

# Entreprise du tunnel du Mont-d'Or

Autor(en): **Soutter, F.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1913)**

Heft 20

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30149>

## **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 technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Entreprise du tunnel du Mont-d'Or*, par F. Soutter, ingénieur. — *Notice sur le Laboratoire d'Electricité Industrielle de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne*, par Jean Landry, professeur. — *Chronique*: Le bilan du rachat des chemins de fer suisses.— Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Avis. — Ecole d'ingénieurs de Lausanne.

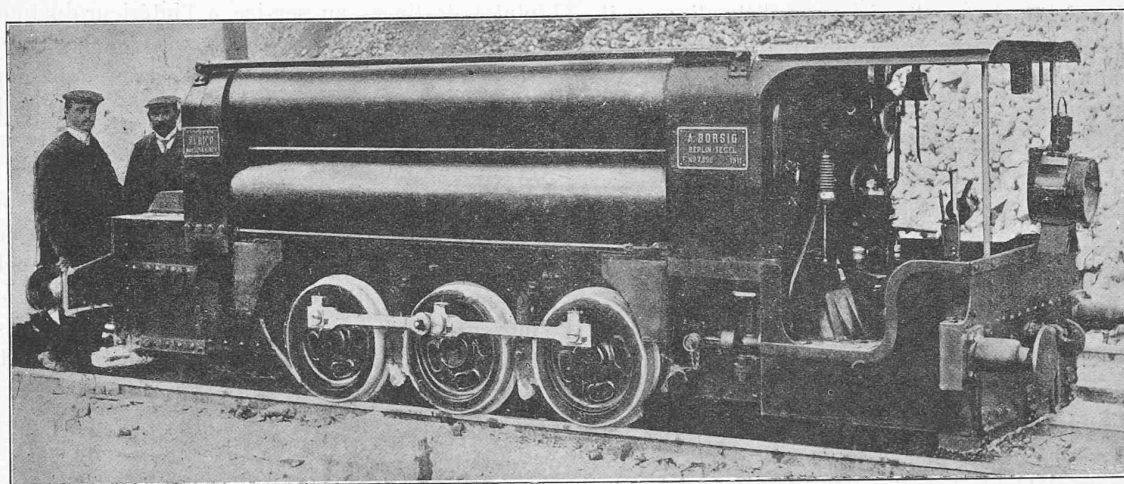


Fig. 12. — Locomotive à air comprimé. — 10 tonnes, 50 HP., 135 atm.

## Entreprise du tunnel du Mont-d'Or.

Note sur la construction du raccourci Frasné-Vallorbe, ligne à double voie de 25 km. de longueur.

Par F. SOUTTER, ingénieur, chef de service de l'Entreprise.

(Suite)<sup>1</sup>.

### Locomotives à air comprimé.

Le parc des locomotives à air comprimé se compose de 7 machines compound, savoir: 5 petites à 3 essieux couplés, destinées spécialement aux travaux d'avancement, aux abatages et aux maçonneries, et 2 grosses, 4 essieux couplés, ne marchant que dans les parties maçonnées du tunnel.

Le service se fait donc comme suit: les grosses machines remorquent les trains de 180 t. entre la tête du tunnel et la dernière gare (*actuellement km. 4*); les petites machines se partagent ces trains et les mettent en place, soit à l'avancement, soit aux postes d'abatages et maçonneries.

Toutes ces machines, ainsi que les compresseurs pour la traction, ont été fournis par la maison *Borsig*, à Tegel.

<sup>1</sup> Voir N° du 10 octobre 1913, page 221.

Pour une entreprise de percement de tunnels, l'emploi de petites locomotives électriques, avec conduite de prise de courant à la voûte du tunnel ne peut pas entrer en considération, la conduite offrant de trop grands dangers. En effet, dans une construction pareille il serait difficile d'éviter malgré tous les avertissements que le matériel employé ne touchât une fois ou l'autre la conduite. Des locomotives avec batteries d'accumulateurs ne peuvent également pas entrer en ligne de compte pour le service si rude de telles entreprises, car l'effort à produire par ces machines dépasse de beaucoup celui d'un service normal de construction ou d'excavation,

Il fallait tenir compte de ces circonstances spéciales dans l'étude du projet de ces locomotives qui ont été choisies des plus fortes et d'une construction des plus solides.

