**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande

**Band:** 30 (1904)

**Heft:** 17

**Artikel:** Le tunnel du Simplon: résultats obtenus et observations faites du 1er juillet 1903 au 30 juin 1904

**Autor:** Blonay, Pierre de

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-24141

**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:** 09.12.2025

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

30me Année. 10 septembre 1904. N° 17.

# Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef : M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction : M. F. GILLIARD, ingénieur.

SOMMAIRE : *Le tunnel du Simplon. Résultats obtenus et observations faites du 1er juillet 1903 au 30 juin 1904.* Par M. Pierre de Blonay, ingénieur. — *Note sur les foyers industriels. Méthodes de contrôle. Marche économique.* Par Dr V. Garuti, ingénieur-chimiste. — **Divers :** Tunnel du Simplon. Etat des travaux au mois d'août 1904. — Tunnel du Ricken. Bulletin mensuel des travaux. Août 1904. — Association internationale pour la protection de la propriété industrielle. VIIe Congrès, à Berlin en 1904. — Association suisse des électriciens et Union des centrales suisses. Assemblées générales. — Xe Congrès international de navigation, à Milan en 1905.

## Le tunnel du Simplon.

*Résultats obtenus et observations faites du 1er juillet 1903 au 30 juin 1904.*

Depuis notre note, parue dans le *Bulletin Technique* du 10 octobre 1903[1], les travaux du percement du Simplon ont suivi leur cours ; retraçons-en brièvement les diverses péripéties.

La convention qui règle définitivement les réclamations de l'Entreprise a été signée le 9 octobre 1903 et approuvée par le Conseil fédéral. A l'origine[2] le montant du forfait de l'Entreprise s'élevait à Fr. 69 500 000, soit :

| | | |
|---|---|---|
| 1° Pour toutes les installations. . . | Fr. | 7 000 000 |
| 2° Pour le 1er tunnel et la galerie du 2e | » | 47 500 000 |
| 3° Pour l'exécution du 2e tunnel . . | » | 15 000 000 |
| Total. | Fr. | 69 500 000 |

Le nouvel arrangement fixe comme suit les paiements supplémentaires consentis à l'Entreprise en raison des difficultés non prévues qu'elle a rencontrées :

A. *Tunnel I.*

1° Pour les installations . . . . . Fr. 1 400 000

2° Pour la construction d'un évitement central de 500 m. de longueur utile dans le tunnel II, avec deux raccordements des tunnels I et II, au lieu de l'évitement de 400 m. qui était prévu au contrat dans le tunnel I, élargi à deux voies . . . . . Fr. 1 223 000

3° Pour la partie du tunnel I qui, par suite de l'avancement plus rapide de l'attaque Nord, sera construite dans le 11e kilomètre à partir de la tête Nord, ce qui n'est pas prévu au contrat, Fr. 300 par mètre de tunnel ; dépense probable : 400 m. à Fr. 300 . . . . . Fr. 120 000

4° Pour les travaux exécutés par l'attaque Nord dans la pente 7 ‰ du versant Sud, Fr. 250 par mètre courant ; dépense probable : 800 m. à Fr. 250 . . . Fr. 200 000

5° Pour la construction d'un deuxième canal d'écoulement des eaux entre la tête Sud et le km. 4,450 Fr. 700 000

6° Le délai d'achèvement du tunnel I, qui était fixé au 13 mai 1904, a été reporté au 30 avril 1905, et la prime de Fr. 5000 par jour d'avance prévue au contrat a été remplacée par une prime de Fr. 2000.

[1] Voir page 255.

[2] Voir N° du 5 janvier 1901, page 3.

B. *Tunnel II.*

Le forfait pour la construction du tunnel II, dont l'Entreprise demandait à être déchargée, a été augmenté de Fr. 4 487 500, c'est-à-dire élevé à Fr. 19 500 000, sous cette réserve que les Chemins de fer fédéraux sont libres de faire exécuter ce travail en régie ou de le confier à une autre entreprise, s'ils le jugent avantageux.

Les dépenses faites par le Jura-Simplon atteignaient, au 30 septembre 1903, Fr. 50 063 508.

Dès la signature de l'arrangement, la galerie d'avancement que l'on avait prolongée du côté Nord au delà du point culminant jusqu'au km. 9,979 avec une rampe de 1,5 ‰ a été continuée en contre-pente de 25 ‰ pour arriver à la hauteur normale du seuil du tunnel.

Du 27 octobre au 1er novembre, du 21 novembre au 20 mars 1904, puis enfin définitivement dès le 18 mai suivant, les travaux de perforation ont été suspendus du côté Nord, par suite de la rencontre de fortes sources.

