

TRAITE ELEMENTAIRE
DES
CHEMINS DE FER

PAR

AUG. PERDONNET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
DIRECTEUR DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES
ANCIEN PROFESSEUR A CETTE ÉCOLE
ANCIEN INGÉNIEUR EN CHEF DE PLUSIEURS CHEMINS DE FER
ADMINISTRATEUR DÉLÉGUÉ DES CHEMINS DE FER DE L'EST DE LA FRANCE, ADMINISTRATEUR DU CHEMIN DE FER
DE L'OUEST DE LA SUISSE, MEMBRE DU COMITÉ MIXTE DU CHEMIN DE FER GUILLAUME-LUXEMBOURG
PRÉSIDENT HONORAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE
PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION POLYTECHNIQUE
MEMBRE DE LA COMMISSION IMPÉRIALE DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

TROISIÈME ÉDITION

REVUE, CORRIGÉE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

TOME PREMIER

PARIS

GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, ET PALAIS-ROYAL, 213

1865

Tous droits réservés

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE PREMIER VOLUME

PRÉFACE.	
PLAN DE L'OUVRAGE.	IX
INTRODUCTION.	XI

CHAPITRE PREMIER. — COMPARAISON DES VOIES DE COMMUNICATION.

Routes. — Perpendiculaires aux chemins de fer.	2
Parallèles aux chemins de fer.	2
Préférables aux chemins de fer dans les pays de montagnes.	5
Préférables aux chemins de fer dans les contrées où la circulation n'est pas très-active.	5
Quantités de marchandises ou de voyageurs transportés annuellement pour établir avantageusement un chemin de fer.	5
Comparaison des parcours kilométriques sur les chemins de fer et sur les routes ordinaires.	4
Canaux. — Leur raison d'être à cause de leur extrême bon marché.	4
Pays où les canaux sont impraticables.	4
Impraticables dans certains pays accidentés où les chemins de fer sont avantageux.	4
Quantité d'eau nécessaire pour élever une certaine charge à une certaine hauteur.	4
Opinion de M. Huerne de Pommeuse.	5
Activité procurée aux bassins houillers par l'établissement des chemins de fer.	6
Tonnage sur le chemin de Saint-Etienne à Lyon, de Durlington à Stockton, de Alais à Beaucaire, des usines de la Grand'Combe.	6
Canaux et chemins de fer sur un sol médiocrement accidenté.	7
Bateaux à vapeur porteurs, remorqueurs, toueurs.	7
Frais d'entretien des canaux.	7
Frais de transport sur les canaux et sur les chemins de fer.	8

Comparaison des frais de transport sur un canal ou sur un chemin de fer.	11
Opinion du rapporteur sur l'établissement du canal de la Sarre.	12
Opinion des membres d'une commission du Parlement anglais sur les associations projetées de plusieurs compagnies de canaux et de chemins de fer.	15
Avantages de la régularité et de la rapidité des transports sur les chemins de fer.	14
Résistance opposée par le liquide au mouvement des bateaux.	14
Chemins de fer et canaux en Angleterre.	15
Opinion de M. Teisserenc sur les canaux.	16
Chemins de fer et canaux en France.	17
Situation du canal de Rive-de-Gier à Givors.	17
Lutte entre les canaux et les chemins de fer.	18
Tableau comparatif du mouvement des marchandises sur les voies navigables et sur les chemins de fer en 1850, 1855, 1855, 1856, 1857 et 1858.	22
Conséquences tirées de ce tableau.	25
Chemins de fer et canaux en Belgique.	25
Chemins de fer et canaux aux États-Unis.	24
Opinion de M. Stucklé sur le canal de Schuy-Kill.	25
Renseignements fournis par M. l'ingénieur Robinson à M. Michel Chevalier sur les canaux et les chemins de fer en Amérique.	25
Conclusion tendant à démontrer que dans l'état actuel de l'industrie on ne saurait construire avantagement des canaux pour faire concurrence aux chemins de fer.	26
Services divers rendus par les canaux à l'industrie, à l'agriculture, aux pays comme moyen de défense.	27
Rivières. — Concurrence économique qu'elles peuvent faire aux chemins de fer.	28
Hallage et touage.	28
Avantages des chemins de fer comme voies stratégiques.	50
Opinions de Napoléon et de M. le comte Daru.	50
Chemins de fer en Crimée.	51

CHAPITRE II. — HISTOIRE ET STATISTIQUE DES CHEMINS DE FER.

