

Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 8 (1867-1870)

Artikel: Les recherches récentes sur le foehn
Autor: Hirsch, Ad.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-88040>

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: 30.06.2025

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

LES RECHERCHES RÉCENTES

SUR LE FØHN.

Communiqué à la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, dans ses séances du
9 et 23 avril et 7 mai 1868,

par M. le D^r et prof. Ad. HIRSCH.



Dès son origine la question du Fœhn a été débattue au sein de notre société; c'est notre collègue M. Desor qui nous l'a rapportée pour ainsi dire de son voyage du Sahara. Il est encore aujourd'hui un des inébranlables défenseurs de la théorie de son ami M. Escher, c'est-à-dire de l'origine africaine de ce vent, et de son rôle prépondérant dans le régime actuel des glaciers des Alpes. Vous vous rappelez peut-être, Messieurs, que dès les premières communications de M. Desor, j'ai regretté de ne pas pouvoir suivre notre collègue dans toutes les conséquences de cette hypothèse séduisante. Tout en admettant la possibilité théorique que les Alpes peuvent être atteintes quelquefois par des bouffées d'air qui s'élèvent sur le Sahara, je vous ai fait remarquer que d'après les observations météorologiques de nos stations suisses le Fœhn est un vent localisé dans certaines parties du versant nord des Alpes, tandis qu'il est presque inconnu sur le versant sud de la chaîne, et relativement rare sur les plus hautes stations, ce qui constitue une grave difficulté pour l'hypothèse de son origine saharienne. De même j'ai fait voir que le Fœhn n'était pas toujours et partout très-sec, et que dans nos Alpes les vents de

N. E. amènent en général une sécheresse plus considérable que ces vents du Sud; enfin la fréquence relativement rare et l'étendue restreinte du Fœhn m'ont fait douter de l'importance capitale que MM. Escher et Desor lui attribuent dans le régime météorologique des Alpes, dont les glaciers, selon ces savants, reprendraient leur ancienne étendue sans l'intervention du Fœhn.

Vous savez aussi, Messieurs, que l'origine saharienne du Fœhn a été combattue par une des plus grandes autorités en météorologie, par M. Dove; car M. Desor nous a communiqué dans le temps la lettre que le savant physicien de Berlin lui avait écrite sur ce sujet. Enfin, je vous ai rendu compte d'un travail remarquable dans lequel M. le professeur Mousson avait réfuté géométriquement l'opinion, d'après laquelle le courant ascendant qui s'élève au-dessus du désert africain, ne pourrait pas atteindre nos Alpes à cause de la déviation qu'il subirait par suite de la rotation de la terre. C'est jusqu'à ce point que les documents de cette intéressante discussion scientifique ont été portés à la connaissance de notre société. Depuis lors la question s'est développée; le procès entre M. Dove, d'un côté, et les savants suisses de l'autre, a pris des proportions considérables; les répliques et les dupliques des avocats de l'Afrique et des Antilles se sont suivies avec une animation qu'on trouve rarement dans la procédure scientifique. — J'ai pensé qu'il vous intéresserait, Messieurs, de prendre connaissance des publications principales qui ont paru sur ce sujet, qui a occupé la société helvétique dans presque toutes ses dernières réunions; je me propose de vous en rendre compte en substance, en m'attachant uniquement au fond de la question, et en laissant de côté la partie dramatique des débats.

Dans l'été de 1867 a paru un mémoire de M. Dove, qui porte le titre : « Sur l'époque glaciaire, le Fœhn et le Sirocco »¹. Après avoir rappelé les théories de Fourier et de Poisson sur la chaleur terrestre, ainsi que ses propres recherches sur la périodicité de la température totale du globe et sur les causes

(¹) Ueber Eiszeit, Föhn und Sirocco, von H.-W. Dove, Berlin, Verlag von Dietrich Reimer, 1867.

terrestres des changements de climat, M. Dove expose la théorie de M. Escher sur l'origine du Fœhn et sur le rôle que ce vent a joué dans le retrait des glaciers depuis que le nord de l'Afrique, qui autrefois était une vaste mer, est devenu le désert actuel. — M. Dove qui, déjà en 1848, avait appelé l'Europe « le condensateur de la mer des Antilles », et qui avait nié « que notre continent soit chauffé à air par un calorifère placé en Afrique », montre que l'influence du Sahara se fait plutôt sentir dans la sécheresse extraordinaire et les vents chauds qui règnent dans le S. E. de l'Europe, dans l'Asie mineure et jusqu'à la mer Caspienne. Le célèbre météorologiste développe alors les conséquences qui, selon lui, découleraient de l'existence d'une mer à la place du Sahara; il montre que les Alpes ne seraient plus, comme actuellement, situées à la limite des pluies subtropicales et des pluies d'été, mais qu'elles entreraient alors complètement dans la région de ces dernières; il s'en suivrait que les condensations en forme de pluie gagneraient sur celles en forme de neige, ce qui diminuerait nécessairement la masse des glaciers. Par contre, le contraste entre la température des deux hémisphères se trouverait diminué, l'hémisphère boréal serait plus froid, l'hémisphère austral plus chaud, effet qui combattrait le premier. Du reste, M. Dove cite à ce sujet un passage de son mémoire de 1863: « L'influence des Alpes sur le climat des pays voisins », dont j'ai rendu compte dans le temps à notre Société. Il y est dit: « Tout changement qui se produirait dans la distribution des continents et des mers de la zone tropicale, doit nécessairement avoir la plus grande influence sur le climat de la zone tempérée. Mais quiconque sait apprécier les difficultés qu'on rencontre dans la résolution des problèmes météorologiques pour l'état actuel de la surface terrestre, reculera devant l'essai de vouloir deviner les phénomènes météorologiques dans l'hypothèse d'une autre configuration de la surface du globe. »

L'auteur rappelle alors les différentes opinions qui se sont fait jour sur la nature du Fœhn; il combat surtout les objections que M. Desor avait développées dans son livre: « Le Sahara et l'Atlas », contre l'opinion de M. Dove. Il se défend

d'avoir nié la possibilité qu'un vent nous arrive en été du Sahara; en effet, M. Dove a prétendu seulement que le courant équatorial supérieur qui, en été, provient du Sahara, est ordinairement dévié vers l'Asie mineure qu'il dessèche, mais qu'exceptionnellement il peut descendre en Europe, sous forme d'un vent chaud et sec.

M. Dove discute alors en détail la question de l'humidité du Fœhn, qui avait été représenté par MM. Escher et Desor comme un vent essentiellement sec. Il rapporte d'abord de nombreux faits qui constatent des chutes copieuses de pluie et de neige sur l'autre versant des Alpes, tandis que le Fœhn règnait de ce côté; il donne des détails sur la fameuse tempête du 6 janvier 1863, qui avait été accompagnée de terribles chutes de neige partout dans les Alpes de la Suisse et du Tyrol, et qui avait été précédée de pluies exceptionnelles partout dans l'Europe méridionale. M. Dove montre par les observations des différents pays que ce Fœhn n'a été que la limite orientale d'un large courant équatorial qui a régné alors sur toute l'Europe occidentale.

Pour le Fœhn du 17 février 1865, qu'on avait cité comme exemple d'un Fœhn sec d'hiver, M. Dove montre par nos observations suisses (ainsi que je vous l'ai fait remarquer déjà dans le temps) qu'il a provoqué presque partout en Suisse, à l'exception de quelques stations dans les Grisons, des chutes de neiges considérables, que M. Dove explique par l'irruption d'un courant équatorial humide dans l'air extraordinairement froid qui avait couvert pendant la période précédente presque toute l'Europe.

