

VOIE  
MATÉRIEL ROULANT

ET  
EXPLOITATION TECHNIQUE

DES  
**CHEMINS DE FER**

---

OUVRAGE SUIVI D'UN APPENDICE SUR LES TRAVAUX D'ART

PAR

**M. CH. COUCHE,**

Inspecteur général des mines, Professeur du cours de construction et de chemins de fer à l'École des mines.

---

TOME DEUXIÈME.

---

MATÉRIEL DE TRANSPORT

ET  
TRACTION

---

PARIS.

DUNOD, ÉDITEUR,  
LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,  
Quai des Augustins, n° 49.

---

1873

Droits de traduction et de reproduction réservés.

# TABLE DES MATIÈRES

DU

## TOME SECOND.

### LIVRE II. — MATÉRIEL DE TRANSPORT.

	Pages.
<b>CHAP. I<sup>er</sup>.</b> — CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU MATÉRIEL ORDINAIRE DES CHEMINS DE FER.	1
<i>Mentonnets.</i> . . . . .	2
<i>Calage des roues sur les essieux.</i> . . . . .	2
<i>Conicité des bandages.</i> . . . . .	4
<i>Parallélisme des essieux.</i> . . . . .	5
<i>Position des roues sous la caisse.</i> . . . . .	5
<i>Gabarits des ouvrages d'art; du matériel roulant; de chargement.</i> . . . . .	6
<i>Application de la charge sur des fusées extérieures aux roues.</i> . . . . .	10
<i>a. Stabilité. — b. Résistance de la traction.</i> . . . . .	11
<i>Nombre et écartement des essieux.</i> . . . . .	11
<b>CHAP. II.</b> — DESCRIPTION DU MATÉRIEL A VOYAGEURS.	16
§ I. — Caisnes.	16
1 <sup>o</sup> <i>Sécurité. — a. Au point de vue des attentats.</i> . . . . .	17
<i>b. Au point de vue des accidents de trains.</i> . . . . .	19
2 <sup>o</sup> <i>Confortable.</i> . . . . .	20
<i>Fermeture des portières.</i> . . . . .	21
<i>Matériel américain.</i> . . . . .	23
<i>Systèmes mixtes.</i> . . . . .	25
§ II. — Améliorations récentes apportées aux caisses du matériel ordinaire.	51
<i>France.</i> . . . . .	51
<i>Angleterre.</i> . . . . .	52
<i>Construction des caisses.</i> . . . . .	55
<i>Accès des caisses. — a. Portières.</i> . . . . .	54
<i>b. Marchepieds.</i> . . . . .	55
<i>Poids.</i> . . . . .	57
§ III. — Voitures avec installations spéciales.	59
<i>Aménagements pour les longs trajets.</i> . . . . .	59
<i>Water-closets et toilettes.</i> . . . . .	40

	<i>Lits</i> . . . . .	
	<i>Coupés avec lits à bascule, de l'Est français</i> . . . . .	
	<i>Lits superposés</i> . . . . .	
	<i>Palace-cars des États-Unis</i> . . . . .	
	<i>Wagons-buffets</i> . . . . .	
	<i>Wagon ambulance</i> . . . . .	
	<i>Voitures spéciales pour petits trajets</i> . . . . .	
	<i>Voitures à deux étages fermés</i> . . . . .	
	<i>Action du vent</i> . . . . .	
	<i>Wagons debout</i> . . . . .	
§ IV.	— Éclairage intérieur des voitures . . . . .	
	<i>Bougies</i> — <i>Lampes</i> . . . . .	
	<i>Éclairage au gaz</i> . . . . .	
§ V.	— Chauffage des voitures . . . . .	
	<i>Chaufferettes à eau</i> . . . . .	
	<i>Chauffage au sable</i> . . . . .	
	<i>Poêles</i> . . . . .	
	<i>Chauffage à la vapeur</i> — a. <i>Vapeur perdue</i> . . . . .	
	b. <i>Emploi d'une chaudière spéciale</i> . . . . .	
§ VI.	— Ventilation . . . . .	
	<i>Double pavillon</i> . . . . .	
§ VII.	— Véhicules spéciaux qui circulent dans les trains de voyageurs.	
	<i>Fourgons à bagages</i> . . . . .	
	<i>Vigies des fourgons et des voitures. Leur position</i> . . . . .	
	<i>Trucks à équipages</i> . . . . .	
	<i>Bureaux ambulants</i> . . . . .	
	<i>Transport des chevaux</i> . . . . .	
	<i>Transport des chiens</i> . . . . .	
§ VIII.	— Châssis . . . . .	
	<i>Châssis métalliques</i> . . . . .	
§ IX.	— Suspension des caisses . . . . .	
	<i>Ressorts formés d'une seule lame</i> . . . . .	
	<i>Ressorts à feuilles séparées, de même longueur</i> . . . . .	
	<i>Ressorts à feuilles étagées</i> . . . . .	
	<i>Détermination du ressort</i> — 1° <i>Maitresse feuille</i> . . . . .	
	2° <i>Étagements</i> . . . . .	
	3° <i>Nombre de feuilles</i> . . . . .	
	4° <i>Loi de l'accroissement des épaisseurs dans le ressort</i> <i>tension de fabrication</i> . . . . .	
	<i>Menottes</i> . . . . .	
	<i>Exemples</i> . . . . .	
	<i>Double suspension</i> . . . . .	
	<i>Ressorts divers</i> . . . . .	
§ X.	— Boîtes à graisse et à huile . . . . .	
	<i>Graissage à l'eau</i> . . . . .	
	<i>Graissage mixte</i> . . . . .	

