

Reconstruction du pont sur la Broye à Moudon

Autor(en): **Orpiszewski, J.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **16 (1890)**

Heft 1 & 2

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-15702>

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 : Reconstruction du pont sur la Broye à Moudon, par J. Orpizewski, ingénieur. Planches N^{os} 37 et 38. — Cloches électriques pour signaux de chemins de fer. — Calcul d'un support de fils téléphoniques, par A. Vautier, ingénieur. — Emploi de l'air comprimé. — Les ardoises de Sembrancher (Valais). — Bibliographie. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.

RECONSTRUCTION DU PONT SUR LA BROYE

A MOUDON

par J. ORPISZEWSKI, ingénieur.

Planches N^{os} 37 et 38.

Parmi les nombreux dégâts occasionnés par la pluie diluvienne du 2/3 octobre 1888, un des plus considérables est assurément le renversement de la culée droite du pont du chemin de fer à Moudon.

Ce pont traverse la Broye avec un biais de 65°, il a 30 m. d'ouverture droite (33^m10 d'ouverture biaise) et se trouve à 300 m. environ, du côté Palézieux, de la gare de Moudon, soit au kilomètre 37,750 de la ligne Palézieux-Lyss. C'est une poutre métallique à triangle exécutée en 1876 par la maison Chappuis et Wolf reposant sur deux culées en maçonnerie. A 125 m. en aval de l'ouvrage se trouvait un barrage en travers de la Broye destiné à procurer une force hydraulique à l'usine de MM. Dumas frères. C'est à la chute de ce barrage qu'est dû l'accident arrivé au pont. La crête du barrage était avant l'inondation à la cote 510,42, le fond de la rivière en amont du barrage à 508,95; les fondations des culées avaient été descendues en construction à la cote 508,30 ce qui paraissait suffisant si le barrage avait tenu. Mais au moment où la crue était la plus forte, le barrage céda; et la chasse produite par l'écoulement de cette masse d'eau évaluée à plus de 200 mètres cubes de débit par seconde fut assez forte pour enlever les terres sur environ 20 m. en arrière de la culée droite et creuser le fond de la rivière jusqu'au-dessous des fondations. J'ai constaté encore quelque temps après l'inondation que le fond de la rivière n'atteignait pas même la cote 508 00. La culée rive droite se coucha sur son flanc amont, la poutre métallique entraînée par le mouvement se déplaça de 4^m50 en amont et resta heureusement accrochée par un côté à l'angle de la culée renversée. La poutre se trouvait ainsi portée par trois points au lieu de quatre.

Dès que les eaux eurent baissé, on s'empessa de soutenir l'extrémité du pont par un échafaudage sur lequel on ripa la poutre en aval pour la ramener dans sa direction primitive. Puis pour ne pas arrêter la circulation des trains, on fut obligé de relier par une estacade provisoire en bois la partie métallique à la rive dont elle était éloignée d'environ 20 m.

L'échafaudage qui soutenait l'extrémité de la poutre métallique, formé de dix pieux de 0^m20 à 0^m25 de diamètre plantés

au refus, moisés et contreventés très complètement, servit de pile culée; entre cette première palée et la rive, on fit deux autres palées plus faibles composées de 4 pieux seulement, et espacées de 5 m. l'une de l'autre. L'estacade se composait de trois travées, une de 10 m. pour traverser l'emplacement encombré des débris de la culée renversée, et deux autres de 5 m. pour gagner la rive. Comme tablier pour la portée principale de 10 m. on employa 4 poutres armées formées chacune de deux grosses longrines en sapin de 0.30/0.25 convenablement reliées par des coins en bois dur et des boulons de 15 mm., et pour les travées de 5 m. 4 poutres simples de même équarrissage. Ces longrines reposaient sur les moises qui reliaient les têtes des pieux et supportaient directement les traverses de la voie. La circulation des trains fut rétablie le 20 octobre, soit 17 jours après l'accident. Ce prolongement du pont en bois servit à l'exploitation jusqu'au 5 octobre 1889. Nous n'avons jamais remarqué aucun dérangement dans cet échafaudage qui a cependant subi l'épreuve de deux crues, et la flèche maxima constatée à la travée principale n'a jamais dépassé 0^m030; d'après le calcul de la section nous aurions pu admettre sans danger 0^m040.

