

Les travaux d'alimentation d'eau de la Chaux-de-Fonds

Autor(en): **Ossent, Otto**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **14 (1888)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-14447>

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 8 FOIS PAR AN

Sommaire : Les travaux d'alimentation d'eau de la Chaux-de-Fonds, par Otto Ossent, ingénieur. (Suite et fin.) Planche N° 18. — Note sur la construction de la ligne du Bouveret à Saint-Gingolph, par A. Perey, ingénieur. (Suite.) — Résistance des sommiers composés de fer et de bois, par A. Vautier, ingénieur. — La maçonnerie en hiver, par Marcel Daly, ingénieur. — Bibliographie.

LES TRAVAUX D'ALIMENTATION D'EAU

DE LA CHAUX-DE-FONDS

par OTTO OSSENT, ing.

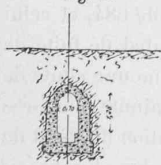
(Avec planche.)

C'est bien la section de la Reuse qui offrirait le plus d'intérêt, soit comme étude, soit comme exécution des travaux.

Contrairement à ce que nous avons supposé, les travaux de captage n'ont pas donné lieu à beaucoup de difficultés.

Les sources s'écoulaient dans la Reuse en petits ruisseaux et semblaient sortir du terrain qui forme entre la rivière et le pied des rochers une bande de terrain d'une certaine largeur. Mais il fut facilement constaté, par la mise à découvert du pied de la montagne, que toutes les sources, à l'exception d'une, provenaient de fissures dans la roche. Des attaques faites en plusieurs endroits permirent de réunir une partie des différents filets d'eau. Cette manière de procéder présentait cependant des inconvénients, vu qu'une partie des sources aurait dû être recueillie à un niveau inférieur aux hautes eaux de la Reuse et il eut été difficile d'obtenir la séparation des eaux de source d'avec celle de la rivière. Afin d'éviter ce mélange, il a fallu avoir recours à un véritable drainage de la roche, en perçant dans son intérieur et parallèlement au cours de la rivière des galeries. L'effet produit par ces galeries de captage, de 1 m. de largeur sur 1 m,80 de hauteur, dépassa de beaucoup ce que nous osions espérer ; il fut non seulement possible de capter les sources qui étaient apparentes, mais d'autres filets encore qui s'étaient écoulés souterrainement dans la rivière, furent également recueillis. Le débit des sources fut ainsi augmenté d'environ 500 litres par minute et, non compris l'eau des sources des Moyats, le débit total, pendant les temps de plus grande sécheresse, est maintenant de plus de 3000 litres.

Fig. 1.



Profil de l'aqueduc des sources.

Les galeries de captage, au nombre de cinq, représentent une longueur de 280 m.; elles sont reliées entre elles par un aqueduc voûté de 70 cm. de largeur et 1 m,60 de hauteur, entièrement établi en béton de ciment Portland; les différents tronçons d'aqueduc ont environ 300 m. de longueur totale.

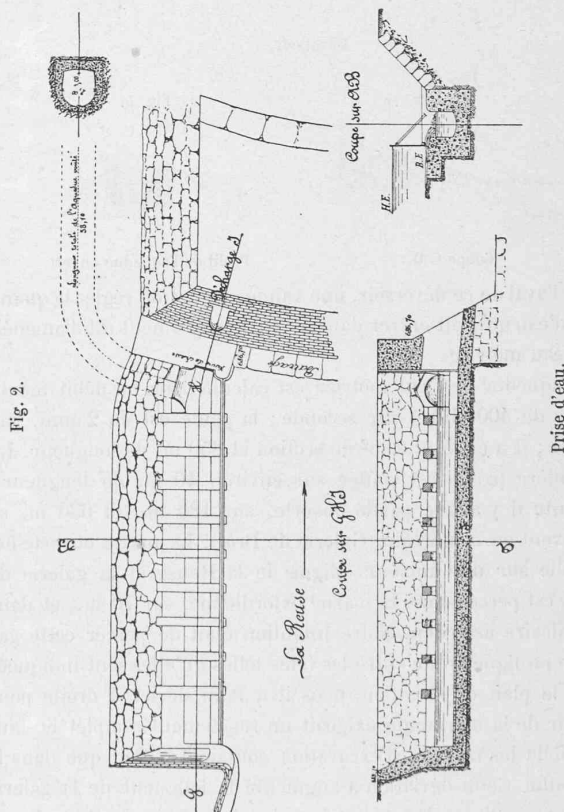
L'aqueduc est accessible par trois regards et muni de trois décharges qui permettent d'écouler l'eau dans la rivière.

