

# Notice sur l'amélioration du régime des eaux d'après les principes appliquées en Suisse

Autor(en): **Salis, A. de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes**

Band (Jahr): **1 (1875)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2222>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE

## DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

PARAISANT 4 FOIS PAR AN

Prix de l'abonnement annuel : pour la SUISSE, 3 fr.; pour l'ÉTRANGER, 3 fr. 50 cent.

Pour les abonnements et la rédaction, s'adresser à M. Georges Bridel éditeur, place de la Louve, à Lausanne.

**Sommaire :** Notice sur l'amélioration du régime des eaux, d'après les principes appliqués en Suisse, par M. A. DE SALIS, inspecteur en chef. — Note sur la ligne transversale de Fribourg à Payerne et à Yverdon, par M. MEYER, ingénieur. (*Fin.*) — Halle couverte en fer de la gare de Fribourg, par M. MEYER, ingénieur. — Première séance familière de la saison d'hiver, 27 novembre 1875.

## NOTICE

## SUR L'AMÉLIORATION DU RÉGIME DES EAUX

D'APRÈS LES PRINCIPES APPLIQUÉS EN SUISSE

Rédigée pour l'exposition géographique de Paris en 1875  
par M. A. DE SALIS,

inspecteur en chef des travaux publics de la Confédération suisse.

Le but de ce travail est de présenter dans un cadre restreint les mesures qui ont été prises jusqu'ici, et qui seront prises par la suite, en vue de remédier aux effets dévastateurs des cours d'eau de notre pays.

Il n'est point nécessaire pour cela d'avoir recours à des plans d'exécution détaillés, car il suffit de se faire de ces travaux une idée d'ensemble au moyen des cartes qui se trouvent jointes à cette notice.

Les mesures dont il s'agit se divisent en deux catégories principales, suivant qu'elles concernent la correction des fleuves dans la plaine ou bien les travaux dans la montagne.

Une donnée fort utile dans les ouvrages qui vont nous occuper, c'est l'observation du débit des divers cours d'eau; aussi aurons-nous tout naturellement à mentionner ici certains travaux hydrométriques.

## Défauts à corriger.

Avant de parler des remèdes il est utile de décrire le mal. Celui-ci se trouve partout, tantôt comme cause, tantôt comme effet, en relation avec la formation, le transport et le dépôt des terres d'alluvion.

Comptant revenir plus loin sur les circonstances qui favorisent les érosions dans la montagne, et par suite la formation des alluvions, nous allons tout d'abord envisager les phénomènes qui résultent du charriage de ces matériaux par les eaux courantes.

L'entraînement des alluvions est un effet de la puissance vive de l'eau, un résultat de la prépondérance de cette force

sur la résistance des matériaux charriés. On peut admettre que cette puissance vive est, abstraction faite de la forme du lit, la résultante du volume liquide et de la pente; aussi y a-t-il une certaine pente à donner au cours d'eau si l'on veut que sa puissance vive devienne, avec un volume donné, supérieure à la résistance que les matériaux opposent à leur entraînement.

Là où cette pente n'existe pas, les alluvions se déposent et le lit du cours d'eau s'exhausse par ce fait jusqu'à ce qu'à l'aval il se reforme assez de pente pour que le charriage recommence. En quelque point du cours qu'il se produise, cet exhaussement du lit amène à l'amont une diminution de pente, qui se compense par un nouvel exhaussement, et ainsi de suite, ce qui explique pourquoi ce relèvement du lit se propage d'aval en amont.

Puisque les fleuves prennent ainsi d'eux-mêmes la pente qui leur convient, il s'en suit que toute augmentation des charriages correspond forcément à un accroissement de pente et par suite à un exhaussement du lit.

L'accroissement du degré de pente d'une rivière se propage d'une façon continuë, sous l'action multiple des cours d'eau qui s'y jettent successivement, car les érosions supérieures et le dépôt de leurs produits dans le cours inférieur nécessitent constamment la formation graduelle d'une pente qui permette à l'eau d'opérer ses charriages, pente qui atteindra non-seulement la plaine, mais aussi l'embouchure de la rivière.

Tout accroissement de pente à l'aval produit, nous l'avons vu, un exhaussement du lit; celui-ci se relève d'une quantité toujours proportionnelle à l'avancement des alluvions et par conséquent à leur allongement.

Tant que les cours d'eau ont été abandonnés à eux-mêmes, l'exhaussement dû à l'augmentation de leur pente s'est étendu sur toute la vallée qu'ils occupent, car en coulant des points momentanément élevés vers les points bas, ils ont peu à peu entièrement nivelé le fond de la vallée. Depuis qu'au contraire l'agriculture les a refoulés dans un lit plus étroit pour s'approprier la plus grande partie des terrains jusque-là inondés, l'exhaussement n'a pu se développer que sur cette zone restreinte. C'est précisément ce relèvement continu du lit des fleuves au-dessus du sol de la vallée, qui constitue sous plusieurs rapports le mal essentiel, celui contre lequel on a aujourd'hui le plus à lutter.

Tout d'abord, avec ces cours d'eau élevés et contenus entre deux digues, on court le grave danger de voir des inondations se produire à la suite d'une rupture des digues. Puis le fond de la vallée devient inévitablement marécageux, parce que les

eaux de source, jointes à celles provenant des filtrations au travers des digues, ne peuvent trouver leur écoulement. D'autre part les affluents du fleuve ne peuvent s'y jeter qu'après avoir été plus ou moins refoulés par lui vers l'amont, lors des crues.

Comme d'ailleurs ces affluents charrient généralement aussi, il en résulte que leurs lits s'élèvent en forme de digues puissantes jusqu'au niveau du lit du fleuve. Ces digues formant barrage entre le pied de la montagne et le cours d'eau principal, obligent les eaux superficielles à demeurer stagnantes dans les dépressions ainsi formées.

On rencontre les phénomènes dont nous venons de parler dans plusieurs contrées de la Suisse, sur une échelle plus ou moins vaste. Nous pouvons citer entre autres le cours du Rhin, entre la sortie du canton des Grisons et le lac de Constance, de même que le Rhône depuis Brigue jusqu'au lac Léman.

L'exhaussement du lit au-dessus du niveau de la plaine se remarque particulièrement dans la vallée du Rhin, et ce fait doit certainement être attribué à l'allongement anormal que subit son cours par suite des méandres qu'il forme tout près du lac. Il en est de même du Pô, dont l'exhaussement prodigieux est dû aux atterrissements, connus déjà des Romains, qui ont allongé son cours jusque bien en avant dans la mer.

La rencontre de deux cours d'eau de régimes différents donne lieu à une complication particulière, résultant du fait que celui des deux qui, ayant la plus faible pente, charrie le moins, n'a ordinairement qu'un débit insuffisant pour entraîner les charriages plus abondants de l'autre.

