

TRAITÉ PRATIQUE
DE LA
MACHINE LOCOMOTIVE

CONTENANT

LES PRINCIPES GÉNÉRAUX RELATIFS A L'ÉTUDE ET A LA CONSTRUCTION
DES LOCOMOTIVES,
LA DESCRIPTION DES TYPES LES PLUS RÉPANDUS,
L'ÉTUDE DE LA COMBUSTION, DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DE LA VAPEUR
DU RENDEMENT, DES CONDITIONS DE FABRICATION
ET DE RÉCEPTION DES MATÉRIAUX,
DES PROPORTIONS ET DU MODE DE CONSTRUCTION DES ORGANES,

PAR

MAURICE DEMOULIN

Ingénieur des Arts et Manufactures.

OUVRAGE PRÉCÉDÉ D'UNE INTRODUCTION

PAR

ÉDOUARD SAUVAGE

Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines.

973 figures et planches dans le texte — 6 planches hors texte.

TOME QUATRIÈME

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1898

Tous droits réservés.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRES DES PARAGRAPHES

TOME I

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES

CHAPITRE PREMIER

Examen général des différents types de locomotives.

	Pages.
1. Considérations générales	1
2. Classification des locomotives et considérations générales sur l'appropriation de ces machines aux différents services.	5
3. Machines à adhérence partielle ou totale	7
4. Machines à tender séparé	10
5. Machines-tenders	10
6. Machines à cylindres intérieurs ou extérieurs.	12
7. Position, à l'intérieur ou à l'extérieur, du mécanisme de distribution.	13
8. Machines à châssis intérieur ou extérieur	14
9. Autres caractères distinctifs que peuvent présenter les locomotives	16
10. Machines à essieux indépendants (généralités).	17
11. Machines à quatre roues accouplées (généralités)	21
12. Machines à quatre roues accouplées sur l'arrière	24
13. Machines à quatre roues accouplées placées au milieu.	30
14. Machines à quatre roues accouplées sur l'avant	32
15. Machines à six roues accouplées (généralités)	33
16. Machines à six roues accouplées à adhérence totale	34
17. Machines à six roues accouplées à adhérence partielle	36
18. Machines à huit roues accouplées (généralités)	42
19. Machines à huit roues accouplées à adhérence totale	43
20. Machines à huit roues accouplées à adhérence partielle	45
21. Machines à dix roues accouplées.	47
22. Machines à douze roues accouplées	47
23. Machines spéciales	47
24. Exposé du plan suivi pour l'examen des principaux types de locomotives usités dans les divers pays.	48

CHAPITRE II

Examen des principaux types de locomotives usités en France.

25.	Généralités.	50
26.	Principaux types usités en France et caractères particuliers qui les distinguent	54
27.	Machines à roues libres	55
28.	Machines à quatre roues accouplées. Types des chemins de fer de l'Ouest, du Nord, de l'Est, de P.-L.-M., d'Orléans, du Midi et de l'État	98
29.	Machines à six roues accouplées. Types des chemins de fer de l'Ouest, du Nord, de l'Est, de P.-L.-M., d'Orléans, du Midi et de l'État.	98
30.	Machines à huit roues accouplées. Types des chemins de fer du Nord, de l'Est, de P.-L.-M., d'Orléans, du Midi et de l'État.	126
31.	Machines-tenders pour le service des trains de voyageurs de banlieue. Types des chemins de fer de l'Ouest, du Nord, de l'Est, d'Orléans et de l'État.	137
32.	Machines-tenders pour le service des marchandises et locomotives de gare	150

CHAPITRE III

Examen des principaux types de locomotives usités à l'étranger.

