

Communication de M. le Dr Hirsch sur les baromètres anéroïdes à enregistrement électrique

Autor(en): **Hipp**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **7 (1864-1867)**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-88014>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

COMMUNICATION

de M. le D^r HIRSCH

SUR LES BAROMÈTRES ANÉROÏDES

à enregistrement électrique

de M. HIPP.



Notre collègue, M. Hipp, m'a prié d'examiner et de déterminer l'exactitude de plusieurs de ses baromètres enregistreurs, dont il a fait voir un exemplaire à la Société dans sa séance du 15 janvier 1864. Je l'ai fait d'autant plus volontiers que, ne connaissant jusqu'à présent que la méthode photographique qui ait donné des résultats satisfaisants pour l'enregistrement du baromètre, il m'a semblé que si les instruments anéroïdes à enregistrement électrique de M. Hipp fonctionnaient avec une régularité et une exactitude suffisantes, ils pourraient être employés avec avantage dans la météorologie, vu que la méthode photographique, qui demande une installation spéciale et exige des frais considérables, ne peut être employée que dans les grands observatoires de premier rang. D'un autre côté, il me paraissait intéressant de suivre une fois de près plusieurs baromètres anéroïdes, en les comparant avec le baromètre à mercure, pour arriver à une opinion motivée sur le mérite de ces instruments et sur les irrégularités que plusieurs observateurs ont remarquées dans leur fonctionnement. Je pouvais espérer qu'en examinant si les instruments enregistreurs de M. Hipp répondaient à leur but, je déciderais en même temps si le baromètre anéroïde peut être envisagé comme un instrument de précision, propre non seulement à indiquer au public le temps qu'il fera, mais aussi au physicien la pression de l'atmosphère.

M. Hipp m'a soumis trois de ces instruments, en tout pareils à celui que vous avez déjà eu sous les yeux (1), de sorte que je puis me dispenser d'en décrire la construction. Je les ai fait fonctionner au moyen d'une pendule qui fermait à toutes les heures le courant d'une pile de 9 petits éléments. On a fait le relevé de leurs indications au moyen de la petite machine que M. Hipp vous a montrée également. En même temps, mon aide a fait la lecture de notre baromètre Fortin à toutes les heures. En comparant à chaque lecture du baromètre à mercure l'indication correspondante de l'instrument enregistreur exprimée en parties de la division de la machine à relever; on pouvait ainsi contrôler exactement la marche de l'anéroïde. Mais il y avait un point important à examiner; c'était l'influence de la température sur les instruments enregistreurs. Dans ce but, je les ai mis et fait fonctionner dans notre étuve à température constante, que je chauffais à 30° environ. De cette manière, il fut possible de déterminer pour chaque instrument les trois constantes qu'il faut connaître pour transformer leurs indications en millimètres de pression atmosphérique. Ces quantités sont :

1° *L'état* ou si l'on veut le point zéro de l'instrument enregistreur, c.-à-d., la position de son aiguille, exprimée en parties de division de la machine à relever, qui correspond à une certaine hauteur barométrique, disons à 700^{mm}.

2° *La marche* de l'instrument enregistreur ou bien la quantité exprimée en parties de division de la machine à relever, qui correspond à la variation de 1^{mm} de pression atmosphérique.

3° *Le coefficient de température*, c.-à-d., la quantité dont l'aiguille se déplace si la pression reste constante et que la température change d'un degré.

Ces trois constantes ont été déterminées pour les différents appareils, soit par la méthode des moindres carrés, soit par celle des approximations successives. Ce travail une fois fait, on a réduit les indications des instruments enregistreurs de la manière suivante. Pour chaque période où son point zéro n'a

(1) Voir Bulletin de 1864. Tome VI, 3^{me} cahier page 454.

pas été changé (car la largeur du papier n'embrassant qu'une partie de l'amplitude barométrique, il faut quelquefois déplacer l'aiguille), on prend les moyennes des indications de l'anéroïde et du baromètre à mercure, réduit à 0°; les différences de chaque indication individuelle de l'anéroïde d'avec la moyenne, sont transformées en millimètres de pression au moyen de la seconde constante, et ces différences ainsi transformées sont ajoutées à la moyenne des lectures barométriques; à ces chiffres on applique enfin la correction de température pour les réduire à 0°. Les résultats ainsi obtenus, doivent s'accorder avec les observations directes du baromètre à mercure dans les limites des erreurs d'observation, pour qu'on puisse envisager le baromètre anéroïde enregistreur comme instrument de précision, dont on peut faire usage pour des observations scientifiques. Vous verrez que c'est le cas et que ces baromètres enregistreurs, pourvu qu'on s'en serve d'une manière rationnelle, donnent des résultats parfaitement comparables aux observations faites à l'aide du baromètre à mercure. Pour en donner la preuve, je vais maintenant vous communiquer quelques détails sur la marche des trois instruments.

Je parlerai d'abord des deux instruments qui portent les n° 2446 et 2447 et que j'ai pu observer pendant une semaine environ; le n° 2445 a montré un défaut très curieux dans une de ses boîtes anéroïdes, de sorte qu'elle a dû être changée.

Le n° 2446 a été en observation pendant 9 jours et le n° 2447 pendant 6 jours seulement; tous les deux ont passé un jour dans l'étuve, dont la température différait de celle de la salle d'environ 15°. Il est à regretter que, pendant le temps de l'observation, la pression atmosphérique ait varié dans des limites très-étroites, seulement d'environ 10^{mm}, ce qui a naturellement rendu plus difficile la détermination de la marche des instruments anéroïdes.

Le tableau 1 contient les résultats pour ces deux instruments. On observe d'abord pour le n° 2446 une remarquable constance de sa marche dans les différentes températures; car, tandis que dans la température ambiante de 15°,5 son aiguille se déplaçait de 19,4 parties de division pour chaque millimètre de variation

barométrique, elle changeait de 18,7 pour la même variation, lorsque l'instrument se trouvait dans la température de 30°. Cette compensation presque parfaite doit être attribuée au hasard, qui a voulu que les différents leviers employés dans ces instruments pour transmettre le mouvement des capsules à l'aiguille, se dilatent en sens contraire à peu près de la même quantité. Nous verrons que dans les deux autres instruments, cette compensation est loin d'être obtenue au même point.

Par contre, on voit que le n° 2446 a changé, entre le 25 et le 26 septembre, son point zéro d'une quantité notable sans que je puisse en donner une raison; ce déplacement est de 38 parties de division qui correspondent presque à 2^{mm} de pression. Il y a eu deux autres déplacements de ce genre, qui ne sont pas aussi considérables; celui que l'instrument a éprouvé après être sorti de l'étuve s'élève cependant à 15 parties de division = 0^{mm},76 de pression. On voit ainsi que si l'on s'était fié à la position invariable de l'aiguille, on aurait commis des erreurs considérables. Si, au contraire, on tient compte de ces déplacements, on voit que les indications de l'instrument enregistreur ne montrent, par rapport au baromètre à mercure, qu'un écart probable de $\pm 0^{\text{mm}},11$, c.-à-d., qu'en prenant une indication quelconque du baromètre anéroïde pour celle du baromètre à mercure, on ne risque qu'une erreur de 0^{mm},11.

Le n° 2447 a montré également, après être sorti de l'étuve, un saut irrégulier de 23 parties de division, correspondant à 1^{mm} de pression. Il a en outre une correction pour température assez forte; car tandis que son aiguille s'est déplacée, pour 1^{mm} de variation barométrique, de 20 parties dans la température de 15°; à l'étuve à 30°,4, elle a changé de 34 parties de division. Si l'on tient compte de cette correction et du changement du point zéro, on voit de nouveau que les indications de cet instrument, transformées en millimètres de pression, ne s'écartent des lectures barométriques que de la quantité probable de $\pm 0^{\text{mm}},11$.

On voit ainsi que ces deux instruments, si on les contrôle convenablement par le baromètre à mercure, n'exposent qu'à une erreur de 0^{mm},1, ce qui est la limite d'exactitude dont on se contente ordinairement dans les observations barométriques.

ques. D'ailleurs, il n'y a pas de doute que si j'avais pu les observer plus longtemps et dans des conditions plus favorables, cette limite d'erreur se serait abaissée encore d'avantage, comme c'est le cas pour le troisième instrument, qui porte le n° 2445.

Cet appareil m'a d'abord beaucoup intrigué; car l'ayant observé depuis le 16 septembre au 8 octobre, sa marche paraissait tellement irrégulière, que tous les essais d'y trouver une loi quelconque ne réussirent pas d'abord. Enfin, jem'aperçus qu'il y avait un déplacement continu et à très peu près régulier de l'aiguille. Il a été constaté en effet que l'aiguille se déplaçait, pendant l'époque des 17 au 28 septembre, de *32 parties de division* = $1^{\text{mm}},20$ par jour.

Plus tard, après que l'instrument eut été démonté, pour le nettoyer et changer l'huile, cette diminution régulière du point zéro se retrouvait encore, quoique un peu plus faible; car du 6 au 8 octobre, l'aiguille se déplaça de 26,6 parties de division = $0^{\text{mm}},99$ par jour.

Si l'on tient compte, d'après les chiffres ci-dessus, du déplacement de l'aiguille, les indications de l'anéroïde s'accordent avec le baromètre dans les limites d'une erreur probable de $\pm 0^{\text{mm}},11$.

