

26

Le foehn du Valais

par Max Bouët

Bisher erschienen

- Nr. 1 a Uttinger H., Die Niederschlagsstunden in Zürich.
22 Seiten, 1962
- Nr. 1 b Ambrosetti Fl., Die Niederschlagsstunden in Locarno-Monti.
12 Seiten, 1965
- Nr. 2 Thams J.C., unter Mitarbeit von A. Aufdermaur, P. Schmid und E. Zenone.
Die Ergebnisse des Grossversuches III zur Bekämpfung des Hagels im
Tessin in den Jahren 1957-1963.
32 Seiten, 1966
- Nr. 3 Grütter M., Die bemerkenswertesten Niederschläge der Jahre
1948-1964 in der Schweiz.
20 Seiten, 1966
- Nr. 4 Schram K. und Thams J.C., [Redaktion], 9. Internationale Tagung für Alpine
Meteorologie in Brig und Zermatt, 14.-17. September 1966.
366 Seiten, 1967
- Nr. 5 Ambrosetti Fl. und Thams J.C., Die direkte Sonnenstrahlung auf die Flächen eines
nach Süden orientierten Würfels ohne Grundfläche in Locarno-Monti.
16 Seiten, 1967
- Nr. 6 Schram K. und Thams J.C., Der Tagesgang der Abkühlungs- und
Aufwärmungsgrösse in Locarno-Monti.
20 Seiten, 1968
- Nr. 7 Ambrosetti Fl., Schram K. und Thams J.C., Die Intensität der direkten
Sonnenstrahlung in verschiedenen Spektralbereichen in
Locarno-Monti.
13 Seiten, 1968
- Nr. 8 Uttinger H., Die Zahl der Tage mit Windspitzen von mindestens
20 Metern pro Sekunde in Zürich (1934-1967).
22 Seiten, 1968
- Nr. 9 Mäder F., Untersuchung über die Windverhältnisse in Bodennähe
bei verschiedenen Wetterlagen.
42 Seiten, 1968
- Nr. 10 Schram K., Die Windverhältnisse in der bodennahen Luftschicht
an einem Hang von etwa 25 Grad Neigung.
13 Seiten, 1968
- Nr. 11 Schüepp M., Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967.
44 Seiten, 1968
- Nr. 12 Ackermann P., Die neue Radiosondenstation Payerne
der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.
36 Seiten, 1968
- Nr. 13 Junod A., Contribution à la méthodologie granulométrique
des aérosols amicroscopiques.
70 Seiten, 1969

Le foehn du Valais

par Max Bouët

Table des matières

I. Le foehn à Sierre (Chippis)

1. Matériel
2. Définition
3. Fréquence
4. Variation diurne de la fréquence
5. Durée
6. Vitesse
7. Le vent en altitude
8. Bilan du foehn
9. Le gradient transalpin

II. Le foehn dans les autres vallées

1. Le Bas-Valais et la vaudaire
2. Les vallées des Pennines

III. Compléments

1. La lombarde du versant adret
2. Le mur de foehn
3. Le foehn du nord

Résumé

Des enregistrements de vent ont été effectués de 1954 à 1970 à Chippis près Sierre en Valais sans interruption. Cette série de 17 ans a permis de rassembler une documentation complète concernant le foehn dans la partie centrale de la vallée du Rhône valaisanne.

La présente étude a pour objet de faire connaître les valeurs moyennes et extrêmes de la fréquence, de la durée et de la vitesse du vent chaud; elle met en évidence entre autres la forte variation diurne de fréquence dont le maximum se place entre 15 et 18 h. La direction la plus usuelle du vent en altitude est celle de SW à SSW. Le foehn des autres vallées du canton, moins bien connu, est traité de façon sommaire.

La lombarde ou vent d'est du versant sud des alpes bernoises et le mur de foehn, aspects complémentaires du foehn, parachèvent le tableau de ce vent typique, plus rare en Valais que dans la Suisse centrale, mais présentant les mêmes caractères.

Zusammenfassung

Windregistrierungen wurden in Chippis bei Sierre im Wallis ohne Unterbrechungen von 1954 – 1970 durchgeführt. Die so entstandene 17jährige Reihe gibt einen umfassenden Überblick über den Föhn im zentralen Teil des Walliser Rhonetales.

