

Zeitschrift: Journal forestier suisse : organe de la Société Forestière Suisse
Herausgeber: Société Forestière Suisse
Band: 19 (1868)
Heft: 4

Artikel: Procès-verbal de la réunion des forestiers suisses à Bex [suite]
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-784453>

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: 16.01.2026

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

JOURNAL SUISSE D'ÉCONOMIE FORESTIÈRE

Organe de la Société des forestiers suisses.

Rédigé par

EI. Landolt, W. de Greyerz et J. Kopp,

édité par

la librairie Hegner à Lenzbourg.

Nº 4.

Avril.

1868.

Le Journal suisse d'économie forestière paraît tous les mois chez **D. Hegner à Lenzbourg.** Chaque numéro est d'une feuille; le prix d'abonnement est de 2 fr. 50 par an, franco pour toute la Suisse. On peut s'abonner pour 2 fr. 70 à tous les bureaux de poste.

On est prié d'adresser à M. **EI. Landolt**, professeur à Zürich, les envois concernant la rédaction; les réclamations relatives à l'expédition du journal doivent être faites à la librairie **Hegner à Lenzbourg.**

Procès-verbal

de la réunion des forestiers suisses à Bex, les 12 et 13
août 1867.

(Suite.)

B. Sujets de discussion.

1^{er} Sujet de discussion: Quel système d'économie forestière faut-il introduire dans la région supérieure des torrents pour préserver les contrées adjacentes et inférieures et reboiser les berges des cours d'eau?

Rapporteur: Monsieur le professeur *Landolt*, inspecteur général des forêts à Zurich.

Rapport

lu à la réunion des forestiers suisses à Bex, le 12 août 1867.

Dans les hautes montagnes et lorsque les vallées sont profondément encaissées, on peut distinguer 3 régions dans le do-

maîne des torrents qui charrient des galets: 1. la région supérieure formant essentiellement le bassin collecteur des *eaux*, 2. la région moyenne qui comprend le district où se fait le travail d'érosion et où les *matériaux* se rassemblent et 3. la région inférieure, où se déposent les débris.

La région supérieure est celle qui, dans nos Alpes, embrasse la plus vaste étendue. Elle comprend: les champs de neige et les glaciers couronnant les sommets et les gorges des plus hautes montagnes, les crêtes dénudées et leurs croupes ainsi que la plus grande partie de la région des pâturages et la zone supérieure des forêts. A part les portions les plus élevées, qui sont d'ordinaire presque complètement dépourvues de végétation, cette zone ne présente pas de pentes très escarpées d'une certaine étendue, mais plutôt des formes plus adoucies où les pâturages peuvent prospérer. Les ruisseaux, qui se ramifient ici d'une manière très-variée, ne sont que rarement profondément encaissés, cependant le charriage des matériaux commence parfois déjà dans cette région.

La région moyenne, soit le district où se rassemblent les galets, comprend les pentes, en général très-raides, qui sont situées entre les terrasses herbeuses dont nous avons parlé et la base inclinée des montagnes, et qui forment ou du moins devraient former la région des forêts proprement dite. Les inuombrables petits ruisseaux de la région supérieure sont ici réunis en cours d'eau plus puissants, qui, là où ils n'ont pas rencontré des roches trop dures, se sont creusé dans la suite des temps de profondes ravines et ont formé au pied de la montagne, par l'accumulation des débris, des cônes de déjection sur lesquels se trouvent de magnifiques villages et les cultures les plus fertiles. C'est ici que se produisent ces cataclysmes qui portent partout la terreur et la destruction, alors que de grandes masses de galets et des torrents d'eau s'accumulent dans les ravines et se précipitent vers le pied des montagnes.

Pour la région inférieure, on n'a à tenir compte que des cônes d'éboulis actuellement en voie de formation ainsi que de leur voisinage immédiat. Ces cônes sont toujours plus élevés que les habitations voisines, et ils ne cessent de gagner en hauteur et en extension. Ce sont ces coulées qui dans leur progression incessante transforment en déserts de grandes étendues de ter-

rains riches et fertiles, menacent de ruine des maisons isolées et des villages entiers, interceptent les routes et barrent les rivières ; c'est ainsi en un mot que se produisent les dévastations les plus effrayantes que présente la nature si marâtre de nos Alpes.

Ces dégâts ne portent pas seulement sur le voisinage immédiat des cônes de déjection ; ils ne sont pas même circonscrits dans la région des montagnes et se font sentir au loin dans toute l'étendue du pays, par suite de l'exhaussement du lit des fleuves et des rivières provoqué par l'apport des galets, et par suite aussi des variations extrêmement brusques que subit le niveau des eaux.

Il faut chercher la source première du mal dans l'existence des ravines de la région moyenne et des éboulis qui les entourent, et la cause immédiate dans l'accumulation et l'écoulement très-rapide des eaux de pluie et de neige, venant de la région supérieure qui est en grande partie dénudée.

Il est impossible de faire complètement disparaître les ravages causés par les torrents de montagne, le mal est tellement lié à la nature même de la montagne, il joue un rôle si important dans les transformations incessantes que subit la croûte terrestre, que l'on ne peut pas même se figurer une contrée montagneuse sans pentes éboulées et sans ravines se creusant un lit toujours plus profond et formant des cônes de déjection de plus en plus considérables. En revanche, les exigences du temps présent nous imposent la tâche de travailler à circonscrire le mal, qui prend des proportions inquiétantes, et à réparer autant que possible les dégâts qui se sont déjà produits. Cette tâche est malheureusement très-vaste, très-difficile et fort au-dessus des forces des propriétaires directement intéressés ; c'est pourquoi on ne peut espérer arriver à une solution satisfaisante qu'en s'assurant le concours de tous ceux qui s'intéressent au bien public ; il faut donc que les propriétaires des vallées et des montagnes menacées, qui sont les tout premiers engagés dans l'entreprise, soient soutenus d'une manière énergique par les communes, les autorités cantonales et fédérales ainsi que par les sociétés particulières.

