

# Notices sur les travaux entrepris dans les cantons de l'ouest de la Suisse pour la correction, l'aménagement et l'utilisation des eaux courantes

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: Article

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

Band (Jahr): 9 (1883)

Heft 4

PDF erstellt am: 22.05.2024

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-10342>

## 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

PARAISSANT 4 FOIS PAR AN

**Sommaire de la livraison de décembre.** Les canaux d'irrigation dans les Alpes valaisannes (suite), avec 3 planches. — Distribution d'eau de Lausanne. Influence du mouvement de la consommation sur le niveau piézométrique du réseau des Eaux de Lausanne (2 planches), par A. van Muyden. — Traction sur chemin de fer, par P. M. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.

## NOTICES

SUR LES

TRAVAUX ENTREPRIS DANS LES CANTONS DE L'OUEST

DE LA SUISSE

POUR LA CORRECTION, L'AMÉNAGEMENT ET L'UTILISATION

DES EAUX COURANTES

(Suite.)

**Les canaux d'irrigation dans les Alpes valaisannes.**

Voici un aperçu succinct des sommes dépensées pour la correction du Rhône en Valais.

Depuis Brigue jusqu'au lac Léman il y a 125 kilom. sur lesquels il y a eu à établir 202,5 kilom. de digue, ce qui fait, à raison de 46 600 francs par kilom. de digue, la somme de 9 436 000 francs, à laquelle il faut ajouter pour l'endiguement des affluents torrentiels, pour le parcours dans la plaine, environ, 1 164 000 francs.

En tout 10 600 000 francs.

En déduisant de cette somme le chiffre du devis qui est de 7 900 000 francs, il reste 2 700 000 francs, somme qui représente la valeur des travaux exécutés avant 1863.

Ce chiffre serait beaucoup plus élevé s'il devait représenter la valeur réelle des ouvrages. Mais il reste dans les limites indiquées parce qu'il s'agit, non pas de construire à neuf sur toute l'étendue de l'endiguement, mais, pour une partie du parcours, d'une simple transformation du type prescrit.

Si l'on déduit du devis total de 10 600 000 francs le subside fédéral de 2 640 000 francs, on voit que les dépenses à la charge des communes s'élèvent à la somme de 7 960 000 francs, somme à laquelle vient s'ajouter l'entretien annuel qu'on ne peut évaluer avec quelque précision, mais qu'il ne faut cependant pas négliger.

On voit par ces chiffres quels énormes sacrifices un canton, aussi éprouvé par tant de désastres et aussi pauvre en ressources que l'est le Valais, a su faire pour assurer la réussite d'une entreprise aussi importante que la correction du Rhône.

Quant aux canaux de dessèchement situés entre le fleuve et le pied de la montagne, ils sont placés dans des conditions topographiques spéciales. La vallée du Rhône est en effet divisée en plusieurs bassins délimités par les cônes d'alluvion qui s'avancent en travers de la plaine et qui viennent ainsi barrer le passage aux fossés d'assainissement. Ceux-ci devraient alors par ce fait avoir leurs embouchures dans le fleuve en amont de

ces cônes d'alluvion. Mais d'autre part, si l'on pratiquait à cet effet des ouvertures dans les digues, il en résulterait que près de la moitié du bassin serait inondée par le reflux de l'eau du Rhône, à cause du peu de pente de la vallée principale. Pour éviter cet inconvénient, on a exécuté en plusieurs points des canaux souterrains pour faire passer les fossés d'assainissement par-dessous les cônes des torrents. C'est le cas entre autres à ceux de la Viège, de la Tourtemagne, de la Morgé et du Trient.

Il nous faut maintenant indiquer les causes qui déterminent les inondations et qui les rendent plus désastreuses qu'autrefois.

Ce sont d'abord les grands déboisements du siècle passé et du commencement de celui-ci. Puis il y a eu l'entraînement des amas de pierres qui servaient de défense aux pieds des moraines et des cônes d'alluvion. Privées de leur défense naturelle, ces alluvions ont subi des glissements considérables, provenant des affouillements et des érosions à leur pied. Ces glissements se sont étendus parfois jusqu'à 600 mètres de hauteur et au delà, et si l'on n'y remédie pas au moyen d'ouvrages de défense dans le pied, ils prendront des proportions toujours plus considérables.

Une troisième cause réside dans le fait que, grâce à l'accroissement de la population, les terrains mis en culture se sont étendus. On conçoit que les terres arables, qui n'offrent aucune résistance aux eaux pluviales, aillent grossir la quantité des charriages. Ces divers inconvénients doivent être combattus par des moyens énergiques, si l'on ne veut pas laisser le mal s'aggraver et prendre des proportions irrémédiables.

La chose essentielle c'est de s'occuper avant tout du reboisement. Les autorités et les experts y insistent d'une manière toute particulière. Mais dans la plupart des cas, avant de pouvoir entreprendre le reboisement, il faut consolider le sol. On y parvient au moyen de barrages, de défenses de rives, parallèles aux berges; puis à l'aide de clayonnages, de fossés d'assainissement et autres travaux de ce genre.

En ce qui concerne les reboisements, ils n'occasionneront pas grande dépense à la population, d'autant plus que ce travail s'opérera de lui-même en bien des lieux, pourvu qu'on le réglemente et qu'on le surveille convenablement. Il faudrait surtout restreindre les pâturages à chèvres dans des contrées aussi fertiles, ce qui serait particulièrement facile dans nombre de communes dont le territoire s'étend sur les deux versants d'une montagne. Il y aurait aussi lieu d'irriguer les pentes les plus arides, surtout celles qui ont été incendiées, afin d'y hâter le retour de la végétation.

La seconde mesure essentielle à mettre à exécution serait la correction des cinquante affluents du Rhône.