Il fallait maintenant reconstruire le pont définitivement à une profondeur suffisante pour le mettre à l'abri de toute nouvelle érosion. Les sondages faits pour se rendre compte de l'état des fondations de la culée rive gauche nous prouvèrent qu'elle n'était pas fondée plus profondément que l'autre et que le sol sur lequel elle reposait se composait aussi de sables et de graviers meubles; il fallait donc la reprendre en sous-œuvre si l'on voulait la conserver; travail bien délicat dans ce terrain étant donné encore la sujétion de maintenir la circulation des trains.

Nous nous trouvions en face de deux alternatives: ou construire un ouvrage provisoire complet à côté du pont pour assurer l'exploitation pendant la période de construction et refaire l'ouvrage à la même place, ou bien riper le pont. Les sondages avaient montré que les terrains que nous rencontrerions étaient composés uniquement de galets, par conséquent fort perméables et se prêtant mal à une fondation par batardeaux; les pieux s'enfonçaient mal aussi, ils étaient toujours arrêtés à une faible profondeur par quelque gros galet, une fondation par caissons pneumatiques seule paraissait pratique. Mais dans ce cas on ne pouvait pas reprendre en sous-œuvre la culée

rive gauche, et l'on ne se représente pas non plus comment on eût pu faire descendre un caisson sans de graves inconvénients au milieu des débris de la culée rive droite, qu'il fallait débiter à la mine.

Comme la première solution pour un simple avantage de coup d'œil se trouvait beaucoup plus chère et plus difficile, la compagnie s'arrêta à la seconde.

L'emplacement du nouveau pont fut fixé à 9 m. en amont de sa position primitive pour se tenir complètement en dehors des ruines de la culée rive droite; on tint compte dans l'implantation du projet de correction de la Broye étudié dans ce moment par l'Etat de Vaud. Quant à la profondeur elle fut déterminée en admettant pour le fond du lit futur de la Broye une pente uniforme entre les deux seuils de molasse qui se trouvent l'un en amont sous le pont Saint-Eloi, l'autre en aval sous le pont de la Rollaz. D'après ces données, la cote du lit futur, sous le pont du chemin de fer, serait 508. Toute la hauteur du caisson de fondation devait se trouver au-dessous de cette cote. La construction du caisson et le fonçage furent adjugés à MM. Probst, Chappuis et Wolf, qui commencèrent leur travail le 10 mai 1889. L'étude du projet et surtout les tractations avec le contrôle fédéral ne nous permirent pas de commencer plus tôt.

La culée rive gauche fut fondée la première. On pouvait s'installer sur la berge qui fut décapée dans ce but au niveau de l'eau. On assembla et riva le caisson sur place, puis l'on fit le *coffrage* destiné à le rendre étanche. Pour cela entre les cornières inclinées qui soutiennent le ciel du caisson on plaça (fig. 4) une paroi de planches, et le vide triangulaire resté entre cette paroi et la paroi métallique du caisson fut rempli de mortier de chaux hydraulique de Virieux; sur le ciel du caisson on régala aussi une couche de 0^m50 de hauteur de béton de chaux hydraulique et l'on fit une première assise de 0^m62 de maçonnerie brute. Cette sorte de chape de mortier et de béton est destinée à assurer l'étanchéité complète du caisson qui ne peut être obtenue sans cela qu'en matant les joints des tôles. Après 24 heures d'attente pour laisser au mortier le temps de faire prise on commença le fonçage. L'expérience nous a montré que ces 24 heures étaient insuffisantes avec la chaux de Virieux. En effet, l'air comprimé dans le caisson s'échappait de tous côtés, et principalement le long de la première retraite des maçonneries. Il fallut donc arrêter le travail pour attendre encore deux jours et garnir au mortier de ciment toutes les parties non recouvertes par la tôle. A part cet incident, le caisson descendit régulièrement et sans accident malgré la crue du 2 juin, jusqu'à la cote fixée qu'il atteignit le 6 juillet. Les dimensions du caisson ne permettaient d'y faire travailler qu'une équipe de trois hommes que l'on relayait toutes les 6 heures. L'entrepreneur avait compté sur un avancement journalier de 0^m60 à 0^m70 de profondeur, mais nous ne fîmes jamais plus de 0^m30 par jour. Le caisson était fréquemment arrêté par de grosses pierres qu'il fallait débiter pour pouvoir les faire passer dans le sas, ce qui retardait la descente.

