

APPENDICE

COMPARAISON DES VOIES DE COMMUNICATION.

La question de l'antagonisme des canaux et des chemins de fer a fait, depuis la publication du premier volume de cette seconde édition, un nouveau pas.

La lutte est aujourd'hui plus ardente que jamais, et il est bien reconnu qu'en France du moins, sur la plupart des lignes, les canaux ne peuvent soutenir la concurrence des chemins de fer pour le transport des marchandises *pondéreuses* qu'à la condition de la suppression complète ou presque complète du péage. Le capital engagé dans les voies navigables artificielles se trouve donc ainsi entièrement ou presque entièrement sacrifié.

La question du canal de la Sarre, que nous avons traitée page 9 du premier volume, a été de nouveau agitée. Le gouvernement a soumis au Corps législatif un projet ayant pour objet de construire ce canal aux frais de l'État. Nous empruntons le passage suivant au rapport fait sur ce projet, rapport qui, tout en cherchant à établir la nécessité de la construction du canal pour satisfaire aux vœux des populations et pour donner de la vie au canal de la Marne au Rhin, n'en fait pas moins ressortir les avantages des chemins de fer sur les canaux : « Depuis quinze années le pays et les organes légaux ont marqué leur préférence pour les chemins de fer comparés aux voies fluviales artificielles, et l'on ne peut s'empêcher de reconnaître que, si ces dernières offrent à l'industrie des avantages considérables

par la modicité de leur prix de transport, les lignes ferrées ont dû paraître aux populations éminemment supérieures, en ce qu'elles transportent les hommes en même temps que les choses; que leurs nombreuses stations et les embranchements qui viennent s'y souder de toutes parts prennent et déversent leurs chargements sur tous les points de leur parcours, multipliant ainsi les rapports et les échanges entre des contrées éloignées; qu'enfin leur service, d'une régularité mathématique, n'est point, comme celui des canaux, sujet à des retards, à des intermittences fréquentes, et exposé, dans les régions où les hivers rigoureux convertissent l'eau du canal en une glace compacte, à des interruptions et à des chômages prolongés. »

La Compagnie de l'Est, dans cet état de choses, a déposé une proposition d'effectuer sur un chemin de fer, qui remplacerait le canal, le transport à *meilleur marché* qu'il ne s'opérerait sur le canal, à la condition, bien entendu, que le gouvernement exécuterait le chemin à ses frais, comme il eût exécuté le canal. Cette proposition paraît devoir être accueillie favorablement.

Les chemins de fer paraissent donc devoir accaparer définitivement le transport de la totalité des marchandises pondéreuses, ou au moins d'une grande partie. Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'ils semblent avoir perdu dans quelques cas leur supériorité longtemps incontestée pour celui des objets d'une certaine valeur.

Les bateaux à vapeur dits *bateaux porteurs*, dont nous avons parlé dans le premier volume, continuent à faire au chemin de fer du Nord une certaine concurrence pour le transport de ces objets. Disons toutefois que cette concurrence ne paraît pas être très-redoutable.

CHEMINS DE FER LIVRÉS A L'EXPLOITATION

DEPUIS LA PUBLICATION DU PREMIER VOLUME.

Dans le premier volume (seconde édition) du *Traité élémentaire* nous avons donné pour la longueur des chemins de fer construits en France, au 1^{er} janvier 1857, 6,186 kilomètres. Toutes ces lignes

sont indiquées sur la carte jointe à ce volume. Les chiffres suivants permettront de compléter les indications fournies par cette carte jusqu'au 1^{er} janvier 1860.

Ont été livrées à la circulation, en 1857, 1858 et 1859, les lignes suivantes :

1857

Morcenx à Saint-Martin d'Oigny..	26 kil.
Nogent sur Marne à Nangis..	55
Toulouse à Cette.	219
Nangis à Flamboin (Montereau)..	25
Troyes à Chaumont.	96
Donjeux à Chaumont.	51
Laval à Rennes.	73
Arvant à Brioude.	10
Ambérieu à Seyssel.	65
Dôle à Salins.	58
Raccordement de Givors.	3
Saint-Germain-des-Fossés à la Palisse.	17
Bourg à la Saône..	34
Blainville à Épinal.	51
Raccordement à Tours..	5
Rives à Piquepierre (Dauphiné).	55
La Saône à Mâcon.	2
Coutras à Périgueux.	75
La Teste à Arcachon..	3
Nantes à Saint-Nazaire.	62
Tergnier à Laon.	20
Creil à Beauvais.	57
Laon à Reims.	52
Saint-Martin d'Oigny à Mont-de-Marsau.	15
Niort à la Rochelle et à Rochefort.	84
Châlons à Mourmelon (chemin de fer du camp).	25
Dannemarie à Mulhouse..	25
Chaumont à Langres.	55
Bességes à Alais.	50

1858

Alençon à Argentan..	43
Belfort à Dannemarie.	22
Narbonne au Vernet.	59
Langres à Vesoul..	84
Robiac à Trelys.	2
Seyssel à Genève..	52

Vesoul à Belfort.	61 kil.
Carmaux à Alby.	15
Besançon à Belfort.	96
Noyelles à Saint-Valery.	6
La Palisse à Roanne.	49
Reims à Rethel.	58
Lisieux à Pont-l'Évêque.	18
Lyon à Bourgoin.	58
Piquepierre à Grenoble.	5
Raccordement à Cette.	4
Hautmont à la frontière.	11
Le Vernet à Perpignan	4
Busigny à Somain.	49
Caen à Cherbourg.	151
Tours au Mans.	94
Chalindrey à Gray.	45
Montauban au Lot, et prolongement.	171
Traversée de Fécamp.	2
Montauban au Lot, et prolongement.	171
Culoz à la frontière.	2
Rethel à Charleville.	49
Béziers à Bédarieux.	42
Marseille à Aubagne.	17
Traversée de Roanne.	5
Longueville à Provins.	7
Charleville à Donchery.	14
Bédarieux à Graissessac.	10

1859

Le chemin de Saint-Denis à Creil.	45 kil.
De Thionville à la frontière.	16
De Paris à Vincennes.	17
De Donchery à Sedan.	4
De Charleville à Novion.	7
D'Argentan à Mézidon.	45
De Coulibœuf à Falaise.	7
De Montluçon à Moulins et à Bezenet.	88
D'Aubagne à Toulon.	50
De Saint-Étienne à Firminy.	12
Embranchement de la Joliette.	5
De Saint-Clair aux Brotteaux.	5
De la Guillotière aux Brotteaux.	5
De Mont-de-Marsan à Riscle.	48
De Riscle à Tarbes.	51

En ajoutant à ces lignes, ouvertes en 1857, 1858 et 1859, les 6,186 kilomètres livrés précédemment à la circulation, nous trou-

verons, pour la longueur totale des lignes en exploitation au 1^{er} janvier 1860, 9,076 kilomètres.

Parmi les chemins ouverts récemment on remarque surtout :

1^o Le chemin de banlieue de Paris à Vincennes. L'entrée dans Paris de ce chemin, longue de 3 kilomètres seulement, a coûté environ 10 millions.

2^o Le chemin de Thionville à la frontière. Ce chemin, se soudant au réseau du Luxembourg hollandais, a créé une nouvelle voie de communication internationale d'une certaine importance, puisqu'elle complète la ligne ferrée d'Anvers à Bruxelles, à Arlon, Luxembourg, Metz, Nancy et Strasbourg. En 1860, l'achèvement du pont de Kehl établira un lien d'une plus grande importance encore avec l'Allemagne entière. On pourra alors effectuer le trajet direct de Paris à Vienne, par Munich, sur une voie ferrée. Cette voie aura 1,400 kilomètres de longueur. Un autre chemin de fer long de 690 kilomètres conduira de Vienne à Baziasch sur le Danube. De Baziasch pour se rendre à Constantinople on parcourra une portion de fleuve longue de 600 kilomètres sur bateau à vapeur jusqu'à Czernavoda. De Czernavoda à Kustendjee, port de la mer Noire, on trouvera un nouveau chemin de fer long de 60 kilomètres, et de Kustendjee à Constantinople enfin la distance étant de 450 kilomètres, le service se fera régulièrement, au moyen de départs quotidiens, par bateaux à vapeur.

Allemagne. — Au 1^{er} janvier 1857, le réseau des chemins de fer allemands offrait un développement de 10,852 kilomètres.