Pour guérir un mal quelconque, il faut en premier lieu en discerner les causes et chercher ensuite à les faire disparaître autant que possible ou à les neutraliser : cette règle générale s'applique aussi à la question qui nous occupe. Toute espéce

de travail qui vise à restreindre les dégâts causés par les torrents, doit être précédé d'une expertise soigneuse, et c'est à l'aide des résultats ainsi obtenus que l'on peut alors dresser avec soin un plan des travaux techniques et des travaux de reboisement, pour se mettre ensuite à exécuter les travaux dans l'ordre fixé par le plan, et d'après les prescriptions fournies par l'expérience et l'étude des conditions locales. Si l'on avait encore les sommes d'argent dépensées pour la construction de digues uniquement destinées à écarter pour un moment le danger le plus pressant, on pourrait, à l'heure qu'il est, faire de précieux travaux et prévenir à jamais le retour de mainte catastrophe.

Le rapporteur ne peut pas, dans les lignes qui suivent, s'appliquer à décrire les circonstances particulières à certaines localités, il ne peut que traiter la question à un point de vue général et indiquer les principes sur lesquels doivent se baser les travaux à exécuter. Dans ce but, il faut avant tout dire quelques mots des phénomènes qui caractérisent l'oeuvre de destruction accomplie par les torrents.

La plus grande partie des torrents ne charrient que peu d'eau en temps de sécheresse ordinaire, de sorte que l'on voit alors, tout particulièrement au printemps, à l'époque des alternatives fréquentes de gel et de dégel, s'accumuler dans leur lit des débris de toutes dimensions qui se détachent des pentes nues de la ravine et roulent dans la profondeur. La force motrice de l'eau qui coule dans le lit en temps ordinaire ne suffit pas à entraîner ces matériaux; ceux-ci finissent ainsi par former des amas d'autant plus considérables qu'une crue déterminée par un orage, une pluie régionale un peu prolongée ou une fonte subite des neiges tarde à se présenter, et que les pentes dénudées sont plus nombreuses dans les ravines. La crue vient-elle à se produire sous l'influence de l'une ou l'autre des causes mentionnées ci-dessus, le torrent soulève les galets qui encombrent son lit et les entraîne jusque sur le cône de déjection, et il les déverse d'autant plus en avant que la masse d'eau est plus grande proportionnellement à la quantité de galets, et que les dépôts laissés sur le parcours sont moins considérables. Quelque grande que soit la masse de galets qui se trouve de cette manière transportée du fond des ravines sur les cônes de déjection dont elle augmente ainsi sans cesse la hauteur, on accorde en général peu d'attention

à ces phénomènes qui se répètent pourtant si fréquemment. Leurs conséquences désastreuses ne se font sentir que peu à peu, et ce n'est qu'à de longs intervalles que l'observateur peu attentif commence aussi à trouver que l'aspect des ravines et des cônes de déjection est devenu plus inquiétant et que les surfaces improductives se sont considérablement étendues. On peut même dire qu'on sentirait à peine le besoin de résister à ces phénomènes, si l'on n'était parfois témoin de ravages terribles qui viennent subitement mettre en danger la vie et la propriété de bien des personnes. Ces cataclysmes extraordinaires, qui ne se répètent malheureusement que trop souvent, ont les mêmes causes et présentent à peu près les mêmes particularités que le phénomène décrit plus haut. L'eau de pluie et de neige emporte non seulement les galets qui s'accumulent dans le cours d'eau d'une crue à l'autre, mais elle mine encore le lit du torrent, tellement que les pentes escarpées qui en forment la berge perdant leur point d'appui s'écroulent au fond du ravin et barrent le passage des eaux. Survient-il une forte pluie, l'eau s'accumule derrière ces entassements de galets jusqu'au moment où elle parvient à en rompre la digue; alors l'eau et les galets formant un amas confus vont se précipiter sur le cône de déjection, en rongeant le lit du ruisseau et en occasionnant ainsi de nouveaux éboulements; trop souvent encore la masse en mouvement s'élance de là sur les terrains fertiles du voisinage, sur les routes, les villages, les fleuves, causant partout des ravages énormes qui montrent, non seulement aux victimes du désastre, mais aussi à tous les habitants de la contrée qu'il est plus qu'urgent de prévenir autant que possible le retour de pareilles calamités.

La cause évidente et immédiate du mal git dans l'accumulation et l'écoulement rapide des eaux de pluie et de neige, tout ce qui pourra donc ralentir l'écoulement des eaux ou en retenir une portion plus ou moins notable, constituera un moyen de diminuer les dommages causés par les torrents de montagne. D'un autre côté, nous avons vu que la source principale du mal git dans l'existence des ravines avec leurs pentes nues et leur base sans cesse minée; tout obstacle que nous opposerons aux éboulements et à l'érosion du lit des cours d'eaux peut donc être considéré comme une mesure propre à diminuer les dangers que présentent les torrents,

Le moyen le plus efficace de prévenir l'écoulement trop rapide des eaux consiste dans la conservation des forêts existantes et la production de nouveaux boisés qui couvrent et abritent complètement le sol. On empêche les éboulements et l'érosion des ravines en consolidant le pied des pentes prêtes à s'ébouler et en affermissant le fond des ravins, de manière à rendre impossible ou à peu près toute érosion un peu active. On peut donc dire que l'amélioration du traitement des forêts encore existantes, le reboisement des pentes escarpées situées dans les limites de la végétation arborescente, ainsi que l'endiguement des torrents constituent les moyens qui doivent être employés en vue de préserver les contrées adjacentes ou supérieures.