Le travail n'a pas subi d'interruptions notables du côté Sud. L'avancement maximum a été en juillet 1903 de 218 m., soit 7m,52 par jour de travail du côté Nord, et de 182 m., soit 6m,07 par jour du côté Sud.

Le progrès total du 1er juillet 1903 au 30 juin 1904 a été de 949 m. du côté Nord et de 1943 m. du côté Sud, au total 2894 m.

TABLEAU I. — **Avancement des travaux.**

| Trimestres. | Galerie d'avancement. | Galerie de faite. | Abatages. | Revêtement. |
|---|---|---|---|---|
| **1903** | | CÔTÉ NORD. | | |
| 30 juin. | 9427 | 8617 | 8611 | 8414 |
| III | 9950 | 9000 | 8978 | 8888 |
| IV | 10144 | 9261 | 9249 | 9126 |
| **1904** | | | | |
| I | 10177 | 9541 | 9532 | 9417 |
| II | 10376 | 9659 | 9635 | 9572 |
| **1903** | | CÔTÉ SUD. | | |
| 30 juin. | 6766 | 6192 | 6011 | 5824 |
| III | 7275 | 6497 | 6369 | 6241 |
| IV | 7752 | 7031 | 6897 | 6614 |
| **1904** | | | | |
| I | 8182 | 7406 | 7350 | 7121 |
| II | 8719 | 7899 | 7750 | 7649 |
| | | LONGUEURS TOTALES | | |
| Fin juin 1904 | 19095 | 17558 | 17385 | 17221 |

# TUNNEL DU SIMPLON

## ÉTAT DES TRAVAUX AU 30 JUIN 1904

Tableau graphique de l'avancement des travaux.

TABLEAU II. — **Résultats de la perforation mécanique d'après les rapports mensuels.**

| | Côté Nord. | | | Côté Sud. | | | Total. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Avancement moyen par jour de perforation mécanique. | Progrès mensuel. | Longueur de galerie. | Avancement moyen par jour de perforation mécanique. | Progrès mensuel. | Longueur de galerie. | Avancement moyen journalier. Total. | Progrès mensuel. Total. | Longueu totale de galerie. |
| **1903** | | | | | | | | | |
| Juillet | m. 7,52 | 218 | 9645 | 5,68 | 176 | 6942 | 13,20 | 394 | 16587 |
| Août | 5,82 | 163 | 9808 | 7,90 | 166 | 7108 | 13,70 | 329 | 16916 |
| Septembre | 5,46 | 142 | 9950 | 5,57 | 167 | 7275 | 11,03 | 309 | 17225 |
| Octobre | 4,82 | 114 | 10064 | 5,40 | 162 | 7437 | 10,22 | 276 | 17501 |
| Novembre | 3,81 | 80 | 10144 | 5,80 | 174 | 7611 | 9,61 | 254 | 17755 |
| Décembre | — | — | 10144 | 5,13 | 141 | 7752 | 5,13 | 141 | 17896 |
| **1904** | | | | | | | | | |
| Janvier | m. — | — | 10144 | 4,71 | 145 | 7898 | 4,71 | 145 | 18042 |
| Février | — | — | 10144 | 4,77 | 136 | 8034 | 4,77 | 136 | 18178 |
| Mars | 3,0 | 33 | 10177 | 4,77 | 148 | 8182 | 7,77 | 181 | 18359 |
| Avril | 4,0 | 116 | 10293 | 6,07 | 176 | 8358 | 10,07 | 292 | 18651 |
| Mai | 5,19 | 83 | 10376 | 5,97 | 179 | 8537 | 11,16 | 262 | 18913 |
| Juin | — | — | 10376 | 6,07 | 182 | 8719 | 6,07 | 182 | 19095 |

TABLEAU III. — **Cubes des excavations et maçonneries.**

| | Excavations. | | | | Maçonneries. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Totales par trimestre. m³ | Moyenne par jour. m³ | Par mètre courant dans le tunnel I. m³ | Par mètre courant en dehors du diagramme. m³ | Totales par trimestre. m³ | Moyenne par jour. m³ | Par mètre courant dans le tunnel I. m³ | Par mètre courant en dehors du diagramme. m³ |
| **1903** | | | | **Côté Nord.** | | | | |
| III | 22144 | 276 | 34,67 | 3,10 | 5952 | 76 | 9,26 | 3,10 |
| IV | 18858 | 248 | 35,00 | 3,30 | 4858 | 64 | 9,42 | 3,30 |
| **1904** | | | | | | | | |
| I | 13021 | 163 | 35,10 | 3,27 | 4089 | 51 | 9,46 | 3,27 |
| II | 11324 | 151 | 35,16 | 3,24 | 4148 | 55 | 9,62 | 3,24 |
| Total au 30 juin 1904 | 472713 | | | | 104689 | | | |
| **1903** | | | | **Côté Sud.** | | | | |
| III | 20203 | 240 | 35,52 | 3,80 | 4959 | 59 | 10,30 | 3,80 |
| IV | 27076 | 324 | 35,58 | 3,96 | 6015 | 72 | 10,56 | 4,00 |
| **1904** | | | | | | | | |
| I | 24971 | 305 | 35,80 | 4,20 | 8338 | 98 | 10,80 | 4,20 |
| II | 25291 | 301 | 35,90 | 4,35 | 8282 | 99 | 10,88 | 4,35 |
| Total au 30 juin 1904 | 392565 | | | | 92750 | | | |