TABLE DES MATIÈRES.

871

	Pages.
§ XI. — Coussinets. . . . .	100
<i>Boîtes à galets. . . . .</i>	101
§ XII. — Plaques de garde. . . . .	105
§ XIII. — Essieux. . . . .	104
<i>Efforts auxquels ils sont soumis. . . . .</i>	104
<i>Essieux en fer. . . . .</i>	108
<i>Corps de l'essieu. . . . .</i>	109
<i>Portée de calage. . . . .</i>	109
<i>Fusées. . . . .</i>	109
<i>Essieux en acier. . . . .</i>	109
§ XIV. — Des ruptures d'essieux. . . . .	110
<i>Question de l'influence du parcours et du changement de texture du métal. . . . .</i>	110
<i>Ruptures cachées par le moyeu. . . . .</i>	115
<i>Roues à moyeu prolongé. . . . .</i>	114
<i>Roues montées à double boîte. . . . .</i>	114
<i>Réduction des charges. . . . .</i>	115
<i>Exemples : a. Est français. . . . .</i>	115
<i>b. Union des chemins allemands. . . . .</i>	117
<i>c. Chemins de Prusse. . . . .</i>	117
<i>Relation fréquente entre l'origine de la rupture et la clavette de calage. . . . .</i>	118
<i>Essieux creux. . . . .</i>	119
<i>Fusées biconiques. . . . .</i>	120
<i>Influence du mouvement de rotation de l'essieu. . . . .</i>	121
<i>1° Fer. — 1° Barres tirées à froid d'essieux de wagons du Phœnix. — 2° Essieux entiers. . . . .</i>	125
<i>3° Influence des changements brusques de section. . . . .</i>	124
<i>2° Aciers. — 1° Acier provenant de deux essieux livrés en 1861 par l'usine de Bochum. Congé entre la partie calibrée et le renflement encastré. — 2° Même acier, avec angle vif au passage des deux sections. . . . .</i>	124
<i>Influence des secousses. . . . .</i>	127
§ XV. — Fabrication des essieux. . . . .	128
<i>Essieux creux. . . . .</i>	151
§ XVI. Roues. . . . .	152
<i>Roues en fer et à rais. . . . .</i>	152
<i>Roues pleines ou à disque. . . . .</i>	155
<i>Roues en fonte. . . . .</i>	157
<i>Roues en acier fondu. . . . .</i>	141
<i>Roues à disques en bois. . . . .</i>	145
§ XVII. — Bandages. . . . .	145
<i>Profil. . . . .</i>	145
<i>Embattage. — Tension. . . . .</i>	147
<i>Tension due à la force centrifuge. . . . .</i>	149
<i>Fixation du bandage sur la jante. . . . .</i>	150
<i>Bandages en acier. . . . .</i>	152
<i>Bandages mixtes. . . . .</i>	155
<i>Moyens de fixer les bandages sur les roues en bois. . . . .</i>	154

	Pages.
§ XVIII. — Fabrication des bandages. . . . .	155
1° Bandages en fer. . . . .	155
a. Bandages soudés. . . . .	155
Épreuves de réception. . . . .	157
b. Bandages sans soudure. . . . .	161
2° Bandages en acier fondu. . . . .	161
Calage des roues sur les essieux. . . . .	165
§ XIX. — Attelages. . . . .	164
Attelage avec doubles tampons en contact. Mouvement de lacet. . . . .	166
Course des ressorts. . . . .	168
Écartement des tampons. . . . .	170
Forme des tampons. . . . .	170
Chaînes de sûreté. . . . .	171
Force des attelages. Positions des voitures à voyageurs dans les trains mixtes. . . . .	175
Autres appareils de choc et de traction des voitures à voya- geurs. . . . .	174
Acier. . . . .	174
Caoutchouc vulcanisé. . . . .	177
Ressort pneumatique de M. Stern. . . . .	178
Liège. . . . .	179
Attelage particulier du North London. . . . .	179
Attelage du matériel américain. . . . .	180
CHAP. III. — MATÉRIEL A MARCHANDISES. . . . .	185
§ I. — Caractères généraux. . . . .	185
Inconvénients des véhicules spéciaux. . . . .	184
Règles pour l'emploi du matériel. — Exemples. . . . .	184
§ II. — Détails techniques. . . . .	190
Plates-formes. . . . .	194
Tomberaux ou wagons à caisses découverts. . . . .	194
Wagons fermés. . . . .	197
§ III. — Transports spéciaux. . . . .	198
Houille. . . . .	198
Transport des bestiaux. . . . .	199
Denrées d'une décomposition facile. . . . .	199
a. Viandes abattues. . . . .	200
b. Bière. . . . .	200
§ IV. — Transport exigeant des précautions spéciales au point de vue de la sécurité. . . . .	202
Pierres de taille. . . . .	202
Feuilles de tôles, pièces de fonte, etc. . . . .	204
Chargements en saillie sur les bouts du wagon. — a. Danger de déraillement. . . . .	204
b. Dangers auxquels ces chargements exposent les hommes d'équipe. . . . .	205
Longues pièces de bois. . . . .	207

TABLE DES MATIÈRES.