En troisième lieu, il importerait de protéger les terres cultivées contre l'entraînement par les eaux pluviales en disposant transversalement à la pente du terrain les tas de pierres extraites des champs. Cette mesure ne s'appliquerait, bien entendu, qu'aux endroits où des glissements de terrain sont à craindre ou se sont déjà produits.

Nous allons maintenant aborder le sujet principal de notre travail, savoir le système des irrigations dans les montagnes.

Les Alpes valaisannes sont loin d'être moins bien partagées que celles d'autres cantons, soit quant à la nature du sol, soit quant à sa fertilité. Mais partout l'existence des habitants est soumise à de grandes fatigues et à de nombreuses privations : c'est le cas en Valais comme ailleurs. Mais ce que ce pays a de plus que les autres contrées alpestres, c'est la chaleur et la sécheresse extraordinaires qui règnent en été dans ses vallées, surtout depuis les déboisements. Elles ont pour effet de dessécher toujours plus les flancs des montagnes et font que les pluies, nécessaires pour arroser la terre et pour la fertiliser, deviennent de plus en plus rares.

C'est ce qui a mis le peuple du Valais sur la voie du moyen artificiel à employer pour aider la nature. La population ne cessant de s'accroître, il fallait absolument étendre les cultures nécessaires à son entretien et subvenir au manque d'humidité en portant remède à la sécheresse qui allait toujours en augmentant.

Or il est hors de doute que, si les habitants du Valais étaient restés inactifs, les Alpes valaisannes se trouveraient aujourd'hui réduites au même état que les montagnes de la Dalmatie et du Montenegro, jadis couvertes de magnifiques forêts et aujourd'hui offrant le triste aspect d'un désert dénué d'arbres et de toute végétation, qui montre presque partout des rochers calcaires mis à nus.

C'est pour échapper à une semblable calamité que le Valaisan a imaginé ses *canaux d'irrigation*, disposés d'une manière analogue à ceux qu'on remarque dans les Pyrénées. Aussi peut-on dire que la création de ces canalisations étendues est le trait caractéristique qui distingue les Valaisans des autres montagnards de nos Alpes.

L'origine de ces rigoles remonte à l'époque romaine. On en voit une preuve dans le nom donné au canal existant dans la vallée de la Viège, nommé le canal des païens et situé sur le territoire de Visperterminen.

Sur une foule de points l'on trouve encore des traces et des restes d'anciens canaux dont le mode d'exécution dénote une origine très reculée. — Le document le plus ancien où il est question de canaux d'irrigation est un testament de Guichard Tavelli en faveur d'Antoine et de Pierre de la Tour, daté du 11 décembre 1366 et rédigé au château de la Soie. Il existe aussi une convention concernant l'aqueduc de Vex, passé entre cette commune et le major Cuvelli, notaire, agissant au nom du duc de Savoie, en l'an 1453. Parmi les autres écrivains qui ont traité ce sujet on peut encore citer J. Stumpf en 1548, Simmler en 1574, Guillomano, Oswald Molitore, Henri Gloriano en 1627 et Daniel des Belges. Il est probable que ces aqueducs ne se multiplièrent que vers la fin du moyen âge.

Mais il est certain que ces canaux d'irrigation datent pour la plupart de temps beaucoup plus modernes et que leur nombre s'est accru avec la population du pays.

L'établissement de plusieurs de ces bisses mérite d'être considéré comme une entreprise audacieuse quand on sait que leurs prises d'eau se trouvent à plus de 2400 mètres d'altitude, en quelque sorte au pied des glaciers. Quand on sait encore combien leur exécution a été entravée par des chutes de pierres, par des rocs en saillie et en surplomb, par des moraines, des cônes d'éboulement, des gorges et des précipices, des glissements de terrain et tant d'autres obstacles naturels si fréquents dans les Alpes. Il est aussi à remarquer que plusieurs de ces canaux atteignent jusqu'à huit et dix lieues, soit quarante à cinquante kilomètres de développement.

Il est évident qu'avec de pareilles difficultés ce n'est qu'au prix de sacrifices considérables que les communes valaisannes ont pu les établir et les entretenir jusqu'ici. Mais on conçoit qu'on ne puisse aisément évaluer en chiffres les frais qu'ils ont occasionnés, attendu qu'ils se font par corvées communales, où le prix de la journée varie entre 50 cent. à 2 fr. — Les communes fournissent les bois, sans les évaluer, ne connaissant guère elles-mêmes la valeur de ces matériaux. Il faut aussi remarquer que les aqueducs s'exécutent par tronçons successifs et s'élargissent par la suite graduellement.

L'aqueduc ne se creuse en déblai que dans les régions basses ; dans les hautes régions le déblai dans la terre est l'exception, tandis que la règle c'est de l'entailler dans le roc ou bien entre deux murs, l'un de soutènement, l'autre de revêtement, du côté de la montagne. Ces conditions difficiles s'étendent en général sur de très longs parcours.

Lorsqu'il y avait impossibilité à tourner des rocs saillants, on les a percés d'une galerie ; il y a de ces tunnels qui ont jusqu'à 400 mètres de longueur. On a aussi pratiqué des demi-galeries ou corniches dans des parois verticales, longues de plus d'un kilomètre, tandis qu'en largeur elles n'ont que juste l'espace nécessaire pour le passage du surveillant.

Là où il s'agit de suivre des parois de rocs en surplomb, l'on a dû faire passer l'eau dans un chenal en bois, posé sur des consoles, ou bien aussi posé sur des barres de fer dont l'une des extrémités est scellée dans le roc, tandis que l'autre est suspendue à un câble en fil de fer. On a peine à comprendre comment les hardis ouvriers chargés de ce travail ont pu en venir à bout ; mais on conçoit aisément que c'était été au péril de leur vie, car il a fallu les descendre au moyen de cordes le long de ces parois. Ce qui donnera une idée des précipices auxquels on a eu affaire, c'est le fait que la commune de Mund, entre autres, a été obligée de faire l'acquisition, pour un usage de ce genre, d'une corde longue de 1200 mètres.

