Zeitschrift: Journal forestier suisse : organe de la Société Forestière Suisse

Herausgeber: Société Forestière Suisse

Band: 91 (1940)

Heft: 6

Artikel: Le travail de la Commission suisse pour l'étude de la neige et des avalanches [fin]

Autor: Hess, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-785487

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: 14.12.2025

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

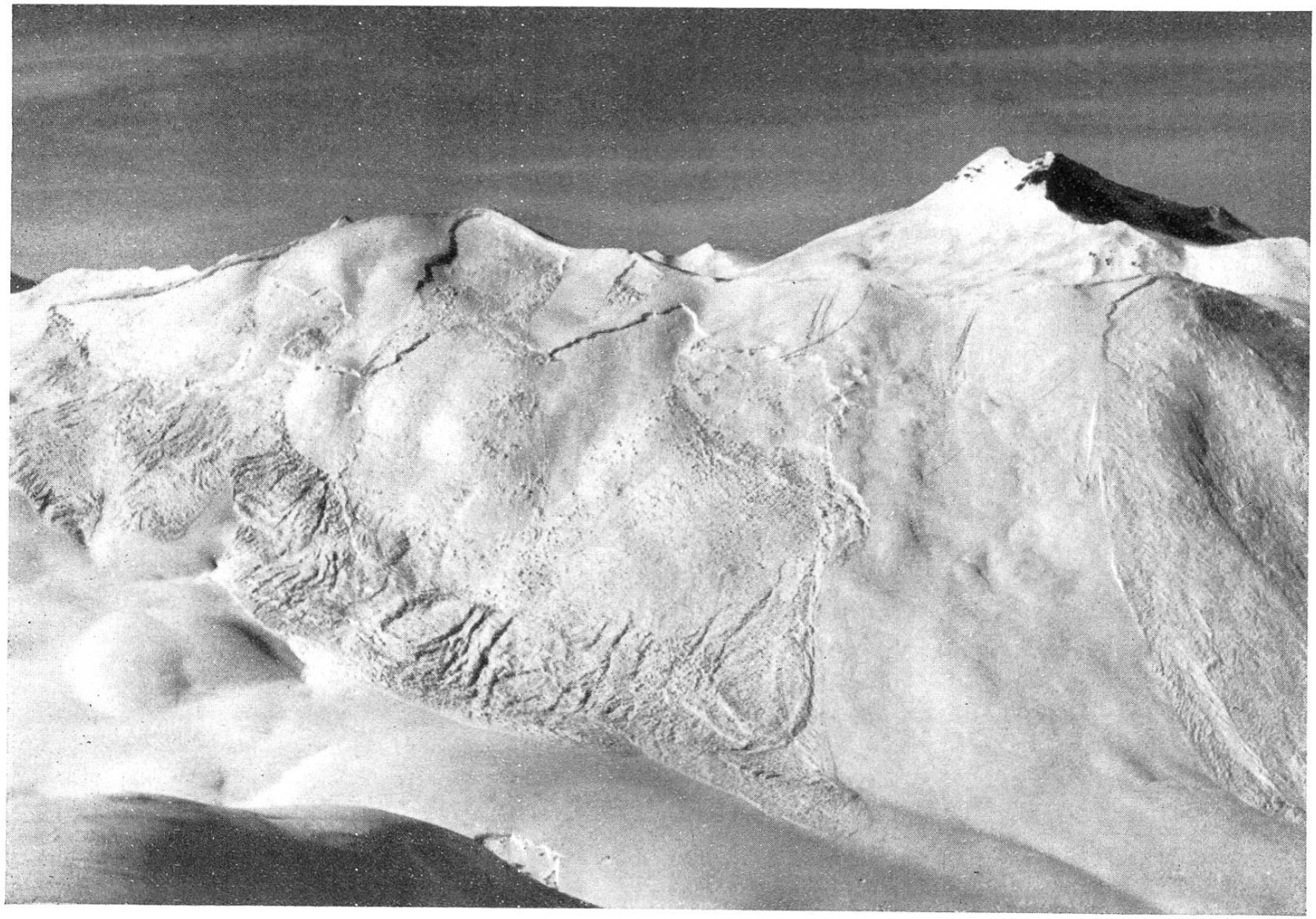


Fig. 5. Phot. Caspar, Davos.

AVALANCHE (DE PLANCHE DE NEIGE), AU GANDERGRAT (DAVOS).

Fig. 6. Phot. E. Weber, Baden.

AVALANCHE (DE PLANCHE DE NEIGE), A LA WEISSFLUH (PARSENN) déclenchée artificiellement par l'explosion d'une grenade, tirée au moyen d'une lance-grenades.