La figure 12 représente une des cinq locomotives à trois essieux couplés, livrées pour le service à l'avancement du tunnel. — Toutes les locomotives sont construites pour voie de 1 mètre. Ces machines à 3 essieux couplés pour la traction à l'intérieur du tunnel ont un poids en service de 11 tonnes environ; il est réparti presque également sur les 6 roues. L'essieu d'avant a été choisi comme essieu moteur. L'empattement total est de 1500 mm. Le châssis est formé de deux longerons en acier doux qui sont reliés par des traverses ou renforcements en tôle. La partie arrière du châssis qui forme l'abri du mécanicien est reliée d'une

manière convenable aux longerons. A l'avant, le châssis possède une ouverture suffisamment grande pour permettre de surveiller et entretenir comme il convient les bielles motrices ainsi que les organes de la distribution, qui se trouvent à l'intérieur du châssis. Comme toute la distribution, les cylindres sont abrités à l'intérieur de celui-ci. La première entrée dans le tunnel démontrait déjà que cette disposition était la mieux adaptée à la destination de ces locomotives et devait être considérée comme étant la meilleure solution. En effet, les locomotives à vapeur employées au début et dont les cylindres ainsi que tout le mouvement étaient extérieurs au châssis, avaient ces organes complètement abîmés au bout de très peu de temps déjà par les chutes de pierres et d'éboulis; car il faut bien se rendre compte que tandis que la locomotive circule au milieu du tunnel, le travail se poursuit activement de chaque côté.

Les dimensions extérieures des locomotives étaient prescrites :

hauteur maximum . . . . .	1700 mm.
largeur maximum . . . . .	1580 »
longueur totale y compris les tampons . . . . .	5600 »

Malgré ces dimensions relativement faibles, il fallait construire une locomotive assez puissante pour pouvoir remorquer en plus de son propre poids une charge de 55 tonnes brutes sur les pentes de 13‰. C'est pour cela que malgré la double expansion compound avec un fort réchauffage préalable de l'air il a fallu admettre dans les réservoirs la pression anormale de 135 atm. pour toutes ces locomotives. La quantité d'air nécessaire à la locomotive est emmagasinée dans 6 réservoirs cylindriques d'une capacité de 2,5 m<sup>3</sup> qui sont réunis en une forte caisse qui est elle-même solidement fixée sur le châssis de la locomotive.

La figure 13 représente les grandes locomotives à air comprimé et à 4 essieux couplés. Ces locomotives ont aussi à remorquer des trains de matériaux de déblaiement et sont également destinées par la suite au transport de grands et lourds convois, de l'intérieur du tunnel jusqu'en gare de Vallorbe. En effet, la construction d'une grande gare internationale nécessite près de la gare actuelle de grands remblais. Deux de ces locomotives à 4 essieux couplés sont en service. Elles doivent être à même de remorquer un train de 180 tonnes brutes sur les pentes de 13‰ se présentant dans le tunnel. Une pareille puissance nécessite évidemment un poids relativement fort pour la locomotive en service. Celui-ci est en effet de 30 tonnes. Les locomotives doivent en outre passer sans difficulté des courbes d'un rayon de 70 mètres. Dans ce but, le deuxième essieu est construit avec un jeu latéral de 10 mm., le quatrième avec un jeu latéral de 20 mm. de chaque côté. La hauteur maximum de ces locomotives est de 2550 mm., la plus grande largeur de 1950 mm. et la longueur totale, y compris les tampons, de 8600 mm.

Ces locomotives sont les plus grands types de locomotives compound à air comprimé construits en Allemagne jusqu'à nos jours. Comme pour les locomotives à 3 essieux,

la pression de service est de 135 atm. La réserve d'air est également renfermée dans 6 réservoirs cylindriques formant un volume total de 11 m<sup>3</sup>.