Cette observation est bien curieuse; car apparemment elle ne peut s'expliquer que par l'hypothèse qu'une des capsules anéroïdes de l'instrument avait un défaut qui permettait l'entrée d'une minime quantité d'air, de telle sorte que la force avec laquelle son élasticité supportait la pression atmosphérique diminuait chaque jour de 1^{mm} environ. En effet, M. Hipp en séparant les deux capsules a bientôt trouvé la coupable et a pu constater qu'il fallait diminuer chaque jour la force du ressort antagoniste pour lui faire équilibre. Je mets cette capsule sous vos yeux et vous pourrez vous convaincre qu'en apparence ses parois sont parfaitement intactes. En effet, il faut supposer une discontinuité moléculaire presque infiniment petite, pour se rendre compte de l'entrée d'une si minime quantité d'air. Il serait intéressant de la soumettre à la pression d'un grand nombre d'atmosphères pour découvrir la place et la nature du défaut du métal.

Après que M. Hipp eut remplacé la boîte défectueuse par une autre, j'ai observé de nouveau le même instrument, depuis le 2 novembre jusqu'à présent. Au commencement, pendant une semaine, je l'ai comparé à toutes les heures au baromètre, et je l'ai mis deux fois à l'étuve, le 10 novembre et le 16 décembre, de sorte que sa marche aussi bien que son coefficient de température ont pu être déterminés avec une grande exactitude.

On a trouvé que pour cet instrument l'aiguille se déplace de 26 parties de division pour 1^{mm} de variation barométrique, ou bien qu'une de ses parties de division correspond à $0^{\text{mm}},0386$ de pression. Son coefficient de température, c'est-à-dire la quantité dont son aiguille se déplace, à pression constante, si la température change de 1° , est égal à $6_{\text{p}},532 = 0^{\text{mm}},25$.

Depuis le 16 novembre, je me suis contenté de faire faire les trois lectures ordinaires du baromètre à 1 h., 9 h. et 19 h.; en comparant à ces lectures les indications correspondantes du baromètre enregistreur, j'ai pu déterminer pour chaque jour le point zéro de ce dernier. Le tableau 2 fera voir que cet appareil a montré également des déplacements du point zéro sans cause apparente; mais ils sont beaucoup moindres et ont presque complètement disparu dernièrement. Au moyen de ces états et des deux constantes, donnés tout à l'heure on a transformé les indications de l'anéroïde pour toutes les 24 heures en millimètres de pression barométrique. Cet appareil fonctionne avec une exactitude si remarquable, que l'erreur probable d'une quelconque de ses indications, déterminée par 96 comparaisons avec le baromètre à mercure, n'est que de $\pm 0^{\text{mm}},044$; c'est là presque l'erreur des observations d'un baromètre Fortin.

Pour avoir une mesure encore plus exacte de l'erreur à craindre pour une indication quelconque de cet appareil enregistreur, j'ai fait faire pendant plusieurs jours des lectures horaires du baromètre et en réduisant de la manière que je viens d'expliquer les indications de l'anéroïde au moyen des heures normales de 1 h., 9 h. et 19 h., j'ai cherché pour les autres heures les écarts entre les observations directes du baromètre et les indications de l'anéroïde réduites. L'erreur

probable ainsi déterminée est $\pm 0,^{mm}054$. On peut donc affirmer, que si l'on procède, comme je l'ai fait, c'est-à-dire si l'on contrôle l'anéroïde enregistreur par trois observations barométriques par jour, les résultats fournis par ces instruments enregistreurs de M. Hipp sont parfaitement comparables aux observations directes du baromètre.

D'un autre côté, cet instrument, comme les deux autres, a démontré qu'il est impossible de s'en servir pour des mesures absolues et sans les contrôler régulièrement par un baromètre à mercure, à cause des déplacements subits de leur point zéro, déplacements dont la cause gît probablement dans les capsules anéroïdes elles-mêmes, et non pas dans le mécanisme enregistreur.

Je termine cette communication en ajoutant encore une remarque, qui ne sera pas sans importance pour les physiciens qui voudront se servir de ces baromètres enregistreurs. C'est le temps qu'il faut employer chaque jour pour les relever et les réduire. Mon aide, après avoir acquis l'habitude nécessaire, met 3 minutes pour relever les 24 observations d'un jour au moyen de la petite machine; la réduction, après qu'on a déterminé une fois les constantes, exige environ 10 minutes de calcul par jour, de sorte qu'on peut évaluer tout le travail à moins d'un quart d'heure par jour.

Tableau II.

ÉTAT DU BAROMÈTRE ENREGISTREUR

N° 2445.

CORRESPONDANT A 720^{mm} DE PRESSION ATMOSPHERIQUE.

Novembre	16	638 p	Décembre	9	615 p
	17	640		10	618
	18	643		11	610
	19	648		12	613
	20	634		13	612
	21	634		14	614
	22	635		15	612
	23	640		16	609
	24	629		17	612
	25	629		19	614
	26	628		20	615
	27	628		21	620
	28	626		22	618
	29	615		23	616
	30	612		24	619
Décembre	1	611		25	618
	2	611		26	614
	3	610		27	616
	4	610		28	611
	5	612		29	617
	6	611		30	620
	7	612		31	618
	8	612			

NB. Les barres transversales indiquent les jours où l'aiguille a été déplacée intentionnellement, pour la remettre au milieu du papier; il va sans dire qu'on a mesuré avec soin ces déplacements et qu'on en a tenu compte.



Séance du 20 janvier 1865.

Présidence de M. L. COULON.

M. Desor donne communication des comptes de la Société qui présentent un déficit de fr. 487»30.

L'examen des comptes est renvoyé au bureau qui est chargé de faire rapport dans la prochaine séance.

On décide qu'il sera fait des démarches auprès du conseil administratif de la Commune, pour obtenir l'éclairage gratuit du local de nos séances.

M. *Desor* rend compte des explorations géologiques entreprises récemment en Californie par M. Whitney, chargé par le gouvernement de l'Union d'étudier spécialement les terrains aurifères de la Sierra-Nevada et de la Chaîne littorale (Coast-Range). (Voir *Appendice*).

M. *Hirsch* fait part du résultat de ses recherches sur le fœhn, pour l'étude duquel il a tiré parti des observations faites dans les 84 stations fédérales de météorologie. Bien que les tableaux publiés ne comprennent encore que six mois, il a pu cependant tirer des conclusions d'une certaine valeur, et il croit qu'elles ne seront pas contredites par le résultat des six mois qui suivront.

Les chiffres obtenus par l'analyse d'observations faites sur le territoire entier de la Suisse établissent :

1° Que les vents du sud, en général fort rares, sont dans leur grande majorité des vents humides et ne peuvent donc pas avoir l'importance prépondérante qu'on leur attribue sur la fonte des neiges dans nos Alpes.

2° Que les vents les plus secs, et qui doivent par conséquent activer plus que tout autre la disparition des neiges, ne sont point, dans leur grande majorité, des vents du sud.

Ces conclusions sont appuyées par de nombreux tableaux contenant le résumé des observations dont il a entrepris le dépouillement (Voir *Appendice*).

M. *Desor* remercie M. *Hirsch* pour le travail considérable qu'il vient de présenter, travail qui sera utile non-seulement dans le sujet actuel, mais probablement dans bien d'autres questions. Cependant les conclusions qu'il vient d'entendre lui paraissent trop absolues; elles réduisent le *fœhn*, considéré comme vent desséchant, à des proportions tellement minimales qu'elles semblent le supprimer presque entièrement. Les chiffres, dans les observations météorologiques, sont sans doute un élément dont il faut nécessairement tenir compte; mais est-ce uniquement avec des chiffres et sous des directions invariables que le *fœhn* doit être étudié? M. *Desor* croit que les effets physiques et physiologiques de ce vent sont un sûr moyen de le faire reconnaître chaque fois qu'il vient à souffler, et ces propriétés sont si connues dans les contrées visitées par ce courant d'air, que chacun est d'accord sur son identité et que cela ne fait pas l'ombre d'un doute, quelle que soit du reste sa direction qui n'est pas toujours exactement celle du sud au nord. Sans parler de son influence sur l'humeur des personnes nerveuses, ce vent possède des propriétés desséchantes à un degré tel que, pendant l'été, dès qu'il est signalé dans les Alpes, les montagnards se hâtent de faucher l'herbe des prairies élevées et, pour ne pas perdre un instant, ils s'y mettent même

la nuit, car ils savent qu'il suffit alors d'une seule journée pour obtenir la dessiccation complète du foin. A Glaris, on ne conduit jamais du foin au marché les jours de fœhn, et même on ne peut contraindre le vendeur à livrer cette denrée à cause de la perte notable produite par l'extrême sécheresse de l'air et par l'évaporation qui en est la conséquence. La rareté du fœhn n'est pas une raison d'en contester l'existence, car à Glaris même où il a été si tristement célèbre, il ne souffle pas une fois par mois, surtout en hiver, mais en été il est plus fréquent. A ce propos M. Dove a fait remarquer, que la position du soleil en hiver déplace vers le sud les régions les plus chauffées de l'Afrique centrale, et le courant d'air déversé vers le nord ne peut alors nous atteindre facilement; tandis que le contraire a lieu en été où les parties les plus chaudes du Sahara sont alors vers le nord et peuvent nous envoyer leur souffle embrasé. Il se résume en disant qu'on n'a pas assez tenu compte, pour le déterminer, des propriétés physiques et physiologiques de ce vent.