Die nachfolgende Bearbeitung befasst sich mit den mittleren und extremen Werten der Häufigkeit, der Dauer und der Geschwindigkeit des warmen Windes. Daraus geht unter anderem der stark ausgeprägte Tagesgang der Häufigkeit mit Maximum zwischen 15 und 18 Uhr hervor. Die häufigste Windrichtung in der Höhe liegt im Sektor SW bis SSW.

Die Föhnströmungen in den übrigen Walliser Tälern sind weniger gut bekannt. Sie konnten daher nur summarisch behandelt werden.

Die sogenannte "Lombarde", d.h. der Ostwind der Südflanke der Berneralpenkette sowie die Föhnmauer sind zwei Begleiterscheinungen. Sie runden das Bild dieses typischen Windes ab, der weniger häufig im Wallis als in der Innerschweiz auftritt, aber dort gleichartigen Charakter aufweist.

Riassunto

Registrazioni del vento furono eseguite dal 1954 al 1970 senza interruzione a Chippis presso Sierre nel Vallese. Questa serie di 17 anni ha permesso di raccogliere una documentazione completa sul favonio nella parte centrale del Rodano vallesano.

La presente ricerca persegue lo scopo di far conoscere i valori medi ed estremi della frequenza, della durata e della velocità del vento caldo; essa mette in evidenza fra altro la forte variazione diurna della frequenza, il cui massimo si presenta tra le ore 15 e 18. La direzione più frequente del vento in altitudine è quella dal settore tra SW e SSW. Il favonio delle altre vallate del cantone, meno ben conosciuto, è trattato in modo sommario.

La cosiddetta "lombarda" o vento dall'est del versante meridionale delle Alpi bernesi e il muro di favonio, aspetti complementari del favonio, completano il quadro di questo vento tipico, più raro nel Vallese che nella Svizzera centrale, ma che presenta le stesse caratteristiche.

Summary

Wind measurements were recorded in Chippis near Sierre (canton Valais / Switzerland) from 1954 to 1970 without interruption. Owing to this 17 years' period of recording we are in possession of a complete documentation about foehn in the central part of the valley of the Rhône in the canton Valais.

The present study deals with mean and extreme values of frequency, duration and velocity of the warm winds; besides, the author points out the strong daily variation of frequency, with maxima between 3 and 6 o'clock p.m. The most frequent wind direction in the altitude is the one from SW to SSW.

The foehn in the other valleys of the canton Valais is less known and, therefore, treated in a summary way.

The so-called "Lombarde" or east wind of the southern side of the Bernese Alps as well as the foehn wall are both complementary aspects of foehn, completing the picture of this typical wind, which is less frequent in the Valais than in Central Switzerland, but has the same characteristics in both regions.

On s'est proposé dans ce qui suit de présenter la documentation statistique excellente qu'ont fourni 17 ans de mesures météorologiques soignées faites à l'usine de Chippis (Alusuisse S.A.) de 1954 à 1970. Les enregistreurs ayant été transférés ailleurs en 1971, il paraissait utile de résumer ce qui peut être extrait de ces mesures concernant le foehn et de mettre à la disposition des chercheurs des données précises et sûres.

En second lieu, on a complété le tableau du foehn par un aperçu plus sommaire s'étendant à toute la région valaisanne dans la mesure où les renseignements recueillis le permettaient.

I. Le foehn à Sierre (Chippis)

1. Matériel

La station météorologique de Chippis près Sierre (522 m) disposait d'un équipement complet: thermo-hygrographe, barographe, pluviographe et anémographe Fuess, ce dernier placé à 15 m au-dessus du sol, légèrement au sud de l'axe de la vallée du Rhône. Les anémogrammes dépouillés par l'auteur ont fourni un excellent ensemble de moyennes de vitesse et de direction du vent portant sur 17 ans sans lacunes; ne figurent ici que les valeurs relatives au foehn dont l'apparition est extrêmement nette sur les enregistrements.

Des données tirées des mesures faites à la station météorologique de l'usine de Monthey (Ciba S.A.) renseignent sur les conditions du foehn dans le Bas-Valais.

2. Définition

J'ai considéré comme foehn le vent de NE à ENE nettement plus fort que la brise normale de même direction qui, elle, est toujours inférieure à 10 km/h. En général il n'y a aucune confusion possible entre la brise d'amont (ou de montagne) et le foehn, ce dernier apparaissant avec une netteté parfaite sur les anémogrammes de Chippis (ou de Monthey, direct. SSE). Quelques cas de foehn faible pouvaient rendre perplexes ou éveiller un doute quant à la nature du vent; ces cas furent très rares et en définitive négligeables.

