

Un halo à la surface de la neige

Autor(en): **Renaud, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **60 (1937-1939)**

Heft 246

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-272758>

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.

Un halo à la surface de la neige

PAR

A. RENAUD

(Séance du 2 février 1938.)

Résumé. — L'auteur décrit l'arc lumineux coloré qu'il a observé au Creux-du-Van (Jura) le 14. II. 1937, à la surface de la neige fraîche éclairée par le soleil. Il interprète ce phénomène par la théorie des halos atmosphériques. L'arc observé à la surface de la neige est une forme hyperbolique du halo de 22° .

Introduction.

Les halos sont des phénomènes observés fréquemment dans l'atmosphère des régions polaires et tempérées. Ils affectent diverses formes dont la plus commune est celle d'un disque coloré entourant le soleil, et plus rarement, la lune. Ils sont produits par la réfraction et la réflexion de la lumière dans des nuages constitués par des cristaux de glace; la faible opacité de ces nuages permet à l'observateur du phénomène de recevoir assez de lumière pour distinguer l'astre et son halo. La forme des halos est déterminée par celle des cristaux et par leur orientation dans l'atmosphère; lorsqu'ils sont circulaires, leur ouverture angulaire a une valeur déterminée; les halos les plus fréquents sont des disques s'écartant de 22° ou de 46° du centre de l'astre. On observe la couleur rouge du côté de l'astre, puis le jaune, le vert, rarement enfin, le bleu ¹.

Toutes les formes de halos dont la littérature météorologique offre la description ont été observées dans l'atmosphère. Par contre, aucune mention n'est faite, à ma connaissance tout au moins, de l'apparition de halos à la surface du sol, lorsque ce dernier est couvert de neige. Aussi l'observation que j'ai faite le 14. II. 1937 est-elle fort intéressante; elle montre la forme sous laquelle un tel halo peut se produire et que de

¹ Dans les couronnes solaires et lunaires, les couleurs sont réparties dans l'ordre inverse. Les couronnes sont des anneaux d'ouverture angulaire variable dus à la diffraction à travers des nuages de gouttelettes d'eau.

nouvelles observations sont désirables pour élucider les conditions météorologiques qui favorisent son apparition, ainsi que les raisons pour lesquelles il est resté si longtemps inaperçu.

Description.

Le 14. II. 1937, je quittais à skis le sommet du Creux-du-Van (altitude 1466 m.), vers 15 h. 45 (H.E.C.) pour me rendre, accompagné de quelques personnes, au Truchet (altitude 1372 m.), où nous parvînmes aux environs de 17 h. Nous marchions approximativement dans la direction du Sud-Ouest, face au soleil. L'atmosphère était sereine et froide. La neige fraîche et poudreuse sur laquelle nous avançons était tombée au cours de la nuit précédente; des brouillards en nappes locales l'avaient soustraite durant une partie de la journée à l'influence du rayonnement solaire. Cette neige n'était pas homogène; une couche superficielle de 3 à 4 cm. d'épaisseur et d'une ténuité remarquable reposait sur une masse beaucoup plus compacte où les skis n'enfonçaient pas.

C'est à la surface de cette neige que nous vîmes apparaître un arc lumineux vivement coloré et parfois d'une clarté intense. Sa concavité était du côté du soleil et son sommet à quinze pas de nous environ. Les deux branches de l'arc s'épandaient jusqu'à l'horizon, disposées symétriquement par rapport à la direction du soleil. Ce magnifique spectacle, loin d'être fugitif, n'aurait pu échapper à notre attention; il persista jusqu'au coucher du soleil, soit plus d'une heure. Nous constatâmes que pour l'observation, notre position était indifférente; ainsi, chacun de nous, continuant à avancer, ne cessait de voir l'arc toujours placé devant lui, face au soleil.