L'auteur passe ensuite au Scirocco des Italiens et à son rapport avec le Fœhn suisse. Par des citations nombreuses depuis Aristote, Plin et Virgile jusqu'à Toaldo, Calandrelli et L. de Buch, ensuite par une description détaillée du Scirocco tel qu'il existe sur la côte d'Istrie, il fait voir son caractère humide et son origine océanique; mais il n'oublie pas qu'à côté de ce Scirocco humide et pluvieux, les Italiens connaissent un « scirocco del pæse », qui est chaud et sec. Cependant M. Dove n'admet pas que ce soit un seul et même vent d'origine africaine, qui resterait sec lorsqu'il passe sur la terre ferme d'Ita-

lie et qui se chargerait d'humidité lorsqu'il passe sur la Méditerranée. Déjà dans sa lettre à M. Desor, le grand météorologiste avait montré que les vents de S. O. qui soufflent en hiver dans l'Europe méridionale, doivent leur humidité à l'Océan et non pas à la Méditerranée; il appuie cette opinion par de nouveaux arguments. — Enfin, M. Dove, qui avait donné déjà il y a longtemps la théorie des tempêtes qui se produisent dans la région du nord de l'Afrique, des Westindian Hurricanes et des Typhons, y rattache, maintenant que les observations suisses lui fournissent les données, la théorie du Scirocco et du Föhn. Pour cela il rappelle la diminution générale de la pression atmosphérique, qui a lieu en été sur le nord de l'Afrique et sur presque toute l'Asie centrale et méridionale. Là se forme un puissant courant ascendant, qui, de tous les côtés, fait appel d'air à la surface du sol, et se déverse dans la hauteur en sens opposé, d'un côté vers le N.-E. sur l'Océan pacifique boréal, et de l'autre vers l'Amérique par dessus l'Europe, où le passage de ce courant supérieur cause en plein été une recrudescence de la pression, malgré l'échauffement estival de l'air. Dans la région tropicale on peut facilement montrer que dans les couches supérieures l'air ne se meut pas toujours du S.-O. vers le N.-E., mais que souvent il y a de puissants courants marchant d'E. en O. Ce sont ces courants latéraux qui, en déversant dans la hauteur l'air monté au-dessus de l'Afrique et de l'Asie, empêchent le vent alizé supérieur de regagner les tropiques, et le forcent de s'abattre dans le vent alizé inférieur. Or, lorsqu'un vent d'E. vient tomber dans un courant qui marche du S.-O. vers le N.-E., il produira un mouvement tournoyant dans une direction contraire à celle d'une aiguille de montre; c'est là l'origine des Westindian Hurricanes dans les Antilles, et des typhons des mers des Indes et de la Chine.

M. Dove entreprend ensuite la classification des tempêtes de l'Europe méridionale; il distingue les quatre formes suivantes:

1° Les tempêtes des équinoxes, qui sont simplement le courant équatorial passé rapidement dans des latitudes septentrionales, qui n'ont rien à faire avec le courant ascendant de l'Afrique, et qui, en frappant la chaîne des Alpes du côté

d'Italie, y déposent leur humidité et apparaissent de notre côté et en Allemagne avec un temps plutôt sec et clair; nous sommes alors, en Suisse, derrière le mur des Alpes, comme garantis contre la pluie venant du S.-O. M. Dove appelle ce vent *Scirocco* ou *Fæhn*, tout court.

2° Les ondes extrêmes des « Westindian Hurricanes » ou « cyclones » ; comme ces tempêtes prennent naissance par l'irruption d'un courant venant du désert dans le vent alizé supérieur, il y produit le mouvement de tournoiement, qui fait que la girouette peut montrer S.-E., quoique le vent nous vienne du S.-O. Dove donne à ces tempêtes le nom de *Scirocco turbinoso*.

3° Lorsque dans ce conflit des deux courants le vent alizé reste le maître, il entraînera avec lui l'air africain vers le N.-E.; c'est alors que ce vent équatorial nous apporte les pluies de sang et la neige rouge; dans ce cas — comme s'exprime M. Dove avec un image tout militaire — l'Europe verra d'abord arriver l'armée battue, en fuite (le courant africain), suivi de son vainqueur (le vent alizé); nous avons alors un Fæhn qui commence avec une grande sécheresse et qui finit par des pluies très fortes. M. Dove l'appelle *Leste-Fæhn* ou *Leste-Scirocco*, parce que à Madeire on appelle *Leste* le vent d'Est venant d'Afrique.

4° Enfin, si le courant africain a une largeur considérable, il arrive que l'Italie et la Suisse restent plongées dans l'air sec du désert, tandis que, en même temps, la France et l'Angleterre sont envahies par l'air océanique.

Si l'air qui fait irruption depuis l'Est vient de plus loin, depuis la mer des Indes, il sera plus humide que celui du courant équatorial qui, dans son passage sur le continent s'est desséché peu à peu; dans ce cas, le commencement de la tempête sera plus humide que la fin. — Cette quatrième forme est nommée par Dove *Fæhn terrestre* ou *Scirocco del paese*.

Le déplacement qu'éprouve avec les saisons la région des vents alizés dans le sens des méridiens, explique pourquoi l'Europe méridionale est exposée aux vents secs plutôt en été qu'en hiver; en été le courant équatorial n'a qu'à vaincre un vent latéral; en hiver, au contraire, où le Sahara est com-

pris dans la région de l'alizé inférieur (N.-E.), il rencontre un courant d'une direction complètement opposée, qu'il a moins de chance de refouler.

M. Dove montre ensuite quelle confusion doit se produire lorsque tous ces vents différents sont appelés du même nom, de Scirocco en Italie, ou de Fœhn en Suisse. Enfin M. Dove mentionne encore parmi nos Fœhns d'été des vents qui, humides dans l'origine, condensent leur humidité sur le versant S.-O. des Alpes, et, en dépassant la chaîne, deviennent secs tout en regagnant de la chaleur, par le fait qu'ils s'abaissent de nouveau de notre côté. Il explique ainsi que très souvent le Fœhn est humide dans la Suisse occidentale et méridionale, et très sec dans la Suisse orientale; mais apparemment on ne peut pas faire venir un tel vent du Sahara. — Quant à la disparition de la neige devant le Fœhn dans les Alpes, M. Dove observe que la neige fond ordinairement avec la plus grande rapidité sous l'action d'une pluie chaude; et il voudrait qu'on s'assurât aussi dans les Alpes si ces Fœhns mangeurs de neige ne sont pas souvent accompagnés de pluies.

Quant aux pluies de sang ou à la poussière rouge qu'on trouve sur la neige, M. Dove distingue trois cas :

1° Si l'analyse microscopique montre exclusivement des formes américaines, ce qui, d'après Ehrenberg, arrive le plus souvent, elle indique un vrai Scirocco ou Fœhn, qui a amené cette poussière organique depuis l'Amérique du Sud et spécialement des Llanos de Venezuela.

2° Si on ne trouve que des formes africaines, ce qui est, selon Dove, très rare, la poussière serait amenée par un Scirocco del pæse.

3° Enfin, si l'analyse montre un mélange des deux formes, on doit y reconnaître un Leste-Fœhn.

Mais en général M. Dove soutient que toute pluie de sang ou neige rouge suppose un vent humide dans l'origine, et que ces phénomènes appuient par conséquent sa théorie du Fœhn.

M. Dove étudie encore en détail les tempêtes du 28 février et du 23 septembre 1866. Quant à la première, il montre par les observations météorologiques de l'Allemagne, de France,

d'Italie et de la Suisse, que c'était un courant équatorial qui avait déjà depuis quelque temps lutté contre le courant polaire et qui enfin réussit, le 28 février, à refouler son adversaire; ce courant couvrait l'Allemagne avec son aile droite et son centre était sur la France, où se trouva le minimum barométrique.

La tempête du 23 septembre 1866 est un exemple d'un *Scirocco del pæse* ou d'un *Fœhn terrestre*; mais encore ici, on voit à côté de vingt-quatre stations plus orientales, où arrive un maximum de sécheresse, des chutes de pluie énormes dans les hauteurs et dans la Suisse occidentale. En même temps, le beau temps régnait en Italie, de sorte que ce Fœhn n'est descendu à la surface qu'en Suisse; de là il gagna l'Allemagne. Mais du côté de l'ouest, en France, il régna un terrible vent équatorial, suivi de grandes inondations.