GRANDE-BRETAGNE

33.	Généralités sur les chemins de fer de la Grande-Bretagne	157
34.	Généralités sur les locomotives usitées par les principales compagnies de chemins de fer la Grande-Bretagne	162
35.	Classification des locomotives anglaises.	170
36.	Machines à roues indépendantes.	171
37.	Machines à quatre roues accouplées	184
38.	Machines à six roues accouplées.	223
39.	Machines à huit roues accouplées	229
40.	Machines-tenders.	230
41.	Possessions anglaises	247

BELGIQUE

42.	Généralités sur les chemins de fer et les locomotives belges	248
43.	Description des principaux types de locomotives usités en Belgique.	251

SUISSE

44.	Généralités sur les chemins de fer et les locomotives suisses	262
45.	Description de quelques types de locomotives usités en Suisse	263

ALLEMAGNE

46.	Généralités sur les chemins de fer allemands	276
47.	Généralités sur les principaux types de locomotives usités en Allemagne	277
48.	Description de quelques-uns des principaux types de locomotives usités en Allemagne	281

AUTRICHE-HONGRIE

49. Généralités sur les chemins de fer de l'Autriche-Hongrie. 300
 50. Principaux types de locomotives usités en Autriche-Hongrie 301

ITALIE

51. Principaux types de locomotives usités en Italie. 317

RUSSIE D'EUROPE

52. Généralités sur les chemins de fer russes et principaux types de locomotives usités 323

PAYS DIVERS

53. Principaux types de locomotives usités en Espagne, par les chemins de fer de l'*État danois*, de l'*État suédois*, de l'*État hollandais*, de l'*État roumain* 327

ÉTATS-UNIS

54. Généralités sur les chemins de fer américains. 336
 55. Généralités sur les locomotives américaines. 346
 56. Classification des locomotives américaines 350
 57. Proportions des locomotives américaines 355
 58. Dispositions générales des locomotives américaines 361
 59. Description des principaux types de machines américaines. 366
 60. Machines à roues indépendantes 367
 61. Machines à quatre roues accouplées 368
 62. Machines à six roues accouplées. 387
 63. Machines à huit roues accouplées 402
 64. Machines à dix roues accouplées. 411
 65. Locomotives-tenders. 413

TOME II

DEUXIÈME PARTIE

COMBUSTION. — VAPORISATION. — UTILISATION DE VAPEUR. — RENDEMENT

CHAPITRE PREMIER

Combustion et vaporisation.

66. Importance du rôle de la chaudière 1
 67. Généralités. 2
 68. Division du sujet 3
 69. Généralités sur la combustion 5
 70. De la combustion dans les foyers des locomotives 9

71.	Dispositions propres à améliorer la combustion dans les foyers de locomotives	16
72.	Rentrées d'air à l'intérieur du foyer	16
73.	Voûtes en briques	20
74.	Foyer Ten Brinck.	24
75.	Comparaison entre la voûte en briques et le bouilleur Ten Brinck. Leur action sur le rendement des foyers; résultats d'expériences	29
76.	Chambre de combustion.	32
77.	Foyers en briques réfractaires.	32
78.	Activité de la combustion	38
79.	Influence de l'activité de la combustion sur le rendement du combustible.	46
80.	Choix du combustible.	49
81.	Emploi de divers combustibles.	50
82.	Combustibles liquides.	54
83.	Définition des surfaces de chauffe	64
84.	Perte de chaleur	64
85.	Surface de chauffe directe.	65
86.	Surface de chauffe indirecte.	66
87.	Quantité de vapeur fournie par les surfaces de chauffe.	69
88.	Répartition de la chaleur totale	71
89.	Emploi des tubes à ailettes	73
90.	Influence de l'intensité du tirage sur la production de vapeur	82
91.	Influence de l'intensité du tirage sur le rendement économique	86
92.	Influence de la longueur des tubes sur le rendement	91
93.	Influence de la réduction du nombre des tubes	92
94.	Conditions pratiques d'une bonne vaporisation	92
95.	Augmentation de la puissance des locomotives	98
96.	Conclusions sur la capacité de production et l'utilisation de la chaudière locomotive.	101

CHAPITRE II

Étude des pertes qui se produisent à l'intérieur des cylindres et des perfectionnements apportés à la locomotive en vue de réduire sa consommation de vapeur.