En 1899 l'avancement avait été 3457 m. ; en 1900, 3401 m. ; en 1901, 3496 m. ; en 1902, 3564 m. et en 1903, 3568 m.

On constatera que jusqu'à fin 1903 les avancements annuels ont été très réguliers, malgré le long arrêt subi à Iselle et toutes les autres difficultés survenues ; l'Entreprise n'a en effet jamais cessé d'étudier et de mettre en pratique toutes les améliorations possibles, soit pour accélérer le travail, soit pour rendre celui-ci moins pénible aux ouvriers.

Au 30 juin 1904 il restait 634 m. à percer (à fin juillet 426 m).

En observant la représentation graphique de l'avancement des travaux, on constate que le percement des galeries d'attaque se trouvait au 30 juin d'environ neuf mois en retard sur le programme primitif, qui le prévoyait pour le 13 novembre 1903 ; par le fait de l'arrêt de la perforation dans la galerie Nord, ce retard augmentera encore.

Les deux lignes représentant sur ce tableau graphique l'avancement des deux fronts d'attaque se rencontrent, si on les prolonge, en un point correspondant environ au 10 octobre prochain ; c'est donc pour ce moment qu'on peut prévoir la rencontre des deux galeries, en supposant que les travaux continueront du côté Sud avec la même rapidité que ces derniers mois, et qu'aucun nouvel obstacle ne surgira encore ; on peut par conséquent espérer que le tunnel sera complètement terminé au printemps 1905, après un labeur ininterrompu de six ans et demi.

La frontière italo-suisse a été fixée provisoirement par des délégués suisses et italiens une première fois le 8 juillet 1903. Du 6 au 16 août, elle fut relevée exactement sur la montagne, à son intersection avec la direction du tunnel, et le 7 décembre il fut procédé à une nouvelle démarcation provisoire dans le tunnel ; la démarcation définitive ne sera faite qu'après l'achèvement du tunnel I et la vérification du chaînage définitif.

Le gouvernement italien a refusé de céder provisoirement au Conseil fédéral ses droits de souveraineté sur la partie de la galerie Nord située sur son territoire. En con-