On pouvait reconnaître dans l'arc la plupart des couleurs fondamentales. Du côté du soleil, se trouvait le rouge, dont le bord interne était nettement délimité; c'était la région la plus lumineuse. Vers l'extérieur, le jaune, le vert et le bleu se succédaient dans l'ordre naturel, mais avec une clarté décroissante. Le bord externe de l'arc ne pouvait pas être discerné: on n'y voyait que quelques cristaux bleus isolés, puis une large bande blanche, très claire. La planche ci-jointe (fig. 1), due au talent de M. le professeur René Berthoud, peintre, représente très exactement cet arc d'une réelle beauté. Un autre témoin du phénomène, M. Demiéville, en a obtenu quelques photographies qui ne sont malheureusement pas susceptibles d'être reproduites¹.

¹ Elles ont été présentées à la société dans la séance du 2 février 1938.

Alors que nous avançons, nous ne tardâmes pas à être frappés par un nouvel aspect du phénomène: lentement, le sommet de l'arc se rapprochait de nous tandis que le soleil s'abaissait à l'horizon. Cette relation a pu être précisée par la mesure sommaire et simultanée des angles suivants :

A : hauteur du soleil.

B_j : angle d'émergence des rayons jaunes, au sommet de l'arc ¹, et au-dessus d'un plan horizontal (fig. 2).

Un terrain favorable à ces mesures a été trouvé au lieu dit « Vers-chez-Amiet », situé par $6^{\circ} 41',6$ de longitude Est

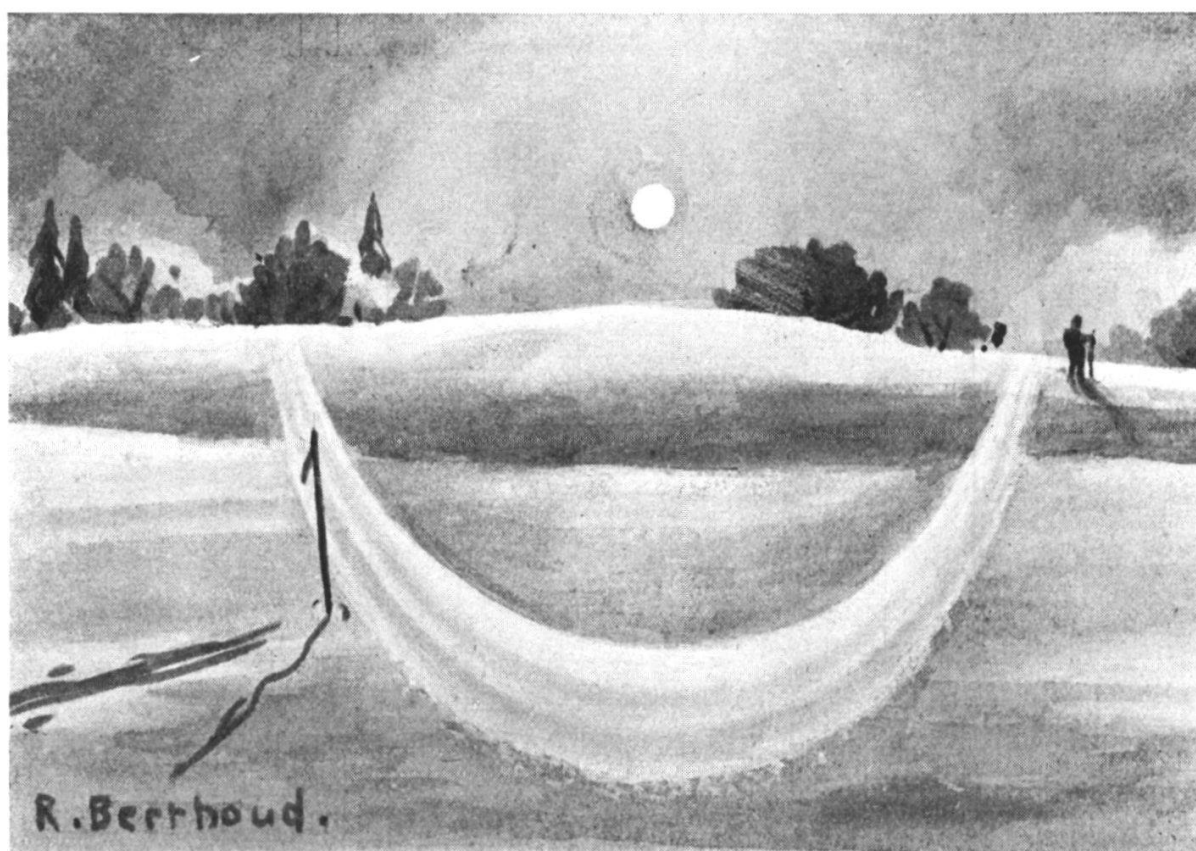


FIG. 1.