Il en résulte que le premier est infailliblement refoulé et peut faire sentir son reflux sur une étendue considérable lorsqu'il se trouve être l'émissaire d'un lac.

C'est ce qui se produisait jadis au confluent de la Linth et du Maag, en aval du lac de Walenstadt, et avait donné lieu à un état de choses auquel on porta remède par la fameuse correction de la Linth, dont nous parlerons plus loin en détail. Le même inconvénient se présente à la rencontre de l'Aar avec la Thièle, que l'on travaille à corriger également, entreprise connue sous le nom de correction des eaux du Jura.

### Des correctifs.

Depuis que l'agriculture s'est avancée jusque dans la région des vallées alpestres, l'homme et la nature s'en disputent le sol.

On crut d'abord pouvoir repousser la force par la force, en opposant aux eaux, dans les points les plus attaqués, des travaux que l'on estimait assez forts pour y résister. Mais quand l'expérience eut démontré l'inefficacité d'un pareil système, quand le théâtre d'une lutte à outrance, soutenue par plusieurs générations à grands renforts de travail et de matériaux, n'offrit plus à la vue que ruines et décombres, quand on vit le mal croître sans cesse malgré tout, on reconnut pourtant que le remède devait moins se chercher dans la lutte avec les éléments, que dans une régularisation du cours d'eau conforme aux intérêts des riverains, c'est-à-dire dans une correction systématique du régime des eaux.

Voici l'énumération des correctifs dont nous disposons dans ce domaine.

#### 1° Rectifications et endiguements.

Un premier remède consiste dans une rectification aussi complète que possible du cours du fleuve. Ce redressement empêche le courant d'attaquer ses bords, en maintenant sa direction au moins approximativement rectiligne.

A cette rectification on ajoute l'endiguement du lit du fleuve, c'est-à-dire son rétrécissement, et cela dans deux buts : d'une part pour s'opposer, comme par la rectification, à la formation de courants obliques tendant à ronger les bords, d'autre part pour augmenter la puissance vive de l'eau et lui donner ainsi plus d'action pour l'approfondissement de son lit.

Il est clair en effet que, lorsque dans l'ancien état des choses il s'est formé une certaine pente, l'équilibre qui existait, détruit par le resserrement du lit, ne peut se rétablir qu'après une certaine diminution de la pente, c'est-à-dire un approfondissement du lit de la rivière.

La rectification et l'endiguement sont les deux facteurs qui peuvent et doivent intervenir partout dans la correction des cours d'eau alpestres.

Les travaux de correction peuvent affecter des formes variables, plus ou moins bien entendues au point de vue de leur résistance ou de leur efficacité, mais le principe en reste toujours le même.

#### 2° Réduction du parcours.

La rectification forme un facteur d'une extrême importance par le fait de la réduction qu'elle amène dans la longueur du cours d'eau. Il résulte naturellement des considérations émises plus haut sur l'exhaussement que produit l'allongement du cours (on y arrive aussi par la simple réflexion) que le raccourcissement de la rivière entraîne une augmentation de la pente générale et celle-ci une rupture de l'équilibre qui existait avec la première pente; il s'ensuit un affouillement du lit qui se propage de proche en proche jusqu'au rétablissement de la pente correspondant à l'équilibre.

#### 3° Dérivation dans un lac.

Nous avons parlé plus haut de certains cas où les inondations sont dues au barrage formé par l'exhaussement du lit d'une rivière torrentielle venant rencontrer l'émissaire d'un lac. Le correctif consiste alors à forcer la rivière à déposer dans son bassin les galets qu'elle charrie. On lui creuse pour cela un canal de dérivation. Une fois débarrassée de ses charriages, ses eaux épurées, mêlées à celles de l'affluent primitif, ne risquent plus de reformer l'atterrissement existant auparavant et que le travail de la drague a eu soin d'enlever.

Par un correctif de ce genre on réussit à faire baisser les basses eaux non moins que le niveau des crues. Le lac régularise d'ailleurs le régime du nouvel affluent aussi bien que celui de l'affluent primitif. Il s'en suit que les deux cours d'eau, réunis à leur sortie du lac, coulent à la fois dans un lit plus profond et présentent aussi des variations de niveau moins accentuées qu'auparavant. En un mot, le niveau maximum des crues des deux affluents coïncideront.

Toutes ces circonstances font de ce système de correction l'un des plus efficaces qui ait été employé en Suisse.

### Correction des eaux de la plaine.

On désigne ainsi les eaux étrangères au fleuve principal, qui viennent s'y jeter, soit comme affluents latéraux descendant des monts voisins de la plaine, soit comme eaux souterraines formant des sources au fond de la vallée. La correction de ces cours d'eau secondaires est un accessoire indispensable des corrections de rivières. Il s'agit de régulariser leur écoulement.

Il est presque toujours difficile de faire baisser la rivière principale dans une mesure suffisante pour que ses crues ne refoulent pas ses affluents.

Partant de là il vaut mieux alors isoler ceux-ci le plus possible.

On atteint ce but de la manière la plus complète en canalisant ces cours d'eau latéraux indépendamment de la rivière. Parfois on est assez heureux pour pouvoir les jeter dans un lac.

Mais le plus souvent on doit se borner à réduire autant que possible le nombre des embouchures dans la rivière. Il suffit pour cela de concentrer dans de grands canaux les eaux de la plaine et de les conduire parallèlement aux digues principales jusqu'aux points où leur embouchure offre sinon le plus de facilité du moins peu d'inconvénients. Ces affluents ne risquent plus alors d'être refoulés par les crues; celles-ci n'ont plus pour effet que de diminuer en quelque mesure la pente du canal sans trop nuire aux terres de la vallée.

### Colmatages.

Sous deux rapports l'exhaussement de la plaine par le colmatage constitue une amélioration très sensible du régime des eaux. La différence fâcheuse entre la hauteur du lit et le niveau de la plaine environnante se trouve d'abord réduite de beaucoup.

En second lieu le colmatage éloignant la surface du sol du voisinage des eaux souterraines, il la soustrait à l'influence fâcheuse que celles-ci exercent sur les cultures.

Cette opération est donc un heureux complément de la correction des eaux de la plaine, aussi bien que de celles de la rivière.

Les systèmes de colmatage sont très variés, suivant les circonstances locales; mais ce qui les caractérise tous, c'est qu'ils consistent à diriger sur les points bas de la plaine une certaine quantité d'eau chargée de limon, à l'y faire déposer, puis à écouler cette eau par la décantation.