# TUNNEL DU SIMPLON

## OBSERVATIONS FAITES JUSQU'AU 30 JUIN 1904

### COUPE VERTICALE SUIVANT L'AXE DU TUNNEL

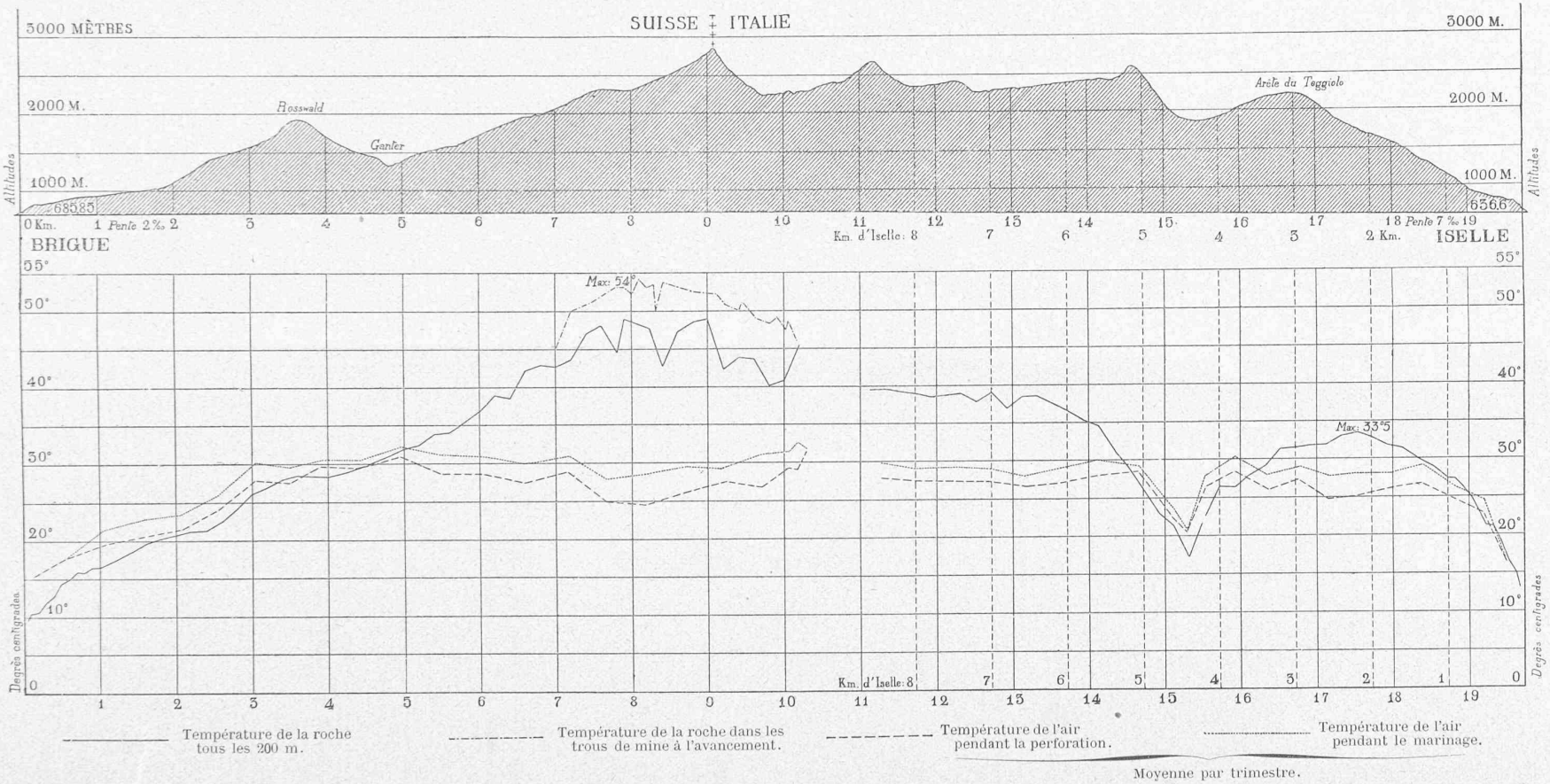



Tableau graphique de la variation des températures de la roche et de l'air à l'avancement.

séquence, les ouvriers travaillant sur ces chantiers sont assurés auprès de la « Cassa nazionale d'assicuratione ». Pour les crimes et délits, les autorités valaisannes sont chargées d'arrêter les coupables et de les remettre aux autorités italiennes.

Le revêtement était au 30 juin terminé sur 9 572 m. du côté Nord et 7 649 du côté Sud, soit au total 17 221 m., en arrière de 1 874 m. sur les galeries d'avancement, ce qui représente dans des circonstances normales un travail de deux et demi à trois mois ; le revêtement dans la région aquifère exigera probablement un peu plus de temps.

Les excavations ont atteint pendant les douze derniers mois 65 347 et 97 541 m³, soit au total 172 888 m³, et les maçonneries 19 047 et 27 594 m³, au total 46 641 m³. (Voir tableau III).

Les variations de la température de la roche aux stations permanentes sont consignées dans le tableau IV. Sauf aux stations des km. 7,000 et 8,000 du côté Sud, il y a presque généralement partout une augmentation plus ou moins forte.

TABLEAU IV.

**Température de la roche aux stations permanentes.**

(Degrés centigrades).