Le halo à la surface de la neige du 14. II. 1937, au Creux-du-Van.

Greenwich, $46^{\circ} 54',6$ de latitude Nord et à l'altitude de 1300 m.
A 16 h. 05 (H.E.C.), ces angles avaient la valeur suivante:

$$A = 15^{\circ} 10' \text{ (valeur calculée: } 15^{\circ} 16')$$

$$B_j = 6^{\circ} 50'$$

¹ Apex.

Au même instant, l'angle d'émergence B_r du rouge et celui B_{bl} du bleu étaient respectivement inférieur et supérieur à B_j . Donc :

$$B_r < 6^\circ 50' < B_{bl}$$

La différence $(B_{bl} - B_r)$ représente la dispersion des couleurs. Cet angle était de 1° environ.

D'autre part (fig. 2), la somme D_j des angles A et B_j

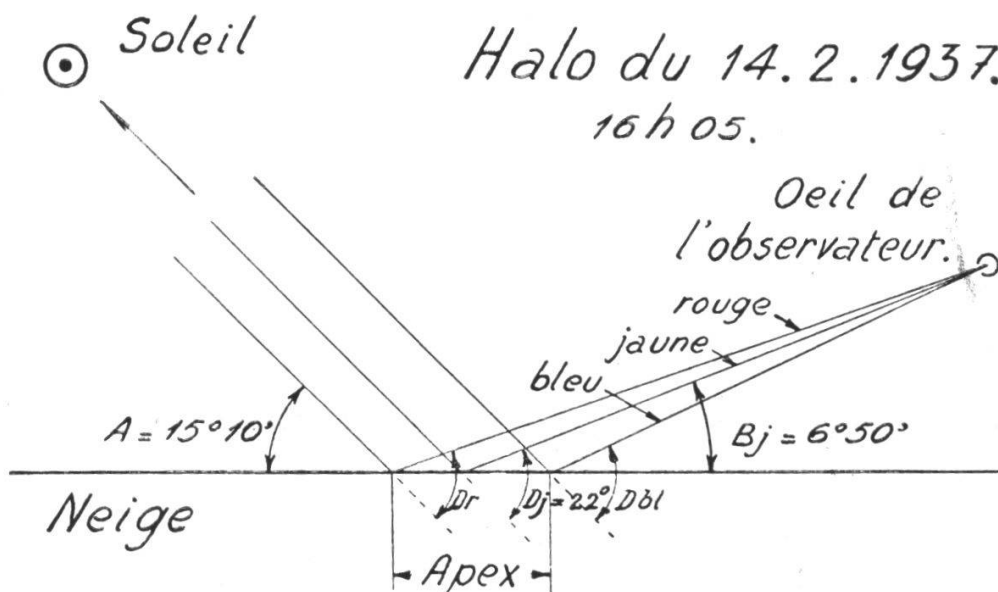


FIG. 2.

Réfraction de la lumière solaire à l'apex (sommet) du halo.

représente la déviation de la lumière jaune. A 16 h. 05, cet angle mesurait donc :

$$D_j = 15^\circ 10' + 6^\circ 50' = 22^\circ \pm 1^\circ$$

Les déviations respectives du rouge et du bleu sont par conséquent inférieure et supérieure à 22° .

$$D_r < 22^\circ < D_{bl}$$

J'ai mentionné plus haut la variation inverse et simultanée de la hauteur A du soleil et de l'angle d'émergence B_j des rayons jaunes issus du sommet de l'arc. A la diminution de A , correspondait une augmentation de B_j faisant apparaître l'arc plus près de l'observateur; mais la déviation est restée constante et égale à 22° , ce que montre la fig. 3.

