehn a eu une violence plus grande que ça n'avait été le cas depuis bien des années, depuis 1857. A Weggis, Meggen et Vitznau, etc., le foehn a beaucoup endommagé les arbres ; plusieurs ont été déracinés ou ont perdu leurs feuilles et leurs fruits (M. Bæchler, observateur à Rathhausen).

Glaris. On sait combien le foehn est généralement fort dans cette vallée. Celui dont il s'agit ici n'a pas épargné ce canton et il y a régné du 22, à midi, au soir du 24, avec beaucoup de violence. L'ouragan a été terrible surtout le 23, dès 9 heures.

Zernetz. Le foehn a été violent, sans interruption, du 23 au 24 à midi.

Etc., etc.

26. *Combien a duré le foehn et quand a-t-il fini ?*

Les données provenant des diverses stations donnent des réponses fort diverses à ces deux questions.

Dans les stations du Jura, où le vent s'est fait sentir en premier lieu, il paraît avoir cessé en premier lieu également. Ainsi, à Neuchâtel, il est nul dès le matin du 23 ; à la Chaux-de-Fonds, l'air est calme dès le matin du 24 ; de même à St^e Croix. Au Weissenstein, où il avait été fort déjà le 21 et le matin du 22, il est faible les 23 et 24, puis reprend un peu de force le 25.

Au pied des Alpes, l'air est calme, à Martigny, le 24, dès le matin ; à Montreux, le même jour, dès midi. A Bex, en revanche, où le mouvement de l'air a commencé à être fort plus tôt qu'ailleurs dans la vallée, l'agitation se conserve davantage aussi, et le

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 Bagné 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 ; Altstätten, SO. fort le 25 à midi, de même à Zernetz, à St. Gall, à Trogen. — Au Bernardino, 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 ($16^{\circ},6$). À ce moment, le courant d'air du SO. avait cessé de se faire sentir.

A Ste 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 sur-lendemain 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 Ste 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 Altstätten, 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°,9	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 h. du matin, par les soins des RR. PP. Chartreux, on trouve, pour le 24 et le 25 septembre, les données suivantes :

	4 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, Ste 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 § 4. 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, Altstätten, 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>	1866.	<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, Zürsach, 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, Splügen, 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	134 ^m	» — Brienz	88 ^m
moyenne			92 ^m

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

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 Alpes¹⁰, 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^o 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^o 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 conséurable 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 [°]	24,9 [°]
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
Altstätten	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 Altstätten, *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 Faido, 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 Faido, 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 [°]	21,4 [°]	18,6 [°]	18,0 [°]	18,1 [°]	14,6 [°]	15,0 [°]	16,9 [°]
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, Altstätten, 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 perdit 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

¶ 1. 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'un 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 500m d'altitude et où la pression était à peu près 713mm. — 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
Altstätten	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 ^o	14,7 ^o	16,8 ^o	18,5 ^o	19,8 ^o	20,9 ^o	20,7 ^o	20,5 ^o	19,4 ^o
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 régnaien 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.)

V. Humidité de l'air.

43. En jetant les yeux sur les tableaux du § 1, on voit immédiatement que, pendant la période du foehn, l'air a été plus sec que durant les jours qui ont précédé et suivi. La différence est même considérable pour beaucoup de stations et il me semble hors de doute, d'après l'ensemble des observations faites, que *le foehn du 23 septembre doit être rangé, pour la plupart des localités au nord des Alpes, dans la catégorie des vents secs.*

Dans les stations suisses, on observe l'humidité par la méthode du psychromètre, c'est-à-dire qu'on note les indications, au même moment, de deux thermomètres l'un sec et l'autre mouillé. Cette méthode, on le sait, ne donne pas toujours avec le même degré de sûreté l'état hygrométrique de l'air et on a constaté, entre autres, que pour l'air violemment agité ou pour un air très sec, les coefficients de la formule qui sert à calculer le degré d'humidité ou la tension de la vapeur, ne devraient pas avoir la même valeur que pour l'air calme ou médiocrement sec. Dans l'air agité, les indications du psychromètre sont généralement exagérées ou, si l'on veut, l'air paraît plus sec qu'il ne l'est en réalité. — Je crois donc qu'il est légitime de ne pas donner une valeur trop absolue aux chiffres déduits du psychromètre pendant l'orage de foehn dont il s'agit ici. Mais, malgré cette réserve, il me paraît néanmoins résulter avec évidence de l'ensemble des observations que l'air apporté par le foehn était un air sec. Il est à remarquer d'ailleurs que, dans les observatoires suisses, les thermomètres sont protégés par une persienne et un petit toit, et cette protection est précisément au sud des instruments, c'est-à-dire du côté où le foehn se faisait généralement sentir. On peut remarquer, en outre, que, dans plusieurs lieux, le psychromètre indique un faible degré d'humidité même dans des moments où le courant d'air est peu intense et dans des stations où le foehn, comme vent, a été peu prononcé¹².

L'évaporation active provoquée par l'air sec du foehn s'est manifestée de bien des manières et les résultats, pour n'être pas susceptibles d'une mesure scientifique, n'en ont pas moins un véritable intérêt. Tous les objets humides se desséchaient rapide-

¹² Ce qui montre, d'ailleurs, que le fait d'une grande agitation de l'air ne suffit pas pour que le psychromètre indique une faible humidité, ce sont les résultats fournis par cet instrument pour d'autres vents. J'ai constaté, pour plusieurs stations, que, par des vents d'O. ou de SO. ordinaire, même de N. ou de NE., très violents, la sécheresse, appréciée au psychromètre, est beaucoup moindre que celle qui fut observée durant le foehn.

ment pendant ces journées-là ; le sol lui-même s'est promptement durci et fendillé par suite de son active dessication ¹³.

Une évaporation aussi intense ne se produit pas uniquement par le fait que l'air est en mouvement ; elle ne se produit pas au même degré par le SO. ordinaire, même lorsqu'il est violent. — On pourrait ajouter que les impressions physiologiques, desséchement des lèvres, des paupières, de la gorge, etc., viennent, sous ce rapport, à l'appui des indications du psychromètre.

44. La sécheresse s'est généralement manifestée dès que le foehn a commencé à souffler et il y a même bien des cas où, sous ce rapport, une différence considérable s'est produite en peu de temps.

A Trogen, dans la journée du 21, les trois observations donnent, pour le degré d'humidité ¹⁴ de l'air, 87, 71 et 69. Déjà dans la soirée de ce jour, le foehn commença et on voit que l'air est plus sec à 9 h. du soir qu'il ne l'était à midi. Le lendemain matin, à 7 h., la sécheresse de l'air est 36 ; à midi, 37, etc. — A Glaris, les trois observations du 21 donnent 92, 67 et 93. Le 22, à 7 h. du matin, 95. Le foehn se lève vers midi et à 1 h. l'état d'humidité de l'air est 42 ; à 7 h. du soir, c'est encore plus sec : 39, etc. — A Engelberg, les trois observations du 21 donnent 81, 50 et 72. Le 22 au matin, 78 ; le foehn se lève à midi et on note, à 1 h., 38 ; à 7 h. du soir, 28. — A Bâle, le 21 : 82, 65 et 87. Le matin du 22, 84. Le vent du SE. devient fort dans la matinée et le degré hygrométrique est 31, à 1 h., etc.

Dans ces lieux-là donc, le foehn apparaît d'emblée avec un caractère marqué de sécheresse. Il n'en est pas ainsi partout et il me semble que dans les stations de la Suisse occidentale, où l'élévation de la température a cependant été considérable, la sécheresse de l'air est moindre, surtout au début du foehn. — A Bex, le foehn commence violent et bien caractérisé le 22, vers 10 h. du matin. On trouve, pour l'état hygrométrique, à 7 h. du matin, 82 ; à 1 h., 56 ; à 9 h. du soir, 59. Le lendemain, foehn terrible ; les trois observations donnent 50, 44 et 56. — Montreux : on note, le 21 : 90, 73 et 91 ; le 22 : 76, 64 et 79. Le foehn se lève dans la nuit et le matin du 23, on a 48, puis 39 et 53 à midi et le soir. — A Genève, le 22, le vent du SO. s'est déjà fait sentir avec assez de force vers le milieu du jour. L'état hygrométrique est 48 à 10 h., 46 à midi, 53 à 3 h. Le lendemain, c'était encore assez sec dans la matinée, mais à 11 $\frac{1}{4}$ h., le vent du S, se leva avec force

¹³ Observation faite près de Villeneuve, par M. Duflon.

¹⁴ Je rappelle que, dans les pages qui suivent, le degré hygrométrique est toujours estimé en centièmes.

et l'humidité descendit, assez promptement, au chiffre très faible de 27¹⁵. A 2 h., le vent était encore fort, l'humidité 41 ; à 10 h. du soir, 44, etc.

48. Le calcul des trois observations diurnes (à 7, à 1 et à 9 h.) de quelques points du Jura donne les chiffres suivants :

	21	22	23	24
Chaumont	83	71	66	
	74	61	54	58
	65	81	58	54
Les Ponts	84	63	50	69
	62	36	74	56
	57	44	93	90
Le Sentier	91	61	53	71
	66	46		65
	97	56	50	80
St ^e Croix	83	50	55	
	68	48	46	60
	57	53	59	80

On se rappelle que, le 21 déjà, le SO. a régné d'une façon très prononcée à Chaumont, au Sentier ; le soir aux Ponts, etc. Dans ces stations, l'air est de moins en moins humide dans le courant de la journée, mais sans être bien sec ; le 22, le vent était très fort à 7 h. du matin à Chaumont, à St^e Croix, et pourtant l'air, surtout dans la première station, est peu sec. La sécheresse y fut plus grande le lendemain.

Ces indications, provenant de l'humidité de l'air, confirment donc les remarques présentées précédemment et déduites des observations de température (§ 28). Le vent qui a régné le 21 sur le Jura est probablement plutôt le SO. ordinaire et le foehn est arrivé seulement plus tard, dans la nuit du 21 au 22 ou dans la journée du 22. Il a apporté alors, sur le Jura comme dans le reste de la Suisse, un air plus chaud et plus sec. On peut remarquer cependant que l'air y est moins sec que sur la station élevée de Engelberg, dans la Suisse centrale. Il est fort possible que, sur le Jura, le courant du foehn se soit, pendant toute sa durée et plus qu'ailleurs, mélangé avec celui du SO. ordinaire.

¹⁵ C'est là un degré de sécheresse assez considérable pour Genève. Il se passe quelquefois une année entière sans qu'on en observe de pareil ; ainsi, en 1850, le minimum d'humidité relative a été 29 ; en 1853, 26. — La plus faible humidité observée à Genève, dans les douze ans 1848-1860, est 14, le 12 mars 1859 (*Climat de Genève*. E. Plantamour).