Le mètre courant de galerie de captage, dans le roc vif, a

coûté 55 à 60 francs et le prix de revient de l'aqueduc est à peu près le même.

A part les sources dont il vient d'être question, la Chaux-de-Fonds peut encore utiliser une partie des sources des Moyats qui donnent au minimum 660 litres par minute. Ces sources sourdent en partie en amont du chemin de fer, dans la combe des Moyats et en partie au Bas-des-Moyats, après avoir passé sous le remblai de la voie. Le captage en a également été fait et leur passage sous la voie a exigé l'établissement d'une galerie dans un terrain peu favorable. Les deux tiers de ces eaux appartiennent à la municipalité de Neuchâtel.

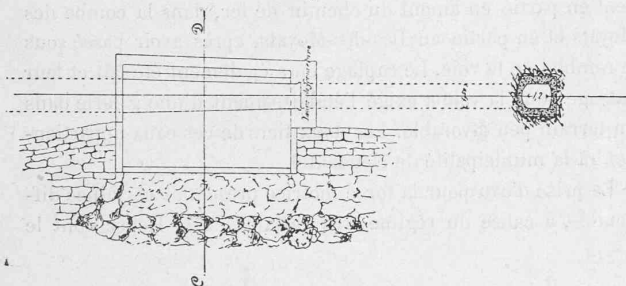
La prise d'eau pour la force motrice présentait certaines difficultés, à cause du régime très variable de la Reuse dont le



débit varie de 3 à 200 m³ par seconde, et aussi parce que cette rivière charrie beaucoup de matériaux. La prise d'eau forme

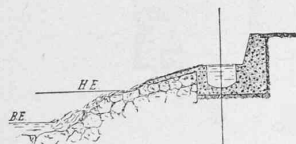
un déversoir parallèle au courant de la rivière d'une longueur utile de 15 m., établi au niveau du lit de la rivière en amont du barrage de la combe des Racines. Le déversoir est surmonté d'une paroi en plateaux de chêne fixés contre une charpente en fer. L'espace libre au-dessus du déversoir est de 20 cm., ce qui suffit pendant les basses eaux et empêche une affluence trop grande pendant les hautes eaux. Par le déversoir, les eaux arrivent dans un bassin longitudinal dont le radier a 2 % de pente et 1^m,50 de largeur; du côté d'aval il est fermé par une vanne de chasse qui est ouverte pendant les crues de la Reuse et permet d'évacuer les matériaux qui s'introduisent dans le bassin. A côté de la vanne de chasse se trouve l'entrée de l'aqueduc qui donne passage à l'eau pour la force motrice; le seuil d'entrée est en contre-haut du radier du bassin. L'aqueduc a 2 mètres d'ouverture, la hauteur des pieds-droits est de 1 m. et il est voûté en plein cintre sur 39 m. de longueur; il aboutit à une partie découverte de 10 m. de longueur, avec déversoir du côté de la rivière, empêchant l'eau de dépasser un certain niveau, en cas de crue subite.

Fig. 3.



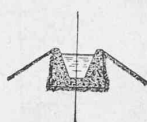
Déversoir.

Fig. 4.



Coupe C D.

Fig. 5.



Profil de l'aqueduc ouvert.

A l'aval de ce déversoir, une vanne permet de régler la quantité d'eau qui doit entrer dans le canal proprement dit d'aménée de l'eau motrice.

L'aqueduc de l'eau motrice est calculé pour un débit maximum de 4000 litres par seconde; la pente est de 2 mm. par mètre; il a environ 2 m² de section et 850 m. de longueur. La première partie est voûtée sur environ 40 m. de longueur; ensuite il y a une partie ouverte, sur 180 m., et 630 m. se trouvent en souterrain (Galerie de Brot). La partie ouverte est établie sur une ancienne digue de la Reuse et la galerie de Brot est percée dans la marne oxfordienne, sur 70 m., et dans le calcaire astartien. Notre intention était de percer cette galerie en ligne droite entre les têtes telles qu'elles sont indiquées sur le plan de situation, mais il a fallu dévier à droite pour sortir de la marne qui exigeait un revêtement complet et dans laquelle les travaux d'excavation coûtaient autant que dans le roc dur. Cette déviation a augmenté la longueur de la galerie d'environ 30 m. A part cet imprévu la galerie de Brot n'a pas donné lieu à d'autres difficultés.