JOURNAL FORESTIER SUISSE

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ FORESTIÈRE SUISSE

91me ANNÉE JUIN 1940 N° 6

Le travail de la Commission suisse pour l'étude de la neige et des avalanches.

(Suite et fin.)

Le *chapitre II*, écrit par *Haefeli* et intitulé : « Les conditions mécaniques de la neige mises en parallèle avec celles de la mécanique des terres », constitue la partie la plus importante de l'ouvrage.

Des recherches mécaniques spéciales doivent permettre de déceler les tensions dues au poids propre de la couche neigeuse et qui conduisent à la formation d'avalanches. A cette fin, des échantillons de neige sont prélevés aux points de leur décrochement et dans les champs d'essais. Ils ont environ 20 cm de longueur et 58 mm de diamètre; ils sont introduits dans des appareils de compression et d'extension. Les déformations relevées, au bout de 24 heures (degré d'extension et degré de compressibilité), permettent de tirer des conclusions importantes sur la plasticité de la couche de neige et, notamment, sur l'évolution du tassement.

Le tassement d'une couche de neige inclinée (les expériences faites au laboratoire et sur place sont concordantes) s'effectue d'une façon très spéciale, qu'on appelle la *reptation* (Kriechen). Au cours du tassement, un point de l'intérieur de la couche de neige inclinée ne se meut pas verticalement, mais vers l'aval, à une vitesse variant de 1 à 20 mm par jour, selon le degré de la pente et la température. La vitesse de déplacement d'un grain de neige — vitesse qui résulte d'une composante parallèle à la pente (vitesse de rampement) et d'une composante verticale (vitesse de tassement) — s'accroît généralement avec la hauteur à laquelle se trouve le grain de neige au-dessus du sol. Or, étant donné que, dans un terrain accidenté, la pente et la hauteur de la neige varient d'un endroit à l'autre, les différents points d'une même couche de neige cheminent à des vitesses différentes. Dans la neige cohérente (p. ex. celle qui a été tassée par le vent), les vi-

tesses de reptation inégales de deux points, situés sur une même ligne de plus grande pente, provoquent des tensions longitudinales.

Pour comprendre ce fait important, qu'on se représente deux skieurs encordés. Chaque fois que le skieur ralentit quelque peu sa marche (peu importe si c'est délibérément ou non), la corde est soumise à des tensions longitudinales qui provoquent un certain allongement. Un phénomène analogue se produit sur la ligne qui relie deux points de la surface neigeuse, le plus bas se déplaçant plus vite que le plus élevé : il en résulte des tractions qui provoquent un allongement de la masse de neige et conduisent à une égalisation des vitesses. Si, au contraire, le point inférieur se meut moins vite que le point supérieur, des compressions longitudinales se produisent, qui ont pour conséquence de raccourcir la couche de neige.

Selon la nature de ces tensions longitudinales, on peut différencier *des zones de traction et des zones de compression.* Les premières se produisent surtout dans la partie supérieure d'une pente, tantôt parce que la couverture de neige s'amenuise vers le haut et qu'elle s'accroche aux aspérités du sol, tantôt parce qu'elle est suspendue à une corniche ou que, du fait de la convexité du terrain, elle présente en amont une zone moins en pente qui freine son avancement. Les zones de compression, par contre, se forment surtout au bas de la pente, en outre aux environs de tout obstacle pouvant ralentir la progression. Il y a en général, entre la zone de traction et la zone de compression, une zone libre de toute tension, que l'on peut désigner par le nom de *zone neutre.* Par ailleurs, il faut distinguer des zones de cisaillement. Celles-ci se produisent, en particulier, lorsque le cheminement normal est freiné sur les bords de la pente, par exemple, par une arête rocheuse.

Or, la plupart des espèces de neige (à l'exception de la neige coulante et de la neige poudreuse) possèdent, comme d'ailleurs tous les corps solides, certaines résistances à la traction, à la compression et au cisaillement, qui garantissent la stabilité des couches de neige sur la pente jusqu'à un point quelconque, où la limite de cette résistance est atteinte. Pendant et après la formation de couches de neige fraîche tassées par le vent, et du fait du lent processus de cheminement et de tassement, il se produit une interversion des diverses tensions. Le frottement prévalant au dé-

