

# Profils transalpins de pluie par noroît et par fœhn

Autor(en): **Bouët, Max**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **69 (1965-1967)**

Heft 323

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-275812>

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

## Profils transalpins de pluie par *noroît* et par *fœhn*

PAR

MAX BOUËT

*Résumé.* — Effet du relief sur la quantité de pluie et sur l'insolation en Suisse par courant de nord-ouest instable (*noroît*) et par *fœhn*. L'accroissement des précipitations « au vent » des chaînes montagneuses, leur disparition « sous le vent » et l'éclaircie concomitante caractérisent ces deux situations météorologiques si dissemblables.

---

Parmi les grands courants aériens apparaissant en Europe, il en est deux qui en Suisse se distinguent par leurs caractères particulièrement bien définis. Ce sont : le courant du nord-ouest ou *noroît* commandé par l'anticyclone atlantique, avec son instabilité pseudolabile qui se traduit par une forte tendance aux averses d'une part ; le courant quasi méridien issu du secteur sud provoquant l'apparition du *fœhn* dans les vallées du versant nord des Alpes d'autre part.

L'objet de la présente étude est d'examiner la distribution géographique de la pluie et de l'état du ciel au moyen de l'insolation, cela grâce à deux profils transversaux allant du Jura aux Alpes en ce qui concerne le *noroît*, et l'autre limité au Valais pour le *fœhn*. Comme il existe lors du *noroît* des différences importantes entre l'ouest et l'est du pays, il convenait d'établir un profil occidental et un profil oriental. Dans le cas du *fœhn*, le Valais central sera comparé à la vallée de Conches (Goms).

### 1. LE NOROÎT

#### *Généralités*

La période décennale de 1953 à 1962 m'a fourni 58 situations typiques de courant du nord-ouest, soit 112 jours ayant succédé à un changement de masse (invasion froide), avec anticyclone atlantique débordant plus ou moins sur le continent, afflux d'air maritime-polaire et gradient transalpin dirigé du nord au sud. C'est donc en Suisse la situation de

remous ou de barrage (*Staulage* des météorologistes de langue allemande) avec averses et vent au sol d'ouest à nord-est sur le Plateau.

En ce qui concerne la pluie, il est nécessaire de distinguer celle qui accompagne le front froid lui-même et celle qui tombe sous forme d'averses après le passage de ce dernier. KLETTER (1966) a fait remarquer qu'un front froid venant du nord-ouest et placé à l'avant du couloir de basse pression en altitude provoque de la pluie de part et d'autre des Alpes ; il a précisé qu'un tel front placé à l'arrière du couloir ne donne pas de pluie au sud de la chaîne.

Bien que j'aie également relevé à part les précipitations tombées le jour du passage frontal comme l'indique le tableau 1 ci-dessous, le noroît envisagé ici correspond à l'éventualité où les Alpes se trouvent à l'arrière du couloir de basse pression en altitude. En effet, le vent entre 3000 et 4000 m, d'après les sondages de Payerne, était compris entre WNW et N (85 %) ou encore entre NNE et NE (15 %). Dans 70 % des cas il y avait de la bise (NNE) à Lausanne ; dans 12 %, la bise a suivi, et dans 18 % il n'y avait pas de bise du tout.

Le gradient transalpin de pression mesuré entre Zurich et Locarno fut en moyenne de 7 mb, toujours dirigé du nord au sud.

Les cas de noroît sans précipitations ne furent pas pris en considération pour éviter d'embrasser des situations météorologiques mal définies.

### *Les précipitations*

Il s'agit d'estimer les hauteurs d'eau recueillies par régions lors des averses d'instabilité. Les données ici réunies sont contemporaines, donc strictement comparables ; leurs valeurs absolues ne visent qu'à fournir un ordre de grandeur.

Les stations utilisées sont les suivantes, par régions ;

*Jura* : Chasseron, Chaux-de-Fonds, Weissenstein.

*Pied du Jura* : Genève, Neuchâtel, Olten ou Koppigen.