46. La sécheresse de l'air a été généralement moindre dans les stations élevées que dans celles des vallées, comme on peut s'y attendre ensuite de la différence de température. — Sous ce rapport, d'ailleurs, les renseignements sont assez incomplets, parce que les observations hygrométriques ne se font pas sur plusieurs des hautes stations, ainsi au St. Bernard, au Splügen, au Bernardino, au Righi, etc. — Le Simplon fournit les indications suivantes : Pendant les 22 et 23, alors que le vent régnait avec force, l'air a toujours été peu éloigné de son point de saturation ou même tout à fait saturé. On verra plus loin que la pluie a commencé à tomber du 22 au 23. En revanche, les journées du 18 au 21 offrent, vers le milieu du jour, à 1, 11, 3 et 5 h. des degrés hygrométriques voisins de 50 ou peu élevés au-dessus de la demi-saturation. Mais il importe d'ajouter que, pendant ces journées-là, c'est le vent du N., NE. ou NO. qui a régné. La faible humidité qui vient d'être mentionnée ne doit donc pas être attribuée au foehn qui n'avait point commencé à se faire sentir sur cette haute station.

Dans les Grisons, plusieurs stations élevées, au nord de la chaîne principale, ont offert une sécheresse de l'air assez grande ; ainsi Zernetz les 23 et 24 ; Remus, le 23 ; Bevers, les 23 et 24, etc.

A Zermatt, le foehn n'a pas eu le caractère de vent sec, même le 22, avant la chute de la pluie.

Ce qui est assurément remarquable, c'est la grande sécheresse observée à Engelberg où, l'on s'en souvient, le foehn a été intense et prolongé. Voici le degré d'humidité d'après les observations du psychromètre du 21 au 25 :

	21	22	23	24	25
7 h.	81	78	30	38	29
1 h.	56	38	25	43	33
9 h.	72	28	38	59	90

47. La valeur absolue de l'humidité de l'air a été remarquablement faible, à certains moments, dans beaucoup de stations, et spécialement là où le foehn a été intense. Les observations du thermomètre sec et humide m'ont fourni, entre autres, les éléments du tableau suivant, où les observations de chaque jour se rapportent aux heures habituelles.

	22	23	24	25
Bâle	86	89	93	
	31	59	70	
	75	86	85	
Trogen	36	41	36	35
	37	33	33	37
	27	33	32	77

	22	23	24	25
Glaris	95	37	38	50
	42	31	32	42
	39	36	32	73
Closters	61	55	32	33
	49	24	26	41
	55	28	30	78

A Schwyz, le 24, à 1 h. : 43 ; le 25, à 7 h. : 32. — A Zug, les 23 et 24 à 1 h. : 32. — A Sargans, le 23 à 1 h. : 27. — Altstätten, le 23 à 1 h. : 25, etc., etc.

Ces valeurs n'exigent aucun commentaire et je crois que, même en tenant compte de l'observation présentée plus haut quant aux indications du psychromètre durant un vent fort, elles justifient amplement l'assertion que le foehn du 22-24 septembre a été, dans la plupart des stations suisses, un vent très sec.

Même dans bien des lieux où le courant d'air n'était pas intense, l'air a été sec comme il a été chaud.

Ainsi à Bötzberg, le 23, à 1 heure, il régnait un faible courant d'O., et l'humidité était 45. La moyenne de la journée n'a pas dépassé 57. — A Frauenfeld, le 23, à 1 heure, le courant d'air venait du sud, mais faible ; l'humidité était 50, ainsi que le lendemain à la même heure. — A Morges, le 24, à midi, l'humidité était 50, quoique le vent fût insensible ou nul, — etc.

On peut remarquer, enfin, que l'oscillation hygrométrique diurne a été très faible là où le foehn a régné d'une façon bien caractérisée. Le tableau ci-dessus montre que, à Trogen, le 24 : l'oscillation diurne ne dépasse pas 4 ; à Glaris, les 23 et 24 : 5 et 6 ; à Closters, le 24 : 6. A Schwyz, le 23, l'oscillation a été 7 et la moyenne diurne 34. A Rathhausen, le 23, l'oscillation a été 3, la moyenne diurne 34.

A la Val Sainte, le 24, à 1 heure et demie de la nuit, l'humidité est 44 ; le lendemain, à la même heure, 45. Ces chiffres, et ceux de beaucoup de stations à 7 heures du matin et à 9 heures du soir, montrent que le foehn était sec la nuit aussi bien que le jour¹⁶.

¹⁶ L'air qui se précipitait à peu près du sud au nord, dans plusieurs des vallées suisses, venait sûrement d'une grande hauteur. La configuration du pays est telle que ces masses d'air devaient forcément descendre des régions élevées de l'atmosphère. Ainsi, l'air qui soufflait dans la vallée encaissée d'Entremont devait avoir passé à une altitude au moins égale à celle de la chaîne alpine au fond de cette vallée, c'est-à-dire 2500 à 3000 mètres ; le courant qui, pendant plus de deux jours, a régné dans la vallée de la Linth, devait nécessairement être descendu de hauteurs au moins égales à 2500^m ; le foehn qui soufflait à Altdorf et sur le lac de Lucerne devait avoir fran-

chi la crête des Alpes à une altitude au moins égale à celle du St. Gotthard, etc., etc.

Le courant gazeux se faisant avec une grande rapidité, il est probable que l'air arrivait dans le fond des vallées avec une quantité de vapeur d'eau égale ou peu supérieure à celle qu'il possédait déjà dans les hautes régions. En descendant des couches élevées, en effet, la vapeur aqueuse ne pouvait augmenter que par l'évaporation du terrain sur lequel glissait le vent, ou par un mélange de l'air du foehn avec celui des couches inférieures plus humides. On conçoit que, dans beaucoup de lieux, eu égard à la configuration du sol et le rapide déplacement de l'air, la première de ces deux causes ne pouvait être que peu efficace ; la seconde devait avoir une influence de moins en moins grande à mesure que le foehn soufflait depuis plus longtemps.

Suivant cet aperçu, on peut rechercher, au moins approximativement, quel pouvait être le degré d'humidité de l'air dans le fond des vallées alpines. On a vu § 34 quel était le décroissement de la température avec la hauteur ; ce décroissement est plus rapide relativement aux stations de la haute chaîne alpine que relativement à celles de la Suisse centrale. Considérons une station A, au nord des Alpes, à une altitude de 500 mètres, et supposons que l'air qui lui arrive du sud, apporté par le foehn, ait dû franchir un col de la montagne à une élévation de 2500 mètres. En admettant que la température de A soit 23° , on trouve qu'à 2500^m la température de l'air serait 5° ou $7^{\circ}6$, suivant que l'on admet le décroissement moyen constaté pour les stations de la haute chaîne méridionale ou celui qui se déduit des stations plus au nord. Si, à 2500^m l'air est saturé, la tension de la vapeur sera 6,5^{m/m} au 7^m,8, suivant que l'on admettra l'une ou l'autre des deux températures ci-dessus. Prenons une valeur intermédiaire et admettons que l'air, à 2500^m d'élévation, renfermait de la vapeur d'eau à 7^{m/m} de force élastique.

En descendant à la station A, cet air a augmenté de densité et de température. En passant de 2500 à 500^m, la densité de l'air varie sensiblement dans le rapport de 1 à 1,28 ; donc, la vapeur contenue dans 1,28 mètres cube, par exemple, se trouvera comprimée dans 1 mètre, en A. Tenant compte de cette augmentation de pression, et du fait que la température est 23° à la station inférieure, on trouve facilement, par un calcul connu, que le degré d'humidité, en A, sera 0,43.

Les observations psychrométriques donnent, en beaucoup de lieux, une humidité encore plus faible, par des températures de 20 à 25° (Glaris, Zoug, Sargans, etc.). Si donc l'air qui y a été observé a subi les circonstances de l'hypothèse qui précède, il devait provenir de hauteurs supérieures à 2500^m ou ne pas être saturé, même dans les régions élevées. Il est à remarquer, d'ailleurs, que la crête des Alpes est, en beaucoup de points, supérieure à 2500^m, et par conséquent il est probable qu'une partie au moins du foehn a passé plus haut que cette limite. — Si, par exemple, on reprend les suppositions de la note 11 (c'est-à-dire que l'air qui arrive avec le foehn ait passé à 3000^m avec une température de 3°), on trouve, en répétant un calcul semblable au précédent, que l'humidité relative sera, à la station A : 0,38, quoique l'air fût saturé dans la région supérieure.

J'ajouterais ici le renseignement suivant : Au Simplon, qui est une des rares stations élevées où l'on observe le psychromètre, la tension de la vapeur, les 21, 22 et 23 septembre, est comprise entre 5^m,4 et 7^m,2. Ces valeurs ne sont pas éloignées de celle qui a été admise dans le calcul ci-dessus pour l'altitude de 2500^m.

L'hypothèse et le calcul qui viennent d'être esquissés montrent que tout courant d'air arrivant au nord des Alpes et ayant franchi cette chaîne à de hautes altitudes, renfermera peu de vapeur d'eau en arrivant dans les sta-

48. Il est intéressant de savoir quelle était, au point de vue de l'humidité, l'état atmosphérique des contrées éloignées de la région où le foehn se faisait sentir. — Afin d'être renseigné sur ce point, j'ai calculé l'état hygrométrique, pour un certain nombre de stations, d'après les observations des thermomètres secs et mouillés. Le tableau suivant renferme quelques-uns des résultats (moyennes diurnes) :

(Voir le tableau à la page suivante.)

L'inspection de ce tableau peut donner lieu aux remarques suivantes :

1^o Dans plusieurs des stations du Wurtemberg, les journées du 22, 23 et 24 ont été, du plus au moins, plus sèches que les journées précédentes et que les journées suivantes.

2^o Pour quelques-unes de ces stations, il y a eu des moments de sécheresse très prononcée. On le voit, par exemple, pour Schopfloch, les 23 et 24. Il en a été de même, quoique à un moindre degré, à Friedrichshafen, Stuttgart, Freudenstadt.

3^o Dans le réseau autrichien, Innsbruck présente également, d'une façon très nette, une plus grande sécheresse de l'air les 22, 23, 24 et 25. Linz et Vienne fournissent une situation moins caractérisée.

4^o A Dijon et à Besançon, la journée du 22 a présenté une moins grande humidité relative que les précédentes et les suivantes. A Strasbourg il n'y a pas de différence bien prononcée.

tions basses, et cela *quelle que soit d'ailleurs l'origine primitive de ce courant*, à moins que l'air qui le compose ne se charge de vapeur pendant qu'il descend des hautes régions. Le foehn étant un vent chaud dans les couches profondes, sa sécheresse est donc, au fond, la conséquence forcée de *sa direction*, puisqu'il amène dans les vallées du nord des masses d'air qui doivent avoir passé à une grande hauteur dans l'atmosphère et qui ne peuvent renfermer qu'une faible quantité de vapeur à cause de la basse température de ces régions. — Si l'air dont il s'agit n'a fait que *passer* à de hautes altitudes, et provient originaiement des couches inférieures de l'atmosphère de contrées plus méridionales, il a dû, avant son arrivée au nord des Alpes, ou avoir une grande sécheresse primitive ou bien donner lieu à des chutes de pluie plus ou moins abondantes.

Sur ce point particulier, de la faible quantité de vapeur d'eau que renferme l'air du foehn, je m'associe pleinement aux vues émises par M. Hann dans son récent mémoire (loc. cit. pag. 440), et je pense, comme lui, que ce caractère-là du foehn s'explique, sans difficultés, en appliquant des principes de physique bien connus et incontestés. Quant à la sécheresse proprement dite, elle est une conséquence, on le sait, de la quantité de vapeur d'eau dans ses rapports avec la température de l'air. Elle résulte donc des causes qui donnent à l'air une chaleur plus ou moins considérable. Voir sur ce point la note 11.