873

	Pages.
	<i>Flèches posées latéralement, ou sous le châssis; accidents qu'elles peuvent causer.</i> . . . . .
	210
	<i>Prolonges-châînes.</i> . . . . .
	215
§ v.	— Grues roulantes. . . . .
	215
§ vi.	— Transport des matières dangereuses par nature. . . . .
	215
	<i>Matières autres que les poudres de guerre, de mine et de chasse.</i> . . . . .
	216
	<i>Nouvelle réglementation.</i> . . . . .
	218
	<i>Huiles minérales.</i> . . . . .
	221
§ vii.	— Matières infectes. . . . .
	222
§ viii.	— Poids et chargements. . . . .
	224
CHAP. IV.	— MOYENS D'APPROPRIER LE MATÉRIEL DE TRANSPORT A LA CIRCULATION DANS LES COURBES. . . . .
	228
I.	— Tempéraments apportés au matériel rigide. . . . .
	228
	1° <i>Position radiale des essieux.</i> . . . . .
	251
	2° <i>Suppression du glissement aux jantes.</i> . . . . .
	252
	<i>Bandages biconiques.</i> . . . . .
	253
	<i>Action à contre-sens de la conicité pour l'essieu d'arrière.</i> . . . . .
	254
	3° <i>Destruction de la force centrifuge.</i> . . . . .
	255
§ II.	— Solutions applicables au matériel à grand écartement d'essieux, ou devant circuler dans des courbes très-roides. . . . .
	256
	<i>Expédient de M. Laignel.</i> . . . . .
	256
	<i>Matériel américain.</i> . . . . .
	257
	<i>Système Riener.</i> . . . . .
	258
	<i>Système articulé.</i> . . . . .
	258
	<i>Voitures du chemin de fer provisoire du mont Cenis.</i> . . . . .
	244
	<i>Articulation de Bissel.</i> . . . . .
	245
	<i>Modification des attelages.</i> . . . . .
	246



## LIVRE III. — TRACTION.

	Pages.
CHAP. I <sup>er</sup> . — PRÉLIMINAIRES . . . . .	249
CHAP. II. — DE L'ADHÉRENCE. . . . .	255
§ I. — SON RÔLE. . . . .	255
<i>Condition de l'adhérence. . . . .</i>	254
<i>Relations entre la vitesse, le diamètre des roues motrices et l'adhérence. . . . .</i>	255
<i>Relation entre l'adhérence et le volume des cylindres. . . . .</i>	257
<i>De l'adhérence pendant la période d'accélération au démarrage. . . . .</i>	258
<i>Limite inférieure de la vitesse des machines, indépendamment de l'adhérence. — Nécessité de renoncer alors à la transmission directe. . . . .</i>	259
§ II. — Mesure de l'adhérence. . . . .	260
<i>Expériences de M. Wood. . . . .</i>	260
<i>Valeurs admises aux États-Unis. . . . .</i>	262
<i>Expériences de M. Bochet. . . . .</i>	263
<i>Expériences de MM. Vuillemin, Guébbard et Dieudonné. . . . .</i>	264
<i>Valeur de l'adhérence déduite de la charge remorquée sur une forte rampe. . . . .</i>	265
<i>Influence de la nature du métal sur l'adhérence. . . . .</i>	267
§ III. — Influence de la vitesse et de l'étendue des surfaces en contact. . . . .	267
<i>Influence de la vitesse. — Expériences de M. J. Poirée. . . . .</i>	267
<i>Influence de l'étendue des surfaces. . . . .</i>	271
<i>Absence d'un frottement spécial au départ. — Expériences de M. Bochet. . . . .</i>	275
<i>Résistance des trains au démarrage. . . . .</i>	274
<i>Bulletins de patinage. . . . .</i>	277
§ IV. — Moyens d'augmenter l'adhérence à égalité de charge des roues motrices. . . . .	279
<i>Roues motrices à gorge. . . . .</i>	279
<i>Emploi du sable. . . . .</i>	282
<i>Dessiccation du sable. . . . .</i>	286
<i>Adhérence magnétique. . . . .</i>	288
§ V. — Essais faits pour substituer à l'adhérence sur rails l'adhérence sur un empierement. . . . .	289
<i>Système Larmanjat. . . . .</i>	289
<i>Systèmes analogues. . . . .</i>	295

TABLE DES MATIÈRES.

875.

