Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 43 (1917)

Heft: 2

Artikel: Correction de la Broye et de ses affluents de Semsales jusqu'à l'embouchure dans le lac de Morat (suite et fin)

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33138

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

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

43me année 27 Janvier 1917 N° 2

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing.
2, Valentin, Lausanne

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Correction de la Broye et de ses affluents de Semsales jusqu'à l'embouchure dans le lac de Morat.* — *Statistiques de chemins de fer.* — Les Sociétés financières suisses de l'industrie électrique. — Programme du concours d'idées pour un plan d'extension de Leysin. — Section et Société vaudoises des Ingénieurs et des Architectes. — Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. — Groupe genevois de la G. e. P. — *Bibliographie.*

Correction de la Broye et de ses affluents de Semsales jusqu'à l'embouchure dans le lac de Morat

(Suite et fin) [1].

II. Projets

Projet complet de 1889.

Ce projet reposait sur les données suivantes :

Le tracé suit en général celui des anciennes corrections dans la partie inférieure du parcours. Dans la partie supérieure, qui n'a pas été corrigée jusqu'à ce jour, on a de même suivi le cours actuel en se bornant à lui donner un tracé géométral.

Le profil en long (voir fig. 6) s'adaptait également autant que possible aux pentes existantes, en tenant compte toutefois de l'approfondissement possible. Ces pentes diminuent d'amont en aval depuis 5,5 ‰, 7,4 ‰, 3,3 ‰, 2,4 ‰, 1,6 ‰ jusqu'à 0,94 ‰. On a particulièrement tenu compte de l'abaissement du niveau des eaux du lac de Morat par suite de la correction des eaux du Jura.

La détermination du profil-type a surtout donné lieu à des études très sérieuses.

M. l'ingénieur Deladoey détermina, au moyen de profils, de renseignements donnés par les riverains et par les indications limnimétriques, la valeur de la crue de 1888.

Il trouva :

Au pont de Lucens . . . 265 m³.
A Moudon . . . . . 280 m³.

[1] Voir N° du 13 janvier 1917, p. 5.

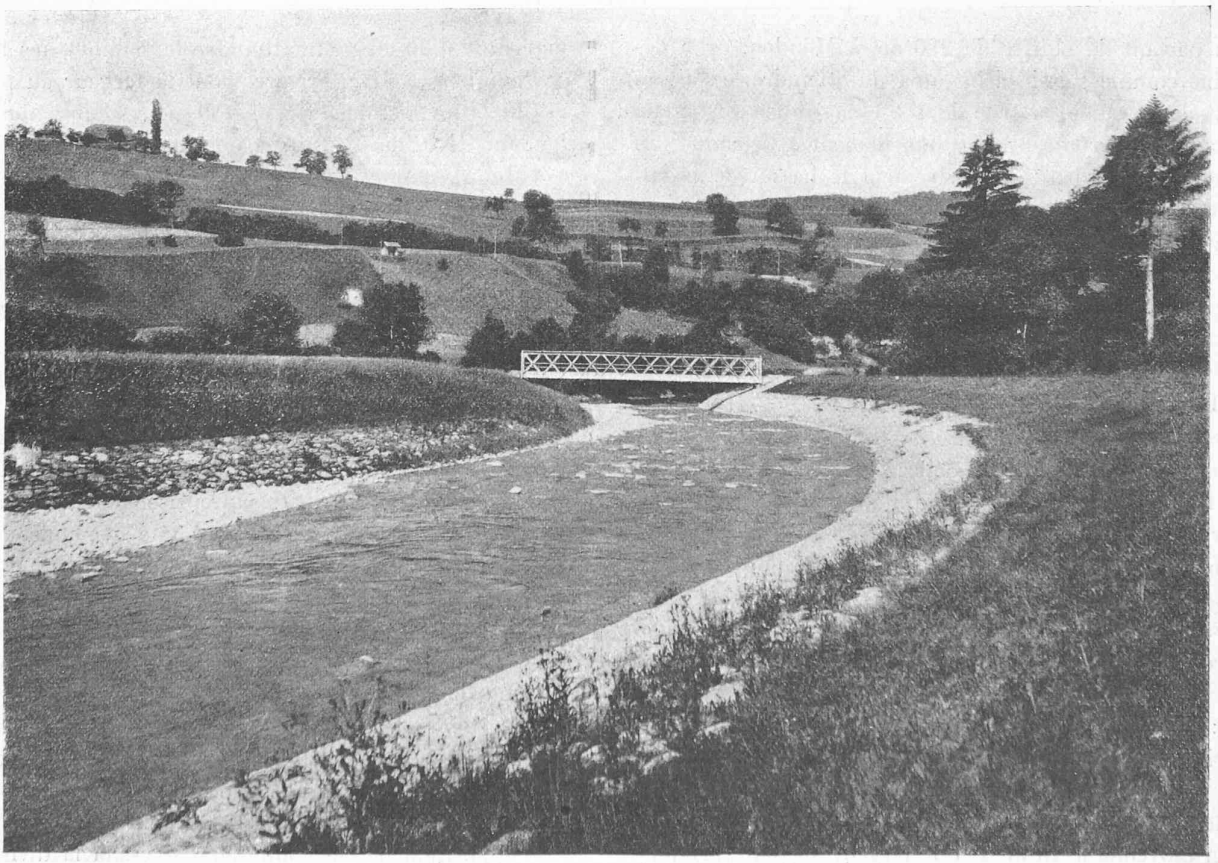


Fig. 3. — Partie en amont du pont-aqueduc Meyer.