La construction de ces réservoirs offrait surtout de grandes difficultés, car en raison de leur longueur de 7 mètres, l'exécution en une seule pièce devenait impossible. Chacun d'eux est donc composé de 2 parties qui sont reliées vers le milieu de la locomotive au moyen d'un pas de vis soigneusement travaillé et pouvant assurer une étanchéité parfaite. Le châssis est également formé de deux longerons en acier doux et toute la construction est analogue à celle des locomotives à 3 essieux couplés. Cependant, ces locomotives à 4 essieux couplés étant plutôt destinées au service à l'intérieur du tunnel ou en tout cas dans la partie murée seulement de ce dernier, l'abri du mécanicien est fermé à l'arrière, afin que celui-ci soit mieux à l'abri du froid en hiver. En outre, les cylindres, la distribution et tout le mouvement se trouvent à l'extérieur du châssis, comme sur les locomotives normales à vapeur. Le service de ces grosses machines n'oblige pas en effet à protéger ces organes en les plaçant à l'intérieur.

Dans les deux types de locomotives de tunnels, représentés par les figures 12 et 13, la suspension a lieu au moyen de ressorts longitudinaux qui sont reliés par des balanciers. Les cylindres sont donc en compound et sur la locomotive à 4 essieux, toute la disposition est absolument semblable à celle des locomotives à vapeur normales; le cylindre à haute pression se trouve du côté droit, le cylindre à basse pression du côté gauche de la locomotive. Les tiroirs de distribution sont des tiroirs cylindriques et la distribution elle-même est du système Heusinger. Le plus grand effort de traction que peut fournir la locomotive à 3 essieux accouplés est d'environ 1400 kg., celle à 4 essieux accouplés peut fournir jusqu'à 4800 kg.

Ces deux locomotives de tunnels possèdent encore une particularité importante : le double réchauffage de l'air. L'air comprimé, au sortir des réservoirs, passe tout d'abord par la soupape de réduction, puis de là, dans un système de tubes qui le réchauffe avant l'entrée dans le cylindre à haute pression. A la sortie de ce dernier, l'air entre dans un deuxième système de tubes et se trouve ainsi réchauffé une seconde fois avant d'entrer dans le cylindre à basse pression. Ce réchauffage est produit par un foyer spécial qui se trouve dans les deux types de locomotives complètement à l'intérieur du châssis. Les gaz de cette combustion s'échappent par une petite cheminée à l'avant de la locomotive. L'emploi de charbon de bois ou de coke comme combustible, évite tout dégagement de fumée. L'entretien de cette combustion est des plus simple et la dépense de combustible très faible.

L'Entreprise a obtenu les résultats suivants qui permettent de se rendre compte de cette faible dépense :

La locomotive à 3 essieux accouplés consomme pour le réchauffage de l'air environ 1/2 kg. de coke par heure. Avec ce peu de combustible on peut obtenir une température de 150° environ avant les cylindres à haute et à basse pression. Il y a cependant lieu de tenir compte que la tempé-

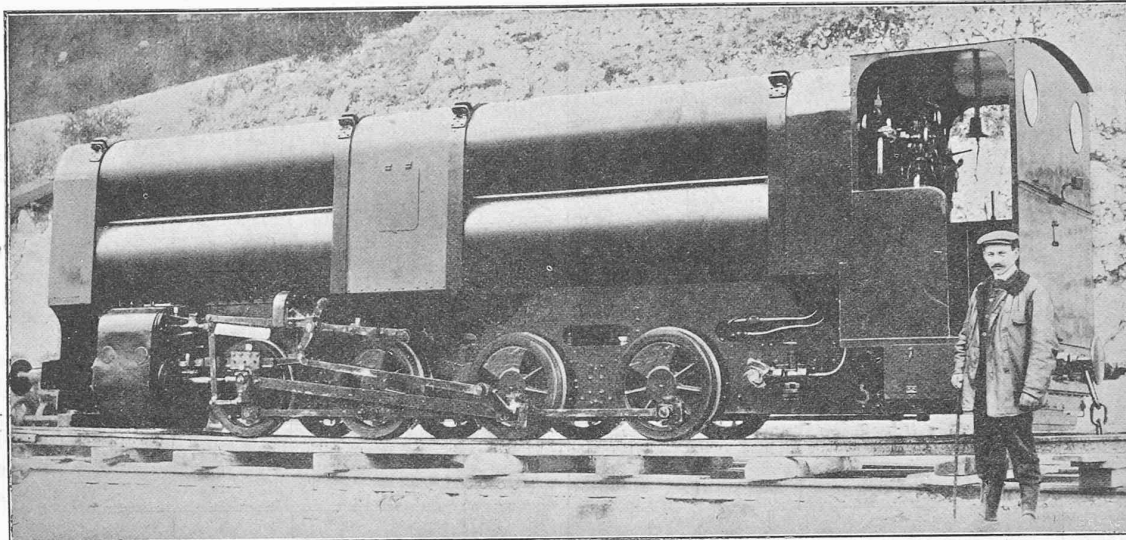


Fig. 13. — Locomotive à air comprimé. — 29 tonnes, 160 HP., 135 atm.

