

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 99 (1948)  
**Heft:** 12  
  
**Rubrik:** Mitteilungen = Communications

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

le moment valables que pour la région en cause, bien qu'à notre avis elles doivent jouer dans toutes les circonstances, au moins dans le Jura. Il serait utile de poursuivre ces études plus près de la ville de Neuchâtel et de son Observatoire, afin de se trouver aussi près que possible de l'endroit d'observation.

Souhaitons que cette petite étude encouragera l'un ou l'autre collègue à se lancer dans une étude analogue pour une autre région, afin que chacun apporte sa petite pierre au grand édifice de la connaissance des lois de la nature.

### **Zusammenfassung**

Der Verfasser untersucht die Zusammenhänge zwischen Zuwachsschwankungen und Witterung im Val-de-Travers. Er zeigt, daß Wirtschaftsperioden mit hohem Zuwachs durch Jahre mit hohen Niederschlägen und großer Luftfeuchtigkeit bedingt sind, während warme, sonnige Jahre Perioden mit geringem Zuwachs zur Folge haben. Dabei können ein oder zwei Jahre mit ungünstiger Witterung den Zuwachs der ganzen Wirtschaftsperiode stark herabsetzen. Eine große Bedeutung kommt insbesondere der Witterung der Monate der Vegetationszeit zu, wobei die Verhältnisse von März bis Juni ausschlaggebend sind.

<b>MITTEILUNGEN · COMMUNICATIONS</b>
--------------------------------------

## **Rapport sur l'activité de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, pendant l'année 1947/48**

Par *E. Bucher*

### **I. Généralités**

L'hiver 1947/48 fut très riche en précipitations atmosphériques, très doux et pauvre en avalanches. Il diffère notablement des onze hivers observés jusqu'à maintenant, et totalement du précédent. Il est intéressant parce qu'il montre l'effet de la température sur l'épaisseur et sur l'équivalent en eau de la couverture de neige.

### **II. Personnel**

Aucune modification n'est intervenue dans le personnel, qui comprend 6 universitaires, 2 techniciens, 2 mécaniciens, 1 secrétaire et 1 dactylo, soit au total 12 collaborateurs.

De plus un étudiant en physique passa trois mois d'hiver à l'institut et s'occupa principalement de travaux de laboratoire.

### III. Constructions et acquisitions

1. L'institut ne subit aucun changement, seule une revision de l'installation de chauffage fut effectuée. En revanche, au cours de l'année 1947, les constructions contre avalanches du Dorfberg sur Davos purent être améliorées et complétées par un système d'appareils pour mesurer la pression de la neige.

2. Acquisitions importantes: un projecteur de cinéma «Paillard» 16 mm. et une scie circulaire «Inca».

3. Le matériel d'instruction et de conférence a été enrichi par un film en noir et blanc de 16 mm. sur la neige et les avalanches. Cette bande contient de nouvelles vues provenant du Prof. Rüst et de l'institut.

4. La bibliothèque a pu être augmentée dans de modestes limites.

### IV. Activité

#### 1. Expériences faites en météorologie et en hydrologie

Les observations climatiques faites chaque mois au cours de l'hiver 1946/47 permettent de tirer des conclusions et de les comparer aux données de Davos, établies de longue date. La relation entre la nébulosité et le pourcentage de la *durée d'insolation* possible est pratiquement la même au Weissfluhjoch qu'à Davos. Les observations faites à Davos au cours des années passées peuvent donc être transposées pour le Weissfluhjoch sans erreur importante.

La durée d'insolation des diverses stations du service des avalanches, exprimée en pour cent de leur durée possible, varie très peu pour une région (moins de 3%). La durée d'insolation maximum peut ainsi être déterminée pour tous les champs d'observation, de sorte qu'une comparaison du développement de la couverture de neige des différentes stations devient réalisable.

Les *températures* du Weissfluhjoch peuvent être comparées avec celles du Säntis. Cette comparaison ne doit pourtant pas être faite sans tenir compte de la situation météorologique. Les mesures de température faites au psychromètre sur l'arête située au-dessus de l'institut varient, cet hiver aussi, de celles faites devant la cabane du champ d'observation. Après correction d'altitude, les températures du psychromètre coïncident relativement bien, tandis que la température dans la cabane anglaise ou devant cette dernière, même sans radiation directe, varie de  $\pm 5^{\circ}$  C. et ne peut être considérée comme représentative.