but — lequel contrebalance les effets de la pesanteur — est graduellement, et toujours davantage, compensé par des tensions longitudinales. Ce phénomène s'explique par le fait que les tensions longitudinales conduisent à un ralentissement de l'avancement, ce qui a toujours pour conséquence de diminuer l'intensité du frottement entre la vieille neige et la nouvelle. La prédominance graduelle des tensions longitudinales fait qu'en quelques heures, ou quelques jours, la limite de la résistance de la neige à l'arrachement est atteinte. Alors l'équilibre devient si instable que l'intervention la plus faible suffit — un léger ébranlement de l'air par un son, une faible entaille de la surface de la neige par la carre d'un ski, la chute d'un morceau de neige d'une paroi de rocher ou d'une corniche — pour provoquer le décrochement de l'avalanche. De même, un brusque changement de la température, dans l'un ou l'autre sens, peut avoir le même effet. La rupture a pour effet de libérer brusquement les énormes tensions qui existaient dans l'ancrage; cela produit une élévation instantanée de toutes les autres tensions (en premier lieu, celles d'adhérence encore existantes entre les diverses couches de neige), auxquelles le matériau cassant ne peut résister. En un clin d'œil, toute la pente se brise en dalles énormes, qui glissent à toute vitesse dans l'abîme. C'est ainsi que se déclenche l'avalanche qui est de loin la plus fréquente et la plus dangereuse, la « *planche de neige* » (fig. 7).

Selon le degré de durcissement de la neige, la cassure s'opère soit sans bruit, soit avec un bruit sourd, soit avec une détonation sèche. Le durcissement planchéiforme de la couche superficielle est dû à l'effet du vent, qui met en place les cristaux de neige, de telle façon que les vides sont réduits au minimum. Il arrive toutefois, très souvent, que la couche consolidée de neige fraîche ne s'arrache pas seule, mais que d'autres paquets de couches sous-jacentes sont arrachées avec elle. Quoi qu'il en soit, c'est le vent qui est le facteur le plus important dans la formation des planches de neige.

D'après leur formation et leur forme extérieure, *Haefeli* distingue deux types principaux d'avalanches qui sont représentés sur le tableau ci-après. Les avalanches de planche de neige ayant déjà été traitées, il nous reste un mot à dire des avalanches de neige sans cohésion.

Division et particularités des avalanches.

Types d'avalanches		Caractéristiques de la neige au point de départ	
	Avalanche de neige sans cohésion (coulées)	sèche	neige folle neige poudreuse neige coulante
		humide	neige mouillée neige pourrie
Départ de l'avalanche en un point, largeur restreinte. Piriforme			
	Avalanche de planche de neige	sèche	neige soufflée neige comprimée
		humide	couches de neige comprimée; grosseur de grain variable
Csasure large et anguleuse, glissement par plaques, fentes latérales			

Dans de la neige sans cohésion, les forces longitudinales n'ont qu'un effet stabilisateur restreint. L'équilibre n'existe que par les *forces de frottement*. Le problème est analogue à celui de l'équilibre des talus de sable. Le frottement est suffisant pour maintenir l'équilibre, jusqu'à un angle maximum. Toutes les additions supplémentaires de matière glissent. Pourtant, malgré la cohésion limitée, une surcharge supplémentaire est possible. D'après ce principe, il arrive que de grosses quantités de neige, dont le poids a dépassé la force de cohésion, rompent leur équilibre. Les avalanches de neige sans cohésion tombent, la plupart du temps, pendant ou après une chute de neige. Suivant le mode de leur formation, il ne se produit pas de cassure aiguë à leur point de départ, mais elles sont piriformes (fig. 8). Ni au point de départ ni à