M. Dove y voit une preuve que la Suisse, comme l'Italie, est située sur la limite orientale du grand courant équatorial, provenant de la mer des Antilles, mais qu'elle est comprise quelquefois dans le bord occidental du courant africain provenant du Sahara qui se déverse ordinairement vers l'Asie; car les courants atmosphériques ne coulent pas, comme les fleuves, entre des rives fixes, mais comme les courants océaniques entre des bords éminemment variables. Toutefois ces cas de Fœhns terrestres sont de rares exceptions. Aussi M. Dove finit en déclarant qu'il ne peut pas appuyer le vœu de M. Desor que le Sahara reste encore longtemps un désert, parce qu'il ne partage pas sa croyance que c'est le vent du Sahara « qui avec son souffle chaud et sec retient les glaciers des Alpes dans leurs limites actuelles. » M. Dove ne verrait aucun danger pour la Suisse, si les Français pouvaient réussir, au moyen de leurs puits artésiens, à transformer le désert en plaine verdoyante.

En septembre 1867, M. *Hann*, qui avait défendu déjà la théorie de Dove dans l'excellent journal météorologique de l'Autriche, a publié dans le même journal une petite étude intéressante sur le Fœhn dans les Alpes autrichiennes. Le Fœhn y est endémique presque exclusivement à *Bludenz* (dans le Voralberg), donc tout près de notre région princi-

pale du Fœhn en Suisse; quelquefois on l'observe à un moindre degré à Innsbruck et Salzbourg, jamais de l'autre côté de la chaîne centrale, en Carinthie ou dans la Carniole. A Bludenz, le Fœhn, qui vient ordinairement du S.-E. en suivant la direction de la vallée, a tous les caractères que nous lui connaissons à Glaris ou à St-Gall: élévation considérable de la température et diminution de l'humidité relative; M. Hann observe avec raison que l'humidité absolue ne diminue pas toujours sensiblement, qu'elle peut même augmenter dans le commencement et pendant la durée du Fœhn. Pendant que le Fœhn soufflait à Bludenz, Dornbirn et Innsbruck, du 14 au 17 février 1867, il n'y en avait pas de trace ni à Meran, ni à Lugano, où l'on observait, au même moment, la hausse considérable du baromètre qui existait alors sur toute l'Italie du Nord. De même, au pied nord des Alpes, la température était plutôt élevée, mais sans la sécheresse caractéristique du Fœhn. Voilà donc de nouveau un exemple d'un Fœhn bien limité dans quelques vallées du versant nord des Alpes.

Aussi M. Hann explique la sécheresse du Fœhn, de ce côté des Alpes, par l'action que la montagne exerce sur un vent chaud et humide qui la traverse. En la franchissant à une hauteur considérable, sa température doit s'abaisser nécessairement, et par suite il laissera tomber, sous forme de pluie ou de neige, toute la vapeur qui dépasse la saturation à cette basse température. En descendant du côté nord dans les vallées et dans les plaines, la pression plus considérable qu'il subit doit rehausser sa température, et, par suite, diminuer nécessairement son humidité relative. Dans l'exemple du Fœhn du 16 février, où il y avait $12,5^{\circ}$ de chaleur à Bludenz, si le vent avait passé les Alpes à une hauteur de 9000', il s'y sera refroidi à 0° ; à cette température la quantité de vapeur qu'on lui a trouvée à Bludenz et qui correspondait à une pression de 1^m,32, lui aurait donné une saturation de 65%, tandis qu'en bas avec 12° elle ne pouvait être que de 28%.

Enfin, M. Hann est d'avis que d'après le dernier mémoire de Dove on ne peut plus mettre en doute que le Fœhn d'hiver soit un vent chaud et *humide*. Du reste, à cette époque de

l'année, d'après les cartes des isothermes, on ne saurait chercher dans le Sahara l'origine des courants ascendants d'air chaud. Et cependant les Fœhns d'hiver sont les plus caractéristiques. Toutefois M. Hann reproche à M. Dove de mettre en doute les observations de sécheresse extraordinaire de certaines stations suisses, malgré le caractère humide que le Fœhn montre dans la plupart des autres.

M. Hann, qui constate pour Bludenz — comme nous l'avons fait pour la Suisse — que les vents les plus secs sont les N. et les N.-E., ne peut pas reconnaître au Fœhn l'importance géologique qu'on lui prête en l'envisageant comme cause de la cessation de l'époque glaciaire.

Peu de temps après, a paru sur le Fœhn, dans la même revue météorologique, une notice de M. le Dr *Mühry* de Göttingen, dans laquelle l'auteur s'attache à rassembler, dans les observations suisses des trois ans de 1864-1866, les faits et traits caractéristiques de ce vent. M. Mühry reconnaît tout d'abord que la région du Fœhn, en Suisse, est limitée du côté N.-E. de la chaîne centrale, aux massifs du Gotthard et du Tödi, comprenant ordinairement les vallées de la Reuss, de la Linth et du Rhin, mais s'étendant plus loin quelquefois. M. Mühry cite comme stations principales du Fœhn les quinze suivantes : Andermatt, Engelberg, *Altdorf*, Auen, *Schwytz*, *Glaris*, Marschlins, *Coire*, Churwalden, Closters, Einsiedeln, St-Gall, Trogen, Alstätten, Sargans. Pour caractériser le phénomène, l'auteur donne, pour les deux Fœhns, du 2 décembre 1863 et du 27 février 1866, les éléments météorologiques observés dans ces 15 stations et dans 15 autres situées au Nord et au Sud de la région. Il y comprend la température moyenne du jour, le minimum barométrique sous forme de différence avec la moyenne mensuelle; l'humidité relative à une heure: la direction du vent et l'état du ciel. On voit par ces tableaux que le 2 et 3 décembre 1863, a régné dans toute la Suisse un violent vent équatorial de S.-O. avec température élevée (à l'exception des stations au sud des Alpes) avec ciel couvert et pluie, et qu'en même temps on a observé dans la région du Fœhn une sécheresse considérable, car l'humidité y est descendue de 40 % au dessous de la moyenne du mois. Dans le second

cas, du 27 au 28 février 1866, le Fœhn a été plus étendu, comprenant encore les stations de Brienz, Zug, Stanz et Lohn, tandis que dans le reste de la Suisse régnait un S.-O. violent ordinaire; la région du Fœhn montrait de nouveau une sécheresse remarquable; l'élévation de la température était moins accusée et était presque la même partout de ce côté des Alpes, tandis qu'au Sud il existait, au contraire, un refroidissement sensible. M. Mühry décrit alors plusieurs cas de Fœhn d'été, qui ressemble en général au Fœhn d'hiver et de printemps, sans être aussi accentué.

Quant à l'explication du phénomène, qu'il résume dans une élévation de température avec abaissement considérable d'humidité dans une région restreinte de l'atmosphère, M. Mühry, tout en reconnaissant que ce sujet exige encore bien des études, envisage le Fœhn *comme une chute* (ou cascade) d'air se produisant dans un violent vent équatorial de ce côté des Alpes, et donnant lieu de ce côté, sous le vent, à une élévation de température, conséquence de la chute et de la compression de l'air, et surtout à une sécheresse extraordinaire. M. Mühry voudrait qu'on s'informât s'il existe dans l'ombre de cette chute d'air une région relativement calme au pied des hauteurs, d'où le Fœhn s'abaisse. Enfin, il envisage comme probable que des phénomènes analogues existent aussi dans d'autres montagnes: il cite, par exemple, un vent chaud et sec qui règne en hiver du côté nord de l'Elborus.