## PRINCIPALES CORRECTIONS FLUVIALES

### DE LA SUISSE

Après l'exposé que nous venons de faire des principes fondamentaux sur lesquels repose la correction des cours d'eau, il nous sera facile d'être bref dans la description des entreprises de ce genre qui ont déjà été exécutées dans notre pays ou qui s'y trouvent encore en voie d'exécution.

### Correction de la Linth.

La première entreprise de cette espèce qui ait été réalisée en Suisse est la correction de la Linth. Elle a fait époque dans l'art des travaux hydrauliques.

Comme nous l'avons indiqué déjà, la cause du mal auquel elle a remédié résidait dans le fait que la Linth amenait autrefois directement au lac de Zurich les abondants charriages des torrents du canton de Glaris. La Linth avait dû pour cela chercher bien en avant dans la plaine, entre les deux lacs de Walenstadt et de Zurich, la pente nécessaire à l'entraînement de ses charriages.

Ainsi se forma peu à peu un barrage dont le premier effet était de faire refluer vers le lac de Walenstadt la Maag qui en sortait, et d'entraver l'écoulement de ses affluents en aval. Toute la plaine entre les deux lacs, et même en amont de celui de Walenstadt, n'était plus que marécages. Le niveau de ce dernier lac s'était même élevé au point que les hautes eaux inondaient parfois non-seulement les propriétés riveraines, mais même les petites villes de Walenstadt et de Wesen, jusqu'au premier étage des maisons.

Ainsi sur une vaste étendue de terrain, la culture du sol se trouvait en souffrance et devenait même impossible. Les habitants, poursuivis par l'eau jusque dans leurs demeures, étaient atteints dans leur santé par les miasmes délétères des marais. Enfin les maux dont souffrait toute la contrée étaient arrivés au point d'exiger impérieusement un remède prompt et efficace.

La Suisse entière répondit à ses appels et la Diète suisse prit sous son patronage l'œuvre de la correction de la Linth.

Elle exigeait deux travaux distincts.

Procurer premièrement au lac de Walenstadt un écoulement direct. C'était supprimer la cause des inondations. Il s'agissait ensuite de dériver la Linth dans ce même lac par un second canal.

C'était empêcher le mal de renaître.

L'exécution de ce dernier travail fit du lac de Walenstadt un bassin de dépôt pour les alluvions de la Linth, et de retenue pour ses crues.

Le succès de cette entreprise fut aussi complet que possible. Les niveaux des hautes et basses eaux du lac baissèrent considérablement par ce fait. Les inondations cessèrent tout à fait et l'on obtint en même temps les conditions nécessaires au dessèchement des marais. Ce dernier résultat une fois obtenu fit naître dans cette vaste plaine des villages prospères et des établissements industriels utilisant les forces hydrauliques et capables de fournir du travail à une nombreuse population.

Les principaux travaux de la correction de la Linth s'accomplirent dans les vingt premières années de ce siècle, mais ils ont été dès lors avantageusement complétés par plusieurs ouvrages subséquents.

### Correction des eaux du Jura.

La correction des eaux du Jura fait partie d'une série de travaux analogues, entrepris à une époque tout à fait récente avec le concours de la Confédération suisse.

En suivant l'ordre chronologique nous ne devrions pas, à

vrai dire, traiter ce sujet immédiatement après celui de la correction de la Linth.

Nous estimons toutefois que, par la grande analogie qu'ils présentent avec ceux de la Linth, les travaux dont il s'agit forment la suite naturelle du sujet précédent. Nous allons voir que les conditions hydrographiques de la contrée, avant la correction, ainsi que les principes sur lesquels ces travaux reposent, sont pour ainsi dire identiques à ceux de la vallée de la Linth.

Ici nous nous trouvons en présence de l'Aar qui, par son débouché dans la vallée extrêmement plate entre le lac de Bienne et la ville de Soleure, est venu jeter le trouble dans les conditions d'écoulement des lacs du Jura, savoir ceux de Bienne, de Neuchâtel et de Morat.

La Thièle, seul émissaire des trois lacs, à pente extrêmement faible, se trouva refoulée par l'Aar à son embouchure dans cette rivière. Cela suffit pour faire monter les eaux de ces trois bassins dont la différence de niveau est, on le sait, insignifiante. De là des inondations fréquentes, s'étendant sur le bassin tout entier ; puis la formation d'une grande étendue de marécages, dont l'un surtout ne porte d'autre nom que celui de *Grand marais*.

L'entreprise de la correction consiste donc ici dans la dérivation de l'Aar dès Aarberg jusqu'au lac de Bienne, et dans l'exécution d'un canal d'une capacité suffisante pour écouler les eaux réunies de l'Aar et de la Thièle, dès leur sortie du lac jusqu'à l'aval de la jonction des deux rivières, confluent exhaussé successivement par des alluvions séculaires. L'exécution d'un nouveau lit dans ce barrage a suffi pour faire disparaître les obstacles qu'il opposait à l'écoulement régulier des lacs du Jura.

A cet ensemble de travaux devait nécessairement se joindre la régularisation des bras de rivière réunissant les trois lacs, celle de l'embouchure de leurs affluents, enfin l'ouverture de canaux pour le dessèchement des marais.

L'effet du reflux de la Thièle occasionné par l'Aar se faisant sentir jusque dans le lac de Bienne, jouait ici le même rôle que celui de la Maag avant la dérivation de la Linth dans le lac de Walenstadt. Le lac de Bienne régularisera donc aussi les crues de l'Aar.

Le grand canal de Nidau à Buren, destiné aux eaux réunies de l'Aar et de la Thièle, n'est pas encore tout à fait terminé. Malgré cela son effet d'abaissement sur le lac de Bienne est déjà tel, qu'il en est résulté des inconvénients assez sérieux, sous forme d'éboulements des rives, pour qu'il ait fallu y porter remède à l'aide d'un barrage provisoire, en attendant que l'Aar, une fois jeté dans le lac de Bienne, vienne faire prendre à celui-ci le niveau moyen normal prévu par les calculs.

Il n'y a donc aucun doute à avoir ici quant au succès de l'entreprise, dont le but est l'assainissement de tout le bassin des trois lacs par l'abaissement de leur niveau moyen.

### Correction du Rhin.

Il existait le long du Rhin, antérieurement à l'entreprise subventionnée par la Confédération, des corrections partielles, achevées ou encore en cours d'exécution, savoir : premièrement sur ses deux grandes branches, le Rhin antérieur et le

Rhin postérieur, puis en aval de leur confluent jusqu'à l'embouchure de la Landquart. La correction principale, exécutée avec un subside fédéral, s'étend dès la Landquart jusqu'au lac de Constance. La rive gauche tout entière intéresse la Suisse, tandis que la rive droite n'est située sur son territoire que dans la partie amont, jusqu'au pied du Fläschberg, point à partir duquel cette rive appartient à la principauté de Lichtenstein, puis plus en aval, à la province autrichienne du Vorarlberg.

