Zeitschrift: Journal forestier suisse : organe de la Société Forestière Suisse
Herausgeber: Société Forestière Suisse
Band: 71 (1920)
Heft: 11

Artikel: Les terrasses comme moyen de défense contre les avalanches
Autor: Fankhauser, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-785832

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: 13.01.2026

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

Les terrasses comme moyen de défense contre les avalanches.

Par M. le Dr *F. Fankhauser,* inspecteur forestier fédéral, à Berne.

Les premiers travaux de défense contre l'avalanche, dans nos Alpes, ont consisté dans l'établissement de terrasses horizontales. Les plus anciens semblent remonter à l'année 1756; ce sont, d'après Coaz, ceux de Birch, dans la commune valaisanne de Geschenen. D'autres, très anciens aussi, se retrouvent au-dessus de Realp et d'Andermatt, dans le canton d'Uri, et de Fetan dans la Basse-Engadine.

Parfois la terrasse était remplacée par un fossé. L'un et l'autre système ont, en général, donné de bons résultats. Mais où l'on avait omis de veiller à un écoulement suffisant des eaux, la fonte des neiges a fréquemment provoqué des glissements de terrain.

Ce dernier inconvénient fut sans doute la raison principale pour laquelle, pendant la période qui commence en 1876, on ne recourut plus à la terrasse comme moyen de défense. Pendant longtemps, on admit comme un dogme que seuls les travaux verticaux (rangées de pieux, murs, ponts de neige, etc.) pouvaient efficacement protéger contre le glissement des neiges sur un sol en pente. Les faits ont montré l'inexactitude de cette conception. Dans le bassin de réception du Trachtbach, au-dessus de Brienz, des terrasses larges de 1 à 2 mètres, avec mur de soutènement, ont eu un effet excellent. Mais elles ne résistent à la longue qu'à la condition d'être établies solidement.

On recourt aujourd'hui d'autant plus volontiers aux terrasses qu'elles nécessitent un faible travail de terrassement et, bien que leur coût soit beaucoup moins élevé que celui de murs ou de tout autre moyen de défense, leur utilité n'en est pas moins efficace.

M. *Oertli,* inspecteur forestier cantonal à Glaris, a eu le mérite d'avoir su trouver un mode original de construction de terrasses qui, dans des conditions difficiles, a donné toute satisfaction. Il a été bien aidé dans cette recherche par les patients efforts de M. *Jak. Rhyner,* à Elm et de M. *Joh. Schneider,* syndic de la commune d'Elm. Ce nouveau moyen de défense, judicieusement appliqué, leur a permis d'éteindre complètement l'avalanche de fond de la Meissenplanke, qui auparavant se détachait chaque année. Il vaut la peine d'exposer ici ces travaux dont l'exécution fut un vrai modèle.

Le 27 mars 1907, une avalanche s'était détachée entre 1400 et 1800 m. d'altitude, à la Meissenplanke. Elle avait obstrué la route de la vallée de la Sernft, entre Matt et Elm (rive gauche), complètement interrompu la circulation du chemin de fer électrique de Schwanden à Elm et peu s'en était fallu que de nombreuses personnes ne fussent ensevelies. Aussi bien, la commune d'Elm décida-t-elle d'acquérir le bassin d'alimentation de l'avalanche, autrefois un pâturage à chèvres grand d'environ 10 ha., puis d'y construire des travaux de défense et de le boiser.

Le devis de ce projet était, au total, de 75.800 fr., y compris l'achat du terrain. Les travaux de défense ne furent commencés qu'en 1911.

Voyons dans quelles conditions ceux-ci furent exécutés et quelles en sont les particularités.

La pente de la Meissenplanke est assez régulière et varie entre 70 et 90 %; c'est au haut qu'elle est la plus forte. Le sous-sol est formé de schistes du flysch parsemés de couches d'un grès à nummulites. Le sol est peu profond, argileux, mélangé de quelques débris pierreux. Par ci par là émergent quelques éperons et bans rocheux, surtout dans la partie inférieure. Un gazon serré recouvre le sol; dans le couloir de l'avalanche végètent quelques pieds de l'aune vert; toute autre végétation ligneuse manque. A proximité, l'épicéa s'élève jusqu'à 1450 m. d'altitude; on peut admettre que la limite supérieure de la végétation arborescente est à 1700 m. d'altitude.