En repérant les cas de foehn du centre valaisan j'ai d'ailleurs toujours tenu compte des conditions générales: champ de pression européen, gradient transalpin, courants en altitude et observations au sol en Suisse centrale. Toutes précautions étaient donc prises pour ne retenir que le foehn véritable, à l'exclusion des vents d'orage de même direction, mais de courte durée et froids.

On pourrait se demander s'il n'y a pas, dans le Valais central, de foehn du SW remontant la vallée, puisque le vent en altitude est de SW dans la plupart des situations de foehn et que la vallée du Rhône est orientée WSW—ENE. Il n'en est rien. On ne connaît dans cette partie de la vallée que le foehn du NE à ENE; les vents remontants, autres que la brise diurne, sont toujours relativement froids et soufflent par courant général d'W ou de NW en altitude, ou même par situation de bise.

Il est intéressant de comparer le Valais central à la vallée de l'Aa à Engelberg, deux endroits où le foehn souffle du secteur NE; ce n'est toutefois pas la règle à Engelberg qui connaît aussi le foehn du SW.

Passons aux données statistiques concernant Chippis.

3. Fréquence

Tab. 1 Chippis — Jours et heures de foehn. Moyennes 1954 — 1970.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Jours	0,8	2,3	4,3	6,1	5,4	3,8	0,8	1,1	2,2	2,4	2,3	1,4	32,9
Heures	6	15	38	50	46	26	4	7	13	16	19	11	251
a	7,5	3,2	1,9	1,3	1,3	1,4	2,3	2,5	2,3	2,7	3,4	3,8	2,1
b	2	7	14	17	15	7	1	2	5	7	11	7	8

a) Rapport des heures de foehn à Altdorf et à Chippis (1955 — 1970).

b) Rapport des vitesses cumulées de foehn à celles de tous les vents, ou quote-part de foehn, en pourcent (17 ans).

Jours de foehn.

Le nombre moyen figure au tableau 1. Il fut minimum en 1954 avec 13 jours seulement, et maximum en 1960 avec 64 jours. Le maximum saisonnier est en avril et mai avec respectivement 6 et 5 jours en moyenne. Un maximum secondaire apparaît en automne.

Heures de foehn.

Il y a 251 heures par an distribuées selon le tableau 1; il s'agit des heures rondes qui ont présenté du foehn quelle que soit la fraction d'heure réellement ventée. Comme on le verra plus loin, ces heures de foehn présentent une variation diurne très prononcée.

Si l'on considère la *durée effective* de chaque cas de vent, le total annuel moyen s'élève alors à 237 heures.

De 1955 à 1970 il y eut 4152 heures de foehn contre 8694 à Altdorf; le rapport des durées de vent est donc de 2,1. Il est le même si l'on utilise les durées réelles. Ainsi le foehn du Reusstal est deux fois plus fréquent que celui du Valais central. Toutefois, en calculant le rapport pour chaque mois (3ème ligne du tableau 1), on constate qu'il est plus élevé en hiver (7,5 en janvier) et plus proche de l'unité d'avril à juin. Cela fait ressortir le rôle de la température de l'air préexistant dans la vallée: plus cet air est froid, plus le foehn à Sierre se fait rare en comparaison d'une vallée orientée sud-nord, plus accessible aux courants du secteur sud.

Les "saisons à foehn" vont de la fin de février à la mi-juin, puis de la mi-septembre à la mi-novembre. Le maximum printanier, le plus important, se situe au milieu d'avril environ, ainsi que le montre une liste des fréquences d'apparition calculée par pentades; vers le 15 avril, on compte environ 1 jour par pentade. Les mois de juillet et d'août, puis de décembre et de janvier sont les plus pauvres en foehn.

La liste suivante relève pour chaque année de la période de 17 ans la fréquence du foehn à Sierre; la troisième colonne indique le nombre d'heures "où il y a eu du foehn" et non la durée effective, légèrement inférieure.