En amont du lac de Constance, le Rhin charrie énormément. Les vices que nous avons signalés comme étant le résultat des charriages se sont manifestés dans la vallée du Rhin d'une manière de plus en plus accentuée par l'exhaussement du lit du fleuve, cause des marécages et des inondations qui ont ravagé ses bords.

Les procédés mis en œuvre jusqu'ici pour corriger cet état de choses ont consisté dans la *rectification* et l'*endiguement* du lit.

Dans la partie inférieure du cours du fleuve, les circonstances eussent été tout à fait favorables à l'application sur une grande échelle du troisième moyen : la coupure des circuits. Avec les grands contours que forme le Rhin, l'emploi de ce moyen serait réellement très nécessaire, car sans cela il n'est guère possible de réaliser l'abaissement du lit du fleuve dans la mesure voulue. Malheureusement le Rhin forme la frontière de deux pays, circonstance qui ne facilite pas l'adoption d'un procédé aussi efficace. Tout espoir de voir aboutir un jour les négociations entamées dans ce but n'est cependant pas perdu.

La longueur totale parcourue par le Rhin, dès la Landquart jusqu'au lac de Constance, est de soixante-dix-sept kilomètres. Les deux coupures projetées l'abrègeraient de neuf et demi kilomètres.

La meilleure démonstration du succès que l'on a cependant déjà obtenu par la rectification et l'endiguement du Rhin, c'est le grand nombre de ponts pour chemins de fer et pour routes, dont la construction a été rendue possible dans ces dernières années, et qui remplacent les bacs, jusqu'alors l'unique moyen de communication entre les populations riveraines.

### Correction du Rhône.

De même qu'au Rhin, il s'agit de forcer le fleuve à entraîner ses charriages tout le long de la vallée du Rhône jusqu'au lac Léman. A part quelques différences de détail le mal est ici le même.

Le système de correction, identique quant aux principes fondamentaux de la rectification et de l'endiguement du lit, a cependant ceci de particulier qu'il ne représente ni l'endiguement simple ordinaire, ni le système des doubles lignes de digues.

Les digues du Rhône sont des ouvrages parallèles combinés avec des traverses inclinés vers le milieu du lit, de manière à former en quelque sorte des espèces de gabarits pour la formation de talus très aplatis. Le but de cette disposition est, comme dans le système à double profil, avec lit mineur et lit majeur, d'offrir une capacité suffisante au débit des hautes eaux, lors des crues de la rivière, tout en concentrant les basses eaux dans un espace assez étroit pour assurer en tout



temps l'entraînement des charriages. On peut dire que ce but est parfaitement atteint et que les résultats obtenus jusqu'ici par la correction du Rhône sont généralement très satisfaisants, grâce surtout aux raccourcissements opérés par une série de coupures.

En faisant abstraction de quelques améliorations réalisées dans la vallée de Conches, extrémité du Haut-Valais, sur un tronçon tout à fait indépendant du reste du bassin, on peut considérer la correction du Rhône proprement dit comme partant de Brigue. Le fleuve a dès ce point jusqu'au lac Léman une longueur de cent vingt kilomètres.

Sur tout ce parcours il faut, comme dans la vallée du Rhin, introduire le même système de dessèchement et de colmatage, opérations dont les limites sont tracées par les divers bassins naturels que présente la vallée du Rhône.

Les corrections du Rhin, du Rhône, et des eaux du Jura, que nous venons de décrire ont été entreprises par les cantons intéressés, il y a dix à douze ans, avec l'appui financier et sous la haute surveillance de l'autorité fédérale. Elles sont aujourd'hui encore en voie d'exécution.

### Autres corrections.

En dehors des quatre entreprises que nous venons de décrire, il a été exécuté en Suisse nombre de travaux plus ou moins importants, rentrant dans le domaine des corrections de rivières.

Tantôt c'était dans un but d'utilité générale, tantôt en vue des constructions de routes ou de chemins de fer si nombreuses dans notre pays.

Parmi les plus importants de ces ouvrages nous citerons la correction de l'Aar, dans la vallée du Hasli, dès Meiringen au lac de Brienz, et celle qu'on a exécutée avec non moins de succès sur la même rivière, immédiatement en aval du lac de Thoune.

La Thur aussi a été régularisée.

En un mot, de nombreux cours d'eau, dans les différentes parties de la Suisse, ont subi des corrections plus ou moins étendues.

Toutefois le but de ce mémoire n'est point d'énumérer tout ce qui a été fait dans ce domaine, mais plutôt de mettre en lumière le système appliqué dans les entreprises considérables qui s'exécutent sous les auspices de l'autorité fédérale en vue d'améliorer le régime actuel de nos cours d'eau.

## CORRECTIONS

### DANS LA RÉGION DES SOURCES

Dans les pages qui précèdent, nous avons traité des travaux en pays de plaine. C'était pour suivre l'ordre chronologique.

En effet, il est naturel de remédier aux défauts et d'écarter les dangers en tout premier lieu là où ils se manifestent le plus immédiatement.

C'est ce qui explique pourquoi c'est en faveur des endiguements dans les plaines que l'on a commencé à avoir recours aux subventions fédérales.

Ce n'est pas toutefois que l'on ait ignoré jusqu'alors la re-

lation étroite qui existe entre le régime d'un fleuve dans la plaine et celui du bassin où il se forme. Cette relation entre la plaine et la montagne suffit à elle seule pour attirer l'attention sur la région des sources, abstraction faite des soins que celle-ci réclame pour elle-même.

C'est le fait de cette influence des cours d'eau torrentiels sur le régime des rivières de la plaine qui a engagé le conseil fédéral suisse, vers l'année 1860, à ordonner une enquête sur les torrents et les forêts des Alpes. Il en est résulté deux rapports très détaillés, rédigés, l'un, sur les torrents, par M. Culmann, l'autre, sur les forêts, par M. Landolt, tous deux professeurs à l'école polytechnique de Zurich.

Ces rapports ont été imprimés et donnent une description fort complète des conditions où se trouvent nos montagnes, tant au point de vue du régime des eaux qu'à celui de la culture des forêts.

Le tableau que font ces écrits de l'état de nos forêts n'est pas réjouissant. Il inspirait déjà alors de sérieuses inquiétudes au sujet de la résistance que dans la région des sources les flancs de nos montagnes ont à opposer aux érosions des torrents.

L'étude dont nous parlons eut un premier résultat. Sur le vu des deux rapports, l'assemblée fédérale, désireuse d'encourager ces travaux, accorda à la Société suisse des forestiers un subside annuel en faveur des reboisements et des ouvrages de défense contre les torrents.