M. *Hirsch* répond que les vents les plus secs ne sont pas les vents du sud; cela est démontré par les tableaux d'observations dont il donne l'analyse. Les vents du sud y sont notés généralement avec une proportion d'humidité qui ne s'accorde guère avec une origine saharienne et qui les range plutôt dans le grand courant équatorial. Ces mêmes tableaux montrent aussi que la cause principale de la fonte des neiges ne peut pas être attribuée au fœhn; on ne peut contester que le vent fréquent et très-sec du nord-est fondera ou fera évaporer plus de neige qu'un vent chaud du sud à-peu-près saturé d'humidité. Ainsi, d'autres vents que le fœhn

peuvent fondre la neige des Alpes. Il rappelle que M. Dove n'a jamais contesté l'existence du fœhn, mais qu'il lui conteste l'action prépondérante qu'on lui attribue. Le fœhn considéré comme venant du Sahara ne peut nous atteindre que rarement à cause de la rotation de la terre qui le jette vers des régions plus orientales, le bassin de la Caspienne par exemple. Cependant, si l'on admet que le courant ascendant, qui se forme au-dessus du Sahara, se déverse non-seulement dans la direction du méridien, mais dans tous les sens, on comprend qu'un courant qui, dans l'origine, se dirigeait vers le nord-ouest, peut être ramené sur la chaîne des Alpes par l'effet de la rotation terrestre. Mais ces souffles isolés et accidentels sont insuffisants pour produire les effets prodigieux dont les charge la théorie de M. Escher. M. Hirsch reconnaît que son travail ne porte que sur six mois d'observations, et qu'il est prudent d'attendre les résultats donnés par l'année entière avant de se prononcer avec quelque certitude; cependant les six mois analysés contiennent la période d'hiver et de printemps, ce qui leur donne dans la question actuelle une valeur incontestable. Pour montrer qu'il est loin de nier le fœhn d'une manière systématique, il rapporte les observations faites les 28 et 29 décembre dernier, à Combe-Varin, et qui attestent les perturbations extraordinaires que ce vent peut apporter dans la température, surtout quand on rapproche ces observations de celles qui se faisaient en même temps à Neuchâtel et à Chaumont.

M. *Ladame* envisage cette question comme fort difficile à résoudre à cause des éléments variés dont elle est compliquée. Il ne croit pas qu'on puisse obtenir des

résultats certains par des moyennes. Il s'attache à combattre les opinions énoncées par M. Hirsch à l'égard des effets de la rotation de la terre sur la direction du vent. Il a été conduit par des considérations mathématiques à des résultats tels qu'il croit qu'on a beaucoup exagéré l'influence de la rotation de la terre sur cette direction. Cette théorie a été combattue par plusieurs météorologistes, entre autres par Saigey et Fournet; aujourd'hui même, elle est loin d'être généralement admise, elle est surtout soutenue par M. Dove. Du reste il se réserve de reprendre cette question dans un travail spécial. — Quant à la disparition de la neige par les vents, il croit les vents chauds du sud incomparablement plus efficaces que les vents du nord même peu chargés d'humidité; la chaleur est ici un élément fort important, car l'humidité relative ne donne pas, comme l'énonce M. Hirsch, le pouvoir desséchant ou évaporant de l'air. Pour apprécier ce dernier, on doit plutôt tenir compte de la différence qui existe entre la tension de la vapeur existant dans l'air avec sa tension à saturation.

M. *Hirsch* exprime sa surprise d'entendre M. Ladame mettre en doute les effets de la rotation terrestre sur la direction des vents; cela est si généralement admis qu'il ne croit pas nécessaire d'insister sur ce point. Quant à l'efficacité des vents du nord-est (qui en été ne sont nullement froids) pour faire disparaître la neige, c'est ce que l'expérience démontre suffisamment et il maintient son opinion à cet égard.

M. *Desor* rappelle les observations faites autrefois au glacier de l'Aar et qui ont établi que la neige ou la glace compacte perdent de leur poids par l'évaporation, autant qu'un volume d'eau d'un poids égal.

Séance du 2 février 1865.

Présidence de M. L. Coulon.

M. *Coulon* annonce que le musée a fait l'acquisition d'un bel exemplaire d'*Ychthyosaurus*, long d'une dizaine de pieds, passablement complet et qui a été placé de sorte que le public puisse facilement l'examiner.

M. *Ladame* justifie son opinion sur le pouvoir desséchant des vents exposée dans la séance précédente, en présentant un tableau qui montre qu'avec la même humidité relative de 0,28 qui correspond à 50° de l'hygromètre à cheveu, les pouvoirs desséchants de l'air sont, toutes choses égales d'ailleurs,

à 0°	de	3,6
10°	»	6,8
20°	»	12,5
30°	»	22

soit près de 7 fois plus puissant qu'à 0°.

En échange, avec des *pouvoirs évaporants égaux*, l'humidité relative étant à 0,28 à 0°

elle sera	0,62	»	10°
	0,79	»	20°
	0,87	»	30°

M. *Hirsch* croit que M. *Ladame* l'a mal compris. Il n'a pas parlé de l'hygromètre, mais du psychromètre dont l'emploi exige que l'on consulte simultanément le thermomètre sec et le thermomètre humide, conjointement avec le baromètre. Ces observations servent à calculer, soit la quantité absolue, soit la quantité relative de vapeur d'eau qui est contenue dans l'air, mais jamais on n'a songé à se servir de l'indication du psychromètre comme mesure d'évaporation.

M. *Ladame* répond que les observations qu'il a faites sont entièrement indépendantes de l'espèce d'instrument dont on s'est servi pour trouver le degré d'humidité de l'air, et afin de rendre si possible la chose plus claire, il présente le calcul suivant, accompagné de trois tableaux établis d'après Kæmtz, indiquant la tension de la vapeur, l'humidité relative et le pouvoir desséchant, pour les divers vents, les différents mois de l'année et pour les altitudes de Zurich, du Righi et du Faulhorn. Soit E le pouvoir évaporant ou desséchant,

f la force élastique absolue de la vapeur de l'air,

F la force élastique à saturation,

$$h = \text{l'humidité relative} = \frac{f}{F}$$

Le pouvoir desséchant sera donné par la formule

$$E = F - f$$

$$\text{ou } E = \frac{f(1-h)}{h}$$

Tension de la vapeur d'eau et humidité relative dans les différents mois de l'année à Halle.

(Météorologie de Kæmtz, page 90).

	Tension de la vapeur d'eau	Humidité relative.	Pouvoir desséchant conclu de la Loi de Dalton.
	mm		
Janvier.	4,509	85,0	0,89 minimum.
Février.	4,749	79,9	1,19
Mars.	5,107	76,4	1,57
Avril.	6,247	71,4	2,50
Mai.	7,836	69,1	3,50
Juin.	10,843	69,7	4,71
Juillet.	11,626	66,5	5,85 maximum.
Août.	10,701	66,1 minimum.	5,49
Septembre.	9,560	72,8	3,57
Octobre.	7,868	78,9	2,09
Novembre.	5,644	85,3	0,97
Décembre.	5,599	86,2 maximum.	0,90

	Tension de la vapeur.	Humidité relative.	Pouvoir desséchant.
	mm		
N.	6,69	0,783 maxim.	1,85 minimum.
N.-E.	6,56	0,775	1,90
E.	6,90	0,730 minim.	2,55
S.-E.	7,31	0,748	2,46
S.	7,82	0,736	2,80 maximum.
S.-O.	7,46	0,748	2,51
O.	7,26	0,744	2,50
N.-O.	6,90	0,765	2,12

Résultat de quatre années d'observations, faites à Halle par M. Kæmtz.

Le premier de ces tableaux nous fait voir que le mois le plus sec, d'après l'humidité relative, est le mois d'août, tandis que d'après la loi de Dalton, c'est le mois de juillet, ce qui trouve en outre sa confirmation dans l'observation des brouillards qui paraissent quelquefois en août, mais pas en juillet, comme j'ai pu le constater par le dépouillement de 30 années d'observations faites à Neuchâtel.

Le second tableau fait voir que le vent le plus sec, d'après l'humidité relative, est celui de l'est, tandis que c'est celui du sud d'après la loi de Dalton.

Enfin, le troisième tableau, dont l'étendue n'a pas permis l'impression, constate que le pouvoir desséchant des régions élevées est extrêmement faible, comparé à celui des plaines, ce qui permet d'expliquer la fréquence des brouillards autour des montagnes et l'existence de nuages à une certaine hauteur dans l'atmosphère, tandis que, au même moment, les plaines sont libres de brouillards et présentent même une évaporation rapide.

M. *Garnier* fait au sujet du *fœhn*, la communication suivante :

En examinant la carte et en se rendant compte de la différence de longueur des degrés de longitude aux latitudes du Sahara et des Alpes, je crois qu'il est possible de démontrer que, contrairement à l'opinion de M. *Dove*, exposée et défendue dans notre dernière séance par notre honorable collègue M. *Hirsch*, le vent du Sahara — d'une partie au moins du Sahara — peut arriver directement sur les Alpes, même sans avoir recours à l'hypothèse, fort acceptable du reste, que l'air chaud, arrivé à une certaine hauteur, se déverse de tous côtés.