Les travaux de défense ont été commencés au haut du périmètre. Vu le manque presque complet de grosses pierres, on n'a prévu la construction de murs qu'à quelques endroits particulièrement menacés, dans des combes et sous des éperons rocheux. Le travail de défense essentiel consista en bermes à l'écartement moyen de 8 m. et qui, à l'origine, avaient une largeur d'un mètre. Peu à peu cette largeur fut portée à 1,5 m. là tout au moins où la profondeur du sol le permettait; dans ce cas la berme était pourvue d'un petit mur de soutènement. Déjà la deuxième année, on se rendit compte que même cette largeur était insuffisante: la berme fut élargie à 2 m. Et l'on en vint à garnir les murs à leur amont, ce qui donna naissance à des terrasses de 2,5 à 3 m. de largeur.

De telles bermes n'offrent une résistance suffisante qu'à la condition d'établir le parement aval sur une fondation solide, peu importe que celui-ci soit construit en maçonnerie sèche ou en mottes de gazon étagées. Aux endroits où cette fondation ne repose pas sur le roc, on lui donne une profondeur de 30 à 60 cm; le plancher doit être plane; il est recouvert d'une couche de pierres soigneusement placées et qui s'élève jusqu'au niveau du sol. La profondeur de cette fondation doit être proportionnelle à la hauteur de la couche de neige qui reposera dessus. Le poids de celle-ci sera proportionnel à l'écartement de deux bermes superposées; d'autre part, cet écartement doit dépendre de la largeur de la terrasse. Nous dirons donc qu'en thèse générale, la profondeur de la fondation sera proportionnelle à la largeur de la terrasse. Quoi qu'il en soit de cette largeur, une fondation semble devoir être indispensable, même pour des bermes de faible largeur.

Au cours de ces travaux de défense, on a peu à peu amélioré leur exécution et l'on est arrivé à leur donner la forme qui semble devoir être la plus avantageuse. Et, d'emblée, on fut préoccupé de trouver un mode de faire qui permît d'*employer sur place tous les matériaux de déblai*. On a voulu éviter de jeter ceux-ci sur la pente, d'en recouvrir le gazon en aval et d'alimenter les ravins, faits fâcheux encore trop

fréquents. Les pierres trouvées lors du creusage de la berme étaient employées pour la fondation et le parement aval de la terrasse. Mais, en général, elles sont en quantité insuffisante. La difficulté fut tournée en recourant au système dit des terrasses combinées („gemischte Terrassen"), dans lesquelles le parement aval est fait de couches de gazon alternant avec des couches de pierres. Ainsi faisant, on réalise quelques avantages qui ne sont pas sans importance. Et d'abord, ce système

Fig. 1. La Meissenplanke, près d'Elm. Une terrasse combinée en construction.

permet l'emploi de toutes les pierres plates, dont beaucoup seraient inutilisables pour un mur ordinaire. Puis, il évite tout travail d'apprêt des pierres, puisque les couches intermédiaires de gazon ou de terre s'adaptent sans autre à la forme de celles-ci. Ce mode de construction donne la possibilité, qui est un précieux avantage, de pouvoir adapter la composition du mur de soutènement à la nature des déblais: suivant les cas, la pierre sera en plus grande quantité que le gazon, ou l'inverse. Dans les murs mixtes, les pierres placées un peu en retrait des plaques de gazon sont donc protégées contre les agents atmosphériques et sont ainsi mieux préservées de la désagrégation.

Tandis que les plus grosses pierrres du déblai sont employées, en mélange avec du gazon, à la confection du mur de soutènement, la terre et les autres débris servent au garnissage en amont de celui-ci.

Voici quelle est la marche du travail lors de la construction des terrasses combinées.