La *radiation* a été enregistrée sur le toit de l'institut seulement, ce qui permet pourtant de déterminer l'influence de la longue persistance de la couverture de neige. Pendant les journées claires de juin 1948, elle provoqua un rayonnement de 10% supérieur à celui de l'année précédente (1947) pendant la même période.

Il est très important de mesurer la quantité des précipitations. Les résultats de l'hiver indiqués par les totalisateurs des environs du Weissfluhjoch ne concordent pas avec l'équivalent en eau de la couverture de neige. En été, par contre, ils coïncident beaucoup mieux avec les quantités des préci-

pitations régionales. Les grandes différences observées en hiver sont dues probablement à l'effet du vent, qui chasse la neige.

La détermination de l'équivalent en eau de la couverture de neige, effectuée tous les quinze jours sur les champs d'observation de Davos et de Klosters, concorde avec les données des pluviomètres. La même constatation a pu être faite au cours de l'hiver 1946/47. Ce résultat démontre que les pluviomètres installés dans la vallée donnent des résultats sûrs.

La détermination de l'équivalent en eau de chaque couche a montré que la neige accumulée jusqu'à mi-décembre s'écoule peu à peu dans le sol. Elle est protégée du froid extérieur par les nouvelles couches de neige fraîche et à mi-janvier elle a complètement disparu. Cette ablation à partir du sol se produit probablement chaque année et doit être considérée comme une règle générale en basse altitude, pour autant que l'enneigement se fait par une température au sol voisine de 0° C.

Le nouvel appareil pour mesurer l'eau de fonte a donné d'excellents résultats et a montré que le gel nocturne ou de nouvelles chutes de neige entraînent une diminution de l'ablation. Il a montré aussi l'influence du rayonnement et celle de la température ainsi que le déplacement du maximum d'écoulement. Ce maximum se situe tout d'abord le soir vers 21 heures et se déplace jusque vers 14 heures au fur et à mesure que la couverture de neige disparaît.

## 2. *Recherches physiques, cristallographiques et hydrologiques*

*L'étude de la structure des grains* de la vieille neige poursuivie sporadiquement depuis le travail fondamental de B a d e r en 1938, a été reprise sérieusement. La technique améliorée des coupes minces microscopiques permet d'obtenir autant de sections équidistantes d'un échantillon de neige qu'on peut le désirer et de rendre le contour des grains nettement visible. Des séries de coupes donnent ainsi des indications sur l'arrangement des grains dans l'espace. Ces recherches ont démontré qu'il existe une certaine texture dans la neige fraîche, spécialement lorsqu'elle est soufflée. Dans leur premier stade de métamorphose, les cristaux, qui sont principalement en forme de plaques, ont tendance à s'orienter parallèlement à la surface de la neige. D'autres influences contribuent faiblement à une orientation des cristaux: la gravitation, les coups de vent et les forces de cisaillement exercées par le mouvement de rampe de la neige sur les pentes.

*Les coupes minces* obtenues en remplissant les pores par une substance (laurate ou phtalate d'éthyle), puis en liquéfiant cette substance, se prêtent à la détermination de l'axe du cristal et de la structure des grains et spécialement à l'étude des points de contact ou de la liaison entre ces grains. Au moyen de nombreuses coupes minces, il a été possible de constater que la projection de l'axe du cristal sur le plan de la coupe mince (plan choisi presque toujours perpendiculairement à la surface de la neige) tend à prendre une direction normale à la surface de la neige, et ceci même dans la vieille neige, dont la métamorphose est avancée. Dans une couche de neige inclinée, cette direction ne s'aligne pas avec celle de la pesanteur, mais avec celle du changement de la température, et l'on peut supposer que le gradient de la

température joue un rôle dans la croissance du grain. La formation de la neige coulante (Schwimmschnee) a déjà été artificiellement provoquée en laboratoire par une différence de température.

Dans le but d'étudier l'influence de la métamorphose des grains sur les différentes propriétés de la neige, toutes les grandeurs mesurables telles que: température, poids spécifique, perméabilité à l'air, distribution de la grosseur des grains, dureté, résistance à la rupture, plasticité, furent déterminées périodiquement de décembre 1947 à avril 1948 sur deux couches à proximité du sol. Malheureusement au cours de l'hiver écoulé la neige des couches inférieures fut à tel point tassée par les périodes de redoux que la neige coulante ne put se former. Ce fait, qui d'une part entrava certaines recherches, fut d'autre part très instructif.

