

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 36 (1910)
Heft: 18

Artikel: Note sur le calcul du coup de béliet dans les conduites d'eau sous pression
Autor: Vaucher, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-81450>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

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

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAÎSSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin. P. MANUEL, ingénieur et Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : Note sur le calcul du coup de bélier dans les conduites sous pression, par A. Vaucher, ingénieur (suite). — Notice sur la construction de quelques routes de montagne dans le canton de Vaud, par H. Develey, ingénieur (suite). — Préservation des bois façonnés contre les attaques des insectes et des champignons parasites par l'emploi du carbolineum avenarius et du microsol, par M. Moreillon. — Concours pour l'élaboration des plans d'un bâtiment d'Ecole primaire à construire aux Planches-Montreux : Rapport du jury. — Société suisse des ingénieurs et architectes. — Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes. — Bibliographie. — Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne : Demande d'emploi.

Note sur le calcul du coup de bélier dans les conduites d'eau sous pression.

Par A. VAUCHER, ingénieur.

(Suite¹). *Seule suite 223 !*

Deuxième phase, soit celle du contre-coup de bélier pendant le mouvement du vannage, du temps $t = \frac{2L}{a}$ jusqu'à $t = T$ à l'arrêt du vannage.

L'équation de la courbe de pression pendant la demi-période $\frac{2L}{a}$ à $\frac{4L}{a}$ s'obtient comme suit :

En éliminant la fonction $F(t)$ entre les équations générales (6) et (7) et en y remplaçant V par sa valeur tirée de (8) soit par $K\sqrt{2gY}$ on obtient :

$$Y - Y_0 = \frac{aV_0}{g} - F\left(t - \frac{2L}{a}\right) - \frac{aK}{g}\sqrt{2gY} \quad (16)^2$$

D'une manière successive on pourra pour les demi-périodes suivantes $\frac{4L}{a}$ à $\frac{6L}{a}$, etc., calculer les valeurs correspondantes de Y en introduisant dans l'équation (16) ci-dessus (ou 32 d'Alliévi) pour la fonction $F\left(2 - \frac{2L}{a}\right)$ les valeurs attribuées à $F(t)$ au temps précédent de $\frac{2L}{a}$.

S'il s'agissait d'un mouvement linéaire du vannage, c'est-à-dire si la fonction

$$K = \left[\frac{(V_0 T + (V_i - V_0)t)}{T\sqrt{2gY_0}} \right],$$

¹ Voir N° du 25 août 1910, page 185.

² En isolant la racine et élevant chaque membre au carré, cette équation (16) devient l'équation N° 32 du mémoire de 1904 de M. Alliévi, soit :

$$Y^2 - 2Y\left(H - 2f + \frac{aK^2}{g}\right) + H - 2f = 0$$

dans laquelle f désigne par abréviation la fonction $F\left(t - \frac{2L}{a}\right)$ et H comme plus haut la valeur maximum $Y_0 + \frac{aV_0}{g}$ du coup de bélier direct d'une fermeture brusque.

L'équation (16) après introduction de cette expression et remplacement de $\sqrt{\frac{Y}{Y_0}}$ par celle déjà maintes fois employée plus haut, résolue par rapport à $Y - Y_0$ devient :

$$Y - Y_0 = \left[\frac{\frac{a(V_0 - V_i)t}{gT} - 2F\left(t - \frac{2L}{a}\right)}{1 + \frac{a}{2gY_0}\left(V_0 + \frac{(V_i - V_0)t}{T}\right)} \right] \quad (17)$$

et pour une fermeture totale où $V_i = 0$ elle s'écrit :

$$Y - Y_0 = \frac{\frac{aV_0t}{gT} - 2F\left(t - \frac{2L}{a}\right)}{1 + \frac{aV_0(T-t)}{2gY_0T}} \quad (17 \text{ bis})$$

On pourrait généraliser cette équation (17) et exprimer en une seule formule la valeur de $Y - Y_0$ en un temps t quelconque, en y introduisant d'emblée les expressions algébriques correspondantes aux temps $\left(t - \frac{2L}{a}\right)$, $\left(t - \frac{4L}{a}\right)$, etc.⁴, mais le chiffrage des séries de termes