A l'attaque d'amont, des infiltrations d'eau auraient pu néces-

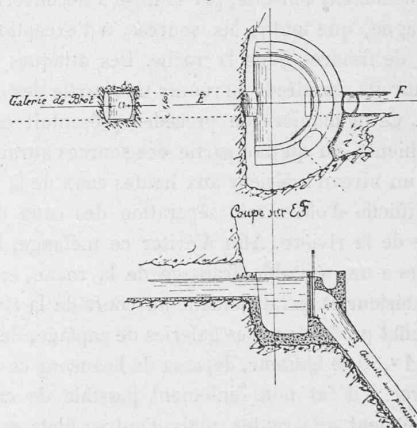
siter des épuisements; mais il n'y en a eu que de peu importantes dans la marne et seulement à la suite d'une série de jours de pluie.

Sur toute la longueur de la galerie, il y a un radier et des pieds-droits en béton, avec enduits en ciment Portland.

Y compris la partie dans la marne, la galerie est voûtée sur environ 150 m. de longueur totale; l'ouverture utile est de 1^m,50 et les pieds-droits ont 1^m,20 de hauteur. L'excavation a coûté 75 francs par m', dans le roc vif, pour une section de 1^m,80 de largeur sur 2 m. de hauteur, et le même prix a été payé dans la marne pour 2^m,10 sur 2^m,10, boisage compris. L'avancement mensuel a été en moyenne de 20 à 25 m. par attaque. Le prix de revient de la galerie est de 140 francs en moyenne par m', y compris les revêtements, enduits, etc.

A la sortie d'aval de la galerie de Brot il y a un bassin avec vanne de décharge et vanne à l'entrée de la conduite métallique sous pression qui conduit l'eau aux turbines. Ce bassin a une forme demi-circulaire et 5 m. de diamètre intérieur. Le trop-plein de l'eau passe sur tout le pourtour, disposé en déversoir, et s'écoule dans le canal de décharge par une rigole qui règne sur le pourtour extérieur du bassin. Cette disposition permet de réduire à peu de chose les différences de niveau dans le bassin: le déversoir ayant 10 m. de développement, il débitera 3000 litres par seconde, lorsque le niveau de l'eau dans le bassin se trouve à 25 cm. au-dessus du déversoir.

Fig. 6.



Bassin de distribution.

La conduite métallique entre le bassin et le bâtiment des turbines est en tôle, elle a 1^m,20 de diamètre et sa longueur est de 100 m.; elle débitera facilement la moitié de l'eau disponible. Lorsqu'il s'agira d'utiliser la seconde moitié, il faudra poser une seconde conduite.

Le niveau de l'eau dans le bassin est à la cote 684, et celui des hautes eaux de la Reuse, à la sortie du canal de fuite de l'usine, peut atteindre la cote 631 m. Il y a donc une chute de 53 m. qui représenterait pour 4000 litres par minute une force effective d'environ 2000 chevaux. Mais l'évaluation du débit de la Reuse à 4000 litres n'est pas exacte pour les plus basses eaux: l'été dernier il n'y avait guère plus de 3000 litres et la force ci-dessus doit par conséquent être réduite à 1500 chevaux.

L'usine hydraulique occupe une surface de 52 m. sur 12 m.; dans la partie inférieure il y a la chambre d'eau des turbines

et le puisard pour l'eau des sources. Ces chambres ont 43 m. de longueur sur 4 et 2 m. de largeur. Au-dessus il y a la salle des pompes et une annexe pour l'atelier de réparation, bureau, magasin et logement du mécanicien.

La salle des pompes est faite pour 4 groupes de pompes et les fondations pour 7.