*Plateau* : Lausanne, Romont, Berne, Zurich, Kreuzlingen.

*Préalpes* : Montreux, Saanen, Lucerne, Engelberg, Einsiedeln, Rochers de Naye, Rigi, Säntis.

*Valais* : Sion, Sierre, Montana.

*Rheintal* : Ragaz, Chur.

*Alpes* : Saint-Bernard, Zermatt, Davos, Arosa, Bever, Saint-Moritz.

*Tessin* : Locarno, Lugano.

Le profil occidental va du Jura vaudois aux Alpes valaisannes (Pennines) et au Tessin ; le profil oriental va du Jura neuchâtelois et soleurois aux Grisons et à l'Engadine. Une quinzaine de points de mesures pluviométriques pour chaque profil permet de calculer la hauteur moyenne de pluie pour les jours « troublés » de changement

de masse, puis pour le ou les jours suivants de noroît et d'instabilité pseudolabile. Voici les moyennes établies :

	Profil occidental		Profil oriental	
	avant le noroît	pendant le noroît	avant le noroît	pendant le noroît
	mm	mm	mm	mm
Jura . . . . .	13	3	11	3
Piémont. . . . .	6	1	8	2
Plateau . . . . .	8	1	10	4
Préalpes (vallées). . . . .	14	2	15	8
Préalpes (sommets). . . . .	19	5	23	14
Valais (adret) . . . . .	8	2		
Valais (vallée) . . . . .	5	1		
Rheintal . . . . .			9	4
Pennines (resp. Grisons) . . . . .	10	3	13	7
Tessin (resp. Engadine). . . . .	6	1	6	1

Ce tableau et la figure 1 font ressortir les faits d'ailleurs connus que voici : 1. L'allure des deux profils est la même avant le noroît et pendant celui-ci, mais les hauteurs d'eau diminuent lorsque le régime de nord-ouest s'est établi ; 2. La quantité de pluie est plus élevée dans la partie orientale du pays qu'à l'Ouest. 3. L'effet de fœhn est très net au piémont jurassien et dans les vallées centrales (Valais et Rheintal) où s'observent les minima de pluie. 4. En revanche, c'est le versant nord des Alpes et leurs crêtes qui reçoivent le plus d'eau. 5. Le Tessin reste pratiquement sec sous l'effet du fœhn du nord.

Je tiens à rappeler qu'en Valais même, en amont de Saint-Maurice, l'averse est exceptionnelle : par régime d'instabilité pseudolabile, l'éclaircie y est en général stable, les précipitations et les nuages restant cantonnés sur les crêtes, surtout sur celle des Alpes bernoises. De l'avis de

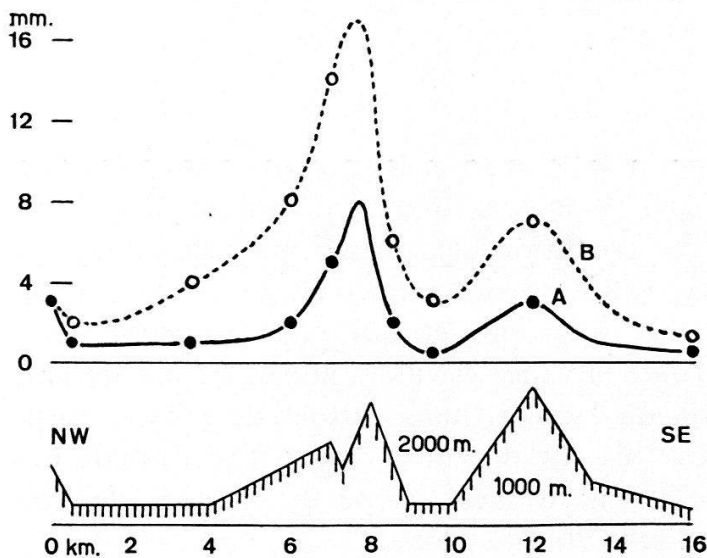


Fig. 1. — Profil pluvial NW-SE par noroît. A : profil occidental du Jura vaudois au Tessin par les Alpes, le Valais et les Pennines ; B : profil oriental du Jura soleurois à l'Engadine par les Alpes, le Rheintal et les Grisons.

