

Ripage du tablier métallique du viaduc de la Mionnaz en 1885: ligne Lausanne-Berne des chemins de fer S.-O.-S.

Autor(en): **Manuel, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **12 (1886)**

Heft 4

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-12938>

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.

Il résulte de ce qui précède que, pour passer d'un nombre donné de chevaux effectifs au nombre correspondant de chevaux indiqués ou de chevaux théoriques, il faut multiplier le nombre donné par $\frac{1}{\gamma}$ ou par $\frac{1}{\alpha}$: $N_t = \frac{1}{\gamma} N_e$; $N_t = \frac{1}{\alpha} N_e$; et de même $N_t = \frac{1}{\beta} N_i$.

Le petit tableau suivant facilitera ces calculs de transformation :

Coëfficient	$\frac{1}{\text{Coëfficient}}$	Coëfficient	$\frac{1}{\text{Coëfficient}}$
0.95	1.0526	0.70	1.4286
0.90	1.1111	0.65	1.5385
0.85	1.1765	0.60	1.6666
0.80	1.2500	0.55	1.8181
0.75	1.3333	0.50	2.0000

Revenons-en maintenant aux trois problèmes énoncés plus haut, pour les traiter numériquement à l'aide de l'abaque.

Premier problème.

Éléments donnés : $p_e = 5^k$ ou $p_e = 4^k$;
 $c = 1^m50$;
 $N_e = 50$ chevaux ;
 $\varepsilon = 0,150$.

Inconnue à chercher : D.

Solution. A une puissance effective de 50 chevaux correspond une puissance théorique de 83 chevaux, si l'on admet pour α la valeur 0,65. Je cherche le nombre 83 sur la ligne ponctuée correspondant aux données $p_e = 4^k$ et $c = 1^m50$ (3^e ligne à partir du haut) et j'y trouve le chiffre 82. A partir du point marqué 82 je suis du doigt l'oblique qui le porte, jusqu'à son intersection avec l'horizontale correspondant à $\varepsilon = 0,150$; puis descendant de cette intersection suivant la verticale, je trouve un diamètre compris entre 50 et 51 centimètres. J'adopterai pratiquement un diamètre de 52 à 53 cm. pour tenir compte de la section occupée par la tige du piston.

Second problème.

Éléments donnés : $p_e = 5^k$;
 $c = 2^m00$;
 $D = 40$ cm. ;
 ε variable de 0,05 à 0,225.

Déterminer les puissances effectives minimale et maximale de la machine.

Solution. Partant du chiffre 40 de l'échelle des diamètres, je cherche l'intersection de sa verticale avec l'horizontale de 0,050 et je suis du doigt l'oblique passant par ce point. Cette oblique porte, sur la ligne ponctuée correspondant à $p_e = 5^k$, et $c = 2$ m. (la 11^e), le chiffre 36, ce qui représente 23 $\frac{1}{2}$ chevaux effectifs.

J'opère ensuite de même pour $\varepsilon = 0,225$, et je trouve, à peu de chose près, 110 chevaux théoriques, soit 71 $\frac{1}{2}$ chevaux effectifs.

Troisième problème.

Éléments donnés : $p_e = 5^k$;
 $c = 1^m20$;
 $D = 45$ cm. ;
 N_e variable de 26 à 46 chevaux.

Déterminer les degrés d'admission répondant à ces deux puissances extrêmes.

Solution. A des puissances effectives de 26 et de 46 chevaux correspondent des puissances théoriques de 43 et de 80 chevaux.

Je cherche d'abord, sur la 8^e ligne ponctuée, le chiffre 43, à partir duquel je suis l'oblique jusqu'à sa rencontre avec la verticale élevée sur le diamètre 45 cm. ; cette intersection se trouve sur une horizontale non figurée qui couperait l'échelle des admissions au point 0,085 environ.

Puis, par une voie toute pareille, je trouve qu'à une puissance de 80 chevaux théoriques correspond une admission de 0,210.