Europe.	55
Angleterre.	54
Belgique.	37
Hollande.	59
Luxembourg hollandais.	42
France.	42
Tableaux indiquant les périodes de concession et de construction des chemins de fer français de 1825 à 1858.	49
Allemagne.	49
Italie.	54
Piémont, Savoie, Lombardie et duchés annexés.	54
États romains et napolitains.	56
Suisse.	57
Espagne.	59
Portugal.	65

Russie et Pologne russe.	65
Suède.	67
Norvège.	70
Danemark.	71
Turquie.	72
Grèce.	75
Amérique septentrionale.	74
États-Unis.	74
Canada.	78
Mexique.	78
Honduras.	79
Costa-Rica.	79
Ile de Cuba.	79
Amérique méridionale.	79
Nouvelle-Grenade.	80
Guyanne anglaise.	80
Brésil.	80
Paraguay.	82
Pérou.	82
Chili.	85
État de Buenos-Ayres.	84
Afrique.	84
Algérie.	84
Égypte.	85
Cap de Bonne-Espérance.	86
Asie.	86
Asie Mineure.	86
Perse.	87
Indes.	87
Océanie.	90
Australie.	90
Longueur des chemins de fer établis, comparée à la surface des principaux pays.	91
Tableau des chemins de fer du globe à la fin de 1857, indiquant les parties du monde et les États où ces chemins sont établis; la superficie en myriamètres carrés, la population par myriamètres carrés, la longueur totale des chemins exploités et concédés, la longueur par myriamètre carré des chemins exploités et concédés, la longueur par million d'habitants des chemins exploités ou concédés, le capital engagé dans les chemins de fer exploités et concédés.	92
Tableau à la fin de 1860, indiquant pour certaines parties de l'Europe la longueur totale, la longueur par myriamètre carré, et la longueur par million d'habitants des chemins exploités et concédés.	96

CHAPITRE III. — NOTIONS GÉNÉRALES SUR LA DISPOSITION DES VOIES DE FER, SUR LES MOTEURS QUI Y SONT EMPLOYÉS, ET SUR LES AVANTAGES DES CHEMINS DE FER AU POINT DE VUE TECHNIQUE.

Disposition des voies.	97
Origine des chemins de fer.	97
Chemins à bandes saillantes.	98
Chemins à bandes plates.	98
Préférence accordée aux chemins à bandes saillantes.	98
Chemins à double ou à simple voie.	99
Chemin à la Palmer.	100
Gares de stationnement, ou stations.	101
Gares d'évitement.	102
Gares extrêmes et intermédiaires.	102
Classement des gares intermédiaires.	102
Gares de voyageurs, de marchandises et mixtes.	102
Moteurs employés sur les chemins de fer.	102
Avantages des chemins de fer au point de vue technique.	104
Le principal avantage des chemins de fer consiste dans l'emploi de la machine locomotive.	104
Sur les chemins de fer la résistance est moins grande que sur les routes ordinaires.	105
Les locomotives n'offrent de véritables avantages que sur de faibles pentes et sur des chemins en ligne droite ou à peu près.	105
Résistance sur les chemins de fer : frottement de roulement.	105
Comparaison de la charge traînée avec un moteur donné sur un chemin de fer de niveau et sur une route ordinaire à une vitesse modérée.	106
Résistance que présente l'air quand la vitesse augmente.	106
Frottement au pourtour des roues comparé à la résistance totale.	107
Force centrifuge.	108
Frottement occasionné par le système de parallélisme des essieux de wagons et par la fixité des roues sur les essieux.	108
Les chemins de fer sont véritablement avantageux : 1° quand ils ont de faibles rampes et de très-grands rayons; 2° lorsque le terrain étant sensiblement incliné, les convois descendent avec de fortes charges et remontent à vide ou faiblement chargés.	109
Dans les pays très-accidentés, sur les rampes et les courbes de petits rayons, le chemin de fer perd ses avantages et devient presque impraticable.	110

CHAPITRE IV. — DU TRACÉ DES CHEMINS DE FER.