Quels sont les travaux à entreprendre? dans quel ordre doivent-ils se succéder? comment doivent-ils être combinés les uns avec les autres? comment faut-il procéder à leur exécution? à qui faut-il confier l'élaboration du projet et la surveillance des travaux? voilà tout autant de questions que nous avons à examiner.

1. Quels sont les travaux à exécuter?

Les travaux qu'il faut entreprendre dans les torrents, ou dans le bassin avoisinant en vue de préserver les contrées adjacentes ou inférieures peuvent se diviser en deux catégories: les travaux techniques proprement dits et les travaux forestiers. Les travaux de la première catégorie ont pour but d'affermir le lit des ruisseaux, de consolider et de lier les pentes d'éboulis ou bien d'assurer une répartition convenable des galets sur les cônes de déjection ou encore de les faire arriver dans un endroit où ils ne causent aucun dommage, comme par exemple dans un lac; les travaux forestiers consistent à soigner et à compléter les mas de forêts existants et à éléver de nouveaux boisés partout où cette mesure paraît indispensable et où le rendement du pâturage est moindre que celui que l'on peut espérer après la mise en forêt. Les travaux de boisement sont chose si connue pour un auditoire tel que celui auquel nous nous adressons qu'il est inutile d'en donner ici une description générale; en revanche, il sera bon de s'étendre un peu plus longuement sur les constructions techniques.

Voici comment l'on peut classer ces travaux: a) travaux destinés à raffermir le lit des torrents, soit digues transversales

élevées dans les ruisseaux et affectant la forme de voûtes surbaissées, faites de pierre ou de bois ou même, dans certains cas, de galets; ces digues empêchent complètement l'érosion du lit et tendent au contraire à l'élèver par terrasses superposées en forme de gradins. *b.* constructions parallèles au ruisseau, soit murs latéraux ou de soutènement, qui arrêtent l'éboulement et l'effondrement des pentes et assignent une forme convenable au lit du cours d'eau. *c)* affermissement des pentes sujettes à s'ébouler ou à être minées par l'eau, au moyen de clayonnages etc. *d)* murs protecteurs établis sur les points du cône de déjection où l'eau et les galets menacent de faire irruption et de détruire des terrains de grande valeur ou même des maisons et des villages entiers. *e)* travaux destinés à répartir l'eau et les galets sur les lieux où se font les dépôts, de telle sorte qu'ils causent aussi peu de dommage que possible. *f)* construction de lits artificiels solides au moyen desquels l'eau et les galets sont conduits depuis le débouché de la ravine dans le lac le plus voisin ou sur quelque autre emplacement approprié au même but.

Les digues transversales constituent en général le moyen de protection le plus efficace, attendu qu'elles servent à consolider le pied des pentes et à ralentir l'écoulement de l'eau. *Les murs latéraux* ne doivent être employés que là où les pentes ont besoin d'être raffermies aussi rapidement que possible, et là où 'on ne peut pas éléver des digues transversales. Leur effet n'est que local, et leur entretien est fort coûteux, parce qu'ils sont très-facilement minés et qu'ils ont à subir une pression forte et ne portant que sur un seul côté. *L'affermissement des pentes* au moyen de clayonnages, de poutres transversales ou de grillages n'est nécessaire que là où l'on doit attacher une grande importance à un reboisement rapide. Lorsque l'on élève des murs de soutènement et des digues latérales, il est tout-à-fait nécessaire d'affermir le sol sur les pentes; lorsque l'on élève des digues transversales, on peut supprimer ces travaux coûteux qui n'ont qu'une durée restreinte, attendu que dans ce cas on ne doit pas autant tenir à reboiser sans retard les pentes d'éboulis, les matériaux roulants servant à étayer la base des talus et à la rendre plus stable. *Les murs protecteurs* destinés à empêcher l'irruption des débris et de l'eau au-delà des cônes de déjection préparent bien quelques propriétés et quelques habitations; mais ils ne

peuvent pas faire disparaître le mal; ce n'est donc qu'un remède désespéré dont il faut faire usage là où le danger est très-grand et ne peut pas être écarté assez promptement par une méthode plus rationnelle. Il est plus sûr et moins coûteux de répartir l'eau et les galets sur les cônes de déjection ou de les conduire sur des emplacements spéciaux, en construisant obliquement sur la pente des digues qui retiennent le gravier et laissent passer l'eau. Dans certains endroits, comme à Masseltrangen, ces travaux si simples ont eu d'excellents résultats. Les *lits artificiels* sont nécessaires lorsque l'eau et les galets doivent être dirigés sur des espaces plus ou moins longs, ou bien encore là où le fond de la ravine doit être protégé contre l'érosion sans qu'on puisse établir de digues transversales.

2. Dans quel ordre faut-il exécuter les travaux de maçonnerie et les travaux de boisement, et de quelle manière faut-il les combiner?