	Pages.
§ VI. — Adhérence des locomotives routières. . . . .	294
<i>Machine de Bray.</i> . . . . .	294
<i>Bandages de Thomson.</i> . . . . .	296
<i>Locomotive-traineau.</i> . . . . .	299
CHAP. III. — CARACTÈRES DES DIVERS TYPES DE LOCOMOTIVES. . . . .	501
§ I. — Double appareil moteur. . . . .	501
<i>Expression du couple de rotation.</i> . . . . .	504
1° <i>Côté droit.</i> . . . . .	504
2° <i>Côté gauche.</i> . . . . .	504
<i>Locomotives à trois cylindres.</i> . . . . .	505
§ II. — Position des cylindres relativement aux roues. . . . .	506
<i>Préférence donnée en France aux cylindres intérieurs. —</i> <i>Exemple.</i> . . . . .	507
§ III. — Position du châssis. . . . .	508
<i>Manivelle-fusée de Hall.</i> . . . . .	510
<i>Limite du diamètre de la chaudière. — Influence du dia-</i> <i>mètre des roues.</i> . . . . .	511
<i>Sécurité relative des châssis intérieurs et des châssis exté-</i> <i>rieurs.</i> . . . . .	511
<i>Châssis double.</i> . . . . .	512
<i>Essieu d'avant à doubles fusées.</i> . . . . .	514
<i>Longeron extérieur partiel.</i> . . . . .	515
<i>Châssis mixte.</i> . . . . .	515
<i>Détails sur les châssis</i> . . . . .	516
§ IV. — Position du mécanisme de distribution. . . . .	518
§ V. — Nombre des essieux. . . . .	519
<i>Limite de la charge statique.</i> . . . . .	520
<i>Machines à quatre roues.</i> . . . . .	521
<i>Machines à quatre roues, en Saxe.</i> . . . . .	525
§ VI. — Position de l'essieu moteur. . . . .	527
<i>Motifs d'exclusion de l'essieu d'avant comme moteur.</i> . . . . .	527
<i>Essieu moteur à l'arrière.</i> . . . . .	529
<i>Machine Crampton.</i> . . . . .	531
<i>Défaut d'adhérence au démarrage de la machine Crampton.</i> <i>Machines à faux-essieu.</i> . . . . .	535
§ VII. — Diamètre des roues motrices. . . . .	556
§ VIII. — Nombre des essieux rendus moteurs. . . . .	558
<i>Accouplement.</i> . . . . .	558
<i>Relation entre la position des cylindres et celle des mani-</i> <i>velles d'accouplement.</i> . . . . .	559
<i>Inconvénients de l'accouplement.</i> . . . . .	540
<i>Machines à voyageurs à quatre cylindres, du Nord.</i> . . . . .	541
<i>Machines à plus de six roues accouplées.</i> . . . . .	544
<i>Exemples de machines à huit roues accouplées.</i> . . . . .	548
<i>Machines à huit roues accouplées et à faux essieu.</i> . . . . .	550



	Pages.
<i>Machines à dix roues accouplées.</i> . . . . .	550
<i>Machines à douze roues accouplées.</i> . . . . .	554
<i>Machines du Nord français.</i> . . . . .	554
IX. — Remarques sur les machines très-puissantes. — Deux systèmes en présence. . . . .	557
<i>Machines jumelles de Giori.</i> . . . . .	560
CHAP. IV. — INDÉTERMINATION DE LA RÉPARTITION STATIQUE DE LA CHARGE ENTRE TROIS ESSIEUX OU PLUS. . . . .	563
<i>Limites entre lesquelles peut varier la charge statique de chaque essieu.</i> . . . . .	565
<i>Position du centre de gravité.</i> . . . . .	565
<i>Machines à quatre essieux.</i> . . . . .	569
<i>Égalité des charges sur deux essieux contigus.</i> . . . . .	569
<i>Égalité des charges sur les deux essieux extrêmes.</i> . . . . .	570
<i>Égalité des charges sur trois essieux.</i> . . . . .	571
CHAP. V. — CAUSES QUI FONT VARIER, PENDANT LA MARCHÉ, LA RÉPARTITION DU POIDS ENTRE LES ESSIEUX. . . . .	575
§ I. — Effets de la pression de la vapeur dans les cylindres, et de leur inclinaison. . . . .	575
<i>Machines à quatre roues.</i> . . . . .	575
<i>Côté droit : 1° Course directe.</i> . . . . .	575
<i>2° Course rétrograde.</i> . . . . .	575
<i>Côté gauche : Premier quart de révolution.</i> . . . . .	575
<i>Deuxième quart de révolution.</i> . . . . .	576
<i>Troisième quart de révolution.</i> . . . . .	576
<i>Quatrième quart de révolution.</i> . . . . .	576
<i>Effet de l'inclinaison des cylindres.</i> . . . . .	578
§ II. — Variations provenant des consommations de la machine. . . . .	579
§ III. — Influence de l'inclinaison du profil, et des variations de la vitesse. . . . .	580
<i>Inclinaison.</i> . . . . .	580
<i>Variations de la vitesse.</i> . . . . .	582
§ IV. — Influence de l'effort de traction du train remorqué. . . . .	585
§ V. — Influence des pièces animées de mouvements relatifs. . . . .	586
<i>Causes et nature des perturbations.</i> . . . . .	586
<i>Ancienneté de l'application des contre-poids.</i> . . . . .	587
I. <i>Perturbations horizontales.</i> . . . . .	589
1° <i>Machines à roues libres.</i> . . . . .	590
<i>Couple qui produit le lacet.</i> . . . . .	594
2° <i>Machines à roues accouplées.</i> . . . . .	594
1° <i>Machines à cylindres extérieurs.</i> . . . . .	594
2° <i>Machines à cylindres intérieurs.</i> . . . . .	595
II. <i>Perturbations verticales.</i> . . . . .	595
1° <i>Machines à cylindres extérieurs.</i> . . . . .	596
2° <i>Machines à cylindres intérieurs.</i> . . . . .	597
<i>Application des contre-poids.</i> . . . . .	598

