

GUSTAVE RICHARD

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

---

LA

# CHAUDIÈRE LOCOMOTIVE

ET

## SON OUTILLAGE

---

TEXTE

---

PARIS

V<sup>VE</sup> CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES  
ET DES TÉLÉGRAPHES

49, Quai des Augustins, 49

1886

Tous droits réservés.

# TABLE DES MATIÈRES

---

PRÉFACE . . . . .	Pages v—xiii
-------------------	-----------------

---

## CHAPITRE PREMIER

### LE FOYER

Pages 3 à 130.

---

#### PREMIÈRE PARTIE

#### LE FOYER CONSIDÉRÉ AU POINT DE VUE DE LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Pages 3 à 42.

ARMATURE DU CIEL. . . . .	2—20
Arc hydrostatique. — Voûte en berceau. . . . .	4
<b>Armatures par entretoises. . . . .</b>	<b>4—9</b>
Stroudley. . . . .	5
Tilp et Vattitz. . . . .	6
<i>Entretoises mobiles. . . . .</i>	<i>7—9</i>
Wehrenfennig. . . . .	7
Yarrow. . . . .	8
Perkins. . . . .	9
<b>Armatures diverses. . . . .</b>	<b>9—14</b>
Linder. . . . .	10
Polonceau. . . . .	10
Darby en bow-string. . . . .	11
Leach. . . . .	12
Cologne-Minden. . . . .	12
<b>Emploi des tôles ondulées. . . . .</b>	<b>14—20</b>
Rémond et Fox. . . . .	14
Kaselowsky. . . . .	15
Strong. . . . .	16
Fox et Greigh. — Sedgley. — Wells. . . . .	18
Garrett. . . . .	19

	Pages
<b>Ouverture de la porte du foyer Webb.</b> . . . . .	20
<b>Parois latérales du foyer.</b> . . . . .	20—25
Expériences de R. Wells . . . . .	21
En acier aux États-Unis. . . . .	25
<b>NATURE DES MATÉRIAUX A EMPLOYER POUR LE FOYER.</b> . . . . .	24—42
<b>Emploi de l'acier.</b> . . . . .	25—42
En Angleterre. . . . .	25
En Amérique . . . . .	26
<i>Sensibilité au feu.</i> . . . . .	26
<i>Sensibilité au martelage.</i> . . . . .	27
<i>Tôles d'acier entretoisées.</i> . . . . .	28—38
Expériences du Lloyd. . . . .	28
— de M. Boyd. . . . .	29
— de MM. Trail, Richards et Samson. . . . .	30
<i>Pratique des chemins de fer américains.</i> . . . . .	33—42.
Pennsylvania ry. . . . .	39
<i>Chemins de fer anglais.</i> . . . . .	42

DEUXIÈME PARTIE

LE FOYER CONSIDÉRÉ AU POINT DE VUE DE L'UTILISATION DU COMBUSTIBLE  
ET DE LA VAPORISATION

Pages 43 à 132.

<b>LA COMBUSTION DANS UN FOYER DE LOCOMOTIVE.</b> . . . . .	43—82
<i>Perte en oxyde de carbone.</i> . . . . .	43
<i>Perte en hydrocarbures mal brûlés.</i> . . . . .	44
<b>Admission de l'air au-dessus du feu.</b> . . . . .	45
<i>Entretoises perforées.</i> . . . . .	45
<i>Appareils divers : Argand, Peyton, Metallic Tubular Bridge Co, Garrett, Nepilly, Reimher.</i> . . . . .	47—53
<b>Auvent. Drummond, Carrick.</b> . . . . .	54
<i>Portes de foyer. Engert, Henderson.</i> . . . . .	56
— Hill. . . . .	57
<b>Appareils à injection de vapeur Barra. Jones, Buchanan.</b> . . . . .	58
<b>Voûte en briques réfractaires. Johnson, Webb.</b> . . . . .	59
<i>Voûtes à tube d'eau. Pennsylvania.</i> . . . . .	62
<b>Bouilleurs. Tenbrinck, Jauriet, Buchanan.</b> . . . . .	63
<b>Foyers en briques. Werderber, Knautt, Mac Lellan.</b> . . . . .	64
<b>Chambre de combustion. Wootten, Stevens.</b> . . . . .	67
<b>La grille.</b> . . . . .	69—83
<i>Grilles à eau. Millholand, Webb, Sharpe.</i> . . . . .	69
<i>Grilles à courant d'air. Hill, Dobson, Caddy, Geogegan, Erskine, Knoëppel, Newbold, Burke, Henzel, Mousseron, Hibbert et Cooke.</i> . . . . .	71
<i>Grilles à secousses. Américaines, Wakernie, Hampton, Poole et Diagonal Co, Bannister, Howe.</i> . . . . .	76
<i>Grilles bombées. Desgouttes.</i> . . . . .	82

