

TRAITÉ COMPLET
DES
CHEMINS DE FER

HISTORIQUE ET ORGANISATION FINANCIÈRE
CONSTRUCTION DE LA PLATE-FORME — OUVRAGES D'ART
VOIES — STATIONS — SIGNAUX
MATÉRIEL ROULANT — TRACTION — EXPLOITATION
CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE — TRAMWAYS

PAR

G. HUMBERT

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES
INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT AU CHEF DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

TOME PREMIER

Deuxième édition, revue et mise à jour.

PARIS ET LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR

(Successeur de BAUDRY et Cie)

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

—
1908

Tous droits réservés.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE ET ORGANISATION FINANCIÈRE

CHAPITRE PREMIER. — <i>Introduction. Origine des chemins de fer.</i> — Invention de la locomotive. — Premiers essais.	4
CHAPITRE II. — <i>Constitution du réseau français. De l'origine (1823) aux conventions de 1859.</i> — Premières concessions en France. — Discussions de 1837 et 1838 au sujet du système à adopter pour la constitution d'un premier réseau. — Ajournement de la question. — Crise financière de 1840 ; la garantie d'intérêt accordée à la compagnie d'Orléans. — Loi du 11 juin 1842, ordonnant l'exécution des grandes artères du réseau. — Concession à l'industrie privée ; l'État prend à sa charge la construction de la plate-forme. — Crise financière de 1847 ; dépréciation des valeurs de chemins de fer. — Augmentation de la durée des concessions. — Groupement des petites compagnies par région ; constitution des grandes compagnies (1852-1857). — État des concessions à la fin de 1857	3
CHAPITRE III. — <i>Constitution du réseau français (suite). Des conventions de 1859 à l'année 1876.</i> — Crise financière de 1857. — Conventions de 1859. — L'ancien et le nouveau réseau ; la garantie d'intérêt, le revenu réservé, le déversoir. — Reprise des travaux. — Revision des conventions en 1863, 1868, 1869 et 1875. — Les chemins de fer d'intérêt local ; loi du 12 juillet 1865. — Constitution de nouvelles compagnies secondaires. — État des concessions à la fin de 1875	8
CHAPITRE IV. — <i>Constitution du réseau français (suite et fin). La période actuelle et les conventions de 1883.</i>	16
§ 1 ^{er} . — Constitution du réseau de l'État. — Rachat des petites compagnies, impuissantes à tenir leurs engagements. — Exploitation provisoire des lignes rachetées. — Décrets du 25 mai 1878 organisant le réseau d'État. — Décrets modificatifs du 10 décembre 1895.	16
§ 2. — Achèvement du réseau des chemins de fer français. — Programme des grands travaux publics ; loi du 17 juillet 1879. — Situation du réseau à la fin de 1881	20
§ 3. — Historique des événements qui ont amené la conclusion des conventions de 1883. — Projets de conventions avec diverses compagnies présentés par le gouvernement. — Hostilité de la Chambre des députés pour les grandes compagnies. — La Commission des 33. — Projet de rachat du réseau d'Orléans. — Rapports de la Commission des 33 sur le rachat des concessions faites aux grandes compagnies, les tarifs et l'exploitation des chemins de fer. — Protestations des	

chambres de commerce. — Maintien du <i>statu quo</i> . — Loi du 11 juin 1880 sur les chemins de fer d'intérêt local. — Crise financière de 1882. — Reprise des négociations avec les grandes compagnies. — Projets de conventions présentés par le gouvernement en juin et juillet 1883. — Leur adoption. — Lois du 2 ^o novembre 1883	23
§ 4. — Les conventions de 1883. — Leurs traits généraux. — Suppression de l'ancien et du nouveau réseau. — Remboursement de la dette des compagnies. Application de la garantie d'intérêt. — Abaissement éventuel des taxes de voyageurs. — Situation du réseau au 31 décembre 1883. — Reprise des travaux.	27
CHAPITRE V. — <i>Documents statistiques relatifs aux chemins de fer français</i> . — Développement du réseau et dépenses d'établissement. — Situation générale du réseau au 31 décembre 1904. — Dépenses d'établissement au 31 décembre 1903. — Capitaux réalisés. — Jeu de la garantie d'intérêt. — Résultats d'exploitation pour 1904. — Trafic, personnel, matériel roulant	34
CHAPITRE VI. — <i>Le régime des chemins de fer français</i> . — De l'établissement des chemins de fer. — Concessions. — Cahier des charges. — Contrôle de l'État. — Homologation des tarifs. — Clause du rachat. — Déchéance. — Constitution des sociétés concessionnaires. — Actions et obligations. — Réseau de l'État. .	46
CHAPITRE VII. — <i>Chemins de fer étrangers. Historique, régime</i> . — Différents systèmes employés pour la constitution des réseaux étrangers. — Angleterre. — La libre concurrence. — Crises financières. — L'entente des compagnies en 1858. — La commission des chemins de fer de 1873. — Réseau exploité et dépenses d'établissement au 31 décembre 1904. — États-Unis de l'Amérique du Nord. — Situation en 1904. — La libre concurrence. — Crises et catastrophes financières. — Fusion des compagnies. — Bill de commerce entre les États. — Lois Elkins et Hepburn. — Belgique. — Construction et exploitation par l'État. — Tarif belge. — Situation au 31 décembre 1904. — Allemagne. — Exploitation par l'État. — Tarification. — Situation au 31 décembre 1904. — Systèmes mixtes suivis dans les différents pays de l'Europe	51
CHAPITRE VIII. — <i>Documents statistiques relatifs aux chemins de fer du globe</i> . — Situation du réseau du monde entier au 31 décembre 1904. — Dépenses d'établissement. — Répartition par États de la longueur totale exploitée au 31 décembre 1904. Classement des différents pays au point de vue : 1 ^o de la longueur absolue exploitée ; 2 ^o de la longueur exploitée par rapport à la superficie du territoire ; 3 ^o de la longueur exploitée par rapport à la population. — Tableau donnant les dépenses d'établissement et les résultats d'exploitation pour les différents pays du globe	63

