Nouvelles recherches sur la diminuation de la température avec la hauteur

Autor(en): **Hirsch, Ad.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **8 (1867-1870)**

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-88060

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LA

DIMINUTION DE LA TEMPÉRATURE AVEC LA HAUTEUR

Communiquées à la Société des sciences naturelles de Neuchâtel,
le 21 Avril 1870

PAR

Ad. HIRSCH

—

Lorsque j'ai communiqué à la Société en 1865 et 1867 mes recherches sur la diminution de la température avec la hauteur, je ne disposais encore que d'une série de trois ans des observations météorologiques suisses. Depuis lors la commission météorologique a donné, dans le Vme volume, les températures mensuelles moyennes des 5 ans de 1864-1868, et, en outre, M. Dolfuss-Ausset a publié, dans le 8me tome des *Matériaux pour l'étude des glaciers*, Paris 1869, les intéressantes observations qu'il a eu le grand mérite de faire exécuter par ses soins et à ses frais, sur le col du St-Théodule, à la hauteur de 3333^m^, pendant treize mois.

Cette augmentation considérable de données m'engageait à reprendre mes anciennes recherches pour les vérifier et les compléter, lorsque j'ai reçu du savant météorologiste autrichien, M. le docteur Hann à Vienne, un travail semblable [1])

[1]) « La diminution de la température avec la hauteur à la surface de la terre, et sa période annuelle », par M. le Dr. J. Hann. Comptes-rendus de l'Académie de Vienne, 20 Janvier 1870.

très complet, qui se base essentiellement sur nos observations suisses, mais qui tient compte en même temps des observations faites en Allemagne, dans l'Erzgebirge, dans l'Alp et dans le Harz, ainsi que des résultats recueillis dans les ascensions aéronautiques anglaises de MM. Glaisher et Welsh.

J'ai pu ainsi contrôler mes calculs par l'étude de mon savant collègue de Vienne, et l'accord qui existe en général entre nos résultats est d'autant plus remarquable, que M. le Dr Hann a suivi une autre méthode. Au lieu de combiner deux stations rapprochées d'un niveau très différent, comme M. Plantamour l'avait fait pour Genève et le St-Bernard, Dove pour Wernigerode et le Brocken, et moi pour Neuchâtel et Chaumont, M. Hann, pour échapper aux influences locales, a préféré de réunir plusieurs stations d'une hauteur à peu près la même dans un groupe, dont la température moyenne représente pour ainsi dire la température propre à cette zone d'altitude; en combinant ensuite plusieurs zones de hauteur différente pour la même région géographique, il en a conclu, par la méthode des moindres carrés, la diminution de la température avec la hauteur ainsi que sa variation annuelle pour les Alpes occidentales, pour la Suisse septentrionale, pour l'Erzgebirge, pour l'Alp et pour le Harz.

S'il est vrai que de cette manière on parvient à éliminer jusqu'à un certain point les influences locales, qui pourraient masquer en partie ou modifier l'effet dû à la seule différence de niveau; d'un autre côté, par l'impossibilité d'obtenir pour les groupes de hauteur correspondants l'accord complet des coordonnées géographiques, on augmente l'influence de la latitude et de la longitude, qui est très peu sensible, lorsqu'on procède comme je l'ai fait, en choisissant des stations très rapprochées horizontalement. Ainsi dans le tableau des combinaisons de stations que j'ai communiqué il y a deux ans, la plus grande différence de latitude était d'un tiers de degré, ce qui modifie la différence de température de 0°,2, et la diminution pour 100 mètres de 0°,01 seulement. Il me semble ainsi encore préférable de calculer la diminution de la température pour des groupes de deux stations rapprochées et de combiner ensuite les résultats obtenus.