Considérations générales et principes qui président à l'étude des tracés.	111
Influence du chemin de fer sur l'avenir de l'industrie.	111
Idées qui ont présidé à l'étude des premiers tracés.	111
Calcul du rapport des produits au capital engagé.	112
Tracés directs.	115
Rapport du parcours partiel au parcours total.	115

Influence de la longueur du parcours sur le choix des places et sur la taxe moyenne.	115
Parcours moyen d'un voyageur sur les chemins allemands, belges, anglais, du Nord, de l'Est, de Lyon, d'Orléans, autrichien, et du Midi.	116
Parcours kilométrique d'un voyageur et d'une tonne de marchandises. Tableaux donnant le parcours moyen d'un voyageur et d'une tonne de marchandises sur les chemins du Nord, de l'Est, de Lyon, d'Orléans et du Midi.	117
Mouvement des marchandises sur la ligne de Paris à Strasbourg pendant un trimestre d'été.	118
Mouvements partiels pendant le même temps entre certaines stations à de très-petites distances.	118
Calculs de M. Minard sur le trafic entre stations intermédiaires.	119
Opinion de M. Courtois sur les calculs de M. Minard.	120
On ne doit pas faire dévier une grande ligne pour lui faire desservir les moindres bourgs.	120
Opinion de M. Guillon sur les tracés directs.	121
Tracé des vallées et des plateaux.	121
Opinion de M. le comte Daru sur le parallélisme des chemins de fer et des voies navigables.	125
Emplacement des gares extrêmes.	125
Gare du chemin de fer de Paris à Strasbourg : dépense d'établissement.	125
Subdivision de cette dépense.	125
Dépenses pour l'établissement du chemin entre Paris et la Villette.	126
Dépenses effectuées pour la construction de la gare de la Villette.	126
Gares communes.	129
Conditions dans lesquelles ces gares sont avantageuses.	150
Pentes et rayons de courbure.	150
Dans le tracé des lignes principales il faut réduire l'inclinaison des rampes et agrandir le rayon des courbes.	151
Travail de M. Teisserenc sur l'influence des pentes.	151
Influence des pentes sur la dépense de traction.	155
Frais d'entretien et de police de la voie sur le chemin de Strasbourg.	154
Dépenses occasionnées par les rampes du chemin d'Épernay à Reims.	155
Renseignements fournis par M. Koller sur le chemin de Turin à Gênes.	156
Frais de convois de voyageurs et de marchandises.	157
Décomposition de la dépense pour le transport des convois de voyageurs et de marchandises.	158
Proportion de la dépense sur les chemins de Vienne à Trieste et sur les chemins saxo-bavarois.	159
Conclusions tirées de ces exemples.	140
Opinion de M. Lechatelier sur l'influence des pentes.	142
Opinion de M. le comte Daru sur le même sujet.	142
Opinion de M. Couche.	145
Influence que peut avoir sur le tracé l'adoption du système Arnoux.	144
Importance de l'inclinaison et de la répartition des pentes sur un chemin de fer.	144
Quand, par raison d'économie, on doit préférer une pente variée, il faut diviser les lignes en parties sur lesquelles l'effort varierait du simple au double ou à peu près.	145

Inclinaisons pour lesquelles l'effort du moteur est le même dans les deux sens.	145
Courbes de petit rayon, avantageuses dans certains cas, mais augmentant les frais de traction et forçant à réduire la vitesse des trains.	145
Tracé des embranchements.	146
Embranchements avantageux pour les grandes lignes.	146
Drainage des tranchées et souterrains. Courbes aux abords des stations.	147
Effets de la résistance de l'air sur une pente de 0 ^m ,01 en ligne droite.	147
Passages à niveau, non dangereux sur des alignements ou sur des remblais courbes, à éviter à l'extrémité des tranchées et des souterrains courbes.	149
Passages à niveau à l'extrémité des gares.	149
Opinion de M. Guillon sur l'emplacement des passages à niveau.	150
Gares de rebroussement.	150
Observations de M. Lechatelier sur les gares de rebroussement des chemins allemands.	151
Souterrains.	151
Les souterrains ne sont pas nuisibles à la santé des voyageurs.	151
Les fortes pentes sont très-nuisibles dans les souterrains.	151
Compensation des déblais. Dépôts et emprunts.	152
Observation de M. Belgrand sur le tracé du chemin de fer de Lyon.	155
Influence du vent et des neiges.	155
Observations de MM. Muntz, Goschler et Sauvage.	154
Conditions stratégiques.	154
Voies parallèles à la frontière, voies perpendiculaires.	155
Étude proprement dite.	155
Calcul du bénéfice.	156
Comparaison des tracés au point de vue de la spéculation.	157
Opinion de M. Paulin Talbot.	159
Limites de courbure.	161
Observation de M. Boulanger.	161
Courbes tournées en sens contraire.	165
Limites de pente.	165
Étendues des gares et dimensions de la voie.	166
Étendue des gares.	166
Ancienne gare du chemin de Saint-Germain à Paris.	168
Classification des gares suivant leur importance.	170
Dimensions de la voie.	172
Largeur de la voie.	172
Tableau indiquant la longueur des chemins à voies étroites, de 1 ^m ,44, à voies d'Irlande, à voies larges et à voies mixtes en Angleterre, Écosse, Irlande au 1 ^{er} janvier 1859.	175
Largeur de l'entrevoie.	175
Largeur des accotements.	176
Largeur des fossés.	176
Inclinaison des talus; règles à suivre pour la déterminer.	177-181
Disposition des talus.	178
Disposition des banquettes.	178
Précautions contre les neiges.	179
Observation de M. Müntz.	180
Fossés d'assainissement.	181

