

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
<b>Herausgeber:</b>	Société Vaudoise des Sciences Naturelles
<b>Band:</b>	10 (1868-1870)
<b>Heft:</b>	64
<b>Artikel:</b>	Recherches sur la condensation de la vapeur aqueuse de l'air au contact de la glace et sur l'évaporation
<b>Autor:</b>	Dufour, C. / Forel, F.-A.
<b>Kapitel:</b>	21-30
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-256587">https://doi.org/10.5169/seals-256587</a>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 14.01.2026

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

En enlevant à l'aide d'un linge cette couche de rosée, nous supprimons cette cause d'erreur et nous n'avons plus à considérer comme surface condensante que la surface supérieure de la glace.

**21.** Voici, comme exemple, l'une de ces expériences :

Du 31 mai 1870. Dans un jardin au bord du lac à Morges.

A 8 h. 02 m. du matin. Nous remplissons de glace l'un des bassins ci-dessus décrits et lui trouvons un poids de  $P + 45,00$  grammes.

Nous l'exposons à l'air et le pesant de nouveau à 8 h. 30 m., nous lui trouvons un poids de  $P + 48,70$ ; en 28 minutes, il s'est donc déposé, sur une surface de glace de 200 centimètres carrés, 3,70 grammes de vapeur d'eau.

En 60 minutes, soit une heure, il se serait déposé 7,80 grammes.

Et sur une surface de 1 mètre carré, 390 grammes.

Si nous voulons exprimer autrement la valeur de ce dépôt, nous trouvons que 390 grammes par mètre carré représentent une hauteur d'eau de 390 millièmes de millimètre répandue à la surface de la glace. Nous dirons donc que la valeur horaire de la condensation était pendant cette expérience de  $0,390^{\text{mm}}$ .

Pendant ce temps nous faisions à l'aide du psychromètre une ou plusieurs observations pour déterminer l'état hygrométrique de l'air. Les thermomètres qui nous ont servi sont sortis des ateliers de Nöllner, à Darmstadt, et nous en avons à plusieurs reprises déterminé l'équation.

Voici pour l'expérience que nous venons de citer, quel était l'état hygrométrique de l'air.

DATE	HEURE	Température de l'air.	HUMIDITÉ		Température de saturation.
			relative.	absolue.	
31 mai 1870	8,03	16°,0	0,85	11,56	13°,5
"	8,18	15°,8	0,86	11,68	13°,7
"	8,32	16°,6	0,85	11,90	14°,0
Moyennes .		16°,4	0,85	11,71	13°,7

L'air était calme et le lac n'était pas ridé.

**22.** Nous citerons les résultats de quatre expériences faites à Morges dans des conditions que nous estimons suffisamment exactes. Pour la température et l'état hygrométrique de l'air, nous donnons la moyenne des diverses observations faites pendant l'expérience. Nous exprimons la valeur horaire de la condensation en millièmes de millimètre de hauteur d'eau sur la surface de la glace.

Expérience n°	DATE	HEURE	Température de l'air.	HUMIDITÉ		Température de saturation.	VENT.	DURÉE de l'expérience.	Valeur horaire de la condensation. mm.
				relat.	absol.				
				mm.					
III	30 mai	8,45 m.	15°,4	0,83	10,71	12°,4	Brise de lac.	20 min.	0,570
IV	31	8,02 m.	16°,1	0,85	11,71	13°,7	Calme.	28 »	0,390
V	31	10,22 m	17°,4	0,75	11,17	13°,0	Brise de lac.	20 »	0,360
VI	31	2,27 s.	17°,1	0,82	11,97	14°,1	Légères brises	30 »	0,330

Ces expériences montrent que le phénomène de la condensation peut avoir une grande intensité. La moyenne de ces quatre expériences donne, comme valeur horaire de la condensation, 0,410<sup>mm</sup>, autrement dit, 410 grammes d'eau par heure et par mètre carré de surface glacée, ou encore, 410 mètres cubes d'eau par heure et par kilomètre carré de glacier.