J'ai donc recalculé, sur les observations des 5 ans, de 1864-1868, la diminution de la température pour les mêmes groupes de stations que j'avais choisis la première fois. Seulement la station de Zug étant abandonnée depuis quelques années, je l'ai remplacée par celle de Schwytz pour la combinaison avec le Righi; ensuite les stations de la Bernina et de Brusio offrant des lacunes très-nombreuses, j'ai préféré de les laisser de côté, malgré le nombre déjà trop restreint des stations du versant Sud des Alpes. Par contre, j'ai ajouté les combinaisons du St-Théodule d'abord avec le St-Bernard, qu'il dépasse de 855^{m}, et ensuite avec Sion qu'il domine de 2,789^{m} avec une distance horizontale de 40 kilom. Pour rendre les observations du St-Théodule qui n'embrassent qu'une année (du mois d'août 1865-1866), comparables aux autres, je les ai réduites à la moyenne des cinq années 1864-1868, au moyen de la station voisine du St-Bernard. Enfin, comme la station de Faido a été malheureusement supprimée en 1867, j'ai dû me borner pour la combinaison de Faido-St-Gotthard aux moyennes de 1864-66; je me suis trouvé dans la même nécessité pour la combinaison Stalla-Julier, puisque les observations manquent à Stalla depuis le mois de juin 1867.

Pour faire ressortir la marche annuelle de la diminution de la température d'une manière plus générale, j'ai calculé cette fois pour toutes les 16 combinaisons la diminution pour les mois séparément. Le tableau suivant contient les résultats de ces calculs. (Voir tableau I.)

Avant de discuter les chiffres de ce tableau, je dirai pour quelle raison je me suis contenté, dans ces calculs, des moyennes arithmétiques.

C'est qu'on pourrait objecter qu'avec des différences de niveaux aussi diverses, on ne peut pas bien combiner les chiffres qui en résultent pour la diminution de la température dans de simples moyennes arithmétiques, et qu'il vaudrait mieux donner à chaque nombre un poids proportionnel à la différence de hauteur, d'où il résulte.

En effet, il est évident que l'erreur dont les températures moyennes des stations, et par conséquent leur différence, sont affectées, est diminuée proportionnellement à la diffé-

rence de niveau par laquelle on divise la différence de température. Mais l'influence de l'incertitude des températures moyennes est certainement plus petite que les variations, que la diminution de la température subit d'un lieu à l'autre, et pour cette raison il me semble préférable de réunir les données simplement en moyennes arithmétiques.

Du reste, j'ai aussi calculé les moyennes probables en donnant à chaque valeur de la diminution un poids proportionnel à la différence de niveau. Seulement, en calculant ainsi, il faut séparer les trois combinaisons au sud des Alpes d'avec les autres, parce que le hasard veut que pour ces combinaisons la différence de niveau est très considérable, de sorte qu'elles influeraient d'une manière indue sur la moyenne générale. En procédant ainsi, je trouve pour les treize autres combinaisons la valeur probable de la diminution de la température $= 0°,574 \pm 0°,017$, qui ne diffère presque pas de la moyenne arithmétique; et c'est de même pour les trois combinaisons au sud des Alpes, qui donnent la valeur probable $0°,676 \pm 0°,050$, au lieu de la moyenne arithmétique $0°,685$.

Si l'on envisage d'abord les valeurs annuelles moyennes de la diminution de la température, et qu'on les compare aux chiffres que j'ai communiqués il y a deux ans, on voit que le résultat des cinq ans diffère peu de celui des trois premiers; la moyenne arithmétique des 16 combinaisons est maintenant une diminution de *0°,576 pour chaque 100m* qu'on s'élève, tandis que j'avais trouvé autrefois 0,572. La plus grande différence avec les anciens chiffres a lieu pour la combinaison de Zurich-Uetliberg, qui donne maintenant 0°,543 au lieu de 0°,490 que j'avais conclu des années 1864-66; en moyenne, la période de 5 ans n'a modifié les chiffres de la diminution que de 0,017 en plus ou en moins, et l'on vient de voir que la moyenne générale n'a été changée que de 0°,004. Il semble ainsi qu'une période de cinq ans d'observation suffit, pour donner la diminution de la température avec une exactitude satisfaisante. On doit en conclure que la variation de la température moyenne d'année en année est à peu près la même pour des endroits du même pays, situés à des hauteurs différentes.