Dès lors, un événement considérable vint donner une puissante impulsion à ces premières mesures prises en faveur des régions alpestres. A la fin de septembre et au commencement d'octobre de l'année 1868, des inondations subites vinrent exercer d'immenses ravages dans les bassins du Rhin et du Tessin, en même temps que dans les vallées du Rhône et de la Reuss. Ce qui caractérisa particulièrement ces inondations torrentielles, ce furent les proportions énormes que prirent certains éboulements, tant dans les ravins déjà existants que dans ceux qui se formèrent alors. On se trouva en présence d'une véritable catastrophe, d'un mal immense; car non-seulement les rivières avaient inondé les plaines d'une manière inouïe, mais, dans les régions supérieures, des ravins considérables se manifestèrent en mille endroits, démontrant ainsi d'une manière trop palpable la vraie cause des effets dévastateurs qui se produisaient dans la plaine.

Si jamais il y eut en Suisse une occasion de réparer un grand désastre par le concours de la générosité de toute la nation, ce fut celle-là. Jamais non plus, croyons-nous, cette générosité ne s'exerça dans une pareille mesure, d'une manière aussi proportionnée à l'étendue du mal. Plus de *deux millions de francs*, en dons volontaires venant de la Suisse même et aussi de l'étranger, furent recueillis en faveur des populations ruinées.

Ces dons furent confiés au conseil fédéral qui se chargea de leur administration. Or cette autorité fut d'avis que le plus grand bienfait à accorder aux habitants des contrées ravagées consisterait à les préserver du retour de semblables désastres, après avoir pourvu aux besoins les plus urgents et immédiats. Partant de cette considération, il fut décidé de prélever sur la somme des dons le chiffre d'un *million de francs*, à consacrer aux travaux ultérieurs de défense et de reboisement dans les localités frappées par le fléau.

Cette décision conduisit nécessairement à fonder une administration spéciale pour les fonds de secours ainsi créés.

En effet, l'assemblée fédérale, par un arrêté qu'elle prit en 1871, fixa à la somme de 100 000 fr., puis tout récemment à 200 000 fr. le crédit annuel ouvert aux reboisements et aux ouvrages de défense.

Mais la position de l'autorité fédérale dans l'entreprise dont il s'agit n'est devenue tout à fait régulière que par l'effet des dispositions de la nouvelle constitution. Celle-ci a conféré à l'administration fédérale la haute surveillance des travaux d'endiguement et la police des forêts dans les hautes Alpes, en lui faisant un devoir d'encourager ces entreprises à l'aide de subsides.

Depuis lors, cette question a pris en Suisse une très grande importance. On a compris que les efforts faits en vue de cette œuvre de réparation avaient des chances de succès, succès tout à fait relatif, sans doute; mais enfin, réussir à arrêter les progrès du mal et à faire rentrer peu à peu les choses dans l'ordre, n'est-ce pas là le commencement de toute restauration?

### Travaux de reboisement.

Abordons en premier lieu le côté forestier de l'œuvre. Il s'agit avant tout d'arrêter le dépérissement des forêts; ensuite il faudra chercher à en améliorer l'état dans leurs limites actuelles, après quoi on s'efforcera d'en augmenter l'étendue.

Une commission spéciale a été chargée d'examiner les voies et moyens de mettre à exécution les dispositions de la constitution fédérale, déjà mentionnées, particulièrement au point de vue forestier. La commission a consigné dans son rapport la meilleure méthode qu'à son avis il conviendrait de suivre. Ce rapport est joint comme pièce à l'appui du présent mémoire.

Personne ne conteste la grande influence qu'exercent les forêts sur le régime des eaux d'un pays. En dehors de toutes les considérations climatériques ou autres, l'influence salutaire des forêts sur l'état du sol résulte du fait qu'en retardant l'écoulement des eaux tombées à la surface du terrain, elles le mettent à l'abri des érosions.

Il est un autre fait incontestable, savoir que, depuis une époque assez récente, les vallées de nos Alpes ont subi des ravages toujours croissants. Il n'est pas possible de trouver une meilleure explication de ce fait que celle, d'ailleurs toute naturelle et plausible, de la dévastation des forêts. C'est ce qui a autorisé à considérer celle-ci comme la véritable cause des désastres survenus dans les vallées. Il y a donc lieu de consacrer tous nos efforts à la conservation et à l'amélioration des forêts de nos Alpes. C'est la condition première et indispensable de la régularisation de leurs cours d'eau.

### Travaux d'endiguements.

Dans les vallées des hautes Alpes, la marche à suivre pour corriger le régime des eaux sera tout à fait analogue à celle que nous avons déjà décrite à l'occasion des corrections fluviales exécutées dans la plaine. Le but est le même: il s'agit de garantir les propriétés des ravages des torrents. Les règles à appliquer dans les constructions ne différeront qu'en raison de

la différence des pentes des cours d'eau et de la grosseur des charriages.

En somme le but à atteindre se réduit à lutter contre les érosions. Cette lutte consiste à poursuivre constamment le rétablissement de l'équilibre entre la résistance du sol et la puissance d'érosion du cours d'eau, partout où cet équilibre a été rompu.

Nous ferons remarquer que chaque espèce de terrain est capable de se maintenir suivant un talus en rapport avec sa cohésion. Si, par une cause quelconque, le talus naturel des terres devient plus incliné, le terrain s'affaissera et glissera jusqu'à ce qu'il ait repris son talus normal. Or, si les terres qui ont glissé jusqu'au pied du talus en sont continuellement emportées par les érosions d'un torrent, le sol en mouvement ira nécessairement chercher vers le haut de l'escarpement l'inclinaison qu'il lui faut pour retrouver son talus naturel.

Les érosions sont donc une des premières causes de rupture d'équilibre. Mais le torrent ne produit ces effets-là que de deux manières: ou bien par l'affouillement vertical, c'est-à-dire en creusant son lit, ou bien par l'affouillement latéral du pied de ses berges, par l'érosion.

Or toute érosion donne aux berges des talus généralement plus escarpés que ceux que réclame la stabilité du sol. Il s'en suit que, sur chaque rive où les berges sont privées de leur pied, des éboulements doivent se produire. Dans ces conditions, elles vont chercher, en marchant de l'aval à l'amont, à reformer le talus qu'il leur faut. Les berges ainsi ravinées prennent alors une extension de plus en plus grande, proportionnellement à l'approfondissement du lit et à l'extension des sillons qui se creusent successivement dans les ravins nouvellement formés. C'est ainsi que de petites rigoles donnent lieu peu à peu à de profonds ravins et que l'entraînement du terrain superficiel provoque de proche en proche des éboulements considérables.