Espace occupé par le chemin.	182
Décomposition de cette surface.	182
Largeur moyenne de la bande occupée.	182
Largeur réelle sur certains chemins français.	185
Du tracé de quelques chemins de fer remarquables.	185
Division au point de vue du profil.	185
Description du tracé de certains chemins.	184
Chemins à pentes faibles.	185
Chemins de Paris à Lille, Valenciennes, Boulogne (chemin du Nord.)	185
— de Paris à Rouen.	195
— de Lyon à Avignon.	197
— d'Avignon à Marseille.	202
— de Mulhouse.	207
— de Paris à Saint-Germain et de Paris à Auteuil.	209
— de Dublin à Kingstown.	215
— de Londres à Birmingham.	215
— Midland-Counties-Railway	217
— Greath-North-Railway.	218
— North-Midland-Railway.	218
— de Londres à Bristol.	219
— de Paris à Versailles.	221
— du Nord en Autriche.	225
— de Vienne à Glognitz.	225
— de Munich à Augsburg.	224
— badois.	224
Chemins à pentes moyennes.	226
Chemins de Rouen au Havre.	226
— de Paris à Lyon.	229
— de Paris à Orléans.	259
— de Paris à Strasbourg.	242
— de ceinture autour de Paris.	250
— de Londres à Brighton.	252
— de Londres à Douvres (South-Eastern-Railway).	252
— de Liverpool à Manchester.	252
— de Manchester à Leeds.	254
— de Newcastle à Carlisle.	255
— de Malines à Cologne.	255
— de l'Ouest (Suisse).	261
Chemins à fortes pentes.	262
Chemins de Birmingham à Gloucester.	265
— de Hetton.	265
— de Darlington à Stockton.	265
— de Cromford à Peakforest.	266
— de Saint-Étienne à Andrézieux et à Rouanne.	267
— de Saint-Étienne à Rouanne.	270
— d'Alais à Beaucaire.	270
— de Vienne à Trieste.	274
— saxo-bavarois : section Neuenmarkt à Marktschorgast.	277
— de Brunswick à Harzbourg.	282
— de Stuttgart à Ulm.	285

— Central suisse.	285
— Nord-Est suisse.	288
— Union suisse.	289
— du Jura industriel.	291
— de Turin à Gènes.	291

CHAPITRE V. — FRAIS DE CONSTRUCTION DES CHEMINS ÉTABLIS ET RÉDACTION DES DEVIS
POUR LES CHEMINS À CONSTRUIRE.