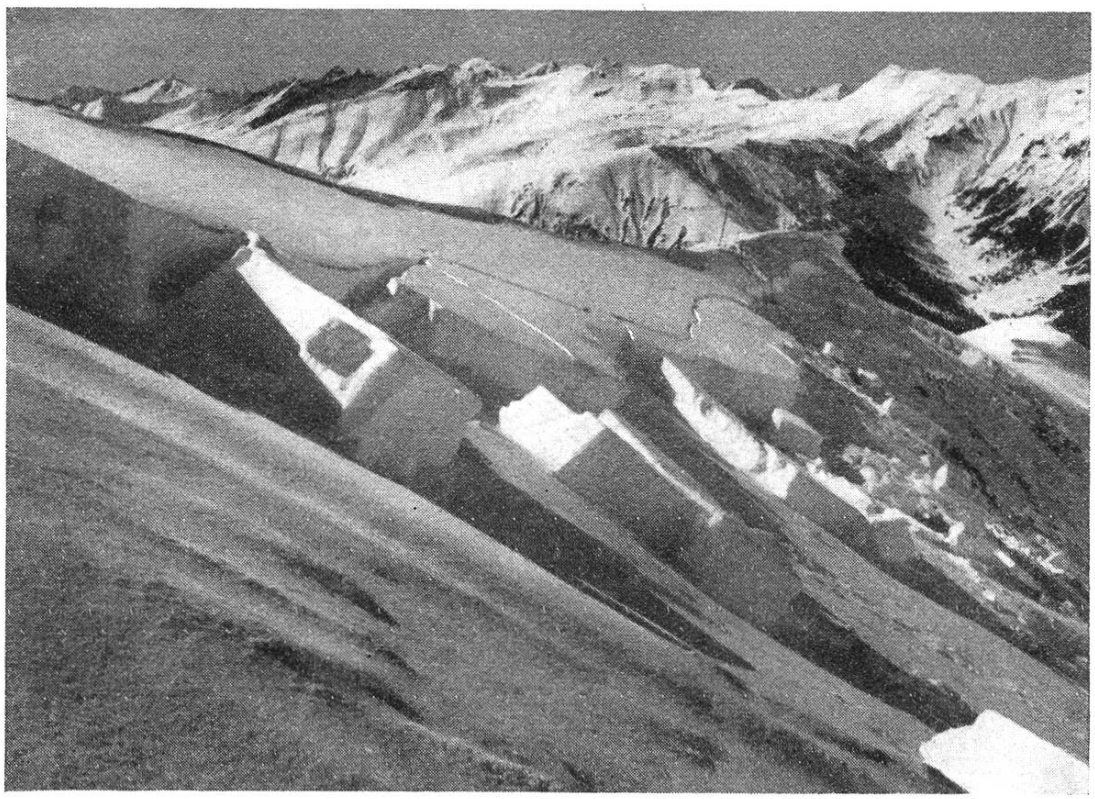


Fig. 7. Phot. Meerkämper, Davos.

Le décrochement d'une planche de neige au Nülligräble, près de Davos.

Fig. 8. Phot. E. Hess, Berne.

Avalanche de neige incohérente humide (coulée), à la Hornfluh, dans le Simmental (Berne).

l'arrivée en bas, on ne trouve des morceaux ou plaques de neige. Tout est inconsistant, sans angles ni arêtes aiguës. Souvent aussi, il n'y a aucune surface de glissement bien marquée. Ce genre d'avalanche est peu dangereux au point de départ. Mais elle peut entraîner sur son passage des masses de neige de plus en plus considérables et prendre ainsi une grande envergure.

La dénomination des avalanches proposée par *Haefeli* et *Bucher* est très simple; elle est basée sur la consistance de la neige dans la zone de décrochement. Si nous nous en tenons dorénavant à la différenciation des deux types d'avalanche, il sera facile de se faire comprendre.

Le *chapitre III* est consacré à la représentation chronologique de la couverture de neige. Les ingénieurs et le cristallographe *(Haefeli, Bucher, Bader)* ont trouvé une méthode qui permet de représenter graphiquement les particularités d'une couverture de neige.

Dans ce but, on fait, à peu près tous les huit jours, des coupes verticales dans le champ d'essai horizontal, depuis la première chute de neige jusqu'à la fonte totale du printemps. A cet effet, la couverture de neige est tranchée jusqu'au sol; les couches qui correspondent aux diverses chutes de neige sont mesurées et marquées par des fils; la température de la neige, ainsi que la résistance que la neige oppose au battage d'une sonde de métal, munie d'une tête conique et enfoncée perpendiculairement, sont relevées. En outre, un certain nombre d'échantillons de neige sont prélevés, en vue d'un examen ultérieur au laboratoire. Dans un local où la température est constamment maintenue à —5°, on établit le poids spécifique, la forme des grains, la perméabilité à l'air et le degré de cohésion de la neige.

Les résultats d'un sondage sont reportés le long d'un axe vertical (fig. 11). Cela fait ressortir clairement le caractère stratifié de la neige et l'extrême variation des propriétés physiques de ses diverses couches. Dans le « profil de battage » (Rammprofil), en particulier, ainsi que dans l'échelle des degrés de cohésion, on voit apparaître une alternance de couches épaisses fortement durcies et de couches intermédiaires tendres et plus minces. En disposant plusieurs relevés isolés le long d'un axe, on obtient une série chronologique de profils. On y voit aisément les transformations des

diverses couches et on est ainsi en possession de la base essentielle, on peut même dire de la clé de toutes les expériences comparatives ultérieures (fig. 12). La série chronologique fournit, en outre, des éléments extrêmement précieux pour prévoir les avalanches.

Le *chapitre IV :* « Etudes de la neige sur le terrain », est une première application pratique des nouvelles méthodes de recherches. *Neher* a étudié la couverture de neige à différentes expositions, dans des creux, sur des crêtes, etc.