	<i>Effets du contre-poids de l'équilibre horizontal.— 1° Usure locale des bandages. . . . .</i>	400
	<i>2° Dévilements des roues motrices. . . . .</i>	404
	<i>Soulèvement de la roue. . . . .</i>	406
	<i>Répartition du contre-poids entre les deux roues conjuguées, lorsqu'il y a un grand écart entre elles et les axes des cylindres. . . . .</i>	410
	<i>Répartition du contre-poids entre plusieurs roues du même côté, dans le cas de l'accouplement. . . . .</i>	411
	<i>Machines équilibrées par quatre pistons. . . . .</i>	415
<b>CHAP. VI.</b>	<b>— DÉTAILS DU VÉHICULE. . . . .</b>	<b>415</b>
§ I.	<b>— Suspension. . . . .</b>	<b>415</b>
	<i>Formes des ressorts ordinaires. . . . .</i>	415
	<i>Positions diverses des ressorts. . . . .</i>	416
§ II.	<b>— Moyens de réaliser une répartition statique donnée. . . . .</b>	<b>421</b>
	<i>Conditions auxquelles la répartition doit satisfaire. . . . .</i>	421
	<i>Balanciers longitudinaux. . . . .</i>	425
	<i>Balanciers transversaux. . . . .</i>	429
§ III.	<b>— Boîtes à graisse et coussinets. . . . .</b>	<b>432</b>
	<i>Boîtes à graisse. . . . .</i>	432
	<i>Coussinets. . . . .</i>	432
§ IV.	<b>— Essieux. . . . .</b>	<b>435</b>
	<i>Rareté des accidents causés par les essieux de machines. . . . .</i>	435
	<i>Fabrication des essieux. . . . .</i>	436
	<i>Essieux composés. . . . .</i>	437
	<i>Essieux à simples coudés. . . . .</i>	437
	<i>Frettage des manivelles. . . . .</i>	438
	<i>Essieux en acier fondu. . . . .</i>	438
	<i>Parcours des essieux rompus en fer. — 1° Essieux droits. . . . .</i>	439
	<i>2° Essieux coudés. . . . .</i>	440
	<i>Parcours effectués par des essieux encore en service. . . . .</i>	440
	<i>Essieux de tenders. . . . .</i>	442
§ V.	<b>— Roues. . . . .</b>	<b>444</b>
	<i>Fabrication : 1° Procédé Arbel. . . . .</i>	444
	<i>2° Procédé de Seraing. . . . .</i>	446
	<i>1° Moyeu. . . . .</i>	446
	<i>2° Rais. . . . .</i>	447
	<i>3° Soudure du moyeu et des rais. . . . .</i>	447
	<i>4° Jante. . . . .</i>	447
	<i>5° Soudure des rais et de la jante. . . . .</i>	448
	<i>Roues à disque. . . . .</i>	448
	<i>Roues en fonte. . . . .</i>	448
	<i>Roues-volants. . . . .</i>	449
§ VI.	<b>— Bandages. . . . .</b>	<b>449</b>
	<i>Profil des bandages. . . . .</i>	449
	<i>Nature du métal. . . . .</i>	451

	Pages
<i>Exemples de parcours.</i> . . . . .	452
<i>Garantie de parcours.</i> . . . . .	455
<i>Fabrication des bandages en acier Bessemer, à Seraing.</i> . . . . .	454
<i>Roue à ressort.</i> . . . . .	455
<i>Calage des roues sur les essieux.</i> . . . . .	456
§ VII. — Tender. . . . .	457
<i>Machines-tender.</i> . . . .	457
<i>Consistance du tender.</i> . . . .	458
<i>Remplissage du tender en marche. — Système Rumbottom.</i> . . . .	460
<i>Wagons-citerne.</i> . . . .	465
<i>Attelage du tender.</i> . . . .	465
<i>Attelage à deux étages du Midi.</i> . . . .	465
<i>Attelage sur les lignes à courbes de petit rayon.</i> . . . .	465
<i>Attelage des machines à grande vitesse des chemins autrichiens.</i> . . . .	468
CHAP. VII. — LOCOMOTIVES AU POINT DE VUE DES COURBES. — MODIFICATIONS QUI N'AFFECTENT PAS LE PARALLÉLISME DES ESSIEUX. . . . .	471
<i>Nécessité d'un jeu longitudinal des essieux. — Inconvénients de la suppression des mentonnets.</i> . . . .	475
<i>Moyen de régler l'usage du jeu.</i> . . . .	476
1° <i>Appareil de M. Caillet.</i> . . . .	476
2° <i>Entraînement des ressorts de suspension par l'essieu.</i> . . . .	478
3° <i>Osselets.</i> . . . .	478
4° <i>Plans inclinés.</i> . . . .	479
5° <i>Essieux formant un parallélogramme articulé.</i> . . . .	482
6° <i>Essieux conjugués par un levier oscillant.</i> . . . .	485
CHAP. VIII. — SYSTÈMES QUI RÉALISENT PLUS OU MOINS COMPLÈTEMENT LA CONVERGENCE, MAIS A ADHÉRENCE INCOMPLÈTE. . . . .	489
§ I. — Machines américaines. . . . .	489
<i>Détails sur quelques machines du type américain.</i> . . . .	492
<i>Machines à train américain pour les grandes vitesses.</i> . . . .	495
<i>Machines-tender à train américain placé à l'arrière.</i> . . . .	496
<i>Machines-tender avec un train américain à chaque bout.</i> . . . .	497
§ II. — Machine à train de Bissel et ses dérivées. . . . .	498
<i>Réunion de l'articulation de Bissel et de la cheville-ouvrière intérieure.</i> . . . .	498
<i>Exemple. — Machines Vaessen.</i> . . . .	499
<i>Machines à train Bissel à un seul essieu.</i> . . . .	502
<i>Machines à deux trains Bissel.</i> . . . .	505
<i>Emploi du train Bissel aux États-Unis.</i> . . . .	504
<i>Cas auxquels conviennent les trois variétés de train Bissel.</i> . . . .	506
<i>Essieux à boîtes radiales.</i> . . . .	507
<i>Machines du chemin de Sceaux.</i> . . . .	508
CHAP. IX. — SYSTÈMES QUI PRÉTENDAIENT CONCILIER LA CONVERGENCE DES ESSIEUX AVEC L'ADHÉRENCE TOTALE. . . . .	511
§ I. — Accouplement au moyen de chaînes ou d'engrenages. . . . .	511
<i>Machine Bavaria, de Maffei (de Hirschau près Munich).</i> . . . .	512