DEUXIÈME PARTIE

INFRASTRUCTURE

CHAPITRE PREMIER. — Définition et division du sujet	71
CHAPITRE II. — <i>Étude du tracé</i> . — Considérations générales. — Programme du tracé Effort de traction sur un chemin de fer. — Adhérence. — Limites de pente et de courbure. — Étude du tracé : étude sur la carte, étude sur le terrain, étude définitive. — Règles à suivre dans la détermination du tracé. — Traversée des	

faites ; traversée des vallées ; établissement des stations ; distribution des pentes et des courbes	72
CHAPITRE III. — <i>Profil transversal d'un chemin de fer. Calcul des terrassements.</i> — Profil transversal en déblai, en remblai, en souterrain. — Calcul des terrassements. — Tables de M. Dupuy. — Tableaux graphiques de M. Lalanne	91
CHAPITRE IV. — <i>Exécution des terrassements.</i> — Déblais. — Exécution par abatage. — Excavateurs. — Exploitation du rocher à la pince, à la mine. — Procédé chimique de M. Courbebaisse. — Inclinaison des talus de déblais. — Transport des terres. — Transport à la brouette, au tombereau, au wagon. — Organisation de la décharge. — Chantiers à une, deux, trois décharges. — Chantiers à plus de trois décharges. — Remblais. — Exécution à pleine hauteur. — Tassement. — Prix de revient des terrassements.	98
CHAPITRE V. — <i>Consolidation des terrassements</i>	109
§ 1 ^{er} . — Consolidation des tranchées. — Dégradations superficielles. — Semis, plantations, gazonnements, perrés. — Adoucissement des talus. — Murs de pied. — Tranchées argileuses. — Procédé de Sazilly. — Drainage.	109
§ 2. — Consolidation des remblais. — Drainage. — Établissement des remblais sur les terrains vaseux	113
CHAPITRE VI. — <i>Ouvrages d'art ordinaires</i>	119
§ 1 ^{er} . — Ouvrages destinés à l'écoulement des eaux. — Aqueducs et ponceaux exécutés par allongement sous remblai. — Type de ponts à culées perdues. — Prix de revient et types d'ouvrages.	119
§ 2. — Ouvrages destinés au rétablissement des communications. — Passages inférieurs ou ponts sous rails. — Prix de revient et types. — Passages supérieurs ou ponts sur rails. — Type de passage à culées perdues. — Prix de revient et types. — Tableaux des prix de revient des ouvrages d'art courants jusqu'à 8 mètres d'ouverture en maçonnerie et en métal. — Passages à niveau. — Passages gardés. — Barrières tournantes. — Barrières roulantes. — Maisons de gardes. — Dépenses d'établissement d'un passage gardé. — Passages non gardés. — Barrières manœuvrées à distance. — Économie que procure leur emploi. — Suppression des barrières sur les lignes peu importantes. — Choix du système de traversée. — Comparaison des prix de revient. — Espacement des traversées.	126
CHAPITRE VII. — <i>Ouvrages d'art exceptionnels.</i>	169
§ 1 ^{er} . — Grands ponts. — Fondations. — Ponts en maçonnerie. — Épaisseurs des voûtes, des culées et des piles. — Résistance des pierres à l'écrasement. — Tableau des charges de rupture des différentes natures de pierres. — Prix de revient des grands ponts en maçonnerie. — Exemple de pont en maçonnerie de trois arches de 25 mètres d'ouverture. — Ponts métalliques. — Poids de métal à compter pour leur superstructure. — Tableau des prix à adopter pour les ponts métalliques par-dessous d'une ouverture supérieure à 8 mètres. — Conditions à remplir par les ponts métalliques. — Règlements ministériels du 29 août 1891. — Épreuves. — Ponts en acier. — Réduction de poids que procure l'emploi de l'acier pour les grands ponts. — Opinion du Congrès international des chemins de fer. — Exemple de grand pont métallique : pont sur la Loire comprenant neuf travées de 64,80 m. de portée. — Emploi du béton armé. — Opinion du congrès international des chemins de fer.	169
§ 2. — Viaducs. — Viaducs en maçonnerie. — Tableau des prix de revient. — Formule du prix des viaducs en fonction de la hauteur. — De la hauteur à partir	