	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Utrecht	86	79	85	94	94	91	84	86	89
Zittau	81	78	72	77	68	63	68	61	57
Strassbourg	75	80	74	71	76	75	87	78	
Besançon	81	84	74	54	77	89	82	83	
Stuttgart	87	73	67	73	69	66	68	69	62
Freudenstadt		69	74	55	50	65	84	67	68
Schopfloch	80	69	71	64	39	53	63		85
Mergentheim	89	84	78	73	67	77	81	86	87
Vienne	87	73	67	73	69	66	68	69	62
Linz	92	87	89	83	78	61	67	80	69
Insbruck	89	82	83	64	56	45	58	79	78
Klagenfurt	95	86	71	85	79	81	85	89	78
Laibach	91	87	86	88	88	86	87	87	81
Mendrisio	70	66	65	78	74	80	83	84	67
Lugano	71	75	77	86	72	74	91	88	83
Mondovi	51	42	52	64	77	93	90	86	
Florence	64	60	57	59	64	63			
Milan	64	57	58	56	63	58	64		
Ancône	74	72	68	70	70	78			
Rome	68	58	59	74	68	64			
Naples	66	76	63	74	74	73	64	58	
Camerino	{9 h. 3 h.	81	90	59	54	57	62	71	92
		76	83	55	33	38	31	50	97
Palma	{2 h. 3 h.	72	70	79	74	77	78		
		58	66	68	80	78	83		
Marseille	81	57	65	72	63	65	74	76	61
Lisbonne	44	49	65	67	84	83	63	81	83

5^o Pour Zittau, on voit que le degré de sécheresse de l'air a diminué graduellement à partir du 20 ; mais la diminution a continué jusqu'aux 28 et 29, pour lesquels les chiffres 48 et 43 indiquent une assez grande sécheresse.

6^o Au NO. de l'Europe, à en juger par les observations de Utrecht, Groningue, Greenwich, etc., l'air n'a pas cessé d'être

humide pendant toute la période dont il s'agit. A Bruxelles, il a plu tous les jours du 19 au 25.

De l'ensemble de ces indications, il me paraît résulter que l'air n'a atteint nulle part, dans l'Europe centrale et occidentale, le degré de sécheresse considérable qu'il avait dans plusieurs des vallées alpines les 23 et 24 septembre. Mais il est extrêmement probable, cependant, que la même cause qui a agi si fortement dans les vallées et sur le plateau suisse a étendu son influence, dans une certaine mesure, au nord, à l'est et à l'ouest. Cette influence ne peut être méconnue jusque dans l'Allemagne méridionale (stations du Wurtemberg), dans le Tyrol allemand (Innsbruck, Salzbourg) et peut-être aussi jusqu'à une certaine distance à l'ouest du Jura (voir § 62).

7^o Immédiatement au sud des Alpes suisses, comme au sud des Alpes autrichiennes, même très près de la chaîne, l'air a été, durant toute la période du foehn, plus humide qu'il n'était au nord.

8^o Tout le réseau italien fournit une humidité relative plus grande que ce qui a été observé dans les stations suisses. Cette humidité varie naturellement des stations voisines de la mer (Ancône, Gênes, etc.) à celles qui sont situées dans les terres (Milan, Florence, etc.). — La station élevée de Camerino fournit les exemples de la plus grande sécheresse les 22, 23 et 24 septembre. Cette station avait déjà présenté, au point de vue de la température, une variation assez semblable (quoique plus faible) à celle qui s'est produite en Suisse entre le 20 et le 25.

9^o Lisbonne présente un air remarquablement sec, pour une station maritime, les 18 et 19 septembre. C'est un degré de sécheresse inférieur cependant à ce qu'on a observé en Suisse. A partir du 20, l'air y a été notablement plus humide. — Les observations de Palma fournissent également une humidité très supérieure à ce qui a été observé dans les vallées alpines. — A Marseille, les vents de l'E. ou SSE., qui ont régné avec assez de force les 22, 23 et 24 septembre, étaient bien moins secs que le foehn en Suisse.

On peut dire, en résumé, que les observations du midi et du SO. de l'Europe ne fournissent nulle part, pendant la période du foehn et durant les jours précédents, un air aussi sec que celui qui s'est répandu au nord des Alpes de la Suisse et du Tyrol jusque dans l'Allemagne méridionale. — Si l'on voulait admettre que l'air amené par le foehn a été pris sur le S. ou le SO. de l'Europe, il faudrait que, durant son trajet, il eût perdu une partie de son humidité comme précipitation aqueuse. On verra plus loin que cette précipitation de la vapeur d'eau n'a eu lieu que pendant une partie de la période du foehn.

Il ne faut pas oublier que les réflexions ou les conclusions qui précédent ne peuvent point prétendre au même degré de certitude que celles qui se rapportent aux données du baromètre ou du thermomètre. Il faut faire la part de l'imperfection du psychochromètre comme instrument destiné à mesurer l'humidité de l'air, et c'est d'une façon approximative seulement que l'on peut comparer des résultats obtenus là où l'atmosphère était calme avec ceux qui ont été obtenus dans un air agité.

VI. Pluie pendant le foehn.

49. Le phénomène du foehn a coïncidé, en Suisse, avec quelques chutes de pluie extrêmement abondantes; et il vaut la peine de voir, d'un peu près, comment se sont produites, dans des régions fort voisines, ces conditions tout opposées de grande sécheresse et de grande humidité.

Le tableau suivant renferme les renseignements que j'ai pu recueillir sur ce point. — Les stations du réseau suisse qui ne sont pas mentionnées sont celles où il n'a pas plu entre le 20 et le 26 septembre. Les hauteurs de pluie sont partout indiquées en millimètres. Pour quelques localités, je n'ai pas la hauteur d'eau tombée, mais simplement l'indication vague de « pluie » ou « pluie abondante, » etc.

(Voir le tableau aux pages suivantes.)

50. L'inspection de ce tableau montre immédiatement que la pluie est tombée, en Suisse, dans une région assez bien déterminée. Elle a été sensiblement nulle sur la plus grande partie du plateau et dans la plupart des vallées alpines les 20-25, c'est-à-dire pendant la période du foehn. On pouvait s'y attendre après les renseignements qui ont été donnés plus haut sur l'état de sécheresse de l'air. En revanche, la pluie est tombée abondamment sur toute la grande chaîne alpine, du Mont-Blanc aux Grisons, et dans les stations du versant sud des Alpes, dans le Tessin, à Aoste, Châtillon, Cormayeur, etc.

Dans la partie orientale de la Suisse, la pluie est signalée en quelques points élevés des Grisons, mais en quantité peu considérable. Il est à remarquer que, peu de jours auparavant, les 16, 17 et 18, il avait plu abondamment au Bernardino, au Splügen, ainsi que dans le Tyrol, à Innsbruck. Mais ce moment-là ne peut pas être considéré comme faisant partie du régime météorologique du foehn, lequel n'a sûrement pas débuté avant le 21.

	21	22	23	24	25	26
Winterthur	...	traces	...	traces	...	...
Bœzberg	traces	...	...	...	...	...
Altstætten	...	traces	...	...	...	...
Frauenfeld	...	traces	...	...	...	...
Altdorf	4mm, 7	...	...
Engelberg	4mm, 5	...
Grindelwald	4,3	4mm, 0
Sentier	...	5mm	...	...	...	...
Val Sainte	...	traces	...	...	...	...
Genève	9,8	...
Montreux	7,5
Bex	2,3
Martigny	6,1	1,2
Sion	8,7
Reckingen	59,6	25,0	11,0
Glyss	39,5	28,6	14,3
Græchen	14,0	18,0	20,0
Zermatt	32,0	7,5	...
St. Bernard	70,5	112,0	60,2	7,0
Simplon	20,0	57,0	61,5	68,0
St. Gotthard	45,0	20,0	59,0	...
Grimsel	forte	pluie	...	...
Andermatt	88,0	...
Faido	14,4	42,0	8,0	...
Bellinzona	6,0	18,0
Lugano	6,6	29,7
Mendrisio	4,5	35,2
Castasegna	12,0
Sils	3,1
Stalla	2,7
Platta	41,7	3,0	...
Freudenstadt	pl. faible	...	...	...	pl. forte	...
Schopfloch	traces	traces	...	...	...	...
Leipzig	pluie	pluie	...	...	...	...
Besançon	traces	2,3	...
Dijon	...	traces	25mm	30mm	...	...
Dôle	2	...	...
Courlon	1mm, 2	16mm	62mm	7mm	...	...
Lyon	...	1,1	...	18,0	1,0	...
Marseille	pluie	...	...
Lisbonne	...	4,2	7,5	...	traces	...
Palma	...	traces	...	5,1	traces	...
Bruxelles	pluie	pluie	pluie	pluie	...	...

	21	22	23	24	25	26
Greenwich	traces	1,2	. . . .	traces	. . .	traces
Groningue	9	14,5	8	3,7	1,0	. . .
Dunkerke	pluie	pluie	pluie	. . . .	. . .	. . .
Hâvre	pluie	pluie	pluie	. . . .	. . .	. . .
Toulon	pluvieux	. . . .	. . . .	pluie	. . .	. . .
Bilbao	pluie	. . . .	. . . .	. . . .	. . .	. . .
Montauban	. . . .	. . . .	pluie	. . . .	pluie	. . .
Bordeaux	. . . .	. . . .	pluie	. . . .	. . .	. . .
Bayonne	. . . .	. . . .	pluie	pluie	pluie	. . .
Antibes	. . . .	. . . .	. . . .	pluie	. . .	. . .
Cormayeur	. . . .	. . . .	pluie très	abondante	. . .	. . .
Châtillon	. . . .	. . . .	pluie très	abondante	. . .	. . .
Aoste	. . . .	18,3	30,5	22,5	4 ^{mm} ,0	
Pallanza	. . . .	3,0	1,5	2,0	76,0	19,0
Alexandrie	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	19,4	15,3
Mondovi	. . . .	. . . .	1,0	14,8	2,4	24,8
Klagenfurt	. . . .	. . . .	14,0	67,0	0,6	. . .
Milan	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	30,4	10,2
Gênes	. . . .	4,5	. . . .	. . . .	10,4	. . .
Ancône	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	6,0	21,0
Rome	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .	6,0
Camerino	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	9,0	5,9
Naples	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .	16,0
Palerme	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . .	1,7
Athènes	. . . .	traces	. . . .	. . . .	. . .	. . .

Sur le massif du St. Gotthard et dans son voisinage, la chute d'eau a été très forte. Au St. Gotthard même, 133^{mm} en quatre jours ; à Andermatt, 88^{mm} en un jour ; à Rekingen, 45^{mm} en trois jours. Il a plu beaucoup au Grimsel, mais l'indication de la hauteur d'eau manque. A partir de ce point, la pluie a été fort rigoureusement limitée à la chaîne valaisanne, et d'autant mieux limitée que l'on avance à l'ouest. Il est tombé 207^{mm} au Simplon, en quatre jours ; 82 à Glyss, en trois jours ; 52 à Græchen, en trois jours ; 38 à Zermatt, en deux jours, et 149 au St. Bernard, en quatre jours.