Le dernier numéro du 15 avril 1868, de l'excellent recueil autrichien, contient sur ce sujet une lettre de M. le professeur *Reissenberger*, de Hermansstadt, signalant en Transylvanie une espèce de fœhn qui souffle du Sud et amène brusquement une haute température sous laquelle la neige disparaît. Le 2 janvier dernier, par exemple, la température était le soir à 10 heures encore — 5°,6, et il y avait 14 pouces de neige; à trois heures du matin commença le vent du *Rothenthurm* (c'est le nom qu'on lui donne dans ce pays), qui apporta une température de +6°,4 et fondit la neige en 21 heures; la saturation était 54 %. Dans ce cas comme dans plusieurs autres, *ce vent était localisé dans la vallée de*

Hermanstadt, tandis que la neige restait tout autour. Lorsqu'il est très violent, ce vent est suivi ordinairement de pluie ou de neige. M. Reissenberger y voit plutôt le courant équatorial qu'un vent saharien, et il croit que la disparition rapide de la neige devant ce vent est due plus encore à sa violence qu'à sa température élevée.

A la fin de l'année dernière, mon savant collègue, M. le professeur *Wild* a choisi la question du « Fœhn et de l'époque glaciaire » pour sujet de son discours académique à l'anniversaire de la fondation de l'université de Berne. M. Wild commence à donner l'histoire de la question et à résumer les différentes étapes qu'elle a parcourues jusqu'à la brochure de M. Dove qu'il analyse comme nous venons de le faire. Ensuite M. Wild se livre à une étude inductive du Fœhn, en cherchant à déterminer, par les observations météorologiques suisses, les caractères de ce vent dans la région où il règne de préférence, en y comparant ensuite les données météorologiques simultanées du reste de la Suisse, et enfin en recherchant l'état général de l'atmosphère pendant l'époque des Fœhns, pour pouvoir trouver ainsi des indices sur l'origine plus ou moins éloignée de ce vent.

M. Wild a trouvé dans les observations météorologiques suisses de 1864-1866, 37 cas de Fœhn, durant un ou plusieurs jours; les stations de Fœhn par excellence sont: *Glaris, Auen, Altdorf, Engelberg, Schwytz, Coire et Klosters*; il cite ensuite 14 autres stations où le Fœhn est moins fréquent, appartenant toutes, sauf Bex, au N.-E. et enfin 14 autres stations où il est observé rarement. M. Wild cherche, avec raison, les traits caractéristiques dans les stations par excellence du Fœhn; comme tels il trouve: *élévation de la température, diminution de la saturation et de la pression*, toutes d'autant plus accusées que le Fœhn est plus violent. Ordinairement l'abaissement de la saturation de 40 à 50 % au-dessous de la valeur normale, qui s'observe dans toutes les stations, ne dure pas longtemps et est suivie bientôt d'une saturation complète. Les pâtres des vallées intérieures, ainsi que MM. Escher et Desor, ont donc raison: *le Fœhn commence dans cette région par une sécheresse exceptionnelle.*

Mais en même temps que l'air sec remplit ces vallées, on observe que le ciel en haut se couvre plus ou moins de nuages de la forme des *Cyrrhus* ou *Cyrrho-Cumulus* qui tantôt finissent par laisser tomber la pluie ou la neige, ou se dissipent au bout de quelque temps.

La vraie direction originale du Fœhn est difficile à établir à cause des déviations que les vents subissent dans les vallées; cependant, en examinant bien toutes les données, on arrive à la conclusion que le Fœhn souffle en réalité depuis le S.-E. jusqu'au S. La transparence de l'air pendant le Fœhn est tantôt très grande, tantôt il fait apparaître tous les objets éloignés comme sous un voile. Voici la définition, d'après M. Wild, du Fœhn : *C'est un vent violent, venant du S.-E. ou du S., qui élève considérablement la température de l'air, en diminue la pression, qui couvre le ciel en partie de nuages, mais qui, dans le fond des vallées, dessèche l'air d'une manière très forte.*

Avec cette définition, M. Wild trouve le Fœhn dans plusieurs endroits où son nom n'est pas connu, comme par exemple à Brienz, tandis que dans d'autres endroits on appelle Fœhn aussi d'autres vents, surtout le courant équatorial. La seule station de l'autre côté des Alpes dont l'observateur note parfois le Fœhn, est Castasegna, mais le vent qu'il appelle ainsi n'a rien à faire avec le vrai Fœhn, c'est un vent N.-E., sec, mais peu chaud et qui fait monter le baromètre; deux cas seulement, parmi les sept où on a noté Fœhn à Castasegna, coïncident avec le vrai Fœhn dans sa région spéciale. Cette région comprend : la partie inférieure de la vallée du Rhin antérieur, le Prättigau, la vallée du Rhin depuis Coire jusqu'à Altstätten, les cantons d'Appenzell, Glaris, Uri, Schwytz, la moitié orientale d'Unterwalden et en partie l'Oberland bernois et la vallée supérieure du Rhône. Dans des cas rares en font partie : l'Engadine, Saint-Gall, une partie de Thurgovie et de Zurich, Zug, en partie Lucerne, la vallée de l'Aar jusqu'à Berne et celle du Rhône jusqu'à Bex. Plus rarement encore, le Fœhn s'étend sur la Suisse occidentale.

Les saisons du Fœhn sont essentiellement l'automne, l'hiver et le printemps; en été il est plus rare et en même temps moins violent et moins étendu. Sa fréquence varie considérablement

d'année en année; en 1866, on a compté 17 cas de Fœhn, et 20 seulement dans les deux années de 1864-65.

Dans le reste de la Suisse, les stations situées au N. et N.-O. de la région du Fœhn montrent, pendant que ce vent y règne, également un abaissement du baromètre et une élévation du thermomètre avec un vent humide venant du S.-O. plutôt que du S.-E. Quelquefois ce vent qui en été est accompagné d'orages, commence par être sec, et reste tel jusqu'au bout; dans ce cas, c'est le Fœhn qui s'étend sur presque tout le versant nord de nos Alpes. Enfin, on observe quelquefois à la surface le vent N.-E., tandis que les nuages vont avec le S.-O. *Sur le versant sud des Alpes on trouve invariablement pendant que le Fœhn souffle dans sa région, un air humide, voire même des chutes abondantes de pluie ou de neige; dans deux cas seulement on a observé au sud et sur la hauteur des Alpes des indices de sécheresse au commencement des vents Sud ou S.-O. qui amenaient la pluie.* Une seule fois pendant ces trois ans la neige qui tombait sur les passages des Alpes était colorée d'une poussière rouge.

Tous ces faits indiquent déjà la connexité étroite qui doit exister entre le Fœhn et le courant équatorial ou vent alizé supérieur descendant dans nos latitudes à la surface. M. Wild démontre à l'évidence cette connexité en examinant au moyen des bulletins météorologiques de l'Observatoire de Paris l'état atmosphérique dans le reste de l'Europe, surtout en Italie et en France; *car il trouve que nous avons régulièrement le Fœhn dans les Alpes, lorsqu'une tempête équatoriale tournoyante arrive depuis l'Irlande ou le golfe de Gascogne ou enfin par l'Espagne dans la Méditerranée, de façon qu'on observe sur les côtes de la Provence et dans l'Italie supérieure des vents de S.-E.* M. Wild a pu ainsi, au moyen des bulletins de Paris, indiquer les jours où, en 1866, le Fœhn a dû souffler en Suisse, et sans exception, ces jours se trouvaient désignés dans les observations suisses comme jours de Fœhn. Si la tempête équatoriale attaque l'Europe en Irlande, on a dans la Suisse occidentale un vent S.-O. humide; si la tempête nous arrive par le golfe de Gascogne, ce courant montre, dans le Jura et la plaine suisse, de la sécheresse au commencement; si enfin le courant équatorial

atteint la Méditerranée par l'Espagne, le Fœhn souffle sur presque toute la Suisse au nord des Alpes.