**23.** Il est vrai que les conditions hygrométriques et thermométriques sont autres sur un glacier que dans un jardin situé au bord du lac Léman ; il est vrai que sur les neiges éternelles la température de l'air ne monte presque jamais à 16°, et surtout l'humidité absolue à 11<sup>mm</sup> de tension. Quoiqu'il en soit, le phénomène était intéressant, et nous avons résolu d'aller l'étudier et le poursuivre sur les glaciers eux-mêmes.

Notre intention était de déterminer, si possible, par des expériences directes faites sur le glacier, la valeur et l'importance du phénomène de la condensation de la vapeur d'eau de l'air. Entendues comme nous les avons faites, ces recherches étaient nouvelles.

En effet, si d'autres physiciens ont abordé l'étude du phénomène de la condensation, ou bien ils l'ont fait à une époque où les lois de l'hygrométrie n'étaient pas assez vulgarisées pour qu'ils aient pu en tirer toutes les conséquences désirables, ou bien ils n'ont pas pu faire et n'ont pas fait les expériences directes que nous avons entreprises.

**24.** Hugi<sup>4</sup> a, le 4 janvier 1832, sur le glacier de Grindelwald commença des expériences à l'aide de la balance, pesant des blocs de glace qui tantôt augmentaient de poids, tantôt diminuaient; c'était pendant la nuit que ses blocs de glace augmentaient de poids et par conséquent condensaient la vapeur, pendant le jour, qu'ils diminuaient, évaporaient par conséquent. Mais l'absence d'observations psychrométriques qui auraient permis de rapporter ces phénomènes à l'état hygrométrique de l'air, l'impossibilité où nous sommes de rapporter à une unité de surface les valeurs en poids qu'Hugi donne dans ses expériences, nous empêchent d'utiliser ces recherches d'une manière pratique. — Quand, du reste, Hugi n'est pas trop préoccupé de ses idées sur la respiration du glacier, ses théories hygrométriques sont assez justes.<sup>5</sup>

**25.** En 1840, le chanoine Rendu, depuis évêque d'Annecy, dans sa théorie des glaciers de la Savoie, s'occupa attentivement des phénomènes de condensation à la surface des neiges et des glaces. Il ne fit pas d'expériences directes, mais certainement il exagère la valeur du dépôt de la vapeur d'eau en l'estimant à une couche de 30 pouces par an.<sup>6</sup> Son erreur vient probablement de la fausse interprétation qu'il donne au principe physique de la condensation; il croit que toute la vapeur contenue dans l'air doit se condenser à la surface d'une vaste étendue de neiges, comme le Mont-Blanc, tandis que nous avons vu, que lorsqu'il y a condensation, ce n'est que l'excès de vapeur d'eau au-dessus du point de saturation de l'air à la température de la glace, qui peut se précipiter sur la glace.

**26.** Agassiz, dans ses Nouvelles études sur les glaciers actuels, en 1847, expose d'une manière très juste, très précise et très claire la théorie hygrométrique de la condensation et de l'évaporation à la surface du glacier; il conclut que ces deux phénomènes doivent probablement se contrebalancer et que l'un doit rendre au glacier la vapeur d'eau que l'évaporation lui enlève. Toujours est-il qu'il n'a pas cherché à apprécier directement la valeur de ces phénomènes. Il est vrai que l'hôtel des Neuchâtelois situé sur le glacier de l'Aar, à 2400 mètres au-dessus de la mer, était dans des conditions hygrométriques peu favorables au phé-

<sup>4</sup> *Hugi: das Wesen der Gletscher.* Stuttgart 1842, p. 20-22.

<sup>5</sup> *Hugi: die Gletscher und die erratischen Blöcke.* Solothurn 1843.