Les interpolations qu'il est nécessaire d'effectuer quand l'intersection des deux premières lignes suivies a lieu en dehors d'une troisième, peuvent aisément se faire à l'œil avec une exactitude suffisante.

RIPAGE DU TABLIER MÉTALLIQUE DU VIADUC

DE LA MIONNAZ EN 1885¹

Ligne Lausanne-Berne des chemins de fer S.-O.-S.

(Planche N^o XVIII.)

Ce viaduc, situé entre les stations d'Oron et de Palézieux, raccorde deux courbes de 350-400 mètres de rayon, centrées du même côté, en pente constante de 10 ‰. L'alignement est de 125 mètres; la longueur du tablier métallique de 141^m9. La ligne est construite à double voie, ainsi que les maçonneries des culées et des deux piles; le tablier est à simple voie. La seule voie posée se trouve à l'extérieur de la courbe.

Les sommiers en pierres de taille des culées et des piles, sous la poutre extérieure du tablier, étaient en partie fendus et disloqués. Le remplacement des sommiers aurait été une opération difficile et coûteuse, car la hauteur des piles et des culées aurait nécessité de forts échafaudages.

On attribuait, en outre, les dégradations à la position du tablier, placé à l'extrême bord extérieur des maçonneries, sur le grand rayon de la courbe.

Comme la pose de la seconde voie est encore très lointaine, la compagnie de la Suisse-Occidentale-Simplon prit la résolution de placer ce tablier métallique dans l'axe de la ligne, au milieu des maçonneries des piles et culées.

Ce travail a été exécuté par les équipes normales d'entretien de la voie, sans le concours d'ouvriers spéciaux et sans interrompre la circulation des trains.

Dimensions et poids. Deux travées de 34^m75 et une travée centrale de 42^m5.

¹ Voir la description de ce viaduc, pages 19 et 20, année 1878 du *Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes* dans la « Notice sur les chemins de fer de la Suisse-Occidentale, » par M. J. Meyer, ingénieur en chef de la compagnie.

Echelle. 1/50^e

CULÉES

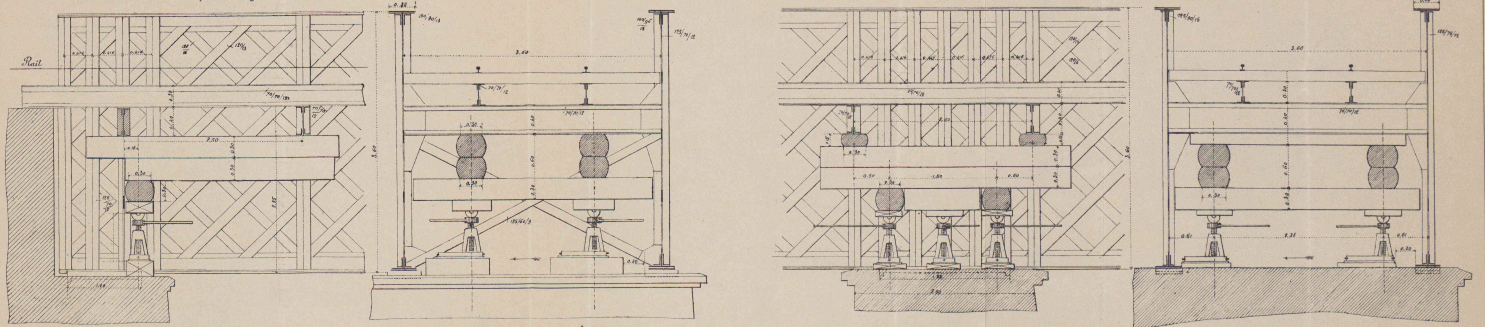
PILES

Coupe en long

Coupe en travers.