de laquelle on doit recourir aux viaducs. — Généralités sur la construction des viaducs en maçonnerie. — Viaducs à plusieurs étages. — Exemples de viaducs en maçonnerie. — Viaducs métalliques. — Prix de revient. — Formule de M. Nordling. — Exemples de viaducs métalliques	206
§ 3. — Souterrains. — Profil type. — Procédés d'exécution. — Méthode belge ou par sections divisées. — Galerie d'avancement, abatage en grand, construction de la voûte, enlèvement du strauss, construction des piédroits et du radier. — Méthode française. — Méthode anglaise ou par section entière. — Bouclier. — Durée du percement des tunnels. — Emploi des puits intermédiaires. — Prix de revient des souterrains. — De la hauteur à partir de laquelle on doit recourir aux souterrains. — Exemples de souterrains. — Type de souterrains français et étrangers. — Souterrain du mont Cenis. — Souterrain du Saint-Gothard. — Souterrain de l'Arberg. — Souterrain du Simplon.	214
CHAPITRE VIII. — <i>Clôtures</i> . — <i>Bornage</i>	233
§ 1 ^{er} . — Clôtures. — Suppression des clôtures sur les lignes peu importantes. — Haies vives. — Tableau des essences à employer suivant les terrains. — Exemple de cahier des charges pour l'établissement des haies vives et des clôtures sèches. — Types de clôtures sèches en échelas, en treillage mécanique, à lisses. — Prix de revient des clôtures.	233
§ 2. — Bornage. — Prix de revient	240
CHAPITRE IX. — <i>Acquisition des terrains</i> . — Largeur moyenne de l'emprise pour un chemin de fer à une et à deux voies. — Prix moyens de l'acquisition des terrains. — Indemnités pour dépréciation et dommages	242
CHAPITRE X. — <i>Dépenses de l'infrastructure</i>	244

TROISIÈME PARTIE

SUPERSTRUCTURE

LIVRE PREMIER

VOIE ET ACCESSOIRES DE LA VOIE

CHAPITRE PREMIER. — <i>Largeur de la voie</i> — <i>Différents systèmes de voie</i> . — Largeur de la voie. — Conférence internationale de Berne. — Unité technique. — Différents systèmes de voie.	253
CHAPITRE II. — <i>Voie à double champignon</i> . — <i>Voie Vignole</i> . — <i>Dispositions générales</i>	257
§ 1 ^{er} . — Voie à double champignon. — Éclissage. — Espacement des traverses. — Jeu de la voie. — Surécartement dans les courbes. — Dévers de la voie. — Conicité des bandages, — Surhaussement du rail extérieur dans les courbes.	257
§ 2. — Voie Vignole. — Éclissage. — Selles	268
CHAPITRE III. — <i>Description des différentes parties de la voie</i>	270
§ 1 ^{er} . — Rails. — Forme et poids des rails. — Résistance. — Métal employé. — Fabrication et épreuves. — Durée. — Longueur.	270
§ 2. — Éclisses. — Forme, fabrication et épreuves. — Éclisses cornières	288