Interprétation.

La répartition des couleurs de l'arc du 14. II. 1937 et la valeur mesurée de leur déviation permettent de considérer ce phénomène comme une forme particulière du halo de 22° . On sait en effet que ce halo est dû à la présence dans l'air d'aiguilles ou de plaquettes de glace de forme prismatique à base hexagonale, orientées dans toutes les directions de l'espace. La lumière de l'astre y subit diverses réfractions dont la plus importante est due aux angles solides de 60° formés par deux

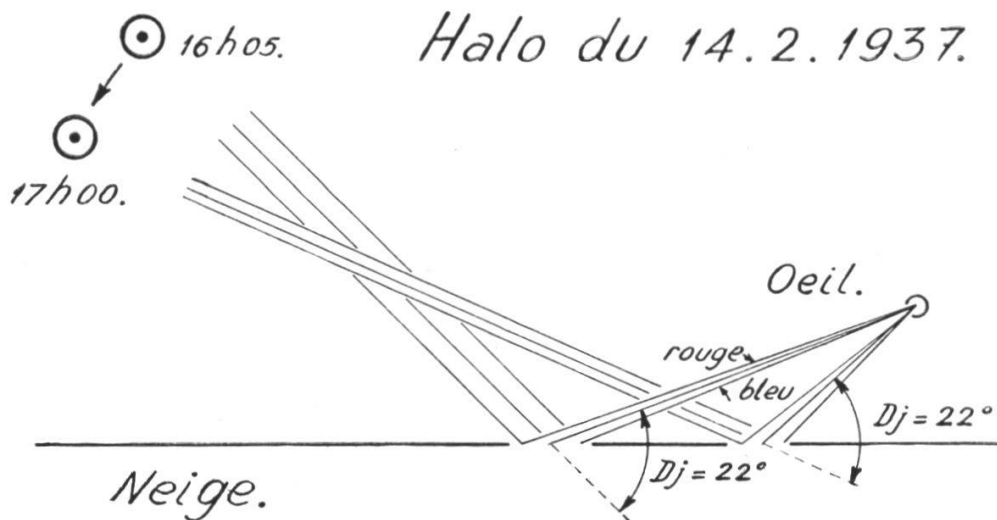


FIG. 3.

Déplacement de l'apex du halo avec la diminution de la hauteur du soleil. Remarquer la valeur constante (22°) de la déviation de la lumière réfractée.

faces paires ou impaires du cristal. Il se forme ainsi des spectres de dispersion dont l'intensité lumineuse dépend de la position des prismes, la plus grande quantité de lumière étant transmise par ceux qui sont placés au minimum de déviation. Pour la glace, cette déviation mesure $21^\circ 37'$ pour le rouge ($n = 1,307$)¹, $21^\circ 50'$ pour le jaune ($n = 1,3095$), et $22^\circ 6'$ pour le bleu ($n = 1,3136$). Ainsi, quelle que soit la position de l'observateur du halo, son œil reçoit des cônes de rayons lumineux de même couleur, émanant de prismes placés dans les conditions du minimum de déviation pour chacune de ces couleurs. L'axe commun de tous ces cônes passe par le centre du soleil qui paraît ainsi entouré de cercles d'autant plus éloi-

¹ n = indice de réfraction.

gnés que leur couleur est plus déviée, le rouge et le bleu étant respectivement à l'intérieur et à l'extérieur.

L'arc coloré du 14. II. 1937 est dû vraisemblablement à la présence sur le sol de neige constituée par des cristaux de glace (prismes ou plaquettes) d'orientation indifférente. Mais la forme du halo n'est plus la même; elle résulte de l'intersection des cônes de rayons avec la surface de la neige. En terrain plat, les cristaux lumineux colorés paraissent ainsi disposés sur un ensemble d'hyperboles. L'arc observé est donc de forme hyperbolique; les couleurs y sont disposées comme dans le halo atmosphérique.