Plusieurs *recherches d'ordre hydrologique* furent entreprises en étroite collaboration avec les météorologues. Au cours des années passées, les mesures d'évaporation n'avaient été faites que jusqu'au début de la période de fonte: ce printemps, elles furent étudiées surtout pendant cette période. Il a été remarqué qu'à partir de mi-mai, la vapeur d'eau se condense de plus en plus sur la neige, démontrant le fait que la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air dépasse de plus en plus souvent la tension de vapeur de la glace fondante (4,6 mm.), quand la température augmente en allant vers l'été. De mi-mai à mi-juin une condensation de 0,05 mm./heure et plus fut souvent mesurée sur la neige, même par temps clair. Il a été constaté que la condensation et l'évaporation sont fonctions linéaires de la tension de vapeur, mais que le passage de la condensation à l'évaporation ne se fait pas pour la tension de vapeur classique de 4,6 mm., mais pour environ 5 mm. Ce fait ainsi que l'étude de l'influence du rayonnement, de la vitesse du vent et de la température sur les échanges de vapeur d'eau nécessitent de plus amples recherches. Les mesures d'évaporation, effectuées jusqu'à maintenant en laboratoire dans une petite soufflerie, donnent des résultats variant à tel point qu'il est impossible de s'en tenir à des formules connues. Comme auparavant, on a observé une plus grande évaporation sur la glace que sur la neige. L'eau de fonte provenant de la neige fut mesurée assez exactement ce printemps, de sorte qu'il a été possible d'établir, tout au moins pour certaines périodes fixes, le bilan de l'équivalent en eau de la couverture de neige. Il est nécessaire de connaître pour cela la valeur d'eau de la couche de neige, l'écoulement de l'eau de fonte, les précipitations et les quantités évaporées.

L'enregistrement de l'eau de fonte a permis d'étudier le freinage de l'écoulement à travers la neige. Les mesures du freinage d'écoulement faites en laboratoire et décrites dans le rapport de l'année dernière, ont pu être ainsi contrôlées sur le champ d'observation. On a constaté que le freinage de l'écoulement  $t_v$  (intervalle de temps entre l'apport de l'eau et son écoulement) ne dépend pas seulement de la structure de la neige, mais de la quantité  $q$  d'eau de fonte ou d'eau provenant des précipitations et qu'il peut être représenté par la relation approchée  $t_v \sim q^{\frac{1}{2}}$ . Cette relation permet d'expliquer l'asymétrie de la courbe représentant le débit de l'eau de fonte.

Un dispositif simple a été utilisé pour déterminer la perméabilité à l'eau d'une neige saturée d'eau. Comme il fallait s'y attendre, il fut constaté que

la perméabilité à l'eau sous pression hydrostatique (vitesse de filtrage) se comporte comme la perméabilité à l'air. Si l'on multiplie le coefficient de perméabilité à l'air d'une neige humide par 104 (rapport entre la viscosité de l'eau et celle de l'air  $\frac{\eta_{\text{eau}}}{\eta_{\text{air}}} = 104$  à 0° C.), on obtient approximativement le coefficient de perméabilité à l'eau fourni directement par l'expérience. Cette relation n'est naturellement valable que pour des courants d'air et d'eau de même nature. La limite de la *pénétration du gel dans de la neige humide*, à température de surface constante, a été déterminée de la même manière que la pénétration du gel dans le sol humide par la formule:  $z = a \sqrt{t}$  ( $z$  = profondeur de la limite du gel sous la surface,  $t$  = temps). Les essais montrent que cette formule est applicable si aucune convection d'air ne participe à la propagation du froid. C'est le cas, par exemple, si un échantillon de neige est refroidi à sa base et que cette limite du gel monte. En cas de refroidissement à partir du haut, la limite du gel se transmet plus rapidement dans les couches inférieures. Cette transmission peut être formulée par une loi empirique:  $z = a \cdot t^b$  ( $b \approx 2/3$ ). Ce refroidissement plus rapide doit être attribué à l'infiltration vers le bas de l'air froid à travers les pores.

### 3. Recherches sur la mécanique de la neige

Les progrès effectués sur la mécanique de la neige sont marqués cet hiver par l'achèvement du travail: « Beitrag zu den theoretischen Grundlagen des Lawinenverbaues », Beitr. z. Geol. der Schweiz, Geotechn. Serie, Hydrologie, Lieferung 6, Davos (1948) (Contribution aux bases théoriques des constructions contre les avalanches), par Ed. Bucher.

Après avoir étudié pendant plusieurs années les influences faisant varier la viscosité de la neige, des conclusions logiques ont pu être déduites sur la formation de la compacité des différentes couches dans la nature, sur l'écoulement de ces couches sur un plan incliné et sur les pressions qu'elles provoquent sur un barrage.

