Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 31 (1905)
Heft: 5

Artikel: [s.n.]
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-24846

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

2° *Appui d.* Le déplacement vertical

$$W\, g_d\, y_d\, s_d$$

du point B provoque une rotation de t_a autour de A et lui fait décrire sur v_g un segment négatif égal. Mais, ce segment étant à soustraire, nous trouvons

$$12)\qquad \eta''_{gw} = W^t\, g_d\, y_d\, s_d,$$

soit :

Le segment η''_{gw} intercepté sur v_g est égal au produit de la force W^t pour le moment centrifuge du poids élastique g_d pris par rapport aux 2 directions de la force W et de la verticale B.

Nous trouverons symétriquement pour les deux segments η'_{dw} et η''_{dw} interceptés sur v_d que :

Le segment η'_{dw}, produit par l'action de W sur l'appui d, est égal, en signe contraire, au déplacement suivant la verticale A de la tangente t_d ;

et que :

Le segment η''_{dw}, produit par l'action de W sur l'appui g, est égal au déplacement vertical du point A sous l'action de W.

Le premier segment, η'_w, est généralement négatif, le second, η''_w, positif, en cas de force W de compression.

Il ne reste plus maintenant, pour trouver les deux lignes d'influence de ces déformations, qu'à donner à la force W la valeur qu'elle prend suivant que P est en A ou en B.

En résumé, nous commençons par tracer les deux courbes (a') et (b') relatives aux déformations en A et B, puis nous en déterminons le lignes de fermeture comme suit.

Considérons la ligne (a'). Ses ordonnées sont considérées comme négatives, puisque la tangente t_a se relève par rapport à t_g. L'ordonnée sous A de la ligne de fermeture est la somme algébrique des valeurs suivantes :

Force $P^t = 1^t$ en A.

$$13)\left\{\begin{array}{lll} (\Delta w_a) = [1^t \,.\, w \,.\, g_t \,.\, y_t \,.\, k_a]\,\frac{\mu}{\lambda} & \text{(positive)} & \text{Influences de la force : } W^t \text{ sur la travée} \\ (\eta_{ga}) \;\; = 1^t \,.\, w \,.\, g_g \,.\, r_g \,.\, t_a & \text{(positive)} & A^t = 1^t \text{ sur l'appui } g \\ (\eta'_{gw}) = [1^t \,.\, w \,.\, g_g \,.\, y_g \,.\, s_a]\,\frac{\mu}{\lambda} & \text{(négative)} & W^t \text{ sur l'appui } g \\ (\eta''_{gw}) = [1^t \,.\, w \,.\, g_d \,.\, y_d \,.\, s_d]\,\frac{\mu}{\lambda} & \text{(positive)} & W^t \text{ sur l'appui } d. \end{array}\right.$$

Pour déterminer l'ordonnée sous B de cette ligne de fermeture, nous avons les segments suivants.

Force $P^t = 1^t$ en B.

$$14)\left\{\begin{array}{lll} (\Delta w_b) = [1^t \,.\, w \,.\, g_t \,.\, y_t \,.\, k_a]\,\frac{\nu}{\lambda} & \text{(positive)} & \text{Influences de la force : } W^t \text{ sur la travée} \\ (\eta_{gb}) \;\; = 1^t \,.\, w \,.\, g_d \,.\, r_d \,.\, t_d & \text{(négative)} & B^t = 1^t \text{ sur l'appui } d \\ (\eta'_{gw}) = [1^t \,.\, w \,.\, g_g \,.\, y_g \,.\, s_g]\,\frac{\nu}{\lambda} & \text{(négative)} & W^t \text{ sur l'appui } g \\ (\eta''_{wg}) = [1^t \,.\, w \,.\, g_d \,.\, y_d \,.\, s_d]\,\frac{\nu}{\lambda} & \text{(positive)} & W^t \text{ sur l'appui } d. \end{array}\right.$$