Dès que le caisson fut à fond on remplit de béton la chambre de travail. Pour cela on adapta au sas une trémie munie d'une soupape à sa base, on versait le béton dans la trémie; lorsqu'elle était pleine on ouvrait la soupape, le béton tombait dans le sas et de là dans le caisson où il était régalaé et damé. Le chan-

tier de bétonnage était composé de 12 hommes; deux pour doser et mélanger le sable et la chaux à raison de 300 kg. de chaux de Virieux pour 0^m90 cube de sable de la Broye bien lavé, six hommes pour préparer le gravier ou la pierre cassée, la laver et brasser le mélange et quatre hommes pour amener avec des brouettes le béton dans la trémie. On remplit en béton jusqu'à la cheminée du sas; le bétonnage, 38 mètres cubes, fut fait en un jour et une nuit.

Le caisson rive droite tombait presque au milieu de la rivière, dont le lit avait changé notablement par suite de la crue; pour l'implanter il fallut donc s'y prendre autrement que pour le premier. On commença par battre huit pieux (fig. 5), on les moisa deux par deux au niveau de l'eau, sur les moises on installa un plancher sur lequel le caisson fut assemblé et rivé (le pointillé du croquis ci-joint indique la position du caisson). Au-dessus du caisson on plaça deux nouvelles moises dirigées perpendiculairement à la direction des moises inférieures, reliant les pieux quatre par quatre dans le sens A B, enfin sur ces deux moises supérieures on plaça quatre paires de fers en double T, dirigées de nouveau dans le sens des moises inférieures. Entre ces fers en double T passaient les tiges de suspension du caisson. Ces tiges de suspension de 70 mm. de diamètre étaient munies à leur partie inférieure d'un œillet, qui s'adaptait par une cheville à des sortes d'oreilles saillantes en cornières rivées aux parois du caisson; leur partie supérieure filetée passait dans de gros écrous en bronze placés sur les fers en double T et munis d'un cliquet semblable à celui des verrins (fig. 6). Le caisson pesant 7 tonnes et le béton du coffrage 11 1/2 tonnes cela donnait un effort de 2,312 par tige de suspension. Une fois le béton fait et le coffrage terminé on enleva le plancher et les moises inférieures en soulevant un peu le caisson au moyen de ses tiges de suspension, puis on l'échoua à sa place.

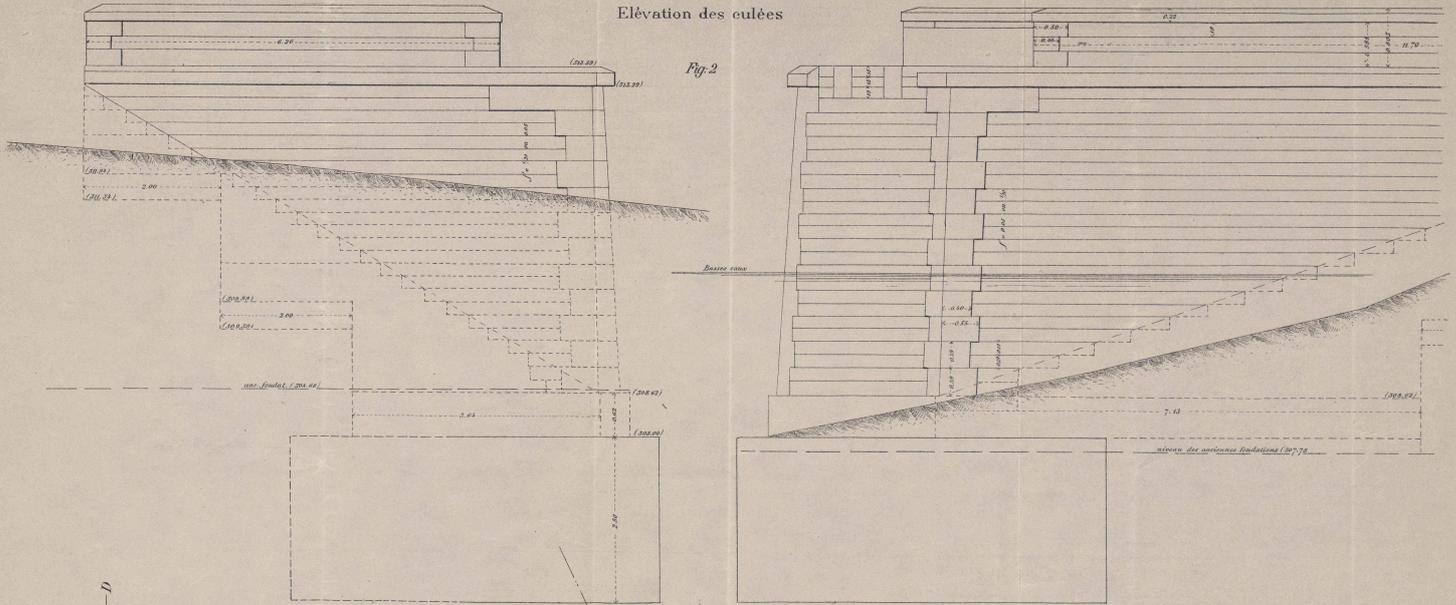
Le coffrage fut fait ici en entier avec du mortier de ciment Portland, ce qui nous assura plus rapidement l'étanchéité désirée. Lorsque l'enfoncement fut jugé suffisant pour que l'on n'eût plus à craindre une déviation dans la descente, on enleva les tiges de suspension et les échafaudages et cette seconde culée s'acheva sans encombre comme la première; on atteignit le fond le 2 août.