Un diagramme schématique a pu être établi, montrant la *variation de la viscosité  $\eta$  de la neige en fonction du poids spécifique  $\gamma$ , de la température et de la grosseur des grains*.

Pour résoudre le problème de la formation des avalanches, il faut analyser, d'une part, les facteurs influençant la tension interne de la neige, et d'autre part la variation de la résistance à la rupture. Les tensions de traction interne dépendent de l'accélération du rampement et font l'objet d'une étude relatée au chapitre des observations sur le terrain. *L'évolution de la résistance de la rupture à la traction  $\beta_z$*  a fait l'objet d'une étude et d'une analyse développée dans le rapport interne de l'institut pour l'hiver 1947/48. Des échantillons de neige furent brisés périodiquement pendant l'hiver dans toutes les couches, et la variation de leur résistance à la rupture a pu être ainsi établie. Le temps et un réchauffement augmentent le poids spécifique de la neige et amoindrissent sa résistance à la rupture. Le facteur le plus important est l'effet d'une surcharge. Une pression provoquée par une nouvelle couche de neige augmente la résistance à la rupture de la neige, d'autant plus que cette neige est moins visqueuse. Tant que la surcharge augmente,

la résistance à la rupture fait de même, mais dès que cette surcharge devient stationnaire, la résistance à la rupture diminue de nouveau avec — apparemment — la même vitesse avec laquelle elle avait augmenté. Ce fait est particulièrement intéressant pour expliquer les causes du déclenchement des plaques de neige.

Dans le travail indiqué, on trouve aussi une solution du calcul de la *poussée d'une couche de neige inclinée contre un barrage*. Pour obtenir cette solution, il était important de déterminer l'effet de freinage du barrage sur la vitesse d'écoulement. Une relation logique a été formulée qui correspond aux essais effectués depuis plusieurs années, disons même depuis le début des recherches sur la neige. L'effet de freinage se répercute théoriquement à l'infini, mais en pratique il est important sur une distance du barrage égale à deux ou trois fois l'épaisseur de la neige. Quant aux poussées provoquées par le rampement de la neige contre un barrage, elles ont été mesurées au laboratoire sur un appareil, muni de trois lamelles, qui ne donne pas des résultats en parfait accord avec la théorie. Les écarts proviennent d'influences limites. La formule de la poussée de la neige contre un barrage contient un coefficient  $K$ , qui s'exprime au moyen du nombre de Poisson  $m$ , rapport entre le tassement ou l'élongation spécifique d'un échantillon de neige et son expansion latérale spécifique. Pour résoudre le problème, il est important d'établir une *relation entre la valeur du nombre de Poisson  $m$  et le poids spécifique  $\gamma$* . Depuis longtemps des essais ont été faits dans ce but, sans résultat satisfaisant. Une analyse du nombre  $m$  pour la neige montre qu'il est impossible d'établir une relation simple entre  $m$  et  $\gamma$ , et que  $m$  est influencé par la tension, par la grosseur et l'arrangement des grains, par la métamorphose et par la température. Aussi étrange que cela paraisse, la variation de la valeur de  $m$  pour la neige semble apporter de nouvelles possibilités pour évaluer l'intensité de la métamorphose. Il découle de ces faits que pour des constructions contre les avalanches, la valeur  $m$  doit être choisie de façon à correspondre aux conditions ambiantes moyennes de genre de neige, de température et de tension.

Les études sur la *viscosité de la glace* soumise à la traction ont été continuées et l'erreur provenant de la déformation plastique d'un cylindre de glace dans l'alvéole qui le tient a pu être éliminée. Des essais ont été entrepris pour déterminer l'influence d'une pression sur la viscosité de la glace. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont conformes aux mesures faites dans la nature sur des glaciers. Un appareil pour mesurer la viscosité de la glace soumise à une pression hydrostatique ayant été mis au point, nous avons bon espoir de déterminer la viscosité de la glace en fonction de la grosseur des grains, de la température et de la tension, comme cela a été fait pour la neige.