Les travaux en maçonnerie et les travaux de reboisement doivent marcher de front, parce qu'ils se complètent mutuellement et que ce n'est que par leur combinaison seule que l'on peut obtenir des résultats durables; on devra donc les commencer en même temps et les poursuivre avec la même activité. En général, les intéressés montrent un plus grand zèle pour les travaux techniques que pour les travaux forestiers, parce que chacun sait que les résultats bienfaisants des premiers se font sentir tout de suite, tandis que l'utilité des derniers est moins évidente et ne se produit réellement qu'après un laps de temps toujours assez long. Les autorités ne doivent pas se laisser tromper par les apparences; les constructions les plus belles et les plus solides perdent avec le temps toute leur efficacité, si l'on ne cherche pas à ralentir l'écoulement des eaux et à affirmer les pentes éboulées, ce qui ne peut se faire qu'au moyen de plantations forestières et par un traitement rationnel des forêts. Il en est de même des travaux de correction des fleuves, auxquels on consacre de si fortes sommes; ces entreprises n'auront en effet des résultats durables que si l'on prend des mesures propres à empêcher que les ruisseaux qui alimentent ces cours d'eaux ne continuent à charrier de grandes quantités de galets.

Quant à l'endiguement des torrents, le mieux est sans aucun doute de commencer à travailler là où la ravine se creuse da-

vantage, et où les pentes livrent par conséquent la plus grande quantité de matériaux de charriage. A partir de ces endroits là, on se dirige peu à peu vers les emplacements où le danger est moindre, et parmi ceux-ci on s'occupe d'abord de ceux où l'on peut encore atteindre à temps le but désiré sans trop de frais, tandis qu'un retard dans les travaux aurait pour résultat d'en augmenter sensiblement les difficultés. Dans le cas où un ruisseau, ce qui se rencontrera du reste rarement, présenterait sur tous les points de son cours des conditions identiques, il faudrait commencer les travaux dans la partie inférieure et avancer ensuite peu à peu du côté de la source. En général on devra, dans les travaux techniques, s'occuper avant tout de l'affermissement du lit du torrent, et ce n'est que lorsque ce travail sera achevé que l'on pourra ensuite chercher à solidifier convenablement les pentes au moyen de murs, à les assainir en creusant des fossés, à éloigner l'eau qui arrive du dehors et à empêcher par le moyen de clayonnages l'éboulement des galets. En même temps, il faut aussi établir les lits artificiels nécessaires ainsi que les autres constructions jugées urgentes sur les cônes de déjection. Dans certaines circonstances, on peut répartir sans inconvénient sur une période de 10 ans et plus les travaux relatifs à un seul et même torrent.

On peut commencer les travaux de reboisement même avant d'avoir mis la main aux autres ouvrages, pourvu qu'on laisse de côté les pentes fortement menacées. Pour ce qui concerne l'ordre dans lequel doivent se succéder les boisements, voici le principe que nous posons en toute confiance, malgré la contradiction qu'il semble présenter: On commencera à travailler sur les emplacements les moins exposés et encore propres à des boisements, puis l'on se dirigera vers les surfaces éboulées et les glariers, en consacrant toujours la plus grande attention au traitement des forêts existantes. En suivant cette règle, on s'occupera d'abord de compléter les forêts et particulièrement les plus jeunes boisés qui subsistent encore dans la région des torrents, puis, adoptant ces forêts comme point de départ, on commencera par boiser les endroits où le sol est productif et la station abritée pour passer ensuite aux surfaces plus stériles et plus exposées, qui se trouveront ainsi protégées par les peuplements nouvellement formés. On ne s'attaquera aux glariers et aux éboulis que lorsqu'ils se seront

d'eux-même immobilisés par suite de l'affermissement de leur base ou qu'ils auront été assujettis par des travaux artificiels, des clayonnages, etc.

On ne peut méconnaître que le but désiré ne fût beaucoup plus vite atteint, si l'on pouvait tout de suite se mettre à boiser avec succès les coulées de débris de manière à les immobiliser complètement, mais le rapporteur regarde une pareille tâche comme si difficile, le succès des cultures lui paraît si problématique et les frais si énormes, qu'il ne peut pas prendre sur lui de conseiller de commencer les travaux par le reboisement des surfaces devenues improductives. Rien ne discrédite autant les essais de reboisement que des cultures manquées, surtout lorsqu'elles ont coûté cher. Si nous voulons rendre populaire l'économie forestière, nous devons commencer nos cultures là où l'on peut compter sur un succès satisfaisant et être assuré que les dépenses seront rémunérées par les produits que l'on a en perspective. Dès que les propriétaires fonciers se seront convaincus de l'utilité des cultures forestières, ils se préteront aussi sans trop de peine à des travaux plus difficiles, et alors ils ne se laisseront pas décourager par un premier insuccès. Le désavantage auquel on s'expose en éludant les plus grandes difficultés au commencement des travaux de boisement, sera en général plus apparent que réel, vu que d'un côté le reboisement des parties moins directement menacées facilite aussi l'entretien des digues en retardant l'écoulement de l'eau, et que d'un autre côté les cultures faites sur les pentes d'éboulis et les glariers, à supposer même qu'elles réussissent de prime abord, ont toujours besoin d'un temps très-prolongé avant de pouvoir remplir leur but.

Dans la région supérieure, soit dans la région alpine, les boisements ne porteront guère que sur les pentes escarpées, peu accessibles au gros bétail, sur le voisinage immédiat des ruisseaux ainsi que sur les crêtes et les croupes arides, quant aux surfaces un peu planes et fertiles, on pourra sans crainte les affecter à la production du fourrage. Sur les berges escarpées sujettes à s'ébouler, on devra dans certains cas continuer à planter le torchepin et d'autres arbustes, même au dessus de la limite proprement dite des forêts. Il va sans dire que tout en ayant égard à la nature du sol et aux chances de réussite des cultures, on devra tâcher de relier suffisamment entre elles les surfaces que l'on

boise et de les séparer convenablement du pâturage. Tous les travaux nécessaires devront être faits d'après un plan fixé d'avance, qu'on devra élaborer en tenant compte autant que possible des voeux des parties intéressées. — Dans la région moyenne la forêt doit prédominer, on ne devra donc traiter comme mayens ou près de montagnes que les surfaces situées dans des conditions tout particulièrement favorables ; en revanche, toutes les autres surfaces, et particulièrement toutes les pentes très-escarpées, devront être consacrées à la culture du bois. Les reboisements dans la région supérieure et dans la région moyenne peuvent et doivent marcher de front, seulement il faut toujours avoir soin d'observer partout la règle énoncée plus haut. — Dans la région inférieure, le district propre aux boisements est peu étendu, il ne comprend guère que les berges des ruisseaux et quelques portions des cônes de déjection où l'établissement de taillis contribue beaucoup à lier et à fertiliser le sol.