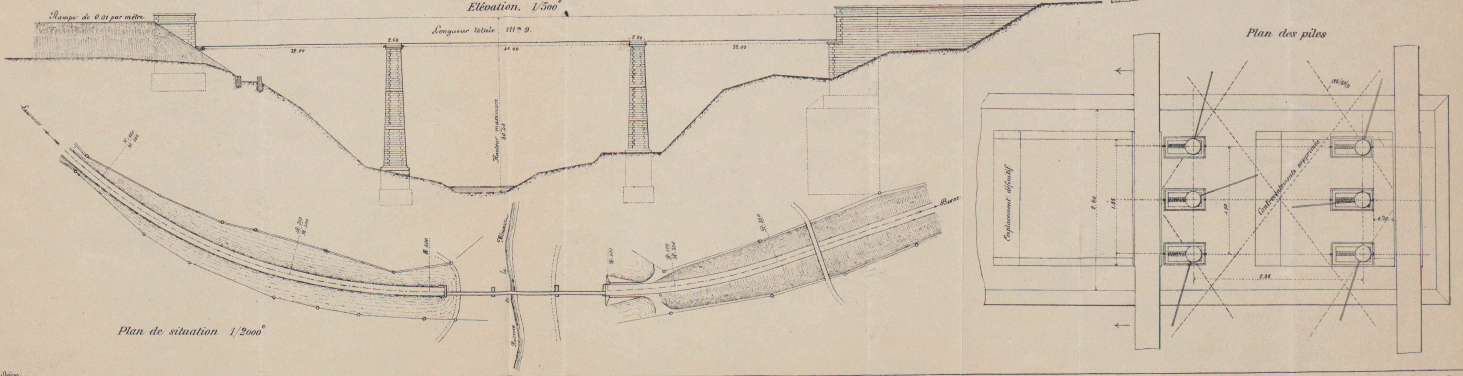
Coupe en long

Coupe en travers.