Piquetage de l'emplacement. Enlèvement de la couche de gazon par mottes, de forme régulière, mesurant environ 25/30 cm. et qui sont empilées au-dessus de l'emplacement choisi. Après quoi, commençant à l'une de extrémités, on excave, à l'aval, la fondation sur une largeur de 50—60 cm. et une longueur d'environ 1,5 m. Les grosses pierres plates sont empilées en aval de cette tranchée. Sur les terrains en pente forte, il est recommandable de fixer, à environ 1 m. en aval, une latte horizontale pour retenir les pierres extraites. La terre doit être rejetée en amont des tas de mottes. On établit ensuite le mur de soutènement; il va sans dire que cette maçonnerie sèche doit être exécutée avec soin. Quand le mur a atteint le niveau du sol, on fait alterner une couche de gazon sur laquelle vient reposer une couche de pierres plates. Cette alternance de pierres et de gazon se répète jusqu'à ce que soit atteinte la hauteur (1 à 1,8 m.) qui correspondant à la largeur requise de la terrasse. Ce mur mixte a une largeur moyenne de 50 cm.; il doit être construit avec le même soin que s'il s'agissait d'un mur en maçonnerie sèche. Il y a lieu de veiller à ce que chaque couche de gazon ait la même épaisseur. On dame légèrement le parement aval; à l'automne, ou tout au moins l'été suivant, il revêt l'apparence d'un gazon ininterrompu. Ceci est la condition indispensable pour obtenir une solidité suffisante de la terrasse.

On donne au parement aval des terrasses un fruit de 1:4. Le remplissage en amont a lieu au fur et à mesure de l'élévation du mur, avec les matériaux provenant du creusage de la fondation. Chaque couche est soumise à un damage. Le solde du remblai provient des matériaux gagnés à l'amont par l'élargissement de la terrasse.

Quand le volume des mottes de gazon et des pierres est insuffisant, il va sans dire qu'on les prélève à proximité immédiate, mais en évitant de dégarnir de grandes surfaces.

Nous avons vu qu'une des conditions de réussite de ce mode de construction, c'est d'établir des fondations solides; une autre, non moins capitale, sera de veiller à un écoulement suffisant des eaux. Elle s'est révélée nécessaire non seulement aux places humides, mais même sur des pentes sèches, quand le sol est imperméable, si l'on veut empêcher l'eau de fonte des neiges de ramollir le sol et de compromettre la solidité des terrasses. Les eaux de source seront canalisées au moyen de canaux perreyés. A la Meissenplanke, des fossés à ciel ouvert ont donné de bons résultats; où la pente est forte, leur fond est pourvu d'un pavage.

Il va sans dire que les terrasses ne sont pas un moyen de défense utilisable sans autre partout. Elles nous paraissent recommandables sur des pentes régulières, de déclivité moyenne et qui n'ont pas à souffrir de fortes chutes de pierres. Elles ne sont applicables, en altitude, que dans les régions où le gazon se développe bien.

Suivant les circonstances, on combinera ce moyen de défense avec d'autres (murs, ponts de neige). Il nous paraît que la terrasse pourrait avantageusement remplacer les rangées de pieux, autrefois d'un emploi fréquent, et qui généralement n'ont pas donné le résultat attendu.

A la Meissenplanke, on n'a pas recouru exclusivement à ce seul moyen de défense; ainsi que le montre l'illustration en tête de ce cahier,