Dans le courant de 1857, il s'est accru de 625 kilomètres, savoir :

De Kreutz par Kustrin à Francfort-sur-Oder.	153.65 kil.
De Dirschau à Marienbourg.	17.15
Berlin, Schweidnitz, Fribourg : de Königszelt à Liegnitz..	47.08
Magdebourg, Leipzig : de Schœnefeld à Étassfurt avec em- branchement.	31.19
Chemins Rhénans, chemin de ceinture à Cologne.	0.90
Aiz, Maestricht, Hasselt-Landen.	27.60
Développements insignifiants de plusieurs autres chemins..	19.95
Chemin du Sud-Est d'Autriche.	85.57
— du Sud d'Autriche.	145.25

Chemin Louis du Palatinat : embranchements, Hombourg,	
Deux-Ponts.	10.95
— Louis de Hesse (rectification du chiffre de 1856)..	3.25
— de l'État de Brunswick.	59.35
— de Hanovre.	24.07
— Glückstadt-Elmshorn (Holstein).	17.10

Il existait, en dehors des lignes principales, des chemins de fer en exploitation partielle ou de moindre importance dont l'étendue peut être évaluée à 495 kilomètres, ce qui porte le développement total des voies ferrées de l'Allemagne, à la fin de 1857, à 11,950 kilomètres.

En 1858, on a ouvert les chemins de :

Munich à Landshut.	66	kil.
Mayence à Darmstadt.	37.5	
Darmstadt à Aschaffenburg.	30	env.
Cobourg à Eisenach.	123	
Cobourg à Sonneberg.	18	
Zwickau à Schwarzenberg.	37.3	
Lahnstein à Ems.	12	
Aussig à Tœplitz.	18.5	
Temesvar à Baziasch.	114.8	
Bingerbruck à Kreuznach.	14.8	
Rosenheim à Kufstein.	37.3	
Kufstein à Inspruck.	74	env.
Neuwied à Coblentz. }	45.5	
Remoyen à Neuwied. }		
Cobourg à Lichtenfels.	16	env.
Bonne à Remoyen.	6.7	
Josephstadt à Falgendorf.	40.7	
Oppeln à Tœplitz.	75.8	
Saarbruck à Merzig.	40.5	

En 1859, ont été livrés à la circulation les chemins de :

Hochingen à Reuslingen.	33	
Turgi à Waldshut.	10	env.
Durlach à Wilferdingen.	8.5	
Linz à Lambach.	37	
Cobourg à Lichtenfel.	16	
Coblentz à Bingen.	66	env.
Landshut à Ratisbonne.	84	
Nuremberg à Ratisbonne.	135.5	

Additionnant la longueur des lignes déjà exploitées au 1^{er} jan-

vier 1858 et celle des lignes livrées au public en 1858 et 1859, nous trouvons pour la longueur du réseau exploité au 1^{er} janvier 1860 : 13,146 kil.

Le chemin de Coblenz à Bingen, tout récemment terminé, complétant la voie ferrée de Cologne à Bâle, permet aux trains express d'effectuer ce parcours en treize heures. En 1860, le chemin de Kehl à Vienne sera complété, et le dernier tronçon de ce chemin sera inauguré. On pourra donc faire le voyage de Paris à Vienne, dès cette année, par une voie ferrée sans interruption.

Suisse. — Les chemins suisses ont fait en 1857, 1858 et 1859, de grands progrès. — Pendant ces trois années on a complété le chemin central suisse conduisant de Bâle à Berne, Arau, Zurich, Soleure et Bienne, et soudé ce chemin aux chemins de fer français de l'Est.

On a livré à l'exploitation les chemins :

D'Arau par Zurich et Wintherthur à Romanshorn, sur le lac de Constance;

De Zurich par Wintherthur et Saint-Gall à Rohrschach, sur le lac de Constance, et de Rohrschach à Coire par Sargans;

De Zurich à Schaffouse par Wintherthur ;

Du Locle à la Chaux-de-Fonds, celui de Genève au Landeron sur le lac de Bienne par Morges, Lausanne, Yverdun et Neufchâtel, et enfin le chemin du Boveret à Martigny (vallée du Rhône).

Bâle est donc aujourd'hui en communication avec le lac de Constance et avec Coire par une voie ferrée non interrompue, et il l'est avec Genève, sauf une petite lacune entre le Landeron et Bienne. Ce dernier tronçon serait depuis longtemps exploité sans l'incroyable opposition du gouvernement bernois, qui en a retardé l'exécution dans un déplorable intérêt de clocher.

Les marchandises venant de France ou allant de Suisse en France peuvent désormais traverser la ville de Bâle sans transbordement d'un wagon dans un autre.

On annonce enfin pour le dernier mois de l'année 1860 ou pour le printemps de 1861 l'entier achèvement de la ligne de Genève à Saint-Maurice (frontière du Valais) et l'ouverture de la portion de

Martigny à Sion, en sorte que l'on pourrait effectuer sur chemin de fer le trajet tout entier de Genève à Sion.

Angleterre. — En Angleterre, où le sol est déjà couvert de chemins de fer, quelques embranchements d'un petit parcours ont été terminés. Mais nous ne pouvons en indiquer la longueur.

Russie. — En Russie, la grande Compagnie franco-russe a ouvert, en 1859, une nouvelle partie de la ligne de Saint-Pétersbourg à Varsovie, de manière à compléter la section de Saint-Pétersbourg à Pskov, longue de 259 kilomètres.

Plusieurs lignes importantes seront probablement livrées à la circulation dans le courant des années 1860 et 1861.

En voici la liste :

Pskov à Ostrov, en 1860.	52 kil.
Ostrov à Dunabourg, en 1860.	206
De Kovno à la frontière de Prusse, vers Kœnigsberg, en 1860.	171
Dunabourg à Varsovie (fin 1860).	575
Moscou à Vladimir, en 1860.	212
De Vladimir à Nijni (fin 1861).	222

La voie ferrée de Paris à Saint-Pétersbourg par Kœnigsberg ou par Varsovie se trouverait ainsi complétée en 1860 ou au moins en 1861, et celle de Paris à Nijni (frontière d'Asie) en 1861.

Ainsi il ne resterait plus à terminer au commencement de 1862, parmi les grandes artères qui ont été entreprises, que celle de Moscou à Théodosie.

Espagne. — Pendant l'année qui vient de s'écouler, l'Espagne a présenté, vis-à-vis des autres nations de l'Europe, un contraste frappant. Tandis que l'esprit d'entreprise se trouvait partout paralysé, une animation remarquable se manifestait dans la Péninsule. Les travaux commencés étaient continués. De nouvelles constructions étaient entamées, et des projets nouveaux étaient soumis en grand nombre à l'autorité. Ce mouvement industriel est d'autant plus intéressant que de nombreux capitaux étrangers sont allés en Espagne y faire fructifier les entreprises nouvelles.

Pour procéder aux études de chemins de fer, il faut, en Espagne, comme dans la plupart des autres pays, être muni d'un arrêté du

gouvernement. Dans l'année 1859, le ministère a autorisé cinquante-six demandeurs à faire dresser les projets de voies nouvelles; en outre, les ingénieurs de l'État ont dressé les plans de cinq autres lignes ferrées. Toutes ces nombreuses demandes n'ont pu encore être accordées. Cependant les Cortès ont autorisé le gouvernement à concéder neuf chemins. L'État a définitivement octroyé six concessions : Alcazar de San-Juan à Ciudad-Real; des mines de Buitron à l'Odiel; Albacète à Carthagène; Cordoue à Malaga; Quintanilla de las Torres aux mines d'Orbo; Ciudad-Real à Badajoz. C'est par adjudication publique que ces concessions sont accordées, afin que l'État, qui les subventionne largement, ait à dépenser le moins possible.

Si des travaux en préparation on passe à ceux dont l'achèvement a pu être opéré, on voit que l'activité n'a pas été moins grande. Dans l'année qui vient de finir, on a terminé la ligne du golfe de Valence à Almanza, qui a été livrée à la circulation le 21 novembre. Le 3 juillet on a inauguré, dans le réseau catalan, la section de Manresa à Tarrasa, du chemin de fer de Barcelone-Saragosse. De la ligne qui rejoindra la capitale au réseau catalan, on a pu ouvrir aux transports, le 2 juin, 57 kilomètres de Madrid à Guadalajara. Toujours dans la même partie est de l'Espagne on a inauguré, à la fin de décembre, le prolongement jusqu'à Tordera du chemin de fer de Barcelone à Arenys-de-Mar, qui doit finalement atteindre la frontière française. Dans le réseau central, le chemin de Séville-Xérès a été reçu officiellement le 31 août, et celui de Cordoue à Séville exploité au commencement de juin.