| | Côté Nord. | | Côté Sud. | |
|---|---|---|---|---|
| | Roche. | Air ambiant. | Roche. | Air ambiant. |
| *Station à 500 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 13°,8 | 15°,0 | 20°,6 | 23°,5 |
| Juin 1904 | 17°,8 | 22°,0 | 21°,4 | 25°,0 |
| *Station à 1000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 14°,8 | 16°,0 | 22°,2 | 23°,5 |
| Juin 1904 | 22°,0 | 24°,5 | 24°,0 | 25°,5 |
| *Station à 2000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 17°,2 | 17°,0 | 23°,0 | 23°,5 |
| Juin 1904 | 25°,0 | 27°,5 | 23°,8 | 26°,0 |
| *Station à 3000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 19°,2 | 18°,0 | 22°,8 | 23°,5 |
| Juin 1904 | 27°,0 | 29°,0 | 23°,5 | 25°,8 |
| *Station à 4000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 21°,2 | 19°,5 | 25°,0 | 23°,0 |
| Juin 1904 | 29°,2 | 31°,0 | 24°,8 | 24°,5 |
| *Station à 5000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 22°,8 | 20°,5 | 19°,2 | 16°,5 |
| Juin 1904 | 30°,8 | 32°,0 | 19°,2 | 17°,0 |
| *Station à 6000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 25°,5 | 21°,0 | 25°,5 | 20°,0 |
| Juin 1904 | 32°,8 | 32°,0 | 26°,1 | 19°,1 |
| *Station à 7000 m.* | | | | |
| Juillet 1903 | 27°,4 | 21°,0 | 39°,2 | 28°,0 |
| Juin 1904 | 35°,8 | 33°,0 | 27°,2 | 22°,5 |
| *Station à 8000 m.* | | | | |
| Octobre 1903 | 31°,4 | 23°,0 | Mars 1904: 38°,6 | 28°,0 |
| Juin 1904 | 37°,2 | 33°,0 | 29°,4 | 23°,5 |
| *Station à 9000 m.* | | | | |
| Mars 1904 | 38°,6 | 28°,5 | — | — |
| *Station à 9572 m. (point culminant).* | | | | |
| Juin 1904 | 36°,8 | 27°,5 | — | — |
| *Station à 10 000 m.* | | | | |
| Avril 1904 | 38°,1 | — | — | — |
| Juin 1904 | 37°,6 | 31°,0 | — | — |

La température de la roche, mesurée dans la paroi latérale le plus près possible du front d'attaque, a présenté cette année du côté Nord d'assez grandes variations ; elle s'est élevée à 48°,8 au km. 9,000, pour redescendre à 40°,1 au km. 9,800 et remonter à 45°,3 au km. 10,200, tandis que dans les trous de mine elle atteignait 53°,6 au km. 8,404 pour redescendre à 46° au km. 10,164. Du côté Sud, le maximum atteint a été de 39°,5 au km. 8,400, et dans les trous de mine de 39°,3 au km. 7,200.

TABLEAU V. — **Température de la roche.**

| | Côté Nord. | | Côté Sud. | |
|---|---|---|---|---|
| Longueur de galerie. m. | Première observation. Degrés C. | Dernière observation. Degrés C. | Première observation. Degrés C. | Dernière observation. Degrés C. |
| 6800 | 42,9 | 35,8 | 36,8 | 33,2 |
| 7000 | 42,7 | 39,1 | 39,0 | 35.5 |
| 7200 | 43,6 | 39,0 | 37,8 (39,3) | 33,0 |
| 7400 | 47,0 (50,7) | 35,4 | 38,8 (38,7) | 31,8 |
| 7600 | 48,1 (51,8) | 38,1 | 38,6 (38,6) | 35,2 |
| 7700 | — | — | — (39,0) | — |
| 7800 | 44,4 (53,0) | 37,4 | 38,4 | 33,0 |
| 8000 | — | — | 38,8 | 33,6 |
| 8236 | 47,6 (53,0) | 43,1 | 39,1 | 32,0 |
| 8404 | 42,6 (53,6) | 39,0 | 39,5 | 32,0 |
| 8600 | 47,2 | 38,4 | 39,4 | 36,0 |
| 8800 | 48,4 | 39,6 | — | — |
| 9000 | 48,8 | 39,6 | — | — |
| 9200 | 42,2 (50,8) | 37,5 | — | — |
| 9400 | 43,8 (50,0) | 40,4 | — | — |
| 9450 | — (51,0) | — | — | — |
| 9600 | 43,6 | 37,6 | — | — |
| 9612 | — (49,0) | — | — | — |
| 9702 | — (48,6) | — | — | — |
| 9800 | 40,1 (48,2) | 38,6 | — | — |
| 9900 | — (49,0) | — | — | — |
| 10000 | 40,4 | 37,4 | — | — |
| 10020 | — (47,5) | — | — | — |
| 10047 | — (48,5) | — | — | — |
| 10096 | — (47,5) | — | — | — |
| 10164 | — (46,0) | — | — | — |
| 10200 | 45,3 | 40,6 | — | — |

Les chiffres entre parenthèses sont les températures mesurées dans les trous de mine de l'avancement.

Les quantités moyennes d'air introduit en vingt-quatre heures sont en général inférieures à celles de l'année précédente ; les installations pour la réfrigération, ainsi que leur fonctionnement, ont été décrits dans les extraits des différents rapports trimestriels ; nous n'y reviendrons pas.

La température de l'air a été au maximum pendant le marinage de 34°,5 sur les chantiers d'avancement Nord et et de 30°,5 sur les chantiers Sud ; la température moyenne est sur les premiers un peu plus élevée que celles des douze mois précédents.

Nous donnons encore, comme précédemment, quelques chiffres et moyennes relatifs à la perforation mécanique (tableau VIII), ainsi qu'un résumé des quantités de journées d'ouvriers. (Tableau IX).