Le Sahara, en effet, s'étend à l'ouest jusqu'au delà du 5° de longitude de l'île de Fer, tandis que le méridien du Saint-Gothard est au 27° de longitude. Ainsi le désert s'avance de 22° plus à l'ouest que le méridien de nos Alpes. Il n'est donc pas nécessaire que ce soit l'air du Sahara correspondant au méridien des Alpes qui vienne les toucher.

La différence d'ailleurs entre le 30° parallèle qui traverse le Sahara et celui des Alpes, soit du 46 ¹/₂°, est loin d'être très-considérable. Le degré de longitude au 30° de latitude a 21 ²/₅ lieues (de 25 au degré) et celui du 46 ¹/₂° en a 17 ¹/₄. Ainsi la différence n'est que de ¹/₅. La déviation occasionnée par cette différence d'un cinquième dans la vitesse de rotation ne saurait être bien forte.

En admettant qu'elle soit de 30°, c'est-à-dire que l'air chaud qui s'élève au trentième degré de latitude s'infléchisse dans son trajet vers le nord peu à peu vers l'est, en décrivant une courbe qui viendrait aboutir,

au 46° de latitude, à un point tel qu'une ligne tirée de ce point au point de départ, fit un angle de 30° avec le méridien, ce serait l'air du désert partant du $17\frac{1}{2}^\circ$ de longitude qui viendrait atteindre les Alpes.

En effet, du $17\frac{1}{2}^\circ$ de longitude jusqu'au 27° il y a $9\frac{1}{2}^\circ$ qui, à raison de $21\frac{2}{3}$ lieues par degré, font 206 lieues. La différence entre les deux latitudes, soit du 30° au $46\frac{1}{2}^\circ$, donne $16\frac{1}{2}^\circ$ qui, à 25 lieues, font 412 lieues. On a ainsi un triangle rectangle dont l'un des côtés a 206 lieues et l'autre 412, ce qui donne pour l'angle au sommet nord, 30° , lequel angle est égal à celui que le méridien fait avec l'hypoténuse.

Il n'y a donc aucune exagération à admettre que tout l'air du Sahara à l'ouest du $17\frac{1}{2}^\circ$ de longitude peut arriver directement sur les Alpes sous forme de vent du sud-sud-ouest.

Si l'on prend la latitude du $23\frac{1}{2}^\circ$, soit celle du tropique du Cancer, où le degré de longitude a un peu moins de 23 lieues, l'on a pour la différence des deux latitudes $46\frac{1}{2} - 23\frac{1}{2} = 23^\circ$, soit à raison de 25 lieues, 575 lieues pour un des côtés du triangle. Pour que l'angle au sommet nord soit de 30° il faudra que l'autre côté ait 287 lieues, et comme le degré de longitude au $23\frac{1}{2}^\circ$ de latitude a environ 23 lieues, ce sera donc de $\frac{287}{23} = 12\frac{1}{2}^\circ$ que devra être ce côté, ce qui en reporterait l'extrémité ouest au $27 - 12\frac{1}{2} = 14\frac{1}{2}^\circ$ de longitude. Ce serait donc tout l'air à l'ouest du $14\frac{1}{2}^\circ$ qui pourrait atteindre les Alpes, et comme au 23° parallèle le désert s'étend jusqu'à la mer, c'est-à-dire jusqu'au 2° degré, ce serait un espace de $12\frac{1}{2}^\circ$ soit, à 23 lieues, de 287 lieues de long qui fournirait de l'air chaud et sec pouvant parvenir à nos Alpes.

En admettant une déviation de 30 pour une différence dans la vitesse de rotation qui n'est que du quart ou même du cinquième seulement, on fait sans aucun doute la part assez large, d'autant plus que la vitesse acquise doit nécessairement s'amortir peu à peu par le frottement. Il est évident, en effet, que si la terre venait subitement à s'arrêter dans sa rotation, l'air ne continuerait pas indéfiniment à se mouvoir vers l'est avec la vitesse initiale, mais finirait par devenir immobile.

D'ailleurs, en traçant une courbe correspondant aux différences de vitesse de rotation des différents parallèles, la déviation reste au-dessous de 30° pour le 46 1/2° de longitude. En arrivant du 23° au 24° parallèle dans sa direction vers le nord, l'air ne peut subir qu'une déviation insensible, la différence de vitesse de ces deux parallèles n'atteignant pas même 1 pour cent. Au 30° parallèle elle commence à devenir plus apparente, elle y est de 6 pour cent; au 35° elle est de 11 pour cent; au 40° de 17 pour cent et au 46 1/2 de 25 pour cent. Comme la longueur de la trajectoire, dans sa direction nord, est de 46 1/2 — 23 = 23 1/2° de latitude, soit de 587 lieues, on peut donc admettre que si l'air a conservé en route toute la vitesse de rotation qu'il avait au 23° parallèle, il se trouvera lancé en avant de son méridien de départ du quart de cette quantité de 587 lieues, soit de 147 lieues environ. Or, les degrés de longitude étant de 17 1/4 lieues au 46 1/2° de latitude, ce sera donc de $\frac{147}{17\frac{1}{4}}$ soit de 8 1/2° qu'il se trouvera en avance sur son méridien de départ en arrivant au 46 1/2° de latitude. Ainsi l'air arrivant aux Alpes vers le 27° de longitude serait parti du 27 — 8 1/2 = 18 1/2° de longitude.

D'après les mêmes considérations, l'air du 30° de latitude ne dévient que de 20 pour cent pour arriver au $46\frac{1}{2}^\circ$ de latitude, devrait partir du $22\frac{1}{4}^\circ$ de longitude; car la trajectoire serait de $46\frac{1}{2} - 30 = 16\frac{1}{2} \times 25 = 412$ lieues dont le $\frac{1}{3}$ donne 82 lieues, lesquelles à raison de $17\frac{1}{4}$ lieues par degré de longitude au $46\frac{1}{2}^\circ$ de latitude, font $4\frac{5}{4}^\circ$.

Ainsi tout l'air qui s'élève du tropique du Cancer à l'ouest du 18° , et celui qui s'élève au 30° degré à l'ouest du 22° de longitude, doit pouvoir atteindre les Alpes, et cela sans même tenir compte — car il ne s'agit ici que d'une évaluation purement approximative et non d'un calcul rigoureux, — du ralentissement progressif de la force initiale, laquelle doit cependant nécessairement s'amoinrir dans le trajet, ce qui a pour conséquence de diminuer encore la déviation vers l'est.

Il est à peu près impossible que les vents du Sahara parviennent à la mer Caspienne en suite uniquement de la déviation occasionnée par la différence de vitesse de rotation des deux parallèles. En prenant même le méridien de l'extrémité orientale du Sahara, soit le 45° de longitude, la différence avec la longitude moyenne de la mer Caspienne qui est de 67° sera encore de 22° , ce qui donne à raison de $22\frac{2}{5}$ lieues pour les degrés de longitude du 25° parallèle, 499 lieues. La différence entre le 25° de latitude et le 43° qui est la latitude moyenne de la mer Caspienne, est de 18° soit, à 25 lieues, de 450 lieues. On a ainsi un triangle rectangle dont les côtés sont dans la proportion de 10 à 9, ce qui donne pour l'angle au sommet nord 48° ⁽¹⁾.

(1) Ces triangles, naturellement, sont en réalité des triangles sphériques et non des triangles planes, mais la différence pour

Ce serait donc une déviation de 48° pour une différence dans la vitesse de rotation du $\frac{1}{5}$ seulement (le degré de longitude au 25° de latitude mesurant $22\frac{2}{3}$ lieues et au 43° de latitude $18\frac{1}{4}$), ce qui ne paraît guère admissible.

Quant aux vents qui viendraient du côté sud de l'Équateur, soit du tropique du Capricorne, c'est exactement comme s'ils partaient du même méridien au nord de l'équateur. En effet, en partant du 23° latitude sud, ces vents devront d'abord être déviés vers l'ouest jusqu'à leur arrivée au-dessus de l'équateur, puis en se déversant sur l'hémisphère nord, ils doivent de nouveau être déviés dans la même proportion vers l'est, et en arrivant au 23° de latitude nord, ils devront par conséquent se retrouver exactement sur le même méridien qu'à leur point de départ au 23° latitude sud. Ils se comportent donc absolument comme s'ils partaient du 23° latitude nord et ne peuvent pas davantage arriver à la mer Caspienne que ceux qui s'élèveraient du tropique du Cancer.