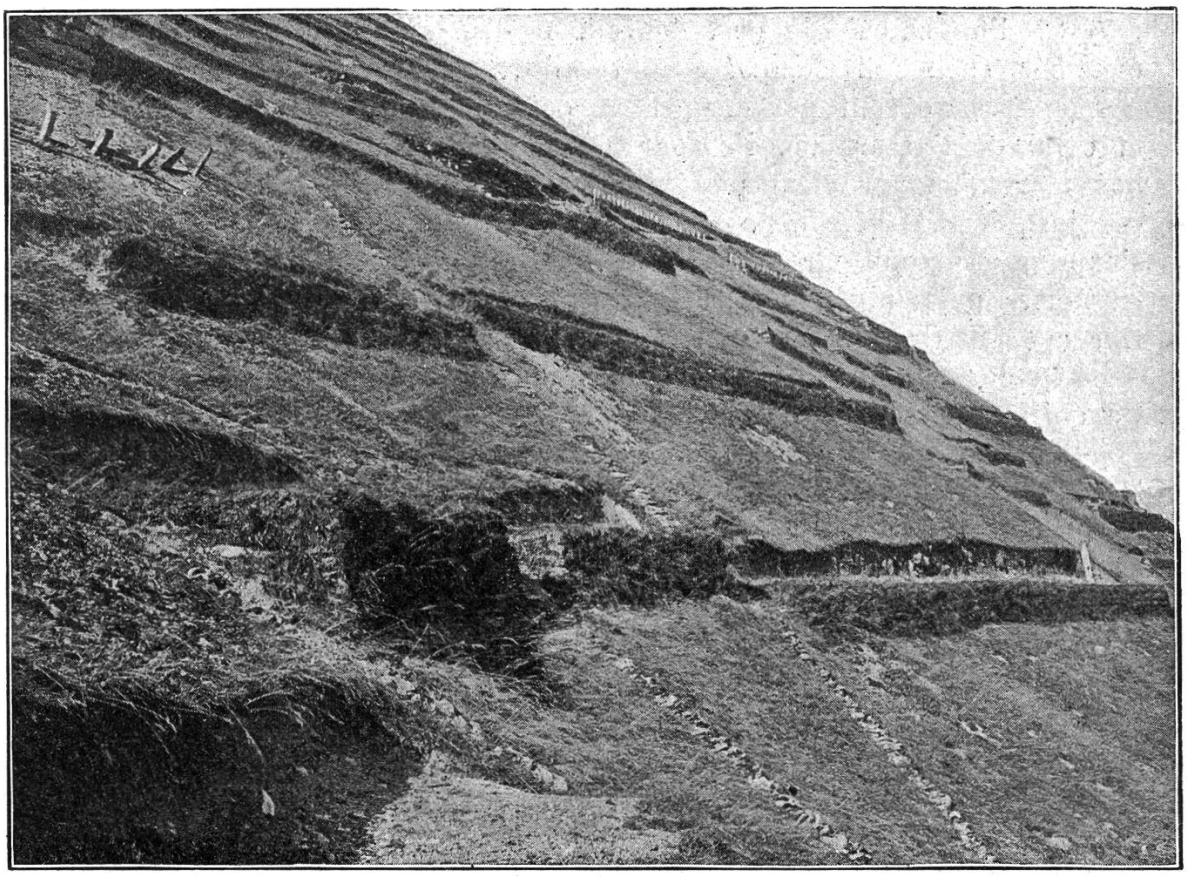

Fig. 2. A la Meissenplanke près d'Elm. Terrasses combinées avec, au premier plan, des coulisses de drainage.

on y constate aussi des terrasses reposant sur un mur en solide maçonnerie sèche. On les trouve aux points les plus exposés.

Il va sans dire que l'emplacement des terrasses combinées ne peut pas être choisi schématiquement sur toute la surface à endiguer. A la Meissenplanke, ce choix a été fait avec un soin minutieux et qui mérite vraiment tous éloges. Le piquetage de tels travaux est un art difficile qui exige beaucoup d'observation et une longue habitude.

Ci-dessous quelques indications statistiques sur les travaux exécutés, à la Meissenplanke, de 1911 à 1917, et sur leur coût.

	Terrasses combinées.				*Murs.*		
1911	366 m.	1,6 m.	largeur	à fr. 0,98 le m.	91 m³	à fr.	10,84 le m³
1912	1352 „	2,0 „	„	„ „ 2,64 „ „	344 „	„ „	10,98 „ „
1913	2204 „	2,0—2,5 „	„	„ „ 2,93 „ „	185 „	„ „	10,75 „ „
1914	2285 „	1,6—2,0 „	„	„ „ 2,35 „ „	395 „	„ „	9,23 „ „
1915	534 „	2,0—2,5 „	„	„ „ 4,10 „ „	25 „	„ „	11,45 „ „
1916	290 „	1,5—2,5 „	„	„ „ 3,50 „ „	34 „	„ „	10,20 „ „

Total: 7231 m. de terrasses, à fr. 2,73 le m. et 1074 m³ de murs, à fr. 10,80 le m³.

Si l'on calcule le prix de revient des terrasses reposant sur maçonnerie sèche, il comporte au total fr. 18 par mètre courant. Dans ces chiffres ne sont pas compris le coût de la surveillance des travaux et celui de l'assurance. Ils sont néanmoins extraordinairement bas. Ce bon marché ne provient pas de la modicité de la main-d'œuvre à Elm — jusqu'en 1914, on a employé essentiellement des Italiens — il s'explique surtout par la parfaite organisation du chantier, ce qui fut le mérite particulier du directeur des travaux M. *Jakob Rhyner,* forestier communal à Elm.