Au 30 juin, la station du tunnel (du côté Nord) se trouvait entre les km. 8,900 et 9,300. Les voies principales des

TABLEAU VI. — **Ventilation et introduction d'eau dans le tunnel.**

| Trimestres. | Quantités moyennes d'air introduites en 24 heures. Total. m³. | Avancement I. m³. | Avancement II. m³. | Eau introduite en 24 heures. m³. | Température de l'eau introduite. Degrés C. | Volume d'eau sortant du tunnel. Litres par seconde. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1903** | | | **Côté Nord.** | | | |
| III | 2 684 450 | 125 280<br>21°,5 | 66 530 | 6653<br>(4147)[1] | 7,4 | 80 |
| IV | 2 270 000 | — | 108 000<br>26°,5 | 9245<br>(6825) | 2,70 | 80—116 |
| **1904** | | | | | | |
| I | 2 448 580 | 89 420<br>25°,0 | — | 8208<br>(5616) | 5,9 | 135—147 |
| II | 2 359 580 | — | — | 8640<br>(6300) | 7,8 | 147—196 |
| **1903** | | | **Côté Sud.** | | | |
| III | 2 468 450 | 178 000<br>25°,2 | 144 000<br>25°,2 | 2712 | 11,5 | 924 |
| IV | 2 436 500 | 182 600<br>25°,0 | 161 500<br>25°,0 | 1836 | 3,0 | 924—798 |
| **1904** | | | | | | |
| I | 2 707 780 | 169 900<br>24°,8 | 139 400<br>24°,8 | 1987 | 6,0 | 772—702 |
| II | 2 195 400 | 173 500<br>20°,2 | 132 200<br>20°,2 | 2302 | 10,2 | 702—1153 |

[1] Pour la réfrigération.

deux galeries étaient reliées par la transversale au km. 9,680 ainsi que par le raccordement au km. 8,850. Un réchauffeur pour les locomotives à air comprimé se trouvait au km. 9,320, et des prises d'air au km. 8,830 dans le tunnel I et au km. 9,640 dans la galerie parallèle ; trois trains d'ouvriers et six trains de matériaux entraient chaque jour dans le tunnel ; il en sortait trois trains d'ouvriers et six trains de matériaux. Du côté Sud, les arrangements pris pour les transports sont analogues à ceux du côté Nord.

Comme l'on sait, le Jura-Simplon à l'origine, les Chemins de fer fédéraux actuellement, construisent une nouvelle gare très considérable à Brigue ; les travaux en sont aujourd'hui très avancés, de façon à être terminés pour l'ouverture de la ligne.

Du côté Sud, la ligne d'accès Iselle-Domodossola est terminée ; à 200 m. de la sortie du grand souterrain, elle traverse un nouveau tunnel de 150 m. de longueur pour aboutir à la station d'Iselle ; au delà de celle-ci se trouvent encore deux tunnels de trois et six kilomètres de longueur.

TABLEAU VII. — **Température de l'air** (Moyennes par trimestre).

| Trimestres. | Extérieur. Degrés C. | Avancement I. Perforation. Degrés C. | Avancement I. Marinage. Degrés C. | Avancement I. Maximum pendant le marinage. Degrés C. | Chantiers de maçonnerie Degrés C. |
|---|---|---|---|---|---|
| **1903** | | | CÔTÉ NORD. | | |
| III | 17,55 | 26,7 | 31,0 | 33,5 | 27,0-31,0 |
| IV | 4,76 | 29,2 | 31,3 | 34,5 | 27,0-34,0 |
| **1904** | | | | | |
| I | 2,25 | 29,0 | 32,5 | 34,0 | 27,0-31,5 |
| II | 15,02 | 31,3 | 31,8 | 34,5 | 28,0-32,5 |
| **1903** | | | CÔTÉ SUD. | | |
| III | 16,60 | 27,2 | 28,9 | 29,0 | 27,0-29,5 |
| IV | 5,60 | 27,4 | 29,2 | 30,0 | 27,0-30,0 |
| **1904** | | | | | |
| I | 2,58 | 27,4 | 29,0 | 30,0 | 26,5-29,5 |
| II | 14,50 | 27,8 | 29,8 | 30,5 | 26,5-29,5 |

TABLEAU VIII.

