Zeitschrift: Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 6 (1858-1861)

Heft: 44

Artikel: De la météorologie des vents et en particulier de celle du bassin du Léman

Autor: La Harpe, J. de

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-252612

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

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

L'homme apparaît en Europe, d'abord comme sauvage, ne connaissant l'usage d'aucun métal et ne travaillant que la pierre, l'os et le bois. Les progrès prodigieux de sa civilisation pendant une série de plusieurs mille ans l'amènent à s'imaginer, qu'il est le roi de la création. Ce qui est plus évident, c'est qu'il est devenu l'historien de sa planète, dont il reconstruit le passé par le moyen de la géologie, à laquelle se rattache tout naturellement l'histoire de sa propre espèce, soit l'archéologie.

DE LA MÉTÉOROLOGIE DES VENTS ET EN PARTICULIER DE CELLE DU BASSIN DU LÉMAN.

Par **J. Delaharpe**, Dr méd.

(Séances des 3 et 17 février 1858.)

L'étude des vents est peut-être celle de toutes les parties de la météorologie qui laisse le plus à désirer. L'observation des courants athmosphériques n'est sans doute pas difficile en pleine mer; là cependant elle reste encore incomplète, puisque leur intensité et la hauteur des couches d'air mises en mouvement reste toujours très-difficile si ce n'est impossible à saisir et à estimer. Sur les continents, là précisément où existent les stations météorologiques, de nombreuses causes locales de perturbation rendent les observations erronées et conduisent à des résultats trompeurs. En observant une grande masse d'eau en mouvement, celle d'un grand fleuve, par exemple, on est surpris de voir combien les dispositions et le relief du sol sur lequel elle se meut, la direction et les contours des rives qui la contiennent, la profondeur et la température de la masse, la force et la direction des affluents, influent sur les mouvements généraux et locaux du liquide. Vouloir exprimer par le calcul chacun des tourbillons particuliers, déterminer en chiffre chaque remou, chaque tournant, chaque mouvement oblique, ondulatoire ou autre, puis réunir sous une seule formule tous ces éléments pour obtenir une résultante exprimant le mouvement général du courant, serait chose impossible. Il en est de même pour l'atmosphère. — Que penser alors d'observations recueillies par les observatoires disséminés sur les continents et qui sont aux courants atmosphériques ce que serait un gravier du lit d'un fleuve comparé à la masse de ses eaux? Que conclure de phénomènes isolés, constatés sur des points excessivement restreints et dont la position, relativement au bassin sur le lit duquel se meuvent les courants, n'est pas même bien établie?

On étudie généralement les courants atmosphériques d'une manière trop indépendante de la position géographique des observatoires, parce qu'on oublie combien est grande l'influence des reliefs

terrestres sur les mouvements des couches inférieures de l'atmosphère, les seules du reste que l'on observe. Si la structure du bassin d'un fleuve ou d'un détroit a une grande influence sur la direction des courants d'eau, à plus forte raison en a-t-elle sur ceux de l'atmosphère. Ici la chaleur joue un rôle bien plus étendu que dans les masses aqueuses. La nature du sol, son revêtement, son exposition solaire modifient fortement les mouvements des couches d'air par l'intermédiaire de la chaleur reflétée ou absorbée.

Est-ce à dire que l'étude des vents sur les continents et spécialement dans les pays de montagnes doive être abandonnée; que les difficultés dont l'observation des phénomènes est entourée sont insurmontables; que les causes d'erreur sont trop diverses et trop puissantes pour qu'on puisse jamais les signaler et les éviter? Certes non. Concluons plutôt qu'il faut redoubler de zèle et d'attention, multiplier et varier les observations, voir et noter plus et mieux, ou même trouver de nouveaux moyens d'investigation.

Ne conviendrait-il pas, pour élucider les questions qui se rattachent à l'étude des vents, de procéder par monographies comme on le pratique pour d'autres parties de l'histoire naturelle? Etant donnée, par exemple, une contrée plus ou moins accidentée, déterminer par voie d'observation, quelles sont les modifications que subissent les grands courants athmosphériques en parcourant cette contrée; étudier les courants locaux ou purement accidentels; déterminer les relations des uns avec les autres. Noter la fréquence, la direction, la hauteur, la vitesse des courants en rapport soit avec les saisons soit avec les phénomènes diurnes. Tenir compte des interruptions et des inflexions des courants dues aux accidents de la surface terrestre. Dresser enfin au moyen de toutes ces observations, la statistique de la localité, en décrivant avec soin la position et la structure du plateau, du bassin ou de la vallée. De la multiplication et de la comparaison de pareilles monographies jailliraient, sans aucun doute, des résultats importants et peut-être inattendus.

Il ne faut pas se dissimuler que pareil travail rencontrerait des difficultés de plus d'un genre. Pour observer il faut tout d'abord être en mesure de le faire; or ce sont précisément les moyens qui font ici défaut.

Il ne suffit pas ici de s'orienter, puis de consulter une girouette plus ou moins bien construite. Cet instrument ne donne que l'élément le plus aisé à saisir, *la direction* du vent; il ne vous dira pas autre chose. Puis encore ne vous relèvera-t-il que les mouvements des couches les plus basses de l'atmosphère, mouvements qui peuvent être fort différents de ceux qui se passent à quelques centaines de mètres plus haut. La girouette est évidemment très-insuffisante et souvent trompeuse.

Un autre élément de la question, plus difficile à saisir, est celui fourni par la *vitesse* du vent; heureusement qu'il est le moins important. On a cherché à l'exprimer par les nombres 1, 2, 3, 4, etc.;

mais cette appréciation arbitraire ne vaut pas mieux que les expressions vagues de faible, ordinaire, fort, très-fort ou violent.