Le Bas des Moyats offrait bien l'emplacement le plus convenable pour l'usine hydraulique, mais la place était passablement restreinte et il a fallu en partie la gagner sur le lit de la rivière qui y avait formé une anse assez profonde, surtout du

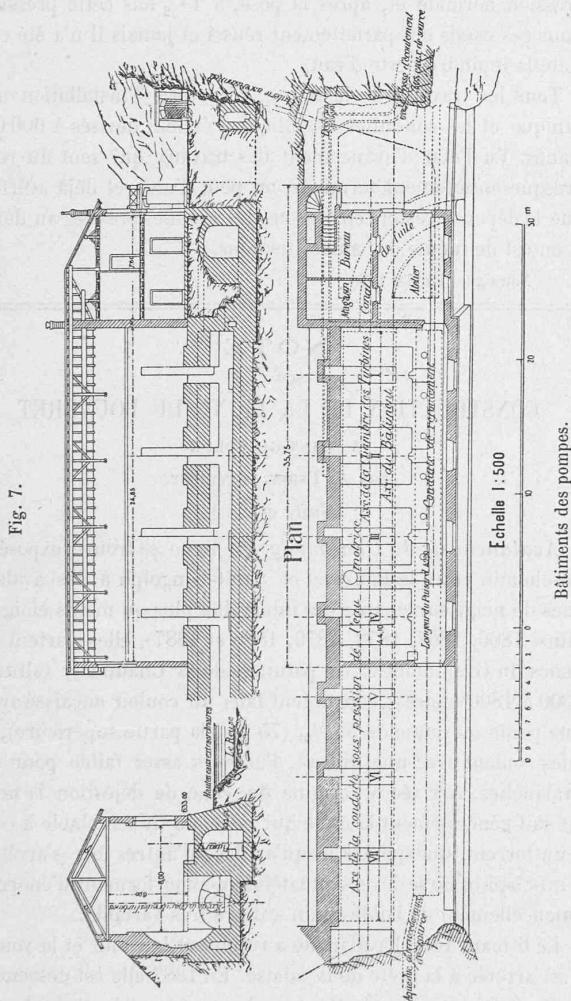


Fig. 7.

côté d'aval. Pour éviter les frais d'épuisement pendant les travaux de fondations, il y avait un moyen fort simple de procurer un écoulement naturel aux eaux qui devaient pénétrer dans la fouille, en établissant avant tout l'aqueduc de décharge du trop-plein des eaux de source à une profondeur plus grande que celle qui eut été nécessaire pour l'écoulement de ces eaux. Cet aqueduc fut établi à 1 mètre en contre-bas des basses eaux de la Reuse vers le bâtiment et les matériaux provenant des fouilles servirent à l'établissement d'un batardeau entre la rivière et les fouilles. Malgré différentes crues de la Reuse pendant l'été 1886, ce mode de procéder, quoique un peu dangereux, a parfaitement réussi et il a été possible de terminer cette même année les fondations jusqu'à la hauteur de la plateforme du bâtiment, soit sur environ 5 m.

Vu le manque absolu, sur place, d'une bonne pierre à bâtir, il a été fait pour ces travaux, ainsi que du reste pour tous les autres, dans une large mesure application de bétons. Pour ce genre de maçonnerie les pierres se trouvaient sur place, l'eau pour les laver ne manquait pas et, avec l'excellente chaux hydraulique de Noiraigue et les ciments Portland des usines de Leuba et de Saint-Sulpice, il était facile de faire des bétons de toute première qualité. Le sable, en revanche, coûtait cher, 9 francs le m³., mais il était soigneusement lavé et purgé de toutes les parties limoneuses. Le m³ de béton avec 300 kg de chaux hydraulique revenait à 20 fr. 50 cent. et avec 250 kg de ciment Portland à 28 fr. 60 cent., y compris tous frais d'application, cintres, encaissements, etc.

M. Ritter s'était déjà occupé de l'installation mécanique, en s'adressant à différents constructeurs pour obtenir des plans. Aucun des constructeurs qui s'y étaient intéressés n'avait douté de la possibilité d'élever l'eau sous 50 atm. de pression; mais les moyens proposés et le coût des différents projets étaient bien différents.

Ces projets furent soumis à messieurs les experts, et c'est le projet de la maison Escher, Wyss et Cie qui eut la préférence. Cette décision était certes de la plus haute importance pour la réussite de toute l'entreprise et nous avons eu tout lieu de nous en féliciter. Du reste c'est notre collègue, M. Piccard qui s'est plus particulièrement occupé de la question mécanique.