Il est facile de voir qu'un halo de ce type ne peut se former que lorsque la hauteur du soleil est inférieure à 22° , c'est-à-dire dans les premières et les dernières heures de la journée. En effet, les rayons réfractés par les cristaux ne peuvent pas émerger de la surface de la neige lorsque le soleil est plus haut. Le calcul montre que le 14. II. 1937, à « Verschez-Amiet », le halo a commencé à apparaître à 15 h. 11 (H.E.C.) à l'horizon et qu'il a disparu à l'heure du coucher du soleil (coucher astronomique à 17 h. 55 H.E.C.)¹, après s'être progressivement rapproché du point d'observation. Ce calcul est fait pour le jaune, qui, avant de s'éteindre, se serait rapproché, dans le sommet de l'arc, à 4 m. d'un observateur dont l'œil aurait été situé à 1 m. 60 au-dessus de la neige.

L'interprétation de ce halo implique l'existence d'une couche très homogène d'aiguilles ou de plaquettes de glace à la surface de la neige. Ces éléments cristallins ne se forment que dans une atmosphère calme et très froide; c'est la raison de la fréquence des halos dans les régions polaires. Dans la zone tempérée, au contraire, ils n'existent guère en dehors de la zone supérieure de la troposphère, c'est-à-dire dans les cirrus. La neige parvenant au sol n'est qu'un agrégat (flocons) de cristaux souvent déformés ou imparfaitement cristallisés (plaquettes à six branches). Enfin, après sa chute, le vent, le rayonnement et les variations de température ne tardent pas à en altérer rapidement la structure cristalline. Les halos de surface sont donc plus rares que les halos atmosphériques; ils exigent des conditions météorologiques exceptionnelles dans nos climats et ne peuvent probablement être observés que dans un laps de temps très court après la chute de la neige.

Le halo du 14. II. 1937 est apparu dans une région dépourvue d'observatoire météorologique. Il est donc difficile

¹ En réalité, il a disparu plus tôt, en raison du relief de la région.

de connaître les conditions exactes de la neige qui l'a produit. Il n'est notamment pas exclu qu'il se soit formé à sa surface une couche de givre de sublimation; mais l'examen de la neige n'a apporté aucune confirmation de cette hypothèse. Les observatoires du Jura ont enregistré des précipitations en majeure partie neigeuses du 13. II. à 9 h. au 14. II à 7 h. 30, par un temps très calme et un vent quasi nul sur les hauteurs. La température moyenne de l'air s'est abaissée du 13. II au 14. II. de $+0^{\circ}4$ à $-0^{\circ}1$ à Neuchâtel (altitude 487 m.), de $-2^{\circ}8$ à $-3^{\circ}2$ au Chaumont (altitude 1115 m.) et de $-2^{\circ}4$ à $-3^{\circ}8$ au Mont-Soleil (altitude 1200 m.). En extrapolant les mesures des observatoires de Neuchâtel et du Chaumont, on peut admettre pour le 13. II. une température de $-4^{\circ}3$ à l'altitude de 1400 m., et de $-4^{\circ}7$ pour la journée du 14. II., sans aucun dégel. Ces conditions ont donc été favorables à la conservation des éléments cristallins de la neige.

Un halo à la surface de la neige m'a été signalé récemment par M. le Dr h. c. Max Oechslin¹ (Altdorf) qui en a fait l'observation le 3. II. 1932 au col du Klausen (altitude 1890 m.), vers 9 h. du matin. Le ciel était clair du côté du soleil. La température de l'air était très basse (-15°) et la neige tombée depuis deux jours avait une consistance floconneuse-grenue; elle était légèrement charriée par le vent. S'agissait-il de neige ou peut-être de givre? Le doute subsiste comme dans le cas déjà décrit. De nouvelles observations seront donc nécessaires pour préciser les conditions d'apparition des halos de ce genre.

La station centrale suisse de météorologie m'a obligeamment communiqué les éléments météorologiques et astronomiques dont j'avais besoin. J'exprime à son directeur, M. le Dr prof. P.-Ls Mercanton, mes vifs remerciements, de même qu'à M. le prof. R. Berthoud pour sa précieuse collaboration.

¹ *in litt.*