Il se passe quelque chose de tout à fait semblable sous l'action des affouillements latéraux. Les effets succèdent sans cesse et invariablement à leurs causes. Plus celles-ci durent, plus le pied d'un versant est affouillé, plus l'éboulement s'étend au loin de l'aval à l'amont. Ces phénomènes se produisent dans des proportions particulièrement étendues lors des crues qui résultent des pluies torrentielles. Elles peuvent occasionner peu à peu d'immenses éboulements.

Quand les érosions s'opèrent non pas dans le lit du torrent en le creusant, mais qu'elles s'attaquent latéralement à ses berges, il se passe un phénomène tout à fait analogue dans ses causes et dans ses effets. Aussi longtemps que la berge sera affouillée, les pentes de la montagne se ravineront et les crevasses s'étendront toujours plus haut. Survient-il une crue, le glissement successif et lent se changera en un éboulement considérable et particulièrement menaçant pour la plaine. L'éboulement viendra barrer le torrent et en retiendra les eaux pendant un temps plus ou moins long. Une fois crevé, ce barrage emporté dans la vallée y amène des masses énormes de charriages qui augmentent le volume des eaux et font déborder la rivière.

L'intermittence de l'écoulement d'un torrent au moment des fortes pluies est, on le sait, un symptôme des plus angoissants pour les riverains.

Quels sont maintenant les moyens à employer pour com-

battre les érosions dans le lit d'un torrent? Ce seront évidemment les mesures tendant, ou à amoindrir la force du courant, ou bien à accroître la résistance du lit. Or la force ou puissance vive de l'eau est, on l'a vu, le produit de deux facteurs : d'une part le volume de l'eau et d'autre part sa pente.

Le premier ne peut guère être diminué, à moins qu'on parvienne à diviser le courant, ce qui se fait quelquefois.

Il ne reste donc plus que la pente à changer.

On atteint ce but à l'aide de chutes verticales par le moyen d'un endiguement transversal, désigné sous le nom de *barrage* ou *mur de chute*, dont la première condition est, cela va sans dire, d'offrir les garanties nécessaires contre les effets destructeurs provoqués par ces chutes elles-mêmes.

S'agit-il d'accroître la résistance du lit d'un torrent, cela s'opère par un revêtement capable de mieux résister aux affouillements que le sol nu sur lequel l'eau s'écoule. Ces revêtements consistent en une sorte de pavé plus ou moins épais qui prend dans ce cas le nom de *radier*.

La seconde cause d'éboulement sur les rives d'un torrent réside, nous l'avons dit, dans les érosions survenant au pied de ses berges. Elles sont elles-mêmes provoquées par ces courants obliques qui se jettent d'un bord à l'autre et vont attaquer les rives. Il faudra donc avant tout parer à ces irrégularités. C'est le remède le plus rationnel. Pour cela il suffira le plus souvent de supprimer leurs causes qui se manifestent fréquemment sous forme de roches saillantes ou de blocs encombrant le milieu du lit, blocs tantôt isolés, tantôt entassés les uns sur les autres. Dans le premier cas, savoir lorsqu'un promontoire rocheux rejette le courant contre la rive opposée, on l'en détournera en exécutant un tunnel pour y dériver le torrent jusqu'à l'aval de la berge attaquée. D'autres fois un endiguement parallèle au cours d'eau pourra, suivant le cas, être employé de préférence à un tunnel et avec un aussi plein succès. Cela se comprend, puisque, du moment où l'on supprime la cause même du mouvement, celui-ci ne persiste que pendant le temps nécessaire au rétablissement du talus naturel des terres éboulées.

Mais l'équilibre se rétablit encore assez rapidement, puisque l'eau ne venant plus battre le pied de la berge ravinée, les terres éboulées ne sont plus emportées, mais s'y entassent au contraire de plus en plus et rendent au talus la base qui lui manquait.

On peut citer, à l'appui de ce procédé, l'exemple de flancs tout entiers dont le glissement datait de loin et s'étendait très haut et qui, au bout d'un temps relativement court, ont repris toute leur stabilité.

On pourrait croire qu'il s'agit ici d'un procédé de soutènement pour des escarpements en mouvement, espèce de reprise en sous-œuvre de tout un coteau. Il s'en faut de beaucoup. On se borne, et l'on y réussit d'ordinaire, à arrêter le mouvement en supprimant sa cause. La nature retrouve alors tout de suite les conditions nécessaires au rétablissement de l'équilibre.

Remarquons encore ici que les barrages, dont il vient d'être question plus haut, ont pour but, non-seulement de diminuer la pente des torrents, mais aussi d'en retenir les galets. C'est ce qui les a fait appeler *barrages de retenue*, la dénomination de *murs de chute* rappelant plutôt l'idée du but premier de ces ouvrages.

Or la retenue des galets s'obtient toujours dans une certaine

mesure par le fait même de la diminution de pente. Souvent même on élève des murs de chute uniquement en vue d'arrêter les charriages, et dans telle circonstance cette mesure s'est parfaitement justifiée. Toutefois, même dans les conditions les plus favorables, au bout d'un temps plus ou moins prolongé, leur efficacité diminue et cesse complètement, puisque à l'amont, au delà des limites de la retenue, la pente naturelle du lit se reforme telle qu'avant.

Les charriages peuvent dès lors recommencer, de sorte que le but d'une correction durable des défauts existants ne se trouve pas atteint lorsqu'on se borne à retenir les galets fournis par les ravines. Il faut donc combattre le ravinement dans sa cause même, qui est la tendance agressive du courant, en la supprimant par les deux procédés décrits plus haut.

Pour arrêter les glissements de terrain qui fournissent aux torrents leurs charriages, l'on emploie aussi comme remède auxiliaire le dessèchement du sol en mouvement. En effet, pour une même nature de terrain, la stabilité variera beaucoup selon qu'il sera à l'état sec ou mouillé. Les conséquences de l'érosion diffèrent donc considérablement d'un cas à l'autre. Elles sont surtout redoutables quand le sol est aquifère. Mais l'érosion n'en demeure pas moins presque toujours la véritable cause du mal, de sorte qu'un sol aquifère reprendra son équilibre primitif aussi bien qu'un terrain sec son talus naturel, dès que l'érosion aura cessé. C'est donc une grande erreur de prétendre guérir le mal par le dessèchement à lui seul. Par contre il est incontestablement un complément très utile des deux procédés indiqués pour rétablir le talus nécessaire au terrain.

Il nous a paru convenable de nous étendre sur les principes fondamentaux qui doivent présider aux ouvrages hydrotechniques dans les hautes montagnes, parce qu'ils ne sont encore généralement que peu ou mal compris. On rencontre même fréquemment l'idée que la tâche de l'ingénieur ne s'étend pas au delà des corrections fluviales de la plaine ou du fond des vallées.