Les segments à porter pour trouver la ligne de fermeture de la courbe (b') se déterminent de même. Nous aurons

$$15)\quad \text{Sous } B\ (\Delta w_b) + (\eta_{db}) + (\eta'_{dw}) + (\eta''_{dw})\ \left(\text{facteur } \frac{\nu}{\lambda} \text{ dans les } \eta_{dw}\right)$$

$$16)\quad \text{Sous } A\ (\Delta w_a) + (\eta_{da}) + (\eta'_{dw}) + (\eta''_{dw})\ \left(\text{facteur } \frac{\mu}{\lambda} \text{ dans les } \eta_{dw}\right)$$

Il faut noter que dans ces deux formules 15) et 16), les facteurs $\frac{\mu}{\lambda}$ et $\frac{\nu}{\lambda}$ qui rentrent dans les segments (η'_{dw}) et (η''_{dw}) leur donnent généralement des valeurs différentes sous A et B.

Dans les formules 15) et 16), nous n'avons indiqué que la somme algébrique, les signes des facteurs restant à introduire. Dans les formules 13) et 14) où nous avons indiqué ces signes, ceux-ci se rapportent à notre cas, qui est le cas général (arc supporté, sur appuis donnant entre A et B une compression en cas de charges verticales descendantes P).

(A suivre).

La traversée des Alpes bernoises.

Réponses de la Commission internationale d'experts au questionnaire du Comité d'initiative pour la construction du Chemin de fer du Lötschberg. (Extrait).

(Suite et fin [1]).

Vme QUESTION

Les lignes existantes, traversant le Jura, remplissent-elles les conditions voulues pour contribuer au succès de la nouvelle voie d'accès au tunnel du Simplon, ou y a-t-il lieu de les améliorer ou d'en construire de nouvelles, et, le cas échéant, lesquelles ?

Les lignes actuelles à travers le Jura sont considérées comme suffisantes par les experts si elles permettent aux voyageurs et aux marchandises qui se dirigent vers l'Italie de points situés à l'Est et au Nord du Jura, ou inversement, de trouver plus d'avantages à passer *par la percée des Alpes bernoises* et le Simplon, qu'à suivre d'autres itinéraires.

Pour comparer les divers itinéraires, et cela sur la base des longueurs virtuelles calculées d'après la méthode Jacquier, Milan sera pris comme point terminus méridional, Paris et Calais comme points terminus septentrionaux.

En admettant que le tronçon Brigue-Milan aura, après exécution des raccourcis en Italie, des longueurs réelle et virtuelle de 161 à 180 km., et que celles de la section Berne-Brigue seraient 115 et 150 km.[2], on trouve, pour le parcours *Paris-Milan*, par les lignes actuelles à travers le Jura :

[1] Voir N° du 25 février 1905, page 53.

[2] Moyenne des longueurs correspondant aux projets avec tunnel de base par le Lötschberg et par le Wildstrubel.

	Longueurs réelles km.	Longueurs virtuelles km.
Paris-Petit-Croix-Bâle-*Gothard*-Milan . . .	890	1441
Paris-Dijon-Culoz-*Mont-Cenis*-Turin-Milan . .	924	1255
Paris-Dijon-St-Amour-Bourg-Bellegarde-*Bouveret-Simplon*-Milan	888	1104
Paris-*Pontarlier*-Lausanne-*Simplon*-Milan. .	835	1065
Paris-Belfort-Delémont-Berne-*Alpes bernoises-Simplon*-Milan.	866	1006
Paris-*Pontarlier*-Neuchâtel-Berne-*Alpes bernoises-Simplon*-Milan	826	991

Pour le parcours *Calais-Milan,* on a :

	Longueurs réelles km.
Calais-Paris-Culoz-*Mont-Cenis*-Milan	1237
Calais-Hirson-Belfort-Bâle-*Gothard*-Milan . . .	1116
Calais-*Pontarlier*-Lausanne-*Simplon*-Milan . .	1099
Calais-*Pontarlier*-Neuchâtel-Berne-*Alpes bernoises-Simplon*-Milan	1091
Calais-Belfort-Delémont-Berne-*Alpes bernoises-Simplon*-Milan	1090

Les experts reconnaissent que les lignes qui relient Berne à Belfort et à Bâle sont peu propres à constituer les éléments d'une ligne à grand trafic et qu'elles devraient être considérablement améliorées. Le trajet Berne-Delémont étant commun aux lignes Berne-Belfort et Berne-Bâle, les raccourcis qui pourraient être exécutés dans cette section affecteraient donc également les deux directions.