	Pages.
<i>Machine de M. Engerth</i> . . . . .	511
<i>Machine Engerth modifiée du Creusot</i> . . . . .	516
<i>Variations de la répartition de la charge</i> . . . . .	518
<i>Transformation des machines Engerth-Creusot de l'Est, en machines à tender indépendant</i> . . . . .	520
<i>Transformation des Engerth du Semring</i> . . . . .	525
<b>§ II.</b> — Transmission, sans engrenages, de la rotation entre deux groupes d'essieux convergents. . . . .	52
<i>Machine Steierdorf</i> . . . . .	525
<i>Faux-essieu oscillant dans un plan vertical</i> . . . . .	528
<i>Leviers oscillants</i> . . . . .	529
<i>Essieux conjugués par le milieu. — Passage des points morts au moyen d'une bielle triangulaire</i> . . . . .	550
<i>Machine de M. Roy</i> . . . . .	552
<b>§ III.</b> — Machines à deux trains articulés portant chacun un appareil moteur. . . . .	552
<i>Machine Seraing</i> . . . . .	552
<i>Châssis et supports</i> . . . . .	554
<i>Machine Wiener Neustadt</i> . . . . .	556
<i>Admission et échappement</i> . . . . .	558
<i>Machines de M. Fairlie</i> . . . . .	558
<i>Machine de MM. Meyer</i> . . . . .	541
<b>CHAP. X.</b> — DE LA TRACTION EN RAMPE, L'EFFORT DE TRACTION ÉTANT TOUJOURS TRANSMIS PAR LA SEULE ADHÉRENCE DUE AU POIDS DE LA MACHINE. . . . .	549
<b>§ I.</b> — Préliminaires. . . . .	549
<i>La dépense de traction et notamment de combustible du train-kilomètre est d'autant moindre que le tracé est plus accidenté</i> . . . . .	552
<i>Limites des rampes admissibles dans les chemins à locomotives</i> . . . . .	554
<i>Ce n'est pas le défaut d'adhérence qui fixe en général la limite des rampes</i> . . . . .	554
1° <i>Limite résultant de la faiblesse de l'effet utile</i> . . . . .	555
2° <i>Limite résultant du défaut d'adhérence</i> . . . . .	556
<i>Machine en queue</i> . . . . .	559
<i>Souterrains mal aérés. — Aggravation de l'inconvénient pour les machines en queue</i> . . . . .	565
<i>Grand souterrain du mont Cenis</i> . . . . .	564
<i>Essai de l'appareil Galibert</i> . . . . .	566
<i>Emploi des appareils respiratoires dans les souterrains, sur la ligne de la Levade à la Bastide</i> . . . . .	567
<i>Souterrains à ventilation trop active</i> . . . . .	570
<i>Ventilation insuffisante des galeries protégeant les trains contre la neige</i> . . . . .	570
<i>Inconvénients des changements brusques du profil</i> . . . . .	571
<i>Question de l'attelage ou de la simple juxtaposition de la machine en queue</i> . . . . .	575
<i>Les machines de fortes rampes ne diffèrent pas des machines à petite vitesse sur faibles rampes</i> . . . . .	575