Quant aux travaux en cours d'achèvement, ceux de la ligne de Cadix à Port-Royal seront reçus dans peu de jours. Les plus importants, ceux de la Compagnie du Nord, sont activement poursuivis, et, vers le mois d'octobre, cette Société inaugurera les sections de San Chidrian à Valladolid, et de Valladolid à Burgos. L'embranchement du chemin de fer du Nord, de San Isidro de Duenas à Alar del Rey, sera achevé avant cette époque. Pour le mois de mai on espère compléter les travaux des voies de Barcelone à Martorell, et de Montblanch à Reus. Enfin une grande énergie est apportée à l'entreprise de Saragosse à Alsasua.

Voici du reste un tableau qui indique la longueur des différentes lignes du réseau espagnol livrées à l'exploitation en 1858 et 1859, et les recettes.

NOMS DES LIGNES.	ANNÉE 1859.		ANNÉE 1858.	
	KILO-MÈTRES.	RECETTE KILOMÉTRIQUE.	KILO-MÈTRES.	RECETTE KILOMÉTRIQUE.
		fr.		fr.
Madrid à Alicante.	482	23,857	455	21,536
Madrid à Saragosse (6 mois).	17	9,700	»	»
Séville à Cordoue (8 mois).	151	8,453	»	»
Valence à Almanza.	138	12,115	78	19,177
Alar à Santander.	91	24,401	91	7,157
Barcelone à Saragosse.	57	20,418	21	21,806
Barcelone à Martorell.	27	20,065	27	20,027
Barcelone à Arenys.	36	30,230	36	29,874
Barcelone à Granollers.	29,5	24,167	29,5	19,955
Jerez à Trocadero.	27,5	35,146	27,5	40,502
Langreo à Gyon.	39	»	39	12,213
Tarragone à Reus.	14	14,156	14	13,376
	1,069		818	

Le plus grand obstacle au succès des voies ferrées en Espagne est aujourd'hui le défaut de bonnes routes aboutissant aux stations. Il sera prochainement levé.

Portugal. — Un réseau de 480 kilomètres vient d'être concédé à une Compagnie franco-portugaise. Il doit être exécuté dans le délai de trois années. Ce réseau comprend les lignes de :

Lisbonne à la frontière d'Espagne par Badajoz ;

Lisbonne à Oporto.

M. José de Salamanca en est l'entrepreneur général.

Suède et Norvège. — En Suède la longueur des chemins livrés à l'exploitation est très-faible. Nous en donnons la liste, que nous devons à l'obligeance de M. Mathis, ancien élève de l'École centrale, ingénieur au service du gouvernement suédois :

Chemins exécutés par l'État, de Gothenbourg à Torebada.	176 kil.
De Malmoc à Hore.	56
Chemins exécutés par les Compagnies entre Rœbra et Aboga.	45
Chemins entre Fahlun (mines de cuivre) et Gefle (port de mer).	42

TOTAL GÉNÉRAL. 319

Le gouvernement suédois paraissant peu disposé à confier l'exécution des grandes lignes à des Compagnies financières, il est à craindre qu'il ne puisse obtenir des États généraux les crédits nécessaires pour poursuivre les travaux avec activité. L'ouverture de ces lignes pourrait donc éprouver de longs retards.

Pays-Bas. — En Hollande on a terminé la ligne de la frontière française à la frontière belge par Luxembourg. Ce ne sera qu'en 1861 que l'on ouvrira celle de Luxembourg à Trèves.

Turquie. — On annonce l'ouverture prochaine du premier chemin de fer turc, celui de Czernavoda au port de Kustendjee, sur la mer Noire, ayant pour objet d'éviter la navigation très-difficile du Danube à son embouchure, et de réduire sensiblement le trajet de Vienne à Constantinople.

Égypte. — En Égypte on a complété le chemin du Caire à Suez à travers le désert.

Au commencement de 1859, d'après l'Annuaire Chaix, l'Égypte possédait près de 600 kilomètres de chemins de fer ainsi répartis :

Alexandrie au Caire, environ.	210 kil.
A Marioulh.	27
A Meks.	10
A Rasateen.	5
Zanta à Samanud.	35
Le Caire à Suez.	147
A Berregh.	24
A Beni Sueff.	122
ENSEMBLE.	580

auxquels il faut ajouter les embranchements du Caire à la citadelle et à Kaar-Nin, de Samanud à Mansoura et à Damiette, de Damanhour à Afte, et jusqu'à Rosette.

Mexique. — Au Mexique, le chemin de transit à travers l'isthme de Tehuantepec a été ouvert à la fin de l'année 1857.

« Ce chemin, dit l'auteur de l'Annuaire Chaix, abrège de dix jours sur vingt-quatre la durée du trajet de la Nouvelle-Orléans à San-Francisco par l'isthme de Panama ou par le lac Nicaragua. Il est le supplément d'une voie directe du Mississipi à San-Francisco, aux États de l'Atlantique et à la Californie, sans obliger, comme

celui de Panama, à passer sous les canons de la Havane et de Kingstown. »

Inde. — La tranquillité rétablie dans l'Inde, les Anglais ont repris avec activité l'exécution du grand réseau depuis longtemps commencé. (*Voir I^{er} volume, p. 60.*)

Autres pays. — Nous ne possédons aucun renseignement précis sur les nouvelles voies ouvertes pendant ces dernières années dans les autres pays.

TRACÉ.

Aux États-Unis, on a construit, pour traverser des montagnes, des chemins de fer dont la pente atteint 5 centimètres et demi. Mais le chemin n'est alors qu'un chemin *provisoire* qui a pour objet de permettre aux waggons le passage des montagnes en attendant que des souterrains en cours d'exécution soient terminés. Voici ce que nous lisons dans les rapports publiés par MM. Douglas Galton et Ellet :

« Sur la ligne de Baltimore à l'Ohio, dit M. Douglas Galton, afin d'éviter, pour quelque temps, la construction onéreuse d'un tunnel, on a fait une série de zigzags s'élevant jusqu'au sommet d'une montagne à l'aide de pentes dont le maximum est de 0^m,0556. — Chaque zigzag se termine par un petit palier; de cette façon le train sur le palier, machine en tête, passe au zigzag suivant, machine en queue, et ainsi de suite. — La charge que l'on peut traîner sur un pareil chemin est nécessairement très-faible. On y rencontre des courbes de 110 mètres de rayon; celles de 122 mètres sont fréquentes.

D'après M. Ellet, le *Mountain-Top-Track*, portion de la ligne de Richmond à l'Ohio, traverse le faite de la *Crête-Bleue à Rockfish-Gap*, à la hauteur de 575 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le plateau de ce faite est très-étroit; on le franchit à l'aide d'une courbe de 90 mètres de rayon; il peut à peine contenir un train complet; sur les deux versants la pente descend immédiatement avec une déclivité considérable.

Du côté de l'ouest la pente, si elle était uniforme, serait de

0^m,042; la pente maxima est de 0^m,053. Des deux côtés de la montagne les courbes ont 90 mètres de rayon; elles sont tracées sur des rampes de 0^m,045. — L'excès de pente maxima sur la pente moyenne résulte de ce que l'on a compensé aussi bien que possible par la distribution des rampes les effets de la courbure.

Du côté de l'est la pente moyenne, si elle était uniforme, serait de 0^m,049. La pente maxima, qui règne en 800 mètres, est de 0^m,056. Sur un point où la pente est 0^m,045, on n'a pu éviter une courbe dont le rayon n'est que de 71 mètres 57 centimètres.

Dans l'automne de 1856, le service se faisait avec des locomotives sur ce chemin depuis deux ans et demi. Il n'avait été arrêté qu'une seule fois, malgré les neiges qui souvent avaient couvert la montagne.

Les machines sont montées sur six roues couplées dont le diamètre est de 1^m,067. L'écartement des essieux extrêmes est de 2^m,85. Le diamètre des cylindres est de 42 centimètres; leur course de 51 centimètres. La machine porte son eau et son bois. Elle pèse, avec l'approvisionnement complet, 25 tonnes environ.

Pour permettre aux machines de s'adapter aux courbures du chemin, les essieux d'avant et du milieu sont reliés par des tirants en fer forgé terminés à chaque extrémité par des boîtes cylindriques destinées à les entraîner. Ces tirants tournent autour de chevilles sphériques fixées au châssis de la machine de chaque côté et reposant sur leurs centres.