Tous les instruments proposés dans ce but, à supposer même qu'ils soient pratiques, ont le grand inconvénient d'estimer la vitesse du vent telle qu'elle existe à la surface du sol : or il suffit d'avoir quelque peu étudié les mouvements des nuées pour se convaincre qu'à une hauteur de 2 ou 300 mètres le courant peut être très-vif tandis qu'à la surface du sol il est à peine sensible et que le contraire peut de même avoir lieu.

Les courants légers, ceux qui nous apportent les bruits lointains de cloches, de sifflet de locomotive ne sauraient être appréciés ; cependant ce sont eux qui nous annoncent le plus sûrement les changements de direction des grands courants atmosphériques.

Certains courants violents, ceux du nord, chez nous, soufflent volontiers par rafales ; comment obtenir une moyenne de vitesse en pareil cas? L'observation des nuages prouve encore ici que ces rafales n'existent pas à une certaine hauteur.

On pourrait essayer de déterminer la vitesse des nuages par le temps qu'emploie leur ombre à parcourir sur le sol ou sur l'eau un espace connu quelconque ; mais ce moyen ne peut trouver son application que sur une plaine et dans des circonstances relativement rares.

On peut encore, comme je l'ai fait plusieurs fois, comparer le mouvement de masses nuageuses, situées sur un horizon dont la distance est connue, avec les points saillants de cet horizon. Mais cette estimation ne nous donne aussi que des termes vagues.

Mieux vaut, jusqu'à nouvel ordre, laisser cet élément indécis et ne l'admettre que dans certains cas extraordinaires et exceptionnels.

Le seul moyen un peu exact que nous possédions pour établir le régime des vents d'une localité est le cours des nuages. Ce moyen a du reste déjà été indiqué et appliqué en divers lieux. Avec un peu d'habitude il donne des résultats sûrs et complets ; car il est peu de circonstances où il ne soit pas possible d'en faire usage.

Les mouvements des nuages sont ordinairement aisés à constater et cela sans qu'il soit nécessaire de les comparer à quelque point immobile comme le serait la sommité d'une montagne, un clocher, un arbre, un astre, etc. Ce qui est un peu moins facile est la détermination exacte de la direction de leur mouvement. Pour cela, après s'être bien orienté, il faut choisir de préférence les nuées placées au zénith. Lorsqu'il n'en existe pas sur ce point les nuages placés à l'horizon et dans le sens opposé au vent du moment, fournissent les plus sûrs indices. A Lausanne, par exemple, où il n'existe guères que deux courants dominants, le S.-O. et le N. ou N.-E., les nuages qui rasent les sommités des Alpes à l'orient ou du Jura à l'occident, révèlent bientôt le mouvement existant dans l'atmosphère. Si les nuées se meuvent dans une direction perpendiculaire à celle de la chaîne, ils ne tardent pas à s'en éloigner en s'élevant sur l'horizon.

On peut aussi tirer parti de la stratification et de la forme des nuages de l'horizon. Lorsqu'ils sont imbriqués ou couchés les uns

sur les autres, on peut en conclure que le vent les incline dans cette direction comme les épis de blé dans un champ. Ce dernier signe n'est pas infaillible; un courant rasant le sol et agissant de bas en haut, peut donner aux nuées le même aspect qu'un courant élevé soufflant en sens inverse. On évite la méprise en tenant compte d'autres circonstances.

Les cumulus si fréquents en été sur les montagnes fournissent aussi des indications. Ces masses s'élèvent parfois à une très-grande hauteur. J'en ai observé qui dépassaient de beaucoup la hauteur du Mont-Blanc puisqu'ils étaient encore dorés à leur sommet par le soleil couchant alors que cette sommité ne l'était plus depuis un grand moment. Ces cumulus, nés de courants ascendants, se forment toujours dans un air assez tranquille; mais ils ne tardent guères à se déplacer lentement et le sens dans lequel ils le font indique celui du courant général de l'atmosphère.

Lorsqu'ils restent immobiles on voit parfois un ruban se détacher de leur sommet et indiquant l'existence et la direction du courant qui l'entraîne.

Les nimbus, les vapeurs opaques, les toiles d'araignée qui, partis d'un point de l'horizon, s'étendent rapidement sur le ciel, peuvent aussi servir à indiquer la direction des courants, parce que le vent court toujours dans le sens où ils se propagent, quoique peut-être on n'aperçoive en eux aucun mouvement apparent.

Les nuages moutonnés, ordinairement très-élevés, sont rarement immobiles et servent beaucoup, en observant le sens dans lequel ils marchent ou se propagent, à déterminer la direction des courants supérieurs. Lorsque le ciel est sans aucun nuage (ce qui est moins fréquent en pays de montagnes) on doit admettre que le vent dominant n'a pas changé; car dès qu'un changement de courant se prépare, l'atmosphère perd sa limpidité et les nuées ne tardent pas à annoncer d'où proviendra le vent qui doit survenir.

Lorsqu'un petit nuage se montre à l'extrémité d'une cîme élevée et isolée et qu'il s'attache latéralement au sommet de la montagne sans le dépasser, il faut en conclure que le courant, sur ce point, vient du côté opposé au nuage. Les montagnards savent parfaitement le vent qui va se lever et prédire la pluie ou le beau temps suivant que le petit nuage se place au nord ou au midi de telle ou telle sommité.