Dans les passages exposés aux chutes de pierres on a été obligé d'entailler l'aqueduc plus profondément dans la montagne et de le couvrir. Cette couverture peut se faire en bois là où le bisse n'est menacé que par places et seulement par du petit gravier. Mais sur d'autres points il a fallu protéger le canal au moyen de galeries en bois semblables à celles qui s'exécutent sur les routes menacées par des avalanches. Quelques-unes de ces galeries atteignent une longueur de soixante mètres.

Pour la traversée des cônes d'éboulement et des moraines de glaciers, dans lesquelles le sol est toujours plus ou moins

mobile, on a aussi fait des aqueducs en bois, mais alors il a fallu les enterrer plus profondément et les recouvrir d'une bonne couche de remblai.

D'un autre côté il y a eu plus d'une fois à franchir des gorges profondes, ou des crevasses de rochers, et alors le montagnard n'a pas reculé devant la construction d'une arche hardie, jetée sur le précipice. Quelques-unes de ces arches sont en pierre et atteignent jusqu'à vingt mètres d'ouverture. Sur le parcours du bisse de Clavoz on compte même sept ponts-aqueducs en maçonnerie.

Suivant la nature du sol que traverse un bisse, son radier et ses deux talus intérieurs seront revêtus ou bien en pierres ou bien garnis d'une couche d'argile fortement pilonnée, souvent même doublés en plateaux.

Enfin le cas des cascades s'est présenté aussi en plus d'un endroit, là où une chute verticale était commandée par le tracé, comme par exemple au bisse de la Sentine, qui fait une chute de plus de 300 mètres. Dans les cas semblables il a fallu renfermer l'eau dans des chéneaux en bois, afin d'éviter sa déperdition dans la chute.

Mais établir des aqueducs n'est pas la seule difficulté : il faut songer à leur entretien, qui entraîne des frais souvent considérables par suite des dégradations survenant tantôt sur un point, tantôt sur un autre. Ainsi certains terrains sont sujets à de fréquents glissements, qui non seulement endommagent ou détruisent les canaux, mais qui donnent lieu à des indemnités considérables. Il arrive aussi à l'aqueduc de déborder fréquemment, par le fait qu'il forme canal collecteur pour les eaux pluviales s'écoulant sur la pente de la montagne qu'il côtoie.

Ce débordement peut surtout endommager la banquette extérieure. Les eaux pluviales entraînent souvent des terres et du gravier qui viennent encombrer l'aqueduc au point d'obstruer complètement l'écoulement de l'eau. Enfin, dans la traversée des cônes d'éboulements et des moraines, il n'est pas rare que le chenal en bois soit emporté.

L'entretien ordinaire consiste donc dans le curage du canal. Dans la plupart des communes, ce travail se fait plusieurs fois par été. Mais dans la règle on se contente de le curer une seule fois au printemps. Là où le bisse est à ciel ouvert, il y a donc à en sortir les amas de matériaux de tous genres qui s'y sont formés. Il y a ensuite à exécuter des réparations aux talus endommagés.

Là où l'aqueduc est couvert, à la traversée des cônes d'éboulements, il est indispensable qu'un ouvrier s'y engage en rampant. Sur nombre de points du parcours où il y a des chéneaux en bois, on les enlève en hiver, ce qui est surtout nécessaire aux passages menacés par les avalanches.

Mais il s'est trouvé des aqueducs dont l'entretien était si onéreux qu'il a fallu les abandonner et les remplacer par d'autres dans de meilleures conditions. Nous citerons à ce sujet l'exemple d'un bisse de la commune de Chamoson. Son entretien fort coûteux en avait entraîné l'abandon. Mais comme son utilité se révéla surtout depuis sa suppression, la commune se décida à rétablir cet aqueduc à la même place, mais beaucoup plus solidement et par conséquent à grands frais. Ensuite, pour donner à ce nouveau canal un débit d'au moins un mètre carré de section, on imagina de percer sous le glacier destiné à l'ali-

menter, mais dont l'eau n'avait pas un volume suffisant, un tunnel de 170 mètres de longueur par lequel on fit arriver dans l'aqueduc l'eau du glacier voisin, le glacier de Derbon.

Voici maintenant sur quelles bases on pourvoit en Valais aux frais d'entretien et de surveillance des canaux d'irrigation.

L'eau est vendue aux particuliers qui l'utilisent, que les canalisations aient été établies par eux ou par la commune, ou bien encore qu'elles soient tombées à la charge des communes par suite d'arrangements particuliers. Cette vente se fait à un prix fixé dans certaines localités à tant l'heure, dans d'autres à un prix payé contre délivrance d'une carte indiquant en quel rang et pour combien d'heures le propriétaire a droit à la jouissance de l'eau. Le prix d'abonnement à l'eau du bisse est basé sur les frais d'entretien de l'aqueduc. Si ces frais sont élevés, l'eau revient naturellement plus cher que là où l'entretien est facile. Dans certaines localités on crée un fond de réserve destiné à élargir et à prolonger les canalisations là où cela devient désirable. Il arrive aussi que tel aqueduc jouit d'un capital dont les intérêts servent à payer l'entretien.

La largeur des bisses varie d'ordinaire entre 45 et 75 centimètres. Cette dernière dimension est rarement dépassée, sauf sur les points où la pente est exceptionnellement faible. La largeur et la profondeur sont à peu près égales. Quant aux tunnels, leurs dimensions sont calculées de manière à permettre au surveillant d'y passer et d'y travailler au besoin avec le moins de gêne que possible.