Le marché qui fut conclu avec la maison Escher, Wyss et Cie est un forfait et comprend tous frais de transport et de montage. Pour la somme de 126 000 francs, elle devait fournir toute l'installation mécanique, y compris la conduite de 1^m,20 de diamètre de l'eau motrice, depuis le bassin. Les machines comprennent trois groupes de pompes commandées par autant de turbines et pouvant refouler 1000 litres d'eau par minute et par groupe.

Les turbines sont à axe horizontal, ont 5 m. de diamètre et fournissent 140 chevaux de force. Elles actionnent directement deux pompes à double piston et disposées parallèlement à la turbine. Les pistons ont 113 mm. de diamètre soit 1 dm² de section, leur course est de 50 cm. et les turbines font 56 tours par minute.

A première vue, la grande vitesse des pistons, près de 1 m. par seconde, ne paraît pas admissible; mais ce sont des pistons plongeurs du système Farcot, et le piston ne communique pas à l'eau une vitesse d'égale intensité. L'expérience a du reste démontré que cette vitesse n'est pas exagérée. La question des soupapes paraissait pleine de difficultés: elle a été résolue d'une manière très heureuse en diminuant autant que possible la levée et en augmentant la section horizontale. Mais, pour éviter un diamètre trop grand, elles sont formées de deux anneaux concentriques à quadruple siège. La levée a ainsi pu être réduite à 2 mm.

Les presse-étoupe, à garniture métallique, sont parfaitement étanches.

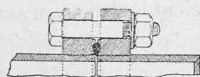
La chute utile a été admise à 52^m,50. Chaque turbine doit employer par seconde 280 litres d'eau et élever 16 $\frac{2}{3}$ litres d'eau à 500 mètres de hauteur, de sorte que l'eau motrice produit un effet utile de 56 $\frac{0}{100}$. Les essais constatant ce rendement n'ont pas encore eu lieu.

Les pompes fonctionnent depuis le mois de novembre et toute

l'installation fait le plus grand honneur aux ingénieurs de la maison Escher, Wyss et C^{ie} qui ont eu l'occasion de s'en occuper d'une manière spéciale.

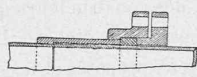
Nous aurions presque oublié les accumulateurs dont l'effet est de neutraliser les coups de bélier et qui paraissent présenter une difficulté presque insurmontable. Après bien des hésitations, les constructeurs ont eu recours à des réservoirs d'air à 50 atmosphères de pression. La compression de l'air se fait dans une bouteille alimentaire au moyen de l'eau de la conduite de refoulement. Ce système va parfaitement bien et l'absorption de l'air par l'eau est bien moins grande que celle qui résultait des calculs. Lorsque les réservoirs d'air contiennent une quantité d'air suffisante, les oscillations de l'aiguille du manomètre indiquent environ 1 atmosphère.

Fig. 8.



Coupe en long du joint.

Fig. 9.

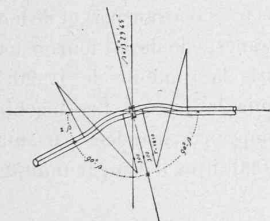


Joint de dilatation à presse-étoupe.

Les réservoirs d'air, la bouteille alimentaire et les pièces soumises à une forte tension sont en acier fondu.

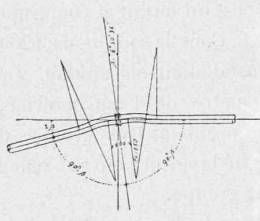
Pour la conduite de refoulement nous avons trouvé par l'entremise de MM. Kägi et Reydellet, à Winterthur, une usine allemande, celle de MM. Thyssen et C^{ie} à Mulheim sur la Ruhr,

Fig. 10.



Tuyaux courbes.

Fig. 11.



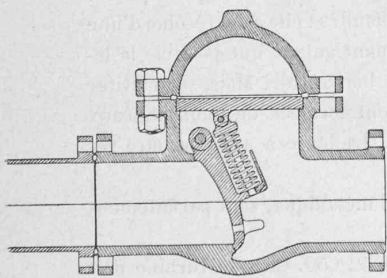
Tuyaux courbes.

qui nous a fourni des tuyaux en tôle soudée par recouvrement et à brides vissées, en fer forgé, qui résistent parfaitement au triple de la pression à laquelle ils sont soumis en réalité.