D'autrefois le ciel est entièrement occupé par une couche épaisse de nuages, formant une voûte immobile. Encore alors est-il possible de constater les mouvements qui entraînent la masse. Certains gros nuages plus foncés se déplacent; les éclaircies surviennent d'un côté ou de l'autre du ciel. Ces éclaircies sont surtout importantes à noter, car elles apparaissent presque toujours du côté où le vent souffle. Le chemin qu'elles parcourent dans le ciel peut aussi révéler la direction du courant.

Lorsque le ciel est occupé en entier par un brouillard uniforme, à plus forte raison lorsque ce brouillard descend sur le sol, il peut

paraître impossible de constater le cours réel des vents dominants. Cependant lorsque l'on connaît les conditions dans lesquelles les brouillards se forment dans la localité, on peut en déduire la direction du vent régnant. A Lausanne, par exemple, où il n'existe pas de plaines marécageuses, les brouillards ne se montrent que dans deux circonstances : 1° En hiver, surtout en novembre et en décembre, ils couvrent à la hauteur de 50 à 200 mètres, le bassin de nos lacs, tandis que la partie supérieure de l'atmosphère jouit d'un splendide soleil, sous l'influence de légers vents du nord. 2° Au printemps, par un dégel subit ou après des pluies froides, un brouillard passager couvre nos collines; mais il ne tarde pas à se dissiper sous le souffle des vents du sud ou de l'ouest.

Les résultats de l'observation des vents, obtenus par l'examen du mouvement des nuées, sont très-différents de ceux auxquels on arrive par l'observation ordinaire des courants inférieurs. Il suffira pour s'en convaincre de comparer le tableau qui résume les observations que j'ai faites à Lausanne durant l'année 1858, avec celui que publie pour le même espace de temps l'Ecole spéciale de cette ville, dont les observations sont faites avec tout le soin désirable. Ce tableau est compris dans l'aperçu du régime des vents du bassin du Léman qui termine cette notice[1].

Hauteur des nuages. Il pourra paraître extraordinaire d'attacher une importance à l'élévation des nuées dans l'atmosphère. Cette appréciation serait assez inutile, en effet, si elles occupaient indifféremment toutes les hauteurs. Mais ce n'est point là ce qui a lieu. L'observation démontre qu'elles se distribuent par zônes horizontales, se stratifient et que cet état de stratification est leur état normal. Ce point mérite quelques détails.

L'existence de grandes couches dans l'atmosphère est facile à constater sur les Alpes élevées qui encadrent le bassin de notre Léman. Lorsque par un temps calme, surtout si la pureté du ciel a duré plusieurs jours successifs, on s'élève sur une montagne de 2000 à 3000 m. de hauteur qui domine un horizon assez vaste, on s'aperçoit que l'on passe successivement au niveau de plusieurs couches atmosphériques distinctes. Ce passage est indiqué par la différence de transparence des couches. On croit assez généralement que la transparence des couches d'air va graduellement en augmentant du pied de la montagne à son sommet; cela peut bien être dans certains cas, mais le fait est loin d'être constant. L'inverse peut arriver, et les couches inférieures être plus transparentes que les moyennes ou les supérieures. Il existe d'ailleurs ordinairement entre les diverses couches des lignes de démarcation assez tranchées, l'opacité graduellement croissante d'une couche passant brusquement à une couche très-limpide. — Durant l'été 1857, dans un moment où l'atmosphère jouissait d'un calme parfait à la fin d'une

[1] Pour le tableau de l'Ecole spéciale voir à la fin des mémoires de ce numéro.

longue série de beaux jours, je m'élevai à la hauteur de 2500 m. environ. Jusqu'à ce niveau l'atmosphère offrait une teinte enfumée et les objets éloignés se baignaient dans une brume tenue. A mesure que l'on approchait de la limite supérieure la brume devenait plus sensible; mais aussitôt qu'on la dépassait elle cessait subitement et faisait place à un atmosphère d'une limpidité parfaite où le regard plongeait dans un ciel bleu foncé. Au bout de quelques instants de petits nuages se formèrent sur tous les points de l'horizon occidental, à la même hauteur, celle de la limite indiquée entre les couches brumeuses et les limpides. Ces nuages répandus sur un horizon de vingt lieues s'appuyaient tous sur la couche opâque sans y plonger et appartenaient à la partie inférieure de la couche transparente.

Lorsque l'atmosphère est semé de nuages la disposition horizontale des couches d'air est encore plus facile à constater, car alors, si l'on fait abstraction des nuées ascendantes des pentes alpines qui peuvent exister simultanément, on verra les nuages disposés à une égale hauteur sur le Jura, sur les Alpes de la Savoie et sur celles du Valais, quel que soit le vent régnant. La hauteur des cimes et des arêtes des hautes parois formant le bassin du Léman est assez connue pour qu'il soit aisé d'après elle de déterminer celle des nuées voisines.

Il n'est pas rare d'ailleurs d'observer deux couches de nuages correspondant à la partie inférieure de deux zônes horizontales, occupant une grande partie du ciel et se mouvant ordinairement dans des sens différents et même opposés.

Hors le cas où se forment des foyers d'orage, la limite inférieure des couches de nuages est toujours bien déterminée; la supérieure ne l'est souvent pas du tout. On dirait que les nuages sont plongés dans une couche fluide d'égale densité et qu'arrivés, par leur propre pesanteur, à la limite inférieure de la couche, ils reposent sur l'inférieure qui les soutient. Ceci n'est sans doute qu'une apparence, mais elle exprime un fait dont il n'est point facile de se rendre compte. Du reste il va sans dire que cette horizontalité est souvent détruite au contact des hautes sommités par les courants ascendants; je n'ai jamais observé les effets de ces courants dans d'autres circonstances sauf dans la formation des cumulus et des foyers d'orage.