Comme le dessin l'indique, les bisses sont pourvus d'une passerelle en bois reposant sur des bois ronds. Dans les ouvrages récents on a remplacé la passerelle en bois par une banquette taillée dans le roc. Exceptionnellement quelques aqueducs présentent une section liquide de 30 à 36 décimètres carrés, où la largeur excède la profondeur.

Quant à la pente des aqueducs elle est assez variable; elle se meut entre les limites de 0,5 à 2,5 ‰, mais le plus souvent elle est de 1 à 1,5 ‰.

Il serait sans doute intéressant de connaître le volume d'eau que fournit chaque aqueduc. Mais cette évaluation n'est guère possible, lors même qu'on connaîtrait la pente et la section de chacun d'eux, attendu que les bisses perdent en route une partie de leur eau, et que tout le reste est utilisé sur le parcours de la canalisation pour les besoins des concessionnaires. Si l'on voulait faire un jaugeage quelque peu sûr, il faudrait procéder à cette opération à la prise d'eau même. Mais jusqu'à présent cela n'a eu lieu nulle part, de sorte que nous sommes dans l'impossibilité de fixer les volumes d'eau débités par les divers aqueducs du Valais. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que ce débit est assez considérable pour que des torrents d'une certaine importance tels que ceux de la Losenze, de la Printze et du Gradetsch, soient mis complètement à sec en été, par les prises d'eau des bisses.

Il est rare que les communes aient eu recours à un homme au courant des travaux d'ingénieur pour faire le tracé de leurs canalisations. Ce n'est que dans ces dernières années qu'ici ou là quelque technicien, pour nous servir d'une expression moderne, a été appelé à aller opérer dans ces régions écartées. Mais à l'ordinaire les montagnards se tirent d'affaire tout seuls, surtout quand il n'y a pas d'ouvrages d'art à construire sur le parcours de la canalisation.

Les travaux s'exécutent en général à la tâche, à tant le mètre courant, le prix variant d'après la nature du terrain traversé. L'entreprise comprend tantôt toute l'étendue de la canalisation, tantôt seulement les tunnels et les passages en rochers, le reste étant exécuté en corvée par les ressortissants de la commune. L'ingénieur, quand il y en a un, n'a qu'à déterminer l'altitude de la prise d'eau et celle du point d'arrivée au lieu d'emploi. La longueur de l'aqueduc projeté s'évalue approximativement quand on ne peut pas faire de mesurages continus suivant le tracé. Sur ces données on calcule la pente moyenne par perche courante de dix pieds.

Les préposés de la commune, une fois renseignés sur la pente à donner au canal, font alors faire un gabarit destiné à la tracer sur le terrain. Il consiste en une règle ou chambranle que les montagnards se fabriquent d'ordinaire eux-mêmes, et cela d'après le procédé suivant. On plante dans un étang deux piquets à une distance déterminée. L'un d'eux s'enfonce jusqu'à fleur d'eau, tandis que l'autre dépasse ce niveau d'une quantité qui correspond à la pente qu'on veut donner au canal. C'est d'après ces piquets qu'on dresse la règle à niveler, destinée à tracer la ligne de pente de l'aqueduc. On emploie pour le nivellement un niveau de maçon placé sur la règle qu'on promène tout le long du terrain depuis la prise d'eau, partout où l'on peut opérer ainsi.

Ce procédé assez primitif entraîne, on le conçoit, de nombreuses irrégularités. On perd de la pente ou on en donne trop. Comme on n'atteint pas toujours le point d'arrivée fixé d'avance, il en résulte souvent une augmentation notable du coût des travaux. Aussi préfère-t-on maintenant dans la plupart des cas, faire des nivellements en règle.

Lorsqu'on parcourt les vallées valaisannes, on est frappé souvent d'y voir plusieurs de ces bisses, quelquefois trois et quatre, jusqu'à six, étagés à peu de distance les uns au-dessus des autres. A première vue on est tenté de prendre cela pour une erreur et de penser qu'il eût mieux valu réunir tous ces bisses en un seul. Dans quelques cas cette opinion peut se justifier ; mais le plus souvent la disposition dont nous parlons est parfaitement motivée. Le Valaisan aime par-dessus tout son indépendance, de sorte qu'une commune préfère ne pas dépendre d'une autre par un aqueduc en commun, car là où cette communauté existe l'usage de l'eau donne souvent lieu à des contestations.

Il a été d'ailleurs démontré qu'un canal de section double revient sensiblement plus cher que deux canalisations parallèles, attendu que le plus souvent le terrain est trop peu solide pour supporter un poids d'eau double, à moins de donner aux ouvrages une importance beaucoup plus grande qu'il n'est d'usage.

La répartition de l'eau entre plusieurs bisses offre en outre l'avantage de favoriser la végétation dans leurs intervalles, parce que les infiltrations d'eau favorisent la végétation dans le sol aride de ces pentes ensoleillées.

Ce fait, que nous avons observé, nous a engagé dans le temps à conseiller l'irrigation de certains versants escarpés du Valais, dès longtemps déboisés, afin d'en faciliter le reboisement. Si l'on avait par exemple irrigué toute la pente de la montagne sous la Varner Alp, qui est entièrement dénudée depuis que les Français y ont mis le feu aux forêts, tout ce flanc de montagne serait reboisé à l'heure qu'il est.