⁴ Ainsi s'il s'agissait de calculer, lors d'une fermeture totale, la succession des amplitudes précédentes, maximum ou minimum, on aurait pour un temps quelconque $\frac{nL}{a}$, n étant un nombre entier pair, une amplitude

$$Y_n - Y_0 = \frac{\frac{nLV_0}{gT} - 2\left[(Y_{(n-2)} - Y_0) + \dots + (Y_2 - Y_0)\right]}{1 + \frac{aV_0}{2gY_0}\left(1 - \frac{nL}{aT}\right)},$$

le dernier terme $Y_2 - Y_0$ du numérateur étant calculé d'après l'équation (14), et les précédents d'après la relation 17 bis, en y faisant $t = \frac{4L}{a}$, ..., $t = \frac{6L}{a}$, etc., ... jusqu'à $t = \frac{(n-2)L}{a}$; l'équation ci-dessus, pour $n = 4$, devient alors :

$$\begin{aligned} Y_4 - Y_0 &= \frac{\frac{4LV_0}{gT} - 2(Y_2 - Y_0)}{1 + \frac{aV_0}{2gY_0} - \left(1 - \frac{4L}{aT}\right)} = Y_0 \left[\frac{\frac{4LV_0}{gT} - 2(Y_2 - Y_0)}{Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{2LY_0}{gT}} \right] \\ &= Y_0 \left[\frac{\frac{4LV_0}{gT} \cdot \left(\frac{aV_0}{2g} - \frac{LY_0}{gT}\right)}{\left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{2LY_0}{gT}\right) \left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{LY_0}{gT}\right)} \right] \quad (17 \text{ ter}) \end{aligned}$$

et pour $n = 6$:

$$Y_6 - Y_0 = Y_0 \left[\frac{\frac{2LV_0}{gT} \left(\frac{3aV_0}{2g} - \frac{6LY_0}{gT} - Y_0 \right) + 2(Y_2 - Y_0) \frac{2LY_0}{gT} - \frac{aV_0}{2g} + Y_0}{\left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{3LY_0}{gT}\right) \left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{2LY_0}{gT}\right)} \right]$$

auxquels l'on arrive, les uns positifs, les autres négatifs, prêterait facilement à des erreurs de calculs et pratiquement il paraît préférable de procéder successivement comme nous l'avons fait dans les deux exemples qui terminent cette étude.

Mais il ne sera pas toujours nécessaire d'effectuer ces calculs successifs, car à partir du moment $\frac{2L}{a}$ auquel le coup de bélier a atteint sa valeur maximum définie d'une manière générale par l'équation (9) et en cas de mouvement linéaire par les relations (13 *ter*), (14) ou (15), la vitesse de l'eau tendra à s'égaliser sur toute la longueur de la conduite et la pression s'approchera, par ondulations plus ou moins accentuées, d'une valeur caractéristique qui n'est autre que celle définie plus haut par les équations (4) et (5) établies précisément dans l'hypothèse de vitesse constante dans toutes les sections de la conduite, et qui sera atteinte sensiblement au moment de l'arrêt du vannage, pour autant que le mouvement de ce dernier comprenne plusieurs périodes $\frac{4L}{a}$.

Le contre-coup de bélier ainsi calculé qui est sensiblement la moyenne des dernières ondulations sera, lors d'ouverture du vannage, toujours inférieur à la dépression du coup direct en première phase. Mais en cas de fermeture il pourra être inférieur ou supérieur à ce coup direct, selon les conditions suivantes :

1° Si l'on a :

$$a V_0 < 2 g Y_0,$$

c'est-à-dire si la vitesse de régime V_0 est plus petite que le rapport $\frac{2 g Y_0}{a}$, le maximum de surpression sera atteint lors de la phase du coup de bélier direct.

2° Si l'on a :

$$a V_0 > 2 g Y_0,$$

c'est-à-dire si la vitesse de régime V_0 est plus grande que le rapport $\frac{2 g Y_0}{a}$, le maximum de surpression sera atteint lors de la phase du contre-coup de bélier.