Élévation. 1/500^e

Plan des piles



Plan de situation 1/2000^e

Seite / page

leer / vide /
blank

ABAQUE LOGARITHMIQUE

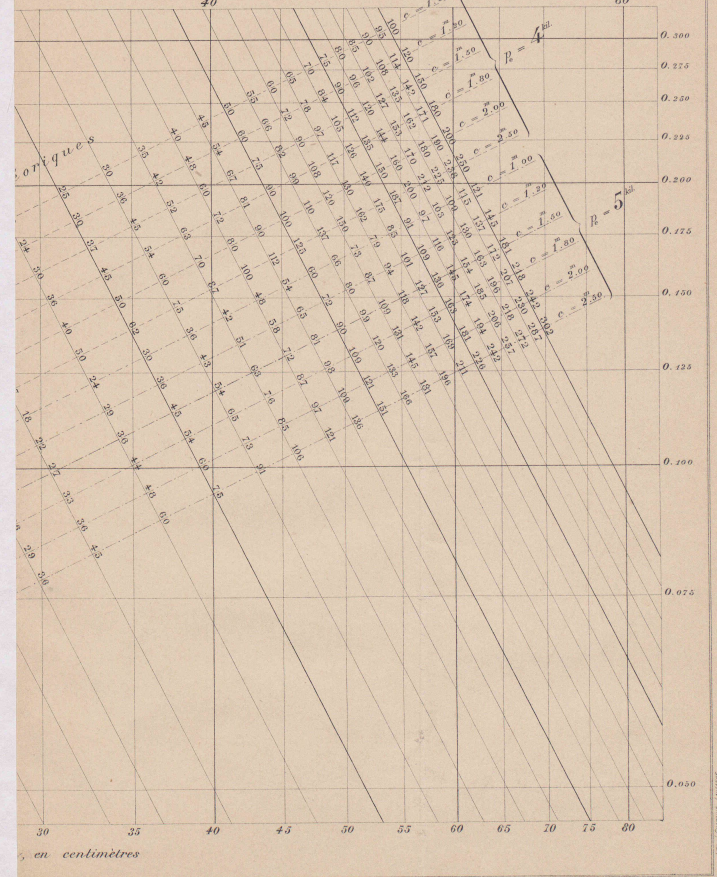
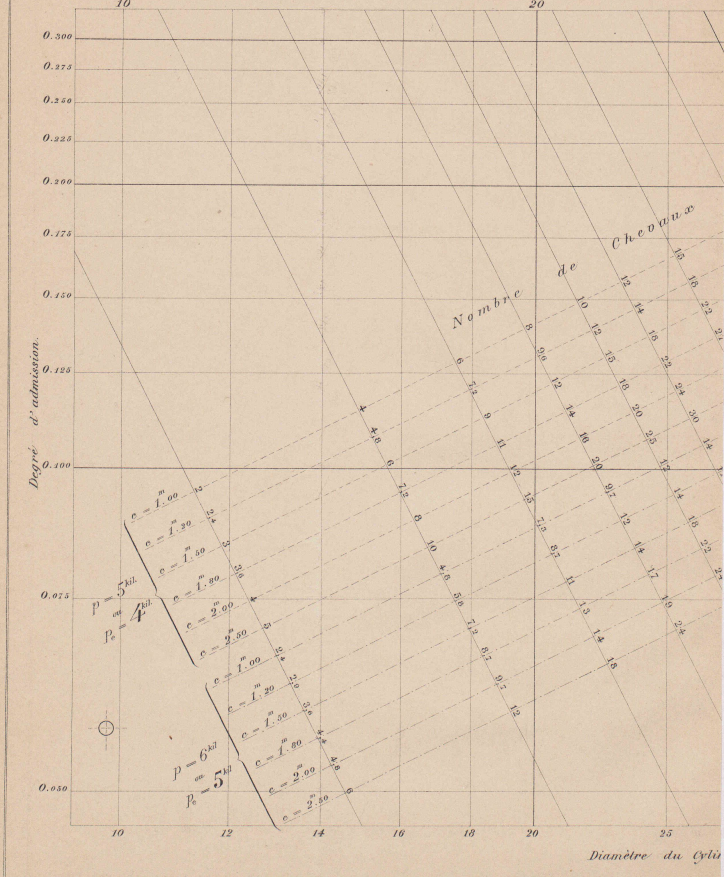
pour le calcul des machines à vapeur à détente et condensation

Formule :

$$N_t = \frac{p \cdot c}{\gamma^3} \cdot \frac{\pi D^3}{4} \cdot \left(1 + \ln \frac{p}{c} - \frac{p}{c} \right)$$

N_t , nombre de chevaux théoriques

p , pression absolue au générateur, en kil. par c.m.²
 p_c , pression absolue au condenseur (0.05)
 v , vitesse moyenne du piston, par seconde, en m.
 D , diamètre intérieur du cylindre, en c.m.
 c , degré d'admission de la vapeur.



Seite / page

leer / vide /
blank

Poids du tablier (sans la voie), total : 161 000 kg.
 » de la voie et du platelage : 320 kg. par mètre courant.
 » du tablier et de la voie : 1760 » » »
 » total à mettre en mouvement : 197 000 kg.

Charge sur chaque culée : 22 500 kg.

Charge sur chacune des deux piles : 76 000 kg.

Vérins. Pour soulever et déplacer latéralement le tablier, on a employé des vérins ordinaires de locomotives, dont les principales dimensions sont :

Diamètre de la vis verticale avec filet simple : 61 mm.

Hauteur du pas de la vis verticale : 20 mm.

Diamètre de la vis horizontale avec filet simple : 36 mm.

Hauteur du pas de la vis horizontale : 10 mm.

Course horizontale du vérin : 300 mm.

Hauteur totale du vérin, à fond de course verticale : 660 mm.

Embase du vérin : 600 mm. long ; 250 mm. large.

Charge, le fer travaillant à 6 kg. : 41 000 kg.