rature de l'air, après le passage dans la soupape de réduction, est d'environ 15 à 20° et à la sortie du cylindre à haute pression d'environ 5 à 10°. Cette installation de réchauffage de l'air ne complique nullement la locomotive; elle est en outre d'un très grand avantage et offre la possibilité de construire des locomotives à air comprimé d'une puissance beaucoup plus grande, d'un champ d'activité supérieur et ayant en outre un très bon rendement.

**Caractéristiques des deux types de locomotives.**

	Petites	Grosses
Pression de l'air dans les réservoirs	135 kg.	135 kg.
» » » » le cylindre .	12 »	12 »
Diamètre du cylindre à haute pression. . . . .	220 mm.	300 mm.
Diamètre du cylindre à basse pression. . . . .	300 »	450 »
Course du piston . . . . .	260 »	400 »
Diamètre des roues . . . . .	650 »	750 »
Nombre d'essieux . . . . .	3	4
Ecartement des essieux extrêmes	2400 mm.	3500 mm.
Volume d'air comprimé à 135 atm. emmagasiné. . . . .	2,5 m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup>
Longueur entre tampons . . . . .	5600 mm.	8600 mm.
Hauteur au-dessus du rail . . . . .	1700 »	2550 »
Largeur . . . . .	1580 »	1950 »
Poids à vide . . . . .	10 t.	27,0 t.
Poids en ordre de marche . . . . .	10,5 »	30,0 »
Force de traction . . . . .	1400 kg.	4800 kg.
Emplacement des cylindres par rapport aux longerons . . . .	intérieur <sup>t</sup>	extérieur <sup>t</sup>

**Rendement des locomotives à air comprimé.**

Les essais de consommation d'une grande et d'une petite locomotive eurent lieu, en juillet 1912, sur un parcours de 2000 m. en déclivité de 13 ‰. Pendant la course aller (vers le tunnel) la locomotive était attelée en tête du

train et pendant la course de retour elle était en queue. Les machines soumises aux essais n'avaient été l'objet d'aucune préparation; on avait seulement purgé complètement l'eau de condensation dans les réservoirs d'air. La capacité de ces derniers fut jaugée à 2250 l. pour les petites locomotives et à 10 200 l. pour les grosses. Les résultats des essais sont récapitulés dans le tableau<sup>1</sup> de la page 236.

**Ventilation.**

Dans un bâtiment maçonné près de la tête du tunnel sont installés: 2 ventilateurs *Sulzer*, moteur *Alioth* avec manchon d'accouplement élastique, 100 HP, 500 v., 960 tours, refoulant 10 m<sup>3</sup> d'air seconde à une pression de 400 mm. d'eau dans une conduite en ciment de 1 m. 30 de diamètre, arrêtée au km. 2,9 et prolongée dans les autres chantiers par une conduite en tôle rivée de 500 mm. de diamètre (fournisseur *M. Tschumy* à Yverdon).

Au km. 1,850 est installé un relais de 3 ventilateurs (dont 1 de réserve *Sulzer-Oerlikon*) N° IX, 50 HP., 216 v., 1460 tours refoulant chacun 5 m<sup>3</sup> seconde à la pression de 600 mm. d'eau. Le moteur électrique est fixé sur l'arbre même du ventilateur. A chaque moteur est attribué un démarreur à huile pour mise en marche en étoile et marche en triangle. Ce relais est destiné à donner à l'air une pression suffisante pour arriver dans les différents chantiers du tunnel.

La conduite de 500 mm. est posée dans la galerie de base et ventile aussi celle de faite au moyen de prises d'air réparties sur son parcours. Ces conduites sont garanties contre les coups de mine par des tôles protectrices de 10 mm. d'épaisseur.

Jusqu'à l'installation de la ventilation définitive, un petit ventilateur *Sulzer* de 7 HP assurait le service depuis la tête du tunnel.

(A suivre.)

<sup>1</sup> *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, t. 57, p. 516.