Ces machines remorquent habituellement au passage du *Mountain-Top-Track* une charge brute de 40 à 45 tonnes; quelquefois, mais exceptionnellement, elles remorquent 50 tonnes. — La vitesse ordinaire, lorsque les trains sont chargés, est de 12 kilomètres en montant et de 9 à 10 kilomètres en descendant.

Aucun waggon ne franchit la montagne sans être muni d'un frein capable d'enrayer chacune des roues. — Toutes les dispositions proposées pour permettre au mécanicien d'agir sur tous les freins à la fois ont été rejetées, parce que, la tige unique qui aurait transmis l'action du mécanisme venant à se rompre, tous les freins qui en auraient dépendu seraient devenus inutiles.

Les attelages sont d'une très-grande solidité et disposés avec un soin tout particulier.

TRAVAUX D'ART.

Fondations du pont de Kehl. — Aux chemins de fer de l'Est, lorsqu'il s'est agi de fonder les piles du pont du Rhin à construire

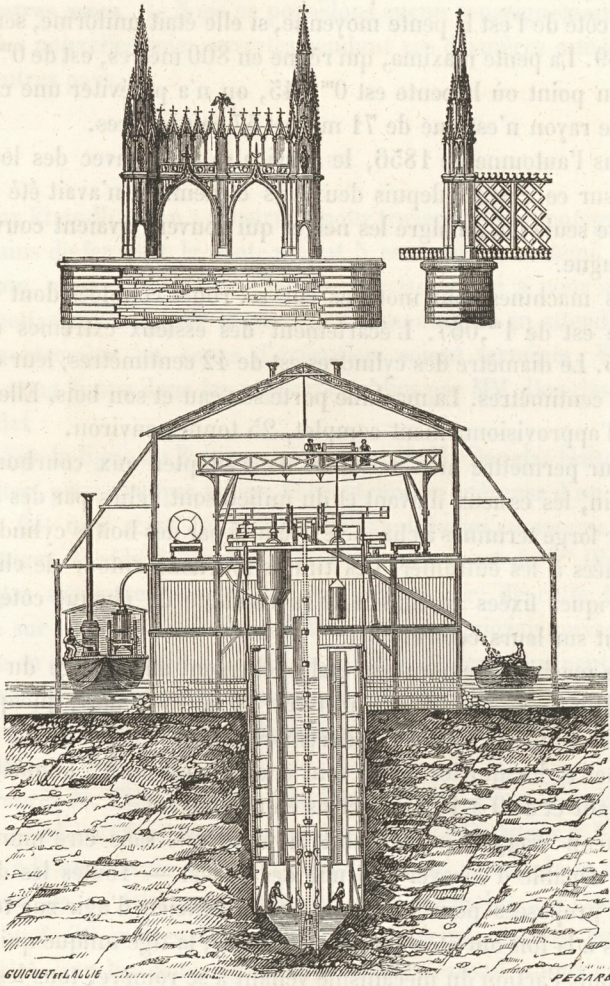


Fig. 651. — Coupe en travers d'une pile.

vis-à-vis de Kehl, dans un fond de gravier d'une profondeur indé-

finie, on songea d'abord à employer le procédé de Triger, décrit dans le premier volume, pages 447 et suivantes. Mais ce procédé est long et coûteux; l'extraction des déblais surtout au travers

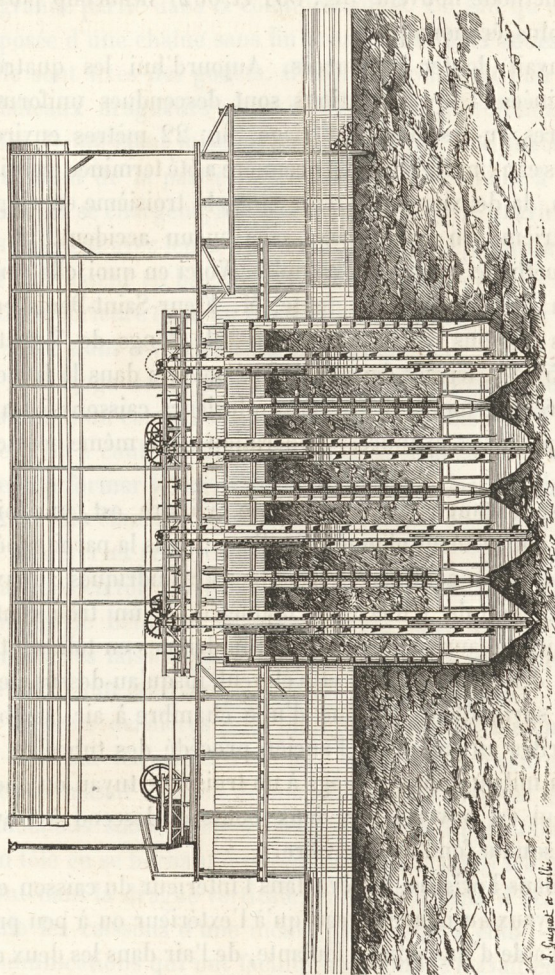


Fig. 652. — Coupe en long d'une pile.

des écluses d'air est très-lente et fort dispendieuse, et le poids de métal qui reste perdu dans les fondations est considérable. Il était important surtout de pouvoir fonder dans l'espace de temps com-

pris entre deux crues de la rivière. M. Fleur-Saint-Denis, ingénieur des ponts et chaussées et ingénieur principal aux chemins de fer de l'Est, guidé par M. Vuigner, ingénieur en chef, a imaginé pour cela une méthode nouvelle (fig. 651 et 652) beaucoup plus expéditive et plus économique.

On pouvait douter du succès. Aujourd'hui les quatre piles sont terminées; leurs fondations sont descendues uniformément à 20 mètres au-dessous de l'étiage, ou 22 mètres environ au-dessous des eaux moyennes. La première a été terminée en soixante-huit jours, la deuxième en trente-cinq, la troisième en vingt-cinq et la quatrième en vingt-deux, sans aucun accident. Le succès de cette méthode a donc été complet. Voici en quoi elle consiste :

Au lieu de cylindres en fonte, M. Fleur-Saint-Denis emploie d'énormes caissons rectangulaires en tôle, longs de 7 mètres et larges de 5^m,80, fermés dans le haut et ouverts dans le bas comme les cylindres en fonte. Il juxtapose plusieurs caissons comme on juxtapose plusieurs cylindres. L'opération est la même pour chaque caisson.

Le caisson, étant moins haut que le cylindre, est, une fois posé sur le sol, entièrement plongé dans l'eau; dans la paroi supérieure formant couvercle sont percés trois trous cylindriques : deux trous latéraux, chacun de 1 mètre de diamètre, et un trou central de 1^m,50. Deux tuyaux ou cheminées cylindriques en tôle sont fixées aux bords des trous latéraux et s'élèvent jusqu'au-dessus de l'eau. Elles sont surmontées chacune d'une chambre à air, semblable à celles décrites en parlant de l'ancien procédé des tubes en fonte. Le trou du milieu donne passage à un troisième tuyau ou cheminée centrale qui est ouverte aux deux bouts et descend à travers le caisson jusqu'au fond de la rivière.

L'eau, dans l'origine, s'élève dans l'intérieur du caisson et dans les trois tuyaux au même niveau qu'à l'extérieur ou à peu près. On chasse, à l'aide d'une pompe foulante, de l'air dans les deux cheminées latérales, de manière à refouler l'eau de ces tubes et de la partie du caisson qui enveloppe la cheminée centrale, et à remplir les tubes latéraux et cette partie du caisson d'air comprimé. La cheminée centrale reste ainsi remplie d'eau. Les ouvriers sont intro-

duits dans le caisson ou en sortent par les cheminées latérales et au moyen des écluses d'air. Quant aux déblais, ils sont extraits au moyen d'une noria logée dans la cheminée centrale et plongée pour la plus grande partie dans la colonne liquide. On sait qu'une noria est composée d'une chaîne sans fin passant sur deux roues, chaîne à laquelle sont fixés des godets. C'est l'appareil que l'on emploie sur les bateaux dragueurs pour nettoyer ou approfondir les rivières. La chaîne étant mise en mouvement par une machine, les godets montent de la partie inférieure de la cheminée à la partie supérieure. Ils se chargent, à la partie inférieure, de gravier que les ouvriers enlèvent avec leurs outils tout autour de la caisse sous les bords et repoussent en bas de la cheminée centrale, et ils se vident à la partie supérieure dans un conduit incliné en bois, par lequel le gravier glisse dans un bateau où on le recueille.