3° Si l'on a :

$$2 g Y_0 < a V_0 < 3 g Y_0,$$

c'est-à-dire si la vitesse de régime V_0 est comprise entre les rapports $\frac{2 g Y_0}{a}$ et $\frac{3 g Y_0}{a}$ le maximum de surpression se présentera lors du coup de bélier direct ou lors du contre-coup, suivant que le temps de fermeture aura été plus grand ou plus petit que le rapport :

$$= Y_0 \left[\frac{\frac{2L}{gT} V_0 \left(Y_0^2 - \frac{LV_0}{gT} \left(Y_0 + \frac{9aV_0}{2g} - \frac{6LV_0}{gT} \right) + \frac{3(aV_0)^2}{2g} \right)}{\left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{3LV_0}{gT} \right) \left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{2LV_0}{gT} \right) \left(Y_0 + \frac{aV_0}{2g} - \frac{LV_0}{gT} \right)} \right] \quad (17 \text{ quarto}).$$

On pourrait de même poursuivre ces substitutions pour les périodes suivantes mais le calcul successif de chaque amplitude extrême donne des indications souvent utiles et tout bien considéré est peut-être plus rapide.

$$\frac{L}{a} - \frac{a V_0 - g Y_0}{a V_0 - 2 g Y_0}.$$

Toutefois, pour que ces caractéristiques soient rigoureuses, il faut que la fermeture soit linéaire et que la variation de perte de charge due aux frottements et négligée jusqu'ici, correspondant à la variation de vitesse de l'eau dans la conduite du coup direct au contre-coup, soit inférieure à la différence du coup direct au contre-coup lorsque cette dernière est de signe positif.

On peut dire que pratiquement les conditions sous N° 1 seront réalisées pour les hautes chutes, celles sous N° 2 pour les basses chutes et celles sous N° 3 pour les chutes moyennes d'une centaine de mètres avec une vitesse d'eau de 2 à 3 mètres à la seconde.

REMARQUES SUR LA PREMIÈRE ET LA DEUXIÈME PHASE.

En résumé de ce qui précède et pour autant qu'il ne s'agisse pas de coups de bélier positifs doublant au moins la pression normale, ou négatifs, la réduisant d'au moins moitié, il est à remarquer notamment :

1° Lors d'un mouvement rapide du vannage, soit dans un temps inférieur ou au plus égal à $\frac{2L}{a}$, la surpression ou la dépression sont données par la relation (10 *bis*).

2° Lors d'un mouvement linéaire du vannage dans un temps égal ou supérieur à $\frac{2L}{a}$, le coup de bélier direct, $Y_1 - Y_0$, négatif ou positif, sera de la forme :

$$\frac{2Lv}{gT} m_1$$

et le contre-coup moyen de bélier $Y_2 - Y_0$ sera de celle :

$$\frac{Lv}{gT} m_2,$$

en appelant par abréviation v la différence de vitesse dans la conduite et :

m_1 un facteur correctif toujours inférieur ou au plus égal à 1 et donné par la parenthèse du second membre de la relation (13 *ter*);

m_2 un facteur correctif donné par la parenthèse du second membre de la relation (5), supérieur ou inférieur à 1 suivant qu'il s'agira de surpression ou de dépression.

A titre de contrôle il pourra être utile de vérifier que la différence des deux coups de bélier Y_1 et Y_2 , calculés d'après ces formules (10 *bis*) et (5) coïncide avec leur différence théorique qui, des équations (13) et (3 *bis*), peut aisément être formulée par :

$$Y_1 - Y_2 = \frac{Lv}{gT} \left[2 \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}} - \sqrt{\frac{Y_2}{Y_0}} \right] - \frac{aV_0}{g} \left[\sqrt{\frac{Y_2}{Y_0}} - 1 \right]. \quad (18)$$

Cette différence, positive en cas d'ouverture, sera lors de fermeture, comme énoncé plus haut, positive ou négative, suivant qu'il s'agisse de haute ou de basse chute.