Pour les deux culées la maçonnerie en élévation suivait le fonçage; l'entrepreneur était tenu de ne jamais laisser moins de deux mètres de hauteur de maçonnerie au-dessus de l'eau. Grâce à une descente plus lente que nous ne l'espérions, il ne lui fut pas difficile de tenir cette clause, car deux maçons et deux manœuvres suivaient sans peine.

Pour la fondation des murs en retour le même procédé ne pouvait pas non plus s'appliquer sur les deux rives. Sur la rive gauche nous étions hors du lit de la rivière et les difficultés étaient bien moindres; les fouilles se firent en régie par les équipes de la voie, et les épaissements des fouilles furent assurés par une pompe centrifuge de 0^m40; une fois à fond on bétonna jusqu'au niveau de l'eau et l'on assit les murs en retour sur cette fondation. Sur la rive droite il ne pouvait être question d'épuiser ni de faire un batardeau; on se décida donc pour une enceinte en pieux et en palplanches spéciale pour chaque mur en retour (fig. 7). Mais on n'enfonça pas les palplanches tout de suite, on ne les battit pour commencer que jusqu'à ce qu'elles

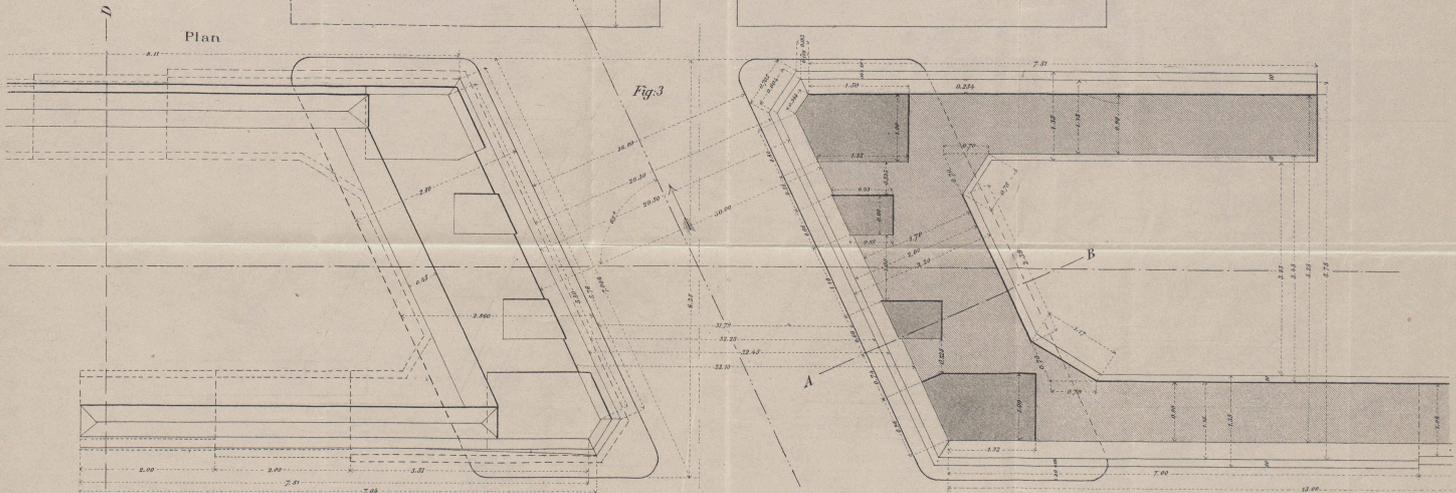
Elévation des culées

Fig. 2



Plan

Fig. 3



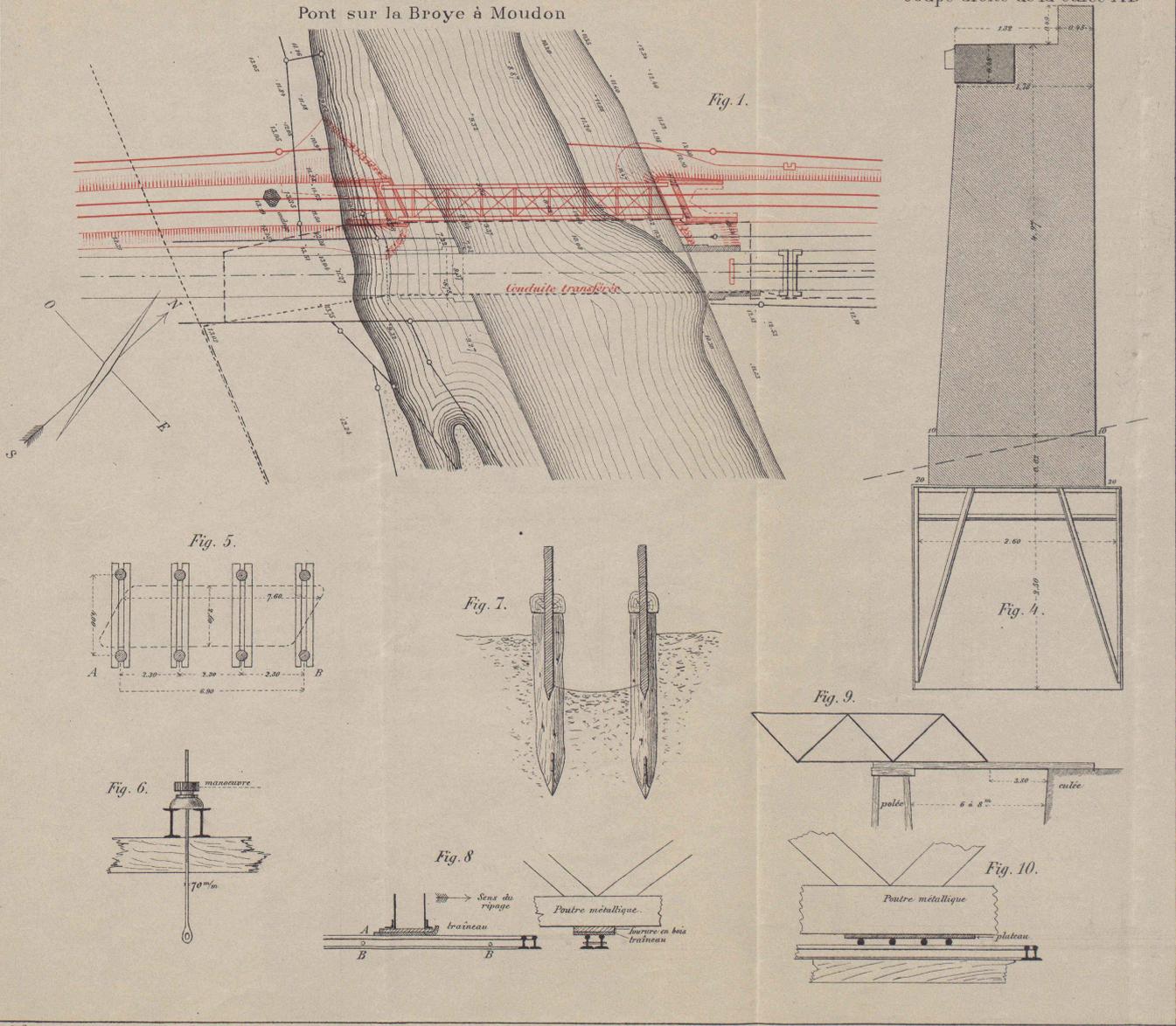
Plan au dessous du bandeau à la cote 513.29