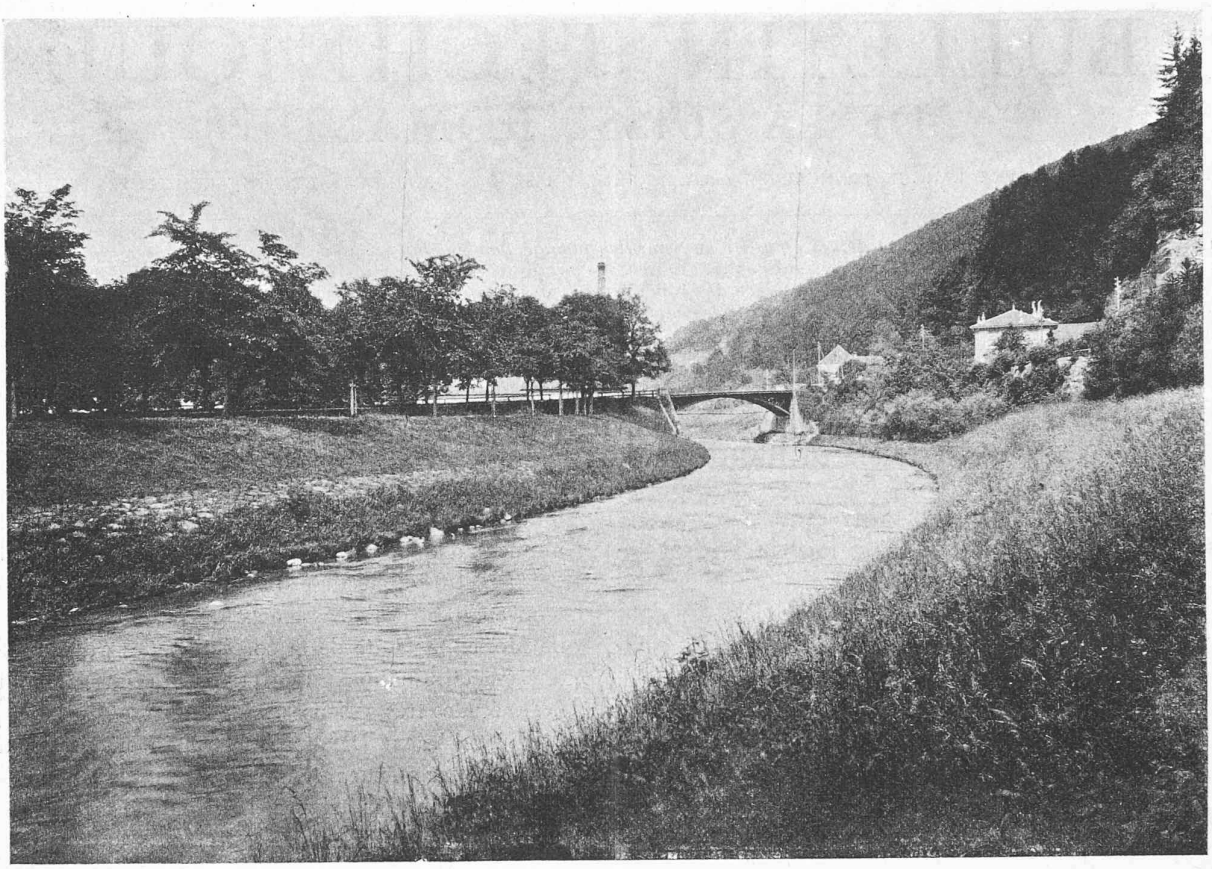


Fig. 4. — Partie en amont du pont de la Rollaz.

En partant du chiffre de 280 m³ à Moudon, on a déterminé comme suit le débit qu'a pu atteindre, en divers points de la vallée, la crue de 1888, en admettant qu'elle s'est accrue en route proportionnellement à l'étendue des surfaces qui forment successivement le bassin de réception de la Broye.

A l'amont de Moudon . .	231 km²	=	280 m³
» » de Lucens . .	289 »	=	350 »
» » de Granges . .	347 »	=	420 »
» » de Salavaux . .	417 »	=	500 »
» » du lac de Morat .	571 »	=	695 »

soit 1,21 m³ par km² et seconde.

C'est en tenant compte de ces chiffres que les profils en travers normaux ont été déterminés. La section adoptée a la forme d'un profil double. Pour la Broye moyenne, la largeur du plafond du profil intérieur varie de 16 à 18 mètres et passe à 24 mètres en aval de l'embouchure de la petite Glâne et de l'Erbogne. La hauteur du profil a été choisie de telle manière qu'une crue de 40 m³ puisse encore rester entre les défenses de rives maçonnées. Les talus du profil intérieur ont une inclinaison de 1 : 1 ou de 3 : 2 et sont protégés par de la maçonnerie ; les talus supérieurs inclinés à 2 : 1 ou 3 : 1 sont revêtus directement avec des gazons ou ensemencés.

Une crue de 350 m³ à la seconde, pour le profil de la région moyenne à 16 mètres de largeur au plafond, donnerait une hauteur d'eau de 3,70 m., laissant ainsi une marge de 0,30 m. pour atteindre le sommet des berges.

Pour la région inférieure, dont la largeur au plafond est de 24 mètres, une crue de 450 mètres cubes aurait une hauteur d'eau de 5,80 m. et une marge de 0,20 m.

L'augmentation de débouché qui doit être donnée à la rivière exigeait la reconstruction du pont de Salavaux, du Pont-Neuf et du pont St-Eloi à Moudon, dont les piles massives obstruaient le cours des eaux. Le profil d'écoulement des ponts de Villars-le-Grand et de Longbroye devait de même être aussi augmenté.

L'estimation générale du projet, y compris les travaux à exécuter sur le canton de Fribourg, se montait à 2 millions 850,000 francs, dont 2,510,000 francs pour le canton de Vaud et 340,000 francs pour le canton de Fribourg. Le projet de cette entreprise générale avait été transmis au Conseil fédéral avec une demande de subvention de la caisse fédérale, lorsqu'un pétitionnement adressé par vingt-sept communes de la vallée de la Broye, les unes vaudoises, les autres fribourgeoises, aux autorités cantonales et fédérales vint arrêter momentanément la marche de cette affaire.

Ces communes estimaient que la correction projetée n'était ni nécessaire, ni même utile dans les proportions qui lui avaient été données, et qu'elles s'opposaient à cette entreprise par tous les moyens légaux.

L'opposition de ces communes nécessita la division de l'entreprise générale en deux parties, dont l'une s'éten-

dait de Brivaux au Pont-Neuf et l'autre de ce pont au lac de Morat ; sur cette dernière section il n'était prévu que de simples travaux d'entretien.