On voit donc que ces résultats que M. Wild a déduits des observations, sans se laisser guider par aucune opinion préconçue, appuient complètement l'idée fondamentale de Dove que le Fœhn est d'origine atlantique, un courant équatorial. Mais M. Wild va encore plus loin que le grand météorologiste allemand qu'il combat; il conteste que l'air sec que nous amène le Fœhn provienne du Sahara, dont le courant ascendant, déversé d'abord dans la hauteur vers l'ouest, serait détourné ensuite et amené jusque chez nous par le courant équatorial; car il montre que tous les Fœhns qui apparaissent secs de notre côté, ont déposé sur le versant sud et sur les cols des Alpes d'énormes masses de neige et de pluie, et que la poussière rouge est toujours tombée avec un air humide, *de sorte qu'il faut admettre que dans la plupart des cas le courant équatorial humide se transforme en Fœhn sec, en passant les Alpes.*

M. Wild explique cette transformation comme M. Hann, par cette loi de la physique établissant que l'air, lorsqu'il est comprimé, s'échauffe et qu'il se refroidit lorsqu'il se dilate; une diminution de volume de $\frac{1}{7}$, comporte une élévation de température de 20° . M. Wild applique cette théorie au Fœhn du 23 septembre 1866. Le courant équatorial arrive au sud des Alpes, par exemple à Faido, presque saturé à 14° de température, par conséquent avec une tension de vapeur de 12^{mm} . En s'élevant jusqu'au col du Saint-Gotthard, la pression que cet air subit diminue de 700^{mm} à 600^{mm} ; nous le retrouvons en haut avec une température de 5° ; il y a donc eu un abaissement de 9° seulement au lieu de 20° , et cela par suite de la chaleur latente devenue libre par suite de la condensation continuelle de la vapeur, qui résulte de ce que à 5° l'air saturé ne peut contenir que de la vapeur d'une tension de $6\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, de sorte que tout le reste doit tomber sous forme de neige ou de pluie. M. Wild rappelle ensuite le fait que lorsqu'on fait passer sur un espace enfermé latéralement et ouvert en haut, un fort courant d'air, il s'y produit une dilatation de l'air, et chose pareille arrive d'après M. Wild, pour l'air enfermé dans nos

vallées, lorsqu'une tempête passe sur les montagnes; il s'y produira une dilatation de l'air, marquée par un abaissement du baromètre, et qui a pour conséquence d'aspirer le courant d'en haut et de faire tomber ainsi le vent dans la vallée. De l'air qui avait au Saint-Gotthardt 5° , en descendant jusqu'à Altdorf, devrait s'échauffer de 24° , et en effet on observe dans cette station 26° , trois de moins seulement que n'indique la théorie. Mais à 26° l'air peut contenir de la vapeur jusqu'à 25^{mm} de tension, et comme il n'avait plus au Saint-Gotthard que $6\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, l'air devrait donc arriver à Altdorf avec une humidité relative de 25% , c'est-à-dire excessivement sec; en réalité on a observé seulement 45% , de sorte que la théorie suffit et au-delà pour rendre compte de la sécheresse du Föhn.

Pour corroborer sa théorie, M. Wild explique que si le courant équatorial atteint l'Europe sur les côtes de la Scandinavie et nous arrive par l'Allemagne avec le côté S. ou S.-E. du tourbillon, sous forme d'un vent humide du N.-O ou O, il devrait, en passant les Alpes, produire le même effet que le Föhn, en sens opposé, c'est-à-dire on devrait observer de ce côté des Alpes de fortes pluies, et de l'autre côté un vent sec et chaud soufflant du nord. M. Wild a trouvé, en effet, dans les observations des trois ans, six cas de ces *Föhn du nord*, comme il les appelle, surtout en novembre 1866.

Dans le cas seulement où le tourbillon équatorial entre par l'Espagne dans la Méditerranée, il passe assez près de l'Afrique pour emporter et nous amener de l'air du courant ascendant du Sahara, chargé de poussière; c'était le cas du Föhn des 21 et 22 février 1864.

M. Wild résume son étude en ces termes : *Le Föhn, tout en étant bien un vent sec, n'est en aucun rapport direct avec le Sahara; il doit plutôt son origine au passage du courant équatorial humide ordinaire à travers les Alpes.*

Ce résultat donne donc raison à MM. Escher et Desor, lorsqu'ils réclament une sécheresse extraordinaire comme caractéristique du Föhn, mais il donne raison aussi à MM. Dove Hann et Mühry, en le faisant venir non pas du Sahara, mais de l'Atlantique; selon M. Wild, le Föhn n'est qu'une modifi-

cation du grand courant équatorial, produite par le passage des Alpes.

Bien que M. Wild soit ainsi d'accord avec M. Dove sur le point essentiel de l'origine du Fœhn, il ne donne point complètement tort à M. Escher quant à l'influence du Sahara sur l'extension des glaciers des Alpes. Car si le Fœhn se rattache aux tourbillons équatoriaux, qui, d'après Dove lui-même, doivent leur origine à l'irruption, du côté ouest, du courant ascendant du Sahara dans le vent alizé supérieur, la submersion du Sahara pourrait faire cesser les Fœhn. Il faudrait en tout cas, d'après M. Wild, des recherches ultérieures sur le rôle météorologique du Sahara, avant de pouvoir se décider sur l'hypothèse d'Escher au sujet de la relation entre l'époque glaciaire et le désert. Cette hypothèse n'est, du reste, qu'un cas spécial de la théorie générale émise en 1830 déjà par Lyell, qui explique tous les changements de climat par des modifications qui surviennent dans la distribution des continents et des mers. Puisqu'on voit actuellement sous la même latitude des différences de 10° dans la température moyenne, comme conséquence de la configuration des continents et de la direction des courants océaniques et atmosphériques qui en résultent, on peut très bien admettre que pour la même raison la température de ces régions ait été autrefois de 15° plus bas que dans l'époque actuelle. M. Wild adopte sous ce rapport le résultat négatif auquel j'étais parvenu dans mes recherches sur les causes cosmiques des changements de climat.

En résumé, M. Wild constate comme un fait la sécheresse du Fœhn; il lui revendique avec Dove une origine atlantique, l'explique avec Hann par l'action de la chaîne des Alpes sur le courant équatorial, et ne reconnaît qu'hypothétiquement une influence secondaire du Sahara sur le Fœhn et l'époque glaciaire, en admettant que c'est le courant ascendant qui s'élève sur le désert, qui en faisant irruption dans le vent alizé supérieur, produit les tempêtes tournoyantes dans le courant équatorial.

Bien que comme nous venons de le voir, MM. Wild et Dove soient parfaitement d'accord sur le fond de la question, c'est-à-dire sur l'origine atlantique du Fœhn, M. Dove a fait pa-

raître au commencement de l'année une nouvelle brochure : « *Le Föhn suisse* », comme complément du mémoire antérieur. Comme cette brochure contient moins une nouvelle discussion du sujet qu'une polémique et une défense contre plusieurs reproches de M. Wild, nous nous bornerons à relever quelques points. Ainsi M. Dove rappelle que déjà dans son ouvrage « sur la distribution de la chaleur à la surface de la terre » qui a paru en 1852, il avait expliqué comment un vent qui est humide d'un côté d'une montagne, peut devenir sec après l'avoir franchie, et que même déjà dans le « *Climat de Berlin*, » qui a paru en 1842, il avait expliqué la descente et la dissolution des nuages vers le soir par le fait que l'air, en descendant, s'échauffe et se dessèche. Les deux savants sont donc d'accord également sur ce point théorique qui est un des plus importants et des plus difficiles du problème. Seulement, M. Dove n'admet pas que cette origine pour ainsi dire locale soit la seule qu'on puisse donner du Föhn, mais qu'exceptionnellement, comme dans le cas du 17 juillet 1841, cité par M. Denzler, un vrai vent du désert peut arriver jusqu'aux Alpes; il rappelle sous ce rapport que Heer a démontré pour la poussière brune tombée le 16 février dans les Alpes, qu'elle provenait du Vésuve. On voit donc que les rôles sont parfaitement intervertis et que c'est maintenant M. Dove qui défend l'origine saharienne de certains Föhns exceptionnels.

Nous arrivons enfin au dernier travail que M. L. Dufour, de Lausanne, a publié il y a quelques mois sous le titre : « Recherches sur le Föhn du 23 septembre 1866 en Suisse, » et qui est un modèle d'une monographie approfondie de ce genre.