C'est surtout dans les localités où l'eau est la plus propice à

l'irrigation qu'on rencontre des canalisations étagées les unes au-dessus des autres. Il y a des communes qui vont chercher très loin l'eau fertilisante, c'est-à-dire celle qui charrie à l'état de limon des substances minérales faisant l'office d'engrais. Il faut alors souvent aller prendre l'eau dans certaines vallées latérales plus ou moins reculées, qui font faire de grands détours à la canalisation. C'est par exemple le cas des communes situées au débouché des vallées de la Viège, dont les habitants ont été chercher l'eau de la Morge. La commune de Vex qui domine la Borgne, est allée chercher l'eau de la Printze dans la vallée de Nendaz. Nous citerons encore le torrent de Gratsch, dans le Haut-Valais, dont le cours a deux lieues à peine, mais dont l'eau excellente déploie ses effets fertilisants par le moyen de bisses dont le développement total atteint une longueur de dix-sept lieues.

Comme l'eau qui alimente les bisses se puise généralement dans les émissaires des glaciers, dans les torrents et au fond des gorges, sa température très basse se conserve fort longtemps par le fait que l'aqueduc est le plus souvent à l'ombre, de sorte qu'elle pourrait être nuisible à la végétation si on ne la réchauffait pas avant de la faire servir à l'irrigation.

Voici comment on s'y prend pour élever la température de l'eau. On établit en un lieu bien exposé au soleil trois canaux parallèles, qui forment une espèce d'étang, disposé de manière que l'eau de la surface qui est la plus chaude, puisse seule s'écouler. C'est aussi dans le but de réchauffer l'eau qu'on cherche à tracer les bisses autant que possible sur les versants les plus exposés au soleil.

Les canalisations dont l'eau est sujette à charrier du sable et du petit gravier sont pourvues de distance en distance, aux endroits les plus convenables, de bassins de dépôt, dont le curage doit se faire de temps à autre. On ne peut pas établir beaucoup de ces depotoirs, mais il est fort désirable qu'ils le soient partout où les circonstances le permettent.

Nous avons déjà mentionné le fait que plusieurs canalisations sont à une altitude de plus de 2400 mètres. C'est ici le cas d'ajouter qu'ici et là on trouve déjà à 2300 mètres et fréquemment à 2100 mètres d'altitude des pentes à irriguer, à condition qu'elles soient bien exposées et que la neige y disparaisse de bonne heure au printemps. Les aqueducs des hautes régions ne commencent à fonctionner qu'en juin ou juillet ; mais la plupart des autres bisses, dans les hauteurs moyennes, s'ouvrent déjà dès le commencement d'avril, et au milieu de mai au plus tard. L'irrigation dure d'ordinaire jusqu'en septembre et se prolonge dans certaines localités jusqu'en octobre et même en novembre.

L'irrigation se poursuit nuit et jour dans les prés ; mais dans les vignes elle ne se pratique que pendant le jour. Enfin, dans quelques localités il est d'usage d'emmagasiner l'eau des canaux d'irrigation pendant la nuit dans des réservoirs, pour l'employer dans la journée.

Pour chaque bisse les conditions réglant l'usage de l'eau sont fixées par des règlements et des conventions qui sont déposées aux archives municipales et peuvent être consultées en tout temps. La répartition de l'eau a lieu par journées et par heures. Chaque ayant-droit a son temps marqué. On comprend que par ce fait il faille une surveillance très active pour que le canal soit toujours maintenu en bon état et que toute avarie soit réparée aussitôt signalée. Cette surveillance devra être d'autant

plus sévère que l'aqueduc desservant une commune passe le plus souvent sur le territoire d'une autre, où l'eau peut être arrêtée soit par accident, soit par malveillance. Chaque bisse est donc confié à la garde d'un ou de deux agents chargés de surveiller soigneusement le canal.

On a imaginé, pour faciliter la surveillance, un petit appareil fort simple. Il consiste en une roue hydraulique faisant mouvoir un petit marteau semblable à un marteau de forge, qui frappe continuellement contre une planche et fait ainsi retentir au loin le bruit de ses coups répétés. Pour compléter les avertissements que doit pouvoir donner cet appareil, il y en a qui sont pourvus de deux roues de dimensions différentes, de sorte que les palettes de l'une plongent davantage dans l'eau que celles de l'autre. De cette façon l'eau vient-elle à manquer, ne fût-ce qu'en partie, le garde ne tarde pas à s'en apercevoir à la différence de bruit, il se rend sur place, voit ce qui en est et répare le dommage s'il y a lieu.

Pour les canalisations qui nous occupent on fait usage de deux espèces de vannages ou d'écluses. Il y a d'abord celle de la prise d'eau, où se règle le débit. On l'établit avec un soin tout spécial. La vanne y est disposée de telle manière que, lors même que le volume d'eau du torrent ou de la source s'accroît considérablement, comme par exemple lors d'un orage, l'aqueduc ne puisse jamais recevoir plus d'eau qu'il n'en peut contenir. Les autres vannages servent à la répartition de l'eau. On peut se rendre compte de leurs formes et dispositions diverses par l'inspection des planches annexées fig. k, l, m, n, p. La figure *m* fait voir une vanne applicable en terrain rocheux, où une écluse ordinaire n'irait pas. Elle ne se manœuvre pas à l'aide d'une vanne à glissière verticale, mais au moyen d'un tampon carré, muni d'une poignée.

Ce qu'il y a de particulièrement intéressant, c'est le système appliqué à la répartition de l'eau aux différents ayants droit, qui se voit à la fig. 20. On établit pour cela un réservoir rectangulaire en bois, dans lequel l'eau arrive par l'un des côtés, tandis que les trois autres côtés sont munis d'ouvertures rectangulaires d'une largeur proportionnelle au volume d'eau formant la part de chaque ayant droit. Ces ouvertures sont horizontales et toutes au même niveau, de cette façon, quel que soit le niveau de l'eau dans le réservoir, les proportions entre les parts qui s'en écoulent demeurent toujours les mêmes; le réservoir sert en même temps de dépotoir, ayant plus de profondeur qu'il n'en faudrait pour la simple répartition de l'eau. Le curage du dépôt s'opère au moyen d'une porte pratiquée dans le côté postérieur de cette chambre d'eau, celui par où l'eau arrive. Parfois aussi on fait le curage par une trappe de fond à glissière, permettant de curer le dépotoir sans arrêter la distribution de l'eau.