Tab. 2 Chippis. — Liste chronologique des jours et heures de foehn

Année	Jours	Heures
1954	13	135
1955	16	91
1956	38	320
1957	37	309
1958	20	201
1959	48	359
1960	64	456
1961	33	210
1962	38	329
1963	26	198
1964	26	241
1965	17	116
1966	14	258
1967	37	264
1968	45	310
1969	34	273
1970	30	208

4. Variation diurne de la fréquence

Les "heures de foehn" classées de 0 à 24 h fournissent la distribution suivante des fréquences relatives:

Tab. 3 Fréquence relative du foehn d'heure en heure

classes d'heures	p. mille	classes d'heures	p. mille
0 – 1 h	18	12 – 13 h	53
1 – 2	14	13 – 14	68
2 – 3	12	14 – 15	84
3 – 4	10	15 – 16	93
4 – 5	9	16 – 17	96
5 – 6	8	17 – 18	92
6 – 7	8	18 – 19	85
7 – 8	9	19 – 20	75
8 – 9	11	20 – 21	62
9 – 10	18	21 – 22	49
10 – 11	26	22 – 23	36
11 – 12	39	23 – 24	25

Le foehn du matin est rare: à peine 1% entre 3 et 8 h. Le maximum de fréquence se place entre 15 et 18 h avec 9 à 10%. *La variation diurne est donc très importante* ce qui est dû sans doute au fait que la vallée, très oblique par rapport à la direction du courant général du sud à sud-ouest, n'offre pas un passage facile au foehn qui prend ici une direction d'est à nord-est. La pénétration de l'air chaud dans le talweg est plus difficile que dans une vallée orientée sud-nord. Grâce au réchauffement diurne normal, la stratification de l'air de la vallée devient plus propice à la pénétration du foehn au milieu du jour qu'au début ou dans la nuit où règne l'inversion usuelle de température à basse altitude, vers 1000 m environ.

5. Durée

L'une des particularités du foehn du Valais central est la brièveté de son apparition limitée dans la règle à moins d'un jour: durant les situations de foehn, le vent souffle de jour et cesse dans la soirée pour reprendre éventuellement le lendemain. Dans le 3% seulement des cas, le vent a soufflé plus de 24 h sans arrêt; il *débute* en moyenne à 14 h (496 cas) et dure 6 h 50. Le plus long foehn de la période de 17 ans fut de 40 heures en avril 1962.

Le tableau suivant donne la fréquence des séquences de 1, 2, 3 . . . n jours de foehn consécutifs pour la période de 17 ans. Les foehns d'un jour sont de beaucoup les plus fréquents; la plus longue séquence a été notée en 1962, du 15 au 25 avril, série durant laquelle le vent fut dans la règle de durée inférieure à 24 h, sauf du 17 au 18 où il souffla pendant 40,2 h sans discontinuer.

Tab. 4 Chippis. — Séquences des jours de foehn

1 jour	194 fois	194 jours
2 jours	79 fois	158 jours
3 jours	20 fois	60 jours
4 jours	17 fois	68 jours
5 jours	8 fois	40 jours
6 jours	4 fois	24 jours
7 jours	1 fois	7 jours
8/9/10 jours	0 fois	0 jours
11 jours	1 fois	11 jours
		<hr/>
		562 jours

Avant le foehn

on observe régulièrement la brise d'aval normale. Entre celle-ci et le foehn s'insère parfois un intervalle de transition durant lequel on remarque de petits coups de foehn isolés de quelques minutes: la girouette devient folle et indique toutes les directions. C'est le léchage de la couche de fond par le vent chaud de NE qui pénètre peu à peu plus profondément dans le talweg en créant des tourbillons à axe horizontal à la limite des deux masses. Cet

intervalle de transition varie entre 10 et 120 minutes; mais en général le foehn débute brusquement et fraîchit rapidement pour atteindre son maximum deux ou trois heures après son début.

Après le foehn

se présente l'alternative suivante: brise nocturne normale de même direction ou vent d'aval d'une arrivée froide avec renverse brusque de 180 degrés. Dans le premier cas, le plus fréquent, le foehn s'affaiblit progressivement et passe insensiblement à la brise de montagne normale; beaucoup plus rarement, si le foehn cesse avant le soir, c'est la brise d'aval qui lui succède. La transition entre foehn et brise descendante est insensible, de sorte qu'il n'est pas toujours facile de fixer exactement la fin du foehn.

Dans le deuxième cas, il s'agit d'un front froid (vent de WSW) mettant fin au foehn très rapidement; la renverse est alors brusque et nette. Mais ce cas est plus rare et ne s'est présenté en moyenne qu'une fois sur sept pendant la période de 17 ans.