L'horizontalité des couches de nuages persiste avec les vents les plus violents, tant qu'il ne se forme pas de foyers d'orage. S'il s'en forme on voit à chaque bourrasque qui part du foyer les nuages s'abaisser d'autant plus que la bourrasque sera plus forte. La bourrasque passée, les nuages se retrouvent à la hauteur qu'ils avaient auparavant.

Les couches inférieures de nuages sont assez souvent soumises à l'influence des vents locaux; il n'en est pas de même des couches élevées : celles-ci n'obéissent qu'aux vents généraux, aussi peut-on prédire la chute du vent régnant à la surface lorsqu'une couche élevée de nuages se meut dans un sens opposé, a moins, toutefois, qu'une barrière infranchissable, comme le sont pour nous les massifs

orientaux des Alpes centrales, ne permette pas au vent qui règne dans les parties supérieures de s'abaisser.

Les vents froids abaissent ordinairement la couche inférieure des nuages et les vents chauds l'élèvent; cependant il y a de nombreuses exceptions. La température de l'air a bien moins d'influence qu'on pourrait le croire sur les couches horizontales, dès que l'on s'éloigne des pentes de montagnes.

Les vents du nord abaissent généralement la couche inférieure des nuages, ce qui les a fait envisager comme des courants descendants. On a dit le contraire des vents du sud; mais il existe de fréquentes exceptions; l'horizontalité permanente des couches de nuages sur toute l'étendue de notre bassin ne permet pas d'admettre des courants ascendants ou descendants généraux. Les nuages ne tourbillonnent pas dans l'atmosphère comme la poussière, soulevée par le vent; ils s'écoulent, lorsqu'ils ne rencontrent pas d'obstacles, comme le ferait une vaste nappe liquide sur un plan horizontal, (le cas d'orages toujours excepté).

Les vents généraux commencent, disons-nous, dans la hauteur puis s'abaissent plus ou moins promptement. Il arrive cependant aussi qu'à la suite d'orages ou d'un refroidissement brusque dans l'atmosphère, le mouvement débute par les couches inférieures, tandis que les couches supérieures obéissent encore à un mouvement différent. Dans ce cas le courant local précède le mouvement général et semble l'entraîner; ou plutôt, une série de mouvements locaux successivement produits par la même cause, s'ajoutent les uns aux autres et prennent les proportions d'un courant général.

Les chaînes et les massifs de montagnes ont une grande influence sur le cours des vents et cette influence démontre assez que les mouvements atmosphériques qui constituent les vents occupent, relativement parlant, les régions inférieures de l'atmosphère. Non seulement ces obstacles peuvent modifier complétement la direction des courants, ils peuvent même les intercepter en entier. Nous aurons à citer des exemples de l'un et l'autre fait en parlant des vents du bassin du Léman.

La détermination de la hauteur des couches nébuleuses n'est, avons-nous dit, pas difficile lorsqu'on est placé, ainsi que nous le sommes, en face d'un rideau de sommités élevées; partout ailleurs elle est à peu près impossible. Ce n'est point à dire que l'on ne puisse point faire d'erreur et qu'il n'y ait pas de précautions à prendre. En voici des exemples.

Les nuées qui s'élèvent sur les flancs des montagnes en obéissant à des courants ascendants, ne doivent pas être employées comme mesure de la hauteur des couches. Un peu d'habitude les fait bientôt distinguer : elles ne forment pas de strates horizontaux mais s'étalent en divers sens, surtout après la pluie, sur les croupes et dans les gorges; si elles sont entraînées un instant horizontalement par quelque courant, elles ne tardent pas à s'élever jusqu'à ce que les courants horizontaux les atteignent dans leur mouvement ou qu'elles se dis-

sipent. Il en est de même des cumulus qui se transforment en lames horizontales en atteignant des couches en mouvement; ou bien ils se dissipent, ou bien encore ils deviennent des foyers d'orage.

En comparant une couche de nuages avec les hauteurs voisines il faut prendre garde de ne pas se tromper sur la distance et la position réelle des nuées. On évite l'erreur en se plaçant autant que possible en rase campagne, ou sur un point élevé, puis en cherchant à l'horizon les nuages les plus rapprochés des montagnes. Il est rare qu'une couche à nuages n'en compte qu'un petit nombre; il en existe presque toujours sur divers points de la couche et ceux-ci sont alors tous au même niveau; la détermination exacte de la hauteur de l'un d'eux donne celle des autres. Ce fait est à nos yeux l'un des mieux établis par l'observation, il l'est surtout dès qu'il s'agit de vents généraux, parce que les grands courants sont toujours horizontaux.