#### 4. Recherches dans la nature

Les mesures faites sur le champ d'observation du Weissfluhjoch (2540 m.) comprennent, comme auparavant, le relevé périodique au milieu et à la fin de chaque mois du profil de battage et de température, du profil stratigraphique et de la contenance en eau de la couverture de neige. L'enneigement

a duré dix jours de plus que la moyenne décennale 1936/37 à 1945/46 et fut de 277 jours (31 octobre 1947 au 2 août 1948). Durant cette période il neigea pendant 110 jours, soit une durée de 40 % de la période d'enneigement, et il tomba au total une épaisseur de 1128 cm. de neige non tassée répartie comme suit:

68	jours	de	chute	de	neige	(62 %)	de	0,5	à	10	cm.
28	»	»	»	»	»	(25 %)	»	10	à	20	cm.
11	»	»	»	»	»	(10 %)	»	20	à	35	cm.
3	»	»	»	»	»	(3 %)	»	35	à	55	cm.

Ces valeurs ne peuvent être comparées avec les moyennes décennales incomplètes, mais elles représentent des chutes de neige relativement grosses par rapport aux hivers précédents.

L'épaisseur de la couverture de neige se maintint presque tout l'hiver au-dessus de l'épaisseur moyenne de dix ans. Le maximum du 6 avril de 288 cm. est lui aussi de 23 cm. plus haut que le maximum moyen des hivers 1936/37 à 1945/46.

Les fréquentes chutes de neige, souvent importantes et accompagnées de périodes de redoux, constituèrent une couverture stable et très compacte. A part quelques couches de surface croûtée par la fonte et le regel, le diamètre des grains de toute l'épaisseur resta en dessous de 2 mm. jusqu'à mi-mai. La formation de neige coulante n'a pas eu lieu. La résistance moyenne au battage du profil augmenta continuellement au cours du début et du milieu de l'hiver et atteignit le 1<sup>er</sup> avril un maximum de 77 kg. La plus grande valeur du poids de la couverture de neige a été mesurée le 15 avril pour une hauteur de neige de 260 cm., soit 1,025 tonne/m<sup>2</sup> avec un poids spécifique moyen de 410 kg./m<sup>3</sup>.

En plus des mesures mentionnées, des échantillons de neige ont été prélevés périodiquement dans chaque couche, pour en déterminer le poids spécifique, la résistance à la rupture et la perméabilité à l'air. Le poids spécifique de toutes les couches augmenta continuellement jusqu'au dernier prélèvement, le 16 juillet, et à 38 cm. au-dessus du sol il atteignit un maximum de 539 kg./m<sup>3</sup>, tandis que le poids spécifique minimum de ce profil se trouvait à 53 cm. au-dessus du sol et était de 400 kg./m<sup>3</sup>.

Le tassement des différentes couches a été mesuré électriquement comme précédemment. Des mesures analogues furent faites parallèlement à Büschalp (1960 m.) et à Davos (1550 m.) dans le but de déterminer l'influence de l'altitude sur le développement de la couverture de neige. En dehors du fait qu'à une altitude inférieure à celle du Weissfluhjoch l'enneigement débute plus tard et disparaît plus tôt, de grosses différences furent observées dans la métamorphose des grains de neige. Tandis qu'au Weissfluhjoch la formation de neige coulante n'a pas eu lieu, des cristaux en forme de gobelets furent observés à Büschalp et surtout à Davos. La formation de cette neige coulante a été favorisée par de plus grandes variations de température dans une couverture de neige moins épaisse, de poids spécifique plus petit et par conséquent d'une plus grande porosité.

La pression d'une couche de neige inclinée sur un barrage a été mesurée comme précédemment au Weissfluhjoch sur le « gros » et le « petit appareil de pression » et à l'Alpe Grüm sur les « lamelles », le « gros appareil de pression » et les plaques d'appui et plaques suspendues. Les pressions maxima sont données dans le tableau suivant:

Lieu	Appareil	Surface m <sup>2</sup>	Pressions maxima	
			date	pression t/m <sup>2</sup>
<i>Weissfluhjoch</i>	gros appareil . . . . .	7,0	4.5.48	1,763
	petit appareil . . . . .	1,0	5.5.48	2,365
<i>Alpe Grüm</i>	gros appareil . . . . .	5,6	12.4.48	2,390
	lamelles . . . . .	2,0	27.2.48	0,257
	plaques d'appui . . . . .	6,0	19.2.48	0,304
	plaques suspendues . . . . .	6,0	19.2.48	1,530

Les valeurs indiquées par le gros appareil du Weissfluhjoch et celui de l'Alpe Grüm sont les plus grandes qui aient été mesurées depuis le début du fonctionnement des appareils, c'est-à-dire depuis l'hiver 1936/37 au Weissfluhjoch et depuis 1938/39 à l'Alpe Grüm.