Diminution de la température avec la hauteur en Suisse,

d'après les observations des cinq années 1864-1868.

(Les chiffres du tableau indiquent, en fraction de degré centigrade, la diminution de température qui a lieu pour une élévation de 100 mètres.)

STATIONS	Différ. de Hauteur	Elévation angulaire	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novembre	Moyenne de l'année	Différ. entre les valeurs mensuelles extrêmes.
St-Bernard-St-Théodule	855m	1° 10'	0°,490	0°,507	0°,539	0°,564	0°,612	0°,611	0°,621	0°,593	0°,635	0°,600	0°,564	0°,490	0°,570	0°,145
Sion-St-Théodule	2789	3 58	0,425	0,453	0,566	0,647	0,694	0,705	0,704	0,673	0,654	0,622	0,606	0,491	0,603	0,280
Martigny-St-Bernard	1980	3 44	0,296	0,336	0,522	0,664	0,678	0,700	0,701	0,658	0,605	0,574	0,571	0,441	0,562	0,405
Andermatt-St-Gotthard	645	5 7	0,121	0,212	0,510	0,870	0,583	0,781	0,738	0,623	0,552	0,502	0,603	0,526	0,552	0,660
Altorf-St-Gotthard	1639	2 21	0,405	0,459	0,633	0,723	0,659	0,739	0,698	0,640	0,600	0,584	0,594	0,592	0,611	0,334
Faido-St-Gotthard	1371	4. 5	0,540	0,483	0,718	0,852	0,861	0,824	0,889	0,840	0,816	0,722	0,654	0,672	0,738	0,406
Bellinzone-St-Gotthard	1864	2 1	0,541	0,455	0,643	0,786	0,750	0,784	0,836	0,804	0,746	0,655	0,627	0,642	0,689	0,381
Splugen-St-Bernhardin	599	2 52	—0,127	—0,025	0,322	0,558	0,514	0,671	0,591	0,626	0,626	0,492	0,591	0,366	0,433	0,798
Thusis-St-Bernhardin	1364	2 35	0,186	0,256	0,467	0,635	0,678	0,800	0,761	0,762	0,611	0,558	0,548	0,472	0,560	0,614
Bellinzone-St-Bernhardin	1841	2 45	0,497	0,405	0,581	0,708	0,721	0,697	0,711	0,727	0,701	0,617	0,597	0,571	0,627	0,322
Sils-Julier	394	3 46	0,317	0,051	0,470	0,622	0,411	0,612	0,863	0,754	0,647	0,472	0,556	0,586	0,530	0,812
Bevers-Julier	489	1 28	—0,229	—0,323	0,243	0,432	0,323	0,693	0,814	0,706	0,654	0,503	0,511	0,338	0,389	1,137
Stalla-Julier	424	3 40	0,700	0,656	0,769	0,837	0,675	0,764	0,844	0,741	0,752	0,731	0,847	0,800	0,760	0,191
Schwytz-Righi	1237	5 7	0,182	0,295	0,490	0,597	0,636	0,643	0,635	0,609	0,560	0,522	0,462	0,412	0,504	0,461
Neuchâtel-Chaumont	662	11 12	0,159	0,289	0,497	0,651	0,621	0,639	0,749	0,728	0,672	0,545	0,511	0,443	0,541	0,590
Zurich-Uetliberg	394	3 35	0,300	0,262	0,464	0,632	0,563	0,695	0,807	0,744	0,643	0,434	0,513	0,452	0,543	0,545
Moyenne générale des 16 combinaisons			0,300	0,298	0,527	0,674	0,624	0,710	*0,748*	0,702	0,655	0,571	0,585	0,518	**0,576**	*0,450*
Différ. des valeurs mensuelles avec la moyenne annuelle génér.			—0,276	—0,278	—0,049	+0,098	+0,048	+0,134	+0,172	+0,126	+0,079	—0,005	+0,009	—0,058		