Le dernier chapitre, intitulé : « *Recherches sur les conditions de densité, de température et de radiation de la couverture neigeuse* », contient la description des études effectuées dans les environs de Davos, par les membres de l'observatoire physico-météorologique. On a voué ici une attention spéciale aux phénomènes de radiation et de rétention de chaleur de la couverture de neige. Le manteau de neige absorbe une certaine quantité d'énergie calorifique solaire, dont une forte proportion est éliminée par réflexion.

Pour terminer ce compte rendu, nous voudrions toucher encore brièvement au problème de *l'établissement des travaux de défense contre les avalanches.* A la fin du chapitre : « Les conditions mécaniques de la neige », *Haefeli* lui consacre quelques remarques.

Il met en opposition deux types d'ouvrage, de conception tout à fait différente : soit le *pilier* et le *mur d'appui.* Le mur d'appui et la terrasse, tels qu'on les construit actuellement, ont pour but de soutenir la couche de neige sur toute la largeur de la pente (fig. 9); ils ne s'opposent donc qu'aux forces de compression. En revanche, ils ne tiennent pas compte des forces de traction qui se produisent, comme nous l'avons déjà fait remarquer, surtout dans le haut des pentes.

Il en est autrement si l'on utilise l'ouvrage du type pilier. La continuité de la couche de neige n'est pas brisée par les corps individuels, qui agissent donc aussi bien sur les forces de compression que sur les forces de traction. La couche de neige est pour ainsi dire ancrée à ces corps et appuyée par eux.

Haefeli fait cependant remarquer très justement que le choix du type d'ouvrage ne doit pas être guidé par des considérations de statique seulement, mais que l'effet du vent, le type d'ava-

lanche et la configuration du terrain, exerçant une grande influence, doivent aussi entrer en ligne de compte.

Des essais de la nouvelle méthode sont en cours, à plusieurs endroits, dans les Grisons (fig. 10). Une des tâches principales de la station de Weissfluhjoch consistera à contrôler l'action des divers types d'ouvrages de défense. Des expériences sont faites aussi avec des appareils construits pour mesurer la pression