Quant à la répartition de l'eau entre les diverses propriétés, les gens du pays employent en général des plaques ou pelles en tôle, munies de deux poignées, l'une pour l'enfoncer dans le sol, l'autre pour l'en retirer. Ces pelles en tôle peuvent se fixer dans les talus de manière à distribuer l'eau d'irrigation à volonté, non seulement quant à l'emplacement de la prise temporaire, mais aussi quant au volume. Quelque primitif que ce système puisse paraître, il n'en est pas moins fort avantageux, car il est d'abord très économique et ensuite très approprié à

ces contrées montagneuses, où l'on doit continuellement faire varier les cultures.

Lorsqu'on n'a à sa disposition ni glacier ni torrent pour alimenter un bisse, on crée dans une combe de la montagne un étang ou réservoir artificiel, pour y recueillir l'eau de la fonte des neiges. La digue formant ce bassin doit être construite avec le plus grand soin. Elle est, cela va sans dire, pourvue d'écluses. De semblables petits lacs artificiels se voient sur la Bettenalp et sur la Meretschalp, au territoire de la commune de Lens, dans la vallée de la Ginauze. Le lac d'Ill lui aussi, n'est pas autre chose qu'un bassin artificiel créé pour alimenter un canal d'irrigation. Toutefois l'eau ainsi obtenue est loin d'être aussi fertilisante que celle des glaciers et des torrents qui charrient toujours plus ou moins. Ces eaux de neige sont emmenées à leurs lieux d'emploi, de la manière déjà indiquée, par le moyen d'aqueducs les distribuant à droite et à gauche aux propriétés traversées.

Après cette description des dispositions et du mode de construction de ces canalisations, il nous reste à parler des services qu'elles rendent.

Ce qui démontre le mieux l'immense utilité de ces canaux d'irrigation, c'est le fait qu'en dépit de frais d'établissement et d'entretien, les uns et les autres considérables, les canalisations n'en continuent pas moins à prendre de l'extension et à être entretenues avec soin.

Il est reconnu que les prairies irriguées donnent un rendement beaucoup plus fort que celles qui ne le sont pas. Cependant la qualité de l'eau varie beaucoup quant à sa valeur fertilisante. A cet égard, il faut citer en première ligne la Printze, puis la Borgne, la Lonza, la Tourtemagne, la Gradetsch, la Viège, la Gamsen, la Saltine, la Dranse et la Vièze, etc. Le long de la Borgne, par exemple, il y a dans une localité tout à fait aride, des prairies qui depuis huit cents ans n'ont jamais été labourées et n'ont point reçu d'engrais, et qui néanmoins ne cessent pas de donner de magnifiques récoltes. Il paraît même qu'au XVII<sup>e</sup> siècle, la ville de Sion avait établi une ordonnance en vertu de laquelle, pour chaque char de fumier conduit aux champs secs, — c'est le nom donné à ces prairies, — il fallait payer une amende d'un écu, soit 3 fr. 62 cent. Quelque étrange que paraisse cette défense, elle n'en démontre pas moins combien, déjà à cette époque-là, les alluvions de la Borgne étaient appréciées comme engrais. Le produit des 800 secteurs ou 268 800 toises que mesurent les champs secs est rendu si avantageux par l'irrigation que la plus value du rendement des prairies atteint au minimum la somme de 52 000 francs, sans parler des pâturages d'automne ni de l'avantage qu'en éprouvent les arbres fruitiers ni enfin de l'engrais économisé.

La commune de Zeneggen nous fournit un autre exemple des effets remarquables de l'irrigation. Cette commune, qui ne compte que 240 âmes de population, entretenait avant le tremblement de terre de 1855, 200 têtes de bétail. Le phénomène dont nous parlons eut pour effet de faire tarir toutes les sources et par conséquent de réduire à une cinquantaine le chiffre de têtes de bétail qu'on pouvait nourrir. Cette courageuse population se releva de son désastre en créant un canal amenant l'eau de la vallée d'Augstbord. Quoique ce canal, à l'usage de trois communes, ne pût leur fournir qu'un faible volume d'eau et malgré qu'on ne pût tirer de la vallée de la Ginauze que de

l'eau de neige, la commune en question réussit dès lors à atteindre et même à dépasser la quantité de bétail qu'elle possédait auparavant.

La commune de Lens est située à une altitude moyenne de 1200 mètres ; elle a une population de 2000 âmes environ. Son existence serait donc à peu près impossible sans la faculté qu'elle a d'irriguer son territoire aride et desséché. On peut en dire autant de la commune de Savièze, dont la population est à peu près égale à celle de Lens. Sans les bisses elle ne pourrait guère nourrir que 500 âmes.

On a souvent déploré les émigrations si fréquentes et si nombreuses qui enlèvent chaque année au canton du Valais une partie de ses habitants. Eh bien, les travaux faits pour le développement des irrigations contribuent puissamment à arrêter l'émigration ; ce qui le prouve, c'est que l'accroissement de production obtenu depuis lors des terrains en culture permettrait au canton du Valais de nourrir actuellement une vingtaine de mille âmes de population en sus des 100 000 âmes qu'il comptait au dernier recensement.

Par le fait de la nature et des conditions générales du sol dans le Bas-Valais, les bisses y deviennent de moins en moins nombreux à mesure qu'on se rapproche du lac Léman, dans le voisinage immédiat duquel ils ne s'en trouvent plus. Cela tient à ce que dans cette partie de la vallée du Rhône il pleut davantage qu'en amont de Martigny. Il faut pourtant dire que depuis ces dernières années les canaux d'irrigation se sont multipliés dans cette partie du canton, ce qui prouve à l'évidence que ces ouvrages sont d'une haute utilité pour l'agriculture, même dans les localités où jusqu'ici l'on avait cru pouvoir s'en passer.