En continuant vers l'ouest, on trouve que, dans les stations au nord de la grande chaîne alpine, dans le Faucigny (Sallenche, Samœns, Abondance), il n'y a pas eu de pluie sensible ; tandis que la chute d'eau a été torrentielle à Cormayeur, au haut du val Ferret et probablement aussi sur le massif du Mont-Blanc.

Ainsi, la précipitation d'eau a été importante essentiellement sur l'axe de la haute chaîne pennine et dans les vallées du versant sud ; au nord, cette précipitation a été faible ou nulle. — En Valais, la distinction de la zone arrosée et de celle qui ne l'a pas été se trouve remarquablement tranchée, surtout pendant les deux premiers jours de pluie, les 23 et 24. Il tombait des torrents à Aoste, Cormayeur, au St. Bernard, dans la journée du 23 ; la pluie était excessive encore à quelques kilomètres de l'hospice, à la cantine de Praz, où de vraies « nappes » d'eau, chassées par le vent, ont inondé cette petite maison de refuge. A St. Pierre, à 9 kilomètres de la haute chaîne, dans la vallée d'Entremont, la pluie a déjà été beaucoup moins abondante ; un peu plus bas, à Liddes et Orsières, elle a été nulle. Dans ces derniers villages, c'est le débordement des torrents qui a annoncé aux habitants combien était violente la pluie qui tombait sur les hauteurs et dans le fond de la vallée. — Des observations analogues ont été faites dans la vallée de Bagnes : il pleuvait très fortement sur les hauteurs, le 23, mais à Lourtier, à quelque distance dans la vallée, il n'y a pas eu une goutte d'eau.

Près du massif du Simplon, la pluie s'est un peu plus étendue au nord de la chaîne principale ; mais c'est sur les sommets et sur le versant sud qu'elle a été le plus abondante. Pendant qu'il tombait 205^{mm} au Simplon et que les vallées méridionales (Châtillon, etc.) étaient inondées, la pluie n'atteignait pas d'une façon sensible la versant nord de la vallée du Rhône et les Alpes bernoises. Il n'a que fort peu plu à Louèche, dans la vallée de Lœtschen, etc. ; l'inondation désastreuse du Rhône a été occasionnée *uniquement* par les torrents gonflés venant du côté sud ; ceux du versant nord n'ont nullement grossi. Il en a été ainsi même dans le haut de la vallée du Rhône, pourtant fort étroite, et M. le Dr Courten, à Reckingen, insiste sur ce fait qu'il a plu seulement sur la chaîne valaisanne et non sur la chaîne bernoise. Plus à l'est, cependant, la pluie s'est un peu étendue, puisqu'on la signale au Grimsel.

On voit ainsi que la zone atteinte par la pluie, en Suisse, dans cette période du foehn, est remarquablement limitée ; c'est principalement la haute cime des Alpes et les vallées situées immédiatement au midi.

Dans le reste de la Suisse, la précipitation aqueuse a été nulle ou très faible. Il est cependant remarquable que le 22, le jour même où le foehn s'est déclaré généralement, il y a eu quelques traces de pluie (fractions de millimètre) en plusieurs localités, ainsi à Beatenberg, Grindelwald, Brienz, Glaris, Schwyz, Winterthour, Altstätten, etc. Le 24, il a plu un peu à Altdorf, et, le 25, jour où le foehn a généralement cessé de souffler, la pluie est tombée, quoique en petite quantité, dans un certain nombre de stations : Montreux, Bex, Genève, Engelberg, etc.

§ 1. Dans le Tyrol, où le foehn s'est aussi fait sentir, il n'y a pas eu de pluie. Les stations au nord des Alpes, Innsbruck, Salzbourg, etc., ne signalent aucune précipitation d'eau pendant toute la période du 22 au 25 et pendant les jours immédiatement précédents et suivants. Il est tombé 27^{mm} à Vienne, le 19, mais rien dans les dix jours suivants. Laibach a eu une très forte pluie le 16 (70^{mm}) et rien depuis. A Klagenfurt, il y a eu une pluie assez importante (14^{mm}), le 22; mais la chute d'eau y a été surtout abondante (67^{mm}) le 23, c'est-à-dire le jour même où les hautes Alpes valaisannes et les vallées au sud étaient inondées aussi.

§ 2. On se souvient que les premières manifestations du vent du S. ou du SO. se sont produites, le 21 septembre, en quelques stations (Weissenstein, Chaumont, etc.). Dès le 22, au matin, le foehn était bien caractérisé en plusieurs lieux (St^e Croix, Coire, Closters, Churwalden, Chaux-de-Fonds, les Ponts, etc.) et, dans le courant de la journée, il a commencé à souffler dans le plus grand nombre des stations suisses. On peut dire que, dès le milieu du jour, le 22, le foehn, avec son caractère de chaleur et de sécheresse, existait dans la plupart des vallées au nord des Alpes.

— A ce moment-là, *la pluie n'avait commencé nulle part*, ni sur la haute chaîne alpine, ni dans les vallées méridionales. C'est seulement le lendemain, 23, qu'elle commence à tomber dans les vallées méridionales et sur les hauteurs. Ainsi, le courant d'air chaud et sec se précipitait déjà depuis bien des heures sur le versant nord des Alpes lorsque les premières gouttes de pluie ont mouillé les sommets de la montagne. — Cet ordre chronologique des deux phénomènes a, on le sait, une assez grande importance dans les théories qui sont proposées pour expliquer le foehn.

C'est dans les jours du 23, 24 et 25 que la pluie a été particulièrement abondante. On a vu que, pendant ces jours-là, le foehn a continué à régner dans un grand nombre de stations suisses. — C'est assurément une simultanéité remarquable que celle d'une pluie excessive sur toute la crête des Alpes, du Mont-Blanc aux Grisons, et d'un vent chaud et sec arrivant du sud, dans les vallées, et paraissant tomber de ces mêmes sommités inondées par l'eau des nuées.

Sont-ce les mêmes masses d'air qui, chargées de nuages, inondaient les hautes cimes du St. Gotthard au St. Bernard et qui, continuant leur marche, après s'être débarrassées de leur vapeur d'eau, arrivaient, quelques heures plus tard, comme vent desséché et chaud, au niveau des lacs de Lucerne, de Thoune, de Genève?... Ou bien y avait-il, dans l'atmosphère, deux courants superposés dont l'un, plus sec, plus élevé, était le vrai courant du foehn; tandis que l'autre, chargé de vapeurs, était l'origine de l'abondante

précipitation aqueuse qui s'observait sur les sommités ?... La première de ces deux suppositions paraît plus simple, mais on peut rappeler à son sujet l'ordre chronologique signalé plus haut entre le début du foehn et celui de la pluie : le foehn ayant commencé dans les vallées plusieurs heures avant que la pluie commencât sur les hauteurs, cette précipitation d'eau, et la condensation qui doit la précéder, ne peuvent donc pas être considérées comme *la cause* de la sécheresse de l'air. — On pourrait supposer, il est vrai, que, durant les premières heures, la condensation a produit ou a augmenté les masses de brouillards qui sont signalés, ce jour-là, sur les hautes stations alpines. La pluie aurait commencé seulement un peu plus tard parce que de nouvelles condensations seraient venues s'ajouter à celles qui flottaient déjà sous forme de nuages.

53. Il est à remarquer, en effet, que dans quelques stations suisses, on signale, durant la période du foehn, un brouillard plus ou moins prononcé.

A Sils Maria, les 22 et 23, brouillard tout le jour avec vent assez fort de S. et O. — Au Bernardino, les 22, 23 et 24, brouillard avec vent du S. très fort. — A Bâle, le matin du 24 et du 25, un peu de brouillard, vent d'O. faible. — Au Simplon, au St. Bernard et dans la haute chaîne valaisanne en général, le brouillard a régné le 22, avant que la pluie commençât, et alors que le vent du S. ou du SO. était déjà assez fort.

Tous ces lieux, sauf Bâle, ont une altitude considérable.

54. Pendant que la pluie tombait si abondamment dans les hautes stations des Alpes, le vent continuait à y régner avec plus ou moins de force. Au St. Bernard, c'était le SO. ; au Simplon, également ; au St. Gotthard, le SE. Dans ces trois stations, dans les deux dernières notamment, la pluie a été accompagnée d'un vent très violent. — A Græchen, le vent, très fort avant la pluie, a été plus faible pendant la chute. A Reckingen, c'est le SE. qui régnait avec force *avant* la pluie ; puis est arrivé un courant du SO., mais plus faible. A Glyss, le vent soufflait du SE. A Andermatt, c'est le 24 que la pluie a été excessive ; le vent était SO., assez fort, même direction que les jours précédents.

55. Dans les stations de l'Allemagne méridionale, il y a eu un peu de pluie dans les journées du 20 au 22 ; mais point dès lors pendant la période du foehn, sauf à Freudenstadt. — A Leipzig, pluie les 21 et 22, puis brouillard les 25 et 26.

A l'ouest du Jura et sur la France en général, il y a eu des chutes de pluie fréquentes et abondantes dans la période du 20 au 26 septembre ; ainsi, à Dijon, les 22, 23 et 24 ; à Dôle, le 24 ; à Cour-

lon, tous les jours du 21 au 24. Dans le bassin de la Saône, supérieur et inférieur, il a plu beaucoup dans cette période : à Vesoul, à Gray, Dijon, Verdun, Bourg, etc. La pluie a été, en revanche, faible ou nulle dans le bassin du Doubs, plus près du Jura.

Les côtes O. de la France, la Belgique, la Hollande, l'Angleterre ont été le siège de pluies très générales du 21 au 26 septembre. Il a plu chaque jour les 21, 22, 23 à Groningue, Bruxelles, Dunkerque, Mézières, au Havre, à Lorient, etc.

36. On a vu plus haut que les stations immédiatement au sud des Alpes avaient reçu des pluies déjà assez abondantes le 23 septembre (Aoste, Cormayeur, Pallanza) ; mais c'est surtout le 24 et le 25 que la précipitation d'eau a été considérable. -- Plus au midi, les circonstances ont été un peu différentes. Sur la plus grande partie de l'Italie, il n'y a eu aucune chute de pluie entre le 18 et le 25 septembre. Le 18, un orage avait éclaté en quelques points (Rome, Ancône, Naples, etc.). Une précipitation aqueuse très faible est signalée à Camerino les 19 et 20 septembre. Dès lors, aucune pluie n'est indiquée jusqu'au 24, où il tomba 15^{mm} sur la station élevée de Mondovi. Mais le 25, il pleut abondamment en quelques lieux et le lendemain, 26, la pluie est générale sur toute l'Italie.

Dans le midi de la France, les pluies ont été assez fréquentes. A Marseille, il n'a pas plu avant le 24 ; à Montauban, Bordeaux, Bayonne, la pluie a commencé le 23 ; elle s'est continuée pendant quelques jours. On voit enfin qu'il a plu quelque peu à Lisbonne dès le 22 ; à Palma, dès le 24.

En résumé, dans le midi et le sud-ouest de l'Europe, la pluie a été insignifiante ou nulle pendant les jours qui ont précédé le foehn. Le 22, elle n'a été que faible et dans des stations éloignées de la Suisse. C'est seulement vers la fin de la période du foehn qu'elle a été abondante dans une foule de stations du midi de l'Europe.