Les plus grands écarts de la valeur moyenne se trouvent encore dans les Grisons, autour du Julier, qui, comparé avec Bevers donne 0°,389 pour la diminution de la température, tandis que avec Stalla on trouve 0°,760. C'est qu'il s'agit ici du haut plateau des Grisons, qui exerce naturellement des influences particulières sur l'échauffement de l'atmosphère. M. Hann a trouvé également pour le plateau de la *Rauhealp* des valeurs anormales; car pour cette région la diminution moyenne de la température est exceptionnellement faible, à savoir 0°,438 par 100^{m}. Par contre, l'Erzgebirge présente une valeur un peu plus forte que les Alpes, à savoir 0°,592 par 100^{m}. Enfin le Harz donne une valeur complétement identique avec la moyenne de la Suisse.

Ce rapprochement montre en même temps que la latitude, du moins dans les limites restreintes de ces recherches, c'est à dire entre le 46me et 52me parallèles, n'exerce pas une influence sensible sur la diminution de la température avec la hauteur; en effet les chiffres du tableau suivant

	Latitude.	Diminution de la température.
1. Suisse	47°,	0°,576
2. Rauhealp	48°, $^1/_2$	0°,438
3. Erzgebirge	50°, $^1/_2$	0°,592
4. Harz	52°,	0°,576

montrent des différences beaucoup moindres qu'on n'en trouve dans la même latitude pour des stations très rapprochées. On doit donc en conclure que l'influence de la latitude, si elle existe, est en tout cas de beaucoup plus faible que les influences locales.

La plus prononcée parmi ces influences est celle des deux versants opposés des Alpes; car les trois stations du côté sud des Alpes donnent en moyenne une diminution de 0°,685 pour 100^{m}, tandis que pour les 13 autres la moyenne n'est que de 0°,551; ou bien si l'on exclut les 3 combinaisons autour du Julier, pour les raisons déjà indiquées, ainsi que les deux dernières qui ne sont plus situées dans les Alpes mêmes, on obtient pour la moyenne des 8 combinaisons placées sur le versant nord des Alpes une diminution de 0°,549 par

100m, c'est à dire 0°,136 de moins que de l'autre côté de la chaîne.

Ce qui prouve la réalité de la différence qui existe sous ce rapport pour les deux versants des Alpes, c'est qu'elle est notablement plus forte que l'incertitude des deux valeurs, qu'on peut conclure des écarts des chiffres individuels avec leur moyenne, et même que l'écart moyen d'une détermination quelconque. En effet, on trouve :

		Erreur de la moyenne	Ecart moyen d'une déter.
Moyenne arithmétique générale			
des 16 déterminations	0°,576	± 0,024	± 0,072
des 8 combinaisons au Nord des Alpes,	0 ,549	± 0,025	± 0,041
des 3 combinaisons au Sud id.	0 ,685	± 0,032	± 0,038

On retrouve naturellement le même contraste, lorsqu'on compare la diminution de température qui a lieu au nord et au sud du même massif; ainsi en comparant par exemple le St-Gothard avec Andermatt et Altdorf, on obtient une diminution de 0°,582 par 100m, tandis que la comparaison avec Faido et Bellinzone donne 0°,714; donc une différence de 0°,132. De même, au nord du St-Bernardin, la température diminue de 0°,497, et au sud de 0°,627; ainsi de nouveau une différence de 0°,130.

J'ai déjà remarqué que cette différence ne tient que pour une faible part à la différence de latitude; car pour le St-Gothard par exemple, la réduction à la même latitude ne comporterait que 0°,018, et pour le St-Bernardin 0°,016. Ce n'est, du reste, que naturel, lorsqu'on se rappelle la forte inflexion des lignes isothermes au sud des Alpes; c'est plutôt la conséquence forcée du fait que les températures de deux endroits, situés au pied nord et sud des Alpes, réduites au même niveau, diffèrent beaucoup plus entre elles que ne le comporte la variation moyenne de la température avec la latitude.