Pour le fœhn d'hiver, en admettant que c'est surtout dans cette saison qu'il y aurait impossibilité absolue que le vent d'Afrique arrivât en Suisse, on semble partir de l'hypothèse que c'est essentiellement l'air des contrées où le soleil se trouve au zénith à midi qui doit parvenir en Europe. D'abord, lorsque le soleil se trouve au tropique du Capricorne, il se trouve verticalement sur des contrées de l'Afrique méridionale qui ne paraissent pas être des déserts de sable. Ensuite rien n'em-

la courbure de la terre sur 17 ou 18 degrés est peu considérable et ne peut guère avoir d'influence sur un résultat qui ne prétend qu'à être une simple approximation.

pêche le soleil d'échauffer, quoique naturellement à un moindre degré qu'en été, les sables du Sahara même en hiver et surtout vers le printemps. — A l'équinoxe du printemps le soleil se trouve à midi à 67° au-dessus de l'horizon dans les plaines du désert du 23° de latitude, c'est-à-dire aussi haut que chez nous au solstice d'été, et tout le monde sait qu'à cette époque sa chaleur ne manque pas d'intensité. Rien n'empêche donc qu'au mois de mars et d'avril, il n'y ait des vents très-chauds qui nous arrivent du Sahara.

En résumé, l'effet de la rotation de la terre semblerait avoir été évalué trop haut, du moins quant à ce qui regarde des latitudes qui dépassent peu le 45° . — Sans vouloir aucunement contester la vérité de la théorie de M. Dove dans son essence et dans son application à d'autres contrées, spécialement à la côte ouest d'Amérique, il paraît bien probable cependant que la rotation de la terre ne saurait être un obstacle à ce qu'il nous arrive des vents secs d'Afrique en été, et rien n'empêche qu'en hiver même et surtout vers le printemps, le Sahara ne puisse être assez échauffé pour que l'air qui le couvre s'élève à une hauteur suffisante pour se déverser vers le nord.

Les vents humides du nord de l'Afrique que l'on a allégués contre la théorie qui ferait venir le fœhn sec du Sahara, peuvent venir de l'océan Atlantique dans la direction du sud-ouest ou sud-sud-ouest, passer par dessus une partie du désert sans se dépouiller de leur humidité et retomber à la surface du sol sur les côtes nord de l'Afrique.

Cela n'empêche pas que l'air chaud du désert ne puisse s'élever, traverser les côtes nord d'Afrique à une

hauteur trop grande encore pour qu'il y soit senti et venir atteindre le sol vers nos Alpes⁽¹⁾.

Pour que l'air de l'extrémité ouest du désert ne pût pas arriver aux Alpes, il faudrait qu'il fût dévié de près de 50°. Or, supposer que pour une différence dans la vitesse de rotation du cinquième ou du quart, une déviation si considérable puisse avoir lieu, ce serait évidemment admettre un effet hors de toute proportion avec la cause qui le produit.

Le désert africain doit donc pouvoir nous envoyer son air chaud et sec ; cela ne paraît pas douteux. Son influence sur le climat des Alpes semble par conséquent incontestable et ne paraît pas avoir été exagérée par M. Escher dont l'ingénieuse théorie se trouverait ainsi parfaitement justifiée.

M. *Hirsch* remarque qu'il aurait fallu tenir compte de la vitesse initiale du vent. Son opinion est aussi que la Suisse peut être atteinte par les courants sahariens venant de l'ouest du désert. Mais la question importante à résoudre est celle-ci : le vent nommé *föhn* est-il un courant atmosphérique général et qu'on peut reconnaître à des phénomènes météorologiques constants, ou n'est-il produit que par des courants locaux ? Ensuite de cette solution qui ne peut être trouvée que par la comparaison des observations, on saura si le Sahara actuel joue réellement le rôle prépondérant qui lui a été attribué par M. Escher sur la fonte des neiges

(1) Cette manière de voir semble confirmée par l'observation faite à Alger de petits nuages blancs cheminant rapidement, à une grande hauteur dans la direction du sud au nord, tandis qu'un courant contraire règne à la surface du sol. C'est, à ce qu'il paraît, un phénomène commun et que Bruce avait déjà mentionné dans ses voyages.

alpines, de sorte que si le désert africain disparaissait, notre plateau Suisse serait à son tour de nouveau envahi par les glaciers.

M. *Garnier* répond que le but de ses recherches n'a pas été de trouver un résultat mathématiquement exact, mais seulement approché; que d'ailleurs, plus la vitesse initiale dans la direction du nord serait grande, moins il y aurait de déviation. Il insiste ensuite sur l'existence du courant nommé *föhn*, même en hiver, et que M. *Hirsch* lui-même a reconnu avoir été observé, à Combe-Varin, le 28 décembre dernier. Or ce vent qui a fait monter subitement le thermomètre de $-17,6$ à $-4,2$ degrés, n'a pu provenir que de régions chaudes qui sont, le plus probablement, situées en Afrique, et il ne saurait dans aucun cas être expliqué par un courant local, un froid intense ayant régné dans toute la Suisse à la même époque.

M. *Desor* fait observer que la théorie *Escher* ne suppose pas seulement l'absence du désert, mais encore la présence de la mer. Quant aux influences limitées et restreintes du *föhn* sur certaines parties des Alpes, il ne lui semble pas qu'elles prouvent en faveur de brises purement locales. On sait que le climat de la Suède contraste par sa sérénité avec celui de la Norvège, ce qui n'empêche pas que certaines vallées suédoises ne soient de temps à autre environnées de brouillards ou couvertes de neige pendant que le beau temps règne ailleurs. Le courant général humide qui arrive de la mer est sans doute arrêté par la chaîne scandinave, mais il pénètre aussi par la dépression des cols dans plusieurs vallées situées au revers. On remarque les mêmes faits dans la chaîne des Cordillères. Le *föhn* nous présente

quelque chose d'analogue ; c'est un courant chaud d'Afrique qui atteint les vallées alpines favorablement situées, tandis que d'autres localités y sont moins exposées ou peuvent même s'y soustraire entièrement.

M. *Ladame* cite une théorie de Saigey qui n'admet pas l'existence des grands courants généraux ascendants ou descendants, parce que la variation de température, suivant l'altitude, est extrêmement différente de celle que subirait les masses aériennes en s'élevant ou en s'abaissant par suite de leur dilatation ou de leur contraction. Les vents ne seraient ainsi que des courants locaux, tantôt froids ou chauds, suivant que la force d'impulsion, en les forçant de s'élever ou de s'abaisser, déterminerait une dilatation ou une contraction suivie de refroidissement ou de réchauffement.

M. *Hirsch* rapporte à la Société que M. le comte *Du Moncel* a communiqué à l'Académie de Paris, dans ses séances du 9 et 16 janvier, le fait curieux que le mécanicien *Carlher* a été conduit, par quelques expériences, à douter de la nécessité d'isoler le fil dans les bobines des électro-aimants. M. Du Moncel a fait de nombreuses expériences comparatives avec des bobines ordinaires et ces nouvelles bobines à fil découvert, dans lesquelles les spires successives d'une même couche se touchent, mais dont les couches concentriques se trouvent séparées par des morceaux de papier. Le savant électricien rapporte en chiffres les résultats de ses expériences, d'après lesquels les bobines à fil découvert non-seulement égaleraient les électro-aimants ordinaires, mais dans certains cas les dépasseraient même, quant à l'effet magnétique produit. M. Du Moncel s'explique ces

faits en supposant que les nombreux courants dérivés qui circulent à travers les spires de l'hélice, doivent en surexcitant la pile, contrebalancer l'affaiblissement du courant primitif, et que ces courants cheminant parallèlement à l'axe de la bobine, doivent à leur tour se dériver à travers les spires et augmenter ainsi l'intensité du courant primitif.

MM. Hirsch et Hipp ont trouvé ces faits tellement intéressants qu'ils ont voulu les vérifier. M. Hipp a fait d'abord deux bobines, l'une à fil recouvert, l'autre à fil nu, qui avaient la même longueur de fil (76^m) et par conséquent un nombre de spires très-inégal (2836 et 3626); deux autres bobines avaient au contraire le même nombre de spires (1658). Le noyau et l'armature étaient toujours les mêmes dans les expériences comparatives. On a d'abord maintenu le courant toujours à 50°, en introduisant au besoin de la résistance artificielle au moyen du rhéostat, et on a déterminé la force d'attraction de chacun des électro-aimants à la distance d'abord de 0^{mm},05 et ensuite de 0^{mm},52. Puis on a répété les mêmes huit expériences, en laissant la force de la pile (un grand élément à charbon et zinc) entière, de sorte que le courant était plus fort avec les bobines à fil découvert, qui offraient naturellement une résistance moindre.

Ces expériences ont vérifié complètement le fait fondamental et curieux, rapporté par M. Du Moncel, que des électro-aimants à fil découvert fonctionnent comme les autres, et dans certains cas même avec un effet plus grand que les bobines ordinaires.

M. Hirsch résume ainsi les résultats d'une première série d'expériences :

I. *Le courant ayant la même intensité*, les bobines à fil découvert donnent :

- 1° *à longueur égale du fil*, un résultat *plus faible* dans la proportion de 25 à 7 ;
- 2° *à nombre égal de spires*, un résultat *à très peu près égal*.

II. *Si la pile et la résistance du circuit* (abstraction faite de celle des bobines mêmes) *restent les mêmes et que par conséquent l'intensité du courant était plus forte avec les bobines nues, à cause de leur résistance moindre*, alors ces bobines à fil découvert donnent :

- 1° *à longueur égale du fil* un résultat *un peu supérieur* (6 à 5) ;
- 2° *à nombre égal de spires* un résultat *assez supérieur* ; car pour la distance de l'armature de 0^{mm},05 l'attraction de la bobine nue est à celle de l'autre comme 10 à 7 ; et pour la distance de 0^{mm},52, ce rapport est même 10 à 4.