Pour le fonçage de la première pile, on a élevé au-dessus des parois latérales du caisson en tôle une caisse en bois dans l'intérieur de laquelle on a coulé du béton qui sert en même temps à charger la caisse et à former le corps de la pile autour des cheminées. Les caissons en tôle étaient suspendus à des verrins au moyen desquels on a pu modérer et régler la descente.

Les caissons en tôle, arrivés à la profondeur voulue, ont été à leur tour remplis de béton et de maçonnerie, ainsi que les vides ou puits circulaires laissés par les cheminées après leur enlèvement; ces cheminées ont été réemployées sur les autres piles.

Pour les trois dernières piles on a supprimé le caisson en bois et on a élevé sur les caissons en fer, au fur et à mesure de leur descente, un massif continu de maçonnerie parementée en libages ou en moellons smillés; on a aussi supprimé les cheminées centrales en tôle en se bornant à parementer en briques les parois du puits contenant la drague verticale; enfin on a réuni d'une manière invariable les caissons d'une même pile, et on a établi entre eux des communications qui ont facilité beaucoup le travail en permettant aux ouvriers de se porter facilement d'un caisson dans l'autre, suivant les besoins.

Ces modifications ont eu pour résultat une économie notable, surtout dans la durée du travail.

Le tablier du pont de Kehl doit reposer sur deux culées et sur quatre piles; les deux piles extrêmes sont presque doubles en volume des piles intermédiaires. Chacune de ces piles est fondée sur quatre caissons, et les piles intermédiaires sur trois seulement.

M. Fleur-Saint-Denis se proposait d'enfoncer un seul caisson de très-grande dimension pour chaque pile. Il n'a divisé la pile entre plusieurs caissons que d'après les conseils d'ingénieurs haut placés dans le corps des ponts et chaussées, qui craignaient que la manœuvre de caissons si volumineux ne devînt très-difficile.

Il y a lieu de penser toutefois qu'il n'eût pas été impossible de fonder chaque pile au moyen d'un seul caisson, car les modifications introduites dans les trois dernières piles reviennent à peu près à cela, puisque les caissons juxtaposés, réunis d'une manière invariable et communiquant entre eux, n'en forment en réalité qu'un seul; toutefois la division en quatre caissons, entraînant un plus grand nombre de cheminées d'extraction, a eu pour résultat de faciliter et d'abrèger singulièrement le travail d'enlèvement des déblais, et, par suite, la durée de la descente, et sous ce rapport il est heureux qu'elle ait été adoptée dès le principe.

Pont suspendu du Niagara. — Nous avons parlé, dans le premier volume de cette seconde édition, des essais faits pour appliquer le principe de la suspension aux ponts qui donnent passage aux chemins de fer, et du peu de succès qu'ils avaient obtenu jusqu'alors. Nous avons, depuis le jour de la publication de ce premier volume, reçu les plans et élévations d'un pont suspendu établi depuis peu de temps sur le Niagara (fig. 655). Ce pont, qui supporte en même temps une route et un chemin de fer à 74 mètres au-dessus de la rivière, paraît donner toute satisfaction. Il a 246 mètres de longueur. On lui a donné une rigidité suffisante au moyen de parapets d'une certaine hauteur. Il n'a coûté que 2,000,000 de fr.

On en trouvera une description complète et les dessins d'exécution dans le *Nouveau Portefeuille de l'ingénieur*.

Percement du mont Cenis. — Nous avons, dans notre premier volume, promis de décrire dans l'Appendice annexé au second volume le procédé employé pour le percement du mont Cenis. Nous ne pouvons, faute d'espace, entrer dans de grands détails sur ce

procédé; mais nous le ferons connaître au moins sommairement.

Il consiste à disposer sur un chariot placé au fond du souterrain en voie de percement un certain nombre de fleurets de niveau, nombre bien supérieur à celui dont on pourrait faire usage en em-

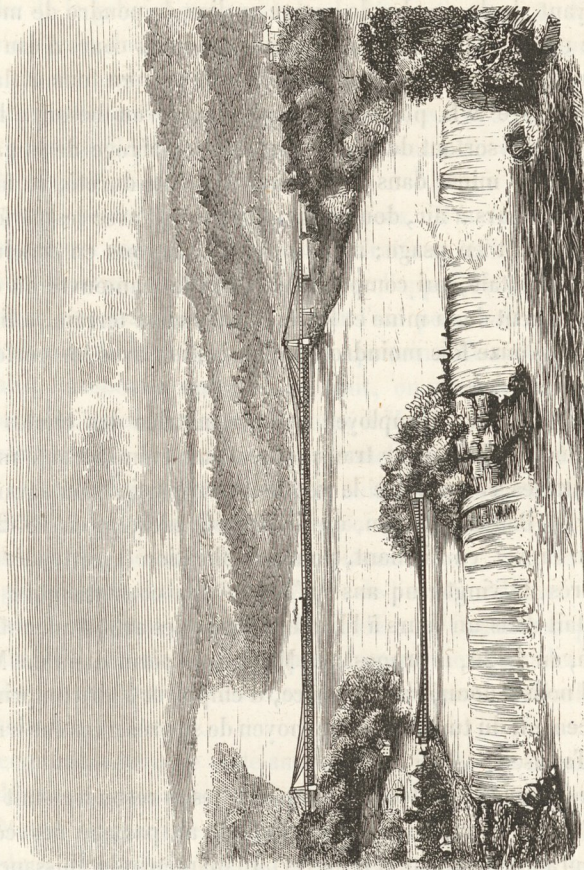


Fig. 665.

ployant les procédés ordinaires. Ces fleurets sont pressés contre la roche par une machine fort simple à pistons mis en mouvement par l'air comprimé. La même machine fait tourner le fleuret lorsque cela devient nécessaire. L'air comprimé, après avoir agi sur les pistons, se répand dans la galerie et sert à la ventiler. Il remplace

l'air vicié par la respiration des ouvriers, par la combustion des lampes et par l'usage de la poudre, résultat qu'on n'obtiendrait pas, au mont Cenis, à l'aide des puits d'aérage, à cause de la grande hauteur de la montagne au-dessus de la galerie. — On diminue la quantité d'air vicié par la combustion de la poudre en employant de la poudre de guerre au lieu de poudre de mine.

Une machine hydraulique alimentée par des cours d'eau de l'extérieur comprime l'air dans un réservoir qui en fournit la quantité nécessaire à la pompe à air, et supplée au besoin à l'insuffisance de l'air sortant de cette pompe pour l'aérage de la galerie.

Le trou de mine, dans des roches de même dureté, se fait, avec les perforateurs à air, douze fois plus vite qu'avec les perforateurs ordinairement en usage; mais il ne faudrait pas en conclure que l'opération totale, qui comprend en outre la manœuvre du chariot, le chargement de la mine et le déblayement du terrain, a lieu dans un temps douze fois moindre que l'opération avec les perforateurs ordinaires.

L'idée première d'employer la force motrice des chutes d'eau à comprimer de l'air pour transmettre le mouvement aux machines perforatrices et produire la ventilation appartient au savant professeur M. Daniel Colladon, de Genève. Ce n'est qu'en 1852 qu'il a pris un brevet, en Piémont, pour l'application de cette idée; mais il y a près de vingt-cinq ans qu'il nous l'a communiquée et qu'il l'émettait dans un cours à l'École centrale des arts et manufactures, et déjà, en 1826, il proposait à M. Brunel père, dans un Mémoire dont il nous a donné connaissance, d'employer l'air comprimé dans le percement du tunnel comme moyen de se préserver des irruptions de la Tamise.

Une des questions les plus importantes à résoudre était celle de savoir quelle serait la résistance de l'air au passage des conduites d'une grande longueur et d'un certain diamètre; la puissance transmise au fond du tunnel et la possibilité de le ventiler jusqu'à une profondeur de 6,000 mètres dépend de cette résistance. M. Colladon, se basant sur de nombreuses expériences qu'il avait faites en avril 1852 avec une conduite de 0^m,25 de diamètre et de 700 mètres de longueur, annonçait, dans un Mémoire joint à sa demande de

brevet, que les coefficients de résistance adoptés jusqu'alors pour le mouvement des gaz dans les conduites nettes à l'intérieur étaient trop forts et devaient être réduits de moitié à fort peu près. D'autres expériences, faites par ordre du gouvernement piémontais, ont prouvé depuis lors qu'à la distance de 6,500 mètres (moitié de la longueur de la galerie) pour un tube de 10 centimètres de diamètre avec une vitesse de 5 mètres à l'origine de la conduite et une pression de six atmosphères dans le réservoir, la force transmise à cette distance serait encore de un tiers d'atmosphère. On a constaté aussi que la quantité d'eau fournie par les ruisseaux du voisinage suffirait à la ventilation.