Prix de construction des chemins établis.	299
Tableau de décomposition des prix des chemins anglais.	301
Tableau du prix de revient des grandes lignes anglaises en 1845, avec l'indication du cube des terrassements sur une partie de ces lignes et de leurs produits.	306
Tableau des chemins français, indiquant la longueur des chemins à une et à deux voies, la longueur des voies accessoires par 100 kilomètres de chemin, la distance moyenne entre les stations, les dépenses moyennes de premier établissement par kilomètre, par l'État et par la Compagnie, les recettes brutes de l'exploitation par kilomètre, les dates de l'exercice et de l'ouverture de la ligne entière.	308
Tableau des chemins allemands, indiquant le parcours des lignes, la longueur des chemins exploités à une et à deux voies, celles des chemins exploités par l'État et par les Compagnies, la longueur des voies accessoires par 100 kilomètres de chemin, le nombre des souterrains, viaducs, ponts, la distance moyenne entre les stations, le prix de premier établissement par kilomètre et la recette brute de l'exploitation par kilomètre.	310
Tableau des chemins belges, indiquant la longueur des chemins exploités ou non par l'État, celles des chemins exploités ou non par les Compagnies, le prix total du premier établissement par kilomètre.	318
Tableau des chemins américains, indiquant le nom des États, le nombre des lignes, la longueur des chemins exploités, le prix total du premier établissement par kilomètre.	320
Comparaison des tableaux précédents.	320
Décomposition et classification des dépenses d'établissement.	321
Tableau des dépenses de premier établissement des chemins de fer anglais au 30 juin 1845. D'après les comptes rendus des Compagnies, comprenant les noms des chemins, leur longueur, la dépense par kilomètre pour terrains, travaux de toute nature, voies de fer, frais généraux, matériel et intérêts pendant la concession.	326
Tableau des dépenses de premier établissement par kilomètre des chemins français d'après les documents statistiques publiés par le ministère des travaux publics, comprenant le nom des lignes, les principales localités desservies, la date de l'ouverture de l'exploitation, la longueur en kilomètres à une et à deux voies, la longueur développée des voies de garage, la recette brute de l'exploitation pour l'année où la situation des dépenses a été faite, les frais généraux, terrains, terrassements, ouvrages d'art, clôtures, bâtiments, mobilier, voies de fer, accessoires de la voie, alimentation des machines, télégraphe électrique, matériel roulant, dépenses non classées, intérêts payés pendant la construction, approvisionnements et fonds de roulement.	326

Tableau des dépenses de premier établissement par kilomètre des chemins de fer belges au 31 décembre 1852, d'après le compte rendu officiel, comprenant l'indication des lignes et sections, la date de l'ouverture de l'exploitation, la longueur des sections en kilomètres à une et à deux voies, la longueur développée des voies de garage, la recette brute de l'exploitation en 1852, les dépenses pour terrains, terrassements, bâtiments, voies de fer, frais généraux, mobilier des gares et stations, accessoires de la voie, alimentation des machines, matériel roulant, approvisionnements de fer et métaux divers pour le matériel des transports.	526
Tableau des dépenses de premier établissement par kilomètre des chemins de fer allemands, d'après le compte rendu des États et des Compagnies, indiquant le nom des états des lignes, des principales localités desservies, la date de l'ouverture de l'exploitation, la longueur en kilomètres des chemins à une et à deux voies, la longueur développée des voies de garage, la recette brute de l'exploitation, les dépenses pour frais généraux, terrains, terrassements, ouvrages d'art, clôtures, bâtiments, mobiliers, voies de fer, accessoires de la voie, alimentation des machines, télégraphies électriques, matériel roulant, dépenses non classées, intérêts payés pendant la construction, approvisionnements et fonds de roulement.	526
Études comparatives de ces tableaux.	528
Frais de Parlement en Angleterre.	528
Variations des frais généraux sur nos grandes lignes.	528
Terrains en France, en Belgique et en Allemagne, cause des différences de prix d'acquisition, comparaison des terrassements et travaux d'art, moyenne des frais de terrassement par kilomètre.	528
Moyenne du prix par mètre cube de terrassement, transport de terre compris.	532
Frais d'établissement de la voie.	534
Compte de premier établissement et mise en exploitation de la ligne du chemin de fer de Paris à Orléans, avec embranchement de Juvisy à Corbeil. — Tableau donnant la nature des dépenses d'après le projet primitif présenté en 1857 par M. Desfontaines, d'après le projet exécuté par M. Julien aux 29 février 1844 et 30 juin 1852.	558
Tableau du trafic annuel indiquant la nature du transport et des recettes en 1840, 1844 et 1851. Le nombre de voyageurs et de tonnes de marchandises transportées et les recettes brutes.	540
Des devis estimatifs des lignes à établir	541
Tableau comparatif du coût présumé et des dépenses réelles de construction des chemins de fer, indiquant le nom des chemins, la désignation des lignes, la longueur en kilomètre, la date de l'ouverture de la ligne entière, la dépense présumée d'après les devis, la dépense réelle d'après les comptes rendus, et la date de l'arrêté de compte.	541
Explication des différences entre l'estimation et la dépense.	542
Frais généraux.	545
Frais d'étude.	545
Pièces à produire pour la rédaction d'un avant-projet.	545
Dépenses.	545
Pièces à produire pour la rédaction d'un projet définitif; dépenses par kilomètre.	544
Terrains.	545
Tableau indiquant la superficie des terrains occupés totale et par kilomètre,	