**Perforation mécanique dans la galerie de base.**

| | | CÔTÉ NORD 2me sem. 1903 | CÔTÉ NORD 1er sem. 1904 | CÔTÉ SUD 2me sem. 1903 | CÔTÉ SUD 1er sem. 1904 |
|---|---|---|---|---|---|
| Section moyenne | m². | 6,05 | 6,45 | 6,1 | 6,6 |
| Jours de perforation mécanique | | 129,5 | 57 | 169,5 | 180 |
| Avancement total | m. | 717 | 232 | 980 | 967 |
| » par jour de perfor. | » | 5,53 | 4,07 | 5,72 | 5,15 |
| » par attaque | » | 1,24 | 1,11 | 1,07 | 1,11 |
| Attaques | | 579 | 209 | 914 | 873 |
| » par jour | | 4,47 | 3,66 | 3,42 | 4,85 |
| Trous de mine, nbre total | | 6380 | 2289 | 11187 | 10434 |
| » » par attaque | | 11,02 | 10,95 | 12,24 | 11,95 |
| » » p. m. d'avanct | | 8,89 | 9,86 | 11,42 | 10,79 |
| » profondeur totale | m. | 8107 | 2590 | 13446 | 12534 |
| » » p. attaque | » | 14,0 | 12,39 | 14,71 | 14,36 |
| » » p. m. d'av. | » | 11,31 | 11,16 | 13,72 | 12,96 |
| » » moyenne | » | 1,27 | 1,13 | 1,21 | 1,20 |
| Dynamite, poids total. | kg. | 21644 | 6080 | 32403 | 29472 |
| » p. attaque | » | 37,38 | 29,09 | 35,59 | 33,76 |
| » p. m. d'avancement | » | 30,18 | 26,20 | 33,06 | 30,48 |
| » p. trou de mine | » | 3,39 | 2,66 | 2,89 | 2,82 |
| Cubes excavés, total | m³. | 4381 | 1414 | 5950 | 6363 |
| » p. jour | » | 33,06 | 24,81 | 35,10 | 35,35 |
| » p. attaque | » | 7,76 | 6,77 | 6,51 | 7,29 |
| Affutages de fleurets | | 41562 | 16340 | 55618 | 60450 |
| » » p. attaque | | 71,78 | 78,13 | 60,85 | 69,26 |
| » » p. m. de trou. | | 5,13 | 6,31 | 4,14 | 4,82 |
| Heures de perforation, total | | 1254,8 | 469,9 | 1863,6 | 1805,2 |
| » » par jour | | 9,69 | 8,24 | 10,99 | 10,03 |
| » » par attaque | | 2,17 | 2,25 | 2,04 | 2,07 |
| » » p. m. d'avanct. | | 1,71 | 1,77 | 1,90 | 1,87 |
| » » p. m. de trou | | 0,15 | 0,16 | 0,14 | 0,14 |
| » de marinage, total | | 1751 | 783,3 | 2190,7 | 2471,0 |
| » » par jour | | 13,6 | 13,7 | 12,9 | 13,73 |
| » » p. attaque | | 2,67 | 3,74 | 2,39 | 2,83 |
| » » p. m. d'avanct | | 2,44 | 3,38 | 1,24 | 2,56 |
| » perdues | | 129,1 | 124,4 | 8,8 | 42,3 |

TABLEAU IX. — **Journées d'ouvriers et d'animaux de trait.**

CÔTÉ NORD.

| | 1903 | | 1904 | |
|---|---|---|---|---|
| | 3me trim. | 4me trim. | 1er trim. | 2me trim. |
| Journées dans le tunnel . . | 94861 | 88948 | 76533 | 60444 |
| Journées hors du tunnel . . | 41984 | 41456 | 34084 | 31374 |
| Ensemble . . . . . | 136845 | 130404 | 110617 | 91818 |
| Moyenne journalière : | | | | |
| Moyenne dans le tunnel . . | 1116 | 1151 | 943 | 782 |
| » hors du tunnel . . | 483 | 477 | 399 | 364 |
| Ensemble . . . . . | 1599 | 1628 | 1342 | 1146 |
| Effectif maximum d'ouvriers travaillant simultanément dans le tunnel | 450 | 460 | 380 | 320 |
| Animaux . . . . . | — | — | — | — |

CÔTÉ SUD.

| | 1903 | | 1904 | |
|---|---|---|---|---|
| | 3me trim. | 4me trim. | 1er trim. | 2me trim. |
| Journées dans le tunnel . . | 89152 | 109581 | 109056 | 113825 |
| Journées hors du tunnel . . | 44593 | 42515 | 42046 | 49349 |
| Ensemble . . . . . | 133745 | 152096 | 151602 | 163174 |
| Moyenne journalière : | | | | |
| Moyenne dans le tunnel . . | 1052 | 1304 | 1273 | 1345 |
| » hors du tunnel . . | 488 | 472 | 469 | 547 |
| Ensemble . . . . . | 1540 | 1776 | 1742 | 1892 |
| Effectif maximum d'ouvriers travaillant simultanément dans le tunnel | 420 | 520 | 510 | 560 |
| Animaux . . . . . | 9 | 8 | 8 | 8 |

PIERRE DE BLONAY, ingénieur.