6. Vitesse

La *vitesse moyenne* des cas de foehn fournit le spectre de fréquences suivant:

Tab. 6.1

Classes de vitesse km/h	Fréquences absolues
5 – 10 *	29 fois
10 – 15	87
15 – 20	96
20 – 25	103
25 – 30	94
30 – 35	71
35 – 40	25
40 – 45	12
45 – 50	8
	<hr/> 525

* exactement 5,0 à 9,9 etc.

Ce tableau permet le calcul de la vitesse moyenne qui s'établit à 22,8 km/h.

Les *maxima instantanés* donnés par l'anémomètre à pression se groupent comme suit:

Tab. 6.2

Classes en m/s	Fréquences absolues
1 – 5	19
6 – 10	130
11 – 15	198
16 – 20	108
21 – 25	38
26 – 30	18
	<hr/> 511

Les *maxima de vitesse horaire* enfin (vitesse moyenne pendant une heure) se groupent de la façon suivante:

Tab. 6.3

Classes en km/h	Fréquences absolues
5 – 10	18
11 – 15	50
16 – 20	57
21 – 25	53
26 – 30	81
31 – 35	69
36 – 40	79
41 – 45	48
46 – 50	24
51 – 55	17
56 – 60	8
61 – 65	6
	<hr/>
	510

Toutes ces valeurs sont données sans pondération.

7. Le vent en altitude

Quelle est la direction du vent au-dessus des Alpes lorsque souffle le foehn à Sierre? Telle est la question à laquelle répond le tableau suivant fondé sur la période de 17 ans. On a choisi comme représentative la surface de 700 mb, soit l'altitude d'environ 3000 m pour repérer le vent en altitude.

Tab. 5 Direction du vent à 3000 m (700 mb) par foehn à Chippis. Rose de 360 degrés. Période 1954 – 1970.

Direction	Fréquence relative en p. cent
60°	0,6
70	0,3
80	0,7
90 E	1,7
100	0,8
110	1,4
120	1,4
130	1,7
140	3,9
150	3,0
160	4,1
170	5,0
180 S	6,9
190	8,7
200	11,6
210	15,1
220	14,3
230	11,7
240	3,9
250	2,7
260	0,5
270 W	0,0

Les valeurs brutes de ce tableau ont été calculées sur la base des sondages aérologiques du poste de Payerne qui ont immédiatement précédé ou suivi les cas de foehn à Chippis, en général ceux de 13 et de 1 h. En cas de front froid mettant fin au foehn, le sondage dans l'air froid n'a pas été retenu.

Il n'est pas certain que la direction du vent mesurée au-dessus du Plateau soit exactement celle que l'on observerait au-dessus des Alpes; l'écart angulaire, peut-être non négligeable, n'est pas connu. En ce qui concerne la vitesse du vent, la discordance entre l'avant-pays et la crête alpine doit être plus accusée encore, ce qui rend son calcul problématique; j'y ai renoncé.

8. Bilan du foehn

Le rôle du foehn dans le transport de masse dans la vallée du Rhône s'exprime aisément par le rapport du chemin parcouru par le vent chaud à celui couvert par tous les vents de l'endroit, l'un et l'autre mesurés en kilomètres. Ce rapport calculé pour 17 ans figure en 4ème ligne du tableau 1 pour chaque mois et en pour cent. Il apparaît qu'en avril le foehn représente le 17% du parcours des vents contre 1% seulement en juillet et 2% en janvier; la moyenne annuelle du rapport s'élève à 8%. Le rôle du foehn dans le climat du Valais central est donc assez faible dans l'ensemble, plus important cependant au printemps; il doit être nettement plus grand dans une vallée orientée normalement à la chaîne alpine, comme dans le Reusstal par exemple.

Quant à estimer l'effet du vent chaud sur la température moyenne, cela présente de grosses difficultés de méthode; la question mériterait d'être examinée, soit à partir des valeurs instantanées ce qui est délicat, soit à partir des moyennes mensuelles.

9. Le gradient transalpin

Il s'agit, moins d'un gradient proprement dit, que d'une différence de pression entre les deux versants des Alpes. Il a été mesuré entre Locarno-Magadino et Zurich-Kloten, sur la distance de 142,5 km séparant les deux postes et à un niveau commun, sans réduction de distance.