le prix de revient total et par kilomètre. Le prix moyen de l'hectare sur certaines lignes de France.	346
Travaux d'art.	347
Tableau indiquant la longueur et le nom de certaines lignes de France, les dépenses de terrassement total et par kilomètre, les dépenses en ouvrage d'art courant total et par kilomètre, les dépenses en terrassements et ouvrages d'art courant, total et par kilomètre.	548
Prix de certains ouvrages d'art exceptionnels.	549
Clôtures et maisons de garde.	550
Bâtiments et stations.	551
Prix de certaines stations en Angleterre.	552
Prix de certaines gares françaises.	553
Prix des surfaces des bâtiments de 1 ^{re} , 2 ^e , 3 ^e , 4 ^e , 5 ^e et 6 ^e classes.	555
Surface et prix des ateliers et rotonde d'Épernay.	554
Ateliers, outillage d'Épernay, outillage de Montigny, outillage de la Villette.	554
Établissement de la voie.	555
Longueur développée des voies de garage.	556
Accessoires de la voie.	557
Matériel roulant.	558
Locomotives.	558
Manière de calculer le nombre de véhicules et de locomotives nécessaires à l'exploitation d'un chemin.	559
Parcours des machines locomotives, y compris le parcours des réserves à vide et le mouvement des gares des chemins de fer du Nord, de l'Est, d'Orléans et de l'Ouest.	559
Tableaux indiquant pour les chemins du Nord et de l'Est pendant l'année 1860, la nature et le nombre des machines, les parcours pour les services des voyageurs, des marchandises, du ballast, des machines seules et des mouvements de gare, le parcours total et le parcours moyen par machine.	561 et 562
Wagons.	566
Parcours moyen des véhicules de différentes espèces sur le Nord, l'Est, Orléans et Lyon.	568
Composition moyenne d'un convoi sur les chemins du Nord, de l'Est, de Rouen, d'Alsace, d'Orléans, de Lyon et de Belgique.	370
Tableau des places offertes et des places occupées par convoi sur les chemins du Nord, de l'Est, de Rouen, d'Alsace, d'Orléans et de Belgique.	372
Tableau du nombre de locomotives et de véhicules employés sur les chemins du Nord, de l'Est, d'Orléans et de Lyon-Méditerranée en 1850.	373
Parcours total des machines à voyageurs et à marchandises.	375
Parcours total des trains de voyageurs et de marchandises.	375
Parcours moyen d'un voyageur et d'une tonne de marchandise.	375
Voyageurs transportés à 1 kilomètre.	375
Tonne de marchandises transportée à 1 kilomètre.	375
Approvisionnements.	374
Contentieux.	374
Frais imprévus.	374
Des marchés à passer pour l'exécution des chemins de fer.	374
Marchés à forfaits, opinions diverses sur ces marchés, inconvénients et dangers qu'ils présentent.	374
Marchés sur séries de prix; leurs avantages.	380

Des moyennes des prix de construction des chemins de fer en Angleterre, en France, en Belgique, en Allemagne et en Amérique.	582
Répartition de la dépense sur les grandes lignes de France.	585
Répartition de cette dépense sur les chemins de Nancy à Sarrebruck, de Metz à Thionville et de Strasbourg à Wissembourg.	585
Dépenses présumées des chemins d'une importance égale ou à peu près à celle de la ligne de Paris à Mulhouse, et à celles de Blesme à Gray et de Dijon à Besançon.	584
Dépenses d'établissement des chemins à une voie.	585
Dépenses d'établissement d'un chemin à deux voies.	586

CHAPITRE VI. — DES TRAVAUX DE TERRASSEMENTS ET DES TRAVAUX D'ART.