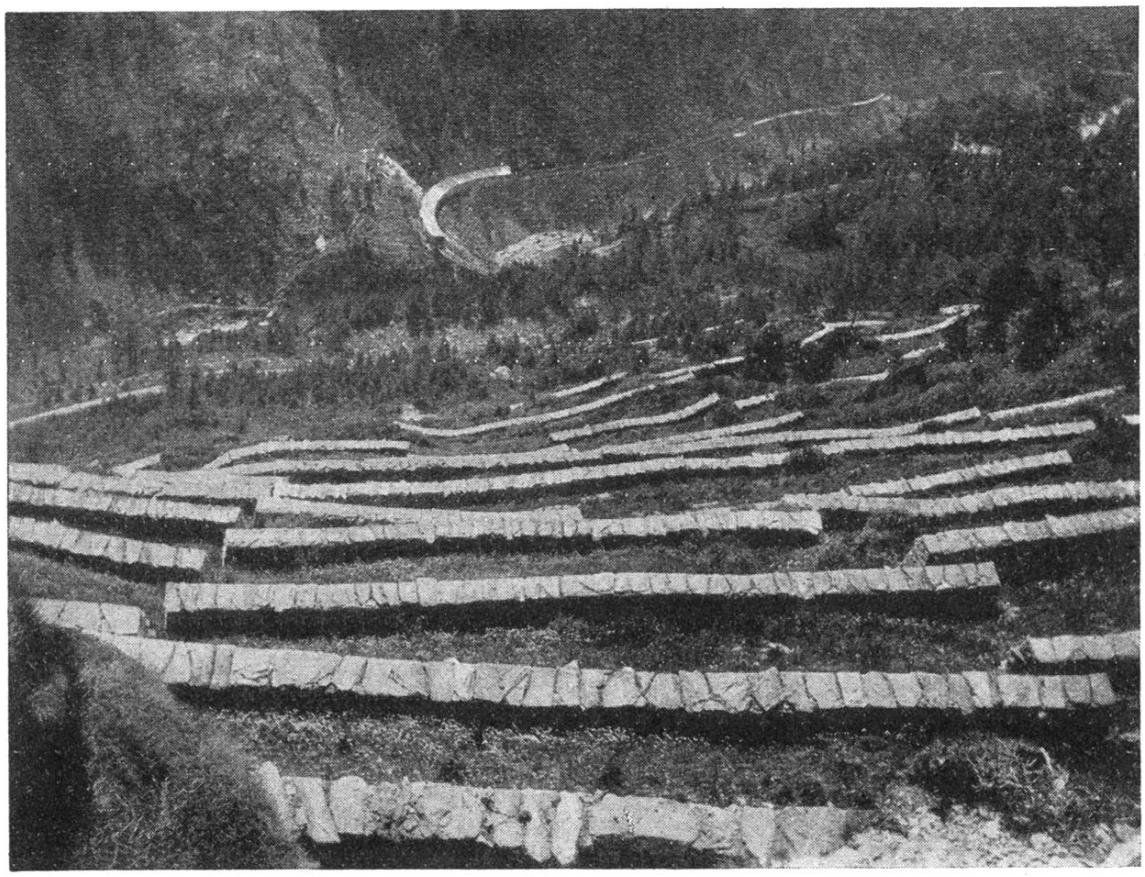


Fig. 9. Phot. E. Bucher, Davos.

Ancien type de murs de défense contre avalanches, à l'Alpe Grüm (Grisons).

qu'exerce le mouvement de reptation de la couverture neigeuse. Puis, on mesure aussi la pression que peut produire une avalanche sur un corps. Ces recherches méthodiques se poursuivront, ces prochaines années, sur une échelle toujours plus large.

Il faudra certes consacrer encore beaucoup de temps à ces observations, avant de pouvoir formuler un jugement définitif sur les qualités et avantages de chaque type d'ouvrage.

Il nous reste à signaler que, dans la région du Weissfluhjoch, on expérimente de façon très approfondie le décrochement artifi-

ciel d'avalanches au moyen de lance-grenades. On peut, dans des conditions données, obtenir par ce procédé des résultats précieux pour la protection des voies ferrées et des routes (fig. 6).

La « Commission suisse pour l'étude de la neige et des avalanches » estime devoir compléter sa tâche en étendant le réseau des stations d'observations et s'assurer, outre celle des cinq stations existantes, la collaboration d'observateurs qui sont répartis dans toutes les Alpes suisses.