Le fait de l'horizontalité des couches de nuages n'est pas facile à expliquer. En pays de plaines et sur mer les grands courants atmosphériques (à part le cas d'orage) doivent être, on le conçoit, parallèles à la surface qu'ils parcourent et l'atmosphère former autour du sphéroïde terrestre une série de couches concentriques, c'est-à-dire horizontales. Dans ces conditions-là le rayonnement du calorique ne peut avoir qu'un effet très-limité et ne saurait troubler sensiblement les mouvements horizontaux. Avant que les couches inférieures plus chaudes ne soient élevées de quelques cents mètres elles ont pris la température de la masse et sont entraînées par le mouvement général horizontal, comme nous le voyons tous les jours pour la fumée d'un steamer. De là vient aussi que l'horizontalité se conserve d'autant mieux que le vent régnant est plus sensible. Mais sur un sol accidenté comme celui de la Suisse où les inégalités ont une influence si prononcée sur les courants, il devrait en être tout autrement. Les couches à nuages devraient s'infléchir, s'élever ou s'abaisser suivant les ondulations de la surface; ici devrait se produire une cascade de nuages, plus loin les masses devraient escalader les collines, franchir les cols comme un torrent: or il n'existe rien de semblable. Le vent du nord, par exemple, en arrivant sur le bassin du Léman, franchit le Jorat dont le relief est d'environ 300 m. Le courant ne l'a pas plutôt dépassé qu'il se précipite dans le bassin et en certains endroits forme de vraies cascades. Les nuages ne suivent point ces mouvements et continuent leur course horizontale jusqu'au côté opposé, aux Alpes de la Savoie qui leur opposent une barrière. Le courant vient se heurter contre ce mur, haut de 2000 m. en moyenne et y subit diverses inflexions. Une partie du vent est déjetée à l'orient et s'engouffre dans la vallée du Rhône valaisan en suivant sa direction. Une grande portion franchit l'obstacle où parfois on la voit soulever en tourbillons les neiges fraîchement tombées. La majeure partie s'infléchit à l'occident pour suivre la direction de la vallée du Léman et du Rhône descendant. Les nuages n'obéissent point à ces divers courants; tous s'écoulent uni-

formément et à la même hauteur au S.-O., après s'être un instant arrêtés devant l'obstacle.

A quoi tient la persistance de cette horizontalité au milieu de circonstances qui devraient la détruire à chaque pas? Je ne saurais hasarder qu'une seule explication, la faiblesse d'action des modificateurs locaux divers, comparée à la puissance des agents généraux de mouvement. L'atmosphère est fort rarement immobile; dans nos climats du moins. Souvent ses mouvements sont peu sensibles, il est vrai, ou se passent hors de la portée de notre observation; mais ils n'en existent pas moins. Ils sont le fait de plusieurs causes. Les plus puissantes se trouvent dans le mouvement de translation du globe, dans la différence de température entre les pôles et les régions équatoriales, dans les variations annuelles des saisons, dans la disposition des grands continents eu égard aux mers qui les baignent, etc. etc. Ces causes agissant sur de grandes masses atmosphériques leur impriment un mouvement horizontal, le seul d'ailleurs qu'elles puissent prendre. Ce mouvement ayant lieu sur de grandes masses, ne saurait être sensiblement modifié par les causes locales. Les couches d'air n'adhérant pas les unes aux autres, comme celles des liquides, et l'impulsion qu'elles reçoivent les unes des autres variant suivant la densité et d'autres causes, il en résulte qu'elles tendent sans cesse à se mouvoir par couches plus ou moins indépendantes, et dès là même à se *feuilleter,* si je puis m'exprimer ainsi, tout comme les schistes se sont feuilletés sous l'influence des courants marins. Les causes locales qui seules pourraient troubler cette stratification en produisant des mouvements ascendants ou descendants, n'agissant que par la chaleur, perdent leur influence aussitôt que l'équilibre se produit. Or cet équilibre s'établit si promptement que ces derniers mouvements ne sauraient s'établir. De cette façon les influences locales, trop limitées dans leur action, disparaissent promptement absorbées par les grands mouvements horizontaux.

De là vient peut-être que les années se distribuent ordinairement par périodes plus ou moins longues d'années humides ou sèches, chaudes ou froides, dans une même région, parce que le régime des grands courants une fois établi tend toujours à se conserver identique jusqu'à ce que l'équilibre soit rompu sur une large échelle.

Il est encore un phénomène assez fréquent et que le mouvement des nuées peut seul révéler, je veux parler des courants se mouvant simultanément *en sens différent* ou *même contraire,* mais à des hauteurs différentes. Il va sans dire qu'il ne faut pas voir des courants de ce genre dans les inflexions et les remous souvent bizarres que peut subir un même grand courant dans nos pays de montagnes, ni s'en laisser imposer par les mouvements locaux, ordinairement diurnes, ni par les coups de vent provenant d'orages. Il s'agit ici de courants généraux, plus ou moins élevés et indépendants de la configuration du sol. L'existence de ces courants croisés ne saurait être mise en doute. Elle démontre une fois de plus la disposition stratifiée

des couches atmosphériques, disposition qui leur permet de se mouvoir d'une manière indépendante les unes des autres.

Le cas le plus fréquent est celui où le vent du nord, ou du nord-est, occupe les régions inférieures de l'atmosphère avec obstination, tandis qu'à une grande hauteur de petits nuages et des nimbus sont poussés par le vent d'ouest ou de nord-ouest. Dans ce cas les deux courants se croisent perpendiculairement à leur direction.

En janvier 1858 et à plusieurs reprises, sous le règne exclusif des vents du nord, j'ai vu s'élever à l'est des nimbus et des nimbo-stratus poussés par un courant fort élevé du sud-est, provenant des plaines de la Lombardie où ce vent glacé couvrait alors le sol de neiges et de frimats.

J'ai vu encore, mais plus rarement, le nord-est occuper les régions inférieures à 1000 et 1500 m. de hauteur; tandis qu'à 3000 ou 4000 m. et plus peut-être, le S.-O. poussait les nuées. Le vent supérieur alors ne tarde pas à prendre le dessus; ce qui n'a pas toujours lieu lorsqu'il s'agit de l'O. ou du N.-O.