	Pages.
<i>Faible vitesse de tous les trains à la montée et à la descente des fortes inclinaisons.</i> . . . . .	576
<i>Vitesse minimum pour laquelle suffit l'adhérence due au poids de la machine.</i> . . . . .	579
<i>Rapide destruction des rails sur les rampes. — Leur destruction plus rapide sur la voie descendante.</i> . . . . .	587
<i>Utilisation très-inégale des chaudières de locomotives marchant à des vitesses différentes.</i> . . . . .	589
<b>CHAP. XI. — CHARGES ET VITESSES CORRÉLATIVES D'UNE MACHINE SUR UN PROFIL VARIABLE.</b> . . . . .	<b>595</b>
<i>Sections de charge. — Rampes fictives.</i> . . . . .	594
<i>Influence de la nature du train.</i> . . . . .	595
<i>Tableaux des charges. Réseau de la Méditerranée.</i> . . . . .	605
<i>La division en sections de charge résulte plus de l'organisation des trains que des profils.</i> . . . . .	606
<i>Charge des machines sur les rampes fictives nulles, c'est-à-dire sur palier et en alignement droit.</i> . . . . .	610
<i>Chemins du Midi.</i> . . . . .	616
<i>Formation des tableaux.</i> . . . . .	616
<i>Réseau d'Orléans.</i> . . . . .	624
<i>Chemin de l'Est.</i> . . . . .	629
<i>Chemin de ceinture. Machines-tender Kœchlin, à huit roues.</i> . . . . .	651
<i>Réseau de la haute Italie.</i> . . . . .	652
<b>CHAP. XII. — UTILISATION DU POIDS DE L'APPROVISIONNEMENT DE LA MACHINE AU PROFIT DE L'ADHÉRENCE.</b> . . . . .	<b>655</b>
<i>Machines à tender-moteur.</i> . . . . .	655
<i>Circonstances qui peuvent justifier le principe de cette machine.</i> . . . . .	658
<i>Machine du central belge.</i> . . . . .	641
<i>La machine à tender-moteur est une solution telle quelle au point de vue des courbes.</i> . . . . .	642
<i>Utilisation partielle ou totale pour l'adhérence de la charge remorquée.</i> . . . . .	645
<b>CHAP. XIII. — EXEMPLES DE RAMPES DESSERVIES PAR DES LOCOMOTIVES UTILISANT L'ADHÉRENCE DUE SEULEMENT A LEUR POIDS.</b> . . . . .	<b>647</b>
<i>Rampes au-dessous de 0,014.</i> . . . . .	647
<i>Rampes de 0,014.</i> . . . . .	648
<i>Rampes de 0,015.</i> . . . . .	648
<i>Rampes de 0,016 à 0,018.</i> . . . . .	650
<i>Ligne de Chauny à Saint-Gobain.</i> . . . . .	652
<i>Rampes de 0,020.</i> . . . . .	655
<i>Ligne de Mouchard à Neufchâtel par Pontarlier.</i> . . . . .	654
<i>Rampes supérieures à 0,020 et inférieures à 0,025.</i> . . . . .	655
<i>Chemin de Valparaiso à Santiago (0,022).</i> . . . . .	656
<i>Chemin du Pacifique.</i> . . . . .	658
<i>Rampe de 0,024.</i> . . . . .	661
<i>Rampes de 0,025.</i> . . . . .	661

	Pages.
<i>Brenner</i> . . . . .	665
<i>Ligne de Bologne à Pistoïa</i> . . . . .	664
<i>Semring</i> . . . . .	665
<i>Ligne de Vera-Cruz à Mexico</i> . . . . .	668
<i>Rampes de 0,026 et 0,027</i> . . . . .	669
<i>Jura industriel, de Neufchâtel à la Chauss-de-Fonds et au Locle</i> . . . . .	669
<i>Traversée du Bhore Ghaut et du Thül Ghaut (Inde)</i> . . . . .	670
<i>Ligne de Cerro de Pasco (Pérou)</i> . . . . .	671
<i>Rampes de 0,05. — Section de Murat à Aurillac</i> . . . . .	672
<i>Traversée du mont Cenis ou plus exactement du mont Fréjus</i> . . . . .	675
<i>Mode de détermination des charges</i> . . . . .	675
<i>Rampe de 0,052 de Capvern (ligne de Bayonne à Toulouse)</i> . . . . .	681
<i>Rampes de 0,055</i> . . . . .	682
<i>Chemin de la Nouvelle-Galles du Sud</i> . . . . .	682
<i>Rampes de 0,055. Ligne de Gènes à Turin. Traversée de l'Apennin</i> . . . . .	682
<i>Rampe de Saint-Germain-en-Laye</i> . . . . .	686
<i>Rampe de 0,037</i> . . . . .	687
<i>Chemins de l'île Maurice (ancienne Ile-de-France)</i> . . . . .	687
<i>Rampes de 0,04</i> . . . . .	688
<i>Rampes de 0,05 à 0,06. — Passage des Montagnes Bleues (chaîne orientale des Alleghanys), chemin central de la Virginie, de Richmond à l'Ohio</i> . . . . .	690
<i>Versant Est</i> . . . . .	691
<i>Trains de voyageurs</i> . . . . .	691
<i>Trains de marchandises</i> . . . . .	692
<i>Chemin de don Pedro II (Brésil)</i> . . . . .	695
<i>Rampes de 0,06 et au delà</i> . . . . .	694
<i>Rampe de Madison (Etat d'Indiana), sur le chemin de Jefferson à Indianapolis</i> . . . . .	694
<i>Rampe de 0,067</i> . . . . .	696
<i>Rampe de 0,075</i> . . . . .	697
<i>Rampe de 0,09</i> . . . . .	697
<i>Rampe provisoire de 0,1 sur le chemin de Baltimore à l'Ohio</i> . . . . .	698
<i>Conclusions</i> . . . . .	699

CHAP. XIV. — SYSTÈME FONDÉ ENCORE SUR L'ADHÉRENCE, MAIS RENDUE INDÉPENDANTE DU POIDS. . . . .