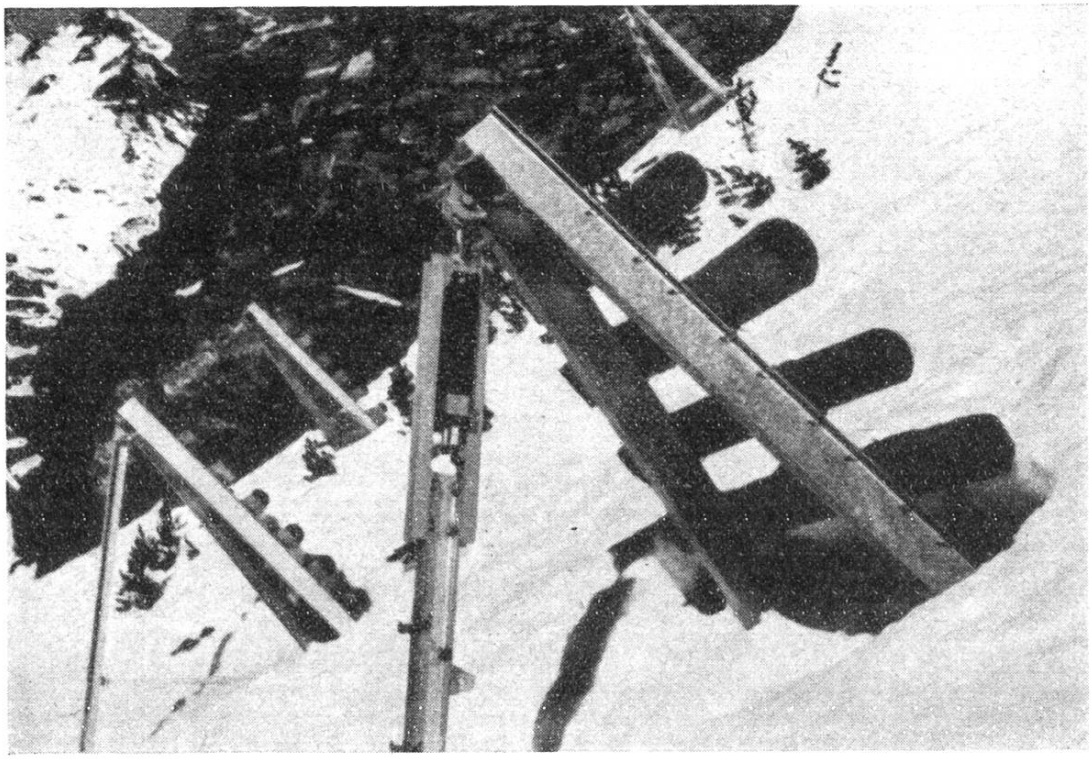
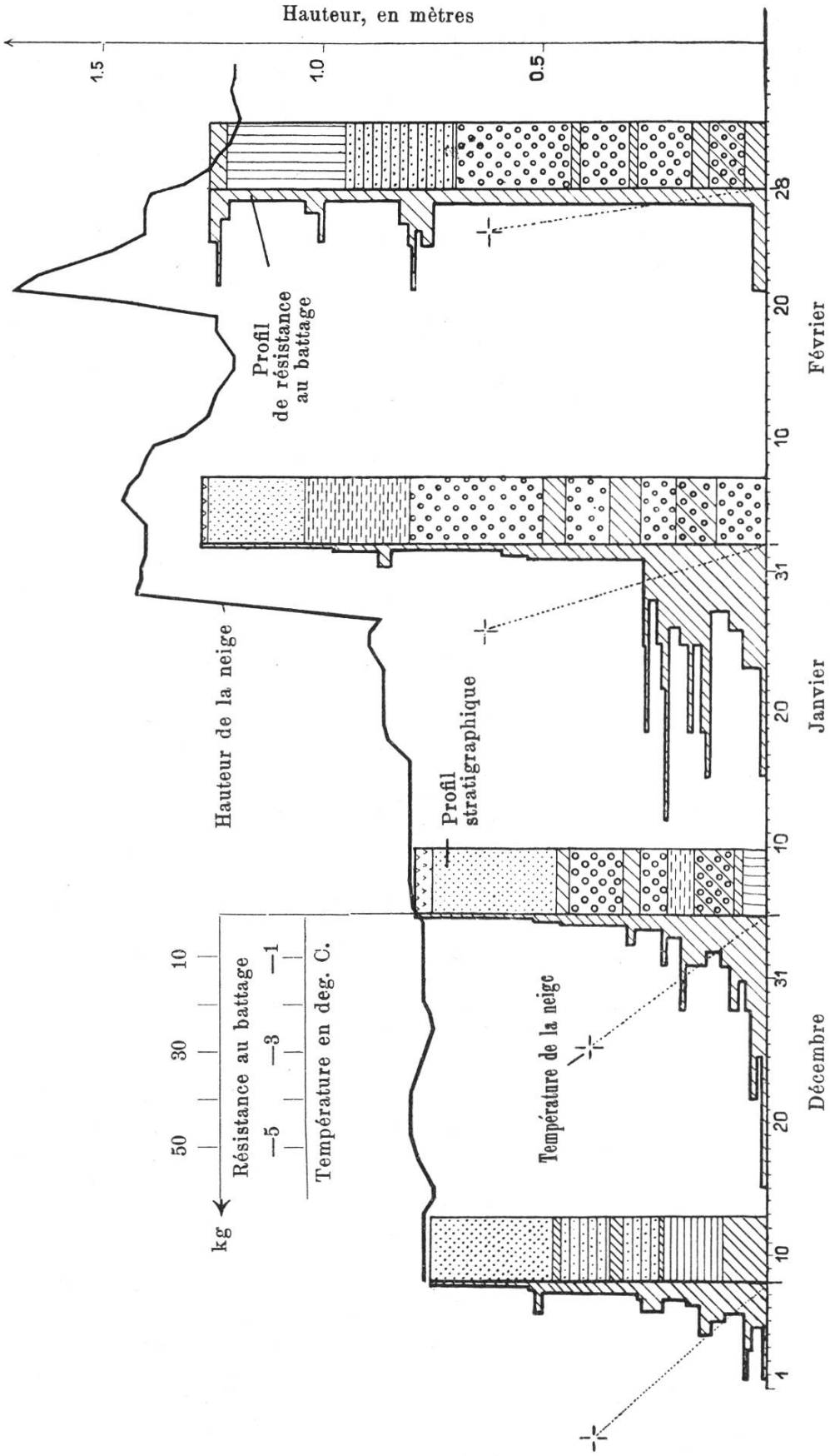


Fig. 10. Phot. E. Bucher, Davos.

Nouveau type de travaux de défense contre le décrochement d'avalanches, à l'Alpe Grüm (Grisons).

Pour l'hiver 1939/40, de nouvelles stations ont été établies à Barberine, Eigergletscher, Trübsee, Oberalp et Ritom.