M. SCHÜEPP exprimé dans un ouvrage de FLOHN (1954), les vallées intérieures des Alpes, bien qu'abritées du noroît mais trop étroites, ne connaissent guère l'éclaircie « sous le vent » ; le Valais ferait seul exception, ce qui ressort d'ailleurs des indications suivantes.

### *L'insolation*

Parmi les stations où se mesure la durée effective d'insolation, je n'en ai retenu que sept, bien représentatives des six régions de Suisse envisagées. Pour chacun des jours de noroît, j'ai calculé l'insolation relative et j'en ai déduit la moyenne générale pour les 112 jours étudiés de la période 1954-1963. Le résultat se présente comme suit :

#### INSOLATION RELATIVE PAR JOUR DE NOROÎT

	%		%
La Chaux-de-Fonds . . . . .	20	Davos . . . . .	16
Genève . . . . .	52	Montana . . . . .	38
Zurich . . . . .	18	Sierre . . . . .	52
Sântis . . . . .	6	Lugano . . . . .	70

La couverture nuageuse moyenne par noroît varie amplement d'une région à l'autre du pays suisse. Le Jura, le Plateau oriental et les Grisons sont très nuageux avec 16 à 20 % seulement d'insolation ; le Sântis (2500 m), type de sommet préalpin, est noyé dans le brouillard et n'accuse que 6 % de soleil ! Par contre le bassin du Léman ainsi que la vallée du Rhône valaisanne ont un ciel passablement plus clair. C'est au Sud du Tessin que l'insolation est la plus forte sous l'effet du fœhn du nord qui, on le sait, est redouté comme agent éminemment favorable aux incendies de forêts.

Sur 100 jours de noroît, il y en a 5 sans soleil à Lugano, 6 à Sierre, 8 à Genève, 12 à Montana-Vermala, 25 à La Chaux-de-Fonds et 67 au Sântis.

### *Le vent à Sierre*

Lorsque règne le noroît sur le Plateau suisse, le vent dans la vallée du Rhône est en général (80 % des cas) d'aval dominant et souvent d'aval permanent. Dans ces conditions les brises normales alternées disparaissent et le vent de vallée prédomine : c'est la « bise » selon l'appellation locale, d'ailleurs impropre et qui peut atteindre 25 à 30 km/h. (BOUËT, 1961). Toute la vallée est alors alimentée par de l'air venant en partie du bassin du Léman, mais surtout de l'ouest, c'est-à-dire de la Savoie. Deux fois sur dix on observe l'après-midi des coups de vent catabatique du nord-ouest, signe du passage de l'air par-dessus les Alpes bernoises (BOUËT, 1965).



Dans 10 % des cas, ce sont les brises normales de beau temps avec l'alternance classique amont-aval-amont et les deux renverses du matin et du soir.

Pour le reste (10 %), on observe à Sierre des brises variables et irrégulières, ou encore le calme presque complet.

## 2. LE FØHN

Je ne considère ici que le Valais et n'ai retenu que les jours de fØhn absolument typiques relevés sur les anémogrammes de la station de Chippis (Usine de l'Alusuisse) et non suivis d'un front froid. Je rappelle que ce vent à Sierre souffle de l'est-nord-est à nord-est, par gradient transalpin dirigé du sud au nord et par courant de secteur sud en altitude.

Les précipitations mesurées ces jours-là sont donc d'origine exclusivement orographique, correspondant aux conditions de fØhn à l'état pur, sans changement de masse. On obtient de la sorte la distribution géographique des pluies de fØhn proprement dites non modifiées par des passages frontaux.