Travaux de terrassements.	588
Dépôts et emprunts, avantages et inconvénients de cette méthode.	589
Emploi des tombereaux et des wagons.	590
Creusement des tranchées au tombereau ou au wagon.	591
Différents modes de déchargement des wagons.	592
Déchargements à l'anglaise.	592
Pont de décharge.	594
Creusement des tranchées de grande profondeur.	595
Transport des terres.	598
Wagons de terrassements, conditions à remplir dans la construction de ces véhicules	599
Emploi des brouettes en Angleterre.	400
Chantiers de terrassements anglais.	401
Wagonnets, leurs poids et leur contenance.	405
Influence de la distance sur la nature des moteurs.	405
Transports à la brouette, aux tombereaux, aux wagons avec chevaux et aux wagons avec machines.	404
Tableau indiquant la dépense pour 1 mètre cube de terre ou de ballast pesant environ 1,600 kilogrammes à une distance de 50 à 1,000 mètres à la brouette, sur terrain naturel, au camion traîné par des hommes, au tombereau traîné par des chevaux. — Sur voies provisoires, aux wagons traînés par des chevaux au pas, ou aux wagons traînés par locomotive à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure, sur voies définitives. Cube de 20,000 mètres aux wagons traînés par des locomotives.	406
Cube des terrassements des plus grandes tranchées connues.	407
Description de l'exploitation de la tranchée de Clamart.	407
— de pont sur Yonne.	408
— de Dockenbergh.	410
— de Charmoilles.	411
— du chemin d'Arlon.	412
— du chemin de Coulommiers.	412
Inclinaison des talus.	414
Revêtement des talus.	414
Assainissement de la surface des talus.	415
Assèchement des tranchées.	417
Revêtement des talus en pierres sèches.	417

Filtre général.	417
Mur de soutènement.	418
Éperons en pierres sèches.	419
Méthode Sazilly.	419
— employée par M. Masson au chemin de Mulhouse.	422
— des collecteurs employée par M. Ledru au chemin de Blesme à Gray.	425
— Lalanne.	425
Consolidation du Steinberg.	425
Cas dans lesquels les assainissements deviennent impossibles.	427
Observation de M. Bruère pour la détermination des bancs de suintement.	428
Observations pour la construction des canivaux d'assainissement.	451
— pour l'assèchement des terrains sablonneux.	455
— pour le revêtement des talus.	455
— pour la construction des banquettes.	455
— pour la construction des cuvettes.	456
Travaux exécutés par M. de Regel pour l'assèchement de la tranchée de Soultz.	456
Assèchement souterrain sur certains chemins d'Allemagne au moyen du dalot filtre.	458
Description du système de consolidation adopté par M. Daigremont sur le chemin de Mulhouse.	459
Creusement des tranchées de drainage.	441
Pose des tuyaux de drainage.	441
Comblement de la tranchée de drainage.	442
Emploi des fossés supérieurs.	445
Précautions à prendre contre l'engorgement des tuyaux.	445
Établissement des drains transversaux.	444
Drainage de la plate-forme.	444
Cas où il existe une couche aquifer sous la plate-forme.	447
Inclinaison des talus des tranchées.	447
Comparaison des différents procédés employés pour l'assainissement des talus. Opinion de M. Chaperon.	448
Procédé Sazilly, et mur au bas des talus.	449
Murs en revêtement.	450
Filtre général.	450
Pierrée en amont.	451
Drain en amont.	451
Assainissement souterrain.	452
Méthode des collecteurs.	452
Procédé Lalanne.	455
Résumé de cette comparaison et conséquences à en tirer.	454
Reconstruction des talus éboulés dans les tranchées.	457
Méthode employée sur le chemin de Londres à Birmingham.	457
Méthode employée par M. Bruère sur le chemin de Mulhouse.	458
Méthode employée sur le chemin de Wissembourg par M. Goschler	459
Mode de construction des remblais.	462
Remblais sur terrains compressibles.	465
Remblais sur terrains glissants.	464
Remblais glaiseux.	466
Causes des éboulements des remblais.	467
Réparations des éboulements.	469