Ce gradient varie constamment au cours des jours, manifestant un excès de pression tantôt au nord, tantôt au sud de la chaîne (1). Lorsqu'il y a du foehn, l'excès de pression se trouve au sud. On a donc relevé pour chaque jour de foehn la valeur maximum du gradient exprimé en millibars. Le tableau 6 donne la fréquence relative en pour mille, de millibar en millibar, pour l'ensemble de 531 cas de foehn.

Tab. 6 Gradient transalpin des jours de foehn à Chippis. Fréquence relative en pour mille, de millibar en millibar. 1953 - 1970.

mb	‰	mb	‰
0	13	11	39
1	28	12	30
2	49	13	21
3	94	14	14
4	135	15	8
5	132	16	6
6	117	17	4
7	100	18	2
8	84	19	2
9	68	20	1
10	53		<u>1</u>
			1000

L'excès de pression au sud le plus fréquemment observé est de 4 à 5 mb, et le maximum de la série est de 20 mb le 10 avril 1963; les hautes valeurs ont correspondu à des foehns longs et forts. Grosso modo le foehn est d'autant plus fort que le gradient est plus élevé, mais la relation est mal déterminée et surtout n'est pas univoque. En effet, il peut y avoir excès de pression au sud des Alpes sans aucun foehn ni en Valais ni en Suisse en général; c'est le cas par courant zonal bien développé en Europe centrale, c'est à dire par courant d'ouest généralisé et pression relativement haute en Méditerranée. Le gradient sud-nord est donc une condition nécessaire pour le foehn, mais pas suffisante.

II. Le foehn dans les autres vallées

1. Le Bas-Valais et la vaudaire

Les enregistrements anémométriques effectués à Monthey par la Ciba S.A. permettent une comparaison partielle avec Chippis qui peut se résumer de la façon suivante en considérant non plus les jours ni les heures de foehn, mais les cas, c'est à dire les séries de jours consécutifs de ce vent. Les pourcentages que voici concernent la période de 6 ans de 1962 à 1967.

Foehn à Chippis seulement	27%
Foehn à Monthey seulement	31%
Foehn aux deux endroits	42%

Il ressort de ces nombres que le foehn n'est pas nécessairement simultané dans le centre et la bas du canton; ce n'est le cas que 4 fois sur 10 environ; pour le reste on observe du foehn soit dans la Plaine du Rhône seulement, soit dans le centre seulement. Il y a donc en Valais *deux branches de foehn distinctes*: celle qui intéresse la vallée de Brigue à Sion d'une part, et celle qui concerne la cluse de Vernayaz, la Plaine du Rhône et le Haut-Lac Léman de l'autre.

La région comprise entre Sion et Martigny est à l'abri presque complet du foehn qui dans ce secteur de la vallée remonte le flanc sud des Alpes bernoises et délaisse le talweg; ce même courant reparaît comme foehn dans les vallées de l'Avançon, de la Gryonne (Villars) et de la Grande-Eau supérieure (Les Diablerets).

Il existe sur le Haut-Lac Léman un vent du SSE appelé *vaudaire* qui, comme je l'ai montré ailleurs (2), souffle dans deux conditions tout à fait différentes: tantôt il s'agit d'un vent chaud, parfois de longue durée et qui peut être fort, tantôt on a affaire à un vent de même direction mais froid et qui n'apparaît qu'en été. Le premier est un foehn typique, le second un vent d'orage provenant de la chute de l'air froid des cumulonimbus orageux; le premier seul est traité ici.

La vaudaire chaude n'est rien d'autre que le prolongement sur le lac Léman du foehn du Bas-Valais; seul le nom change à partir du littoral lacustre. Dans de nombreux cas d'hiver, le foehn de la Plaine du Rhône cesse de se faire sentir en aval de Saint-Maurice; il parvient jusqu'à Aigle et Monthey environ, puis se heurte à la masse froide et inerte qu'il surmonte: il n'y a alors pas de vaudaire sur le Léman. Mais lorsque le gradient transalpin dirigé du sud au nord est assez fort, le foehn du Bas-Valais s'étend vers le nord-ouest, atteint le Haut-Lac jusqu'à Vevey, rarement jusqu'à Lausanne: c'est la vaudaire qui agite fortement le lac comme le fait le foehn sur l'Urnersee.

Observée attentivement depuis Montreux pendant 10 ans, la vaudaire de foehn est apparue avec la fréquence que voici.