	Pages
<b>FOYERS POUR COMBUSTIBLES SPÉCIAUX.</b> . . . . .	83—123
<b>Anthracite</b> . . . . .	83—104
Pennsylvania ry . . . . .	84
<i>Locomotives Wootten</i> . . . . .	85—103
Marchandises à six roues couplées . . . . .	86
Essais au chemin de fer du Nord . . . . .	92
— à l'Est et sur la Haute-Italie. . . . .	94
Marchandises à huit roues couplées . . . . .	97
Express à quatre roues couplées. . . . .	101
Foyer avec table en briques. . . . .	102
<b>Pétrole</b> . . . . .	104—123
<i>Appareils de M. Urquhart</i> . . . . .	105—112
Mise en feu . . . . .	109
Réglage du feu . . . . .	112
<i>Appareils divers</i> . Lentz, Arteneff, Brandt, Karapétouff, Kærting, Neil, Forges et chantiers, Mundell et Gordon, Selwyn, Russmann . . . . .	112—122
<b>VAPORISATION DU FOYER.</b> . . . . .	123—132
<b>La chaleur rayonnante.</b> Température du feu. . . . .	125
<b>Coefficient de conductibilité.</b> . . . . .	127
<b>Inclinaison des parois.</b> . . . . .	128
<b>Intensité de la combustion.</b> Expériences de Marten. . . . .	129

## CHAPITRE II

### LE CORPS CYLINDRIQUE, LA BOITE A FUMÉE ET L'ÉCHAPPEMENT

Pages 130 à 243.

#### PREMIÈRE PARTIE

#### LE CORPS CYLINDRIQUE CONSIDÉRÉ AU POINT DE VUE DE LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Pages 133 à 191.

<b>FORMES ET ARMATURES DU CORPS CYLINDRIQUE</b> . . . . .	133—138
Wagon-Top, Kessler, Rush, Borsig . . . . .	134
<i>Armature du dôme</i> . Ouest. . . . .	135
<i>Rivures</i> . Samson. . . . .	135
Corps cylindrique d'une seule pièce Webb. . . . .	137
<b>MATIÈRES A EMPLOYER POUR LE CORPS CYLINDRIQUE.</b> . . . . .	138
<b>ACIER,</b> . . . . .	138—172
Allemande. . . . .	139

	Pages
<b>Résistance des tôles d'acier à la traction.</b> . . . . .	142—144
<i>Sensibilité aux commencements de rupture.</i> . . . . .	142
<b>Résistance vive des tôles d'acier.</b> . . . . .	144—146
Expériences d'Adamson. . . . .	145
Expériences de Trail . . . . .	146
<b>Résistance au cisaillement.</b> . . . . .	146
<b>OPÉRATIONS DE LA FORGE. Influence du travail physique sur les propriétés des aciers.</b> . . . . .	146—157
<b>Travail des tôles d'acier en Amérique.</b> . . . . .	147—157
<b>Influence de la température</b> . . . . .	148—157
<i>Recherches de Chernoff.</i> . . . . .	149
<i>Colour-Heat d'Adamson.</i> . . . . .	150
<i>Recuit.</i> Expériences de Parker, Livadia. . . . .	151
Soudure des tôles d'acier. Galloway, Adamson, Bertram, Kirtley. . . . .	157
<b>OPÉRATIONS DE LA CHAUDRONNERIE</b> . . . . .	157—184
<b>Résistance des tôles percées.</b> . . . . .	157—163
<i>Expériences d'Adamson.</i> . . . . .	158
— de Kennedy. . . . .	162
<b>Poinçonnage des tôles d'acier.</b> . . . . .	163—172
Expériences de Kirk. . . . .	163
— de Beck Gerhard . . . . .	164
<i>Influence de la forme du poinçon.</i> Kennedy. . . . .	165
<i>Fraisage des trous poinçonnés.</i> Expériences de Trail. . . . .	166
<i>Avantages du poinçonnage.</i> . . . . .	170
<b>Résistance des rivures</b> . . . . .	172—178
<i>Rivets d'acier.</i> . . . . .	173
Résistance aux chocs. Expériences de Boyd. . . . .	173
Résistance au cisaillement. Expériences de Greig et Max Eyth. . . . .	174
<i>Rivure mécanique.</i> . . . . .	176
Frottement des tôles rivées. Matage. . . . .	178
<b>Répartition des efforts subis par les rivures</b> . . . . .	179—183
<b>LES TUBES.</b> . . . . .	184
<b> Tubes en fer.</b> . . . . .	184
<b> Fixation des tubes.</b> Expériences de Schock. . . . .	186