» » 10*6 : 20 000 kg.

Dispositions pour les culées. Deux vérins supportent chacun 11 250 kg., moitié de la charge totale.

Pression du vérin sur les maçonneries : 7,5 kg. par centimètre carré.

Un contreventement vertical en croix de Saint-André empêche le soutènement direct de l'entretoise en fer sur la culée, d'où résulte un porte à faux de 250 mm. Une poutre en sapin relie les deux vérins et les rend solidaires pour le ripage. Sur cette pièce reposent deux doubles longrines en sapin, placées aussi près de l'âme des poutres principales que le permet la croix de Saint-André.

Pression entre la traverse et les longrines, bois sur bois :

$$\frac{11250}{900} = 12,5 \text{ kg. par centimètre carré.}$$

Pression entre l'entretoise en fer et la longrine supérieure en sapin : $\frac{11250}{450} = 25 \text{ kg. par centimètre carré.}$

D'après Poncet, l'écrasement à la pression, latérale aux fibres, ne se produit qu'à 42 kg.

Pour prévenir la courbure des ailes de l'entretoise en fer, cette pièce est renforcée, de chaque côté de l'âme, sur toute sa longueur, par une fourrure en chêne.

Pour déterminer les efforts subis par l'entretoise, on suppose, pour simplifier les calculs, le cas le plus désavantageux : la charge entière concentrée au milieu de la première entretoise (poutre encastree).

Moment d'inertie de l'entretoise : 1 254 966.

Moment fléchissant, maximum : 10 125 000.

On obtient un effort maximum de 8,1 kg. par millimètre carré. Comme il ne s'agit que d'un effort momentané, ce chiffre peut être toléré.

L'entretoise est fixée, à chaque extrémité, à un gousset par 14 rivets. Effort par rivet : $\frac{11250}{14} = 810 \text{ kg.}$

Le gousset est fixé au montant en fer à T par 15 rivets et le fer à T, lui-même, relie les treillis au moyen de 30 rivets.

Dispositions pour les piles. Pour placer les vérins, on doit supprimer, pendant le ripage, les contreventements horizontaux inférieurs, dont l'utilité, sur les piles, peut d'ailleurs être contestée.

Charge pour quatre vérins : 19 000 kg. par vérin. Après les

premiers essais de levage, on dut installer un troisième vérin sous chaque longrine double, comme le montre le croquis, afin de soulager les quatre vérins primitifs et en faciliter la manœuvre. Total des vérins par pile : 6.

Pression sur les maçonneries (pour 4 vérins) : $\frac{19000}{1500} = 12,7 \text{ kg.}$ par centimètre carré.

Pression des traverses en sapin sur les doubles longrines aussi en sapin : $\frac{19000}{900} = 21,1 \text{ kg.}$ par centimètre carré.

Pression des longrines en sapin sur la fourrure en chêne, placée sous l'entretoise en fer : $\frac{19000}{900} = 21,1 \text{ kg.}$ par centimètre carré.

L'effort des doubles longrines se transmet à l'entretoise en fer par un porte à faux de 500 mm. Il se produit une flexion, qui fait travailler la double longrine (tension des fibres) à 53 kg. seulement par centimètre carré.

L'entretoise en fer a les mêmes dimensions que celle des culées. En admettant la formule : $M_{\max} = \frac{P}{8,1} (2l - d)^2$, dans laquelle l est la longueur totale de l'entretoise (3^m6), d l'écartement, d'axe en axe, des doubles longrines (2^m38), P la charge supportée par un des quatre vérins (19 000 kg.), on arrive à un moment fléchissant maximum de 15 327 000, représentant un travail de 12,2 kg. par millimètre carré.

L'entretoise en fer est fixée au gousset, et celui-ci au montant en fer à T, par le même nombre de rivets que celui des culées ; mais le fer à T relie les treillis par 14 rivets seulement. Ces rivets travaillent à double section et supportent chacun : $\frac{19000}{14} = 1300 \text{ kg.}$, charge qui est au-dessous de leur force.