Projet restreint de 1890.

En date du 5 février 1891, le Grand Conseil du canton de Vaud décrétait la constitution de l'entreprise actuelle d'endiguement et de correction de la Broye entre Brivaux et le Pont-Neuf, sur une longueur de 27,800 mètres, sur les bases du projet décrit plus haut, dont la répartition fut fixée de la manière suivante :

Confédération, 40 %	= fr.	800,000
Canton de Vaud, pour les ponts . .	= »	65,000
Entreprise de la Broye.	= »	1,135,000
Total	= fr.	2,000,000

Cette dernière somme de fr. 1,135,000 était prévue répartie comme suit :

Part de l'Etat de Vaud, 40 %. . .	= fr.	454,000
Part du périmètre : communes, particuliers, chemin de fer	= »	681,000
Total	= fr.	1,135,000

La période d'exécution des travaux a été fixée à 8 ans, ce qui porte à fr. 250,000 la somme des dépenses à faire annuellement. La Confédération entrant dans ce chiffre pour une valeur de fr. 100,000, il restait fr. 150,000 à livrer par les autres intéressés.

Pour permettre d'alléger cette charge et afin d'activer l'exécution des travaux, un emprunt de fr. 900,000 fut contracté dans un établissement financier du canton.

Le même décret prévoit un entretien des berges de la Broye aventicienne d'après les dispositions du projet complet de 1889, de manière à obtenir avec le temps une section suffisante pour le lit de la rivière. C'est dans ce but que ces travaux ont été placés sous la direction de M. Deluz, ingénieur de la correction supérieure.

Exécution des travaux.

Les travaux ont été commencés en 1891 sur les trajets suivants :

1° Travaux provisoires près de la place d'armes de Payerne, consistant en épis s'étendant jusqu'à la ligne de correction, et

2° travaux à Bramafan près de Lucens, où de grandes érosions s'étaient produites qui devaient d'abord être colmatées.

Les premiers travaux définitifs furent commencés en 1892, entre le pont de Longbroye et jusqu'un peu en aval du Pont-Neuf. La nature excessivement défavorable du terrain (limon fluent sous la couche d'humus) exigea un très solide boisage des fouilles, qui ne purent ainsi être exécutées que par tronçons très courts. Au moyen de nombreux assainissements et par l'emploi de palplanches aux endroits les plus difficiles, il fut possible, avec beaucoup de peine, d'exécuter une solide consolidation de rives qui

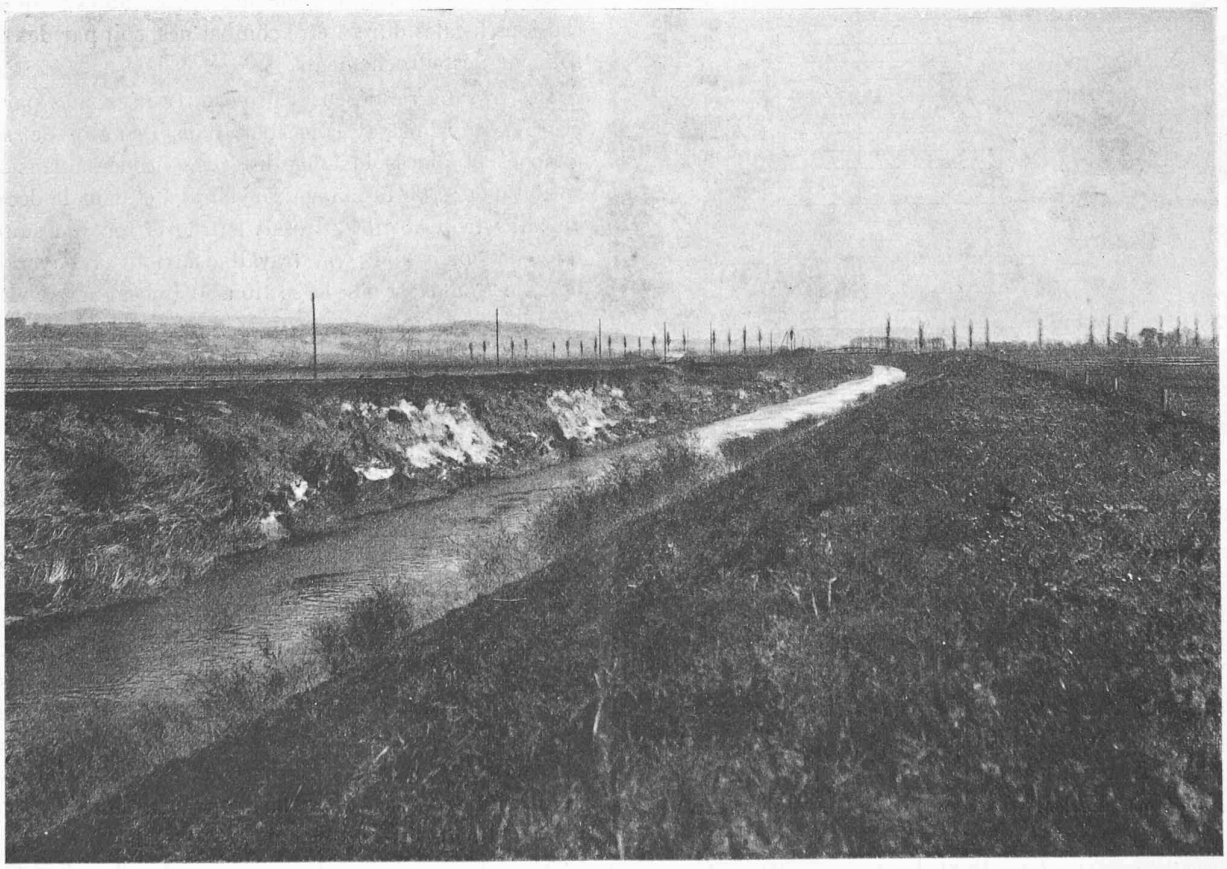


Fig. 5. — Partie entre les ponts de Saint-Aubin et de Villars-le-Grand avec rive gauche fribourgeoise non endiguée.