L'expérience montre que le Plateau, les Préalpes et le Jura, par situation de fØhn, ne présentent pas de type de temps caractéristique ; le ciel est en général nuageux à couvert, parfois clair ; les vents sont très variables en force et en direction, et la pluie peut être abondante ou manquer complètement. Il était par conséquent inutile de comprendre ces régions situées au delà du domaine du fØhn et préférable de s'en tenir à ce dernier, et en Valais seulement.

### *Les précipitations*

La théorie thermodynamique du fØhn suppose qu'il tombe de la pluie « au vent » de l'obstacle montagneux où est libérée la chaleur de condensation de la branche ascendante du vent. Tel est bien le cas en général : huit fois sur dix les stations de cols (Saint-Bernard, Saint-Gothard) signalent de la pluie lorsque « sous le vent » de la chaîne souffle le fØhn. Aux endroits autres que les crêtes couvertes par le mur de fØhn, il ne pleut pas dans la règle.

En ce qui concerne le Valais, la quantité de pluie (ou de neige) et la fréquence de son apparition sont très inégalement distribuées comme l'indique le tableau suivant dressé sur la base de 207 cas de fØhn pur des années 1954 à 1963. Sion étant pris comme unité, la première colonne donne les hauteurs relatives de pluie par jour de fØhn ; la moitié de ces nombres fournit, au besoin, les moyennes réelles en millimètres.

HAUTEURS COMPARÉES DE LA PLUIE ET FRÉQUENCES  
DE SON APPARITION, LORS DU FÆHN EN VALAIS

	<i>Hauteurs relatives</i>	<i>Fréquences</i>
	%	%
Sion . . . . .	1	17
Sierre . . . . .	1	16
Montana . . . . .	1	21
Leukerbad . . . . .	2	17
Reckingen . . . . .	6	36
Binn . . . . .	10	45
Zermatt . . . . .	6	40
Saint-Bernard . . . . .	22	75
Saint-Gothard . . . . .	26	81
Tessin méridional . . . . .	30	81

Ce tableau, illustré par la figure 2, est instructif. Il montre que lorsque souffle le fœhn il ne tombe pour ainsi dire pas de pluie sur l'adret de la vallée du Rhône (Montana, Leukerbad) ni au fond de celle-ci (Sion, Sierre). Par contre la vallée de Conches en reçoit des quantités notables et beaucoup plus souvent (Reckingen, Binn) ; les chutes de neige peuvent être ici parfois très fortes et surtout très longues. Dans les Pennines, Zermatt qui se trouve déjà sous le vent de la crête et donc en bordure du mur de fœhn est pluvieux quatre fois sur dix ; au col du Saint-Bernard la pluie (ou la neige) apparaît encore plus fréquemment et plus abondamment, l'endroit étant directement surmonté du rideau de nuages d'obstacle. Au Gothard, au cœur des Alpes suisses, les précipitations orographiques atteignent leur maximum de fréquence (81 %) et d'intensité ou plutôt de durée.

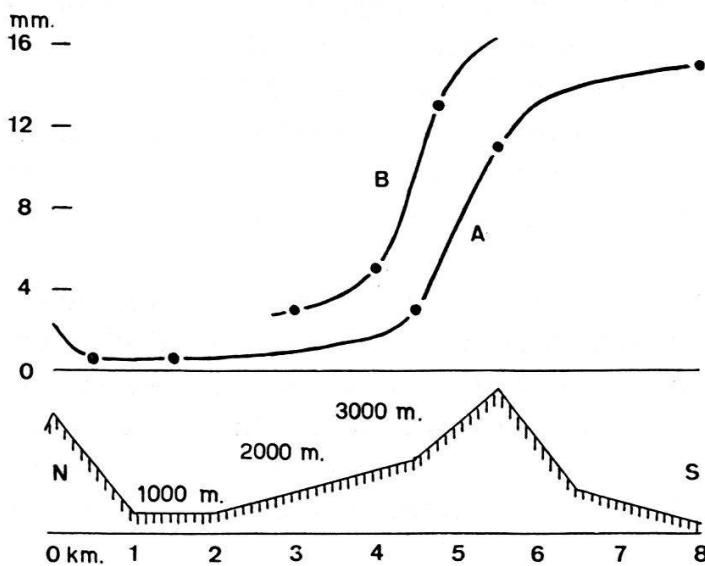


Fig. 2. — Profil pluvial N-S par fœhn, des Alpes bernoises au Tessin par la vallée du Rhône et les Pennines : A, par le Valais central ; B, par la vallée de Conches.