Quelques mots maintenant sur *la largeur* à donner à ces terrasses. Ce qu'il importe de connaitre c'est, en somme, non pas tant la largeur elle-même que la relation qui doit exister entre cette dimension et l'écartement vertical de deux terrasses superposées. Que l'on suppose de simples bermes de peu de développement horizontal, si elles sont suffisamment rapprochées, en escalier, cela suffit généralement pour empêcher le glissement d'une couche neigeuse même homogène. C'est ce que l'on peut constater sur des pâturages fortement déclives où les cheminements horizontaux rapprochés, faits par le gros bétail, provoquent cet effet de protection. Sur ces emplacements, aussitôt que commence la fonte de la neige, la couche neigeuse épouse le relief du sol.

On sait que le départ d'une avalanche est facilité quand la surface de la couche neigeuse gèle et se durcit avant d'avoir pu se tasser, puis quand de la neige fraîche tombe sur cette couche qui n'a pu se modeler sur le sol. On a à faire, dans ce cas, aux avalanches de surface (Oberlawine) qui, bien souvent, se transforment en avalanches terrières capables d'emporter une partie du sol et des travaux de défense. Cela arrive infailliblement quand la masse neigeuse entraînée est considérable et atteint un poids suffisant. Ce cas sera d'autant plus à craindre que l'écartement entre les terrasses sera plus grand, soit quand la „largeur utile“ (b), exprimée en fonction de l'écartement vertical (h) de 2 ouvrages superposés, sera minima. On appelle *facteur d'écartement (Abstandszahl* $\frac{h}{b}$) le quotient de ces deux valeurs. Etant donné un facteur d'écartement déterminé, le danger de formation d'une avalanche de surface ne sera pas partout le même. Supposons une série de bermes étagées très étroites; il suffira d'une couche de neige de peu d'épaisseur pour faire disparaître le profil en escalier du sol. Avons-nous, au contraire, une terrasse large, l'étagement restera visible même avec une

couche neigeuse haute de plusieurs mètres; et une telle terrasse est capable d'empêcher le glissement de couches fraîches reposant sur la vieille neige. Il découle de ces observations qu'on empêchera le plus efficacement le départ d'avalanches de surface, non pas au moyen de nombreux obstacles de peu d'élévation, mais en recourant à des obstacles assez larges, élevés et convenablement espacés. Ce fait s'imposera avec d'autant plus d'évidence que l'altitude sera plus élevée et la couche de neige plus forte.