J'avais déjà relevé dans ma précédente communication que les stations suisses n'indiquent pas, d'une manière tant soit peu prononcée, que la diminution de la température avec la hauteur varierait avec la hauteur même; ce résultat est confirmé par les observations du St-Théodule, qui ont montré dans ces grandes hauteurs une diminution de la tempéra-

ture presque identique avec sa valeur générale en Suisse. En effet, en groupant de nouveau en zônes d'altitude, je trouve :

ENTRE	Diminu. de la tempér.	Par la combinaison des stations
3333m — 2478m	0°,570	St-Théodule-St-Bernard.
2200 — 1770	0 ,560	Julier-Sils, Stalla-Bevers.
2080 — 1460	0 ,493	Gothard-Andermatt, Bernardin-Splugen.
1460 — 580	0 ,657	Splugen-Thusis, Andermatt-Altdorf.
1100 — 480	0 ,542	Chaumont-Neuchâtel, Uetliberg-Zurich.

On voit par ce tableau que dans les montagnes la diminution de la température avec la hauteur est loin de décroître à mesure qu'on s'élève à des altitudes plus considérables, comme cela paraît être démontré aujourd'hui pour l'air libre par les ascensions aérostatiques de M. Glaisher. Car les observations de ce savant intrépide ont non-seulement constaté une diminution extrêmement rapide près du sol, pour les premiers 500 pieds, où il a vu le thermomètre baisser de 0,948, et avec un ciel clair même de 1°,047 par 100m ; mais dans les grandes hauteurs qu'il a atteint, au-dessus de 20,000 pieds, le thermomètre ne baissait plus que très lentement, de 0°,186 seulement par 100m. Les données recueillies en ballon ne semblent donc pas confirmer l'hypothèse d'une diminution de la température proportionnelle à la hauteur ; voici les formules par lesquelles M. Hann est parvenu à représenter les observations de Glaisher et Welsch :

Au-dessous de 5000' $t = T - 0°,9028 \cdot h + 0,01526 \cdot h^2$
Jusqu'à 23,000', en print. et automne, $t = T - 0,62218 \cdot h + 0,002737 \cdot h^2$
Jusqu'à 29,000 pieds en été, $t = T - 0,76413 \cdot h + 0,004314 \cdot h^2$
à h est exprimé en unités de 100m.

J'arrive maintenant à la variation annuelle de la diminution de la température avec la hauteur. Encore ici la marche annuelle du refroidissement de l'atmosphère supérieure, que j'avais déduite de 3 ans de nos stations neuchâteloises, se trouve en général confirmée par les observations de 5 ans faites dans toute la Suisse. Partout la diminution de la température avec la hauteur est assez faible en hiver, monte

très rapidement au printemps, atteint son maximum au commencement de l'été et baisse alors lentement dans le courant de l'automne. La même marche annuelle a été constatée aussi pour les montagnes en Allemagne, et M. Hann a déduit des observations de Glaisher une pareille influence des saisons sur la diminution de la température dans l'air libre.

Pour la moyenne des 16 combinaisons que nous avons étudiées, le minimum a lieu au mois de janvier, où la diminution n'est que de 0°,298 par 100^{m}, tandis qu'au mois de juin, elle atteint la valeur 2 fois et demi plus forte de 0°,748. Cependant pour 9 des combinaisons, le minimum a lieu déjà au mois de décembre, comme chez nous, et pour 6 le maximum arrive déjà au mois de mai. La plus forte diminution de la température au mois de juin se rencontre sur la pente sud du St-Gothard, où dans ce mois entre Faido et l'hospice, la température baisse de 0°,889 par 100^{m}. Quiconque a passé le St-Gotthard à cette saison, aura ressenti, sans recourir aux mesures thermométriques, ce brusque changement de température qu'on éprouve dans l'espace de quelques heures.

Le minimum absolu, qui est une valeur négative, a lieu au mois de janvier entre Bevers et le Julier, car il fait dans ce mois de 1°,58 plus chaud au sommet du Julier qu'à Bevers, de sorte que la température *augmente* alors de 0°,323 par 100^{m} dont on s'élève. Cette interversion de la loi générale existe pour ces deux stations déjà au mois de décembre, où il fait de 1°,12 plus froid en bas qu'en haut.