# Note sur les foyers industriels.

MÉTHODE DE CONTRÔLE. — MARCHE ÉCONOMIQUE.

par le Dr V. GARUTI, ingénieur-chimiste.

Pour évaluer la perte de chaleur qui se produit dans un appareil de chauffage, on emploie principalement les deux méthodes suivantes :

*Première méthode :* On détermine la quantité de chaleur emportée par les gaz chauds qui s'en vont à la cheminée en mesurant leur poids et leur température. Ce que l'on détermine de cette manière, c'est la perte de chaleur en calories par unité de temps (généralement par heure).

Le volume des gaz allant à la cheminée se détermine en mesurant la vitesse par seconde $v$ avec laquelle ils traversent une section donnée $S$.

La densité moyenne des gaz des fumées de composition ordinaire est donnée avec une approximation suffisante par la formule empirique :

$$\gamma = 1{,}25 - 0{,}0027\, t,$$

où $t$ est la température de ces gaz.

Si l'on prend 0,24 comme valeur moyenne de la chaleur spécifique des gaz, et si l'on désigne de plus par $\theta$ la température de l'air d'alimentation, la perte de chaleur de l'appareil par heure sera donnée assez exactement par la formule :

$$\Pi = 0{,}24\,(1{,}25 - 0{,}0027\, t)\, S\, v\, (t - \theta)\, 3600 =$$
$$= 864\,(1{,}25 - 0{,}0027\, t)\, S\, v\, (t - \theta) \text{ cal.}$$

La forme analytique de cette formule montre que si $\theta = o$ et $v =$ constante, il existe un minimum de la valeur de $\Pi$ ; il faut toutefois observer que la valeur ($t = 463^o$) que l'on obtient en effectuant le calcul de ce minimum n'est pas exacte, parce que, comme nous l'avons déjà vu, la formule n'est qu'approchée et qu'en pratique $v$ est fonction de $t$ et aussi d'autres variables, telles que la température de l'air ambiant, le vent, etc.

Dans le cas où le fonctionnement de l'appareil de chauffage est absolument uniforme (exemple : fours à gazogène), cette méthode est excellente, mais il n'en est pas de même lorsqu'on a affaire à des appareils à marche variable, soit à cause des chargements, soit à cause du but auquel ils sont destinés.

*Deuxième méthode :* Cette méthode, dont M. Ferdinand Fischer a été pour ainsi dire l'apôtre, est basée sur les principes suivants :

Pour qu'une combustion soit bonne il faut :

1° Que les gaz des fumées soient riches en $co^2$ (acide carbonique) et par conséquent pauvres en oxygène.

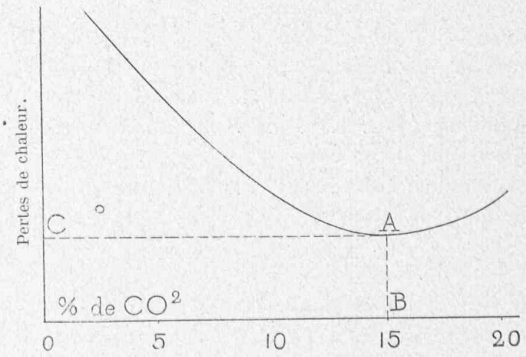
2° Qu'ils ne contiennent pas d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'hydrocarbures ou de suie.

L'appareil employé habituellement pour mesurer le pour cent des gaz précités dans les gaz des fumées est celui d'Orsat, plus ou moins modifié suivant les différents opérateurs.

Cette méthode a rendu de très grands services et pourrait en rendre davantage si l'on réfléchissait *qu'une combustion bonne au point de vue chimique peut ne pas l'être au point de vue économique.* Cela tient tout à la fois au prix du combustible employé et au fait que, dans toute combustion qui se passe *sans formation d'oxyde de carbone,* la température des gaz est d'autant plus élevée que la teneur en acide carbonique est plus forte.

Nous savons en outre que la perte de chaleur due aux gaz des fumées est directement proportionnelle à leur température. Il existe donc une *limite économique* dans la teneur en $co^2$. Le fait que, sans tenir compte des considérations que nous venons de faire, la deuxième méthode a rendu des grands services montre que cette limite économique doit être assez élevée.

A part des cas exceptionnels, une combustion avec $4 \div 5$ % d'acide carbonique n'est pas économique, mais il est aussi certain qu'une combustion à 20 % ne le serait pas non plus. Pour arriver à déterminer la valeur de la limite




Graphique de la variation des pertes de chaleur en fonction de la teneur en $CO^2$ des gaz des fumées.