L'étude de ces courants croisés offrirait un grand intérêt, lorsqu'on pourrait comparer des observations faites sur des points éloignés de 20 ou 30 lieues les uns des autres; à condition toutefois que l'on ne tînt compte que du mouvement des nuages et des courants généraux. On parviendrait ainsi à déterminer les zônes habituelles des courants atmosphériques et par là la vraie statistique des vents d'un continent. Des vents continus et intenses peuvent fort bien ne régner que sur une bande asssez étroite. Lorsque les vents du N. soufflent à Lausanne ils se font ordinairement ressentir en même temps sur tout le cours du Rhône inférieur et jusqu'à la Méditerranée; tandis qu'à Paris ou sur la Manche le calme peut être complet. Le régime des vents généraux du bassin du Léman n'est pas le même que celui du Valais et de la Suisse centrale. La différence est encore plus marquée si l'on compare le versant occidental et nord des Alpes avec leur versant oriental et méridional. Le régime des vents à Munich est entièrement différent du nôtre.

La Suisse offrirait sous ce rapport un champ très-favorable d'observations, parce que nulle part on ne peut mieux déterminer la hauteur relative des couches nébuleuses, ni l'influence des chaînes de montagnes. Les vents d'O. et du N.-O. qui franchissent aisément le Jura, s'arrêtent devant la première chaîne des Alpes. Les vents d'E. ont le même sort dans le sens opposé. Les vents du S.-E. arrivent plus aisément lorsqu'ils sont très-violents jusqu'au bassin du Léman; mais ils n'atteignent pas le Jura, ni la partie occidentale de ce bassin. Pour peu qu'ils inclinent à l'E. leurs derniers tourbillons nous arrivent du N.-E. comme le fait, par exemple, le *Föhn*. Nous aurons occasion de revenir sur ces faits.

Coup-d'œil général sur les vents du bassin du Léman.

Pour déterminer le régime des vents d'une contrée, il importe d'établir exactement sa topographie et surtout la disposition de son relief.

Le bassin du Léman représente un croissant dont la convexité est tournée au nord et les deux extrémités sont, l'une à l'orient, l'autre à l'occident sous le même parallèle[1]. Les contours du croissant sont très-accidentés et fort divers. La concavité est, dans sa moitié orientale, bordée par une chaîne de montagnes élevées de 1500 à 2500 m. formant un rempart continu. Ce rempart n'est interrompu par aucune vallée, quoique plusieurs pénètrent dans son intérieur et s'y terminent par des cols élevés.

A partir du milieu du croissant cette chaîne se contourne au S.-O. en s'abaissant; quelques vallées la traversent de part en part. A l'extrémité occidentale du bassin elle n'est plus élevée que de 6 à 700 m., ne forme plus de rideau continu et se trouve profondément coupée par la gorge du Rhône qui met le bassin du Léman en communication avec les plaines de la France.

Le côté convexe ou nord du croissant, à sa partie orientale, est bordé comme son vis-à-vis par un rempart continu de montagnes de la même élévation, qui court du S.-E. au N.-O. et intercepte les courants du N. Arrivée au tiers du bassin, la chaîne l'abandonne pour se diriger au N.-E. jusqu'au lac de Thoune. Les deux autres tiers de la convexité se divisent en trois parties. La première présente une série non interrompue de collines élevée de 200 à 350 m. au-dessus du lac (Jorat) et courant de l'E. à l'O. de manière à former un nouveau, quoique léger abri, contre les courants du nord. Ces collines occupent à peu près le centre de la convexité du croissant. Entre elles et le Jura se place une seconde partie plus étroite que les deux autres où les rives s'abaissent et forment un vaste et large débouché à la vallée des lacs suisses qui court au pied du Jura, entre celui-ci et le Jorat. La troisième partie enfin est formée par le Jura, élevant un mur continu à l'O., et courant du S.-O. au N.-E.

Cette disposition des bords du bassin modifie considérablement les courants atmosphériques qui se dirigent sur lui. Une seule issue se présente *à l'orient*, porte étroite dont les deux piliers rapprochés s'élèvent à plus de 3000 m. au-dessus de la vallée. Les vents du S.-E. et de l'E. s'engoufreraient par ce passage pour se précipiter sur le lac, si à peu de distance à l'orient une masse considérable de montagnes ne le fermait complétement[2]. Aussi arrive-t-il très-rarement que les vents généraux de l'E. et du S.-E. franchissent cette barrière; s'ils y parviennent ils durent peu et atteignent à grand peine le Jura, placé vis-à-vis de l'autre côté du bassin. Les courants

[1] St Maurice est situé sous la même latitude que Genève. Le bassin du Léman est fermé à l'E. par l'étranglement de St Maurice et à l'O. par celui du fort de l'Ecluse.

[2] M. J. Lamont, dans ses *meteorologischen Untersuchungen* (Abhandl. d. bayer. Acad., B. VIII, Abth. I), se trompe lorsqu'il trouve dans la vallée du Valais un long chenal conduisant les courants chauds du midi sur l'Allemagne méridionale. Il oublie que cette vallée est fermée à ses deux extrémités par d'énormes massifs qui interceptent complétement les courants inférieurs, les seuls chauds.

constants venant du S.-E., observés dans la vallée d'Aigle et parcourant l'extrémité occidentale du lac, appartiennent tous à des vents locaux.