Préparatifs du ripage. Les travaux préparatoires consistent en :

a) Entailler le couronnement en pierres de taille des piles et culées pour le logement des plaques de fondation en fonte des poutres principales du tablier. Ce travail doit s'exécuter sur toute la longueur du ripage, car le tablier doit reposer sur ses plaques à chaque fin de course (300 mm.) des vérins. L'emplacement définitif des plaques seul est arasé proprement ; les reposées intermédiaires sont dégrossies au poinçon et aplanies avec du ciment.

b) Enlever les contreventements horizontaux inférieurs gênant, sur les piles, l'installation des vérins. Les rivets de ces pièces sont remplacés par des boulons, afin de ne supprimer ces contreventements que le jour même du ripage. Couper les nouvelles feuilles de plomb pour le calage définitif du tablier.

c) Préparer et monter les échafaudages d'après le projet ; clameauder toutes les pièces de bois ; fixer avec du fil de fer les plaques de fondation aux semelles des poutres principales pour que ces plaques suivent, sans autre, le mouvement de translation du tablier. Faire de petits ponts de service avec garde-corps en dehors et de chaque côté des piles, pour les hommes desservant les vérins.

d) Préparer la nouvelle plateforme de la voie et dégarnir les traverses de leur ballast dans les deux courbes, de chaque côté du viaduc, sur la longueur nécessaire au raccordement. Approvisionner des rails courts pour compenser la diminution de longueur de la voie par suite de son ripage du côté du centre de la courbe. Déplacer les poteaux télégraphiques, de chaque côté du viaduc, pour raccorder la ligne télégraphique avec la nou-

velle position du tablier, sur lequel des poteaux en fer sont fixés au droit de chaque pile, poteaux qu'on ne peut supprimer.

e) Organiser le chantier de ripage et faire les essais préliminaires des échafaudages de chaque pile et de chaque culée.

Ripage. L'opération est trop délicate pour hasarder un travail de nuit. De jour, on dispose :

Entre les trains 202 et	6 de 1 3/4	heure
»	»	6 et 5 » 1 3/4 »
»	»	5 et 10 » 1 3/4 »
»	»	209 et 210 » 1 1/2 »
»	»	210 et 12 » 3/4 »
»	»	12 et 213 » 1 3/4 »

La course des vérins étant de 30 cm. et la longueur du ripage de 1^m40, il faut nécessairement répéter cinq fois le levage, le ripage et la repose du tablier. D'après l'horaire des trains, l'opération peut se faire d'un jour.

Les ouvriers de la voie, choisis suivant leurs aptitudes, sont répartis comme suit :

Ripage de la voie :

Côté Berne . .	} 1 chef de district et 8 cantonniers.
» Lucerne.	

Ripage du tablier, à raison de deux hommes par vérin et d'un surveillant par pile et par culée : 4 surveillants et 32 hommes.

Police du chantier : 2 hommes.

En tout : 6 surveillants et 50 hommes.

Total, avec le chef de manœuvre : 57 agents.

La réussite de l'opération dépendait uniquement d'un travail d'ensemble de la plus rigoureuse ponctualité, afin de charger uniformément les 16 vérins en service. Dans ce but, les ordres suivants avaient été donnés au personnel :

Défense de quitter son poste sous aucun prétexte et défense de causer.

Le chef de manœuvre commande seul au moyen du cornet ; deux seuls signaux sont employés :

1° Un coup de cornet signifie l'arrêt immédiat et général du travail sur tout le chantier.

2° Deux coups de cornet : le commencement du travail pour tous les ouvriers.

La longueur du tablier et la présence du platelage empêchaient le chef de manœuvre d'apercevoir les hommes travaillant sur les piles et les culées. Il se rendait compte cependant de la marche de chaque chantier par les positions suivantes que chaque surveillant devait occuper :

a) Pendant le travail (levage, ripage, descente), le surveillant se tient avec ses hommes près des vérins et se trouve, par conséquent, caché par le platelage.