Quant à ce qui se trouve plus haut, on croit qu'il faut l'abandonner à ces procédés empiriques, dépourvus de toute méthode, qui prétendent guérir tous les défauts de la nature à l'aide d'une recette unique.

En réalité les choses se passent autrement.

C'est précisément dans les hautes régions que doit commencer l'œuvre de l'ingénieur. Elle y revêt les formes les plus variées. Il n'importe nulle part plus que là-haut de savoir discerner le remède le plus convenable quant au but à atteindre et aux moyens d'exécution. Mais pour juger avec sûreté, dans chaque cas qui se présente, il faut la science et l'expérience de l'ingénieur et non la routine d'un empirique.

On voit par ce qui précède que pour accomplir une tâche aussi grande que la restauration et la conservation de nos montagnes, il n'est pas trop des efforts réunis du forestier et de l'ingénieur et que ces deux arts différents doivent s'aider et se compléter mutuellement.

L'existence des forêts modère l'écoulement des eaux pluviales qui, se répartissant à la surface du sol, ne peuvent plus se concentrer dans les couloirs et les ravins.

D'autre part les racines donnent de la cohésion au terrain et s'opposent au ravinement.

Enfin, une fois que l'équilibre est rompu, une fois que la puissance vive de l'eau l'a emporté sur la résistance du sol, il



faut avant tout le rétablir par des ouvrages de main d'homme, pour qu'après avoir repris une partie de sa stabilité, le reboisement puisse venir achever l'œuvre de la guérison.

Mais on comprend que ces deux genres de travaux doivent nécessairement se mélanger, empiéter l'un sur l'autre, sur les limites de leurs domaines.

L'ingénieur, par exemple, sera quelquefois dans le cas d'utiliser le bois à faire des clayonnages, tandis que le forestier pourra être conduit à employer des maçonneries pour arrêter certains mouvements du sol atteignant des proportions menaçantes.

Ce que nous venons de dire démontre que dans la lutte contre les dégâts des torrents, le succès est toujours possible dans une certaine mesure. Mais il n'en reste pas moins à résoudre la question de savoir jusqu'à quel point il est permis de compter sur l'efficacité des remèdes.

Il ne faut en effet pas se dissimuler qu'il y a des obstacles contre lesquels les mesures, d'ailleurs les plus efficaces, viennent inévitablement échouer.

Nous ne voulons même pas ranger au nombre des difficultés à vaincre la cupidité égoïste et l'ignorance, ces ennemis acharnés de nos forêts.

Nous comptons pour les surmonter sur le sentiment de ce qui est dû aux générations futures, non moins que sur les lumières d'une instruction de plus en plus répandue parmi les populations montagnardes.

Nous signalerons plutôt le climat, et la nature du sol dans certaines régions, comme les principaux obstacles aux efforts tentés par l'homme pour le reboisement de nos montagnes.

Remarquons à l'appui de ces considérations que presque la moitié du bassin où se forment les principaux fleuves, se trouve au-dessus de la région des forêts. On fera mieux comprendre la portée de ce fait en rappelant que des crues torrentielles ne surviennent pas, tant qu'il ne pleut que dans les régions inférieures, et que les vapeurs de l'atmosphère tombent sur les sommets sous forme de neige. L'eau ne s'écoulant pas immédiatement de ces hauteurs, le danger d'inondation est écarté par la neige; c'est un fait d'expérience bien connu de tous ceux qui sont familiers avec le climat de nos montagnes.

Or dans ces régions dépourvues de forêts, où la nature ne permet pas au forestier d'arriver à la moindre amélioration, l'art de l'ingénieur ne se trouve pas moins impuissant, ne fût-ce que par des considérations financières.

On conçoit en effet que plusieurs motifs concourent à ce résultat : En première ligne le coût de travaux aussi étendus dans ces vastes contrées désolées; puis le peu d'utilité directe pour les lieux où ils s'exécuteraient empêche absolument de les réaliser avec les ressources locales.

Après cela il est inutile que nous citions encore ces étendues immenses que recouvrent les glaciers et les névés ou que forment les chaînes rocheuses dont les agents atmosphériques rongent sans cesse les pointes et les arêtes.

Il faut en somme se contenter de travailler dans la région où la nature vient au moins compléter les ouvrages de défense par le secours de la végétation, lorsqu'elle ne fait pas elle-même le gros de la besogne.

Après avoir passé en revue les obstacles qui viennent restreindre le champ de l'activité humaine dans sa lutte contre la

pluie des torrents, nous nous poserons encore une fois cette question : *Est-il permis, malgré tout, d'aborder une pareille entreprise avec quelque espoir de succès ?*

Avant d'y répondre rappelons d'abord qu'il s'agit en première ligne de mettre un terme à l'extension des ravages dans les forêts. Nous ferons ensuite remarquer que ce serait avoir déjà beaucoup gagné que de ne plus entraver la nature dans son action réparatrice, comme on ne le fait que trop de nos jours par l'extension abusive des pâturages et notamment de ceux à chèvres et à moutons.

Le mal sera plus vite guéri quand le travail de l'homme concourra avec celui de la nature au raffermissement du sol et non à sa ruine.

Mais ce qui nous paraît d'une importance décisive, ce sont les considérations que nous allons développer.

Constatons premièrement que la formation des galets offre d'autant moins de danger pour la plaine qu'il faudra aller en rechercher la source plus haut. En effet la majeure partie des charriages d'un torrent se dépose soit au pied du ravin, soit en route dans les parties du lit d'une inclinaison relativement faible. Il n'arrive alors à la plaine que des matériaux réduits par la trituration à l'état de sable ou de petit gravier.

L'examen attentif du bassin de chaque cours d'eau alpestre fait voir que les sources de charriages les plus redoutables sont aussi les plus rapprochées de la plaine, c'est-à-dire celles qui se trouvent dans les régions inférieures de la montagne.

Ceci s'explique en outre par le fait que la majeure partie des galets n'est pas alimentée par des débris rocheux de formation récente, mais bien par les dépôts de gravier datant de l'époque glaciaire ou aussi par des éboulements très anciens.

Naturellement ces vastes dépôts ne se trouvent pas dans les hautes régions des Alpes; — c'est ce qui leur a permis de se recouvrir de forêts et de se garantir ainsi contre l'action des torrents. Mais sitôt déboisées, ces pentes n'en ont été que plus rapidement ravagées. — Une fois attaqués, les immenses approvisionnements de ces réservoirs de galets ont pu fournir des quantités de charriages d'un volume assez considérable pour expliquer la rapidité avec laquelle les suites fâcheuses des déboisements se sont manifestés. Les détritiques superficiels fournis annuellement par les agents atmosphériques n'auraient jamais pu donner naissance à des charriages aussi abondants ni aussi désastreux.