3. De quelle manière doit-on exécuter les travaux projetés le long des torrents et dans leur voisinage ?

a) Travaux techniques.

Pour les travaux à entreprendre le long des torrents, il faut toujours, autant que faire se peut, employer des pierres, et encore faut-il qu'elles soient d'aussi grandes dimensions que possible. Les fondements des constructions faites dans les cours d'eau et sur leurs berges doivent être établis avec beaucoup de soin, il faut aussi les assujettir convenablement de manière à ce qu'elles ne soient ni minées, ni délavées, ni débordées. Lorsqu'un tel accident se produit, les constructions sont plus nuisibles qu'utiles. On fera les murs tout à fait secs, c. à d. sans mortier, mais on aura soin d'entrecroiser les moellons de telle sorte que, l'ouvrage une fois terminé, on ne puisse plus en détacher une seule pierre. Là où les pierres manquent ou ne peuvent être amenées qu'à grands frais, on les remplacera par du bois. Les différentes portions de chaque ouvrage devront être assez fortes et suffisamment consolidées entre elles, pour qu'elles puissent résister aux chocs et à la pression qu'elles ont à subir. Quand les ouvrages en bois sont constamment sous l'eau, ils résistent pendant longtemps, s'ils sont souvent à sec, ils durent peu.

Il serait beaucoup trop long de vouloir s'étendre sur la

manière d'exécuter chaque construction en particulier, nous nous contenterons donc de donner ici quelques indications générales.

Pour la construction des digues transversales, on choisira, dans le but d'assurer la solidité de l'ouvrage et d'éviter des sacrifices pécuniaires inutiles, des endroits où le lit du ruisseau se rétrécisse et fournisse sur ses bords des points d'appui suffisamment fixes. Si, au-dessus de ces emplacements, la pente se trouve être faible et le lit du torrent assez large, on gagne, sans avoir besoin d'élever de hautes digues, de grandes surfaces où les galets peuvent se déposer, ce qui est naturellement un grand avantage. Si l'on manque de points d'appui convenables, on devra élever sur les berges des pans de murs suffisamment solides pour en tenir lieu. Toutes les digues transversales doivent être construites en forme de voûtes couchées, le rayon ne doit pas en être trop petit; on ne leur donne pas tout de suite toute la hauteur qu'elles devront avoir dans la suite, mais ce n'est que plus tard qu'on les élève à leur dimension normale, à mesure que le lit au-dessus de la digue se comble de galets. Les pierres des différentes assises doivent être légèrement inclinées du côté de la montagne, et il faut donner à la face antérieure un retrait d'environ $\frac{1}{4}$; il n'est pas avantageux que ces retraits superposés soient disposés en forme de gradins, là où l'on craint que de grandes pierres ne roulement par dessus les digues, attendu que les assises antérieures risqueraient fort d'être endommagées. A la surface supérieure, la digue doit se terminer en forme de bassin; le point le plus bas n'a pas besoin d'être exactement au centre; le meilleur est de le placer là où la base offre le plus de résistance. Le lit qui s'étend au pied de la digue devra être pavé au moyen de pierres hautes de 2 à 3 pieds, plantées verticalement; ce pavé, que l'on consolidera avec soin à l'extrémité inférieure, doit être indépendant du fondement de la digue afin que, s'il subit quelque dommage, celle-ci n'ait pas aussi à en souffrir. Même dans les endroits les plus dangereux, il n'est pas nécessaire de rapprocher les digues les unes des autres au point que le lit du cours d'eau se trouve être à peu près horizontal depuis le sommet d'une digue au pied de l'autre attendu qu'une pente modérée permet encore le dépôt des galets.

Les murs de soutènement et les digues latérales devront être établis d'après les mêmes principes que les digues transversales,

il faut aussi creuser des fondements profonds, leur donner une solidité convenable et assez de retrait, pour qu'ils puissent résister à la pression et ne risquent pas d'être minés. Là où l'on fait des constructions de ce genre sur les deux berges du torrent, il est important de donner au lit une largeur calculée en vue des fortes crues parce que, si le profil est trop grand, le gravier reste en place et s'il est trop petit, les ouvrages risquent d'être endommagés.

L'assujettissement des pentes mobiles doit marcher de pair avec la construction des murs de soutènement et des digues latérales. Là où les circonstances locales ne présentent pas trop de difficultés, il suffit, après avoir assaini le terrain, d'établir des clayonnages pour lesquels on choisit autant que possible du bois propre à donner des rejets de souche. Ces ouvrages n'ont pas besoin de suivre l'horizontale; lorsqu'on leur donne une direction un peu oblique ou qu'on les dispose de manière à former un arc dont le côté convexe est tourné vers le haut, la pression qu'ils ont à subir est moins forte, et ils résistent plus longtemps. Il est inutile de leur donner une hauteur plus grande que 1 à $1\frac{1}{2}$ pied au-dessus du sol; en revanche, il faut ficher les pieux en terre à une profondeur suffisante. Plus la pente est raide, plus les palissades devront être rapprochées, cependant il n'est jamais nécessaire de les multiplier à tel point que le terrain situé entre deux clôtures ne forme qu'une terrasse plane. Si les palissades ne suffisent pas, on peut placer des trones en travers de la pente et les assujettir au moyen de pieux; dans certains cas, on pourra conseiller l'emploi de grillages proprement dits qui diviseront la pente en petites surfaces rectangulaires. Comme les travaux de ce genre sont coûteux et durent peu, on ne les entreprendra que là où ils sont d'une absolue nécessité.