Mais c'est surtout pour la culture des vignes, bien plus encore que pour les prairies, que les canalisations dont nous parlons rendent des services, car ce n'est que grâce à l'irrigation que le Valais est capable d'avoir des vignobles aussi étendus qu'ils le sont aujourd'hui. C'est à ces intéressants travaux qu'on doit de pouvoir cultiver la vigne dans des terrains en pente, autrefois complètement dénudés ou seulement recouverts de maigres broussailles. Qui ne connaît les excellents vins du Valais et leurs qualités si variées ? Eh bien, sans l'irrigation, il faudrait abandonner la majeure partie des vignes du Valais, attendu que leur rendement n'en payerait pas les frais, ce qui aurait pour conséquence que les vins valaisans, vu leur rareté, ne pourraient se vendre qu'à des prix fort élevés.

Assurément, l'irrigation d'un vignoble est une chose tout à fait insolite, qui a besoin d'une explication. La voici. Les vignes sont assises pour la plupart sur les moraines des grands glaciers qui s'appuyaient jadis sur le flanc des montagnes et qui, en se retirant, y abandonnèrent leurs détritiques. Quelques vignobles reposent encore sur d'anciens dépôts provenant de la décomposition des roches de schistes micacés. C'est ce qui rend compte du fait qu'on voit souvent des vignes privées de terre végétale et où les racines des ceps doivent aller puiser leur nourriture dans un sol composé de menus débris. Ces deux terroirs différents, détritiques micacés et moraines de glaciers, se succèdent souvent alternativement, ce qui fait qu'on trouve, par exemple, sur les pentes de la montagne de Fully, des coteaux de vignes où le même plan produit des qualités de vin tout à fait différentes quoique provenant de raisins qui ont cru et mûri côte à côte.

Or, comme les dépôts de schistes micacés sont aussi perméables à l'eau que la moraine, on conçoit que, sans l'irrigation artificielle, sous le climat tropical de la vallée du Rhône, les vignes périraient de sécheresse ou du moins ne donneraient qu'un rendement insignifiant.

Les cultivateurs de vignes dans le Bas-Valais ont constaté le fait que l'irrigation double le rendement des vignes. Et, en effet, partout où, pour une raison ou pour une autre, l'irrigation est venue à manquer, on a été obligé d'abandonner la culture de la vigne faute de récolte suffisante. En revanche, partout où l'on a pu s'assurer une irrigation convenable, la création de nouveaux vignobles a été rendue possible. C'est ce qu'on a pu voir sur le cône de la Losenze, dans la commune de Chamossion, où l'on ne cultivait auparavant que des céréales.

D'après le tableau<sup>1</sup> qui en a été dressé, il y aurait en Valais 117 aqueducs ou bisses, représentant un développement total de 1236 kilomètres. Mais il manque encore à cette liste un certain nombre de canaux. De ce nombre sont les aqueducs du district de Rarogne et ceux de la montagne de Nendaz, puis il y a ceux de la commune de Boverrier, dont le territoire est sillonné par une quantité de petites rigoles, puisant leur eau dans le torrent de Dournaud et arrosant toute la vallée de Champex. Les communes de Liddes et de Bourg-Saint-Pierre sont également sillonnées de bisses.

Il existe encore bon nombre de canaux appartenant à des particuliers, au sujet desquels les données précises manquent, de même que pour les grands embranchements des principaux aqueducs. Tous ces ouvrages-là peuvent être évalués, comme développement, au moins au quart du chiffre ci-dessus, soit 309 km.

D'après cela le chiffre total de la longueur des canalisations du Valais atteindrait 1545 km.

Quant à la valeur représentée par cet ensemble d'ouvrages, les renseignements obtenus à ce sujet font voir que leurs frais d'établissement ont été évalués fort bas, ce qui vient principalement du fait que la plupart de ces canalisations ont été exécutées par corvées. Ainsi le prix le plus bas est de 1 fr. 25 cent. par pied courant ; le plus élevé de 1 fr. 50 à 2 fr., ce qui fait que le coût a varié entre les limites de 4 fr. 20 à 6 fr. 60 le mètre courant.

En admettant le prix moyen de 1 fr. 35 par pied courant ou 4 fr. 50 le mètre on arrive à la dépense totale de 6 952 800 fr., soit, en chiffres ronds, 7 000 000 de francs.

Cette dépense a sans doute été faite depuis bien longtemps par toutes ces communes valaisannes. Mais l'entretien des canalisations donne inévitablement lieu à une dépense annuelle importante, dépense qui ne peut cependant pas être évaluée en bloc. Les communes font pour la plupart l'entretien elles-mêmes en corvée ; ou, si c'est à la journée, ce n'est que pour une partie du travail. Dans bien des localités la surveillance est gratuite, car quand un garde reçoit pour sa peine 10 ou 20 fr. par an, cela ne peut pas s'appeler une paye, surtout lorsqu'on songe qu'il risque sa vie à un métier qui l'oblige parfois à franchir d'effrayants précipices sur des chenaux à moitié pourris.

La plupart des bisses sont la propriété des communes mon-

<sup>1</sup> Ce tableau sera donné en abrégé dans un prochain numéro du Bulletin. (Réd.)

tagnardes, auxquelles incombent, outre les frais d'entretien de leurs canaux, les charges résultant de la correction des torrents. Certains bisses cependant appartiennent à des communes de la plaine, grevées de leur côté des frais d'endiguement du Rhône et de ses affluents et en outre des canaux de dessèchement et d'irrigation. Les soins qu'elles apportent à leurs bisses n'en sont donc que plus méritoires.