L'appareil perforateur est fort ingénieux. Il a été inventé par trois ingénieurs sardes, MM. Grandis, Grattone et Sommeiller. Ces ingénieurs avaient, en 1855, établi avec l'appui du gouvernement piémontais une machine à comprimer l'air pour refouler les convois du chemin de fer à la montée des Apennins. Ce système n'ayant pas réalisé l'économie qu'on en espérait, on proposa, en 1857, le transport des machines comprimantes à Modane et à Bardonneche pour entreprendre le percement du tunnel au moyen de l'air comprimé, et elles furent adoptées à la suite d'expériences nouvelles faites dans le but d'en étudier l'emploi par M. Menabrea, colonel du génie et député aux Chambres piémontaises, dont le nom a figuré glorieusement dans les bulletins de l'armée d'Italie.

Depuis l'adoption du crédit demandé aux Chambres piémontaises en 1857, on n'a employé, pour le percement, que les moyens ordinaires, parce que l'aération ne présentait pas de difficultés près des extrémités du tunnel.

Au commencement de cette année 1860, après un travail d'environ deux ans, on a ouvert 820 mètres de tunnel en grande section et revêtu en maçonnerie les deux tiers de cette longueur. Du côté de Bardonneche (côte d'Italie) l'avancement est plus facile, parce que la roche est un calcaire schisteux, tandis que du côté de Modane (côte de France) elle contient beaucoup de quartz, et de plus il existe de nombreuses filtrations.

Mais une partie des machines de compression, nous écrit-on sous la date du 22 avril, est arrivée, et on pense qu'elles pourront

fonctionner avant peu. *Jusqu'à présent rien ne fait supposer d'obstacle sérieux qui puisse s'opposer à l'achèvement de ce beau travail.* Aussi n'est-ce pas sans étonnement que nous lisons dans le numéro du 28 avril de la *Presse* que déjà le renouvellement de l'air dans la galerie du mont Cenis, constamment altéré par les produits de la combustion de la poudre, de la combustion des lampes et de la respiration des hommes, présente les plus grandes difficultés. D'après le même journal, MM. Vallauray et Bucquet ont, pour surmonter ces difficultés, étudié une machine-outil attaquant directement la roche, machine qui, en permettant d'éviter l'emploi de la poudre, améliorerait le travail de percement des tunnels.

L'appareil imaginé par MM. Vallauray et Bucquet se compose de plateaux circulaires en fonte adaptés, à intervalles égaux, sur un arbre horizontal et armés sur un point de leur circonférence d'outils d'acier analogues à ceux fixés sur les machines destinées à travailler les métaux et le fer. Les plateaux étant animés d'un mouvement de rotation, les outils qu'ils supportent attaquent et rongent la roche, et, en la triturant et la réduisant en poussière, y creusent des entailles de 6 centimètres et de 2^m,20 de hauteur, en laissant entre elles des cloisons de 50 centimètres d'épaisseur. Ces cloisons, se trouvant isolées ainsi des deux côtés, sont ensuite facilement abattues au moyen de coins et de leviers.

Déjà M. Mauss, l'habile ingénieur belge dont le nom se rattache à l'exécution du plan incliné de Liège et à celle du chemin de Turin à Gênes, avait proposé, avant que l'on songeât à se servir de l'air comprimé, de percer la roche sans faire usage de la poudre, au moyen d'une machine composée de fleurets juxtaposés mus par des cames et des ressorts. Pour transmettre le mouvement aux fleurets, M. Mauss proposait d'utiliser les cours d'eau de Modane et de Bardonneche. Des roues mues par ces chutes devaient transmettre leur puissance au moyen de câbles portés par des poulies. Ces mêmes câbles devaient mouvoir des ventilateurs pour aérer la mine. Cette machine n'a pas été employée sans doute à cause de sa complication, et sans doute aussi à cause de la grande perte de force du travail produit par les roues dans la transmission de la force au fond de la galerie.

La machine de MM. Vallauray et Bucquet est plus simple peut-être; mais comment, dans ce cas, s'opèrent la mise en mouvement de cette machine et la ventilation de la galerie toujours nécessaire pour renouveler l'air vicié par la respiration des hommes et par la combustion des lampes? C'est ce que l'article de la *Presse* ne nous apprend pas. Est-il d'ailleurs démontré que les appareils de MM. Colladon, Grandis, Grattone et Sommeiller sont impuissants? Cela nous paraît fort douteux, car il résulte de renseignements autres que ceux que nous avons déjà donnés, renseignements puisés aussi bien que les premiers à bonne source, que le percement n'a eu lieu jusqu'à présent que par les moyens ordinaires, que la longueur de la partie percée ne dépasse pas 1,000 mètres, dont moitié à peu près à chaque extrémité de la galerie, et enfin que les machines à comprimer l'air ne fonctionnent pas encore. L'une, celle du côté de Bardonneche, vient d'être montée, mais ne fonctionne pas; l'autre, celle de Modane, fabriquée dans les usines de Seraing, en Belgique, n'est terminée que depuis peu de temps, et n'est pas encore montée.

Pour éclaircir nos doutes enfin, nous avons écrit à M. Daniel Colladon, qui nous a répondu qu'effectivement on n'avait pas encore essayé les machines à comprimer l'air, et qu'il persistait à conserver une entière confiance dans le succès.

FABRICATION DES RAILS.

Généralités. — L'amélioration de la qualité des rails est une question qui continue à former l'une des principales préoccupations des ingénieurs de chemins de fer. On peut se rendre compte aujourd'hui, assez exactement, de leur durée; et on trouve partout que sur une ligne où la circulation a atteint un certain degré d'activité ils doivent être remplacés après dix ou douze années, quinze années d'usage au maximum. Toute la voie de Paris à Meaux, posée il y a onze ans seulement, vient d'être remplacée; et sur certains chemins, qui, à la vérité, se trouvent dans des conditions tout à fait exceptionnelles, on s'est vu obligé de pro-

céder à la réfection de parties considérables de la voie après 3, 4 ou 5 ans de travail (chemin de Saint-Étienne à Lyon).

Ainsi que nous l'avons annoncé dans le premier volume de cette seconde édition, nous avons envoyé un des inspecteurs du matériel fixe des chemins de fer de l'Est, M. Borgella, en Allemagne et en Belgique pour étudier les procédés de fabrication, puis, marchant sur ses traces, nous avons aussi visité une partie des usines où ces procédés étaient appliqués et comparé ces procédés à ceux qui sont en usage dans les usines françaises. Nous nous sommes procuré enfin des renseignements sur les procédés de fabrication des usines anglaises par M. Birlé, ancien inspecteur du matériel fixe de la grande compagnie russe. Le peu d'espace dont nous pouvons disposer ne nous permet pas de donner ici une analyse étendue des notes que nous avons entre les mains, ainsi que nous aurions désiré le faire. Nous nous bornerons à signaler les principales conséquences que l'on peut en tirer.

Choix du procédé. — Le même procédé de fabrication ne convient pas pour toute espèce de fonte. C'est donc à tort que l'on a prescrit pendant longtemps un procédé uniforme à tous les fabricants.

Le procédé doit être déterminé pour chaque usine par l'ingénieur en chef de la Compagnie d'accord avec le fabricant.

Surveillance de la fabrication. — La Compagnie ne doit, dans aucun cas, renoncer à son droit de surveillance dans les usines.

Rails en fer puddlé. — On a fabriqué des rails qui paraissent être de très-bonne qualité avec une seule espèce de fer, du fer puddlé, préparé spécialement pour cet usage. Ces rails sont sans doute moins sujets à se dessouder que ceux qui sont composés de deux espèces de fer. Comme toutefois on n'en a pas encore fait usage pendant un certain nombre d'années, on ne peut à cet égard invoquer une longue expérience.

Aux usines de Ruhrort et du Phénix, en Prusse, on fabrique des rails avec des trousses composées entièrement de fer puddlé. Le cinglage des boules s'opère au moyen du marteau à soulèvement.

Pour obtenir un bon soudage, les trousses doivent être fortement comprimées. On obtient ce résultat en se servant du marteau-

pilon ou du marteau à soulèvement. Mais, comme il augmente la masse des déchets, les fabricants répugnent à s'en servir. Ils reprochent d'ailleurs à ce procédé son prix élevé. Il ne paraît pas applicable à toute espèce de fer, et son succès dépend beaucoup de l'ouvrier.