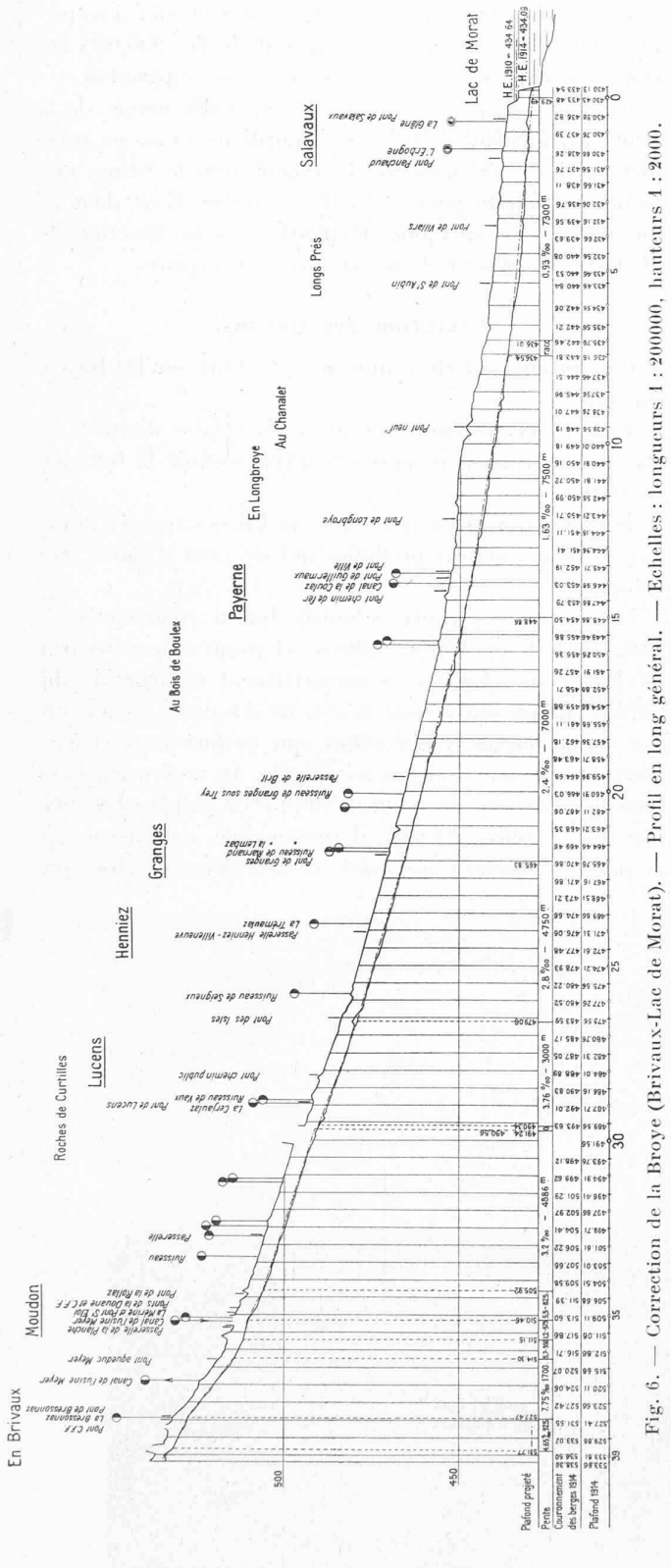


Fig. 6. — Correction de la Broye (Brivaux-Lac de Morat). — Profil en long général. — Echelles : longueurs 1 : 200000, hauteurs 1 : 2000.

fut encore renforcée, lorsque l'approfondissement se produisit, par un bon enrochement.

Les frais de cette section de 2900 m. de longueur se montèrent à fr. 472,681, soit à fr. 163 le mètre courant de rivière.

Dans cette même année 1892, les travaux définitifs ci-après désignés furent aussi commencés :

1° Coupure en amont du rocher de Curtilles, près Lucens, d'une longueur de 800 mètres ; pente 3,6 ‰. Le type employé fut celui avec 16 mètres de plafond et revêtement en pierres des talus, protégé au pied par un saucisson.

2° Exécution aux Iles, en amont du pont du chemin de fer sous Lucens, de défenses de berges.

Enfin, quelques travaux provisoires furent encore exécutés près du pont de Longbroye et à Granges.

En 1893, on travailla surtout activement entre le Pont-Neuf et Payerne ainsi qu'entre Moudon et Lucens, tandis qu'ailleurs on forma surtout des dépôts de pierres.

Les travaux principaux de l'année 1894 se concentrèrent principalement à Payerne et entre le rocher de Curtilles et le pont de la Rollaz près de Moudon (pentes de 1,63 ‰ et de 3 ‰ à 3,76 ‰), où des travaux provisoires aux endroits des plus grandes érosions, avec l'emploi du type ordinaire, furent entrepris. A Payerne même, des murs de quais alternent avec des talus perreyés qui reposent, soit directement sur le terrain solide, soit sur une fondation artificielle dans certains cas protégée par une paroi en palplanches.

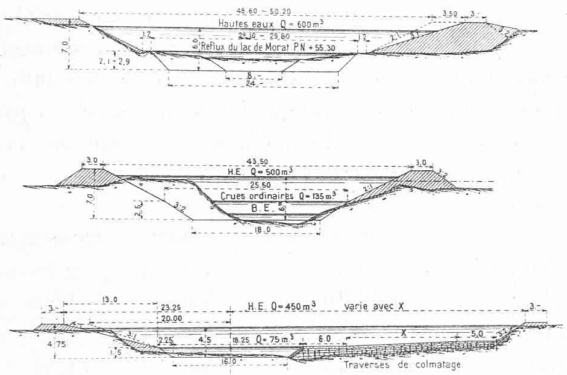
En 1895, une crue extraordinaire démontra d'une manière absolue la nécessité d'agrandir tous les profils d'écoulement et d'étendre le revêtement en maçonnerie jusqu'à la limite des hautes eaux ordinaires. Les largeurs au plafond, par contre, se sont bien comportées et les pentes n'ont pas subi de changements appréciables ; quelques érosions locales durent être combattues, soit par des seuils, soit par des enrochements.