Ce qui distingue le mémoire de notre savant collègue de Lausanne, c'est qu'il s'attache surtout à rassembler sur cette tempête de Föhn du 23 septembre des données aussi exactes et aussi nombreuses que possible, non seulement dans la Suisse mais aussi dans les autres pays.

L'auteur les résume et les discute, enfin il fait, comme il s'exprime, « une enquête météorologique » sur un cas spécial, et il n'entre qu'accidentellement et par des notes dans la discussion de la théorie générale du Föhn, opinant avec raison

que le problème de l'origine et de la cause de ce phénomène complexe ne pourra être abordé et résolu avec sûreté qu'après en avoir étudié scrupuleusement de nombreux exemples dans tous les détails.

M. Dufour examine donc le régime météorologique qui a régné en Suisse et dans les autres pays de l'Europe pendant les trois journées des 22, 23 et 24 septembre 1866, en le comparant à celui des jours précédents et suivants, sous les quatre points de vue : de la *pression*, du *mouvement*, de la *température* et de l'*humidité*. D'accord avec la définition générale du Fœhn par M. Wild, il trouve que la tempête du 23 septembre a été accompagnée d'une diminution de la pression atmosphérique, d'une augmentation de la température et d'une diminution de l'humidité de l'air. Il constate que le Fœhn ne s'est fait sentir en aucune façon dans les stations au sud des Alpes, où a régné un tout autre état météorologique. Au nord, le Fœhn s'est fait sentir presque partout avec plus ou moins d'intensité ; dans les stations élevées, les variations du baromètre et du thermomètre ont été beaucoup plus faibles que sur le plateau et dans les vallées suisses.

I. M. Dufour montre d'abord que la *dépression barométrique* qu'on a observée dans les stations suisses où le Fœhn a régné, est tout à fait semblable à celle qui se faisait sentir accompagnée de pluies abondantes, à peu près en même temps à l'occident et au N.-O. de l'Europe, tandis que le mouvement barométrique a été tout autre au sud des Alpes en Italie, de sorte que la chaîne des Alpes formait une limite entre deux régions fort différentes. La ligne de plus grande pente de cette diminution de pression était sensiblement dirigée du S.-E. au N.-O., et c'est immédiatement près du versant nord des Alpes que le décroissement était le plus rapide. L'orage du Fœhn 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. Seulement, chose curieuse, la courbe barométrique d'Alger ressemble fort, d'une manière générale, à celles des stations suisses ; le minimum de pression est arrivé à Alger au même moment qu'à Berne. M. Dufour en conclut que le N.-O. de l'Afrique, jusqu'à une distance inconnue dans

l'intérieur, s'est trouvé compris dans le régime de la perturbation atmosphérique venue de l'Atlantique, tandis qu'en Italie le baromètre ne s'en est pas senti.

Cette coïncidence de l'Afrique avec la Suisse et le N.-O. de l'Europe ne serait-elle pas fortuite, puisqu'il serait très difficile d'expliquer autrement cette interposition de l'Italie avec un mouvement barométrique contraire, et que, d'un autre côté, si la même vague barométrique s'était propagée depuis l'Algérie en Suisse, le minimum aurait dû arriver à Berne au moins quelques heures plus tard qu'à Alger. En effet, M. Dufour voit dans l'état stationnaire du baromètre sur le versant sud des Alpes et en Lombardie une objection à l'origine méridionale du Fœhn et un argument pour ceux qui envisagent le Fœhn comme un phénomène local du versant nord des Alpes.

II. Quant au *mouvement de l'air*, c'est-à-dire à la direction et à la force des vents qui ont régné dans les différentes régions, M. Dufour établit d'abord qu'un fort vent S.-O. a soufflé depuis le 22 septembre d'une façon générale sur l'Europe occidentale et septentrionale, et qu'il a acquis sa plus grande force le 23, où le Fœhn sévissait dans les vallées suisses. Par contre, au sud des Alpes, dans toute l'Italie, on ne trouve point de mouvement atmosphérique, ni au sud de la Péninsule, ni au nord, où 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.

Et chose remarquable, même les stations les plus élevées en Italie n'accusent point d'une façon prononcée un mouvement de l'air en relation avec celui qui se faisait sentir au nord des Alpes. *Sur les flancs de l'Etna soufflait un vent S.-O. accusé également par la direction de la fumée de l'Etna.* M. Dufour conclut de ces faits que l'opinion généralement admise en Suisse, que le Fœhn de nos vallées est un Scirocco qui a franchi les Alpes, est démentie par l'orage du 23 septembre 1866; M. Dufour montre même que celle-ci n'est pas la seule tempête de Fœhn qui soit demeurée limitée au versant nord des Alpes, mais que les Fœhn du 28 février 1866 et du 24

octobre 1864 par exemple, n'avaient pas non plus leur origine au midi des Alpes.

Cependant plus tard, lorsque M. Dufour a reçu les observations d'Alger, il a pu se convaincre que l'Algérie a été comprise dans la grande agitation atmosphérique qui s'est manifestée entre le 21 et 25 septembre, car un fort Scirocco ou vent S. ou S.-E., a régné jusque dans les stations intérieures, voisines du désert.

M. Dufour se rend compte de ces différentes observations par l'hypothèse suivante : Sous l'influence générale d'une tempête océanique venue de l'occident, et par suite d'une dépression barométrique qui existait dans les régions N.-O. de l'Europe, le courant supérieur, qui se porte ordinairement, 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, où il apparaissait sous forme de Fœhn.

Quoique M. Dufour applique cette origine saharienne pour le moment seulement au Fœhn du 23 septembre, et qu'il réponde à la question : « pourrait-on étendre cette supposition à tous les cas de Fœhn ? » par un prudent : « j'ignore », il faut dire que même pour ce seul cas l'explication donnée rencontre de graves difficultés. En effet, si le Fœhn est le courant ascendant formé sur le Sahara, qui s'écoule dans la hauteur vers le nord et atteint la surface seulement après le passage des Alpes en Suisse, comment pourrait-il se faire sentir à la côte algérienne et même aux confins du désert, où devrait au contraire régner un vent d'appel du nord, soufflant vers le désert ? Et pourquoi le baromètre qui est influencé autant par les courants supérieurs que par les courants inférieurs, n'aurait-il pas accusé en Italie ce passage de l'air africain vers le nord ? Dans l'autre hypothèse émise également par M. Dufour, que l'air saharien, en obéissant à l'appel causé par la dépression au N.-O. de l'Europe, se serait écoulé à la surface vers le N.-O., l'absence complète d'un tel vent en Italie et au versant sud des Alpes est encore moins facile à comprendre.

Enfin, si l'on compare la largeur du Sahara qui s'étend sur 40° de longitude avec la minime extension de la région que

le Föhn couvre au nord des Alpes, où il s'étend ordinairement sur 2° , et tout au plus sur 5° à 6° de longitude, on ne peut point expliquer pourquoi ce courant africain supérieur qui regagne la surface à la latitude de 47° , ne s'étend pas également sur la France, l'Allemagne, la Hongrie, etc.

Mais revenons avec M. Dufour aux faits.

Quant à la direction du Föhn en Suisse, M. Dufour constate que selon les localités il a soufflé de S.-O., S., S.-E. Il est cependant à remarquer que dans les stations élevées (Simplon, Saint-Bernard, Julier, Splügen, Chaumont) où sa direction est le moins influencée par les causes locales, il soufflait du S.-O. Plusieurs observations où le Föhn a atteint des localités protégées du côté sud par des chaînes de montagnes, confirment l'opinion que c'est un vent plongeant qui se précipite depuis les hauteurs dans les vallées; ce qui doit, du reste, avoir lieu lorsque, comme dans ce cas, la pression est plus forte sur la chaîne alpine que dans les stations profondes.