DEUXIÈME PARTIE

LE CORPS CYLINDRIQUE CONSIDÉRÉ AU POINT DE VUE DE L'ÉCONOMIE DU COMBUSTIBLE  
LA BOÎTE A FUMÉE ET L'ÉCHAPPEMENT

Pages 191 à 238.

<b>LES TUBES.</b> . . . . .	191
<b>Remarques sur le système tubulé.</b> Perkins, Dimpfel, Stevens et Parsons . . . . .	191
<i>Chaudières à retour de flammes.</i> . . . . .	194

	Pages
<b>La conductibilité</b> . . . . .	195—199
Résistance thermique interne. . . . .	196
Résistance thermique externe. . . . .	197
Résistance thermique moyenne. Expériences de Tosh. . . . .	198
<b>Vaporisation d'un tube</b> . . . . .	199—204
<i>Loi de Rankine</i> . . . . .	200
Rendement d'un tube. . . . .	201
<i>Loi de Havrez</i> . . . . .	201
Point d'extinction. . . . .	202
Coefficient de décroissance . . . . .	203
Formule de <i>Busse</i> . . . . .	203
<b>Tubulures équivalentes</b> . . . . .	204—207
Écartement des tubes. Règle de <i>Clark</i> . . . . .	206
<b>LA BOÎTE A FUMÉE</b> . Schwartzkoff, Cologne-Minden, Sigl, Nord, Heusinger von Waldegg, Nord-Est Suisse, État-Autrichien, Ouest, North-British, Metropolitan, Midland, Sud Autrichien, Paris-Lyon, London and North-Western. . . . .	208—211
<b>L'ÉCHAPPEMENT</b> . . . . .	212—231
<b>Formule de Zeuner</b> . . . . .	212
<b>Formule de Longridge</b> , division du jet. . . . .	213
<b>Influence du calorimètre</b> , Zeuner, Berlin-Stettin, Wootten, Gooch, Locomotives américaines. . . . .	215—217
<b>Position de la tuyère d'échappement</b> . . . . .	218—222
<b>Le petticoat</b> , Stevens, Pollock-Wilkinson. . . . .	218
<i>Rendement du petticoat</i> . . . . .	220
Holt, Friedmann. . . . .	222
<b>Continuité de l'échappement</b> . Bouch. . . . .	223—228
<b>Entrée de la cheminée</b> . . . . .	223
<b>Forme de la tuyère</b> . Clark, Siemens. . . . .	224
Division du jet de vapeur. . . . .	225
<i>Échappement annulaire</i> . Brown, Mallet, Friedmann. Mixte de Webb, Reynolds. . . . .	225—228
<b>Échappement variable</b> . Pennsylvania Ry, Wootten, Heusinger, Est Prussien. . . . .	228—231
<b>LA CHEMINÉE</b> . Fairbairn, Sinclair. . . . .	231—243
<b>Les pare-étincelles</b> . Mason, Diamond Stack, Land, Hugues, Fontaine, Graham, Nasmith, Hewitt, Pennsylvania ry, Grand Trunk of Canada, Meir, Holhfield, Smith et Woorsdell, Great Southern and Western of Ireland ry, Lehigh-Valley ry, Davis, Hunter, Shæffer-Budenberg, Hodgmann, Taylor, Grosbeck et Wright. . . . .	232—243

## CHAPITRE III

### LES APPAREILS DE SURETÉ

Pages 247 à 317.