<i>Système Fell</i> . . . . .	705
<i>Voie</i> . . . . .	706
<i>Locomotives</i> . . . . .	709
<i>Exemple du travail de la machine n° 2</i> . . . . .	716
<i>Pression sur le rail central. Causes qui la limitent</i> . . . . .	716
<i>Machines gelées</i> . . . . .	721
<i>Données principales des machines qui ont fait le service du mont Cenis</i> . . . . .	722
<i>Nouvelle machine système Fell</i> . . . . .	722



	Pages.
<b>CHAP. XV. — SYSTÈME A LOCOMOTIVES AVEC POINT D'APPUI REMPLAÇANT L'ADHÉRENCE.</b>	725
1° <i>Chemin du mont Washington.</i> . . . . .	726
2° <i>Chemin du Rigi.</i> . . . . .	727
<i>Crémaillère.</i> . . . . .	728
<i>Locomotive.</i> . . . . .	729
<i>Moyens d'arrêt.</i> . . . . .	750
<i>Chemin d'Ostermündingen. Locomotive à deux fins.</i> . . . .	755
<i>Système Wetli.</i> . . . . .	756
<i>Système Grassi et Tubi.</i> . . . . .	757
<i>Locomotive agissant par l'intermédiaire d'un câble passant sur une poulie de renvoi.</i> . . . . .	758
<i>Exemples d'altitudes atteintes par les chemins de fer à locomotives.</i> . . . . .	745
<b>CHAP. XVI. — TRACTION PAR MACHINES FIXES.</b>	745
§ I. — <i>Câble agissant par traction directe.</i> . . . . .	745
<i>Plan de la Croix-Rousse, à Lyon.</i> . . . . .	746
<i>Freins.</i> . . . . .	747
<i>Plan automoteur d'Ofen (Hongrie).</i> . . . . .	751
<i>Plans inclinés de Santos.</i> . . . . .	755
<i>Câble sans fin.</i> . . . . .	756
<i>Plans inclinés de Liège.</i> . . . . .	757
<i>Conditions de l'entraînement du câble par son adhérence sur le tambour moteur.</i> . . . . .	757
<i>Puissance des machines.</i> . . . . .	761
<i>Influence du poids du câble.</i> . . . . .	765
§ II. — <i>Système de M. Agudio.</i> . . . . .	765
<i>Installations de Dusino.</i> . . . . .	767
1° <i>Brin montant.</i> . . . . .	768
2° <i>Brin descendant.</i> . . . . .	768
<i>Câble d'adhérence.</i> . . . . .	769
<i>Courbes.</i> . . . . .	772
<i>Effet utile. — 1° Effet utile du système.</i> . . . . .	775
2° <i>Effet utile avec les mêmes machines attelées directement au train.</i> . . . . .	776
<i>Moyens d'arrêt.</i> . . . . .	778
<i>Expérience du Mont-Cenis.</i> . . . . .	782
<i>Locomotive pour rail central, de 1867.</i> . . . . .	784
<i>Modification au système au Mont-Cenis.</i> . . . . .	788
<i>Crémaillère double.</i> . . . . .	789
<i>Nouveau locomoteur.</i> . . . . .	792
<i>Freins.</i> . . . . .	795
<i>Conclusions. Indépendance des altitudes et du mode de traction.</i> . . . . .	795
<i>Projet du Simplon.</i> . . . . .	797
<i>Principaux éléments des projets du Saint-Gothard, etc.</i> . . . .	804
<b>CHAP. XVII. — MODÈS DE TRACTION FONDÉS SUR LA TRANSMISSION DU TRAVAIL PAR L'ÉLASTICITÉ DE L'AIR.</b>	805
§ I. — <i>Système atmosphérique proprement dit.</i> . . . . .	805

TABLE DES MATIÈRES.

883

	Pages.
<i>Deux phases du travail: 1° Raréfaction. . . . .</i>	808
<i>2° Travail d'épuisement. . . . .</i>	808
§ II. — Système atmosphérique à tube-enveloppe, ou pneumatique. . . . .	809
§ III. — Propulsion par l'action immédiate de l'eau motrice sur le train. . . . .	815
<i>Système de feu M. Girard. . . . .</i>	815
<i>Chemin de fer glissant. . . . .</i>	817

---

NOTES ET ADDITIONS.

1° Modification du gabarit des stations de la ligne de <i>Vincennes</i> . . . . .	819
2° Graissage à l'huile des fusées. . . . .	819
3° Ruptures des essieux de wagons de petite vitesse dans le moyen. . . . .	851
4° Proportions à donner aux essieux pour éviter ces ruptures cachées. . . . .	855
5° Transport des munitions de guerre, catastrophe de <i>Bandol</i> . . . . .	855
6° De l'application des contre-poids aux roues motrices des locomotives, traduction du travail publié en 1848 par M. <i>Nollau</i> . . . . .	<i>Id.</i>
7° Essieux coudés composés, de M. <i>Schivre</i> . . . . .	860
8° Ventilation mécanique du tunnel de <i>Liverpool</i> . . . . .	860
9° Expérimentation du système <i>Agudio</i> , au mont <i>Cenis</i> ; données numériques. . . . .	861