Les travaux de défenses provisoires nécessités par cette crue extraordinaire, consistant dans l'emploi de sapins attachés et placés le long des rives érodées, dans l'exécution d'épis, de fascinages, de curage et dans le décapage de talus trop abrupts, furent entrepris tout de suite sur toute la correction ; on travailla surtout à Payerne, au bois de Boulex et sur la section de Lucens à Moudon. A Moudon même on ne s'occupa que de l'approvisionnement de pierres.

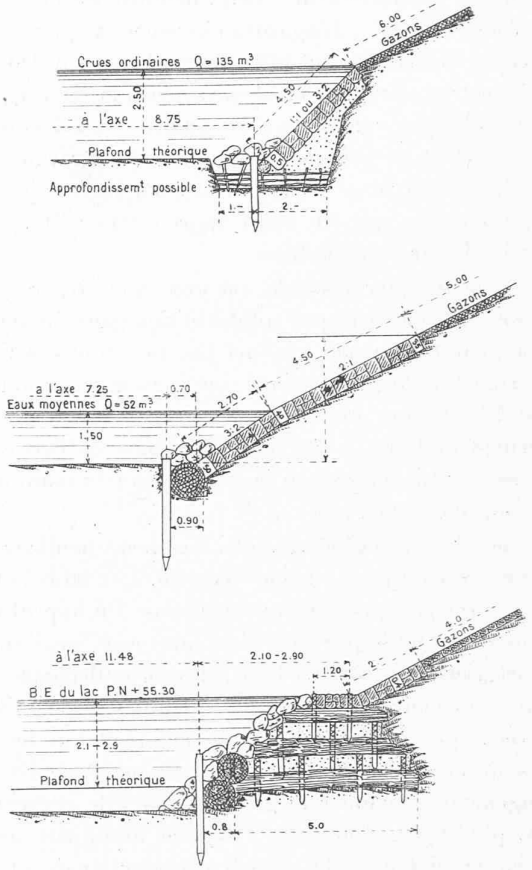
Le 18 février 1896, le gouvernement vaudois adressa une nouvelle demande de subvention pour la continuation des travaux de correction de la Broye entre le Pont-Neuf et le lac de Morat ; cette autorité faisait remarquer que, par suite de diverses circonstances et des expériences faites jusqu'à ce jour, ainsi que du fait que l'entrée en vigueur de la nouvelle loi cantonale sur la police des eaux de 1894 a diminué considérablement les charges des intéressés, la résistance des communes avait faibli d'une façon très notable. Les communes du district d'Avenches auraient même adressé la demande au Grand Conseil de décréter la correction complète de la Broye jusqu'au lac de Morat ou tout au moins de faire procéder à l'exécution d'une correction partielle du cours inférieur de cette rivière entre le pont de Salavaux et le lac.

Outre la correction de la rivière, les travaux ci-après étaient urgents :

Fig. 7. — Correction de la Broye. — Types d'endiguement.



Profils. — 1 : 1000.



Détails. — 1 : 400.

1° Reconstitution et protection près de Vallamand des rives dégradées du lac.

2° Reconstruction du pont de Salavaux.

3° L'amélioration et le remplacement de deux autres ponts en amont de ce dernier.

Le projet comprenait donc tous les travaux à exécuter entre le Pont-Neuf et le lac de Morat, à l'exception de ceux à faire sur le canton de Fribourg.

Deux groupes distincts de travaux étaient prévus :

1er groupe :

Coupure de la Broye, Salavaux-lac de Morat	fr.	320,000
Protection des rives près de Vallamand	»	20,000
Reconstruction du pont de Salavaux	»	150,000
» » » Panchaud	»	10,000
Allongement du pont de Villars-le-Grand	»	20,000
Protection de rives aux abords de ce pont	»	16,000
Frais généraux	»	14,000
Total pour le premier groupe	fr.	550,000

2me groupe :

Correction de la Broye entre Salavaux et un point situé à 300 mètres en aval du Pont-Neuf	»	1,084,000
Frais généraux	»	26,000
Total pour le deuxième groupe	fr.	1,100,000
Total général pour la section Pont-Neuf-lac de Morat	»	1,660,000

Le projet prévoyait les dispositions suivantes :

Le nouveau tracé suit l'ancienne direction de la rivière et ne déplace que l'embouchure dans le lac de Morat, laquelle est reportée légèrement vers l'ouest. La pente s'adapte au plafond actuel et mesure 1,63 ‰ dans la partie supérieure et 0,93 ‰ sur le cours inférieur. Entre ces deux pentes il est prévu une courbe de raccordement. Pour la partie inférieure, le profil normal a les dimensions suivantes : largeur au plafond, 24 mètres ; hauteur du profil, 7 m. ; berme de 1,20 m. à la hauteur de l'étiage ; talus inférieur, 1 : 1 sur 2,50 m. de hauteur verticale, avec revêtement en maçonnerie ; talus supérieur, 2 : 1 jusqu'à 3 : 1, gazonné ou ensemensé (fig. 7).

Ce profil peut débiter sans risques 600 m³ à la seconde. En amont de l'Erbogne et de la Glâne, le profil normal n'a été calculé que pour 500 m³. Pour les défenses de berges il a été prévu deux modes d'exécution. Dans le premier, la construction se fait en deux périodes : dans la première on fait, partout où un remblayage est nécessaire, un pied en tunage (Packwerk) devant lequel un saucisson est placé. Un canal de direction de 8 m. de largeur est creusé dans le milieu du profil, tandis que l'excavation restant à faire est abandonnée à l'action directe des eaux. Les talus menacés par l'approfondissement qui se produira sont garantis par des saucissons.

Dans la deuxième période, qui comprend celle où le lit de la rivière sera formé, il faudra compléter le tunage et le recouvrir d'enrochements pour éviter l'usure du bois. Les talus devront être réglés et revêtus de maçonnerie sur 1 m. de hauteur verticale, tandis qu'au-dessus ils seront préservés par un gazonnement.