Pour ce qui regarde la distribution géographique du Föhn du 23 septembre, il a régné plus fortement et plus longtemps dans les vallées des Alpes que sur le plateau suisse, où il s'est fait à peine sentir; toutefois, il a été plus général et mieux caractérisé à l'orient que dans les parties centrales et occidentales du plateau; il a régné aussi dans le Valais jusqu'au lac de Genève et dans le Faucigny; il a frappé également les hauteurs du Jura (Chaumont, Ste-Croix), mais en passant inaperçu sur le canton de Vaud. Il est à remarquer que ce sont les flancs ou les sommets du Jura qui ont été les premiers atteints, le 21 septembre, d'un avant-coureur de la tempête, et qu'ensuite ce ne sont point les localités les plus rapprochées des Alpes, ni même toutes les sommités alpines qui ont ressenti le Föhn en premier lieu. Cela semblerait donc caractériser le Föhn comme vent d'aspiration; cependant, les observations ne sont pas assez précises et nombreuses pour établir ce fait important. — De même il est à regretter que la marche des nuages n'ait pas été observée assez généralement; ordinairement on les a vus marcher du S.-O. au N.-E. dans certaines stations, comme aux Ormonts, la couche infé-

rieure était emportée par le Fœhn, et au-dessus de 2700^m, une couche de cirro-stratus légers allait du S.-O. au N.-E.; enfin, dans plusieurs stations, les nuages avaient la direction S.-O. au début du Fœhn, puis cette direction est devenue plus complètement sud.

Enfin, la *force du Fœhn* a été moins intense dans les stations de la haute chaîne alpine que dans le fond des vallées.

III. *La température* de l'air apporté par le Fœhn a été presque partout assez élevée; il semble que le Fœhn, comme tempête, fut précédé de quelques heures par une lente arrivée de masses d'air plus chaudes. Dans la plupart des stations, il y a eu augmentation de la température jusqu'au second, quelquefois même jusqu'au troisième jour. Il est à remarquer que dans le Jura la température ne s'est élevée que le matin du 22 septembre, quoique le 21 le vent y fût déjà très fort; peut-être le Fœhn y aura-t-il été précédé du S.-O. ordinaire? — Partout où le Fœhn a régné d'une façon continue et violente, l'oscillation diurne de la température a été très réduite, à 2° ou 3°.

Dans la plus grande partie de la Suisse, au nord des Alpes le Fœhn a, durant deux ou trois jours, entretenu une élévation de température de 6° à 8°; à Genève, la température du 23 septembre, a été de 7,°3 au-dessus de sa valeur normale. Cette élévation a été moins prononcée, de 1° à 3° seulement, dans les régions élevées des Alpes, où il a plu abondamment le 23 à plusieurs endroits; elle a été plus considérable, de 4° à 6° dans les stations élevées de la Suisse centrale et du Jura. Le réchauffement de l'air s'est fait sentir au-delà de la région, où le Fœhn a été observé sous forme de vent ou de tempête. En général, le décroissement de la température avec la hauteur a été plus considérable que dans l'état normal de l'atmosphère, de 120^m environ au lieu de 190^m pour un degré. — Si l'on compare la marche générale de la température pendant l'époque du 19 au 26 septembre, on trouve la variation thermométrique en Suisse, surtout pour les stations du Fœhn, plus grande que dans tout le reste de l'Europe; les courbes thermométriques suisses présentent une certaine analogie avec celles de Palma, de Marseille et des stations de l'Italie méridionale.

dionale, où cependant l'amplitude est beaucoup moindre et où le baromètre a plutôt haussé que baissé. De même la marche de la température dans l'Europe centrale est passablement concordante avec celle observée en Suisse. Par contre, elle est notablement différente sur les côtes occidentales de l'Europe, où a régné le courant équatorial avec sa direction et son humidité habituelles. Cela fait supposer que le vent qui a régné en Suisse n'était pas le S.-O. ordinaire, ou du moins que ce vent y était modifié par un autre courant plus chaud. Quant à la température absolue de l'air apporté par le Fœhn, elle a été celle des chaudes journées d'été; dans cinq stations (Glaris, Marschlins, Bex, Sarganz et Altstœtten) la journée du 24 septembre a été même la plus chaude de l'année.

Au sud des Alpes, dans les stations suisses et de l'Italie du nord, on n'a point observé d'élévation de température; elle a été même plus basse que dans plusieurs stations au nord des Alpes, quoique celles-ci soient situées à une altitude plus considérable; ainsi la température de Sargans, Bex, Glaris a été plus élevée les 23 et 24 septembre, qu'à Boulogne, Parme, Gênes, Rome et même à Palerme, ainsi qu'à Marseille; à l'exception d'un seul jour la température diurne de la seconde moitié de septembre à Lisbonne, Palma et Athènes n'a pas atteint celle de Glaris le 24 septembre. La même remarque est vraie pour les températures maxima. Les observations d'Alger, par contre, montrent une élévation de température pendant les 21, 22 et 23 septembre, avec le maximum au 22, donc un jour au moins d'avance par rapport au maximum en Suisse.

Enfin, les observations de l'Allemagne et de la France ne montrent pas non plus des températures comparables à celles de la Suisse. On a donc le fait assurément remarquable que pendant cette période du Fœhn, les températures observées dans quelques vallées alpines ont été plus élevées que celles qui régnaient alors sur la plus grande partie de l'Europe au nord, au centre, à l'occident et même au midi de ce continent.

M. Dufour discute les différentes hypothèses qu'on pourrait invoquer pour l'explication de ce singulier phénomène.

Il fait voir que si on l'explique par une origine méridionale de l'air, ce dernier en passant les Alpes aurait dû nécessairement perdre de sa température par le fait du rayonnement; en tout cas, il ne pourrait pas provenir du sud de l'Europe, mais de contrées plus méridionales. En outre, cet air aurait dû passer, comme courant supérieur, au-dessus des hautes stations alpines, où la température cependant n'était point élevée. — M. Dufour repousse également comme inadmissible l'idée que le courant du Fœhn aurait été soumis durant son trajet dans les régions élevées de l'atmosphère, à des causes qui auraient élevé sa température. Enfin, il expose la théorie admise par Hann, Dove, Wild, etc., qui voient la source de chaleur dans la compression que l'air subit en descendant depuis la hauteur dans le fond des vallées. M. Dufour calcule d'après une formule donnée par Zeuner dans sa théorie mécanique de la chaleur, que dans le cas du 23 septembre l'air, qui aurait eu à 3000^m de hauteur, où la pression est de 530^{mm}, une température de 3°, en descendant à une altitude de 500^m, où la pression est de 713^{mm}, aurait dû gagner par suite de la compression une température de 27°,6, donc plus qu'il ne faut pour expliquer les observations. Toutefois, M. Dufour ne voit pas dans cette influence de la compression *la seule cause* de la température exceptionnelle du Fœhn. Il objecte à cette explication qu'on devrait observer un effet analogue aussi parfois sur le versant sud des Alpes (ce que M. Wild a confirmé en effet) ainsi qu'au pied de toutes les hautes chaînes de montagnes; (nous venons de rapporter un exemple de Fœhn pour les montagnes de la Transylvanie).

IV. Quant à l'*humidité de l'air*, les observations météorologiques suisses, confirmées par la dessication active du sol et des objets humides, comme aussi par l'impression physiologique, montrent que le Fœhn du 23 septembre *a été un vent sec pour la plupart des localités au nord des Alpes*.

Dans la Suisse occidentale et sur le Jura, où l'élévation de la température a cependant été considérable, la sécheresse de l'air, surtout au début du Fœhn, a été moindre que dans la Suisse orientale; il est possible que sur le Jura le courant du Fœhn se soit mélangé avec celui du S.-O. ordinaire. Dans les

stations élevées, la sécheresse n'est pas grande. M. Dufour fait voir par le calcul, comme MM. Wild et Hann, 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 stations basses, et *cela quelle que soit d'ailleurs l'origine primitive de ce courant*. Comme ces autres savants, M. Dufour est d'avis que la sécheresse du Föhn s'explique sans difficulté par les principes bien connus et incontestés de la physique.