Le tableau ci-dessous donne les longueurs entre Berne et Delémont suivant les divers itinéraires en question :

	Longueurs réelles km.	Longueurs virtuelles km.
1. Lyss-Bienne-Tavannes (ligne existante)	84,550	148,580
2. Zollikofen-Berthoud-Soleure-Moutier (la ligne dite du Weissenstein, entre Soleure et Moutier, serait à construire)	78,720	128,780
3. Zollikofen-Schönbühl-Utzenstorf-Soleure-Moutier (les sections Schönbühl-Utzenstorf et Soleure-Moutier seraient à construire) .	72,030	117,560
4. Bienne-Granges-Moutier (la section Granges-Moutier serait à construire)	70,430	91,320
5. Lyss-Büren-Granges-Moutier (les sections Büren-Granges et Granges-Moutier seraient à construire)	63,010	82,870

La ligne Büren-Granges-Moutier raccourcirait le parcours Berne-Delémont de 21,500 km. réels et 65,700 km. virtuels, réduisant ainsi le parcours Paris-Belfort-Milan à 844,500 km. réels et 940,300 km. virtuels. Cette ligne aurait alors un avantage de 51 ou 125 km. virtuels sur les itinéraires par Pontarlier, qui conserveraient, par contre, un avantage de 9,5 ou 18,5 km. réels sur l'itinéraire par Belfort et Delémont. Les experts estiment qu'*en tenant compte des frais d'exploitation et des chances d'irrégularités de service en hiver, le raccourci Moutier-Granges-Büren placerait les lignes d'accès par Belfort et par Pontarlier dans des conditions sensiblement égales.*

Examinons maintenant dans quelles conditions se trouvent les lignes qui traversent actuellement le Jura, et quelles seraient celles que présentent les raccordements projetés :

Ligne Moutier-Soleure : Elle partirait de Moutier, à l'altitude de 528^{m},60, traverserait le Weissenstein dans un tunnel de 3700 m. et atteindrait Soleure après s'être élevée à l'altitude de 726 m. ; elle aurait 22,5 km. de longueur et des rampes maximum de 25 ‰ (18 ‰ dans le grand tunnel). Le caractère de ce raccordement ne permet de le considérer ni comme un élément d'une ligne internationale, ni comme une amélioration des lignes d'accès actuelles.

Lignes Moutier-Granges : Il y a plusieurs projets en présence. L'un d'eux s'élève à partir de Moutier avec des rampes qui ne dépassent pas 12 ‰, pour entrer ensuite dans un tunnel de 7640 m. et déboucher à 90 m. au-dessus de la station de Granges. Des raccordements relieraient cette ligne à celle de Bienne à Soleure, dans les deux directions de Bienne et de Soleure.

Au point de vue des déclivités, le projet paraît acceptable aux experts, mais la longueur de voie à construire serait de 30 km., pour réaliser un raccourci de 14 km. ; sur les deux tiers du parcours ces lignes longeraient des lignes déjà existantes et leur coût d'établissement serait fort élevé. Ce projet ne semble donc pas pouvoir être pris en considération.

Un second projet mettrait en communication directe les deux gares de Moutier et de Granges. En quittant Moutier, la ligne s'élèverait de 20 m. environ, puis descendrait en tunnel, avec une pente continue et assez forte, vers Granges. Selon deux variantes, le tunnel aurait, soit une longueur de 9 km. et une pente de 10,9 ‰, soit 9,25 km. et une pente de 11,37 ‰. Ce raccordement mesurerait 12 km. et coûterait, d'après une évaluation qui paraît insuffisante aux experts, 16 $^{1}/_{3}$ millions.

Le fait que le grand tunnel doit, sur toute sa longueur, être en pente continue vers Granges, exclut la possibilité de pouvoir l'attaquer du côté de Moutier, ce qui double la durée d'exécution. Les experts estiment donc ne pas pouvoir recommander ce projet.