Les dépenses pour ces deux périodes étaient devisées à 50 francs par mètre courant de rive, donc à 100 francs par mètre courant de rivière.

Dans le deuxième mode de construction il n'est pas prévu de tunage et l'on protège le talus en formation par

des saucissons superposés. Ensuite les talus sont dressés et protégés définitivement ; l'état définitif est ainsi établi ici en une seule fois. L'approfondissement se poursuivant, on pourra éventuellement faire descendre un ou deux saucissons et recouvrir le tout d'enrochements. Les dépenses de ce mode de construction se montent à 55 francs le mètre courant de rivière. La direction des travaux de la correction de la Broye se prononça pour le premier mode de construction, qui fut aussi approuvé par l'Inspection fédérale des travaux publics.

Dans le premier procédé, on crée une rive résistante dans des alluvions très peu solides et l'on pare aux dangers de l'approfondissement graduel par des saucissons flexibles. Une fois le profil formé, on parachève en toute sécurité les travaux exécutés. Ce procédé méthodique et prudent s'applique à une rivière comme la Broye dont les crues sont subites et où le terrain est très mauvais sur beaucoup de points.

Le deuxième procédé, quoique beaucoup meilleur marché, ne présente pas la même sécurité. Les talus naturels ne sont protégés que par des saucissons. Un approfondissement trop rapide par suite de hautes eaux provoquerait un fort glissement de ces talus, des affouillements pourraient se produire et de grandes quantités de terrain être entraînées par le courant, ce qui augmenterait les frais de construction. Toutes ces considérations avaient engagé les ingénieurs à choisir le premier mode de construction décrit plus haut. Toutefois, l'examen minutieux du terrain et des défenses de rives à exécuter conduisit à un autre résultat et il fut décidé de faire ces défenses en une fois, bien que d'un type en général plus solide. Dans le terrain le plus mauvais, on battit au pied des talus une ligne de palplanches reliées en arrière à des pieux, derrière ces palplanches on posa un saucisson servant de fondation au perré et le devant fut garni d'enrochements. Au-dessus des eaux moyennes la consolidation du talus devait être obtenue par un gazonnement ou des semis. Ce mode de construction a fait ses preuves, et seulement dans les cas où des approfondissements se produisirent il devint nécessaire de placer un saucisson ou d'augmenter l'enrochement.

De la section inférieure, seule la correction de la partie comprise entre l'embouchure de la Glâne et le lac de Morat a été exécutée, et il a été dépensé de ce chef une somme de fr. 495.536,22. Pour le moment, le compte de cette entreprise peut être considéré comme clos. Les travaux d'achèvement de la section Pont-Neuf—Pont de Longbroye eurent lieu en 1896. De petits travaux furent exécutés dans la section située en amont ainsi qu'à Payerne et au bois de Boulex. Des travaux plus importants furent faits entre Moudon et Lucens, dont quelques-uns pour la protection directe du chemin de fer.

En 1897, peu de travaux furent exécutés sur les trois sections inférieures ; l'activité principale fut concentrée au bois de Boulex. Sur ce parcours on employa d'emblée les nouveaux profils agrandis et les revêtements en pierre furent exécutés sur une plus grande hauteur.

Les travaux de la section Brivaux—Pont-Neuf ayant absorbé le premier crédit, de fr. 2,000,000, un nouveau devis de fr. 2,200,000 fut subventionné par arrêté des Chambres fédérales du 1er juillet 1898 ; la subvention accordée était de 40 % et se montait à fr. 880,000.

Le tableau ci-dessous indique les débits adoptés à partir de ce moment ainsi que les surfaces des bassins de réception d'après les recherches les plus récentes du service des eaux.

	Bassin de réception	Débits	Par km² et seconde
Bressonnaz	216.31 km²	450 m³	2.08 m³
Moudon	237.70 »	450 »	1.89 »
Lucens	274.54 »	450 »	1.65 »
Granges	354.41 »	500 »	1.41 »
Payerne	391.83 »	500 »	1.276 »
Salavaux	578.26 »	600 »	1.03 »

L'état des dépenses se présentait à la fin de l'année 1897 comme suit :

Dépenses faites	fr. 1,736,993.12
Somme nécessaire pour travaux complémentaires	» 2,463,006.88
Total pour la partie Brivaux-Pont-Neuf	fr. 4,200,000.—

Une fois la subvention accordée, les travaux furent poussés très activement ; on travailla simultanément depuis en amont de Payerne jusqu'au pont du chemin de fer de Lucens, puis près de Moudon et plus haut vers Bressonnaz. L'exécution des travaux ne présenta presque nulle part de grandes difficultés, sauf toutefois en amont de Moudon du fait de la mauvaise nature du terrain rencontré.

De 1899 à 1907, tous les travaux furent exécutés par des entrepreneurs, ainsi que la reconstruction des ponts St-Eloi à Moudon, de Granges-Marnand, de Villars-le-Grand et de Salavaux, dont les culées durent être fondées à l'air comprimé à cause du mauvais sol de fondation. Les passerelles suspendues d'Henniez et de Brit, ainsi que les passerelles rigides en aval de Moudon et de Payerne, furent également adjugées à des entrepreneurs. Le vieux pont du chemin de fer de Moudon trouva son emploi entre cette localité et Lucens.

En 1908, on travailla sur presque toutes les sections et l'endiguement fit de tels progrès qu'il put être considéré comme achevé dans ses grandes lignes.

Près de Vallamand, des travaux de protection des rives du lac furent exécutés de la manière suivante : non loin de la rive on fit une digue en tunage (Packwerk), puis on adoucit le talus de la berge et derrière ce tunage on plaça des enrochements, enfin le reste du talus fut gazonné et tout en haut ensemencé. En avant du tunage on planta des roseaux et des joncs pour briser la violence des vagues. Ces travaux se sont bien comportés jusqu'à présent. Des hautes eaux subséquentes, entre autres celles de 1910, nécessitèrent de nouveaux travaux, notamment en amont de Moudon, dans les courbes très prononcées en aval du pont de Bressonnaz, où le plafond, formé de molasse

tendre et de marne, a été affouillé jusqu'à 3 mètres de profondeur.