M. Hirsch envisage le fait principal comme vérifié, mais son intérêt théorique et son importance pratique sont assez considérables pour mériter des recherches ultérieures ; il lui semble surtout important de constater dans quelle mesure la résistance d'une bobine diminue, toutes circonstances du reste égales, par le fait que ces spires ne sont pas isolées, et de voir si cette diminution de résistance et par suite l'augmentation de l'intensité du courant suffit pour expliquer la supériorité que ces bobines montrent dans certains cas. Quant à leur emploi pratique, il paraît qu'elles fonctionnent surtout avec avantage lorsque des courants ont une faible intensité, de sorte qu'on pourrait s'en servir plutôt

pour les sonneries, les horloges électriques, etc., que pour la télégraphie à long circuit.

M. Hipp fait d'abord, devant les yeux de la Société, l'expérience fondamentale en montrant qu'une bobine de 1658 spires à fil découvert de 0^{mm},43 d'épaisseur, avec un courant de deux éléments moyens à charbon, attire son armature à la distance de 0^m,05 avec une force de plus d'un kilogramme.

M. Hipp avoue que la première communication de ces faits lui a causé une grande surprise; il croit que les spires juxtaposées ne se touchent pas véritablement et avec assez de force pour former un contact suffisant et que cela constitue une espèce d'isolement qui paraît remplacer celui que jusqu'à présent on a obtenu au moyen de la soie ou du coton. A force égale du courant, les bobines nues n'ont jamais donné un résultat supérieur; et si cela a lieu lorsqu'on utilise toute la force de la pile, le courant en passant par les bobines nues a une plus grande intensité et par conséquent consomme davantage la pile; il faut donc voir, si, et dans quels cas il y a avantage à employer les nouveaux électro-aimants, dont la fabrication d'ailleurs, en dispensant d'entourer les fils de soie, constitue déjà une économie.

Séance du 17 février 1865.

Présidence de M. L. Coulon.

M. *Hirsch* complète ses communications antérieures sur le fœhn, en indiquant le nombre des vents, auxquels on peut donner ce nom, qui ont régné en Suisse pendant l'hiver et le printemps de 1864. Il établit que ce

vent ne s'étend jamais sur la Suisse entière, ni même sur une partie notable des Alpes et qu'il est plutôt local que général. Les stations où il est le plus fréquent se trouvent groupées dans la partie orientale de la Suisse, surtout dans les Alpes des Grisons. Les recherches de M. Hirsch confirment le résultat qu'il a énoncé précédemment et démontrent que le fœhn est non-seulement limité géographiquement, mais encore que la force aussi bien que l'augmentation de température qu'il produit, sont bien au-dessous de ce qu'on se représente généralement.

M. Desor ne partage pas la confiance de M. Hirsch à l'égard des moyennes qui résultent de ses calculs; il croit, au contraire, que l'on peut se tromper en attribuant aux observations faites en Suisse une importance en rapport avec le nombre des stations. Il est fort possible que la plupart de ces stations se trouvent hors des aires ordinairement visitées par le fœhn. Si les stations de Chaumont et de Combe-Varin n'étaient pas établies depuis quelque temps, on aurait pu, à plusieurs reprises, nier la présence du fœhn dans notre canton, puisque certains jours il a été signalé seulement dans ces deux points. M. Desor pense que les stations actuelles ne sont pas assez élevées, et qu'on n'est pas tombé sur les régions où le fœhn a le plus de fréquence. Ce vent passera inaperçu pour bien des stations dans des moments où l'état du ciel et d'autres circonstances accusent son influence et le révèlent d'une manière certaine aux gens expérimentés.

M. Hirsch répond à M. Desor que les observatoires élevés ne manquent pas en Suisse; il cite les suivants : Simplon (hospice), Bernardin, St-Gothard (hospice),

Julier, St-Bernard (hospice), qui sont tous au-dessus de 6000 pieds; et malgré leur altitude considérable et leur dissémination le long de la chaîne des Alpes, lorsque le fœhn règne quelque part, un petit nombre de stations seulement en sont affectées en même temps. Ces faits lui paraissent suffisants pour établir, sans toutefois clore le débat, que le fœhn aurait le caractère d'un vent local.

M. *Ladame* ne voit pas, dans les observations présentées par M. Hirsch, des motifs suffisants pour nier la vaste étendue du fœhn; les vents ne sont pas toujours superposés par étages réguliers, mais ils peuvent se propager par colonnes, placées l'une à côté de l'autre, et séparées par des tranches verticales où leur souffle ne se fait point sentir. C'est ainsi que le fœhn peut échapper à plusieurs de nos stations, bien que ses colonnes couvrent une grande étendue de notre continent.

M. de *Rougemont* voit dans la théorie nouvelle de M. Hirsch des principes qui lui paraissent en opposition avec les théories généralement reçues. Ainsi, selon M. Babinet, on admet généralement que les hautes chaînes de montagnes arrêtent les grands courants de l'atmosphère et séparent deux climats différents. C'est ainsi que l'alisé de l'Afrique venant se heurter et mourir contre la chaîne des Andes, y perd son humidité et alimente les sources de l'Orénoque, de l'Amazone et de tous les fleuves qui coulent dans cette région si bien arrosée. Il en est de même à l'égard de toutes les grandes chaînes de montagnes de la terre. Peut-être le fœhn vient-il s'arrêter aux Alpes qui séparent en effet des contrées dont le climat est loin d'être le même, et ce n'est que dans certains cas qu'il dépasserait cette

barrière pour faire invasion vers le nord dans la plaine Suisse. La cause de M. Hirsch serait gagnée s'il était prouvé que le sirocco ne souffle pas, en Italie, en même temps que le *föhn* dans les Alpes.

M. *Hirsch* déclare qu'il n'a nullement la prétention de faire une théorie; il a simplement cherché si les observations météorologiques, faites sur notre territoire, appuyaient ou non l'hypothèse si ingénieuse de M. Escher de la Linth. Les Alpes ne paraissent pas être pour le *föhn* une barrière, comme l'entend M. de Rougemont, puisque le plus souvent ce vent souffle dans les vallées tournées au nord et moins souvent dans celles qui s'ouvrent vers le sud. Quant au dernier point, il attend avec impatience le moment où l'on pourra comparer les observations météorologiques faites en Italie avec les nôtres; cela seul pourra décider la question.

M. *Desor* présente l'*Iconographie des grès du Connecticut*, œuvre postume de James Deane. — Cet ouvrage, d'une remarquable exécution, a été publié par les soins de M. T. Bouvé, de Boston, pour rendre hommage à la mémoire de l'auteur et pour faire suite aux travaux de Hitchcock sur le même sujet.

Au commencement de ses recherches, M. Deane ne doutait pas que bon nombre des empreintes qu'il avait recueillies dans la vallée du Connecticut ne fussent dues à de gigantesques oiseaux. Dès-lors, des doutes ont surgi, motivés en partie par la présence d'un léger sillon entre les empreintes, ce qui ne peut guère s'expliquer que par la présence d'une queue. Ailleurs, les soi-disant ornitichnites se trouvent associés à des em-

preintes qui rappellent les pattes des reptiles. On a ainsi été conduit à la supposition qu'elles pourraient bien provenir d'animaux à part, moitié oiseaux, moitié reptiles, ayant en avant des pieds de reptiles et en arrière des pieds d'oiseaux.

On est aujourd'hui à peu près d'accord, en Amérique, pour admettre que le caractère ornithologique attribué autrefois à ces singulières impressions n'est qu'apparent, et que ce sont des empreintes de reptiles, voire même peut-être de marsupiaux.

M. Desor est disposé à y voir un groupe intermédiaire qui serait parfaitement à sa place au commencement de l'époque triasique, à cette époque reculée où les groupes modernes ne s'étaient pas encore spécialisés et où les types de l'oiseau, du reptile et du mammifère pouvaient encore se trouver confondus dans le même être.

M. Desor fait voir des échantillons d'une terre fort légère, qu'on trouve en Toscane, et qui contient une si grande quantité de bitume qu'on l'allume facilement et qu'elle brûle avec une flamme blanche en répandant une forte odeur de résine.

M. L. Coulon présente plusieurs morceaux de soufre, qui ont été découverts dans des géodes du valangien, dans les tranchées faites pour les travaux de la nouvelle route de l'Écluse. Ces fragments, de la grosseur d'un œuf de poule, ont tous les caractères du soufre franchement accusés.