Porteur d'un drapeau rouge, il doit le déployer au-dessus du platelage, aussitôt que quelque chose d'anormal se présente sur son chantier ; dans ce cas, l'arrêt général est commandé par le chef de manœuvre.

b) Lorsque le levage, le ripage ou la descente sont terminés sur son chantier, ou bien lorsque tout est prêt pour commencer une de ces opérations, le surveillant apparaît sur le platelage. En cas de besoin, le chef de manœuvre peut alors l'appeler pour lui communiquer ses nouveaux ordres.

Les chefs de district, occupés au ripage de la voie, suivaient attentivement la marche du travail et prenaient leurs mesures

pour raccorder, en conséquence, la voie et la ligne télégraphique.

L'essai général se fit le 21 mai 1885, après midi, malgré la pluie. Les ouvriers furent répartis et gagnèrent leur poste après avoir reçu une courte instruction. Un premier déplacement de 30 cm. fut opéré sans incident notable. Pour utiliser la fin de la journée, on continua l'opération en effectuant encore deux ripages, de telle sorte que le tablier se trouva déplacé de 88 cm. à la fin de cette journée d'essai. Le lendemain, 22 mai, jour fixé pour le ripage, le travail fut repris à 7 1/2 heures du matin. On fit avant le passage des trains 3 et 6 deux ripages successifs. Enfin le dernier déplacement, utilisé pour régler l'alignement du tablier dans sa nouvelle position, fut terminé à 10 heures du matin. On prit au minimum 7 minutes pour le levage, 5 minutes pour le ripage et 5 minutes pour la repose du tablier. Entre chaque opération, on fit une pause de quelques minutes.

Comme la voie ne pouvait être bourrée à chaque reprise d'une manière complète, les trains durent marcher au pas sur toute la longueur du chantier.

A la fin de l'opération, tous les rivets soumis à l'épreuve furent examinés avec grand soin. Comme on pouvait s'y attendre, aucune tête n'avait bougé et aucune trace de détérioration quelconque ne fut constatée.

Le déplacement de ce tablier de 112 m. de longueur et d'un poids de 197 000 kg. s'est effectué sans accroc et avec les seules ressources en matériel, outillage et personnel dont dispose une compagnie de chemin de fer.

Ce travail a nécessité pour le tablier :

2 journées d'ouvriers sur fer,

30 journées de tailleurs de pierre,

43 1/2 journées de charpentiers,

65 journées de cantonniers.

En outre, 64 journées de cantonniers pour le ripage et le raccordement de la voie. La dépense totale pour le personnel s'est élevée à 650 francs. La compagnie possédait déjà les bois d'échafaudage, qui ont du reste servi à d'autres usages plus tard.

Mars 1886.

P. MANUEL.

L'INDUSTRIE DES ANTHRACITES AUX ÉTATS-UNIS

par CH. DE SINNER, ingénieur.

(Cinquième article.)

Le pillar-and-breast system

est aujourd'hui seul appliqué, car les méthodes nouvelles, dont la description sera donnée plus loin, ne sont que des perfectionnements de cette méthode générale dont elles conservent le principe. Entre le point le plus bas atteint par le puits, vertical ou incliné, et l'affleurement le plus élevé, on divise la couche au moyen de galeries en direction (avec 3 à 10 ‰ de pente pour l'écoulement des eaux), placées du côté du mur, lorsque la couche est puissante. Ces galeries appelées « gangway » ont 2^m10 de haut sur 3 m. à 3^m20 de large et sont distantes entre elles de 70 à 90 m. pour les couches très inclinées (de 25 à 90°) ; ces intervalles vont jusqu'à 180 m. pour les angles plus rapprochés de l'horizontale. (Dans ce dernier cas on