97.	Rendement thermodynamique de la locomotive.	104
98.	Pertes qui se produisent dans les cylindres des machines à vapeur.	106
99.	Pertes externes.	107
100.	Pertes internes.	107
101.	Condensations initiales	108
102.	Amélioration du régime économique des locomotives	113
103.	Compression	114
104.	Enveloppe de vapeur	114
105.	Surchauffe de la vapeur.	119
106.	Inconvénients du tiroir ordinaire et distributions perfectionnées.	124
107.	Principe et avantages du système compound	125
108.	Historique succinct de l'application du mode compound aux locomotives	149
109.	Application du mode compound aux locomotives	154
110.	Types de locomotives auxquelles il convient surtout d'appliquer le mode compound.	159

111.	Comparaison des différents modes d'application du système compound aux locomotives.	160
112.	Calcul de l'effort de traction des locomotives compound	167
113.	Influence des variations de l'admission sur le travail développé dans chaque cylindre. Réglage des introductions.	168
114.	Rapport de volume des cylindres.	170
115.	Volume du réservoir intermédiaire.	172
116.	Disposition du réservoir intermédiaire	172
117.	Calage des manivelles	173
118.	Séquence des manivelles	174
119.	Dispositifs adoptés pour le démarrage	174
120.	Comparaison des différents types de locomotives compound au point de vue de l'effort au démarrage.	176
121.	Changement de marche	178
122.	Tracé des diagrammes	179
123.	Résultats économiques donnés par l'application du système compound aux locomotives.	179
124.	Résumé des avantages et des inconvénients que présente le système compound dans son application aux locomotives	186
125.	Généralités sur les principaux systèmes adoptés pour l'application du mode compound aux locomotives	188
126.	Locomotives compound à 2 cylindres.	189
127.	Système A. Mallet.	189
128.	— Worsdell.	191
129.	— von Borries.	192
130.	— Lindner	196
131.	— Urquhart.	197
132.	— Schichau	198
133.	— de la <i>Compagnie de l'Est</i>	199
134.	— Gölsdorf	200
135.	— Maffei	202
136.	— Pitkin	202
137.	— Batchellor	204
138.	— Colvin	206
139.	— des Richmond Locomotive Works	207
140.	— Player	209
141.	— des Rogers Locomotive Works	209
142.	Locomotives compound à 3 cylindres. Système Webb	211
143.	— — — — du Gothard	213
144.	— — — — du <i>Chemin de fer du Nord</i>	213
145.	Locomotives compound à 4 cylindres. Syst. Woolf du <i>Chemin de fer du Nord</i>	215
146.	— — — — — de l' <i>Etat hongrois</i>	217
147.	— — — — — du <i>Sud-Ouest russe</i>	217
148.	— — — — — des Brooks Locomotive Works	218
149.	— — — — — Vauclain	219
150.	— — — — — à cylindres concentriques.	223
151.	— — — — — Type du <i>Chemin de fer du Nord</i>	223
152.	— — — — — de l' <i>Ouest</i>	226
153.	— — — — — <i>P.-L.-M.</i>	227
154.	Comparaison entre le mode compound et la simple expansion opérée à l'aide de distributions perfectionnées.	230
155.	Conclusions générales sur le système compound	235

CHAPITRE III

Rendement et effet utile des locomotives.

156. Généralités et historique de la question	236
157. Définition et mesure de l'utilisation	238
158. Rendement total de la locomotive considérée à la fois comme machine à vapeur et appareil remorqueur.	242
159. Rendement de la locomotive considérée seulement comme machiné à vapeur	250
160. Rendement de la locomotive considérée comme appareil remorqueur.	250
161. Comparaison avec d'autres moteurs.	253
162. Valeur économique de la locomotive exprimée par le chiffre de la dépense correspondant à l'unité de travail.	254
163. Utilisation de la locomotive au point de vue du capital engagé	261
164. Limite de vitesse imposée à la locomotive. Augmentation réalisable de la puissance absolue et par unité de poids.	262
165. Conclusions	276

TROISIÈME PARTIE

PROPORTION, MODE DE CONSTRUCTION, DISPOSITION D'ENSEMBLE
ET DE DÉTAIL
DES ORGANES DE LA LOCOMOTIVE

CHAPITRE PREMIER

Description générale et proportions de la chaudière locomotive.