M. L. Favre présente deux cartes où il a figuré la marche de la grêle pendant l'orage du 7 juin de l'année

dernière. D'après les renseignements qu'il a pu recueillir, l'orage s'est déchaîné dans toute sa violence vers midi et demi; alors un vent d'une violence extraordinaire a succédé sans transition à un calme complet; sa direction était du sud-ouest ou nord-est; la grêle fortement mêlée de pluie a commencé entre Boudry, Cortaillod et Bevaix, et s'est avancée vers Neuchâtel en couvrant une partie du lac et du pied du Jura. Mais rejointe, à Colombier, par une colonne venant du Val-de-Travers, elle acquit tout-à-coup une violence telle, qu'en peu de minutes les récoltes furent détruites dans l'espace compris entre Bôle, Corcelles, Auvernier et Areuse. Les grêlons, sans être très-volumineux, étaient chassés presque horizontalement. C'est ce qui explique les dégâts causés dans les vignes, dont les pousses de l'année furent coupées et couvraient le sol. A Colombier et à Cormondrèche, on cite des maisons dont les portes et les volets portent encore les marques des coups de grêle. Cependant, chose remarquable, au milieu de quartiers hâchés par l'orage, il en est qui furent relativement épargnés; aussi admet-on, à Colombier, plusieurs colonnes de grêle, laissant entre elles des espaces vides et marchant du sud-ouest au nord-est. Après avoir franchi la montagne dans la région comprise entre Serroue et Fenin, la colonne de grêle s'est abattue sur le Val-de-Ruz et a détruit plus ou moins complètement les récoltes dans une zone oblique limitée, d'un côté, par Valangin et Fontaines, et de l'autre par Savagnier et Dombresson. C'est à Saules, au pied nord de Chaumont, que la grêle fut particulièrement abondante; il en tomba une couche d'environ 3 à 4 pouces d'épaisseur. Les grêlons avaient, en géné-

ral, un centimètre de diamètre, mais quelques-uns présentaient les dimensions d'une noix ordinaire. Le territoire de Serrières, de Neuchâtel et de St-Blaise paraît s'être trouvé sur le bord de l'orage, aussi, la grêle qui l'a frappé n'y a-t-elle produit que des dégâts minimes.

Au Val-de-Travers il est aussi tombé de la grêle, mais elle n'a causé aucun dommage. A Pontarlier l'orage s'est déchaîné avec une prodigieuse violence; la grêle a brisé des milliers de vitres et un grand nombre de tuiles; on a ramassé des grêlons qui pesaient plus de 200 grammes. M. Favre tient ces détails des employés de la gare et de la douane qui lui ont fait voir, quelques semaines après l'orage, un amas de débris provenant des tuiles qu'on a dû remplacer sur le toit de la gare seulement.

La dernière forte grêle dont on ait gardé le souvenir à Colombier, est tombée en 1813, le 8 septembre, jour du jeûne, vers 2 heures après-midi.

M. *Hirsch* confirme le fait relatif à la violence du vent qui chassait la grêle le 7 juin; à l'aide de la grande lunette de l'observatoire, il a pu observer le moment précis où le lac, calme comme un miroir, s'est mis à bouillonner sous le vent de l'orage, et apprécier le temps que ce courant d'air a mis pour atteindre le Mail. Il en a conclu la vitesse de l'ouragan qu'il évalue à environ 90 pieds par seconde, et qui rappelle celle des cyclones des régions tropicales.

M. *Fritz Borel* rapporte que ce même jour, 7 juin, étant à Genève, il a observé les faits suivants: vers 11 heures du matin, le temps était parfaitement calme, le ciel couvert et le tonnerre fréquent; tout-à-coup des

grêlons très-volumineux tombèrent çà et là ; ils étaient très clair-semés et suivaient une direction verticale. Arrivé dans une campagne à une demi-lieue à l'Est de la ville , M. Borel vit une assez grande quantité de ces grêlons qu'on avait ramassés et dont on avait rempli un vase. Ils paraissaient gros comme de petits œufs de poule ; plusieurs mesuraient cinq centimètres de longueur sur trois de largeur. En les examinant avec attention , il en remarqua deux espèces : les uns étaient homogènes et formés de glace compacte , les autres paraissaient formés de petits grêlons agglomérés. Cette chute de grêle ne produisit pas de dégâts sur ce territoire , mais il y en eut du côté de Vandœuvres. Un peu plus tard, la grêle s'abattit entre Morges et Lausanne et endommagea les récoltes.

Séance du 2 mars 1865.

Présidence de M. L. Coulon.

M. *Ladame* fait une communication sur les couleurs accidentelles en général et rapporte un fait de cette nature qui lui est personnel et dont il cherche une explication satisfaisante. Il rappelle d'abord les études de M. Plateau sur les phénomènes accidentels qui se produisent dans la vision ; ainsi que les théories de Prieur de la Côte-d'Or et de Chevreul. — Il appelle l'attention sur les phénomènes accidentels subséquents à l'impression de la lumière et sur le fait que voici. Lorsqu'on ferme les yeux après avoir regardé long-

temps un objet lumineux coloré, et qu'on les reporte sur une surface blanche, on perçoit une image de l'objet, présentant tour à tour sa couleur primitive et sa couleur complémentaire.

L'image passe d'une couleur à l'autre sans qu'on ait signalé jusqu'ici des phénomènes particuliers; ce qu'on pourrait induire des observations faites, c'est que ce passage a lieu par la transition du noir. C'est du moins ce qui arrive lorsque après avoir fixé les yeux alternativement sur deux petits carrés de papier coloré voisins l'un de l'autre, dont l'un est violet et l'autre orangé. Si l'on ferme les yeux on aperçoit trois carrés dont l'un est jaune, couleur complémentaire du violet, un second bleu, couleur complémentaire de l'orangé. Quant à celui du milieu où se superposent en partie les deux autres carrés; ils devraient être *verts*, couleur qui résulte du mélange du *jaune* et du *bleu*; mais il n'en est pas ainsi; il est au contraire complètement *noir*.

Il y a donc ici une différence importante à noter entre le mélange des couleurs naturelles et celui des couleurs accidentelles. Dans le premier cas, les couleurs complémentaires donnent la lumière blanche, ce que l'on vérifie aisément (dans tous les cours de physique) par des expériences très simples; tandis que dans le second cas, soit celui des couleurs accidentelles complémentaires, on obtient du noir.

C'est à propos de cette dernière observation, dit M. Ladame, que je vais citer un fait qui m'a frappé et que je n'ai trouvé rapporté dans aucun des différents travaux que j'ai consultés. Voici en quoi il consiste :

Il y a quelques semaines que je me rendais dans les montagnes de notre canton, par un temps clair qui

donnait à la neige un éclat considérable ; dans la plaine régnait un brouillard intense, au-dessus duquel flottaient quelques nuages légers (des cirrus). A peine entré dans le tunnel des Loges, du côté des Hauts-Geneveys, je fermai les yeux en les couvrant de la main pour affaiblir l'influence fatigante que m'avait produite la vue éclatante de la neige. Comme je m'y attendais, j'aperçus immédiatement les couleurs accidentelles rouges et vertes encadrées par les panneaux de la vitre à travers laquelle j'avais regardé la campagne ; mais ce qui me surprit au plus haut degré, ce fut d'apercevoir au centre de ces images un point lumineux tout à fait blanc au moment où l'image passait de l'une des couleurs à sa complémentaire.

L'explication que l'on donne de ces couleurs complémentaires successives a d'abord été donnée par le père Schœffer, qui posait en principe que notre œil devenait insensible ou perdait sa sensibilité pour les couleurs dont il avait reçu l'impression. Ainsi, lorsque après avoir regardé un objet rouge on porte les yeux sur un objet blanc qui comme on le sait contient toute espèce de couleurs, l'œil ayant perdu sa sensibilité pour le rouge ne serait plus affecté que par les autres couleurs du spectre qui, réunies, donnent le vert, soit la couleur complémentaire.

Cette explication est évidemment insuffisante pour le cas où, au lieu de jeter l'œil sur un objet blanc on le place dans l'obscurité complète. Aussi a-t-elle été remplacée par l'hypothèse de M. Plateau qui est assez généralement admise et qui consiste à dire (comme je l'ai dit plus haut) que l'œil, après avoir reçu l'impression lumineuse, se met dans un état de vibration qui passe

successivement par des états opposés d'où résultent des couleurs successives.

Je ne sais s'il est possible d'expliquer le fait personnel que j'ai cité, d'après les mêmes principes; cela paraît peu facile au premier abord, car dans l'hypothèse de M. Plateau, les transitions sont marquées par un état de repos plutôt que par un maximum d'irritation de la rétine qui donnerait la couleur blanche.

On ne peut pas mieux l'expliquer en admettant que les couleurs complémentaires qui se succèdent se combinent en donnant la couleur blanche, puisque par les expériences indiquées plus haut, ces espèces de couleurs en se combinant donnent le noir.

M. *Favre* présente les observations—relatives au développement de la végétation—qu'il a faites à Neuchâtel pendant le courant de l'année 1864. On décide qu'elles paraîtront comme d'ordinaire avec celles faites à Chaumont et à la Neuveville, dans le résumé météorologique que M. Kopp à l'obligeance de faire pour le Bulletin.

Séance du 16 mars 1865.

Présidence de M. L. COULON,

M. *Hirsch* donne un résumé des principales découvertes astronomiques pour 1864. (*Voir plus loin p. 94.*)

M. *le Rougemont* présente le résumé des *Époques antédavienne et celtique du Poitou*, par MM. Brouillet et Melet, et appelle l'attention de la Société sur les faits suivants:

1° Les incertitudes où l'on est à cette heure, relativement à la série des terrains quaternaires dans les limites de la France. Au Poitou comme en Picardie, ces terrains sont le diluvium gris, le diluvium rouge et le limon jaune ou lœss. Dans le bassin de la Seine, le diluvium gris est au contraire superposé au rouge; ces deux couches seraient, avec le lœss, le résultat des mêmes courants, et il conviendrait, d'après M. Belgrand, de supprimer ces trois dénominations qui font confusion.