Les stations du Tessin méridional figurent également pour compléter le tableau général ; l'abondance et la fréquence de la pluie ne le cèdent en rien à celles de la crête alpine elle-même.

Nous ne savons pas ce qui en est de la chaîne des Alpes bernoises par fœhn, faute de mesures directes. L'expérience prouve toutefois que la crête de ce long massif est habituellement bouchée et qu'elle doit recevoir de l'eau, sans doute en quantité moindre que dans les Pennines puisque c'est le deuxième obstacle sur le trajet du vent du sud.

Il ressort de ces données que, par régime de fœhn pur, sans accident secondaire tel qu'une arrivée d'air froid, les précipitations orographiques intéressent en Valais toute la crête des Pennines, du massif du Mont-Blanc au Simplon ; elles s'observent encore dans les Alpes lépontiennes et au delà jusque dans la vallée de Conches (Goms) ; elles apparaissent encore sur le faite des Alpes bernoises, dans une plus faible mesure. Le reste du canton reste pratiquement sec, bordé qu'il est par un vaste fer à cheval pluvieux allant du Saint-Bernard au Simplon, à la Furka, aux sommets bernois pour se terminer au massif des Diablerets.

Que dire enfin des quelques cas de fœhn valaisan (10 %) où aucune pluie n'est observée ? Remarquons d'abord que si les stations de mesure, peu nombreuses, n'ont rien enregistré, cela ne signifie pas qu'il n'ait pas plu quelque part, au moins sur le versant italien de l'obstacle alpin. Mais il est en principe parfaitement possible qu'il y ait effet de fœhn sous le vent sans précipitations au vent de la montagne sans que soit contredite la thermodynamique du phénomène ; si au sud des Alpes l'air en mouvement glisse sur une couche froide et inerte bloquée contre la chaîne, il peut y avoir fœhn sur l'autre versant par simple descente du vent du haut d'un « plateau » aérien surmontant la plaine lombarde.

Il arrive en revanche — le fait est rare — que le fœhn soit accompagné de pluie dans tout le Valais, plaine et montagne. Il s'agit de situations complexes où il existe apparemment une surface de glissement ascendant d'air chaud du sud au nord des Alpes, liée à une perturbation méditerranéenne : c'est le « Dimmerföhn » des vallées de la Suisse orientale. En voici un exemple très sommairement traité.

Il s'agit du fœhn tempétueux du 5 au 8 novembre 1962. A Sierre, le fœhn a soufflé depuis 1 h. le 5 jusqu'au soir du 8 avec trois interruptions, au total pendant 77 h. La dernière phase débuta le 7 à 7 h. 20 et se termina à 17 h. le 8 ; elle fut la plus violente avec une moyenne de 48 km/h. et des pointes de 95 km/h. Il a plu abondamment à Sierre de 15 h. 30 le 7 à 15 h. le 8 sans interruption. Il est tombé les 7 et 8 novembre 26 mm d'eau à Sion, 60 à Sierre, 86 à Leukerbad, 81 à Reckingen, 136 à Binn, 103 à Zermatt, 133 au Saint-Bernard et 68 au sud du Tessin. Sur le Plateau, il n'y a pour ainsi dire pas eu de pluie.