Mais il faut bien remarquer que la différence des coups de bélier calculée d'après cette formule (18) est celle du

coup de bélier au temps $\frac{2L}{a}$ et du contre-coup moyen, mais non de l'amplitude maximum de ce contre-coup près de l'arrêt du vannage qui doit être calculée d'après les formules (17) à (17 *quarto*).

Au moment d'une *fermeture complète* au temps $t = T$, la fonction K s'annule et la surpression correspondante $Yf - Y_0$ deviendra alors d'après l'équation (16):

$$Yf - Y_0 = \frac{a V_0}{g} - 2F\left(T - \frac{2L}{a}\right) \quad (19)$$

relation dans laquelle, comme nous l'avons vu, $F\left(T - \frac{2L}{a}\right)$ peut être remplacé par la somme algébrique des surpressions aux temps $T - \frac{2L}{a}$, $T - \frac{4L}{a}$, etc., qui peuvent être calculées successivement à partir du temps correspondant dans la première demi-période au moyen des équations (17) à (17 *quarto*). Pour des fermetures d'une certaine durée la valeur de $Yf - Y_0$ ainsi calculée devra coïncider sensiblement avec celle des équations (4) et (5).

Troisième phase, soit celle du contre-coup après l'arrêt du vannage.

L'équation (16) est applicable à cette troisième phase, en y introduisant pour K sa valeur $\frac{V_i}{\sqrt{2gY_0}}$ constante dès l'arrêt du vannage, et elle devient:

$$Y - Y_0 = \frac{a V_0}{g} - \frac{a V_i}{g} \sqrt{\frac{Y}{Y_0}} - 2F\left(t - \frac{2L}{a}\right) \quad (20)$$

ou en faisant pour $\sqrt{\frac{Y}{Y_0}}$ la substitution connue, on trouve:

$$Y - Y_0 = \frac{\frac{a}{g} (V_0 - V_i) - 2F\left(t - \frac{2L}{a}\right)}{1 + \frac{a V_i}{2gY_0}} \quad (20 \text{ bis})$$

ceci qu'il se soit agi d'ouverture ou de fermeture de vannage et à condition de remplacer la fonction $F\left(t - \frac{2L}{a}\right)$ par la valeur de $F(t)$ calculée au temps $\frac{2L}{a}$ précédent. Ces équations (20 et 20 *bis*) sont valables depuis le moment d'arrêt du vannage et comprennent l'équation précédente (19) comme cas particulier.

Pour le *premier contre-coup maximum* $Y_c - Y_0$ après l'arrêt du vannage, qui a lieu au temps $t = \frac{4L}{a}$ si l'arrêt a eu lieu au moment $\frac{2L}{a}$ ou avant, et au temps $t = T + \frac{2L}{a}$ si l'arrêt du vannage s'est effectué après le temps $\frac{2L}{a}$, en appelant Y_a la pression au moment de l'arrêt, l'équation (20 *bis*) s'écrira:

$$Y_c - Y_0 = \frac{\frac{a}{g} (V_0 - V_i) - 2 \left[(Y_a - Y_0) + \left(Y \left(a - \frac{2L}{a} \right) - Y_0 \right) + \text{etc.} \right]}{1 + \frac{a V_i}{2gY_0}} \quad (21)$$

La somme algébrique des surpressions successives dans la parenthèse de $\frac{2L}{a}$ en $\frac{2L}{a} = F(T)$.