Ligne Moutier-Granges-Büren : Pour que le raccordement de gare à gare que réaliserait ce projet puisse se faire sans nécessiter des pentes trop fortes, les experts proposent d'entrer en tunnel le plus près possible de Moutier, et avec une rampe de 2 ‰ jusqu'à mi-longueur, puis à partir du point culminant, situé à la cote 538 m., de descendre avec une pente de 11 $^{3}/_{4}$ ‰ dans la direction Est, soit vers Selzach. Ce tunnel aurait environ 8,5 km. de longueur et sortirait à 3 km. de la gare de Granges, à l'altitude de 488 m. Il serait donc possible, sans développement artificiel et sans dépasser la pente de 15 ‰, d'atteindre la station de Granges (cote 443 m.).

Le parcours total entre Granges et Moutier serait environ 12 km. et les experts estiment qu'il coûterait 15 millions de francs.

Le raccourci Granges-Büren se présenterait dans des conditions avantageuses de coût et de tracé. Il substituerait au parcours Granges-Bienne-Busswil-Lyss, dont la longueur réelle est 23,8 km. et les pentes 10 ‰, le parcours Granges-Büren-Busswil-Lyss, qui n'a que 16,4 km. et pas de pentes supérieures à 6 ‰. Ce tracé aurait l'avantage de dispenser du rebroussement qu'il eut fallu sans cela subir à la station de Bienne. Il y aurait 4 km. de ligne à construire, avec une dépense de 600 000 fr.

Les experts concluent en émettant l'avis que « *ni les » lignes qui traversent actuellement le Jura, ni celles de » Moutier à Soleure, dont la construction vient d'être com- » mencée, ne constituent des voies d'accès favorables au dé- » veloppement du trafic de la ligne qui passe par les Alpes » bernoises, en prolongement de la ligne du Simplon.* »

« *Il suffira, pour éviter le détour à profil accidenté par » Bienne, Reuchenette, Sonceboz et Tavannes, de construire » le raccordement entre Büren-Granges et Moutier, pour » raccourcir de 21 ½ km. le parcours réel entre Berne et » Belfort, et de 65 ¾ km. la distance virtuelle par rapport » à la ligne qui traverse actuellement le Jura entre Berne » et Belfort.* »

VIme QUESTION

Quels seront le coût approximatif et le rendement probable de la nouvelle voie d'accès au tunnel du Simplon ?

Le coût d'exécution du projet Beyeler, avec voie unique, est pour la ligne entière Kehrsatz-Brigue de 76 millions, comme on l'a vu dans la réponse à la quatrième question ; construite en prévision de la future double voie, la même ligne reviendrait probablement à 82 millions.

Il est toutefois permis de n'envisager pour les débuts que l'exécution de la partie Zweisimmen-Brigue du projet Beyeler, avec une dépense d'environ 60 millions ; cela suppose la voie unique et l'utilisation provisoire des lignes d'accès Berne-Thoune-Zweisimmen. Dans les mêmes conditions, l'exécution du projet Stockalper entre Zweisimmen et Rarogne, avec fortes rampes, coûterait approximativement 54 millions.

Dans la réponse à la première question, il a été établi que la *recette de la ligne Berne-Brigue s'élèverait à Fr. 5 729 626* et que le mouvement serait de 277 000 voyageurs, 499 000 tonnes de marchandises et 60 000 têtes de bétail. Il s'agit maintenant de rechercher *quelle sera la dépense d'exploitation de cette ligne,* d'après le projet Beyeler.

Nombre de trains et de trains-kilomètres.

a) *Voyageurs.*

Evaluant à 2000 kg. le poids du matériel roulant par voyageur transporté, on obtient un total de $277000 \times 2000 = 554\,000\,000$ kg. La rampe maximum ne dépassant pas 13 ‰, on peut fixer la charge moyenne d'un train de voyageurs à 200 tonnes, ce qui représente environ 40 essieux. Il faudrait donc un nombre de trains journalier de $\frac{554\,000}{365 \times 200} = 7{,}6$ ou 8, soit 4 dans chaque sens.