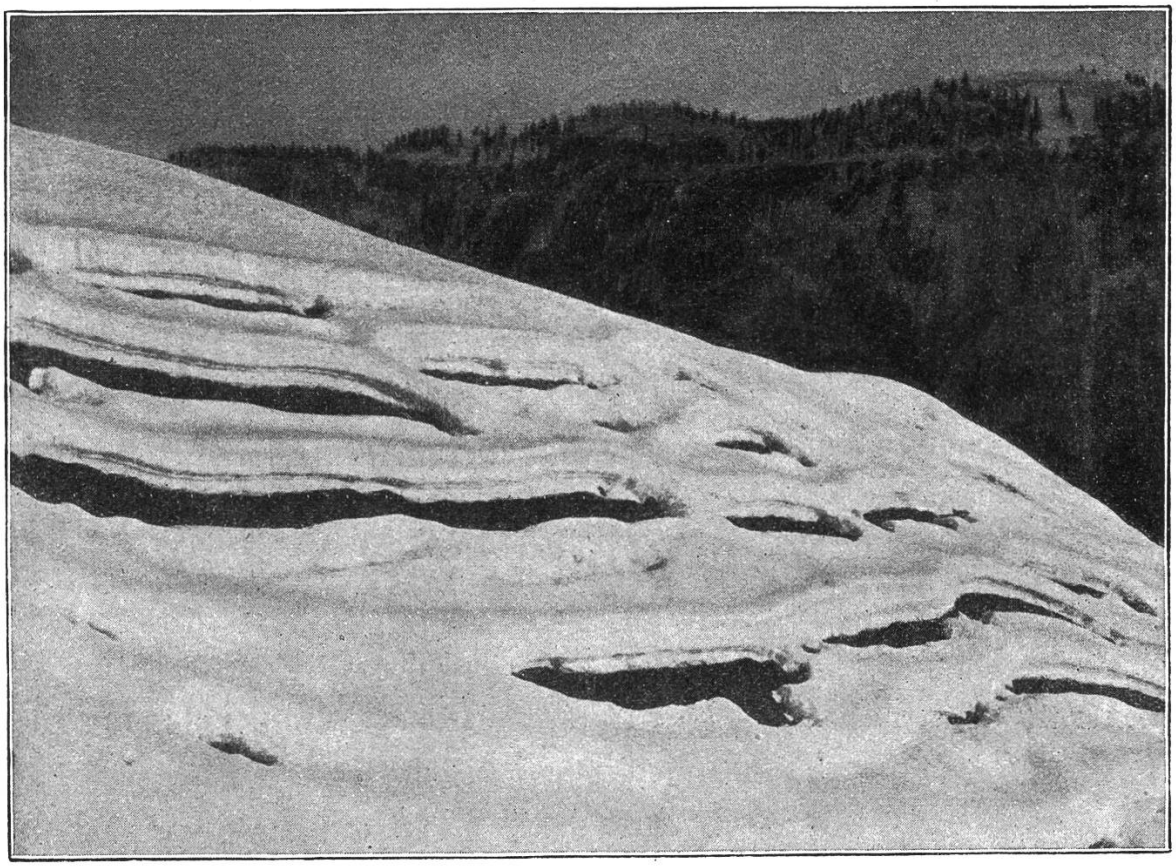

Fig. 3. Couche neigeuse étagée par les cheminements du gros bétail; pâturage de Peist, dans le Schanfigg (Grisons).

A la Meissenplanke, le facteur d'écartement est en moyenne de: 3,3 dans la partie supérieure qui est la plus rapide, la largeur des terrasses étant de 1,5 m.; puis de 3,8 dans la partie inférieure, où la pente est plus faible et où les terrasses mesurent 2—2,5 m. de largeur. Chaque hiver on a pu observer que les terrasses étroites étaient recouvertes de neige au point que toute trace en devenait invisible, tandis que dans la zone médiane et inférieure la surface de la neige semblait barrée de traces horizontales.

M. l'inspecteur forestier Oertli a pu, l'hiver dernier, au cours d'une inspection locale, par une couche de neige atteignant 1,7 à 1,9 m. de hauteur, observer partout distinctement les terrasses les plus larges.

Jusqu'ici on n'a heureusement constaté, sur toute la pente endiguée, ni avalanche de surface ni avalanche de fond; et pourtant souvent toutes les conditions voulues semblaient remplies pour leur formation.[1] Néanmoins, on s'est décidé l'hiver dernier, en vue d'obtenir un sécurité complète, à élargir les terrasses les plus étroites jusqu'à 2 m. au moins. Un projet supplémentaire prévoyant une dépense de fr. 18 000 a été déposé et admis; il prévoit, en outre, la contruction de quelques terrasses plus larges, des améliorations à l'écoulement des eaux, etc.

C'est aux endroits où le vent amoncelle la neige en „gonfles" (menées) que celle-ci est le plus à craindre. On a cherché à paralyser son action par l'établissement de hauts remblais, construits en pierre et en mottes de gazon; on n'a pas réussi cependant à entraver partout leur action. Ici encore l'effet de larges terrasses est bien plus efficace que celui de simples bermes.

Ce qui précède permet d'espérer que les travaux de défense de la Meissenplanke auront un succès complet. Ils ont été dirigés avec une rare compétence. Nous souhaitons que nombreux soient ceux qui iront les examiner sur place. Puissent les expériences qu'on y a faites servir avantageusement à la protection de nos populations montagnardes et trouver ailleurs encore un utile emploi.

(Traduit et résumé d'un article paru au n° 7 de la *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen.)*

AFFAIRES DE LA SOCIÉTÉ.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité permanent du 20 juillet 1920, à Soleure.

1° Ont été reçus, à leur demande, membres de la Société: MM. *Alfred Fuchs,* commerçant, à Zurich, et *Fernando Colombi,* adjoint de l'inspectorat forestier cantonal, à Bellinzone.

2° Projet de contrat avec la maison Büchler & Cie, à Berne, pour l'édition du Journal. Ce projet est complété conformément aux propositions des rédacteurs.

3° La Rentenanstalt de Zurich propose deux variantes du projet pour le nouveau contrat d'assurance. Il est décidé d'abandonner à l'assemblée générale le choix entre les deux solutions.

4° Vente de la publication *La Suisse forestière.* Conformément à la proposition du Dr Flury, le prix de vente est fixé comme suit: 6 fr. broché et 8 fr. relié.

---

[1] Ainsi en décembre 1919, il est tombé d'abondantes pluies sur une épaisse couche de neige, cela jusqu'à 1900 m. d'altitude.