Pour ce qui concerne les travaux destinés à lier les talus d'éboulement, les plus importants et les plus indispensables consistent à provoquer l'écoulement des eaux qui s'y infiltrent et qui y suintent. S'il est possible d'éloigner complètement les eaux qui arrivent d'en haut dans les éboulis, il faut le faire; si cela n'est pas possible, on devra les faire passer par le moyen de conduites pavées dans les parties inférieures de la pente. L'assainissement des coulées de débris pourra se faire de la manière la plus convenable au moyen de fossés couverts en pierre qui devront, pour

remplir leur but d'une manière durable, être fixées dans le sous-sol immobile. Là où les pierres manquent, on recourra à l'emploi de drains ou de fascines. Il va sans dire que les alentours des pentes d'éboulis doivent aussi être assainis.

Les murs protecteurs établis sur les côtés des cônes de déjection doivent être solides, afin de pouvoir résister à une forte pression. Ils rentrent dans la catégorie des travaux qui ne sont que des remèdes locaux, des palliatifs très-coûteux auxquels il ne faut avoir recours que là où il s'agit de protéger des propriétés de grand prix, spécialement des maisons, contre l'irruption des masses d'eau et de galets, et lorsque les travaux destinés à retenir les pierres roulantes ne pourront être entrepris que plus tard ou ne peuvent du moins pas être achevés assez promptement.

Les travaux destinés à répartir l'eau et le gravier sur les cônes de déjection, consistent en digues transversales basses qui sont fixées et entretiennent le plus simplement possible au moyen des matériaux qui se trouvent sur place. Lorsque l'on construit ces digues, on donne la préférence aux plus grandes pierres, parce que leur force de résistance est relativement plus considérable; là où les grosses pierres manquent, on peut les remplacer par de simples galets. Lorsque la masse d'eau et de galets mise en mouvement possède une impulsion très-grande, il arrive que ces digues, particulièrement celles qui reçoivent en premier lieu le choc, sont rompues; il faut donc toujours en placer plusieurs les unes derrière les autres. Dans le cas où sous l'impulsion d'un choc extrêmement violent, toutes les digues viendraient à être endommagées ou même à être complètement détruites, on n'en aura pas moins atteint en bonne partie le but, attendu que ces digues auront toujours servi à ralentir le mouvement des coulées de gravier sans empêcher l'écoulement de l'eau, de sorte que la masse de galets finit par s'immobiliser. Il va sans dire que ces constructions ont d'autant plus d'efficacité que la pente est plus faible. Dès que l'on réussit à retenir le gravier dans les ravines, les digues deviennent superflues, mais jusqu'alors elles rendent d'excellents services, pourvu qu'on les établisse et qu'on les entretienne avec soin. Là où l'on établit des emplacements spéciaux pour le dépôt des matériaux, il faut leur donner une aussi grande profondeur que possible, afin qu'elles puissent contenir beaucoup de galets sur un petit espace,

Les lits artificiels doivent avoir un cours aussi direct que possible, une pente assez égale et une largeur convenable. Les pierres que l'on emploie ne doivent pas être trop petites, et il faut les placer sur leur plus longue arête. Il importe que le fond du lit et les parois latérales aient une surface aussi unie que possible, afin qu'ils ne présentent aucun point vulnérable aux gros cailloux roulants. L'adjonction de solides traverses donne des points de résistance au lit des bassins et augmente ainsi leur solidité.

b. Travaux de reboisement.

Nous avons vu qu'il faut boiser:

1. Toutes les pentes escarpées sujettes à s'ébouler ou à être minées par les eaux qui forment les berges des ruisseaux ou de leurs affluents profondément encaissés, pour autant que ces pentes sont situées dans la région des arbres et des arbustes.

2. Les crêtes arides et toutes les parties des alpes qui sont inaccessibles pour les bêtes à corne.

Il faudra choisir les limites qui doivent séparer les forêts et les pâturages en ayant particulièrement égard aux conditions de terrain, et en vue de faciliter la protection des boisés contre le parcours du bétail.

Voici quelles sont les règles à suivre dans les travaux de boisement:

a. *Choix des essences.* Lorsqu'on a suffisamment de terre végétale pour nourrir de véritables arbres et que les conditions climatériques permettent de les éléver sans le secours d'un abri spécial, il faudra aussitôt cultiver des essences productives, là où le sol est en revanche appauvri, éboulé ou composé de pierres roulantes ainsi que là où les conditions climatériques sont très-défavorables, on devra d'abord se contenter de cultiver des espèces de buissons moins exigeantes à l'abri desquelles on pourra plus tard éléver des essences plus précieuses.

Parmi les essences qui donnent des arbres proprement dits, il ne peut être question dans la région supérieure à 4500' que de l'épicéa, du mélèze et de l'arôle et peut-être encore, sur les croupes sèches, du pin *sylvestre*; dans les expositions moins élevées, on aura encore à prendre en considération, outre l'épicéa et le mélèze, le hêtre, le sapin blanc et le pin *sylvestre* et en seconde ligne l'érable, l'orme, le frêne, le tilleul et le sapin noir. Au-

dessous de 2500' on peut planter le chêne, particulièrement dans les ravines escarpées où il faut le traiter en taillis.