#### SOUPAPES DE SURETÉ

Pages 247 à 292.

	Pages
<b>THÉORIE DES SOUPAPES.</b> . . . . .	247—262
<b>Formule de Zeuner.</b> . . . . .	250
<b>Vitesse de masse maxima.</b> Expériences de <i>Napier</i> . . . . .	255
<i>Coefficient d'extension.</i> . . . . .	257
Expériences de <i>Mac Farlane Gray</i> et de <i>Wilson</i> . . . . .	258
<b>Application de la loi de Napier à la détermination des soupapes.</b> Soupape plane. Soupape conique. . . . .	259
<b>CONDITIONS FONDAMENTALES D'UNE SOUPE DE SURETÉ.</b> . . . . .	262—292
<b>Conservation de la pression.</b> . . . . .	263—281
Diagrammes de <i>Mac Farlane Gray</i> . . . . .	264
<i>Mode d'action de la charge.</i> <i>Field</i> , <i>Kitson Croll</i> , <i>Lethuillier</i> et <i>Pinel</i> , <i>Larsoe-Meyer</i> , <i>Correns</i> , <i>Turton</i> . . . . .	266
<i>Modification de la soupape.</i> Diagramme. Soupapes à gorge <i>Adams</i> . Expériences de <i>Vicaire</i> , <i>Richardson</i> , <i>Ashcroft</i> , <i>Hartmann</i> , <i>Attock</i> , <i>Gilles</i> , <i>Peters</i> , <i>Parson</i> , <i>Rochford</i> . . . . .	266—277
<i>Cockburn</i> , <i>Bodmer</i> , <i>Klotz</i> , <i>Hallam</i> , <i>Scaton</i> et <i>Cameron</i> , <i>Lethuillier-Pinel</i> , <i>Brierley</i> et <i>Mitchell</i> , <i>Codron</i> , <i>Pearson</i> . . . . .	277—281
<b>Guidage.</b> . . . . .	281—285
<i>Soupapes sphériques.</i> <i>Nasmyth</i> , <i>Fenton</i> , <i>Eaves</i> , <i>Parson</i> , <i>Hopkinson</i> . . . . .	281
<i>Shmid</i> , <i>Bayley</i> , <i>Martyn-Roberts</i> , <i>Montupet</i> , <i>Turnbull</i> , <i>Buthven</i> , <i>Accident du Thunderer</i> . . . . .	283
<b>Calage.</b> . . . . .	285—289
<i>Clayton</i> , <i>Trunbull</i> , <i>Nicholson</i> et <i>Alcock</i> , <i>Ramsbottom-Webb</i> . . . . .	283
<b>Grand débit.</b> <i>Hopkinson</i> , <i>Holt</i> , <i>Blake</i> , <i>Melling</i> , <i>Hallam</i> . . . . .	289—292
<i>Soupapes à grilles</i> , <i>Dunkel</i> , <i>Hawthorn</i> . . . . .	289
<i>Soupapes différentielles</i> , <i>Giles</i> , <i>Smith</i> . . . . .	290
<i>Soupapes à piston.</i> <i>Maurel</i> et <i>Truel</i> , <i>Ménard</i> , <i>Scowell</i> , <i>Weir</i> , <i>Hast</i> , <i>Smith</i> , <i>Stuart</i> . . . . .	291
<i>Soupape silencieuse.</i> <i>Ashton</i> . . . . .	292
<b>NIVEAUX D'EAU.</b> . . . . .	292—300
<b>Visibilité.</b> <i>Blake</i> , <i>Deschamps</i> , <i>Damourette</i> , <i>Chandler</i> , <i>Fritz</i> . . . . .	292
<b>Solidité.</b> <i>Hayden Co.</i> . . . . .	294
<i>Tubes à soupapes.</i> <i>Schneider</i> , <i>Berg-Marsh</i> , <i>Bateman</i> , <i>Ellis</i> , <i>Dupuch</i> , <i>Thurton</i> et <i>Syke</i> , <i>Agnès</i> , <i>Burgmeister</i> . . . . .	295
<i>Nettoyeurs.</i> <i>Crook</i> , <i>Morley</i> , <i>Bayley</i> , <i>Slater</i> , <i>Blake</i> . . . . .	296
<i>Robinets et joints.</i> <i>Dreyer</i> , <i>Stroudley</i> , <i>South-Eastern Ry.</i> <i>Webb</i> , <i>Manhart</i> . . . . .	297