Seite / page

leer / vide /
blank

Pont sur la Broye à Moudon

Coupe droite de la culée AB



J. Orpizewski, ingr

Livr. J. Courtois, Lesclapart

Seite / page

leer / vide /
blank

eussent mordu dans le terrain; puis dans cette enceinte, on dragua l'intérieur à la drague à la main, en n'enfonçant les palplanches qu'à mesure de l'avancement du dragage. Cette enceinte était un blindage pour la fouille, comme nous étions dans du gravier elle n'avait d'autre but que de prévenir les éboulements. Ce déblai nous a coûté assez cher, 6 fr. 30 le mètre cube, parce que nos hommes, peu habitués à ce genre de travail, s'y prenaient assez mal; cependant pour des fouilles dans ces conditions de terrain, sous moins de 2 m. de hauteur d'eau et d'un cube trop faible pour justifier des installations plus coûteuses on peut recommander ce système. Il faut seulement veiller à ce que l'on n'enfonce pas trop brusquement les palplanches de crainte de les fausser ou de les briser, mais au contraire les faire descendre peu à peu au fur et à mesure que le fond se dégarnit. Les fouilles terminées on bétonna et l'on monta les murs comme pour l'autre culée.

Dans les constructions de ce genre il arrive fréquemment que par suite de la différence de fondation, il se produit une fissure en élévation entre la culée proprement dite et les murs en retour. Cela provient de la différence de tassement entre les deux parties de l'ouvrage et du fait que les culées et les murs qui les accompagnent sont construits indépendamment les uns des autres. Pour chercher à obvier à cet inconvénient on noya dans la maçonnerie des culées et dans celle des murs en retour quelques rails munis de clefs destinés à les relier; jusqu'à présent, c'est-à-dire six mois après la fin du travail, nous n'avons constaté encore aucune lézarde.

Il restait enfin une dernière opération à faire et la plus délicate: c'était de prendre la poutre métallique d'un poids de 50 tonnes et de l'amener sur les nouvelles culées. La forme de la poutre compliquait un peu l'opération. C'est une poutre à triangles dont les semelles sont très légères à cause de sa grande hauteur, 5^m70 de hauteur sur 33^m10 de longueur, soit 1/5 environ; on ne pouvait donc la prendre qu'aux nœuds seulement de crainte de la déformer. L'ancien pont était en pente, nous avons décidé pour augmenter l'espace libre en dessous de le mettre en palier; il fallait élever la poutre de 0^m60, la pousser du côté de Palézieux de 3^m80, valeur de la tg. de 65° sur 9 m., et la ripper de 9 m. Nous fûmes obligés par suite d'une crue de la rivière qui changea de nouveau le lit au dernier moment de faire la seconde opération en dernier lieu. La poutre fut d'abord débarrassée de toutes ses attaches aux extrémités, on prolongea la palée principale jusque devant les nouvelles culées et le tout fut convenablement moisé et contreventé, enfin on joignit par un échafaudage de traverses croisées et bien cramponnées entre elles, l'ancienne et la nouvelle culée de la rive gauche. Quand tout fût prêt, on commença par lever la poutre.

Sur la rive gauche, où nous pouvions nous échafauder sur le terrain naturel, on prit les deux semelles avec deux verrins de 20 tonnes; sur la rive droite, on souleva la poutre avec 4 crics de 10 tonnes et pour ne pas trop fatiguer la palée sur laquelle on devait s'appuyer, on plaça encore un verrin de 20 tonnes sur un échafaudage en traverses croisées pour soulager les crics. On leva simultanément au commandement sur les deux rives de 4 ou 5 cm., on calait le pont avec des pièces de bois de sapin et l'on reprenait. Ce travail, commencé à 5 h. du matin, fut terminé vers les deux heures de l'après-midi.

Pour le ripage, on avait préparé des chemins en rails (fig. 8). Ils se composaient d'une paire de rails jumelés, placés côte à côte et reliés entre eux tous les mètres environ par des boulons *B*; l'écartement des rails était maintenu par des tasseaux en bois. Ces chemins placés sur les échafaudages étaient dirigés perpendiculairement à l'axe de la poutre métallique. La poutre métallique reposait par 4 points sur ces chemins par l'intermédiaire d'une plaque de forte tôle qui servait de *traîneau*. On appuyait le pied des crics contre un des boulons *B* qui reliaient les rails et la tête contre le *traîneau* en *A*, après avoir abondamment huilé les chemins on agissait sur les quatre crics simultanément et toujours au commandement. Ce moyen réussit parfaitement, la poutre métallique fut amenée en quelques heures à sa place, 9 m. en amont de sa position primitive, les échafaudages sur lesquels n'agissait aucun effort latéral se maintinrent très bien.