Pour augmenter les facilités de transport et exciter le mouvement des touristes, les experts pensent que le nombre des trains devra dès le début être porté à 10, soit 5 dans chaque sens, et que cette majoration donnera le moyen de faire face au trafic des bagages et de la poste sans augmentation des moyens de transport.

b) *Marchandises.*

La tare d'un wagon à marchandises est 600 kg. par tonne de capacité et l'utilisation moyenne de la capacité d'un wagon 35 %. La moyenne du poids du matériel roulant par tonne de marchandises transportée sera donc : $\frac{600}{0.35} = 1700$ kg. La charge moyenne d'un train (poids brut) correspondant à 1 tonne de charge utile, sera donc 2,7 tonnes et, comme le poids utile à transporter est 499 000 tonnes, le poids brut total sera : $499\,000 \times 2{,}7 = 1\,348\,000$ tonnes. On peut estimer à 330 tonnes la charge maximum d'un train sur une telle ligne et sans avoir recours à la double traction, ce qui exigerait l'organisation journalière de $\frac{1\,348\,000}{365 \times 330} = 11$ trains ou 6 dans chaque sens.

Pour une longueur de 116 km. il y aura donc au total 22 trains par jour, ce qui correspond à $365 \times 22 \times 116 =$ *931 480 trains-kilomètres* en chiffres ronds.

Détermination des frais d'exploitation :

I. *Administration générale :*

Cette dépense n'est en rapport direct ni avec le profil ni avec le trafic ; elle découle de l'organisation des services et est plus élevée pour une ligne de faible longueur. Considérant que la ligne Brigue-Berne peut faire l'objet d'une administration distincte, les experts l'estiment à 1200 fr. par km. (M. Teuscher avait admis 800 fr. dans l'hypothèse d'une administration commune aux lignes des chemins de fer du lac de Thoune, de Berthoud à Thoune et de Berne à Neuchâtel).

Pour les 116 km. à exploiter, la dépense sera :

$$1200 \times 116 = 139\,200 \text{ fr.}$$

II. *Entretien et surveillance de la voie :*

Ces dépenses sont sensiblement les mêmes par km. de ligne sur des réseaux d'un même pays, exploités dans des conditions à peu près identiques. Elles s'élevaient à 4956,13 francs par km. sur le réseau du Jura-Simplon en 1902, chiffre admis par les experts ; on a donc : $4956{,}13 \times 116 =$ 574 900 fr. en chiffres ronds.

III. *Expédition et mouvement :*

Les frais de cette nature (personnel du service central, des gares, des trains, dépenses diverses) varient beaucoup suivant les réseaux. En 1902 ils étaient pour le Jura-Simplon de 0,737 fr. par train-kilomètre, et pour le Gothard

de 0,8704 fr.. La ligne projetée étant dans des conditions semblables à celles du Jura-Simplon, on peut les évaluer à : 0,737 × 931 480 = 686 500 fr.

IV. *Traction :*

Les experts estiment les frais de traction à 1,15 fr. par train-kilomètre (1,065 fr. en 1902 sur le réseau du Jura-Simplon), ce qui donne au total : 1,15 × 931 480 = 1 071 200 francs.

V. *Dépenses diverses :*

Ces dépenses sont excessivement variables. Les experts, se basant sur les résultats de l'exploitation du Jura-Simplon en 1902, les fixent à 3326,52 fr. par km., soit 3326,52 × 116 = 385 870 fr.

Les dépenses totales d'exploitation ascendent ainsi à *Fr. 2 857 670,* ce qui représente environ 50 % de la recette brute. Pour le projet de la ligne Scherzligen-Brigue, ce rapport est évalué à 53 % ; pour le Gothard, il est d'environ 56 % ; pour le Jura-Simplon, 55 % environ.

Compte de renouvellement et réserve :

Les experts admettent 1600 fr. par km., ce qui représente 185 000 fr.

* * *

Le compte financier de l'exploitation s'établirait donc ainsi :

Recettes			Fr.	5 729 626
Dépenses.	Fr.	2 857 700		
Fonds de renouvellement et réserve.	»	185 600	»	3 043 300
Reste un excédent de.			Fr.	2 686 326

qui constituerait un intérêt moyen de 3,276 % du capital d'établissement fixé à 82 000 000 fr., en supposant la ligne construite à voie unique, mais en prévision de l'établissement futur de la double voie.