2° Les contrastes qu'il y a entre le développement de l'industrie dans les cavernes à ossements et ce même développement en rase campagne. A Pressigny et dans trente autres localités du Poitou, sont enfouies dans une terre « moitié diluvienne, moitié végétale, » des haches informes roulées, des haches pareilles non roulées et des haches polies: ici donc, depuis les temps où se déposaient les sablières diluviennes à ossements de mam-mouths, jusqu'à ceux où « les Phéniciens ont apporté les premiers outils en métal, » l'industrie s'est élevée sans interruption aucune, du grossier casse-tête à « des instruments en pierre qui rivalisent de perfection avec ceux du Danemark. » Dans les cavernes, au contraire, ce même progrès s'est opéré à travers les cataclysmes plus ou moins généraux du diluvium rouge et du lœss. Il y a là une difficulté qui paraît assez grave.

3° Les pièces extraordinaires en os trouvées, di-on, dans la caverne du Chauffaud. Sont certainement authentiques par leur ressemblance avec d'autres pièces analogues découvertes ailleurs: le peigne à cinq dents; les petites pointes en silex ayant servi au tatouage; l'os où sont dessinés deux chevaux (pl. 25 bis, fig. 1), qui

sont du même style que les pièces de M. Lartet. Mais sont très-probablement faux : l'oiseau de la planche 11 bis, qui est d'un autre dessin que les chevaux ; le tapir informe ; la figure humaine, qu'on dirait tracée par un enfant de cinq ans. Le faux est hors de toute contestation pour les os représentant le soleil et la lune, les serpents nimbés, la tête de crocodile, le phallas, l'échiquier et les lettres sanscrites. Ce sont des pièces inventées pour servir de preuves à l'hypothèse qui fait venir de l'Inde, vers l'an 13901, les habitants des cavernes de la France. L'échiquier avec ses douze signes disposés par 3, 5, 4 dans neuf cases, est le *carré magique*, et c'est en vérité se moquer du public que de donner ces signes pour mexicains, et que de prétendre transporter à l'âge du renne et de l'aurochs les subtilités puériles des derniers temps de la civilisation païenne. Les lettres sanscrites, tracées d'une main ferme et savante, appartiennent à l'alphabet devanagari qui, d'après M. Pictet, n'a commencé à être en usage que vers le IX^me siècle de notre ère. L'inscription du n° 11, pl. 20 bis, ne peut d'ailleurs provenir que d'un européen qui avait devant les yeux cet alphabet, mais qui ignorait les premiers principes de cette écriture. Il a épilé les mots qu'il voulait graver, comme nous le faisons dans nos langues où nous reproduisons chaque voyelle par une lettre : c'est ainsi que sur les n° 11 et 18 il a écrit par trois lettres *tat* qui est l'article neutre sanscrit, et *ibha* qui signifie éléphant. Ajoutons que le n° 11 est un os de bœuf, le seul qu'on ait trouvé dans la caverne : tous les autres sont de cerf ou de renne. Enfin, M. Meillet n'est point d'accord avec lui-même sur le lieu où il a trouvé tous ces os dessinés : dans son récit primitif, c'est sous une

couche de fragments de rochers ; mais , après la lettre de M. Pictet, c'est sous et dans la stalagmite qui occupe une autre partie de la caverne.

On comprend sans peine qu'un géologue, assez ignorant de l'histoire de l'Inde pour faire remonter à 20,000 ans un livre sanscrit d'astronomie qui date des premiers siècles de notre ère, ait cru que l'alphabet dévanagari était aussi ancien que la langue qu'il reproduit.

4° Le fait le plus important que les *Époques du Poitou* met en lumière, est peut-être la contemporanéité de la couche superficielle des cavernes avec les plus anciens dolmens et tumulus : mêmes poteries, mêmes couteaux immenses en silex, mêmes haches polies.

5° Le dolmen avec les rigoles et les creux de sa table, et avec ses squelettes humains incomplets et ses os brisés et en désordre, est un autel. Le tumulus avec sa chambre sépulcrale et ses squelettes complets est un tombeau. Les tumulus et les dolmens ne contiennent jamais d'os de renne ni d'aucun animal étranger à la France actuelle. On a trouvé parfois chez les uns ou les autres des objets en bronze.

M. de Rougemont termine son mémoire par les considérations qui suivent :

La France n'a pas de stations lacustres comme la Suisse et la Savoie. La Savoie et la Suisse n'ont pas de cavernes à os de renne et à silex grossièrement travaillés. (1) Les stations lacustres de nos contrées sont d'un autre âge que les ateliers des cavernes et des plaines de la France. Ici des outils en pierre informes, dont le type le plus commun est le casse-tête ; là des outils en

(1) Une caverne du mont Salève contient des silex grossièrement taillés et des ossements de mammifères de l'âge de ces silex.

Pierre d'une forme élégante et d'un travail délicat, tels que les pointes de flèche triangulaires, et pour trait distinctif, la hache polie, qui est très-fréquente. Ici fort peu d'objets emmanchés dans une gaine de bois de cerf ou de renne, si même ces objets sont authentiques; là l'emmanchure est très-fréquente, et le manche est en bois de cerf et en bois végétal. Ici la poterie fait presque entièrement défaut, là au contraire elle atteint déjà à un certain degré de perfection. Ici à peine quelques petits vases creusés dans des morceaux de bois de cerf ou de renne; point de tissus ni de nattes, point d'ambre ni de corail. Mais, par une étrange anomalie, ici des dessins assez corrects d'animaux sur des bois de renne et sur des os, même sur deux plaques d'une roche schistoïde dans la caverne de Sarlat (Dordogne); là pas d'autre dessin que des lignes symétriques sur la poterie. On dirait que l'âge le plus ancien, celui des cavernes, entrait d'emblée dans la voie qui aboutit aux arts de la peinture et de la sculpture, et que l'âge subséquent ne l'y a pas suivi; et cependant le progrès de l'un à l'autre est évident à tous les autres égards. Il est d'ailleurs digne de remarque que, dans une station lacustre du Vicentin, au lac de Trinon, au milieu de silex et d'os travaillés, pareils à ceux des cavernes du Périgord et du Poitou, était une plaque d'argile où se voit un dessin qui aurait quelque analogie avec la figure d'un phallus. Ces objets dessinés ne sont donc point limités à la France, et ils peuvent se trouver sur les rives des lacs aussi bien que dans les cavernes. Si l'âge de la pierre suisse n'en a offert aucun jusqu'ici, il faut en chercher la cause dans une transformation qu'aurait subie l'industrie. Peut-être les habitants des cavernes,

ne sachant point encore polir le silex, travaillaient avec une affection particulière l'os, plus maniable, qu'ils se plaisaient à orner de leur mieux et sur lequel ils dessinaient aussi peut-être les objets de leur adoration. Plus tard au contraire les riverains de nos lacs concentrèrent toute leur attention et tous leurs efforts sur la pierre qu'ils avaient appris à façonner à leur gré, mais qu'ils n'auraient pas pu encore sculpter, et l'os ne fut plus pour eux que la matière de leurs instruments les plus communs. L'âge des cavernes serait ainsi *celui de l'os* plutôt encore que *celui du silex* ; l'âge de nos lacs est *celui de la hache polie ou du celt*.

L'âge de la pierre suisse qui n'a ni casse-tête, ni dolmens, n'est point représenté dans le Poitou, où les casse-tête se mêlent aux haches polies et où les outils des ateliers des cavernes et des plaines se retrouvent dans les tumulus et les dolmens. Mais MM. Garrigou et Filhot nous apprennent que les Pyrénées de l'Ariège ont des cavernes renfermant les ossements des animaux domestiques de notre âge suisse de la pierre, des haches en serpentine polies, des meules de granit, des pointes de flèche en quartz et en silex.

On dirait que dans les plaines et les vallées de la France et de l'Italie septentrionale les peuplades post-diluviennes ont eu, sous l'abri des cavernes, en rase campagne et près des lacs, leur âge ou leurs âges du renne et de l'aurochs, de l'informe silex et des os à dessins. Plus tard, la civilisation aurait pris, ce nous semble, deux voies différentes. Les Alpes et les Pyrénées, jusqu'alors désertes, auraient vu arriver sur les rives de leurs lacs ou dans leurs cavernes, des tribus qui déjà polissaient la pierre, mais qui n'avaient point de chefs

puissants à qui élever des tumulus, ni de druides dressant leurs dolmens pour leurs sacrifices humains. Dans la Gaule occidentale, au contraire, centre et foyer du druidisme et de la civilisation gauloise, l'âge du silex et de l'os a insensiblement fait place à celui des celts, des dolmens et des tumulus.

Nous ajouterons que les Phéniciens ont par leur commerce relié les montagnards et les peuples des plaines, qui ont les uns et les autres reçu d'eux le bronze et l'art de le travailler. Puis, à une date que nous ne saurions indiquer même approximativement, à l'inhumation des tumulus, des tombelles, des dolmens a succédé l'incinération qui nous est bien connue par les écrivains classiques, et qui distingue une classe très-nombreuse de sépultures gauloises. Ces sépultures, contemporaines de celles de Hallstadt (Tyrol) et de la station lacustre de la Tène, appartiennent au premier âge du fer.