166. Description de la chaudière locomotive	279
167. Types spéciaux des chaudières locomotives	284
168. Position relative du foyer et des essieux	289
169. Dimensions longitudinales et transversales maximum imposées aux boîtes à feu par les conditions d'établissement des organes constituant le véhicule	294
170. Procédés employés pour permettre l'élargissement du foyer	299
171. Profondeur des foyers.	302
172. Limite imposée au diamètre du corps cylindrique et procédés employés pour la reculer	305
173. Surface de grille	308
174. Surface de chauffe	314
175. Hauteur du ciel du foyer au-dessus de l'axe de chaudière	315
176. Largeur des lames d'eau.	316
177. Faisceau tubulaire	316
178. Forme et proportions des cheminées	317
179. Volume d'eau et de vapeur.	322

CHAPITRE II

Matériaux employés dans la construction des chaudières.

180. Matériaux employés dans la construction des chaudières.	329
181. Tôles de fer pour chaudières.	329
182. Emploi de l'acier pour la confection des chaudières.	332
183. Conditions ordinairement imposées et renseignements sur la fabrication des tôles d'acier pour chaudières.	333
184. Précautions à prendre dans le travail des tôles d'acier	342
185. Foyer. Emploi du cuivre rouge. Conditions de réception	346
186. Emploi de l'acier pour les foyers.	351
187. Entretoises. Matériaux employés ; conditions de réception	356
188. Tubes. Matériaux employés ; conditions de réception	362

CHAPITRE III

Détails de construction des chaudières.

189. Différents types de chaudières et de boîtes à feu	369
190. Foyer	378
191. Cadre du foyer	385
192. Enveloppe de la boîte à feu	396
193. Façade arrière de la boîte à feu	399
194. Entretoises.	404
195. Tirants de la plaque tubulaire du foyer	409
196. Consolidation des ciels de foyers (généralités)	412
197. Consolidation par poutrelles	412
198. Consolidation par tirants	426
199. Armaturage direct du ciel	443
200. Tirants et vis des foyers	447
201. Tirants à dilatation	452
202. Corps cylindrique.	455
203. Dômes.	465
204. Tubes	469
205. Plaque tubulaire avant	479
206. — — intermédiaire.	481
207. Boîte à fumée	483
208. Cheminée	489
209. Voûtes en briques	496
210. Bouilleur Ten Brinck	497
211. Autoclaves et bouchons de lavage	498
212. Attache de la chaudière sur le châssis	499

TOME III

CHAPITRE IV

Proportions et dispositions générales des organes du mécanisme.

213. Généralités sur le mécanisme des locomotives.	1
214. Poids adhérent, nombre d'essieux accouplés	4

215.	Relations entre le poids adhérent et la puissance	7
216.	Diamètre des roues	9
217.	Volume des cylindres	9
218.	Position des cylindres	14
219.	Avantages relatifs des cylindres intérieurs et extérieurs	15
220.	Position des cylindres dans le sens longitudinal	17
221.	Entraxe des cylindres	20
222.	Equilibre des organes mobiles	21
223.	Contrepoids	21
224.	Section des conduits et orifices de vapeur	24
225.	Longueur des bielles motrices	26
226.	Longueur des bielles d'accouplement	33
227.	Rayon des manivelles d'accouplement	35
228.	Mécanismes extérieurs et intérieurs	37
229.	Position des boîtes à tiroir	41

CHAPITRE V

Matériaux employés pour la confection des principaux organes du mécanisme.

230.	Matériaux employés pour la construction des différents organes	62
231.	Fontes. Conditions de réception. Cahier des charges	63
232.	Fers et aciers de forge. Conditions de réception. Cahier des charges	66
233.	Bronzes, laitons et alliages divers	74
234.	Acier moulé et fonte malléable. Conditions de réception. Cahier des charges	80
235.	Tuyaux en cuivre rouge. — — — —	83

CHAPITRE VI

Dispositions d'ensemble et de détail des organes du mécanisme.