Ainsi si nous calculons ce *contre-coup à la suite d'un mouvement rapide du vannage* dans un temps $T \leq \frac{2L}{a}$, c'est-à-dire si nous substituons à $(Y_a - Y_0)$ sa valeur tirée de la relation (10 *bis*), ce contre-coup devient:

$$Y_c - Y_0 = \frac{\frac{a}{g} (V_0 - V_i) \left[\frac{\frac{a V_i}{2gY_0} - 1}{\frac{a V_i}{2gY_0} + 1} \right]}{1 + \frac{a V_i}{2gY_0}} = (Y_a - Y_0) \left(\frac{\frac{a V_i - 2gY_0}{a V_i + 2gY_0}} \right) \quad (22)^1$$

On voit d'après les relations (19) et (20 *bis*) qu'en cas de fermeture totale, c'est-à-dire pour $V_i = 0$, le premier contre-coup sera une dépression égale à la surpression $Yf - Y_0$ de fermeture, et d'après l'équation (22) qu'en cas d'ouverture ou de fermeture partielle, le premier contre-coup $Y_c - Y_0$ sera positif après l'ouverture, négatif après la fermeture, pour autant que $a V_i$ soit plus petit que $2gY_0$, c'est-à-dire que la nouvelle vitesse de régime après l'arrêt du vannage soit plus petite que $\frac{2gY_0}{a}$.

Les caractéristiques de cette troisième phase du coup de bélier seront en résumé qu'à partir de l'arrêt du vannage (ou du temps $t = \frac{2L}{a}$ si cet arrêt a lieu avant), la pression tendra à sa valeur de régime de la manière suivante:

1° Par une série d'oscillations au-dessous et au-dessus de la pression normale, d'amplitude constante et égale à la surpression au moment de la fermeture (abstraction faite de l'amortissement par frottement), mais ceci dans le seul cas de fermeture complète.

2° Par des oscillations d'amplitude décroissante s'il s'agit d'ouverture ou de fermeture partielles pour lesquelles la nouvelle vitesse de régime V_i soit plus petite que le rapport $\frac{2gY_0}{a}$.

3° Sans oscillations au-dessus et au-dessous de la pression normale s'il s'agit d'ouverture ou de fermeture partielles, pour lesquelles la nouvelle vitesse de régime V_i reste supérieure au rapport $\frac{2gY_0}{a}$.

Il est à noter que tandis qu'à la suite d'une fermeture totale il se produit donc un contre-coup négatif de même intensité que la surpression de fermeture, à la suite d'une ouverture le contre-coup peut devenir positif mais est limité en tout cas, ainsi que l'a établi M. Alliévi, aux 22,8% de la pression normale Y_0 , ce dernier chiffre étant atteint au temps $\frac{4L}{a}$ lors d'une ouverture brusque où $K =$

¹ L'expression exacte de ce contre-coup serait:

$$Y_c - Y_0 = \frac{a}{g} \left[V_i \left\{ 2 \sqrt{\frac{Y_a}{Y_0}} - \sqrt{\frac{Y_c}{Y_0}} \right\} - V_0 \right].$$

$0,3\sqrt{\frac{2gY_0}{a}}$ c'est-à-dire pour une vitesse $V_i = 0,6\frac{gY_0}{a}$,
ou d'après l'équation (12) à la suite d'un coup direct négatif de 46 % de la pression Y_0 .
(A suivre).

Notice sur la construction de quelques routes de montagne dans le canton de Vaud.

Par M. H. DEVELEY,
ingénieur en chef au Département des Travaux publics.

(Suite¹).

III. — Route de Bulle à Gessenay (par le Pays-d'Enhaut).

Cette route intercantonale, qui relie les importantes localités de Bulle (Fribourg) et de Gessenay (Berne), emprunte le territoire vaudois sur une longueur totale de 18,9 km. environ, dès la frontière fribourgeoise, lieu dit « La Tine », rière Montbovon, à la frontière bernoise « Au Vanel », rière Rougemont; elle remonte la vallée de la Sarine dans toute l'étendue du district du Pays-d'Enhaut, qui en occupe les deux versants.