La construction de seuils formés de rangées de pieux entre lesquels de l'enrochement fut échoué, le prolongement des revêtements en pierre, ainsi que l'exhaussement des digues de hautes eaux, exigèrent de grandes dépenses.

Outre les ouvrages mentionnés plus haut, l'exécution des travaux ci-après fut subventionnée par des arrêts spéciaux du Conseil fédéral :

Dans le bassin supérieur de la Broye, une correction complète de la Mortivue, qui se jette dans cette rivière en aval de Semsales et dont la source se trouve au pied du Niremont (1514 m.), a été menée à bonne fin. Le bassin de réception de ce torrent mesure 4 km². Il a été exécuté 71 barrages et environ 700 m. de protection de rives. Les dépenses pour ces travaux se montaient à la fin de 1914 à la somme de fr. 157.949.36, sur lesquelles la Confédération a pris le 40 % à sa charge et a ainsi payé fr. 63.179,60. Le résultat obtenu est satisfaisant, attendu que les glissements dans la partie supérieure du torrent ont à peu près cessé, ce qui permet de compléter le boisement ; le charriage des galets a aussi beaucoup diminué et les inondations dans le village ne se sont plus produites.

A la Broye même, des travaux de correction sont prévus depuis le pont de la Rougève jusqu'en aval de l'embouchure de la Mortivue ; le tronçon supérieur près de ce pont est déjà exécuté. La largeur au plafond du nouveau lit varie de 4 à 8 m., et les revêtements en pierre, qui reposent sur des fascinages, ont une hauteur de 1 m. La hauteur totale du profil normal est de 1,80 m. La correction aura une longueur de 3232 m. et coûtera 125,000 francs, dont 40 % à la charge de la Confédération.

Il est aussi prévu de corriger la Cibaz, un affluent du Rio Vesnand, qui débouche dans la Broye en aval de Semsales. Le devis pour ces travaux s'élève à fr. 125,000. Sur le parcours depuis Palézieux jusqu'à Brivaux, la Broye est en général très encaissée, à l'exception de quelques petites parties où se trouvent des prises d'eau pour des moulins et où des inondations locales, peu importantes, peuvent se produire. Ces inondations sont sans influence sur le cours inférieur de la rivière. La Mérine, qui débouche dans la Broye sous le pont St-Eloi à Moudon, a été corrigée et il a été dépensé fr. 16,000 à cet effet. On a de même corrigé les ruisseaux de Trey, de Marnand et de Vauban, qui se jettent dans la Broye non loin du pont de Granges. La dépense pour ces travaux s'est élevée à fr. 62,000.

En ce qui concerne la section située entre le Pont-Neuf et le pont de Salavaux, il y a lieu de remarquer que la canalisation de la Broye entre l'embouchure de la Glâne et le lac de Morat a provoqué un nouvel approfondissement du plafond, bien que le premier approfondissement, qui fut très considérable, se soit déjà produit par suite de l'abaissement des différents niveaux du lac, conséquence de la correction des eaux du Jura.

Les fondations des défenses de berges en amont et en aval du pont de Salavaux durent être reprises en sous-œuvre et l'enrochement complété. Un autre travail dut être exécuté immédiatement en aval de l'extrémité de la correction de la Broye moyenne, en face des Granges de Payerne, sur le territoire de la commune de Corcelles. Il s'est agi à cet endroit de défenses de berges, qui ont été exécutées comme celles de la partie adjacente. La dépense pour ces travaux s'est élevée à fr. 30,000.

A la suite des hautes eaux de 1910, l'état de la Broye, entre les ponts de St-Aubin et de Villars-le-Grand, a tellement empiré que la consolidation de la rive droite, qui limite la propriété de la Confédération (haras d'Avenches), ainsi que le talutage de la rive gauche, devinrent urgents. Avec l'appui des gouvernements intéressés de Vaud et de Fribourg, on construisit, au pied du talus, un tunage (Packwerk) continu, les talus furent adoucis à 3 : 1 et la ligne des hautes eaux fut complétée jusqu'à 7 m. au-dessus du plafond et gazonnée. Ces travaux, terminés en 1912, ont coûté environ fr. 90,000.

Enfin, il reste à mentionner les essais entrepris avec ce qu'on appelle « la cuirasse Decauville », sur deux points de la Broye et à un endroit du lac de Morat. A la Broye on exécuta d'abord une fondation en tunage, sur laquelle vint reposer la « cuirasse », qui se compose de briques en béton à emboîtements, reliées entre elles au moyen de fils de fer ancrés dans la berge à la partie supérieure de la cuirasse. Au lac de Morat on posa sous la cuirasse du carton bitumé destiné à empêcher l'écoulement du limon.

A la Broye, ce système de revêtement de talus a donné de bons résultats, en supportant sans avaries les différentes crues.

Au lac de Morat, il eût été prudent d'aller plus haut avec la cuirasse et il aurait été bon de l'asseoir sur du béton ou sur toute autre couche de matière imperméable.

III. Discussion des projets et des travaux exécutés.

On peut dire que le tracé a été presque partout bien choisi. Des courbes de grands rayons, reliées par des alignements, n'ont donné lieu nulle part à des inconvénients ; là seulement où, comme en amont de Moudon, des courbes de petits rayons se trouvent sur un tracé à forte pente, des travaux de protection et de consolidation exceptionnels ont été nécessaires.

Le profil en long a été de même choisi d'une manière rationnelle et tient compte des parties à fond rocheux. Des irrégularités ne se sont produites, ainsi qu'il a été dit, qu'à l'endroit où la pente atteint 7,3 ‰ ; il aurait été prudent, sur cette section, de faire dès le début quelques seuils, afin de diminuer cette forte pente.