Au *midi* les courants atmosphériques trouvent à l'extrémité occidentale du bassin, une issue large et facile dont ils profitent pour s'étendre de là à l'E. et au N.-E. Les courants directs du midi ne s'observent qu'à une grande hauteur de l'atmosphère; car les Alpes de la Savoie ne leur livrent pas de passage. Tous les vents du S. et du S.-O. prennent sur le lac de Genève la dernière de ces directions; arrivés vers son extrémité orientale ils s'infléchissent de plus en plus à l'E. et dans la vallée d'Aigle ils courent même du N.-O. au S.-E. Le courant du S.-O. a sa plus grande force le long du Jura dont il suit la chaîne jusqu'au Rhin; de là vient que, sous son empire, les précipités atmosphériques sont plus abondants dans cette direction.

A *l'ouest* les vents rencontrent un premier obstacle dans la chaîne du Jura; mais elle n'est ni assez élevée, ni assez escarpée du côté de la France pour les intercepter : ils la franchissent donc aisément mais brisés et singulièrement affaiblis. Les précipités qu'ils produisent dans l'atmosphère sont toujours abondants; mais leur influence ne s'étend pas au-delà des premières chaînes des Alpes, au pied desquelles ils viennent expirer.

Les vents du *nord* sont plus favorisés que les autres par la disposition du sol; aussi sont-ils fréquents et souvent violents, sans atteindre jamais cependant l'impétuosité de la *Bora* à Trieste ou du *Mistral* à Nimes. Venant du midi de l'Allemagne ils trouvent une large issue au travers de ce que l'on appelle la plaine suisse, comprise entre les Alpes et le Jura. Suivant le cours de l'Aar, qu'ils remontent, ils arrivent jusqu'au Jorat insuffisant pour les arrêter dès qu'ils sont un peu vifs. La vallée de la Venoge leur ouvre d'ailleurs un passage facile du bassin du lac d'Yverdon à celui du Léman. Marchant dès ce moment toujours dans la direction du N.-E., ils se précipitent sur Genève avec d'autant plus d'impétuosité qu'ils y sont plus resserrés entre le Jura et les Alpes.

Les vents du nord sont ceux qui se prêtent le mieux à l'étude des modifications des courants sous l'influence des accidents du terrain. Lorsqu'ils sont légers, les collines du Jorat suffisent pour en préserver la portion du bassin qu'elles abritent; le courant prend alors d'autres directions; il suit d'abord la vallée de la Venoge et le pied du Jura en se dirigeant sur Genève. Une autre portion s'écoule le long du pied des Alpes et vient descendre, à peine sensible, sur l'extrémité orientale du lac; un troisième courant plus faible, en débouchant de la vallée de la Venoge se dirige à l'E. et se répand sur le lac. De là vient que suivant les heures de la journée le même courant se perçoit à Lausanne, tantôt au N.-E., tantôt à l'O., et tantôt au S.-E. Il arrive même, lorsque le vent du nord fraîchit, qu'un remout assez fort survient sur une portion du bassin et souffle directement du S. pendant quelques heures. L'observateur qui ignore ces

variations ne manquera pas de noter à chaque fois un vent différent quoique le nord n'ait pas cessé de souffler.

Lorsque le courant du nord est plus intense il n'est plus arrêté par le Jorat, il le franchit et se précipite dans le bassin du lac en formant des cascades dont la direction change suivant les localités, soufflant ici du N.-O., là du N., plus loin du N.-E. Il est même un point du lac où deux courants, l'un du N.-E., l'autre du N.-O. se rencontrent et entrent en lutte au grand détriment des embarcations qui ont à subir à la fois ces deux courants convergents.

C'est aussi dans les mêmes circonstances que l'on voit le vent du N. descendre la vallée de la Venoge du N. au S.; un peu plus à l'orient, se fléchir brusquement à l'E. puis au S.-E. en se heurtant contre les parois des Alpes; tandis qu'à l'occident il prend la direction S.-O. Voilà comment dans la vallée d'Aigle des vents opposés, comme le N. et le S., soufflent à peu de chose près dans la même direction; tant il faut tenir compte, en pays de montagnes, de la direction des chaînes et des vallées.

Le tableau suivant, dressé pour l'année 1858, donne une idée du régime habituel des vents dans le bassin du Léman. J'ai mis à sa construction un soin particulier en consultant presque toujours le cours des nuées pour déterminer les vents. Il suffira de le comparer à celui qui résume pour la même année les observations faites à l'Ecole spéciale de Lausanne[1], pour se convaincre combien les résultats obtenus par les deux procédés sont différents et combien par conséquent les bases de l'observation des vents sont encore arbitraires.

MOIS.	N.	N.E.	E.	S.E.	S.	S.O.	O.	N.O.	Calmes
Janvier	9,67	41,93	0	4,83	0	4,83	6,43	32,25	2 jours
Février	23,21	5,37	»	8,93	3,55	26,79	21,43	10,70	0
Mars	13,80	15,52	»	0	3,45	36,20	13,80	17,24	2 1/2 »
Avril	12,07	15,52	»	1,70	7,00	31,00	7,00	17,20	3 1/2 »
Mai	19,20	4,84	»	1,60	14,52	38,55	8,00	13,00	2 »
Juin	11,11	41,66	»	0	5,50	22,22	13,90	5,50	13 »
Juillet	7,54	1,90	»	3,77	37,73	32,07	1,90	15,09	4 1/2 »
Août	24,07	11,11	»	1,90	14,81	24,07	20,37	3,70	4 »
Septembre	37,90	3,45	»	0	5,17	34,50	10,34	6,90	1 1/2 »
Octobre	33,72	13,56	»	3,39	1,70	22,03	5,08	20,34	3 »
Novembre	37,50	19,64	»	0	14,28	25,00	1,79	1,79	2 1/2 »
Décembre	8,20	45,90	»	0	1,64	32,80	1,64	9,83	0
Moyennes	19,83	18,36	0	2,17	9,11	27,50	9,47	12,79	

[1] Voir à la fin de ce numéro.