236.	Généralités sur les cylindres	86
237.	Corps du cylindre	91
238.	Plateaux et couvercles des cylindres	102
239.	Dispositions d'ensemble des cylindres	110
240.	Cylindres intérieurs	110
241.	Cylindres extérieurs	112
242.	Généralités sur les organes mobiles du mécanisme	112
243.	Pistons et tiges de piston	113
244.	Contre-tiges de piston	123
245.	Guidage des tiges de pistons et glissières	124
246.	Glissières et leurs supports	128
247.	Crosses de tiges de piston	133
248.	Examen de quelques types de crosses	135
249.	Bielles motrices	146
250.	Corps des bielles motrices	147
251.	Têtes de bielles	151
252.	Grosses têtes de bielles	152
253.	Petites têtes de bielles	164
254.	Serrage des coussinets	164
255.	Examen de quelques types de bielles motrices	167

256.	Bielles d'accouplement	178
257.	Corps des bielles d'accouplement	178
258.	Têtes des bielles d'accouplement.	182
259.	Examen de quelques types de bielles d'accouplement	188
260.	Manetons d'accouplement	196
261.	Contre-manivelles.	199
262.	Manivelles d'accouplement	201
263.	Calage des manivelles et manetons d'accouplement	203
264.	Coussinets.	204
265.	Application du manivèlement	207
266.	Tiroirs ordinaire	210
267.	Tiroirs à canal	216
268.	Travail de frottement réglé par les tiroirs	219
269.	Tiroirs équilibrés.	222
270.	Tiroirs cylindriques.	235
271.	Soupapes de rentrée d'air	240
272.	Appareils de distribution et de changement de marche.	242
273.	Poulies d'excentriques	245
274.	Colliers et barres d'excentriques	249
275.	Coussines.	259
276.	Commande des tiroirs.	263
277.	Appareils de changement de marche	273
278.	Garnitures des tiges de pistons et de tiroirs	297
279.	Examen de quelques types de mécanisme.	309
280.	Exemples de régulation	316

CHAPITRE VII

**Matériaux employés pour la fabrication ou la construction
des différents organes constituant le véhicule.**

281.	Matériaux employés pour la construction des divers organes constituant le châssis.	333
282.	Longerons. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges.	333
283.	Boîtes à huile et accessoires	339
284.	Ressorts. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges.	340
285.	Essieux. Généralités.	346
286.	Essieux droits. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges.	346
287.	Essieux coudés. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges.	352
288.	Roues. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges.	367
289.	Bandages. Conditions de fabrication et de réception. Cahiers des charges	370

CHAPITRE VIII

**Dispositions d'ensemble et de détail et mode de construction
des organes constituant le véhicule.**

290.	Considérations sur les conditions générales propres à assurer la stabilité et la douceur de marche des locomotives	377
291.	Véhicule	383
292.	Châssis.	384

293.	Différents types de châssis.	385
294.	Châssis intérieur	395
295.	Châssis extérieur	396
296.	Châssis double	397
297.	Châssis mixte.	397
298.	Comparaison entre les châssis intérieurs et extérieurs.	399
299.	Châssis américains	403
300.	Traverses avant et arrière	410
301.	Glissières des plaques de garde.	414
302.	Boîtes à huile.	421
303.	Suspension.	432
304.	Ressorts de suspension	434
305.	Dispositions générales des ressorts et des tiges de pression	449
306.	Balanciers de répartition	456
307.	Essieux. Généralités.	462
308.	Essieux coudés	463
309.	Types spéciaux d'essieux coudés	475
310.	Proportions des essieux coudés.	480
311.	Roues	482
312.	Calage des roues sur les essieux	491
313.	Bandages.	495
314.	Dispositions propres à faciliter le passage en courbe.	508
315.	Essieux à déplacement latéral sans convergence.	509
316.	Trains articulés ou bissels.	510
317.	Boîtes radiales	516
318.	Trucks articulés ou bogies	519
319.	Accessoires du châssis.	546
320.	Couvre-roues	548
321.	Chasse-pierres	549
322.	Marchepieds	550

TOME IV

CHAPITRE IX

Organes divers et accessoires.