En ce qui concerne le profil normal, il aurait mieux valu, à l'origine déjà, admettre pour les calculs le plus grand débit connu, et ne pas se laisser influencer par des raisons d'économie. Si le profil élargi avait été exécuté depuis le commencement, les dépenses auraient été moindres que celles qui ont dû être faites pour le premier profil et son agrandissement ultérieur.

Les défenses de berges étaient, en général, bien projetées, sauf dans la partie inférieure où les dimensions étaient un peu faibles. Les fondations durent être prévues beaucoup plus larges et plus solides ; il aurait été aussi plus prudent d'adopter, pour les sections dans le mauvais terrain, un renforcement des fondations au moyen d'une paroi en palplanches. Enfin, il aurait été bon, dès l'origine, d'étendre le revêtement en pierre jusqu'au-dessus de la ligne des eaux moyennes et de consolider le pied de la rive concave au moyen d'un socle en béton. On doit reconnaître, toutefois, que l'adoption de revêtements en maçonnerie était déjà un grand progrès en comparaison des consolidations au moyen de fascinages seulement, exécutées antérieurement ; le nouveau mode de construction rendra sûrement l'entretien futur plus facile et plus économique. Enfin, un rejointoyage des perrés aux endroits particulièrement exposés devra très probablement être exécuté peu à peu.

En ce qui concerne la partie non encore élargie de la Broye entre le Pont-Neuf et Salavaux, l'avenir démontrera si l'on peut employer sur ce parcours la cuirasse Decauville, en ayant soin de l'appuyer sur une base très solide en tunage ; jusqu'à présent il semble que ce système pourrait être employé là avec succès.

En tous cas, il est vivement à souhaiter que la correction de la Broye soit parachevée complètement, afin de rendre durables les résultats obtenus.

Statistiques de chemins de fer.

Le *Bureau of Railway Economics*, à Washington, vient de publier une statistique, relative à l'année 1913, des principaux chemins de fer, à voie normale, du monde ; nous en extrayons le tableau suivant, qui suggérera des rapprochements intéressants à nos lecteurs. Les systèmes de statistique utilisés par les administrations différant souvent notablement entre eux, il faut se garder des interprétations tendancieuses basées sur des comparaisons trop strictes de nombres résultant de calculs qui ne sont pas établis d'après des règles uniformes ; mais il serait erroné de pousser la défiance jusqu'à dénier toute valeur comparative au travail des statisticiens américains. Tout en proclamant les défauts de leur publication, auxquels ils se sont d'ailleurs attachés à parer dans la mesure du possible, ils estiment que « l'erreur probable ne semble pas suffisante pour rendre inutilisables leurs données », bien qu'elle impose certaines réserves qui en limitent le champ d'application.

L'ouvrage vise 38 pays, sur les cinq continents, et contient une foule de renseignements que nous ne pouvions songer à reproduire ici. Aussi nous sommes-nous bornés à résumer dans un tableau les nombres relatifs aux principales rubriques de la statistique classique des chemins de fer de huit pays d'Europe et des Etats-Unis d'Amerique. Les nombres que nous reproduisons ayant surtout un intérêt de comparaison, il nous a paru inutile de traduire les unités américaines en unités courantes chez nous. Les longueurs sont donc exprimées en *milles*, les surfaces en *milles* carrés, les poids en *tonnes* américaines, les valeurs en *dollars*. Une note annexée au tableau fournit les coefficients de conversion.

Quelques remarques encore pour orienter l'interprétation de diverses rubriques.

Le terme « capital » vise, aux Etats-Unis et en Angleterre, le capital actions et obligations émis, tandis que dans d'autres pays il s'agit de la somme dépensée pour la constructiou

	Etats-Unis	Autriche	Belgique (1912)	France (1912)	Allemagne	Italie	Suisse	Royaume-Uni	Hongrie (1912)
Milles de lignes exploitées par 100 *milles* carrés	8,52	12,50	48,16	12,22	18,27	9,90	19,57	19,51	10,61
Capital investi par *mille* de ligne	$ 65 861	122 053	216 143	150 439	120 049	—	129 597	274 027	71 226
Recettes d'exploitation par *mille*	$ 12 859	16 169	23 665	15 190	22 285	14 261	16 030	28 645	8 599
Dépenses d'exploitation par *mille*	$ 8 929	12 232	16 406	9 614	15 607	12 106	10 733	17 937	5 451
Produit net par mille	$ 3 930	3 937	7 259	5 576	6 678	2 155	5 297	10 708	3 148
Coefficient d'exploitation	% 69,4	75,65	69,33	63,3	70,03	84,89	66,96	62,6	63,89
Voyageurs-*milles* par *mille* de ligne	143 067	367 673	1 046 614	445 127	693 317	—	538 448	—	236 556
Recettes moyennes par voyageur-*mille*, en *cents*	2,008	1,079	—	1,068	0,908	—	1,280	—	0,967
Tonnes-milles par *mille*	1 245 158	747 060	—	671 517	1 119 983	—	321 537	—	494 002
Recettes moyennes par *tonne-mille* en *cents*	0,729	1,509	—	1,183	1,244	—	2,632	—	1,215
Tonnes par train	445,4	195,9	—	147,0	239,7	—	129,1	—	147,2
Capacité moyenne des vagons-marchandises, en *tonnes*	38,0	14,3	14,1	14,1	15,9	17,2	13,7	—	13,4
Trains-*milles* par *mille* de ligne	5 201	8 511	18 827	9 935	12 649	8 575	10 349	18 397	6 100
Longueur du réseau de l'Etat en *milles*	néant	11 987	2 706	5 626	35 951	9 090	1 701	néant	11 229
Longueur du réseau privé	253 470	2 488	2 771	19 846	2 203	1 867	1 321	23 691	2 103
Parcours moyen d'un voyageur, en *milles*	33,6	17,4	14,9	21,5	14,2	—	13	—	19,1
Salaire moyen annuel d'un agent	$ 756,83	335,90	—	—	408,97	376,81	365,08	—	300,41

N. B. — 1 kilomètre = 0,6214 *mille*. — 1 franc = 0,193 *dollar*. — 1 *cent* = $^1/_{100}$ *dollar*. — 1 tonne métrique = 1,102 *tonne* américaine.