§ 3. — Boulons d'éclisses. — Résistance. — Rondelle Grover. — Fabrication et épreuves.	293
§ 4. — Coussinets et coins. — Forme. — Fabrication et épreuves	295
§ 5. — Crampons, chevilletes et tirefonds. — Forme et dimensions. — Fabrication et épreuves. — Tirefonds en acier.	298
§ 6. — Selles. — Forme et dimensions	300
§ 7. — Traverses en bois. — Rôle des traverses. — Essences des bois employés. — Formes et dimensions. — Conservation des traverses. — Préparation intérieure. — Procédé Boucherie. — Injection en vase clos. — Préservation superficielle. — Immersion à chaud. — Carbonisation. — Prix de revient et durée des traverses préparées. — Sabotage.	302
§ 8. — Ballast. — Conditions qu'il doit remplir. — Ballast naturel, sable, gravier, pierre cassée. — Produits artificiels. — Profil et cube du ballast.	312
CHAPITRE IV. — <i>Pose de la voie. Prix de la voie</i>	315
§ 1 ^{er} . — Pose de la voie. — État actuel de la voie sur les grands réseaux français.	315
§ 2. — Prix de la voie. — Voie à double champignon. — Voie Vignole	324
CHAPITRE V. — <i>Comparaison entre la voie Vignole et la voie à double champignon.</i> — Opinion de divers ingénieurs sur ce point. — Conclusions de la Commission française chargée en 1881 de l'examen de cette question. — Convenance de l'emploi de la voie Vignole sur les lignes à faible trafic	328
CHAPITRE VI. — <i>Voies diverses</i>	335
§ 1 ^{er} . — Voies sur longrines en bois. — Leurs inconvénients.	335
§ 2. — Voies sur dés. — Ligne du Taunus	337
§ 3. — Voies entièrement métalliques. — Première classe : supports en fonte, — Deuxième classe : longrines métalliques. — Longrine Hilf, du type Rhénan, Hohenegger, Haarmann. — Mode d'attache du rail. — Longrine de Serres et Battig. — Troisième classe : rails sans supports. — Rail Barlow. — Son échec sur le réseau du Midi. — Rail Hartwich. — Rail-longrine Haarmann. — Quatrième classe : traverses métalliques. — Leur développement en Allemagne, en Hollande, en Suisse. — Essais en Angleterre. — Opinion du Congrès international des chemins de fer. — Traverses du type Vautherin. — Chemins hollandais, d'Alsace-Lorraine, de Wurtemberg. — Traverse Berg et Marche. — Traverse Post. — Traverse Haarman. — Mode d'attache du rail. — Traverse type Heindl. — Dimensions de traverses métalliques. — Traverses pour rails à coussinets. — Type Webb. — Essais de traverses métalliques en France et en Belgique. — Type de l'Est, type Séverac, type Bernard, type Paulet et Lavalette, type de l'État français. — Prix des traverses métalliques. — Durée. — Comparaison avec les traverses en bois. — Conclusions. — Conditions que doivent remplir les traverses métalliques	338
CHAPITRE VII. — <i>Entretien de la voie.</i> — Organisation du service de l'entretien. — Travaux ordinaires des brigades. — Dressages et bourrages. — Remplacement du matériel. — Entretien proprement dit : méthodes du point à temps et des révisions générales. — Entretien en hiver. — Enlèvement de la neige. — Différents systèmes de chasse-neige. — Opinion de l'Union (Verein) des chemins de fer allemands. — Conditions auxquelles doivent satisfaire les chasse-neige — Chasse-neige autrichien. — Grands chasse-neige américains.	367
CHAPITRE VIII. — <i>Appareils de la voie</i>	377
§ 1 ^{er} . — Branchements. — Branchement simple. — Changement de voie à rails mobiles. — Changement à aiguilles. — Coussinets de talon, coussinets de glis-	

sement. — Levier de manœuvre, — Cadenassement. — Croisement. — Pattes de lièvre. — Pointes de cœur. — Contre-rails. — Pose des croisements. — Angle des croisements. — Raccordement entre le changement et le croisement. — Traversée de voies dite à bretelles. — Branchement double. — Prix de revient des branchements. — Changement américain, système Wharton. — Branchement avec traverses métalliques.	377
§ 2. — Traversées de voies. — Traversées rectangulaires. — Traversées obliques. — Pose des traversées. — Prix de revient	398
§ 3. — Traversées-jonctions. — Disposition. — Emploi. — Prix de revient . . .	403
§ 4. — Plaques tournantes. — Plaques pour wagons. — Plaques pour machines isolées. — Prix de revient. — Ponts tournants pour machines. — Prix de revient.	405
§ 5. — Chariots roulants. — Chariots à fosse pour voies de manœuvre. — Prix de revient. — Chariots sans fosse pour voies principales. — Leur supériorité sur les batteries de plaques tournantes.	409
<i>Annexe A.</i> — Note sur la largeur des voies des grands réseaux français	415
<i>Annexe B.</i> — Extrait du cahier des charges des chemins de fer de l'État pour la fourniture des rails en acier	417
<i>Annexe C.</i> — Extrait du cahier des charges des chemins de fer de l'État pour la fourniture des traverses en chêne	421
<i>Annexe D.</i> — Extrait du cahier des charges des chemins de fer de l'État pour la fourniture de traverses en acier doux	425