Ces stations donnent, à intervalles réguliers, des informations sur les conditions météorologiques et l'enneigement. On y observe, de façon suivie, la couverture de neige et sa transformation, en procédant à des levés de profils. La station de Weissfluhjoch, qui demeure le centre suisse des recherches scientifiques sur la neige et les avalanches, met en valeur les résultats ainsi obtenus. Ils permettront de se rendre compte des métamorphoses de la couverture de neige, au cours de l'hiver, dans les différentes régions du



Winterhalter, Davos.

Série chronologique de profils durant l'hiver 1939/40.

Fig. 11.

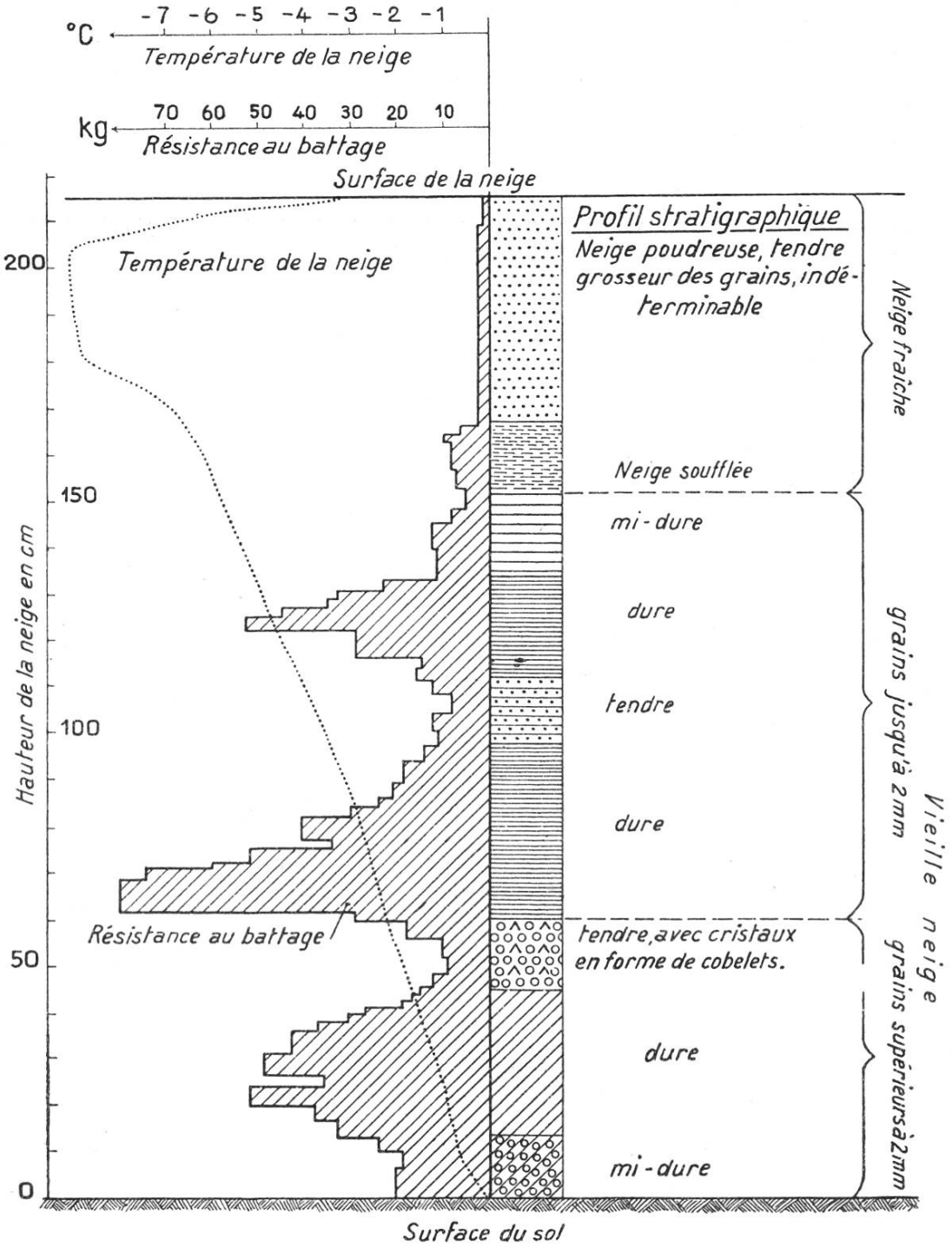


Fig. 12. Winterhalter, Davos.

Exemple d'un relevé du profil stratigraphique et du profil de résistance au battage.

pays. Ils constitueront, enfin, une précieuse source de renseignements, pour orienter régulièrement les skieurs suisses sur les dangers d'avalanche.

E. Hess.