<sup>6</sup> *Rendu: Théorie des glaciers de la Savoie.* Chambéry 1840, p. 27.

nomène de la condensation ; le point de saturation de l'air était, vu la hauteur de station, bien rapproché de zéro, et des expériences sur la condensation auraient donné des résultats bien moins évidents que ceux que nous avons pu obtenir dans une station moins élevée.

**27.** Nous avons trouvé une excellente station d'expérimentation au glacier du Rhône, où nous avons été nous établir le 26 juillet 1870. Nous y avons rencontré des conditions particulièrement favorables ; un hôtel de premier ordre joignant au confort, qui n'est point à dédaigner même dans les hautes régions, l'accueil gracieux et prévenant de l'hospitalité valaisanne ; le passage régulier des postes fédérales et le télégraphe qui nous permettaient de communiquer avec la plaine, et au besoin de nous procurer appareils et instruments ; un splendide glacier dont l'abord est partout aisé et dont la surface peu déchirée permet presque partout une circulation facile, situé à quelques centaines de mètres de l'hôtel ; toutes ces conditions réunies font du glacier du Rhône une excellente station d'observation et d'expérimentation pour des études comme celles que nous entreprenions, et nous ne saurions assez la recommander aux physiciens et glaciologues.<sup>7</sup>

**28.** Le glacier du Rhône est un des plus beaux glaciers de nos Alpes. Moins long que le glacier d'Aletsch, moins large que le Gorner ou la mer de glace du glacier des Bois, à Chamounix, il offre au naturaliste et à l'ami des grandes scènes de la grande nature, un spectacle des plus instructifs et des plus saisissants dans la splendide cascade de glace qui le coupe en deux moitiés. La partie supérieure, longue de 8 kilomètres environ et large de 1000 à 4000 mètres, forme un des *glaciers réservoirs* de Mgr Rendu, des mieux caractérisés. Elle remplit le vaste cirque bordé à l'est par le Furkahorn, le Galenstock, le Rhônestock, le Dammastock, le Schneestock, à l'ouest par le Thierælplistock et les Gelmer- et Gerstenhörner, cîmes dépassant toutes 3000 mètres et s'élevant au Galenstock jusqu'à 3596<sup>m</sup>. Ce bassin de réception du glacier du Rhône s'étend comme un coin entre le bassin de la Reuss et celui de l'Aar et va plus au nord quaucun des autres glaciers affluents du Rhône, collecter et réunir les

---

<sup>7</sup> Pour toutes les expériences et observations du moins qui n'exigent pas la présence ou l'existence des moraines superficielles. Celles-ci ont toutes disparu, en effet, dans le glacier inférieur, bouleversées qu'elles ont été avec le glacier lui-même dans la cascade de glace qui sépare le glacier supérieur du glacier inférieur.

neiges qui alimenteront pendant l'été le fleuve méditerranéen. Dans toute cette partie supérieure, le glacier du Rhône est peu incliné et descend en pente douce et relativement régulière.

Mais, arrivé à la ligne qui réunirait le Galenstock et le Furkahorn d'un côté, et le Nægelißgrætli et la Maienwand d'un autre côté, le glacier s'incline peu à peu sur le lit de plus en plus accidenté de son fond, et sur les parois de la vallée, qui se continue plus à l'est vers la Furka, il forme une magnifique cascade de glace qui n'a pas sa pareille, du moins dans les Alpes abordables au commun des touristes. La hauteur de cette cascade de glace est de 3-400 mètres environ. Nous n'avons pas à décrire les splendeurs de ce magnifique phénomène. Ceux qui n'ont pas vu les mouvements gigantesques de ce paisible glacier, qui n'ont pas sondé de l'œil ses crevasses de plus en plus tourmentées, ceux qui n'ont pas frémi en contemplant l'équilibre de plus en plus instable de ses énormes séracs, pyramides de glace formées par l'entrecroisement des crevasses, ceux qui ne l'ont pas vu s'étonneraient sans y rien comprendre de l'enthousiasme de notre peinture, et ceux qui le connaissent nous reprocheraient d'être restés dans notre description trop au-dessous de la sublime nature que nous aurions voulu représenter.