Il fallait enfin faire avancer encore le pont de 3^m80 pour atteindre la rive droite (fig. 9); ce fût l'opération la plus délicate, parce qu'il fallait éviter de faire porter la poutre entre les nœuds. Sur la rive gauche elle était bien appuyée, mais sur la rive droite nous avions une port à faux de 6 à 8 m. On prit le parti de battre encore quatre pieux au milieu de cet espace et de faire rapidement encore une palée intermédiaire, on relia les palées et la culée par des longrines provenant de la démolition des estacades abandonnées. Sur ces longrines on installa de nouveau les chemins en rails (fig. 10); on intercala entre la poutre métallique et les chemins quelques rouleaux en fer et un plateau de sapin et en agissant sur deux crics placés sur la rive gauche on amena enfin le pont à sa place. Il ne restait plus qu'à le soulever légèrement pour enlever les plateaux, les rouleaux et les chemins en rails et le déposer définitivement sur les plaques de glissement déjà placées à l'avance.

Le travail du ripage avec tous ses préparatifs et ses accessoires fut commencé le 14 octobre et terminé le 19 à midi. L'interruption de la circulation ne dura que 4 1/2 jours. Elle eût été plus courte si nous avions travaillé la nuit, mais pour un travail de ce genre, et avouons-le que nous faisons tous, hommes d'équipe et chefs, pour la première fois, il était plus prudent de ne travailler que de jour.

Les prix de revient sont assez difficiles à établir très exactement par nature d'ouvrage. Le déplacement du pont amenait nécessairement un remaniement des abords de l'ouvrage et des voies de la gare de Moudon; suivant l'état des travaux il fallait assez souvent changer de travail sur le chantier, et par conséquent nous ne pouvons estimer d'une manière parfaitement juste le travail des équipes de la voie. La fondation pneumatique des culées, compris la fourniture et pose des caissons, le déblai et le remplissage en béton, a été remise à forfait à MM. Probst, Chappuis et Wolf, pour le prix de 14 000 fr. D'après les comptes de ces messieurs, le déblai leur est revenu à 30 fr. le m³ et le béton environ au même prix. Le prix en bloc du mètre cube d'excavation bétonnée ressort donc à 92 fr. 80. Les fouilles que nous avons faites pour les murs en retour peuvent être estimées à 3 fr. et celles par dragage sur la rive droite à 6 fr. 30 sans les blindages. Enfin comme maçonneries, la maçonnerie brute nous est revenue à 20 fr. 33, la pierre de taille à 141 fr. 03, le béton à 13 fr. 60. La grande différence qui existe entre la maçonnerie brute et le béton pro-

vient de ce que la pierre employée provenait des carrières d'Arvel près Villeneuve et était par conséquent grevée des frais d'un assez long parcours, tandis que le gravier employé pour le béton était tiré de la Broye. Etant donné les prix de la chaux de Virieux qui nous revenait à 32 fr. 79 la tonne et la sujétion d'amener la pierre de Villeneuve ainsi que les nombreux boisages, ces prix ne peuvent être considérés comme exagérés.

Lausanne, mars 1890.

CLOCHES ÉLECTRIQUES

POUR SIGNAUX DE CHEMINS DE FER

Avant de donner la description détaillée des cloches à signaux employées sur le réseau des chemins de fer de la S.-O.-S. nous dirons quelques mots en général sur ce moyen de signallement.

La distribution des divers signaux se fait par un groupement du nombre de coups ou une série de groupes séparés par des intervalles de secondes généralement. On a des signaux à deux cloches timbrées différemment sur lesquelles frappe alternativement le marteau. On peut facilement arriver à 12 à 15 signaux différents.