— Si donc le foehn, avant d'arriver en Suisse, a passé sur le sud ou le sud-ouest de l'Europe, ce n'est pas en abandonnant sa vapeur d'eau qu'il a pu être très sec, dès les premiers moments de son apparition, — à moins que cette vapeur ait simplement contribué à rendre plus humide l'air qui était au niveau du sol, sans donner lieu à une précipitation aqueuse proprement dite.

37. On sait que le foehn a la réputation de provoquer, dans les Alpes, une fusion rapide de la neige. Des faits nombreux, et connus de chacun, établissent assez, sous ce rapport-là, son influence remarquable.

Quel a été, à cet égard, le rôle du foehn des 22-24 septembre 1866 ?

Les renseignements que j'ai pu recueillir ne sont ni assez nombreux ni assez précis pour permettre des conclusions bien arrêtées.

— Voici quelques données :

Vallée de Bagnes. « De rugueux, les glaciers de Giétroz sont devenus polis et d'un bleu transparent. Les détonations se faisaient entendre à de très courts intervalles. »

Zermatt. « Il pleuvait jusqu'à la hanteur d'à peu près 8000 pieds. La neige paraissait au Ryffelhaus et au Schwarz See. Du côté des Balferin Hoerner, la neige paraissait descendre plus bas, le 25. »

Grimsel. « La neige ne paraît pas être tombée sur les hauteurs, autant du moins que cela a pu être observé. »

Græchen. « Autant qu'on peut en juger, il a plu jusque sur les hauteurs et c'est seulement le dernier jour (25) qu'il a neigé. »

Simplon. « La neige est tombée jusqu'à mi-mont, à 2300^m environ, pendant qu'il pleuvait à l'hospice, dans la nuit du 25 au 26 et les jours suivants. »

Reckingen. « Dans la nuit du 25 au 26, il a neigé sur les hauteurs. Les torrents du versant nord n'ont pas gonflé, sauf celui de Fiesch, qui doit avoir reçu les eaux de la rupture d'une paroi d'un petit lac. »

L'ensemble des renseignements rapportés ci-dessus, et d'autres cités précédemment, établissent assez, ce me semble, que le foehn n'était ni sec ni très chaud sur les hauteurs (voir le fait du brouillard au Simplon et au St. Bernard avant la pluie; voir les températures des stations élevées, etc.); et, par conséquent, il est peu probable que son action sur la glace ou sur les neiges ait été bien sensible. Les torrents qui descendant des Alpes bernoises, sur le versant nord comme sur le versant sud, n'ont pas grossi; tandis que ceux de la chaîne valaisanne ont donné lieu à de fortes inondations. La différence s'explique par le fait des précipitations abondantes d'eau sur cette dernière chaîne. C'est donc la pluie qui a fait gonfler les torrents et non la fusion des glaces sous le simple souffle du vent.

On pourrait supposer, il est vrai, que l'air du sud, en glissant sur les neiges et les glaces, provoque une évaporation et non point une fusion et attribuer à ce mode d'influence l'action habituellement citée du foehn.

Il me paraît peu probable que ce phénomène ait pu se produire avec quelque importance dans la grande chaîne des Alpes pennines, lors du foehn du 23 septembre. D'après les renseignements que fournissent les stations élevées, il est manifeste que l'air y était humide avant que la pluie s'y déclarât et d'ailleurs, on l'a vu, la température n'y était pas fort élevée. — Les circonstances étaient-elles les mêmes sur la chaîne bernoise et sur quelques rameaux ou quelques massifs élevés comme le Titlis, le Tödi, les Diablerets, etc. ?.... Je l'ignore.

Il n'est point impossible, je l'ai dit plus haut, que deux courants, l'un du SO. et l'autre du S. ou du SE., aient atteint simultanément la grande chaîne alpine. Le premier, plus bas, auraient prédominé sur la chaîne valaisanne ; tandis que l'autre, plus élevé, aurait atteint, en descendant et comme vent plongeant, la plupart des vallées du plateau suisse. Ce dernier, le foehn proprement dit, très sec et très chaud dans les stations basses, pouvait posséder déjà une sécheresse et une chaleur notables dans les régions élevées. Si ce dernier courant a atteint les Alpes bernoises, il a pu assurément enlever par évaporation une certaine couche aux glaces et aux neiges éternielles, les diminuer par conséquent sans que le grossissement des torrents en ait été la conséquence. Mais dans cette dernière hypothèse, l'air a dû se charger de vapeur aqueuse, d'autant plus qu'il évaporait davantage, et être par conséquent moins sec dans les vallées profondes.

Sur la chaîne valaisanne, les glaces et les neiges ont dû fondre quelque peu, dans les journées des 23 et 24 ; mais cette fusion résulte surtout, je pense, de la chute de la pluie et beaucoup moins de l'action directe du vent. — Plus tard, du 24 au 25, la neige étant tombée en plusieurs lieux, on peut présumer que la fusion des glaces ne s'est pas continuée¹⁷.

¹⁷ D'après l'ensemble des détails ci-dessus, le foehn des 22-24 septembre a donc, probablement, peu contribué à la fusion des neiges et des glaces ; l'époque où il a soufflé est la plus défavorable pour ce genre d'influence. — A la fin de septembre, les champs de neige ne descendant pas au-dessous de 2400 à 2500^m, et, à cette altitude, l'air du foehn n'avait guère plus de 6 à 7°. Les glaciers qui descendant le plus bas (de 1000 à 1200^m) ont pu être, en quelques points, atteints par des bouffées de foehn dont la température pouvait être de 18 à 19°.

Le rôle actif du foehn pour faire disparaître les glaces et les neiges doit se présenter surtout à la fin de l'hiver et au printemps, alors que la neige est encore assez basse dans les vallées. Mais cette disparition résulte-t-elle principalement d'une fusion ou d'une évaporation ?... Il vaudrait la peine que des observations précises fussent faites sur ce point, qui mérite d'être recommandé aux observateurs favorablement placés.... peut-être aux membres du Club alpin. J'ignore si l'on possède déjà, à cet égard, des données bien positives.

D'après Tschudi (*Les Alpes*, pag. 23), « dans la vallée de Grindelwald, il suffit de deux heures de foehn pour faire disparaître une couche de neige de plus de deux pieds d'épaisseur... ; son action, pendant 24 heures, est plus considérable que celle du soleil pendant quinze jours. » Ces évaluations, qui paraissent excessives, mériteraient d'être vérifiées.

M. Eisenlohr, dans un mémoire récent, rempli d'intéressants calculs (*Archives de la Bibl. univ. Juin 1867*), suppose qu'un courant d'air chaud, à 20°, glissant sur un champ de neige avec une vitesse de 1 mètre, se refroidit de 1° jusqu'à un mètre de hauteur en une seconde. La chaleur abandonnée sur un mètre carré suffirait pour fondre, pendant un jour, 260 k. de neige, ou une couche de 130 centimètres. Cette supposition, qui ne sert, d'ailleurs, à M. E. que comme un exemple de calcul, est probablement bien forte. Si un foehn produit une fusion semblable, il doit provoquer un

VII. Extension du foehn.

58. On se demande souvent, en Suisse, si le foehn se fait sentir ailleurs et jusqu'où il étend son influence. — Les documents relatifs au foehn du 23 septembre ne permettent pas de donner une réponse précise à cette question ; mais je puis au moins indiquer quelques faits qui s'y rapportent.

On a vu que le foehn s'est produit en même temps qu'un orage de l'ouest sévissait sur les côtes occidentales de l'Europe et que, très probablement, le courant du foehn lui-même dépendait de cette grande perturbation atmosphérique. Les vents du SO., accompagnés de pluie sur la zone occidentale de l'Europe, se sont fait sentir bien avant dans le continent ; ils sont signalés en plusieurs points de la France centrale et orientale et, du plus au moins, dans l'Allemagne centrale et septentrionale, où il est peu tombé de pluie, mais où l'air, cependant, n'a pas été sec. Dans ces circonstances, on peut s'attendre à ce que les limites du foehn ne soient pas faciles à préciser. En s'éloignant des vallées alpines où ce vent était bien caractérisé, on passe, au nord et à l'ouest, dans des régions où règne le SO. ordinaire, parfois le S. ou le SE. ; et on peut dire que, en général, le passage du régime du foehn à celui des autres vents méridionaux, moins chauds et moins secs, n'est guère facile à indiquer.

Il me semble, d'après l'ensemble des faits, que ces divers régimes sont mélangés en plusieurs lieux. On a vu précédemment que ce mélange a probablement existé en Suisse même, surtout dans la Suisse occidentale. — Bien des faits de détails s'expliqueraient, je crois, en admettant que le courant du SO. ordinaire et celui du foehn se sont, en quelque sorte, pénétrés, avec prédominance tantôt de l'un, tantôt de l'autre, *suivant les lieux et suivant les moments*. — Ainsi, sur le Jura, le 21 septembre, c'est probablement le SO. ordinaire qui régnait et c'est dans la nuit du 21 au 22 que le courant du foehn est venu s'y ajouter et se mélanger avec lui. — Sur la haute chaîne alpine, c'est peut-être le SO. ordinaire qui a dominé durant toute la période, tandis que l'air du foehn (S. ou

énorme accroissement des torrents. — Cette supposition, en effet, correspond à l'apparition de trois grammes d'eau sur chaque mètre carré de surface et durant chaque seconde. Cela fait trois mètres cube d'eau, par seconde, pour une surface de un kilomètre carré. — Or, il existe en grand nombre des champs de neige dont la superficie est de plusieurs kilomètres carrés. — Une fusion comme celle dont il est question ici équivaudrait, prolongée pendant vingt-quatre heures, à une chute de pluie de 250 millimètres.

SE.) avait passé au-dessus. — Le 22, avant que le foehn régnât généralement, il est tombé quelques gouttes de pluie en plusieurs stations (§ 50); c'était peut être un effet du SO. ordinaire, qui ne s'est pas prolongé parce que le courant du foehn a apparu et a prédominé. — On pourrait continuer à se rendre compte de bien des faits en demeurant dans cette hypothèse de l'existence, tantôt simultanée et tantôt consécutive, des deux courants.

Quoiqu'il en soit, on peut établir que, généralement, en s'éloignant des vallées alpines, on trouve le caractère du foehn de moins en moins apparent ou on ne le retrouve que durant peu de temps, et c'est au contraire le régime du SO. qui prédomine, surtout au nord-ouest et à l'ouest. — Les tableaux ou les renseignements contenus dans les pages précédentes fournissent déjà, en partie au moins, des faits qui se rapportent à la question actuelle. Cependant, il est utile de les grouper ici de nouveau en les complétant.

39. A Friedrichshafen, au nord du lac de Constance, la tempête de foehn est bien caractérisée dans la nuit du 22 au 23, dans la journée du 23 et même le lendemain, 24. La température moyenne diurne a présenté, relativement aux jours précédents et suivants, un maximum le 23 et le 24 septembre; le courant d'air était franchement sud. Le foehn n'a commencé que dans la soirée du 22, un peu plus tard, par conséquent, que dans la plupart des stations de la Suisse orientale et particulièrement du Rheintal.