Les joints sont à garniture en caoutchouc noyé dans la bride.

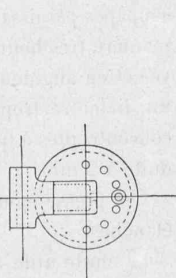
Ces tuyaux ont été fournis en 4 épaisseurs de tôle, suivant les pressions auxquelles ils doivent résister. Leur diamètre extérieur est constant et égal à 270 mm. Pour 50 à 40 atm. de

Fig. 12.



Clapet de retenue.

Fig. 13.



Vue du clapet.

pression l'épaisseur de la tôle est de 12 mm., pour 40 à 30 atm. de 10 mm., pour 30 à 20 atm. de 8 mm. et pour 20 à 0 atm. de 7 mm. Les tuyaux sont zingués et ont 4^m,50, 5 m. et 5^m,50

de longueur. Le prix par mètre pour toute la conduite, pose et transport compris, est d'environ 55 francs, non compris les terrassements.

Tous les 100 m. il y a un joint de dilatation et sur toute la longueur de la conduite 3 clapets de retenue, pour empêcher une trop grande affluence de l'eau en cas de rupture d'un tuyau.

D'après les conditions imposées aux constructeurs tous les tuyaux doivent pouvoir résister à au moins trois fois la pression normale; cette résistance a été constatée sur un certain nombre de tuyaux, mais tous ont été essayés à l'usine au double de la pression normale et, après la pose, à 1 1/2 fois cette pression. Tous ces essais ont parfaitement réussi et jamais il n'a été constaté la moindre perte d'eau.

Tous les travaux de la Reuse, y compris l'installation mécanique et les conduites métalliques, étaient devisés à 600 000 francs. Vu l'état d'avancement des travaux qui sont du reste presque entièrement terminés, on peut d'ores et déjà affirmer que la dépense restera en dessous des sommes prévues au devis. Il en est de même des autres sections.

Noiraigue, janvier 1888.

NOTE

SUR LA

CONSTRUCTION DE LA LIGNE DU BOUVERET

A SAINT-GINGOLPH

par A. PEREY, ingénieur.

(Suite et fin.)

Avalanche de la Chaumény. La ligne se trouve exposée à mi-chemin entre le Bouveret et Saint-Gingolph à des avalanches de neige survenant à des intervalles plus ou moins éloignés (ainsi 1866, 1867, 1873, 1879, 1886 et 1887), elles partent des flancs du Grammont et du pâturage de la Chaumény (altitude 1300 à 1800 mètres), convergent dans un couloir encaissé ayant une pente moyenne de 55 %, (75 % à la partie supérieure), où elles coulent avec une vitesse d'ailleurs assez faible pour des avalanches. Arrivée à l'origine du cône de déjection la neige en suit généralement la crête qui offre un lit semblable à celui d'un torrent, quelquefois jusqu'au lac, d'autres fois s'arrêtant à mi-chemin ou se déversant latéralement en formant d'énormes amoncellements de boules d'un calibre très variable.

Le 6 mars 1886 l'avalanche a recouvert la route et la voie et s'est arrêtée à la crête de la falaise. En 1887 elle est descendue en trois fois et s'est arrêtée sur la route au bord de la voie ferrée; elle s'était en outre divisée sur le cône en formant des amoncellements que nous avons évalués à 50 000 m³.

Ces phénomènes, ne se reproduisant qu'à des intervalles assez éloignés, dans un moment où la situation météorologique les laisse prévoir et avec une vitesse qui permet par des précautions élémentaires d'éviter leur rencontre avec les trains, ne présentent au fond aucun danger sérieux pour l'exploitation de la ligne, que sa position à la crête d'une falaise de 15 mètres de hauteur descendant à pic jusqu'au lac permettrait toujours de désobstruer rapidement et à peu de frais ¹. Cependant

¹ Le cube à enlever en 1886 a été de 1200 m³ pour la route et de 520 m³ pour la voie; il est à remarquer qu'il suffit de couper la neige à pic et qu'elle est assez tassée pour que la fusion (qui a duré près de trois mois) s'opère sans que le talus s'éboule.