Des mesures du *rampement de la couverture* de neige sur les pentes furent entreprises avec des méthodes améliorées, entre autre en enregistrant le mouvement sur un cylindre en fonction du temps. Comme prévu, le mouvement est influencé par plusieurs facteurs tels que la forme du terrain, le genre de la surface, la pente, la hauteur de la neige et son poids spécifique; mais il est encore prématuré de tirer des conclusions définitives.

### 5. Service des avalanches

Le réseau des *postes d'observation* a pu être complété par de nouveaux postes qui comblèrent quelques lacunes, principalement dans les Alpes bernoises. Ce sont: Grindelwald-Bort (1570 m.), Mürren (1635 m.) et Schwarnbach (1900—2061 m.). Les 24 stations se répartissent comme suit dans les diverses régions:

Jura . . . . .	1 station
Alpes vaudoises et bernoises . . . . .	6 stations
Région nord du Gothard, Alpes uranaises et d'Unterwald . . . . .	2 »
Alpes glaronnaises et Alpstein . . . . .	3 »
Région nord des Grisons, Davos-Prätigau, Rhin antérieur . . . . .	3 »
Valais . . . . .	4 »
Région sud du Gothard, Tessin . . . . .	2 »
Région sud des Grisons, Engadine, Rhin postérieur . . . . .	3 »

En plus des résultats des postes d'observation, le service d'avalanches a reçu des données sur la hauteur de la neige de 25 *stations de mesures*, réparties entre 2300 m. et 3350 m.

La durée d'insolation, la température et les précipitations d'octobre 1947 en firent un mois de caractère estival, mais les mois suivants apportèrent un changement radical. D'énormes précipitations eurent lieu sur les Alpes, de novembre à février. D'après les données de la Centrale météorologique de Zurich, il y eut par exemple à Engelberg 732 mm. d'eau, soit un surplus de 359 mm.; au Säntis 1574 mm. (+ 745 mm.) et à Davos 555 mm. (+ 315 mm.). Des vagues d'air chaud provoquèrent jusqu'à mi-février de fréquentes chutes de pluies jusqu'au-dessus de 2000 m. La neige ne persista jamais en dessous de 1200 m., de sorte qu'à cette altitude l'enneigement fut extrêmement pauvre. Au-dessus de 1200 m., la couverture de neige se consolida à tel point que malgré la quantité des précipitations, l'épaisseur de la couche de neige resta relativement minime. Malgré cela, les hauteurs maxima de la neige, de même que les valeurs moyennes mensuelles, furent supérieures à celles de l'hiver précédent. A Zuoz, un nouveau maximum de 118 cm. d'épaisseur fut atteint. Au-dessus de 1600 m. d'altitude, la couverture de neige augmenta d'épaisseur du 18 novembre à mi-février, puis diminua rapidement au cours des mois chauds et secs de la fin de l'hiver. A la fin d'avril, la limite inférieure de la neige était montée généralement jusqu'à 1700 m. et à la fin mai à 2200 m.

D'une manière générale, les précipitations importantes et la température élevée de l'hiver formèrent une couverture de neige particulièrement compacte sans discontinuité, ce qui explique le nombre restreint d'avalanches, d'accidents et de dégâts.

*Des bulletins sur les conditions de neige et sur les dangers d'avalanches* furent émis comme auparavant. Ces rapports sur la situation, établis d'après les conditions du vendredi à 7 heures 30, furent communiqués à l'Agence télégraphique suisse qui les diffusa par la radio et la presse. 23 bulletins furent établis, le premier le 12 décembre, le dernier le 16 avril. Deux bulletins spéciaux furent émis pour les jours de fête et deux autres comme avertissement. Les conditions relativement sûres ne nécessitèrent que rarement une mise en garde contre un réel danger.

Grâce à la stabilité de la couverture de neige, très peu d'avalanches firent des victimes et des dégâts. 23 cas connus provoquèrent les accidents suivants:

- 6 avalanches: 10 morts (dont 4 skieurs, 4 contrebandiers et 2 ouvriers d'une entreprise hydro-électrique) et 2 blessés.
- 11 avalanches: causèrent l'interruption du trafic du chemin de fer et de la route,
- 3 avalanches: dégâts matériels,
- 3 avalanches: pertes de bétail.

L'hiver écoulé a une grande analogie avec l'hiver 1945/46: grosse quantité de neige et peu de victimes d'avalanches. Une comparaison avec l'hiver précédent, pauvre en neige, démontre une fois de plus que le temps qu'il fait pendant et après les chutes de neige a une grande influence sur la formation des avalanches.

Le tableau suivant indique le nombre d'accidents et de dégâts causés par les avalanches au cours des huit hivers passés.