Divers.

Tunnel du Simplon.

Etat des travaux au mois de février 1905.

Longueur du tunnel entre les deux têtes des galeries de direction : 19 730 m.

Galerie d'avancement.		Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
1. Longueur à fin janvier 1905. .	m.	10376	9245	19621
2. Progrès mensuel	»	0	109	109
3. Total à fin février 1905 . . .	»	10376	9354	19730
Ouvriers.				
Hors du tunnel.				
4. Total des journées	n.	4800	12596	17396
5. Moyenne journalière	»	185	447	632
Dans le tunnel.				
6. Total des journées	»	9382	31545	40927
7. Moyenne journalière	»	375	1365	1740
8. Effectif maximal travaillant simultanément	»	150	546	696
Ensemble des chantiers.				
9. Total des journées	»	14182	44141	58323
10. Moyenne journalière	»	560	1812	2372
Animaux de trait.				
11. Moyenne journalière	»	0	4	4

Renseignements divers.

Côté Nord. — Les travaux d'avancement restent suspendus. Accident : le 24 février, le garde-frein Fantini, Eugenio, de San Gaudenzio (Florence) a été très gravement contusionné à la tête pendant qu'il accouplait les wagons d'un train sur le remblai à l'extérieur du tunnel.

Côté Sud. — La perforation mécanique a continué du 1er au 24 février. Le 24 février, à 7 h. 20 du matin, lors de l'explosion des mines de la 91me attaque, le dernier diaphragme a été abattu et ainsi la galerie de base percée. La différence de hauteur entre les seuils des galeries de base côté Nord et côté Sud est de 2m,50 environ, de manière que, conformément aux prévisions, le seuil de la galerie de base côté Nord correspond à peu près au faite de la galerie de base côté Sud. L'ouverture entre les deux galeries de base a une longueur de 2m,50 sur une largeur de 0m,80 environ. Par cette ouverture, l'eau enfermée dans la galerie de base côté Nord s'est écoulée en une heure du côté Sud. La direction et la longueur de la galerie de base paraissent correspondre aux calculs ; la vérification définitive donnera les résultats exacts. Le rocher traversé se compose de calcaire gris avec des veines de calcite. Température du rocher : 45° C.

Les eaux provenant du tunnel ont comporté 823 litres par seconde, suivant mesurage fait le 23 février avant le percement.

Accidents : Parmi les visiteurs qui sont entrés dans le tunnel le 24 février au matin, à l'occasion de la rencontre des galeries de base, il y a eu malheureusement deux victimes à la suite d'un empoisonnement dû à des gaz délétères qui ont momentanément vicié l'air du tunnel ; M. Grassi, agent commercial de la Société d'entreprise du tunnel, a succombé à une congestion cérébrale en sortant du tunnel, et M. Bianco, inspecteur des chemins de fer italiens, est mort samedi 26 février.

Tunnel du Ricken.

Bulletin mensuel des travaux. — Février 1905.

Galerie de base.		Côté Sud Kaltbrunn	Côté Nord Wattwil	Total
Longueur à fin janvier 1905 . .	m.	1015,6	1820,5	2836,1
Progrès mensuel :				
Perforation à la main	»	96,1	106,4	202,5
Longueur à fin février 1905 . . .	»	1111,7	1926,9	3038,6
% de la longueur du tunnel . .		12,9	22,4	35,3
Perforation à la main :				
Progrès moyen par jour . . .	m.	3,43	3,80	—
Progrès maximum par jour . .	»	6,7	6,0	—
Ouvriers.				
Hors du tunnel.				
Total des journées	n.	3098	4051	7149
Effectif maximum	»	110	145	255
Dans le tunnel.				
Total des journées.	»	5996	3897	9893
Effectif maximum	»	215	139	354
Total.				
Total des journées	»	9094	7948	17042
Moyenne journalière	»	325	284	609
Effectif maximum	»	352	338	690