Ouvrages d'art.	470
Ponts ou viaducs de différentes natures.	471
— en bois.	471
— en pierres.	475
— en briques.	474
— en fonte.	474
— en fer.	474
— en fonte et fer.	475
— suspendus.	475
Combinaisons de formes et de matériaux employés dans la construction des ponts et viaducs.	475
Ponts ou viaducs en bois.	476
Systèmes divers.	476
Ponts sur poutres en bois.	477
Estacade.	479
Ponts sur arcs en bois.	481
Système de Bürr.	481
— de Town.	481
— de Long.	482
— de Howe.	482
Ponts à supports en bois ou métal avec tabliers en bois.	482
Ponts ou viaducs en pierres.	485
Viaduc du val Fleury.	485
— et pont de Nogent-sur-Marne.	484
— de Chaumont.	485
— de Comelle.	485
Viaducs du chemin d'Orléans et des chemins luxembourgeois.	486
Viaduc de Lockwood.	486
Viaducs allemands.	486
Opinions diverses sur les dimensions des ouvrages d'art en maçonnerie.	486
Viaducs droits et courbes.	486
Parapets en pierres ou en métal.	487
Piles culées.	487
Ponts en pierres sur tranchées et sous remblais.	487
— sous remblais.	487
— à culées perdues.	488
Culées des viaducs avec arches à culées perdues.	489
Ponts biais.	489
Ponts en fonte.	489
Ponts de Newcastle.	489
Ponts sur le Rhône à Lyon et à Tarascon, — sur le canal Saint-Denis et sur le chemin d'Auteuil.	490
Ponts en fer.	491
Ponts sur poutres à petites portées.	491
— à grandes portées.	495
— tubulaires.	495
— en treillis.	496
Pont d'Asnières.	496
— de Langon.	496
— de Cologne.	497
— de la Dirshau.	497

Ponts à travées indépendantes ou solidaires.	497
— à poutres solidaires ou indépendantes.	498
— à âme treillisée avec demi-cylindres.	499
Pont Victoria.	499
Ponts de Conway et de Menai.	500
Ponts de MM. Gouin.	501
Pont de Kehl.	501
— de Cologne.	502
— de Bordeaux.	505
— de Varsovie.	505
Viaducs en Allemagne.	504
Pont sur la Dirschau.	504
— sur la Nogat.	504
— d'Offenbourg.	504
Viaducs en Suisse.	504
Pont sur la Sitter.	504
— sur l'Aar.	507
— de Fribourg.	507
Bowstrings.	507
Avantages et inconvénients de Bowstrings.	508
Pont de Saltash.	509
Pont Pauli.	510
Ponts avec arcs en fer sous le tablier.	514
Pont en fer du canal Saint-Denis.	514
Pont sur la Theiss à Szegedin.	515
Ponts en arcs sur le chemin de Rouen.	515
Pont de Windsor avec arc au-dessus du tablier.	516
Précautions à prendre contre l'oxydation du métal.	516
Charge imposée au fer dans les ponts.	516
Ponts en fer et fonte.	516
Pont de Newark.	516
Pont sur la Mersey.	516
Viaduc de Crumlin.	516
Ponts suspendus.	518
Pont sur la Harper.	520
Pont sur le Niagara.	522
Procédés de fondations tubulaires.	524
Fondations avec pieux à vis.	524
— avec pieux et palplanches en fonte.	524
— à l'aide du vide.	524
— à l'aide de l'air comprimé.	527
Procédés employés aux ponts de Rochester et Mâcon.	527
Procédé employé au pont de Bordeaux.	551
— au pont de Kehl.	555
— sur le Rhône à La Voulte.	558
— sur le chemin de Saint-Pétersbourg à Varsovie.	558
— au pont de Varsovie.	541
— au pont d'Argenteuil.	542
— au pont de Saltash.	546
Ponts tournants.	548
Souterrains.	548

Percements des souterrains.	549
Méthode employée au percement du mont Genis.	549
Installation des perceurs.	552
Attaque de la roche.	555
Tirage des mines.	554
Achèvement du souterrain.	557
Choix du système à employer.	558
Construction de la chaussée.	560
Généralités.	560
Ballast.	560
Fossés.	560
Nécessité d'avoir une chaussée bien sèche.	561
Capacité des fossés.	561
Puits absorbants de la tranchée de Clamart.	561
Ensablement.	562
Mur en pierres sèches pour soutenir le ballast.	562
Chaussées en Suisse, en Bavière et dans le duché de Bade.	562
Chaussée du chemin de Wissembourg.	565
— du chemin de Versailles (R. G.).	566
— sur terrains marécageux.	566
— sur pilotis, de la Caroline du Sud aux États-Unis, et à Pontipool dans le pays de Galles.	567
Chaussée des marais de Chatmoss sur le chemin de Liverpool à Manchester.	567
Instructions ministérielles pour la construction et l'entretien des chemins de fer de l'État bavarois.	567

FIN DE LA TABLE DU PREMIER VOLUME.