<i>Hivers</i>	<i>Nombre d'avalanches ayant causé des</i>		
	<i>dégâts</i>	<i>morts</i>	<i>blessés</i>
1940/41 . . .	42	27	34
1941/42 . . .	90	56	66
1942/43 . . .	19	14	4
1943/44 . . .	84	29	14
1944/45 . . .	202	39	26
1945/46 . . .	48	10	4
1946/47 . . .	21	20	8
1947/48 . . .	23	10	4

### V. Collaboration pour les applications pratiques

Les observations sur les constructions de protection contre les avalanches du Dorfberg sur Davos, améliorées au cours de l'été précédent, ont été poursuivies. Ces constructions ont été complètement enneigées et l'épaisseur de la couche dépassait même par endroits la hauteur efficace des barrages. Malgré les importantes poussées de ces masses de neige, les ouvrages ont bien résisté. Aucune cassure d'avalanche n'est apparue dans l'aire des constructions.

Dans la région du Gonzen et de Schilt dans le Toggenburg, où des ouvrages de protection contre les avalanches ont été édifiés, les observations sur la répartition de l'épaisseur de la neige, sur l'évolution de la couverture de neige et sur la formation des avalanches, de même que sur le comportement et l'efficacité de ces constructions ont été faites par le personnel forestier local. De plus, quelques mesures sur le rampement de la neige ont été effectuées.

Les recherches commencées au cours de l'hiver 1946/47 dans la région avalancheuse de St. Antönien dans le Prätigau ont été poursuivies cet hiver.

L'enneigement a été beaucoup plus important qu'au cours de l'hiver précédent 1946/47, mais la couverture de neige s'est développée de même façon. Ceci permet de constater que la configuration du terrain et les vents locaux principaux donnent une forme spécifique à la couverture de neige dans une région donnée et que ces agents maintiennent cette forme relativement constante, tandis que les précipitations font varier son épaisseur. Les avalanches observées dans cette région depuis 1935/36 par les soins de la commune et de la douane, pour le service des forêts, permettent de situer les principales zones de déclenchement d'avalanches.

### VI. Rapports

1. Les *rapports internes* suivants ont été rédigés sur les recherches effectuées en laboratoire et dans la nature :

Discussion sur la valeur du nombre de Poisson  $m$  pour la neige, par A. Roch, 1.7.48 (rapport interne n° 54 a).

Plasticité de la neige en fonction du poids spécifique. Variation de la résistance à la rupture de la neige. Mesure de l'effet de retenue sur un plan incliné, par A. Roch, 1.7.1948 (rapport interne n° 55).

Untersuchungen im Lawinengebiet von St. Antönien im Winter 1946/47. (Observations dans la région avalancheuse de St. Antönien, Prätigau, au cours de l'hiver 1946/47), par H. In der Gand, November 1947 (rapport interne n° 46).

Beobachtungen in den Verbauungsgebieten Dorfberg und Schiahorn im Winter 1946/47. (Observations dans la zone de constructions contre avalanches du Dorfberg et du Schiahorn sur Davos), par H. In der Gand, 20.4.1948 (rapport interne n° 52).

Feldaufnahmen im Verbauegebiet der Schiltlauri, Stein (Toggenburg). (Relevés sur le terrain dans la région de constructions contre avalanches du Schiltlauri sur Stein dans le Toggenburg), hiver 1946/47, par J. Kuster et H. In der Gand, 20.4.1948 (rapport interne n° 53).

Spezielle Felduntersuchungen auf Weißfluhjoch und im Parsenngebiet im Winter 1946/47. (Recherches spéciales dans la nature au Weissfluhjoch et dans la région du Parsenn en hiver 1946/47), par H. In der Gand, 26.4.1948 (rapport interne n° 54).

Feldaufnahmen auf Alp Grüm im Winter 1946/47. (Mesures faites à l'Alpe Grüm en hiver 1946/47), par R. Figilister, 4.5.1948 (rapport interne n° 56).

2. Les rapports internes suivants furent rédigés pour les entreprises intéressées sur les conditions d'avalanche menaçant les chantiers de constructions, les barraquements, etc., les installations hydro-électriques en construction, sur les dangers menaçant les routes et sur les causes des accidents d'avalanche :

Gutachten über die Möglichkeiten von Lawinenschutzmaßnahmen auf der Baustelle Egschi im Safiental. (Expertise sur les possibilités de protection contre les avalanches du chantier d'Egschi dans la vallée de Safien), par M. Schild, 30.12.1947 (rapport interne n° 47).