OBSERVATIONS EXCEPTIONNELLES,

suivant les mois.

Janvier. Règne presque exclusif des vents du N. Le S.-E. apparaît deux ou trois fois à une grande hauteur au midi, tandis que le N.-E. règne dans le bas. Les courants du S.-O. et de l'O. sont accidentels et ne se montrent qu'un moment.

Février. Trois fois tandis que le N. souffle dans le bas le S. ou le S.-O. se montrent dans la hauteur. Retour plus fréquent des courants du S.

Mars. Un jour, le 13, trois courants se montrent simultanément à des hauteurs différentes. Le S. et le S.-O. continuent contre l'habitude de la saison.

Avril et *mai.* Assez semblables. Deux fois on observe simultanément deux courants opposés. Ceux du S. alternent avec ceux du N.; mais les premiers dominent.

Juin. Stabilité atmosphérique remarquable. 26 jours de calme. Vents presque tous locaux. Grandes chaleurs.

Juillet. Les vents du S. dominent presque sans interruption.

Août. Courants du N. dans la première moitié, du S.-O. et de l'O. dans la seconde. Les vents d'O., fréquents en juillet, se montrent fort tard cette année.

Septembre. Deux séries de sept jours chaque, d'abord de vent du N. puis de vent du S.-O.

Octobre. De sept en sept jours l'alternance des vents continue; mais à la fin le N. conserve la prééminence.

Novembre. Nord violent, presque continu: courtes périodes intercalées de vents du S. et du S.-O.

Décembre. Deux séries; la première de vent du N., durant quinze jours, avec brouillard à 100-300 m. de hauteur; soleil radieux au-dessus (habituel dans cette saison). — Deuxième série de onze jours de vent du S.-O. qui clos l'année.

NOTES.

1° Les observations qui ont servi de base au tableau ont eu lieu deux fois par jour, dans la matinée, puis le soir. Je n'ai pas choisi pour cela une heure fixe afin de laisser à l'observation toutes les chances désirables de justesse.

2° Les journées et demi-journées parfaitement calmes ne sont pas comptées dans le chiffre des vents.

3° Les chiffres expriment le rapport pour 100 entre le nombre des observations d'un même vent et le total de celles du mois.

4° Dans la construction du tableau j'ai adopté le cadre de l'Ecole spéciale de Lausanne, afin de le rendre comparatif. Dans notre localité, je crois, que ce modèle ne répond pas à l'état général des vents. Chez nous, en effet, il

n'existe que deux courants généraux tour à tour dominants; l'un du N. l'autre du S.; mais l'un et l'autre ne soufflent pas souvent directement, surtout dans les basses régions de l'atmosphère. Le Nord, suivant son intensité, se montre d'abord au N.-O., puis au N. et enfin au N.-E. Ces trois directions n'en font proprement qu'une; aussi le peuple dit-il que le N.-O. *tient la bise par la main.*

Les vents du S. sont presque toujours perçus du S.-O.; le Sud direct est exclusivement élevé; le S.-O. est souvent précédé du S.-E. qui n'en est alors que le premier souffle.

Les vents d'E. n'existent pas sur notre bassin; s'ils parviennent à franchir les Alpes, ils soufflent du S.-E., quelquefois même du N.-E. (le Föhn par exemple).

Les vents d'O. ne sont pour l'ordinaire que des courants transitoires ou locaux; ils passent vite au N.-O. — Cependant ils apparaissent certaines années, en été, comme vent dominant. Sur le lac ils inclinent au S.-O.

5° En modifiant le tableau d'après les données précédentes nous arrivons auxmoyennes suivantes :

Courants du nord; (N.— N.-E. et N.-O.) 50,98 pour 100, ou la moitié des vents observés dans l'année.

Courants du Sud : (S. et S.-O.) 36,61 pour 100, soit environ le tiers des vents notés; mais si l'on ajoute une partie des courants de l'O. et du S.-E., la proportion irait bien jusqu'à 40 pour 100.

Le reste des observations se partagerait entre les vents d'O. et du S.-E. vrais.

Les époques de calme complet et prolongé ont lieu sous l'influence insensible des vents du N.

Ces résultats diffèrent considérablement de ceux obtenus par M. le Dr Lamont, à l'observatoire de Münich. Dans cette localité ce sont les courants de l'E. et de l'O. qui sont les plus fréquents; après eux viennent ceux du N. et en dernière ligne ceux du S. — Il est probable que les vents du N. y sont souvent représentés par ceux de l'E. et ceux du S. plus souvent encore par ceux de l'O. La disposition du relief terrestre doit expliquer ces différences.

NOTE SUR LE DÉCROISSEMENT DE LA TEMPÉRATURE PENDANT L'ÉPOQUE TERTIAIRE PROUVÉ PAR LES FAUNES FOSSILES DE L'ITALIE.

Par Mr **C.-T. Gaudin.**

(Séance du 3 novembre 1858.)

Après avoir lu le mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane, M. l'avocat Giovanni Michelotti, de Turin, m'a envoyé une note destinée à confirmer par une série d'observations différentes, la diminution graduelle de température que l'on observe dans le climat tertiaire et qui se révèle par le nombre toujours décroissant d'espèces végétales propres aux régions intertropicales et par l'apparition d'espèces qui pourraient supporter nos climats tempérés.

« Une telle idée, dit M. Michelotti, trouve ici une autre preuve qui n'est pas moins importante. Dans nos bancs du miocène infé-