323.	Portes de foyers	1
324.	Portes de boîtes à fumée	12
325.	Grille	15
326.	Cendrier.	27
327.	Boîte à fumée et échappement. Trémie.	33
328.	Tuyère d'échappement	67
329.	Souffleur.	78
330.	Enveloppe des chaudières	81
331.	Soupapes de sûreté	86
332.	Indicateurs de niveau	101
333.	Injecteurs	109
334.	Tuyautage d'alimentation	118
335.	Colonnets de prise de vapeur.	125

TABLE DES MATIÈRES

433

336.	Régulateur	128
337.	Sablière	146
338.	Lavage des rails.	152
339.	Graissage des boudins des roues d'avant	153
340.	Robinetterie	158
341.	Robinets purgeurs	162
342.	Sifflet	163
343.	Tringlage	164
344.	Abris du personnel et disposition de la plate-forme arrière.	165
345.	Dispositions des appareils d'arrière.	177
346.	Abris comportant des couvre-roues ou des caisses à eau prolongées vers l'arrière.	178
347.	Abris s'étendant sur toute la largeur de la plate-forme placée à l'arrière ou au-dessus des roues accouplées	184
348.	Appareils du frein	196
349.	Peinture	201
350.	De l'interchangeabilité	204

CHAPITRE X

Graissage.

351.	Généralités sur les surfaces frottantes des locomotives.	211
352.	Nature des matières grasses employées.	212
353.	Allocations de graissage.	214
354.	Graissage des surfaces frottantes et des articulations	215
355.	Graissage des tiroirs et des cylindres.	219

CHAPITRE XI

Le tender.

356.	Approvisionnements d'eau et de charbon.	239
357.	Généralités sur les tenders	243
358.	Mode de construction des tenders	249
359.	Attelage de la machine et du tender	257
360.	— avec le train	265
361.	Disposition des caisses à eau dans les locomotives-tenders	267
362.	Réchauffage de l'eau des caisses	271
363.	Condensation de la vapeur dans les caisses	272
364.	Prise d'eau en route.	275
365.	Chargement du combustible	279

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Conclusions	281
-----------------------	-----

ANNEXES

CHEMINS DE FER DE L'EST. — Cahier des charges pour la construction des locomotives.	285
Note sur la construction des locomotives-tenders de banlieue (série 729-742) . . .	295
CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE. — Cahier des charges pour la fourniture des locomotives compound à 4 essieux accouplés (série 3 211-3 300)	316
CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS. — Cahier des charges pour la fourniture des locomotives à grande vitesse (série 77-86)	339
CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT BELGE. — Extrait des conditions spéciales pour la fourniture des locomotives à marchandises pour fortes rampes.	360
GLASGOW AND SOUTH WESTERN RAILWAY. — Spécification pour la fourniture de dix locomotives-tenders de banlieue.	378
NEW-YORK CENTRAL AND HUDSON RIVER RAILROAD. — Spécification pour la fourniture des locomotives à grande vitesse.	392

ADDENDA

Nouvelles locomotives compound à grande vitesse des <i>Chemins de fer de l'Ouest</i> . . .	399
Nouvelles locomotives à grande vitesse des <i>Chemins de fer de l'Etat français</i> . . .	400
Locomotives compound à quatre cylindres. Remarques complémentaires.	401
Locomotives compound articulées du système A. Mallet.	404
Puissantes locomotives à grande vitesse du <i>Southern Railway</i>	406
Nouvelles locomotives des <i>Chemins de fer de l'Etat autrichien</i>	403
Diminution de la résistance de l'air	409
Chauffage au pétrole. Notes supplémentaires.	411
Distributions perfectionnées. Notes supplémentaires	413
Essais effectués sur les locomotives à grande vitesse du <i>Midland Ry</i>	413
Foyer Belpaire. Dilatation.	414
Tirants à dilatation	415
Alliages pour coussinets et robinetterie (<i>Etat belge</i>).	415
Tiroirs cylindriques. Nouvelles applications	416
Double cheminée du <i>L. and N. W. Ry</i>	417
Freinage des bogies de locomotives	418
Commande automatique de robinets purgeurs	419