Le signal le plus employé, disons constamment employé, est celui du départ des trains ; en Suisse deux fois deux coups indiquent un train portant un numéro pair, 3 fois 3 coups un train portant un numéro impair ; non seulement ce signal est donné immédiatement à la gare suivante qui sait exactement quand le train est parti de la gare précédente et peut se préparer à le recevoir, mais encore à tous les passages à niveau situés entre les deux stations. Le garde-barrière peut donc exactement apprécier le moment où le train abordera son passage à niveau, et limiter au strict nécessaire le moment de la fermeture de la barrière et en cas de retard des trains les arrêts prolongés devant ces barrières.

On peut au moyen de ces cloches transmettre encore d'autres signaux, tels qu'un cas d'accident ou de laissé en panne d'un train, la demande d'une machine de secours, ou le signal d'arrêter tous les trains. En cas de wagons détachés par rupture d'attelage ou chassés par le vent sur les lignes à forte déclivité, et descendant à la dérive, l'annonce de ce fait, ce qui permet à tous les agents de la voie des stations sur le parcours de ces wagons de prendre les mesures nécessaires pour les arrêter.

On voit donc que ces signaux sont d'une grande utilité dans l'exploitation des chemins de fer.

En Allemagne, ils sont employés d'une manière générale, en vertu d'une prescription de la loi sur la police des chemins de fer ; en France, ils ne sont employés que sur les lignes à voie unique. En Suisse, leur usage se répand beaucoup et dans quelques années toutes les lignes principales en seront pourvues. A la fin de 1889, elles fonctionnaient sur 153 kilomètres du réseau de la S.-O.-S.

Organisation.

Les cloches sont comme partout disposées en sections distinctes allant de gare à gare et comprenant, outre l'une des cloches de chaque gare, un certain nombre d'appareils de

pleine voie (postes intermédiaires). Les gares ont ainsi une cloche pour chaque direction.

Chaque cloche est pourvue d'un appareil de transmission. Les postes intermédiaires peuvent donc aussi bien que les gares lancer des signaux.

Une instruction spéciale règle l'emploi des signaux à cloches sur le réseau.

Agencement technique.

L'agencement électrique proprement dit est des plus simples. Les cloches d'une même section, reliées entre elles par un fil de fer de 4 mm., sont actionnées au moyen de deux piles Leclanché à agglomérés, du modèle en usage pour le télégraphe. Ces piles, placées dans les gares, soit à chacune des deux extrémités de la section, sont montées en opposition (leurs pôles négatifs étant reliés à la ligne et leurs pôles positifs à la terre), de sorte qu'aucun courant ne circule tant que le circuit est dans son état normal.

Les cloches fonctionnant par émission de courant, il suffit pour les faire sonner de mettre en communication en un point quelconque le fil de ligne avec la terre.

Cet arrangement offre tous les avantages du courant continu sans en avoir les inconvénients.

Le nombre des éléments de pile est calculé à raison d'un élément pour 15 ohms de résistance ce qui fait en moyenne 7,89 éléments par cloche.

Le diagramme ci-annexé montre la disposition d'une section de cloches. On remarquera que dans les gares la cloche est intercalée entre le contact de repos du levier transmetteur et la pile ; elle fonctionne par conséquent en local quand le poste transmet, tandis que toutes les autres cloches sont actionnées par le courant de la gare correspondante. Une résistance introduite entre l'axe du levier et le contact de repos égalise les deux circuits. Cette combinaison a pour but de réduire de 8 le nombre des éléments d'une section.

Les gares non desservies par les *trains de nuit* sont pourvues d'un système de translation qui permet à la clôture du service de jour, de réunir en une seule, par une manœuvre très simple, les deux sections aboutissantes. Dans ce cas, l'une des cloches de la gare est exclue du circuit ; l'autre fonctionne comme celle des maisons de garde.

La cloche adoptée par la S.-O.-S. est la cloche Siemens à colonne (spindelwerk) disposée pour donner un coup double et non une série de coups par émission de courant ; l'échappement en a été modifié de façon à ne jamais permettre plus d'un déclenchement par chaque émission, quelle que soit la durée du contact. Cet appareil peut donner environ 220 coups pour un seul remontage.

Nous avons fait adapter à chaque cloche un *indicateur de position du poids* ; ce dispositif consiste en un cylindre vertical fixé au socle du mécanisme et le long duquel se déplace un anneau rouge qui reçoit son mouvement du tambour par l'intermédiaire d'une tige munie d'un pas de vis et de deux roues coniques.

Mode de transmission des signaux.

La transmission des signaux s'effectue soit dans les gares, soit dans les postes intermédiaires, au moyen de commutateurs