Les caractéristiques en sont les suivantes :

Son point de départ se trouve dans le défilé de la Tine, à l'altitude de 839 m. au-dessus du niveau de la mer, sur la rive gauche de la Sarine, à la limite Fribourg-Vaud, marquée par les écussons des deux cantons gravés sur la paroi du rocher dans lequel la route est taillée. A 150 m. de là, la route qui, jusqu'il y a une vingtaine d'années, occupait le « revers » de la vallée, soit la rive gauche, passe sur le versant opposé au moyen d'un pont d'une grande hardiesse dit « de la Tine », que nous décrirons plus loin. Dès son arrivée sur la rive droite de la Sarine, la nouvelle route se développe sagement à flanc de coteau, par une rampe ne dépassant pas le 3 %, jusqu'au village de Rossinière (922 m.); elle redescend avec la même déclivité maximum (sauf un tronçon dévié récemment par suite de l'établissement du chemin de fer Montreux-Oberland bernois, avant le passage à niveau de la station Chaudanne-Moulins, où il y a du 6 % sur 200 m. environ) jusqu'au défilé de « la Chaudanne » (889 m.), où elle rejoint l'ancienne route « du revers », après avoir franchi la Sarine une seconde fois, atteint, non sans avoir traversé les torrents du Flumy et de la Tourneresse, le hameau des Moulins (894 m.), point de jonction avec la route d'Aigle à Château-d'OEx, précédemment décrite; continue par « les Prés » (894 m.) où, pour la troisième et dernière fois, elle croise la Sarine. Dès ce point, en effet, elle restera constamment sur la rive droite de la rivière. Elle monte assez rapidement jusqu'au bourg de Château-d'OEx (961 m.).

¹ Voir N° du 25 août 1910, page 181.

De là, elle s'élève par une rampe très douce jusqu'au contour « des Borsalets » (1014 m.), pour descendre insensiblement dans la dépression formée par le torrent de Flendruz, franchit ce ravin latéral à la cote 975 m. par un assez long développement à flanc de coteau, remonte sur le plateau des Plans (986 m.), et arrive au village de Rougemont (1010 m.). Après avoir traversé le hameau des Allamans (1010 m.), où une correction importante vient d'être achevée, elle fait un lacet dans le profond ravin « des Fenils », torrent qui est franchi à la cote 1004 par un pont en maçonnerie, et atteint à un demi kilomètre de là, au-dessous des ruines du château-fort du Vanel, la frontière bernoise, son terminus pour la partie qui nous intéresse (altitude 1016 m.). De là à Gessenay (1015 m.), longueur 2,7 km. environ, la route suit le thalweg de la vallée et ne présente rien de remarquable.

La différence de niveau entre les points extrêmes est ainsi de : 1016 m. — 839 m. = 177 m., ce qui, pour le développement total précédemment indiqué de 18,9 km., correspond à une déclivité générale moyenne de moins de 1 %. Mais, par le fait des nombreuses pentes et contre-pentes que la route présente, cette moyenne est dépassée en plusieurs endroits. Cependant, les tronçons à fortes pentes sont peu nombreux sur cette artère et se réduisent à quatre, qui sont :

La descente sur la Chaudanne (depuis Rossinière)	6 %
La montée du Pré et l'entrée de Château-d'OEx, environ	6 %
La montée de Flendruz, rive gauche	4,4 %
L'arrivée à Rougemont, environ	8 %

Ces pentes maxima n'affectent du reste que de très courts tronçons.

La route Bulle-Gessenay, sur son parcours en territoire vaudois, a été amenée dans son état actuel par une série de corrections partielles qui embrassent la longue période de 1837 à 1910.

Pour l'intelligence de la présente notice, nous subdiviserons le tronçon « Tine-Vanel » en deux sections, savoir :

1^{re} section : de la Tine à la Chaudanne.

2^{me} section : de la Chaudanne au Vanel.

Sur cette dernière, les travaux d'aménagement des divers tronçons, corrigés ou améliorés, se sont succédés comme suit :

1837 :	correction entre les Allamans et le Vanel (frontière bernoise).
1857 :	» à l'abord oriental de Rougemont (pont de Combabelle).
1859 :	» entre Flendruz et Rougemont.
1873 :	» dans la traversée des Moulins (pont sur la Tourneresse et abords).
1879 :	» entre Château-d'OEx et Flendruz.
1882 :	reconstruction du pont du Pré et correction aux abords.
1890 :	» des grands murs de Flendruz.
1892 :	» du pont du Petit-Pré (s/s Château-d'OEx et correction aux abords).