Dans plusieurs usines d'Allemagne, on emploie avec avantage le marteau à pilon ou le marteau à soulèvement, si ce n'est pour le soudage des trusses que l'on convertit en rails, au moins pour le cinglage et l'épuration des boules dans la fabrication du fer en barres, ou pour le soudage des trusses servant à fabriquer les couvertures. Il importe alors de faire agir le marteau pilon par choc plutôt que par pression.

Composition des paquets. — La composition des paquets est très-variable.

Quand on emploie dans la composition des trusses deux espèces de fer, la couverture et quelquefois les deux barres extérieures de l'assise sur laquelle elle repose sont en fer corroyé à grains; le reste de cette assise ainsi que la troisième à partir de la couverture, en fer à grains; le corps du rail en fer à nerfs; et la partie inférieure du paquet en fer corroyé à grains ou à nerfs, selon que le rail est à double champignon ou à patin.

On renonce aux couvertures à rebords et on donne aux couvertures une épaisseur qui ne doit pas être inférieure à 0^m,20.

Les couvertures qui forment les champignons de roulement sont assez généralement à grains fins et serrés; celles qui forment les patins sont quelquefois à nerfs bien épurés.

Mode de laminage. — Le laminage des paquets doit toujours être terminé à plat, jamais de champ.

Les pressions produites sur la trousse par le laminage doivent toujours aller en décroissant d'une manière uniforme, la proportion entre les dimensions des différentes cannelures étant la même dans presque toutes les usines. En Prusse, la trousse est alors plus courte, plus haute et plus large, pour arriver au même poids. En France, c'est le contraire, et, pour obtenir la même longueur de barre, il n'est pas nécessaire de donner autant de pression dès les premières cannelures.

Cassure. — Dans les provinces rhénanes, la cassure des rails à patin présente un champignon en fer à grains bien purs, assez fins et homogènes; une partie de la tige et le patin sont entièrement en fer nerveux.

Dans les meilleurs rails à patins sortant de nos usines françaises la cassure est entièrement grenue. Ces rails font toutefois un bon service.

Fabrication belge. — En Belgique on ne détermine plus dans les cahiers de charges la proportion de fer corroyé qui doit entrer dans la composition des trousses. On donne même aux fabricants la permission de composer les trousses entièrement de fer puddlé, mais à la condition de garantir les rails pendant deux ou trois ans.

Fabrication du Phénix. — A l'usine du Phénix sur les bords du Rhin, on fabrique d'excellents rails entièrement en fer puddlé, mais le cahier des charges stipule que les loupes pour fabriquer la tête des rails doivent être parfaitement épurées, à grains, et que les têtes doivent avoir dans le paquet telles dimensions, qu'elles aient dans le rail fini $0^m,052$ d'épaisseur. Les paquets faits dans ces conditions doivent être chauffés, martelés sous un marteau-pilon de 3,000 kilogrammes, et subir un allongement de $0^m,20$ à $0^m,50$. La garantie est de quatre ans. Ces rails se payent fort cher.

Fabrication du Creusot. — Au Creusot on pense que l'on pourrait fabriquer d'excellents rails en fer puddlé, mais il ne faudrait pas exiger des couvertures d'une seule pièce. La barre de fer puddlé d'une grande largeur, telle qu'on l'obtiendrait avec les fontes employées au Creusot, se criquerait trop facilement. Pour obtenir une bonne soudure, il faudrait un corroyage plus complet que celui qu'on fait subir aujourd'hui aux trousses, qui devraient être plus courtes, et, par suite, d'une section plus forte, pour obtenir dans le laminage plus de pression et d'étirage, et être passées à une seule chaude.

On repousserait l'emploi du marteau-pilon ou à soulèvement parce qu'il s'appliquerait difficilement aux fers du Creusot, qui s'écraseraient. Le succès du martelage dépend de l'ouvrier, tandis que le laminage comprime la trousse indépendamment du lamineur.

Fabrication de Styring-Wendel. — A l'usine de Styring-Wen-

del, on ne martèle pas les trousse. On a amélioré la fabrication, en modifiant les dimensions de la trousse de manière qu'elle soit plus comprimée, en diminuant l'épaisseur des assises intermédiaires qui composent le corps du rail, en faisant subir deux chaudes au lieu d'une seule aux trousse, et enfin en chauffant toujours au blanc soudant presque coulant.

Fabrication d'Anzin. — A l'usine d'Anzin on a surtout amélioré la fabrication des rails par un laminage supérieur à celui des usines du Creusot et de Styring. Outre les trois cylindres dégrossisseurs, il existe aussi trois cylindres finisseurs. Ces cylindres ont un grand diamètre et font de soixante-quinze à quatre-vingts tours par minute.

Les trousse ont les dimensions ordinaires avec des couvertures rectangulaires de 0^m,025; on ne les chauffe qu'une seule fois au blanc soudant.

Le laminage avec ce système de trois cylindres dégrossisseurs et finisseurs se fait très-rapidement. Le rail se trouve donc fabriqué dans les meilleures conditions, étant fortement étiré dans les deux sens et conservant jusqu'à la fin une température assez élevée, qui contribue beaucoup au bon soudage des différentes assises de la trousse.

La cassure des rails de cette usine présente une section entièrement en fer à grains fins homogènes résistant bien aux épreuves par le choc et par la pression qui sont exigées dans les cahiers de charges.

Fabrication du pays de Galles. — Dans le pays de Galles on ne se sert pas de marteaux pour le cinglage, mais de presses. Ce mode de cinglage y est moins défectueux qu'ailleurs par suite de la grande chaleur que développe l'excellente houille de ce pays. Cette chaleur maintient les loupes à une haute température assez longtemps pour que les scories restent à l'état liquide et soient expulsées en grande partie.

Le laminage du paquet est fait dans des conditions telles, que les scories qui seraient restées dans le fer des mises sont définitivement et complètement enlevées.

Le fer reçoit toujours pendant le laminage deux chaudes. Le système de soudage des paquets, dans la première, remplace avantageusement la martelage préalable.

Au sortir du premier four à réchauffer, le paquet est passé dans un train de laminoirs qu'on appelle soudeurs, composé de deux cylindres ayant quatre cannelures rectangulaires (sauf la dépouille); ces cylindres tournent très-doucement (28 à 30 tours par minute). Cette opération préliminaire et toute spéciale aux usines du pays de Galles a un excellent effet sur le paquet.

On porte ensuite le paquet dans un second four à réchauffer, puis on le passe par quatre cannelures des cylindres dégrossisseurs et cinq des cylindres finisseurs; total, 15 cannelures.

Les ébaucheurs et les finisseurs marchent généralement à une même vitesse, qui est de 80 à 90 tours par minute.

Fabrication du Staffordshire. — Dans le Staffordshire, où le fer est généralement nerveux, on obtient difficilement de bonnes soudures.

Cahier de charges. — Parmi les moyens d'obtenir de bons rails, il faut placer en première ligne la garantie imposée au fabricant par le cahier de charges.

Cette garantie, qui n'était, il y a quelques années, que d'un an, a été portée successivement à deux, puis à trois années sur les chemins de fer français. Elle a atteint quatre années sur quelques chemins d'Allemagne.

La Compagnie du Nord et celle de l'Est (à l'instar de celle du Nord) l'ont réduite de nouveau à deux années, mais en la rendant beaucoup plus efficace.

La garantie était de trois ans datant du jour de la livraison, et s'appliquait indistinctement à tous les rails posés sur la ligne; mais il arrivait que, la Compagnie ne se servant pas des rails immédiatement après la livraison, la durée de la garantie réelle s'en trouvait plus ou moins réduite. On avait aussi remarqué que, les rails provenant d'une même usine se trouvant quelquefois placés sur différentes parties de la ligne, il devenait difficile d'en constater avec une exactitude suffisante la durée. On a stipulé dans les nouveaux cahiers de charges que la garantie daterait *du jour de l'emploi des rails* au lieu du jour de la livraison, et on a introduit certaines conditions nouvelles qui rendent la constatation de l'état des rails plus facile, plus sérieuse. Voici du reste dans son entier l'article relatif à la garantie.

La Compagnie n'entend recevoir que des rails pouvant faire un service de *deux ans* sans aucune détérioration sur les voies principales de son réseau. Elle s'assure par une expérience partielle que cette condition est remplie. Le fournisseur s'engage en conséquence, sur le prix stipulé au marché et pour l'ensemble de la fourniture, à une réduction proportionnelle au nombre de rails qui ne résisteraient pas à l'épreuve faite dans les conditions suivantes.