M. Dufour a calculé pour un certain nombre d'autres stations européennes l'humidité relative depuis la période du 19 au 27 septembre; il en résulte que l'air n'a atteint nulle part dans l'Europe centrale et occidentale le degré de sécheresse considérable qu'il avait dans plusieurs vallées alpines les 23 et 24 septembre; cependant, une diminution d'humidité peut être reconnue jusque dans l'Allemagne méridionale (Wurtemberg), dans le Tyrol allemand, et peut-être aussi jusqu'à une certaine distance à l'ouest du Jura. — Par contre, du côté sud des Alpes, même très près de la chaîne, l'air a été, durant toute la période du Föhn, plus humide qu'il n'était au nord. En général, les observations du midi et du S.-O. de l'Europe ne fournissent nulle part, pendant la période du Föhn, un air aussi sec que celui qui s'est répandu au nord des Alpes jusque dans l'Allemagne méridionale. A la station d'Alger, au contraire, les jours des 21, 22 et 23 ont été très secs; pendant 43 heures, l'humidité moyenne y a été de 0,23 % seulement. — Malgré cette grande sécheresse du Föhn dans la plupart des stations suisses au nord des Alpes, on a observé *des chutes de pluie extrêmement abondantes même torrentielles sur toute la grande chaîne alpine, du Mont-Blanc aux Grisons, et dans les stations du versant sud des Alpes*. Dans les Alpes autrichiennes, on retrouve ce même contraste entre les versants nord et sud de la chaîne.

M. Dufour fait la remarque importante que les pluies n'ont commencé nulle part avant le 23, tandis que le 22 déjà le Föhn existait dans la plupart des vallées au nord; ainsi le courant d'air sec et chaud se précipitait déjà depuis bien des heures sur le versant nord des Alpes lorsque les premières

gouttes de pluie ont mouillé les sommets des montagnes; mais, par contre, la pluie a été particulièrement abondante dans les jours des 23, 24 et 25, pendant lesquels le Fœhn a régné dans un grand nombre de stations suisses; voilà donc un vent chaud et sec paraissant tomber de sommités inondées par l'eau des nuées.

M. Dufour montre encore que le Fœhn du 23 septembre n'a pas vérifié l'opinion générale qui attribue au Fœhn une fusion rapide de la neige et des glaces dans les Alpes; du reste, la saison était la moins favorable pour une pareille action, puisque en septembre la neige ne descend pas au-dessous de 2400^m, et à cette altitude l'air du Fœhn n'avait guère plus de 6° à 7°.

Le mémoire de M. Dufour se termine par l'étude de l'*extension du Fœhn*. Les limites du Fœhn sont difficiles à trouver, parce qu'il s'est mêlé, en Suisse, et plus encore dans d'autres pays, avec le S.-O. ordinaire qui régnait en même temps sur la plus grande partie de l'Europe. M. Dufour croit même qu'on peut s'expliquer bien des circonstances extraordinaires en supposant l'existence tantôt simultanée, tantôt consécutive de ces deux courants. Quoi qu'il en soit, on peut établir que généralement en s'éloignant des vallées alpines, on trouve le caractère du Fœhn de moins en moins apparent, et c'est, au contraire, le régime du vent Sud-Ouest qui prédomine surtout au N.-O. et à l'ouest de l'Europe. En particulier, on peut prendre *Genève* comme limite occidentale, et *Salzbourg* comme limite orientale des régions où le Fœhn s'est fait sentir. Au nord *Schopfloch* (dans le Wurtemberg) est la station la plus éloignée où l'on peut dire que ce vent était encore bien caractérisé.

Quant aux phénomènes particuliers qui auraient accompagné le Fœhn, on ne peut citer qu'une perturbation magnétique qui s'est montrée le 22 septembre et qui a dicté au père Secchi, à Rome, la remarque qu'il a inscrite dans son journal: « Il y a certainement une bourrasque éloignée. »

M. Dufour termine son travail méritoire par quelques réflexions sur la coïncidence remarquable entre les circonstances météorologiques du nord de l'Afrique et celles des val-

lées septentrionales des Alpes pendant le Fœhn de septembre 1866. Il rappelle, malgré cette coïncidence, que la température élevée et la sécheresse de ce vent méridional de nos vallées alpines du versant nord, n'entraînent pas nécessairement une origine saharienne du courant et qu'on peut probablement les expliquer sans recourir à l'influence du grand désert africain.

Après avoir ainsi analysé les principaux travaux qui ont paru sur le Fœhn, nous résumerons en quelques mots les faits essentiels et les opinions principales, dont ils ont enrichi l'étude de cette question.

1° Le Fœhn est un vent local qui règne sur un terrain restreint au nord de la chaîne des Alpes; dans le sens longitudinal des Alpes, cette région s'étend ordinairement de la vallée du Rhin jusqu'à la vallée supérieure du Rhône, et exceptionnellement depuis Salzbourg à Genève; dans le sens transversal elle est limitée au sud par la chaîne principale des Alpes, car on ne l'a jamais observé sur le versant sud de la chaîne, ni même d'une manière précise sur les hauteurs. Vers le nord le Fœhn ne s'éloigne des Alpes que jusqu'au Schwarzwald ou à la Rauhe-Alp.

2° Ordinairement, le Fœhn est précédé et accompagné de chutes copieuses de neige et de pluie qui tombent sur la hauteur et sur le versant méridional des Alpes.

3° Presque toujours, lorsque le Fœhn souffle dans les vallées septentrionales des Alpes, il règne dans l'Europe occidentale et souvent dans la Méditerranée et en Italie un vent équatorial S.-O. très fort.

4° Jusqu'à présent on n'a constaté qu'en deux cas, le 17 juillet 1841 et le 23 septembre 1866, une coïncidence du Fœhn en Suisse avec un vent du désert au nord de l'Afrique; dans ce dernier cas, l'absence de toute trace du passage de ce vent en Italie et dans la Méditerranée ainsi que la simultanéité absolue du minimum barométrique, soulèvent des doutes sur la

réalité des rapports entre les deux perturbations atmosphériques.

5° Tous les auteurs sont d'accord pour rattacher le Fœhn aux tempêtes S.-O. qui nous viennent de l'Atlantique. Les uns, comme MM. Hann et Wild, l'envisagent comme une forme spéciale du vent équatorial ordinaire, modifié par le passage sur les Alpes; ils expliquent sa température élevée par la compression que l'air subit en tombant depuis la hauteur dans les vallées, et sa sécheresse par le fait que cet air, après avoir condensé dans la basse température des hauteurs la plus grande partie de la vapeur qu'il contenait, en s'échauffant après par la descente, ne peut montrer qu'une humidité relative très faible. Les autres, comme MM. Dove et Dufour, tout en admettant qu'on peut ainsi expliquer les traits caractéristiques du Fœhn par les lois ordinaires de la physique et rendre compte de la transformation du vent atlantique humide en Fœhn sec et chaud par son passage à travers les Alpes, soutiennent cependant la possibilité que, dans certains cas, le Fœhn nous amène de l'air venu directement du désert; alors le courant ascendant du Sahara, qui se déverse ordinairement sur l'Asie, est dévié exceptionnellement soit par un appel, causé par une dépression barométrique au N.-O. de l'Europe (d'après Dufour) soit par un courant oriental venant de l'Asie, qui force l'air saharien de faire irruption dans le vent alizé supérieur et produit ainsi les Leste-Fœhns (d'après Dove).

6° On n'attribue au désert du Sahara, soit pour l'origine du Fœhn, soit pour le régime des glaciers des Alpes, qu'une importance indirecte et exceptionnelle.

Le dernier mot dans cette question complexe ne pourra être prononcé qu'après avoir étudié encore plus en détail des cas nombreux de Fœhn par les observations météorologiques non-seulement de la Suisse, mais de toute l'Europe et de l'Afrique, d'après l'exemple donné par M. Dufour.