La station wurtembergeoise élevée de Schopfloch¹⁸ (à 90 kilomètres environ au nord du Rhin) fournit également un fort courant du sud déjà dans la journée du 21; ce courant se conserve le 22 et une partie du 23. La température de l'air présente une moyenne diurne maximum le 23 et, en même temps, la sécheresse de l'air est assez grande (moyenne diurne : 39). La température de l'air, présente, à Schopfloch, une marche tout semblable à celle des stations du Jura. L'élévation de température est faible le 21, puis elle devient considérable le lendemain, 22. Il y a donc là, au triple point de vue de la direction de l'air, de sa température et de sa sécheresse, des caractères semblables à ceux du foehn des vallées alpines. Il est à remarquer que quelques gouttes de pluie sont tombées, à Schopfloch, les 21 et 22; mais non le 23.

A Isny, station élevée aussi, à environ 40 kilomètres à l'E. de Friedrichshafen, il y a également tous les caractères d'un orage de

¹⁸ Je n'ai pas l'altitude de cette station, mais en prenant les observations barométriques qui y ont été faites le 22, et en comparant avec Bâle, je trouve 570 mètres, valeur probablement peu éloignée de la vérité. — Le calcul, pour Isny, donne 590^m.

foehn, le 23, *vers le milieu du jour*. La température de l'air s'élève moins cependant qu'à Schopfloch (17 à 18°) et l'atmosphère est moins sèche (moyenne du 23 : 77).

Les autres stations du Wurtemberg fournissent des renseignements qui ne permettent pas de reconnaître sûrement le foehn ; quoique, à en juger par la direction et la force du vent ainsi que par la température de l'air, son influence paraisse encore assez probable. — A Stuttgart, du 21 au 24, le vent régnant est S. ou SO. et sa force présente un maximum le soir du 23. C'est ce jour-là qu'on note la plus haute moyenne diurne (21°,0) et aussi la sécheresse la plus prononcée. — A Mergentheim, le vent a été assez fort O. et SO les 20 et 21 avec un peu de pluie. Il n'a pas plu les jours suivants, l'air a présenté un maximum de sécheresse (67) et de température (18°,7) le 23. — A Heidenheim, le vent du S. ou SO a régné, assez fort, du 20 au 22 avec quelques gouttes de pluie ; maximum de température, le 24. — A Freudenstadt, le vent d'O. a été violent dès le 21, avec pluie ; les jours suivants, la direction du courant d'air est devenue SO., S., ou même SE. le 23. En même temps, la température s'est élevée (maximum de la moyenne diurne le 23 : 19°,2) et la sécheresse de l'air a offert un maximum (50) ce même jour. — A Tubingue, maximum de température et de sécheresse le 23 ; à Ulm, le 24.

En somme, on voit que, à Friedrichshafen et dans les deux stations élevées de Isny et Schopfloch, le foehn a régné. Quant aux autres localités du réseau wurtembergeois, on jugera probablement, d'après les renseignements ci-dessus, qu'il n'y a pas eu un foehn caractérisé ; mais que l'influence de ce vent s'y est probablement un peu fait sentir, surtout dans la journée du 23.

A Munich, il a régné, les 21 et 22, le SO. ou le S. assez fort ; puis, les 23 et 24, le SE. ou l'E. La température a atteint une valeur très élevée les 24 et 25 (moyennes diurnes : 22°,7 et 20°,3), en même temps que l'humidité était assez faible.

A Leipzig, il a régné, les 21 et 22, des vents S. ou SO., assez forts, accompagnés de pluie ; puis le 23, le SE. ou SO. auquel a succédé le vent du N. ou NE. Moyenne diurne maximum le 24 : 19°,2. — Les journées du 27 au 30 sont signalées comme belles et chaudes.

A Zittau, c'est généralement le S ou le SO. qui a soufflé pendant la période du foehn. La température moyenne diurne qui était 16°,5, le 22, s'est élevée à 19°,2 le lendemain, puis a continué jusqu'à 22°,2 le 26 septembre. La sécheresse de l'air s'est également accrue jusqu'aux 28 et 29 qui présentent, comme humidité relative : 48 et 43.

60. On a vu que, en Suisse, le régime du foehn s'accompagne, entre autres, d'une température élevée, même le soir et pendant la nuit. C'est un réchauffement qui, dans une grande mesure, ne dépend pas de l'action solaire et qui s'est manifesté très nettement partout où le foehn a régné. — En cherchant quelle a été température, dans quelques stations de l'Allemagne méridionale ou centrale, à 9 h. du soir, on trouve les valeurs suivantes :

	19	20	21	22	23	24	25	26
Isny	10,5	11,6	12,4	16,2	16,9	15,9	16,7	12,5
Schopfloch	9,4	11,9	13,1	18,1	20,0	15,0	13,7	14,4
Friedrichshafen	13,7	12,5	16,2	18,7	20,0	18,7	15,0	15,0
Freudenstadt	10,7	12,1	13,0	16,9	19,2	18,7	12,7	12,5
Stuttgart	9,1	13,7	16,9	16,9	18,1	14,4	18,0	18,0
Heilbronn	10,6	13,1	16,2	17,5	20,0	15,0	16,9	16,9
Mergentheim	9,4	13,1	15,0	16,2	18,7	16,2	17,5	15,4
Münich	12,5	13,7	15,7	19,3	18,7	23,2	21,2	17,2
Leipzig	9,2	12,9	11,0	19,2	16,2	17,5	13,7	14,7
Zittau	12,2	10,0	15,4	17,7	19,2	20,5	19,7	21,5

Les observations de Munich sont de 6 h., celles de Leipzig et de Zittau, de 10 h. du soir.

On voit que, dans quelques stations, dès le soir du 22, il y a eu une température plus élevée que les jours précédents.

D'après les *Uebersicht d. Resultate*, etc., v. prof. Dr Bruhns, à Leipzig, le jour qui offre la plus haute température moyenne diurne du mois de septembre 1866 est :

à Gohrisch (Saxe)	le 24	septembre
Riesa	» 27	»
Leipzig	» 24	»
Meisen	» 24 et le 8	»
Dresde	8 et le 27	»
Zwenkau	24	»
Zittau	26	»
Zwikau	24	»

61. A Innsbruck, le vent était généralement N. le 21 ; le 22, il devint S. et acquit une grande force vers le milieu du jour pour se conserver intense, avec une direction franchement S., jusqu'au 25. La température de l'air, qui était de 7°,5 à 12°,5 du 16 au 21,

à 9 h. du soir, était au contraire de 19°,5 le 22 au soir et elle se conserva élevée les 23, 24 et même 25 septembre (moyenne de ces trois jours : 19°). En même temps, l'humidité de l'air présente un minimum (45) le 24. — Ces divers caractères sont tels qu'on peut y reconnaître, sans hésiter, le foehn des vallées suisses. En outre, le vent a débuté, à Innsbruck, à peu près en même temps que dans beaucoup de stations suisses (milieu du jour, le 22) et sa durée y a été sensiblement la même.

A Salzbourg, des circonstances semblables sont également reconnaissables. Le foehn paraît avoir commencé dans la nuit du 22 au 23 ; il a été fort les 23 et 24 avec une direction constamment SE. Le maximum de température s'est produit le 24 (moyenne diurne : 22°,4).

A Linz, des courants d'E., assez forts, ont régné les 22 et 23. La température est plus élevée du 23 au 25 que dans les jours précédents et suivants. Maximum de la sécheresse, le 24 septembre.

A Vienne, le vent qui a régné du 22 au 27 est le SE. ou SSE., assez fort ou fort. La température a été plus élevée les 24, 25 et 26 que les jours précédents et suivants. Le chiffre le plus faible du degré hygrométrique de l'air est 62, le 27 septembre.

Quant à Laibach et Klagenfurt, ces deux stations, surtout la première, sont dans le régime de l'Italie pendant la période dont il s'agit et rien n'y fait reconnaître le foehn ; — pas plus la température que la sécheresse de l'air.

Dans ces stations du réseau autrichien, donc, le foehn me semble assez nettement reconnaissable dans le Tyrol où il paraît avoir régné comme en Suisse, quoique d'une façon un peu moins caractérisée soit quant à la sécheresse, soit quant à la température. — Les circonstances météorologiques de Linz sont moins précises, quoique la température et l'humidité de l'air, qu'apportait un courant de l'E., soient analogues à ce qui était produit ailleurs, aux mêmes dates, sous l'influence du foehn¹⁹.

¹⁹ A propos de l'existence du foehn, en général, dans les Alpes autrichiennes, on lit ce qui suit dans le travail précédemment cité de M. Hann : « De toutes les stations du réseau autrichien, celle de *Bludenz* (près de la frontière suisse, non loin de Feldkirch) paraît être la seule où le véritable *foehn suisse* soit un phénomène endémique. Elle est fort voisine d'une des régions suisses où le foehn est le plus prononcé. Des vents chauds et secs, venant du sud, sont aussi particuliers à Innsbruck ; même à Salzbourg, on ressent un courant du SE. qui se distingue par sa chaleur insupportable. J'ignore si ce courant est sec également. — Dans le journal météorologique de *Ischl*, je n'ai trouvé aucune trace de ces vents chauds et secs. De l'autre côté de la chaîne alpine, ils paraissent manquer totalement, ainsi dans les nombreuses stations de la Carinthie, etc. (*Zeitschrift der öster. Gesellsch.*, etc., n° 19, p. 433). »

62. Dans la région à l'ouest du Jura, on trouve, pendant la période du foehn, des vents forts ou très forts, généralement du SO., quelquefois du S. ou du SE. ²⁰

A Dôle, on note un courant du S., tous les jours, à 8 heures du matin, du 21 au 25 septembre. — A Dijon, le 22 et le 23, vent du S., avant et après, le SO. et l'O. — A Besançon, les 21 et 22 règnent le S. ou le SO. forts ou très forts. Les 23 et 24 sont sensiblement calmes. — A Lyon, les 21 et 22, on note le vent du S. assez fort ou fort ; les jours suivants SO. ou SE.

Dans ces localités, la pluie a été fréquente, même les jours du foehn, ainsi les 22, 23 et 24 à Dijon, à Courlon ; les 22 et 23 à Lyon, les 24 et 25 à Besançon, etc. — L'air a toujours été assez humide à Dijon, tandis qu'à Besançon, la journée du 22 a fourni 54 pour humidité relative : c'est sensiblement plus sec que les jours précédents et les jours suivants.

Quant à la température diurne moyenne, il y a eu un maximum le 22 à Dijon, le 23 à Lyon.

Je rappellerai ici que, à Genève, les vents régnants les 21 et 22 ont été le SO. ou le SSO. ; mais le 23, vers le milieu du jour, il y a eu un coup de foehn bien caractérisé (direction S.) par sa haute température et sa sécheresse.

D'après l'ensemble de ces renseignements (trop incomplets), je ne vois aucune localité plus occidentale que Genève où le foehn soit bien reconnaissable. La température de l'air, cependant, et peut-être sa sécheresse, à Besançon, permettent de supposer que son influence s'est étendue, quoique faiblement, sur la zone qui est à l'occident du Jura.