La même interversion pendant les deux mois de décembre et de janvier se retrouve encore entre les stations de Splugen et du St-Bernardin, qui offrent les deux valeurs négatives de —0°,127 et de —0°,015.

J'ai déjà montré dans des communications antérieures que ce phénomène, dont nous sommes témoins chez nous chaque hiver, est presque général en Suisse, seulement il ne dure pas ordinairement aussi longtemps que dans les stations grisonnes que nous venons de citer, de sorte que l'interversion ne se montre pas dans les températures moyennes mensuelles.

Si l'on rapproche l'interversion hivernale de la température du fait général qui ressort de notre tableau et que M.

Hann a constaté aussi pour l'Allemagne, que la diminution de la température avec la hauteur s'affaiblit considérablement dans les deux mois de décembre et de janvier, le phénomène de l'interversion perd son caractère d'anomalie isolée et se rattache comme cas extrême à la marche générale de la température dans les différentes hauteurs.

Sous ce rapport, M. Hann attire avec raison l'attention sur le fait que dans les grandes hauteurs on aperçoit une tendance marquée de retarder l'époque du minimum de la température vers la fin de l'hiver, comme cela a lieu aussi pour les régions polaires. En effet, au St-Théodule, le mois le plus froid a été non pas janvier, mais mars, ce qui est vrai aussi pour le St-Bernard, du moins pour la période de cinq ans que nous considérons.

Cette circonstance que dans les régions basses la température monte déjà très sensiblement au commencement du printemps, tandis qu'en haut le froid hivernal persiste encore, explique la rapidité avec laquelle la courbe de la diminution de la température s'élève au mois de février et de mars; entre janvier (0°,298) et février (0°,527), la variation de la diminution est plus forte que pour tels autres mois consécutifs; car en moyenne la variation d'un mois à l'autre n'est que de 0°,086; la plus faible variation existe entre les mois de décembre et de janvier, qui montrent une diminution de la température presque identique.

Dans la plupart des combinaisons suisses (10) la diminution de la température atteint un premier maximum au mois de mars, pour fléchir un peu au mois d'avril, avant de monter au maximum absolu de juin; de même dans la moitié des combinaisons la diminution se relève un peu de septembre en octobre, pour diminuer ensuite régulièrement. Il est possible que ces petites irrégularités disparaissent de la marche annuelle de la diminution de la température, à mesure qu'on étend l'étude sur des régions plus vastes et sur des époques plus étendues. Déjà dans les moyennes mensuelles données par M. Hann, elles ne sont plus accusées.

Si l'on compare la marche annuelle de la diminution pour les différentes combinaisons, on remarque bientôt que la va-

riation de mois en mois est remarquablement faible dans les grandes hauteurs; entre le St-Théodule et le St-Bernard, cette variation est en moyenne seulement de 0°,029, c'est à dire le tiers de la valeur générale; de même la différence entre les valeurs mensuelles extrêmes monte pour cette combinaison seulement à 0°,145, tandis qu'elle est en moyenne de 0°,450, et entre Bevers et le Julier même de 1°,137.

Cette circonstance ainsi que l'observation générale d'après laquelle la diminution de la température est plus rapide en été qu'en hiver, se rattache au fait remarquable que le climat des hauteurs devient de plus en plus uniforme et se rapproche du caractère du climat maritime; relativement les hivers sont doux, et les étés frais dans les hautes montagnes, comme au bord de la mer. M. Hann a calculé que l'amplitude de la température entre les mois extrêmes diminue dans les Alpes occidentales de 0°,220, et dans la Suisse septentrionale de 0°,361 pour 100^{m}; à une hauteur de 10,000^{m} environ, elle aurait disparu à peu près entièrement. A cette hauteur, on aurait donc non pas le printemps mais l'hiver perpétuel, qui règne dans l'espace interplanétaire.