Dans les pages qui précèdent nous avons fait voir que la majeure partie de la population montagnarde du Valais dépend pour toute son existence des canaux d'irrigation, sans lesquels elle ne pourrait entretenir qu'une beaucoup plus faible quantité de bétail. Mais ces travaux profitent aussi aux habitants de la plaine, en permettant de cultiver la vigne dans des localités dont le sol aride et pierreux se refuse à toute autre culture. Quels que grands que soient les avantages de ces aqueducs, il ne faut cependant pas oublier que le reboisement rationnel des flancs des montagnes permettrait de supprimer une partie des bisses, et de se décharger de leurs frais d'entretien souvent assez onéreux.

On conçoit, en effet, qu'à une certaine zone de hauteur le reboisement rendrait à l'atmosphère le degré d'humidité voulu et favoriserait le retour des pluies dans ce climat torride. Comme il n'est cependant pas possible de reboiser toute la région forestière, parce que les communes montagnardes ont besoin de pâturages pour leur bétail, les bisses rendront toujours d'excellents services aux altitudes de 2000 à 2100 mètres. Il faut aussi absolument conserver les aqueducs qui arrosent les régions inférieures, car on ne saurait se passer des irrigations artificielles, par le fait de la rareté des pluies qui ne tombent d'ailleurs pas toujours au moment où l'on en aurait le plus besoin.

Ce qui vient d'être dit sur les canaux d'irrigation et sur les endiguements exécutés en Valais fera connaître et apprécier, nous l'espérons, l'énergie et l'intelligence déployées par les populations montagnardes de ce canton. Si ces pages peuvent ainsi contribuer à faire grandir ces braves confédérés valaisans dans l'estime de ceux d'autres cantons, où l'on se vante d'une instruction plus avancée, nous nous féliciterons d'avoir atteint le but supérieur auquel visait notre travail, à côté des renseignements techniques que nous avons désiré fournir au bulletin de notre Société.

DISTRIBUTION D'EAU DE LAUSANNE

INFLUENCE DU MOUVEMENT DE LA CONSOMMATION SUR LE NIVEAU PIÉZOMÉTRIQUE DU RÉSEAU DES EAUX DE LAUSANNE

(Deux planches.)

par A. VAN MUYDEN, ingénieur,  
directeur de l'exploitation des Eaux de Lausanne.

Le réseau de distribution desservi par la Société des Eaux de Lausanne, le seul dont nous nous occupons ici (source du Pont-de-Pierre et anciennes sources de la ville réunies), comprend :

1° Une artère principale de ceinture, du diamètre uniforme de 18 cm.; conduite fermée de 3800 m. d'amplitude totale, composée de deux branches jumelles sur un parcours de

700 m. au départ et d'un circuit de ceinture proprement dit de 2400 m. de développement. Les branches jumelles communiquent séparément avec le réservoir; l'artère est donc alimentée directement à ses deux extrémités.

2° Des tuyaux répartiteurs de 12 et 10 cm. de diamètre, reliant sur trois points l'artère de ceinture.

3° Un système de branchements secondaires de 12, 10, 8 et 5 cm. de diamètre, partant des répartiteurs et de l'artère principale, pour se ramifier dans les divers quartiers de la ville et de sa banlieue et alimenter les tuyaux de service proprement dits desservant les services public et privé<sup>1</sup>.

Pour se rendre compte du volume consommé à différentes heures d'une journée et tracer une courbe représentative du mouvement journalier, on a disposé à l'extrémité aval de la section comprise entre le réservoir et le départ du circuit de ceinture proprement dit, deux manomètres à grande échelle, gradués en hauteur d'eau. Les deux branches n'effectuant sur ce parcours qu'un service de route insignifiant, on peut facilement déduire des pertes de charge en ce point, au moyen de la formule de Darcy, les variations de l'appel d'eau des deux tuyaux à l'origine.

La saison des chaleurs, très tempérée pendant le mois de juillet 1883, n'ayant engendré que peu d'abus d'eau de la part des abonnés à robinet libre, on a pu, à ce point de vue, considérer le relevé de la journée du 18 juillet, prise ici à titre d'exemple, comme répondant aux conditions moyennes du mouvement de la consommation journalière.

L'arrosage public avait été suspendu pendant la durée des expériences, afin d'éliminer un élément d'incertitude dans la discussion des résultats.

<sup>1</sup> Le tableau suivant résume la situation générale de la ville de Lausanne, au point de vue de son alimentation d'eau; nous l'indiquons ici pour mémoire.

	Litres par minute.	Mètres cubes par 24 heures.
1° Eaux potables.		
Eaux de Lausanne (à l'exception des deux fontaines b :		
a) Sources municipales, débit évalué officiellement, en 1871 à 1386 litres par minute . . . . .	1 456	2 096
b) Deux fontaines publiques, desservies par des dérivations spéciales, 70 litres par minute . . . . .		
c) Source du Pont-de-Pierre, volume dû suivant convention avec la ville . . . . .	2 700	3 888
Société des Eaux de Moilles-ès-Donnes (ancienne entreprise locale) . . . . .	225	324
Société des Eaux de Pierre-Ozairé . . . . .	660	950
	5 041	7 258
2° Eaux motrices et d'industrie.		
Compagnie de chemin de fer Lausanne-Ouchy et Eaux de Bret (en dehors du service du moteur du chemin de fer funiculaire L.-O.), environ . . . . .		10 000
		17 258 m. c.
Soit pour une population de trente mille âmes :		
Eaux potables . . . . .	240 litres par tête et par 24 heures.	
Eaux motrices et d'industrie . 333 »	»	»
Total . . . . .	573 »	»