Tab. 7 Foehn du Haut-Lac Léman (vaudaire). Totaux de 10 ans (1959-1968).

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
9	10	14	13	10	3	1	6	7	11	23	12	119 j.

La moyenne annuelle des jours de foehn se monte donc ici à 12 par an; il y a deux maxima, au printemps et en novembre. Ces fréquences représentent le 63% des coups de vaudaire, le 37% complémentaire relevant des vaudaires d'orage estivaux qui sont froides.

2. Les vallées des Pennines

Il s'agit des vallées transversales de la rive gauche du Rhône comprises entre le massif de Mont-Blanc et le Simplon. Les observations sont rares dans cette région. Il y a celles de Zermatt, de Saas-Fee et du col du Grand Saint-Bernard très insuffisantes puisqu'il n'y a pas d'enregistrements de vent, et celles d'Evolène dans le Val d'Hérens où a fonctionné un thermographe contrôlé pendant 5 ans (3). En ce dernier endroit il y a une dizaine de jours de foehn par an seulement (2), mais très typique, avec hausse de température. Le 9 décembre 1954 par exemple le thermomètre monta brusquement de 10° dans la nuit sous l'effet du vent chaud particulièrement fort (4).

Un fait doit être noté, savoir que le foehn d'Anniviers et d'Hérens sévit surtout dans la partie haute de ces vallées, au pied de la crête élevée dépassant ici 3400 m; dans la partie basse, c'est à dire dans les gorges de la Navizance et de la Borgne, ce vent est moins sensible et ne paraît pas déboucher dans la vallée du Rhône, au niveau du tal-

weg du moins. Par contre dans les vallées des Vièges et des Drances le vent chaud pénètre jusqu'au débouché aval.

Quant à estimer l'importance du foehn dans ces vallées, il faut y renoncer pour le moment, faute de renseignements circonstanciés. Les observations d'Evolène donnent un ordre de grandeur très sûr pour l'une d'entre elles et probablement pour le Val d'Anniviers aussi.

Dans la vallée de Conches (Goms) il ne semble pas qu'il y ait de foehn proprement dit. Le courant général du sud-ouest, le plus fréquent par situation de foehn, prend la vallée en oblique et ne peut produire un vent d'amont dans le talweg. D'ailleurs la chaîne bordière des Lépointines est peu élevée, et la vallée de Conches elle-même est déjà à plus de 1000 m à partir de Fiesch.

III. Compléments

1. La lombarde du versant adret

On ne peut parler du foehn valaisan sans mentionner le vent d'Est ou *lombarde* qui souffle fréquemment sur le versant sud des Alpes bernoises, cela essentiellement lors des situations de foehn, quelquefois simplement en bordure d'un anticyclone continental.

Chaque fois qu'une situation de foehn se prépare par creusement à l'ouest, la lombarde souffle sur ce versant, par exemple à Montana-Vermala où elle vient de l'Est à ESE; lorsque ce vent fraîchit, la probabilité de foehn à Sierre s'accroît très fortement. On peut affirmer par expérience qu'il ne peut y avoir de foehn à Sierre sans lombarde préalable et concomitante 1000 m plus haut sur l'adret bernois. Il est probable que l'abaissement de la crête pennine au Simplon (2005 m) facilite l'entrée du vent d'est en Valais.

La lombarde à 1500 m et au-delà n'est évidemment pas du foehn puisqu'il n'y a pas de réchauffement adiabatique notable; au-dessous de ce niveau, elle le devient, son caractère de vent chaud s'accroissant plus on descend dans le talweg rhodanien. Lors des foehns forts on mesure entre Sierre et Montana un gradient de température oscillant autour de 0,9 degrés par hectomètre et pouvant atteindre par moments 1,0 degrés, ce qui prouve que lombarde à 1500 m et foehn à 500 m sont le même courant pénétrant dans la large vallée par l'ensellement du Simplon surtout et la parcourant d'amont en aval. Dans le talweg ce courant possède tous les caractères du foehn typique.