Au-dessous de la cascade, les débris entassés des blocs de glace écrasés dans leur chute, se ressoudent à nouveau et forment un nouveau glacier. Ce glacier inférieur s'élargissant, dans la vallée du Rhône, est connu sous le nom de la *coquille* ou de l'*écaille d'huître*. Il est coupé de crevasses longitudinales qui rayonnent plus ou moins, suivant les lignes de plus grande pente. Sa largeur est de 500 mètres environ, sa longueur était cette année de près de 2 kilomètres. Son altitude, de 1800 mètres environ, nous promettait des conditions hygrométriques très favorables aux expériences que nous projetions.

**29.** Nous avons commencé par établir en arrivant une station d'observations météorologiques, dans nos chambres, à l'hôtel du glacier du Rhône, par une altitude de 1760 mètres. Il importait pour nous, d'avoir un point de comparaison établissant au dehors du glacier les conditions thermométriques et hygrométriques du vallon dans lequel nous allions opérer.

Nous avons fait dans cette station 85 observations météorologiques à toutes les heures du jour et de la nuit.

**30.** Nous avons ensuite été choisir une station d'expérimentation sur le glacier; nous l'avons cherchée dans un point suffisamment rapproché de l'hôtel et de la cabane du gardien de la

grotte pour que nous pussions y trouver un refuge en cas de tempête, suffisamment au centre du glacier pour que nous fussions bien réellement dans l'atmosphère glaciaire. Nous avons été nous établir au centre de figure de la partie inférieure de la *coquille* du glacier du Rhône, à 260 mètres de la rive gauche, à 240 mètres de la rive droite, à 240 mètres du front du glacier et par une altitude de 1810 mètres environ. Si nous n'avons pas été plus haut sur le glacier c'est que nous avions, pour nos opérations, besoin d'avoir sous la main des pierres et que, cette année du moins, les pierres n'apparaissaient pas plus haut à la surface du glacier.

**31.** Il importait pour l'exactitude de nos pesées que notre balance fût à l'abri du vent. Nous avions d'abord projeté de construire sur le glacier une cabane, où nos instruments et nous-mêmes aurions trouvé abri et refuge contre le vent, le soleil et la pluie ; mais une fois sur place, l'absence à peu près complète, sur la surface du glacier, des matériaux nécessaires à cette construction nous fit abandonner ce dessein et nous dûmes songer à nous tirer d'affaire autrement. Après quelques recherches nous trouvâmes heureusement une large crevasse de 4 à 5 mètres de profondeur, dont une des parois était verticale, et dont l'autre était assez doucement inclinée pour qu'il fût facile à l'aide de quelques coups de hache d'y tailler un chemin praticable. Nous creusâmes avec le pic dans la paroi verticale une petite grotte ou niche de dimensions suffisantes pour recevoir notre balance, et en fixant au moyen de 4 clous un châle sur l'entrée de cette niche, nous pûmes, protégés comme par le voile des photographes, opérer tranquillement nos pesées parfaitement à l'abri du vent. Les tables, chaises, supports et autres meubles nécessaires, furent bientôt sculptés à coups de hache dans les parois de glace de notre crevasse, et nous eûmes ainsi, à peu de frais et à peu de peine, une installation aussi pratique que commode pour les opérations que nous avions à entreprendre.

**32.** Pour établir solidement le thermomètre sur le glacier, et pour le mettre facilement à l'ombre, nous avons fait construire un trépied très simple, très portatif et très commode. Nous nous permettons de le recommander aux personnes qui pourraient être dans le cas de faire des recherches analogues aux nôtres. Il se compose simplement de trois minces tiges de fer, longues de 45 centimètres et réunies par un anneau. Pour les transports, ces fiches se réunissent et occupent une place insignifiante ; pour les expériences, on écarte ces trois tiges de manière à donner à l'instrument la forme d'un tétraèdre.