On sera probablement peu éloigné de la vérité en prenant Genève comme limite occidentale et Salzbourg comme limite orientale des régions où le foehn du 23 septembre s'est fait sentir. Au nord, Schopfloch est la station la plus éloignée où l'on peut dire que ce vent était encore bien caractérisé. — Le foehn des 22-24 septembre 1866 a ainsi régné, quoique très inégalement et avec des durées fort diverses, dans des localités éloignées d'environ 450 kilomètres de l'E. à l'O., au N. des Alpes.

63. Les contrées situées près de l'Océan, à l'occident et au nord-ouest de l'Europe, ont été franchement dans le régime des vents du SO. L'air y a été très humide, la pluie abondante. Quant à la température, elle s'est élevée notablement les 26, 27 et 28 septembre, c'est-à-dire pendant les jours qui ont succédé à la tempête de foehn. Cette élévation de température résulte-t-elle peut-

²⁰ Mes renseignements, sur cette région, sont peu nombreux et surtout très incomplets.

être, en partie, de l'influence du vent chaud qui se serait lentement propagée bien loin des Alpes ?...

Voici les moyennes diurnes de quelques stations occidentales :

	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Bruxelles	12,5	14,5	13,6	13,5	14,5	15,5	17,3	18,4	—
Greenwich	9,5	11,1	12,9	11,7	13,9	—	—	—	—
Utrecht	12,1	12,6	13,3	12,7	13,5	15,0	17,4	16,4	18,0
Groningue	12,0	12,0	14,1	14,0	14,7	15,6	16,8	15,4	17,1
Paris	12,8	15,1	—	13,5	15,1	15,8	16,7	18,1	18,9

64. Au sud de la France, les circonstances météorologiques de Marseille méritent d'être remarquées.

Le 21, il régnait dans ce port de mer des vents d'O. et OSO. faibles ; le lendemain, 22, le SE. ou l'ESE. se leva, devint fort et demeura fort jusqu'au 25. En même temps, il y eut une élévation de la température de l'air (voir le tableau du § 39). Le maximum s'est produit le 24 ; moyenne diurne : 25°0. — L'excès des trois jours, 22, 23 et 24, sur les trois précédents et les trois suivants est : 5°2.

Des observations de température matinales, ou tardives le soir, me manquent. Voici celles de 9 heures du matin :

20 septembre	17°3	23 septembre	24°0
21 »	17°3	24 »	24°7
22 »	20°6	25 »	15°9
		26 »	14°6

L'humidité relative présente un minimum le 23 (63). — Il est tombé une pluie orageuse dans la soirée du 24.

Il ne serait point impossible que le courant du SE., à Marseille, simultané avec le foehn au nord des Alpes et fort chaud également, fit partie du même courant général résultant de l'*appel* dû à la dépression barométrique de l'O. et du NO. de l'Europe. (Voir la note 6.)

VIII. Phénomènes divers.

65. Autant qu'il est possible d'en juger par les documents qui me sont parvenus, le foehn des 22-24 septembre n'a pas coïncidé avec des phénomènes particuliers ou exceptionnels.

De toutes les stations suisses, le *Simplon* est la seule où l'on signale des phénomènes électriques pendant le foehn. Il y a eu des éclairs et des tonnerres le soir du 24.

Il n'y a aucune mention d'un orage électrique dans les stations autrichiennes et allemandes.

Morges. Fortes seiches sur le lac Léman, dans la journée du 23.

Dijon. Tonnerre le 24.

Sauvage, à l'O. du Jura, tonnerre le 24.

Dans plusieurs stations italiennes (*Pinerolo, Moncalieri, Mondovi, St. Remo*) on signale un tremblement de terre le 22, vers 3 heures 43 m. après midi.

Marseille. Violent orage avec pluie, éclairs et tonnerres, de 8 heures du soir à minuit, le 24.

Rome. Le bulletin météorologique des observations du Collège romain indique, le 22 septembre : « Beau le matin ; vers 10 heures, » vent du sud et cumuli ; appareils magnétiques agités. (*Il y a certainement une bourrasque éloignée.*) »

Cette dernière remarque du R.P. Secchi se vérifiait, on l'a vu, au nord des Alpes.

Les 24 et 25 septembre, une perturbation magnétique est encore signalée à Rome.

SOURCES.

66. Suisse. — La plus grande partie des matériaux utilisés dans le présent mémoire se trouvent dans les *Schweizerische meteorologische Beobachtungen*, publiées par la Société helvétique des sciences naturelles, sous la direction de M. le prof. R. Wolf. — M. Wolf a eu l'obligeance de mettre à ma disposition les *feuilles originales* des observations de septembre 1866 pour quatre-vingt-deux stations suisses. — Les observations se font à 7 heures du matin, 1 heure et 9 heures du soir.

Genève, St. Bernard et Simplon. — Observations et renseignements communiqués par M. Plantamour, direct. de l'Obs. de Genève.

Cully. — Renseignements de M. le pasteur Naef.

Bex. — Observations et renseignements de M. Rosset.

Lausanne. — Observations de M. le prof. Marguet.

Vevey. — Renseignements de M. Schnetzler.

Villeneuve. — Renseignements de M. Duflon.

Vuadens. — Observations et renseign. de M. le curé Cheneau.

La Vallée. — Renseignements de M. Lecoultrre.

Ormonts. — Renseignements de M. le pasteur Chavannes.

Château d'Oex. — Renseignements de M. le pasteur Cousin.

Martigny. — Observations et renseign. de M. Gros, avocat.

Sion. — Renseignements de M. Brauns.

Fully. — Renseignements de M. le curé Brouze.

Chamoson. — Renseignements de M. le curé Revey.

Lourtier. — Renseignements de M. le curé Révaz.

Vallée d'Entremont et St. Bernard. — J'ai recueilli des renseignements personnels sur les lieux, six jours après le foehn.

Evolena. — Renseignements de M. le curé Metrailler.

Glyss. — Observations et renseign. de M. le prof. In. Albon.

Reckingen. — Observations et renseign. de M. le Dr de Courten.

Simplon. — Observations et renseign. de M. le Prieur Frossard.

Græchen. — Renseignements de M. le curé Tscheinen.

Zermatt. — Renseignements de M. A. Clément.

Grimsel et vallée du Hasli. — Renseignements de M. le pasteur Marti, à Guttannen.

Frutigen. — Renseignements de M. le pasteur Frikart.

Louèche. — Renseignements de M. Cropt.

Ste. Croix. — Observations et renseignements de M. Junod.

Jura, sommités près de Ste. Croix. — Renseign. de M. Vautier.

Samoëns. — Renseignements de M. le curé Anthoine.

Sallenches. — Renseignements de M. le curé Jacquier.

Abondance. — Renseignements de M. le curé Vulliet.

Wurtemberg. — M. le prof. Schoder, à Stuttgart, m'a communiqué les observations de *Stuttgart*, *Heilbronn*, *Freudenstadt*, *Ulm*, *Schopfloch*, *Isny*, *Friedrichshafen*, *Mergentheim* et *Tubingen*. Ces observations sont de 7 heures du matin, 2 et 9 heures du soir.

Munich. — « Wocherberichte der Münch. königl. Sternwarte, » par M. Lamont, n°s 64 et 65. — Observ. à 7, 2 et 6 heures.

Leipzig. — Observ. et renseignements de M. le Dr Bruhns, directeur de l'Obs. — Observations à 6, 2 et 10 heures.

Zittau. — Obs. et renseignements de M. le prof. Dirtzel.

Autriche. — M. le Dr Jelinek, directeur de l'institut météorologique à Vienne, m'a communiqué les observations de *Innsbruck*, *Salzbourg*, *Linz*, *Marienberg*, *Vienne*, *Klagenfurt* et *Lainbach*. — Obs. à 6, 2 et 10 heures du soir.

Trento. — Obs. et renseignements de M. le prof. Lunelli.

Le *Bulletin international* de l'Observatoire de Paris m'a fourni quelques renseignements généraux sur l'état météorologique en Europe pendant la période du foehn. Malheureusement, les observations détaillées pour Paris (les seules obs. détaillées que renferme le *Bulletin*) manquent le 23 septembre.

Bruxelles. — Les observations bi-horaires de l'Observatoire de Bruxelles m'ont été communiquées par M. le directeur Quetelet.

Greenwich. — M. le directeur Airy m'a transmis les observations météorologiques et un relevé de l'enregistrement du vent.

Hollande. — M. le direct. Buys-Ballot, à Utrecht, m'a communiqué les obs. de plusieurs stations : *Utrecht, Groningue*, etc.

Dijon. — Bulletin des observations faites à l'école normale, publié par M. A. Perrey. — Quatre obs. par jour.

Strasbourg. — Obs. faites à l'hôpital civil ; transmises par M. Depp. — Cinq obs. par jour.

Besançon. — Obs. faites à l'école normale ; transmises par M. le prof. Gouillaud. — Six obs. par jour.

Lyon. — M. le prof. Fournet m'a communiqué des renseignements météorologiques sur Lyon et diverses stations des bassins de la Saône et du Doubs : *Courlon, Vesoul, Dôle, Bourg*, etc.

Marseille. — Obs. faites à l'Obs. impérial à 9 heures, midi et 4 heures ; communiquées par M. Stephan.

Italie. — J'ai utilisé les *Meteorologia italiana* publiées par le ministre de l'agriculture et du commerce et donnant les obs. météorologiques de 32 stations italiennes. — Obs. à 9, 3 et 9 h.

Rome. — Obs. du Collège romain, publiées par M. le directeur C.-A. Secchi.

Civita Vecchia. — Bulletin météorologique.

Alexandrie. — Obs. et renseign. de M. le recteur Parnisetti.

Gênes. — Obs. faites à l'Obs. de l'université, à 9 heures, midi, 3 et 9 heures ; transmises par M. le prof. Fasiani.

Pallanza. — Obs. et renseign. de M. l'ing. Rossi. Quatre obs. par jour.

Aoste. — Obs. et renseign. de M. Carrel.

Mondovi. — Obs. faites au séminaire ; communiquées par M. le direct. Bruno. — Six obs. par jour.

Camerino. — Obs. et renseign. communiqués par M. le prof. Berti.

Ancône. — Obs. et renseign. de M. le directeur De Bosis.

Nicolosi. — Obs. et renseign. de M. le Dr Gemmelari.

Naples. — Obs. et renseign. de M. le prof. Palmieri.

Cormayeur. — Renseignements de M. le curé Menabrea.

Châtillon. — Renseign. de M. Chasseur, curé à Valtournanche.

Athènes. — Obs. et renseign. de M. J. Schmidt, direct. de l'Obs. — Obs. à 8, 2 et 9 heures.

Palma, île Majorque. — Obs. et renseign. de M. le prof. Barcelo.

Lisbonne. — Observations faites à l'Observatoire de l'I. D. Luiz ; communiquées par M. le directeur Fradesso da Silveira.

Qu'il me soit permis d'exprimer ici ma bien vive reconnaissance aux auteurs des diverses communications qui viennent d'être énumérées.

P.S. — Observations d'Alger.

Au moment où s'achève l'impression de ce mémoire, je reçois de M. Bulard, directeur de l'Observatoire d'Alger, les observations météorologiques de septembre 1866.— Ces observations, très complètes et provenant d'appareils enregistreurs, sont consignées dans des tableaux numériques, puis représentées dans des tableaux graphiques remarquables par leur simplicité et leur clarté. J'en extrais les données suivantes relatives à la période du foehn :

Observations d'Alger.