Un fait remarquable concernant ce fœhn pluvieux doit être encore relevé : la température du fœhn à Sierre était de 6 à 8 degrés plus basse



qu'à Montreux, où soufflait alors une forte vaudaire du SSE, mais sans pluie. Il est clair que la descente du fœhn s'est faite dans ce cas selon l'adiabatique humide ou à peu près, alors que plus en aval, dans le Bas-Valais, elle avait lieu selon l'adiabatique sèche, dans la nuit du 7 au 8 du moins. Le vent entre 3000 et 7000 m était de sud-est.

### *L'insolation et le ciel*

Point n'est besoin ici d'aligner beaucoup de chiffres. Par régime de fœhn, le ciel en Valais n'a pas d'aspect bien caractéristique ; il peut être serein, mais en général il est très nuageux et même couvert par un altostratus très variable en épaisseur et en étendue. L'altocumulus lenticulaire est rare.

Le mur de fœhn est dans la règle présent, ne fût-ce que sous la forme d'une strate vers 3000 à 3500 m assez plate et qui peu à peu se développe et s'étend au-dessus des crêtes des chaînes méridionales en même temps que le gradient transalpin de pression s'accroît. Lorsque le fœhn est fort, le mur de fœhn, ample et diffus, se fond dans l'altostratus ; le rideau pluvieux s'avance quelque peu sous le vent des montagnes et peut rester stationnaire des heures et parfois des jours durant du val Ferret à Brigue en passant par les vallées latérales de la rive gauche du Rhône.

Pour les 207 jours de fœhn pur relevés j'ai calculé l'insolation relative à Sierre et obtenu la moyenne générale de 51 %. On peut dire, et cela correspond à l'observation courante, que par fœhn le ciel est en moyenne à demi couvert, mais avec de fortes et rapides variations.

### CONCLUSION

Deux faits saillants sont communs aux deux types de temps exposés ci-dessus.

En premier lieu, il y a des pluies orographiques sur les versants et crêtes « au vent » ; dans le cas du noroît, il y a des averses indépendantes du relief dues au fort gradient vertical de température, averses dont l'intensité est accrue par l'ascendance forcée sur l'obstacle montagneux ; dans le cas du fœhn, les précipitations sont par contre purement orographiques.

En second lieu, c'est la sécheresse d'une vallée, celle du Rhône entre Martigny et Brigue. Cette coupure longitudinale du massif alpin ne reçoit pour ainsi dire pas d'eau en dépit de l'instabilité pseudolabile du courant du nord-ouest ; elle n'en reçoit pas non plus lorsque souffle le fœhn franc.

Ainsi se dessinent les oppositions frappantes, dans deux situations météorologiques très différentes, entre les sites de Suisse exposés au

vent et ceux qui en sont abrités par la montagne. Il suffit de comparer par exemple, en un jour de printemps où souffle l'âpre noroît, deux endroits de la même vallée : la Plaine du Rhône entre Léman et cluse de Saint-Maurice d'un côté, et la région située en amont de Martigny de l'autre pour réaliser le profond changement de régime ; dans la première l'averse noie ou blanchit les prés, alors que dans la seconde le ciel est serein et le sol sec. Et cela à quelque vingt kilomètres de distance seulement !

De tels contrastes rendent malaisée la prévision du temps dans le pays suisse au relief si accentué ; ils en sont aussi une richesse par les variétés climatiques qu'ils créent et même par les particularismes ethniques qu'ils ont contribué à façonner.

#### TRAVAUX CITÉS

BOUËT, M. 1961. — Le vent en Valais. *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.* 12, 277-352, Lausanne.

— 1965. — La pénétration de l'air froid dans une vallée alpine. *Archiv f. Met., Geoph. u. Bioklimat.*, A, 15, 46-49, Wien.

FLOHN, H. 1954. — Witterung u. Klima in Mitteleuropa. Hirzel-Verlag, Zürich.

KLETTER, L. 1966. — Die Alpen i. polaren Kaltluftstrom, beobachtet mit Tiros IV. *Archiv f. Met., Geoph. u. Bioklimat.*, A, 15, 32-45, Wien.

*Manuscrit reçu le 14 juin 1966.*