Parmi les essences qui restent à l'état de buissons ou qui n'ont qu'une durée restreinte, ce sont l'aune blanc et l'aune des Alpes ainsi que le torche-pin qui méritent surtout d'être pris en considération. Les deux premières espèces conviennent pour les sols frais et humides, la dernière pour les sols arides, particulièrement dans les chaînes calcaires. Toutes trois montent plus haut que la région des arbres. Dans les régions supérieures, on devra même favoriser les rhododendrons et les saules nains, parce qu'ils lient le sol et fournissent une protection efficace aux plantes forestières dans les premières années de leur développement. Dans les expositions moyennes ou inférieures, l'aune blanc, l'argoussier, les saules et l'acacia devront particulièrement fixer l'attention du forestier comme pouvant servir à abriter et à améliorer le sol, parce que ces plantes pros pèrent sur un terreau tout-à-fait maigre, qu'elles le lient, l'engraissent par le détritus de leurs feuilles et ne favorisent les éboulements en aucune façon. L'aune blanc peut être employé sur toutes les espèces de terrains, sur les sols humides et même marécageux, comme aussi sur les talus de pierres roulantes ; l'argoussier convient tout particulièrement pour les amas de galets récents et anciens et pour les pentes d'éboulis ; les saules se plaisent sur les sols frais et même humides, pas trop liants, et l'acacia aime les stations sèches, à sol léger et à climat doux.

Lorsque l'on veut créer une nouvelle végétation sur les pentes d'éboulis et les cônes de déjection, il faut aussi tenir compte des soit-disant mauvaises herbes, parce qu'elles lient le sol et l'améliorent par leurs débris. On devra donc se garder d'extirper les graminées, les genêts, et même dans certaines circonstances, tussilages, il conviendra de les cultiver.

Lorsque, sur des pâturages passablement inclinés, le gazon se trouve être trop peu fourni en dépit des qualités relativement bonnes du terroir, on devra, en semant des herbes fourragères chercher à l'épaissir, parce qu'un tapis de verdure un peu serré peut seul protéger le sol contre le délavage par les eaux.

a. *Préparation à faire subir au sol en vue du boisement.* Avant de procéder au boisement, il faut assainir les portions humides et détourner les eaux de pluie et de neige de tous les endroits

où le terrain tend à s'ébouler, à se crevasser ou à être miné par les eaux. Ces travaux devront être exécutés d'après les règles générales. Là où l'on peut se procurer des pierres en quantité suffisante, l'emploi de conduites couvertes rend d'excellents services, lorsqu'elles font défaut, on peut se contenter de fossés ouverts; le fond du fossé doit être autant que possible creusé dans le sous-sol imperméable qui n'est pas exposé à être miné; l'eau de pluie ou de neige ainsi que l'eau de source qui arrivent d'en haut doivent être tenues soigneusement éloignées de toutes les crevasses et de toutes les portions de surface où l'éboulement a déjà commencé. Là où les fossés ont une pente forte, on aura soin d'empêcher qu'ils ne soient délavés et érodés, ce qui se fait de la manière la plus avantageuse au moyen de digues transversales. On se servira autant que possible de pierres; là où elles manquent, on pourra recourir à l'emploi de clayonnages. Les parois des fossés anciens et nouveaux ainsi que les berges des torrents devront être protégées par des éperons de pierre ou des palissades, des fascines, etc.; on aura aussi soin d'enlever les pierres sur les endroits qui ont une pente faible et un lit relativement large. Dans les travaux de boisement proprement dits on devra se faire une loi de n'ameublir le sol sur les pentes escarpées qu'autant que cela est nécessaire pour l'exécution des cultures.

c. *Méthode à adopter pour le reboisement.* Pour les travaux de boisement à exécuter dans le district des torrents, la plantation doit être regardée comme la règle, et les semis comme l'exception. Pour la plantation, on emploiera des plants élevés dans des pépinières et repiqués avec soin. Les pépinières devront être autant que possible établies dans le voisinage des surfaces à boiser, et elles devront être traitées avec la plus grande sollicitude. L'âge où doit se faire la plantation à demeure varie, suivant l'essence, la nature du sol et les conditions climatériques, entre les limites de 3 à 6 ans. On donnera à l'opération de la mise en terre d'autant plus de soin que les conditions locales sont moins favorables à la reprise et au développement ultérieur des jeunes sujets. On prendra donc toutes les mesures propres à assurer la réussite des plants; ainsi, selon les circonstances, il sera bon d'entourer de pierres les jeunes plants, de les protéger contre les chutes de pierre, de les introduire dans des paniers

remplis de bonne terre. Là où l'on dispose de plants bons et vigoureux, on les mettra en terre isolément; là où l'on est obligé de se servir de sujets plus faibles et moins développés, on emploiera des touffes de 3 à 4 plants qui doivent déjà être élevés sous cette forme dans les bâtardières. Dans la règle, on fera un mélange de deux ou de plusieurs essences.