Résultats des essais des locomotives Borsig, sur rampe de 13 ‰.

	Numéro de la course	Direction de la course	tonnes × km. totales	tonnes × km. utiles	Energie en chevaux × h. indiqués	Consommation <sup>a</sup> totale d'air en m <sup>3</sup>	Consommation d'air		
							m <sup>3</sup> /l. km.	m <sup>3</sup> /l. km. utile	m <sup>3</sup> /HP heure indiqué
PETITE LOCOMOTIVE	1	Aller . . . . .	76,35	55,8	6,026	123,75	1,621	2,218	20,536
		Retour . . . . .	76,35	55,8	0,222	4,5	0,059	0,081	20,270
		Total pour aller et retour	152,70	111,6	6,248	128,25	0,839	1,149	20,527
	2	Aller . . . . .	87,54	63,79	7,214	139,50	1,593	2,186	19,337
		Retour . . . . .	93,49	68,14	0,349	6,75	0,072	0,099	19,341
		Total pour aller et retour	181,03	131,93	7,563	146,25	0,808	1,109	19,337
GRANDE LOCOMOTIVE	3	Aller . . . . .	342,58	258,43	25,245	459,0	1,340	1,776	18,182
		Retour . . . . .	324,26	244,61	0,656	13,26	0,041	0,054	20,213
		Total pour aller et retour	666,84	503,04	25,901	472,26	0,708	0,939	18,233
	4	Aller . . . . .	234,75	176,625	18,861	316,20	1,347	1,790	16,765
		Retour . . . . .	234,75	176,625	0,555	10,20	0,043	0,058	18,378
		Total pour aller et retour	469,50	353,25	19,416	326,40	0,695	0,924	16,811

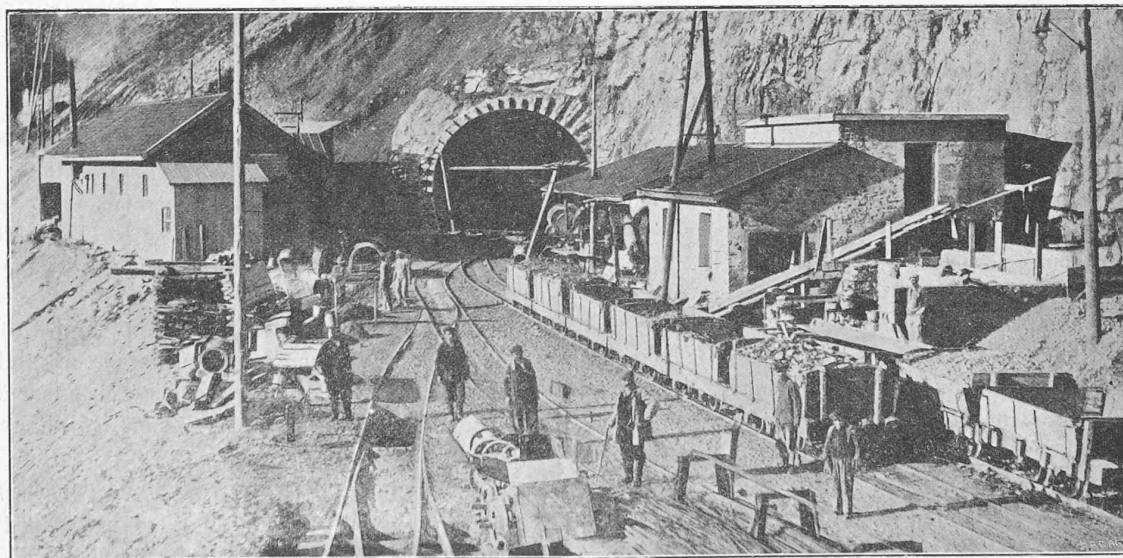


Fig. 14. — Embouchure du souterrain avec installations de bains et de ventilation (11 novembre 1911).