Ainsi l'on comprendra que ce n'est point dans les hautes régions, hors de la portée de l'activité humaine, qu'il faut aller combattre les maux les plus redoutables pour la plaine, mais plutôt et fort heureusement dans la zone des forêts à une altitude où l'homme peut encore être aidé dans son œuvre par la puissance sans cesse renaissante de la vie végétale.

A cet avantage vient s'ajouter la circonstance que les sources de galets qui encombrant le plus le torrent n'embrassent d'ordinaire qu'une portion de son bassin relativement restreinte.

Ceci admis, l'entreprise d'une correction de torrent se réduit à des proportions qui n'ont plus rien d'inabordable, et l'on voit quel immense avantage on peut retirer de travaux d'une étendue même médiocre.

## RÉSUMÉ

Dans les pages qui précèdent nous avons exposé les procédés appliqués, dans la plaine, pour les corrections fluviales, ainsi que pour les dessèchements et colmatages qui en sont l'accompagnement obligé, travaux ayant tous pour but de porter remède aux maux occasionnés par les charriages des cours d'eau torrentiels.

Nous avons fait voir les heureux résultats obtenus par ces corrections, mais d'autre part nous n'avons pas cru devoir taire le fait que ces travaux, n'empêchant pas les charriages de se produire, laissent subsister la cause du mal et par conséquent la tendance incessante à compromettre tôt ou tard ces mêmes résultats, et cela d'autant plus rapidement que les charriages iront croissant.

Voilà pourquoi il importe de combattre au sein de la montagne la formation même des galets et d'indiquer les moyens les plus propres à atteindre ce but.

En Suisse, on est maintenant tellement pénétré de la vérité de ces principes qu'on s'y est fait de leur application un véritable devoir.

C'est ce qui nous a engagé à énumérer ici en détail le genre d'entreprises qui se poursuivent, tant à la montagne qu'à la plaine, pour améliorer le régime des eaux.

Il va sans dire qu'il ne peut être question de faire disparaître complètement tout glissement de terrain.

Nous assisterons longtemps encore à ces luttes entre le travail destructeur de l'eau et les intérêts sociaux qui se rattachent à la possession d'un sol soumis à des vicissitudes parfois considérables.

Mais cette lutte aura des résultats bien différents selon que l'on tolérera un laisser-aller déplorable, que l'on favorisera même les effets fâcheux des torrents; ou bien qu'au contraire on leur appliquera à l'avenir d'une manière suivie et systématique tous les moyens disponibles pour rétablir l'ordre, tout en sauvegardant autant que possible les intérêts des propriétés.

Quand on aura mis en œuvre les procédés indiqués ici comme les vrais correctifs, il sera aisé de juger des résultats qu'ils promettent, selon que l'on verra, ou bien le mal s'aggraver, ou bien se manifester une amélioration progressive.

## DE L'HYDROMÉTRIE

En présence du danger d'inondation qui menace les plaines et les vallées, on conçoit l'importance qu'aurait pour les travaux de correction la connaissance exacte des débits de chaque rivière à ses différents niveaux, et spécialement lors des crues. C'est en effet de ces données que dépend la détermination du profil normal des différents cours d'eau, c'est-à-dire de la section à donner à leurs nouveaux lits pour débiter et contenir tout le volume des eaux et pour assurer le succès de leur correction.

Les renseignements incohérents que l'on possède sur les hauteurs limnimétriques correspondantes à certaines crues sont encore trop insuffisants, fût-on même parfaitement assuré de leur authenticité. Ils servent à peine pour les localités où les observations ont été faites, parce que, à la suite de chaque cor-

rection fluviale, les maximums de débit sont sujets à varier. Cette variation consistera tantôt en une diminution, tantôt en une augmentation de débit. Le débit d'une rivière augmentera dans la partie inférieure de son cours chaque fois qu'avant la correction il se produisait des débordements lors des crues. L'écoulement des hautes eaux se trouvait ainsi retardé, tandis que maintenant il se produit tout entier dans un temps plus court. C'est ce qui arrivait jadis au Rhin et au Rhône.

D'ailleurs il était impossible de tirer des observations limnimétriques faites sur un point quelconque, des conclusions quant au débit de la même rivière en un autre point de son cours offrant des conditions d'écoulement différentes. Cela ne peut se faire que lorsqu'on connaît les débits correspondants aux différentes hauteurs limnimétriques.

La Société helvétique des sciences naturelles, considérant l'intérêt général des observations hydrométriques, en avait fait l'objet d'une des branches de son activité en confiant ces études à une commission spéciale ayant à sa disposition un bureau *ad hoc*.

Le bureau hydrométrique, avec le secours d'un subside accordé par la Confédération et le concours des autorités cantonales, commença sa tâche par l'introduction d'une méthode uniforme pour les observations limnimétriques.

Les résultats de ses travaux se trouvent consignés dans des tableaux ci-annexés, désignés sous le nom de *Bulletins hydrométriques*.

La seconde mesure prise par le même bureau a consisté dans le *jaugeage exact des différents cours d'eau*, c'est-à-dire la détermination des débits correspondant aux différentes hauteurs limnimétriques. C'est là une tâche difficile qui ne pourra donner de résultat complet pour les différents fleuves de la Suisse qu'au bout d'un temps assez prolongé.

Le bureau hydrométrique a encore cherché à déterminer les débits des rivières au moyen de l'eau tombée dans chaque bassin, en faisant entrer en ligne de compte la configuration et la nature du sol.

Se basant sur l'excellente carte de la Suisse que nous possédons et sur les résultats des observations météorologiques faites depuis toute une série d'années, le bureau put établir une carte des pluies. Mais à ces données devait s'ajouter celle de la relation qui existe entre la quantité d'eau tombée dans un certain temps et l'eau que débitent les fleuves durant la même période.

Abstraction faite de l'évaporation directe et de l'influence de la pente et des conditions du sol sur l'écoulement, on peut déterminer les proportions entre la quantité d'eau tombée et celle qui s'écoule, à l'aide de jaugeages soignés et des résultats fournis par les observations météorologiques.

Enfin nous mentionnerons que le bureau hydrométrique a été récemment réuni au bureau fédéral des travaux publics. Celui-ci, nous l'espérons, sera mis à même de poursuivre le travail hydrométrique avec des ressources proportionnées à l'importance du but que l'on se propose. Sa tâche sera d'autant plus facile que la nouvelle Constitution place dans la compétence de la Confédération les travaux réclamés par la correction du régime des eaux dans les hautes Alpes.