2. Le mur de foehn

Dans la phase préparatoire du foehn, les cols et ensellements de la chaîne pennine se garnissent d'une stratuageuse souvent très plate provenant du versant méridional et italien de la chaîne; la différence de pression entre sud et nord des Alpes augmentant, cette nappe se développe en hauteur et coiffe alors les sommets de la ligne de séparation des eaux du Rhône et du Pô. Par foehn fort le mur de foehn recouvre toute la crête des Pennines, du Mont-Blanc à la Furka et la déborde largement dans la région du Simplon et des Lépointines. Le Goms et la tête des vallées de St. Nicolas, d'Anniviers, d'Hérens sont dans la règle pluvieux; il en est de même de la crête des Alpes bernoises. Un vaste fer à cheval de précipitations orographiques enserme le Valais central; la vallée du Rhône reste sèche sauf dans le cas assez rare de foehn complexe (Dimmerföhn) où la zone pluvieuse s'étend alors sur tout le Valais.

3. Foehn du nord

Il faut signaler enfin une particularité intéressante, propre au Valais central. On trouve de temps à autre sur les anémogrammes de Chippis des cas de vent du nord-est trop vif et trop irrégulier pour être de la brise de montagne et qui n'est pas davantage du foehn type puisqu'il n'en présente pas les caractères (excès de pression au sud, courant du SW en altitude, etc.) sur le plan synoptique. Ces coups de vent de très courte durée provoquent une légère hausse momentanée de température de l'ordre de un à deux degrés; ils s'observent par courant général de secteur nord à nord-est à 3000 m et par gradient transalpin dirigé du nord au sud.

J'ai dénombré 16 cas de ce genre en 17 ans. Ce sont des arrivées d'air froid (fronts) pénétrant en Valais par le nord et qui correspondent au foehn du nord du Tessin. Mais ces brefs coups de vent ne sauraient se comparer aux longs foehns du Tessin car ils sont très rares et ne jouent pratiquement pas de rôle dans le climat de la région. Ils sont intéressants du point de vue de la circulation aérienne dans les Alpes puisqu'ils montrent que le Valais central connaît les deux foehns du sud et du nord, ce dernier à titre épisodique seulement.

Travaux préparatoires cités

1. Bouët, M. Les Alpes dans le champ de pression. La Météorologie, Soc. mét. de France, No 45/46, Paris, 1957.
2. — Le vent en Valais. Mém. Soc. vaud. Sc. nat., No 12, Lausanne, 1961.
3. — Contribution à l'étude de la température en Valais. Bull. Murithienne, fasc. 74, Sion, 1957.
4. — Le foehn du 9 décembre 1954. Bull. Murithienne, fasc. 78, Sion, 1961.

- Nr. 14 Joss J., Schram K., Thams J.C., Waldvogel A., Untersuchungen zur quantitativen Bestimmung von Niederschlagsmengen mittels Radar.
37 Seiten, 1969
- Nr. 15 Courvoisier H.W., Die quantitative Niederschlagsprognose winterlicher zyklonaler Witterungslagen auf der Alpennordseite der Schweiz.
15 Seiten, 1970
- Nr. 16 Schram Karin und Thams J.C., Die kurzweilige Globalstrahlung und die diffuse Himmelsstrahlung auf dem Flugplatz Zürich-Kloten.
18 Seiten, 1970
- Nr. 17 Kasser P., Schram Karin und Thams J.C., Die Strahlungsverhältnisse im Gebiet der Baye de Montreux.
46 Seiten, 1970
- Nr. 18 Gutermann Th., Vergleichende Untersuchungen zur Föhnhäufigkeit im Rheintal zwischen Chur und Bodensee.
68 Seiten, 1970
- Nr. 19 Ginsburg Theo., Die statistische Auswertung von langjährigen Temperaturreihen.
42 Seiten, 1970
- Nr. 20 Primault B., Du risque de gel et de sa prévision.
20 Seiten, 1971
- Nr. 21 Piaget A., Utilisation de l'ozone atmosphérique comme traceur des échanges entre la troposphère et la stratosphère.
72 Seiten, 1971
- Nr. 22 Zenone E., Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.
24 Seiten, 1971
- Nr. 23 Kirchhofer W., Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum.
72 Seiten, 1971
- Nr. 24 Primault B., Le climat, élément du plan d'aménagement.
Das Klima, eine der Grundlagen der Landesplanung.
The climate as an element of the land management.
28 Seiten und eine Karte, 1971
- Nr. 25 Fröhlich C. und Wierzejewski, Die verschiedenen Messverfahren zur Bestimmung der Strahlungsintensität mit dem Kompensationspyheliometer und die Entwicklung eines verbesserten Modells.
36 Seiten, 1972
- Nr. 26 Bouët M., Le foehn du Valais
12 Seiten, 1972