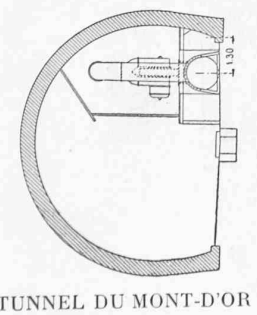
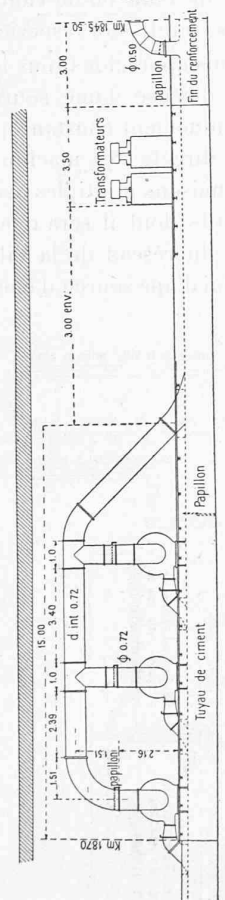
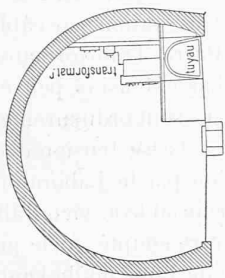


Fig. 15. — Relais de ventilation au km. 1,850.

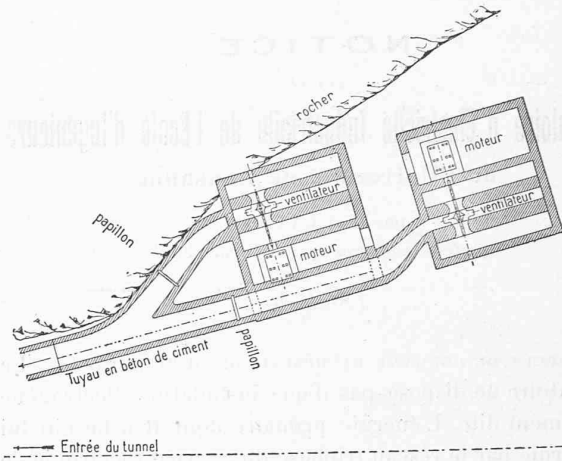


Fig. 16. — Installation de ventilation à la tête sud du tunnel.  
1 : 400.

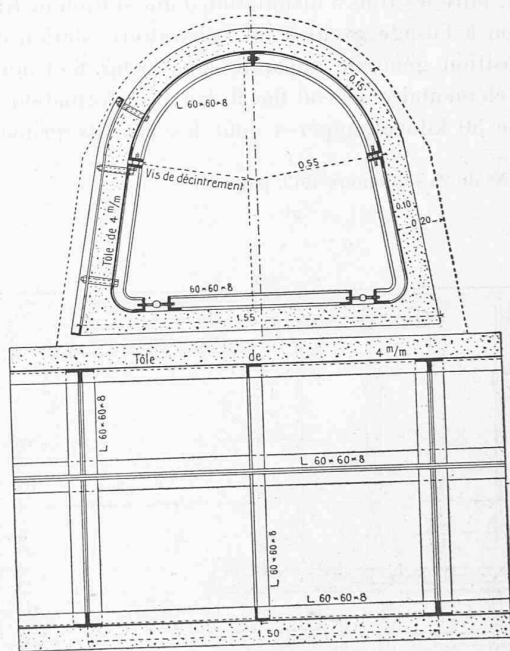
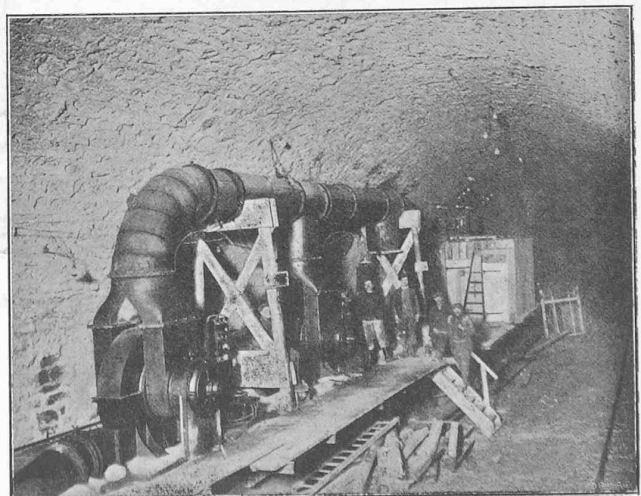


Fig. 17. — Conduite. — 1 : 300.



Relais de ventilation au km. 1,850.

TUNNEL DU MONT-D'OR