Dix pour cent au moins de la fourniture, pris à divers moments de la fabrication, au choix de la Compagnie, seront placés par elle sur la partie du réseau indiquée ci-dessus; il sera immédiatement donné au fournisseur connaissance de l'emplacement et de la date de cette pose. A l'expiration de deux années de service, on établira contradictoirement la proportion des rails avariés, c'est-à-dire ayant un commencement de détérioration comme écrasement, défaut de soudure, exfoliation, rupture, etc. Cette proportion sera appliquée à l'ensemble de la fourniture et servira à déterminer la quantité de tonnes passibles de l'indemnité, que tout ou partie seulement de la fourniture ait été mis en service.

Le taux de l'indemnité sera fixé de manière à représenter la différence de valeur entre une tonne de rails neufs et une tonne de rails hors de service. Le paiement des rails auxquels l'indemnité devra s'appliquer aura lieu au plus tard trois ans après l'époque moyenne des livraisons faites à l'usine, que la voie d'essai ait ou non ses deux ans de service.

La responsabilité du fournisseur ne cessera que par la réception définitive, qui sera précédée de la reconnaissance contradictoire indiquée à l'article précédent. Cette reconnaissance devra être provoquée par le fournisseur, et les résultats ne seront valables qu'à la condition d'avoir été constatés moins d'un mois après la requête du fournisseur, même quand la voie d'essai aurait plus de deux ans de service.

Il est essentiel que le nom de l'usine, l'année et le mois de fabrication, soient marqués sur le rail, comme nous l'avons indiqué dans le premier volume, au moyen de la gravure faite dans la dernière cannelure des cylindres finisseurs. Autrement la garantie serait illusoire. On les marquait anciennement à chaud à la sortie des cy-

lindres; cette marque était souvent imparfaite et difficile à reconnaître au bout d'un certain temps.

Aujourd'hui, comme en Prusse, la Compagnie de l'Est exige que l'on grave dans la dernière cannelure des cylindres finisseurs le nom de l'usine, l'année et le mois de la fabrication; ces marques apparaissent alors parfaitement en relief et en différentes places sur le milieu du corps du rail.

Le cahier de charges stipule, indépendamment de l'essai par la pression, une épreuve par le choc, consistant à placer le rail (rail Vignolles, haut de 12 centimètres et large de 6 centimètres au champignon) sur deux appuis distants de 1^m,10, et à laisser tomber sur ce rail un mouton de 500 kilogrammes d'une hauteur de 2 mètres. Le rail doit résister au choc du mouton.

Quelques fabricants prétendent que l'on ne peut obtenir des rails qui supportent cette épreuve qu'en employant une forte proportion de fer nerveux dans les trousses, et qu'alors les rails sont mal soudés. Les Compagnies toutefois l'ont maintenue, se réservant la faculté d'y renoncer si elles y trouvaient réellement un grave inconvénient.

Perfectionnement au frein automoteur Guérin. — M. Guérin

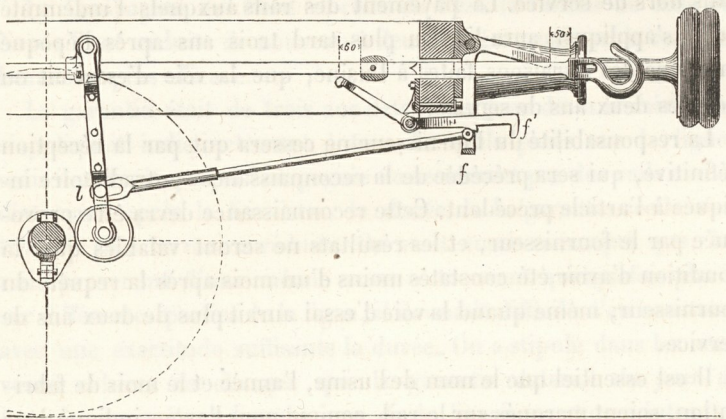


Fig. 654.

a apporté une grande simplification au mécanisme de son frein au-

tomoteur. Il a remplacé le manchon décrit page 274 par une came qui agit comme le montre suffisamment la figure 654.

A des vitesses de moins de 10 kilomètres par heure, le levier *l* et la fourche *f* restent dans la position représentée sur la figure. La vitesse dépassant 10 kilomètres, le choc que reçoit le levier de la came fait relever la fourchette et permet à l'appareil de fonctionner. On voit, en se reportant à la description du frein, page 274, qu'il peut agir alors à une vitesse de plus de 10 kilomètres, et cesse au contraire de fonctionner à une vitesse inférieure.

ACCESSOIRES DE LA VOIE.

Nous avons décrit dans le dernier chapitre de notre premier volume le système de disques Goubet et le système automoteur Baranowsky. Ces deux systèmes étaient alors à l'état d'essai sur les chemins de fer de l'Est, et on espérait en obtenir de bons résultats; mais l'expérience ne leur a pas été favorable.

Le système Goubet a paru trop compliqué et d'un entretien coûteux. Quant au système Baranowsky, il n'a jamais fonctionné d'une manière tout à fait satisfaisante.

MACHINES LOCOMOTIVES.

Distribution de la vapeur avec un seul excentrique. — On emploie depuis peu de temps en Angleterre un système de distribution de la vapeur dans les machines locomotives avec un seul excentrique, au lieu de deux, pour chaque tiroir. Ce système est de l'invention de M. Sharp-Stewart, de Manchester. Il a été essayé sur les chemins de fer de l'Est et d'Orléans. *Il résulte de notes fournies par les ingénieurs des deux lignes que, abstraction faite de sa simplicité, le système Sharp paraît moins avantageux que le système ordinaire avec coulisse renversée.*

Ainsi, aux chemins de fer de l'Est, on n'a pu arriver à une bonne

réglementation qu'en adoptant pour l'appareil une disposition et donnant aux différentes parties des dimensions telles, qu'il se produisait des efforts considérables de flexion et de torsion qui n'ont pas lieu dans la distribution à coulisse de Stephenson.

Au chemin d'Orléans, les ingénieurs de la traction objectent au système Sharp les difficultés d'exécution de l'excentrique et les perturbations fâcheuses dans la distribution de la vapeur qui résultent du déplacement du point de suspension placé sur la chaudière. Enfin, en comparant la marche des tiroirs avec cet appareil à celle des tiroirs avec la coulisse renversée, ils trouvent que, l'avance constante étant de 5 millimètres avec une ouverture de 6^m,6 pour les grandes détentes (marche en avant), la distribution Sharp donne une admission de $\frac{18-18}{100}$ et une compression de $\frac{41-41}{100}$, tandis qu'avec la même ouverture la distribution à coulisse renversée offre une admission de $\frac{15-17}{100}$ plus faible, et, par suite, une plus grande détente avec une compression de $\frac{56-40}{100}$ moindre que celle de la distribution nouvelle.

Pour les grandes admissions (marche en avant), la distribution Sharp ne donne qu'une ouverture de 22 à 24 et demi, insuffisante au démarrage avec une admission de $\frac{75-74}{100}$, la compression étant de $\frac{8-8}{100}$, tandis qu'avec la distribution à coulisse renversée par une admission de $\frac{70-74}{100}$ à peu près semblable à la précédente, l'ouverture est de 32—28 et la compression de $\frac{8-11}{100}$.

Les résultats pour la marche en arrière sont tout aussi désavantageux pour l'appareil anglais.

NOUVELLES NOTES SUR LE FROTTEMENT.

Nous avons reproduit, page 654, l'opinion de MM. Bochet et Garella, qui pensent que le frottement de glissement n'est pas, comme on l'a supposé pour toutes les vitesses, indépendant des surfaces.

M. E. Morris, ingénieur civil, dans le journal du *Franklin-*

Institut, cite quelques expériences qui sembleraient confirmer cette opinion.

M. Morris croit aussi que l'évaluation de l'adhérence moyenne des machines locomotives à $\frac{1}{6}$ sixième du poids qui la produit est insuffisante, et que cette adhérence moyenne pourrait être évaluée à $\frac{1}{5}$ cinquième, surtout quand il s'agit de machines lourdes qui produisent une espèce de grippement entre la roue et le rail. M. Latrobe avait même trouvé, dans des expériences faites avec soin sur le chemin de l'Ohio, que l'adhérence des machines marchant lentement à pleines charges était de $\frac{1}{3}$ tiers. Nous croyons toutefois que jusqu'à nouvel ordre il est prudent de ne régler la charge des machines que sur une adhérence de $\frac{1}{6}$ sixième du poids.