Gutachten über die Lawinenverhältnisse auf den Baustellen Handegg II. (Expertise sur les conditions d'avalanche du chantier de la Handegg II), par M. Schild, 24.1.1948 (rapport interne n° 48).

Gutachten über die Ursachen des Lawinenunglücks an der Handegg vom 18. Dezember 1947. (Expertise sur les causes de l'accident d'avalanche du 18 décembre 1947 à la Handegg), par M. Schild, 1.4.1948 (rapport interne n° 49).

Gutachten über die Lawinenverhältnisse im Gebiete Braunwald—Gumen und Vorschläge über Sicherheitsmaßnahmen. (Expertise sur les conditions d'avalanche dans la région de Braunwald—Gumen et projet de mesures de sécurité), par M. Schild, 15.7.1948 (rapport interne n° 51).

## VII. Publications

Les articles suivants furent publiés au cours de l'année écoulée :

Beitrag zu den theoretischen Grundlagen des Lawinenverbaus. (Contribution aux bases théoriques des constructions contre les avalanches.) Travail de doctorat, par E. Bucher.

Die Lawinen des Winters 1946/47. Winterbericht Nr. 11 des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung. (Les avalanches de l'hiver 1946/47. Rapport n° 11 de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches.)

Die Lawinen des Winters 1947/48. Winterbericht Nr. 12 des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung. (Les avalanches de l'hiver 1947/48. Rapport n° 12 de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches.)

- Comunicazione n° 5 : Considerazioni tecniche sulla formazione delle valanghe. (Considérations techniques sur la formation des avalanches, par E. Bucher.)
- Mitteilung Nr. 6 : Das Korngefüge von Schnee. (La structure des grains de neige), par Marcel de Quervain, P. Niggli-Festschrift: Separatabdruck aus der Mineral-Petrogr. Mitteilung Nr. 26, juin 1948, et
- Korngrößenanalyse durch Sedimentation (Analyse par sédimentation de la grosseur des grains), par Marcel de Quervain, Tiré à part du « Bauzeitung », n° 9, du 28 février 1948.
- Die Lichtsäule, eine winterliche Naturerscheinung (Les colonnes lumineuses, un phénomène hivernal), par Marcel de Quervain, « Prisma », n° 10, février 1948.
- Wo bleiben die Lawinen? (Où se cachent les avalanches?), par Marcel de Quervain, « Davoser Revue », février 1948.
- Der Staubfall vom 29. März 1947 und seine Beziehung zum Abbau der Schneedecke (La pluie de poussière du 29 mars 1947 et sa relation avec la fonte de la couverture de neige), par Marcel de Quervain. Annuaire de la Société suisse des sciences naturelles, 1947.

## NEKROLOGE · NOS MORTS

### † D<sup>r</sup> h. c. Auguste Barbey

expert forestier 1872—1948

Il est des hommes qui se font remarquer par l'exubérance de leur nature, la suffisance de leur attitude et la permanence d'une diplomatie qu'ils mettent à la conquête des honneurs et des biens de ce monde.

D'autres, beaucoup plus rares, se distinguent au contraire par la discrétion de leur tenue, la mesure de leur jugement, leur constante bienveillance, leur esprit charitable en toutes circonstances et, surtout, la préoccupation du devoir qu'ils considèrent comme leur raison d'être.

Auguste Barbey appartenait incontestablement à cette dernière catégorie. Car il se fit, dans toute l'acception du terme, le serviteur dévoué du prochain et de toute bonne cause rencontrée sur la route de son existence. A mots couverts, le pasteur officiant au culte funèbre du 30 septembre, dans le Temple pittoresque de Montcherand, laissa entendre très discrètement l'immense richesse de la belle personnalité du défunt. Car la discrétion et la modestie ont marqué cette vie; on eût dit, à entendre le prédicateur, qu'il ne fallait point les froisser, comme si rien ne devait rappeler les titres flatteurs ayant marqué l'existence d'un homme qui avait toujours placé le Maître Suprême au-dessus de toutes choses terrestres.

Ces brèves réflexions ne sont qu'un pâle reflet du noble caractère et de la nature si franche et si droite faisant d'Auguste Barbey un collègue, un citoyen, un expert forestier, un savant et un ami unanimement estimé. C'est pourquoi sa mort, bien que l'irréparable atteinte à sa santé fût connue depuis plusieurs années, fut un indicible chagrin pour tous ses amis et connaissances. C'est que le disparu avait marqué d'une empreinte indélébile tous les do-