La distance laissée entre les plants ne doit pas être trop grande, parce-qu'autrement on n'atteint pas le but principal qui est de donner promptement au sol un abri suffisant. Il suffira, dans la plupart des cas, de ménager entre les plants une distance de 3 à 4 pieds, de sorte que chaque sujet ait à peu près un espace libre de 12 à 16 pieds carrés. Là où la configuration du sol ne s'oppose pas à une disposition régulière des plants, on préférera à la plantation irrégulière la plantation par lignes distantes de 4 pieds; sur les lignes l'éloignement d'un plant à l'autre pourra être de 3 à 4 pieds; si le sol est en revanche couvert de pierres ou qu'il contienne beaucoup de vieilles souches et d'endroits stériles, ou encore que les conditions climatériques soient très-défavorables, on place les plants, sans chercher à obtenir une disposition régulière ou symétrique, là où se trouvent réunies les conditions les plus favorables à leur reprise et à leur développement ultérieur. La disposition par bouquets qui résulte de cette méthode ne présente aucun inconvénient.

On devra, sur les glariers et les pentes d'éboulement qui se trouvent être encore complètement nus au moment de la plantation, favoriser entre les plantes forestières la formation d'une couverture de gazon, d'herbes ou d'arbustes.

Dès que les plautes font défaut, on peut et même on doit avoir recours aux semis. On peut recommander sur les sols engazonnés les semis par places, sur les sols nus les semis à la volée immédiatement après la fonte des neiges; dans les semis de la dernière espèce, on ne ménagera pas la graine, attendu que les conditions locales ne sont en général pas favorables à la germination.

Compléter les plantations par des cultures supplémentaires soigneuses et faites à temps, les protéger contre les dangers venant de l'extérieur et en particulier contre le parcours du bétail, donner beaucoup de soins au traitement des jeunes boisés

voilà quelles sont les conditions les plus propres à assurer le succès des boisements.

d. *Indications relatives à l'époque où doivent s'effectuer les boisements.* Les travaux de boisement proprement dits ne peuvent être entrepris qu'au printemps et en automne avec la perspective d'une bonne réussite. Dans la région inférieure on fera de préférence les travaux au printemps, on devrait cependant, là où le sol est humide et liant, creuser déjà en automne les trous où seront introduits les plants. Là où le sol est en mouvement, on ne doit pas opérer les cultures en automne, attendu que les alternatives de gel et de dégel qui se produisent au printemps sont fatales aux jeunes plantes. Dans la région supérieure, il faut, surtout lorsqu'il s'agit de plantation, donner la préférence à l'automne plutôt qu'au printemps, parce que la neige persiste trop longtemps, que l'été succède à l'hiver par une transition trop brusque et que l'on ne peut pas utiliser les plants qui ont été élevés dans les régions basses, à cause de leur développement précoce. On devra en général effectuer les semis au printemps ; dans les stations supérieures, on les fera immédiatement après la fonte des neiges.

4. A qui doit-on confier l'élaboration du projet et la direction des travaux à exécuter dans la région des torrents ?

Pour les travaux à exécuter sur le bord des torrents, on ne pourra jamais se passer entièrement de la coopération d'un expert forestier ; mais celui-ci ne sera que rarement en mesure de projeter et de diriger tous les travaux, par conséquent aussi les travaux techniques ; dans le cas où tel ou tel homme de l'art pourrait aussi se charger de ces travaux-là, il serait bon de confier à une seule personne et de préférence au forestier l'élaboration du projet et la direction de l'ensemble des travaux. Une combinaison de ce genre a l'immense avantage de permettre d'organiser les travaux de telle manière qu'ils soient bien liés entre eux et se complètent de la manière la plus rationnelle ; il en résulte par conséquent aussi une diminution sensible dans les dépenses. Dans la règle cependant, on sera obligé de confier à un ingénieur les entreprises que nous avons eues en vue sous le nom de travaux techniques, attendu que l'on ne peut guère trouver que chez un homme de la partie les connaissances pratiques que réclame la direction de constructions toujours assez considérables.

Voici quelle est à peu près la marche qui pourra être généralement adoptée dans la pratique. On confiera à un ingénieur suffisamment familiarisé avec les travaux de ce genre l'élaboration du projet relatif aux constructions techniques un peu considérable (digues transversales, lits artificiels, murs de soutènement, digues, etc.) ainsi que l'exécution des dessins et des devis. A côté de cela, on chargera un forestier de faire un plan et un devis pour les travaux d'assainissement, les boisements, les ouvrages à faire dans les ruisseaux de moindre importance, les travaux destinés à lier le sol, pour autant qu'ils ne sont pas en relation intime avec de grandes constructions; il va sans dire que le forestier devra préalablement s'entendre avec l'ingénieur. La mise en exécution des deux projets réunis sera confiée au forestier, auquel on aura soin d'associer comme adjoints des hommes compétents et capables. Grâce à cette combinaison, les travaux qui demandent le plus de temps seront remis à la direction des employés qui sont appelés à s'en occuper en vertu même de leurs fonctions, et qui sont le plus intéressés à les voir arriver à bonne fin. Par le moyen de cette double coopération, on s'épargne bien des méprises, on évite des frais inutiles et on facilite l'achèvement rapide des entreprises.

Nous désirons vivement que le peuple et les autorités parviennent à se persuader que l'endiguement des torrents et le boisement de leur bassin collecteur constituent des travaux d'une haute importance sociale et économique pour nos contrées de montagnes, et que par conséquent il est nécessaire de se mettre à l'oeuvre avec énergie. Les sommes nécessaires à ces entreprises se trouveront bien une fois que l'on sera convaincu de leur importance et de leur utilité.

(La suite à un prochain numéro).

Cours forestier dans le canton des Grisons.

En exécution d'un arrêté de l'autorité cantonale datant de 1839, 3 forestiers ayant fait des études régulières ont été installés dans le canton, savoir un inspecteur des forêts et deux forestiers de district. C'était alors tout le personnel chargé d'aménager une superficie forestière qui mesure quelque chose comme 350,000 arpents.