(Le baromètre est réduit au niveau de la mer et diminué de 700mm.)

Heures.	19 Sept.	20	21	22	23	24	25
Pression	66,8	67,2	66,6	61,4	57,7	58,6	67,2
	67,4	68,2	66,6	60,6	57,3	58,4	68,5
	67,2	67,4	65,1	59,2	57,0	64,1	67,8
	67,0	67,0	63,1	58,2	58,0	66,5	68,0
Température	19,8	18,8	20,1	26,7	26,6	22,3	16,1
	22,9	23,9	26,0	30,0	29,2	25,0	18,5
	24,1	26,0		35,0	33,0	26,2	22,7
	25,2	26,9	30,0	33,9	31,0	24,6	22,5
	24,9	26,9	26,4	33,0	29,0	21,0	22,2
	21,0	21,5	23,0	26,9	23,0	17,7	18,0
	20,3	21,1	25,8	27,4	22,1	17,0	17,0
	18,9	20,7	24,3	26,8	22,4	16,6	16,5
Humidité	77	74	54	27	13	52	62
	51	48	30	23	42	67	42
	67	73	66	35	79	76	53
	74	72	25	30	67	64	57

Ces documents me semblent présenter un vif intérêt dans la question actuelle et je regrette beaucoup de ne plus avoir ni le temps ni l'espace nécessaires pour les discuter comme ils le mériteraient et pour les comparer avec les observations faites ailleurs, spécialement en Suisse. — Je dois me borner à indiquer brièvement les principaux faits.

Pression atmosphérique. — Le tableau ci-joint montre que l'a été le mouvement du baromètre, à Alger, du 19 au 25 septembre. Il m'a été possible d'ajouter à la planche II, la courbe qui représente ce mouvement. On voit que l'oscillation barométrique a été tout à fait semblable à celle qui s'est produite, en même temps, dans l'Europe occidentale ; il est même curieux de constater que *la courbe d'Alger ressemble fort, d'une manière générale, à celles des stations suisses*. Que l'on compare, entre autres, les courbes d'Alger et de Berne (toutes deux provenant d'appareils enregistreurs) pendant les 20, 21, 22 et 23 septembre !

L'oscillation barométrique a été, à Alger, de 12^{mm},3 entre le 20 et le 23 septembre, valeur à peu près égale à celle des vallées alpines (§ 8) ; le minimum de pression s'est produit à 3 h., le 23. On se souvient que, à Berne, le minimum a eu lieu à peu près à ce moment-là.

Les données du baromètre permettent donc d'admettre que la perturbation atmosphérique venue de l'Atlantique s'est fait sentir également en Afrique et que, sous ce rapport, la portion nord-ouest de ce continent, jusqu'à une distance inconnue dans l'intérieur, s'est trouvée dans le régime de la tempête durant laquelle le foehn a régné.

On remarquera combien l'oscillation barométrique, à Alger, diffère de celle de l'Italie et notamment de l'Italie méridionale.

Température de l'air. — On voit dans le tableau quelle a été la marche du thermomètre à Alger. La température de l'air s'est élevée notablement les 21, 22 et 23 septembre. La moyenne de ces trois jours est 28°,0. — C'est dans la journée du 21 que l'accroissement a été le plus considérable ; mais c'est le 22 que la chaleur a atteint son maximum.

On se souvient que, dans les régions atteintes par le foehn, l'élévation de température a commencé le 22 et que le maximum s'est produit généralement le 24. A Alger, il y a, sous ce rapport, un jour au moins d'avance. C'est le 21 que l'accroissement thermométrique commence, le 22 a été le jour le plus chaud. A partir du 22, à 5 h. du matin, jusqu'au 23, à 4 h. du soir, c'est-à-dire durant 35 heures, la température de l'air n'a jamais été inférieure à 26°8 et elle a atteint plusieurs fois 35°. On peut remarquer que cette température demeure haute même la nuit (nuits du 21-22 et 22-23).

Humidité de l'air. — J'ai calculé, à l'aide des observations du thermomètre sec et du thermomètre mouillé, le degré d'humidité de l'air pendant la période du 19 au 25 septembre. On voit, dans le tableau ci-joint, que les journées du 21, 22 et 23, surtout les deux premières, ont été très sèches. Il y a eu des moments de sécheresse excessive et qui indiquent assez l'influence du vent du désert ; par exemple, le 23 au matin. — Entre le 21, à 8 h. du soir, et le 25, à 3 h. après-midi, ainsi durant 43 heures comprenant deux nuits, l'humidité moyenne de l'air a été 0,23. — La tension moyenne de la vapeur l'eau, dans la journée du 22, est $8^{\text{mm}}\text{,}7$, le 23, à 6 h. du matin, cette tension est $3^{\text{mm}}\text{,}1$.

La quantité de vapeur aqueuse contenue dans l'air, durant cette période, a donc été très faible, surtout à certains moments. Les couches gazeuses voisines du sol auraient pu s'élever fort haut dans l'atmosphère, et se refroidir beaucoup, sans qu'il y eût condensation et précipitation aqueuses. Si cet air avait passé comme courant supérieur dans des régions plus septentrionales, il aurait pu, avec le degré de température constaté dans les vallées alpines pendant le foehn, paraître très sec sans avoir donné lieu à une condensation en traversant la crête des Alpes.

Mouvement de l'air. — Les tableaux de l'Observatoire d'Alger ne laissent aucun doute sur le fait que l'Algérie a été comprise dans la grande agitation atmosphérique qui s'est manifestée entre le 21 et 25 septembre.

21 septembre. Le vent du N. a régné dans la journée ; mais le soir, le courant devient SE. puis S. Il est nommé « scirocco » dans les tableaux de M. Bulard.

22 septembre. Pendant la nuit et le matin « scirocco » du SO., S. et SE., puis courants variables E., ENE.; puis de nouveau S., SSO. dans l'après-midi. Aspect orageux vers le milieu du jour, quelques gouttes de pluie. Le vent ne paraît pas avoir été très fort à Alger ; mais il était plus intense ailleurs. — *Dellys* (à environ 100 kilomètres à l'E. d'Alger), « scirocco continu ». — *Bone*, vent violent du SSO., le 22.

A Alger, les nuages élevés allaient avec le SO. — Eclairs dans l'après-midi.

23 septembre. Vent du SO., S. ou SE. dans la nuit et le matin ; puis les courants deviennent variables, E., ENE., S., O., etc., dans l'après-midi. Tout le jour les nuages élevés vont avec le SO.

Pendant ce temps, la tempête était très forte en d'autres stations : « *Boghar*, vent violent dans l'après-midi. — *Dellys*, scirocco très violent tout le jour, surtout le soir. »

24 septembre. « Après le scirocco, vent variable, O., SO., etc. Grand coup de vent d'O. et NO. à 2 h., si violent qu'un des mâts de l'Observatoire est brisé. »

« *Fort Napoléon* : Scirocco violent. — *Aumale* : Toute la journée, scirocco d'une violence extrême. — *Dellys* : Coup de vent violent d'O. et petite pluie. — *Biskra* (à 236 kilomètres au sud-ouest de Constantine, confins du désert) : Vent violent dans la nuit précédente. — *Bone* : Ouragan de N.O. »

25 septembre. Les nuages élevés vont encore avec l'O. ou le SO. ; mais c'est le NO. qui règne à Alger.

Ces renseignements montrent que la tempête a été violente en plusieurs points de l'Algérie. Le vent dominant a soufflé d'une direction méridionale.

Si l'on tient compte de la température et de la sécheresse signalées plus haut les 21-23 septembre ; si l'on remarque que le vent a été très violent dans des stations intérieures, voisines du désert, on pourra admettre, comme fort probable, que l'agitation atmosphérique s'est étendue assez avant dans le Sahara et que c'est l'air du Sahara qui a été amené au nord du continent africain. Si l'on supposait que cet air, entraîné par la tempête, a continué comme courant supérieur, son mouvement vers des latitudes septentrielles, on ferait une hypothèse qui ne serait assurément pas plus hasardée que beaucoup d'autres qui ont cours en météorologie. — Le mouvement de la terre a pour effet de dévier vers l'orient les courants gazeux qui avancent vers le nord ; mais il se pourrait que l'influence d'une perturbation générale, comme celle qui existait alors à l'ouest de l'ancien continent, fût précisément de neutraliser cette déviation et de maintenir le courant plus à l'ouest ? — Que, dans les conditions habituelles, l'air chaud du Sahara, même de sa portion occidentale, doive se jeter sur le sud-est de l'Europe et l'Asie centrale, c'est ce qui est rendu extrêmement probable par des considérations mécaniques hors de contestation ; — mais que cette déviation doive se produire *toujours*, c'est ce qui n'est point certain. Sous l'influence d'une tempête de l'Atlantique et d'une diminution exceptionnelle de pression au nord-ouest de l'Europe, le courant africain pourra fort bien, ce me semble, suivre un cours plus occidental et aboutir dans l'Europe centrale. — En admettant que ce courant africain devienne le foehn des vallées alpines, on comprendrait pourquoi le foehn se rattache à une tempête de l'ouest et pourquoi il en est une conséquence. Cette intervention possible de l'air du Sahara, accompagnant une tempête de l'ouest, est d'ailleurs admise par M. Dove, qui voit dans ce fait la cause d'une des variétés de foehn ou de scirocco, le *Leste foehn* ou *Leste scirocco*. — Dans la note 6 (§ 13) j'ai indiqué une hypothèse d'après laquelle le foehn résulterait d'un *appel* vers le S. et le SE. provoqué par la dépression existant au nord-ouest de l'Europe. Cette hypothèse pourrait se modifier ainsi : Sous l'influence

générale de la tempête venue de l'occident, sous l'influence de la dépression barométrique dans les régions du nord-ouest, le courant supérieur, qui se porte, en déviant vers l'est, du Sahara vers l'Asie centrale, a été momentanément attiré vers l'ouest et il est devenu courant inférieur au nord de la grande chaîne alpine. Cette hypothèse, bien entendu, s'applique au foehn des 22-24 septembre ; elle me semble légitimée par les détails rapportés plus haut et relatifs aux circonstances météorologiques de l'Algérie pendant que la tempête régnait au nord des Alpes. — Pourrait-on étendre cette supposition à *tous* les cas de foehn ?.... Je l'ignore. — Je rappellerai seulement que l'on a été conduit à supposer au foehn, *en général*, une origine saharienne, à cause de la température élevée et surtout de la sécheresse de ce vent méridional. Mais les considérations développées dans les notes 11 et 16 montrent que ces caractères-là du foehn n'entraînent pas *nécessairement* une pareille origine et qu'on peut probablement les expliquer sans recourir à l'influence du grand désert africain.

Quoiqu'il en soit de ces aperçus théoriques, l'ensemble des documents brièvement résumés plus haut montre, *en fait, une coïncidence remarquable entre les circonstances météorologiques du nord de l'Afrique et celles des vallées septentrionales des Alpes pendant le foehn de septembre 1866*. Dans ces deux régions, séparées cependant par une distance d'environ 1200 kilomètres, il y a eu une oscillation barométrique toute semblable et presque synchronique, une haute température et une grande sécheresse de l'air avec des vents méridionaux.