	Pages
ROBINETS DE JAUGE. Dewrance, Dixon, Fairbairn, Field et Cotton, Burgmeister. . . . .	300—302
MANOMÈTRES. . . . .	302—305
<i>Manomètres à membranes.</i> Mignot, Aschrott. . . . .	302
<i>Manomètres à boîtes et à tubes.</i> Guichard, Shinz, Giffard. . . . .	304
BOUCHONS FUSIBLES. Bateman, Bayley, Hiller, Smith, Kényon, Platt et Wood. . . . .	305—307
LES EXPLOSIONS. . . . .	307—317
Manque de résistance de la chaudière neuve. . . . .	307
Diminution de résistance de la chaudière. . . . .	309
Augmentations brusques de pression. Retard à l'ébullition. . . . .	309
Surchauffe. . . . .	312
Ouverture brusque du régulateur. Appareil Lawson. . . . .	313
Refroidissements brusques. . . . .	313
Causes inconnues. . . . .	314
Puissance d'une explosion. Formules de Rankine et de Thurston. . . . .	315

#### CHAPITRE IV

### LES INCRUSTATIONS, LES DÉSINCRUSTANTS, LES CORROSIONS

Pages 321 à 366.

LES INCRUSTATIONS. . . . .	321—329
<b>Aspect physique des dépôts.</b> Dépôts adhérents, par plaques et pulvérulents. . . . .	322
<b>Inconvénients des dépôts.</b> Perte de chaleur. . . . .	324
<i>Coups de feu.</i> Dépôts gras. . . . .	325
<b>Composition des dépôts.</b> Carbonate et sulfate de chaux. . . . .	327
LES DÉSINCRUSTANTS. . . . .	329—340
<b>Matières introduites dans la chaudière.</b> Carbonate, oxalate et hyposulfite de soude, tannin, fécule, glycérine, pétrole, zinc. . . . .	329—335
<b>Emploi de l'électricité.</b> Field, Ledieu, Hannay. . . . .	335
<b>Appareils divers.</b> . . . . .	336
<i>Lavage méthodique.</i> Hayes, Johann. . . . .	339
PURIFICATION ET NEUTRALISATION DES EAUX. . . . .	340—349
<b>Procédé Clark et ses dérivés.</b> . . . . .	340
Béranger et Stingl. . . . .	341
Caillet et Huet. . . . .	342
Maignen. . . . .	343
Clark Atkins et Porter. . . . .	344
Letellier. . . . .	346
<b>Procédés divers.</b> Haen, Rogers. . . . .	347
<i>Précipitation par la chaleur.</i> Hayes, Shan. . . . .	347



	Pages
<b>LES CORROSIONS.</b> . . . . .	349—366
<i>Eau.</i> Lodin. . . . .	349
<i>Chlorures.</i> Lodin. . . . .	350
<i>Corps gras.</i> Wartha. . . . .	350
<i>Air.</i> Lodin. Chaudières au repos . . . . .	352
<b>Sensibilité du fer et de l'acier aux corrosions.</b> . . . . .	352—357
<i>Expériences</i> de Rogerson . . . . .	353
— de l'Amirauté. . . . .	354
— de Philips. . . . .	355
<i>Procédés</i> Feldbacher, Oehme, Mac Connell, Webb . . . . .	357
<b>Corrosions locales.</b> Érosions, piqûres. Fletcher . . . . .	359—361
Support de la chaudière. Sharp, Shwartzkoff. . . . .	360
<b>Corrosions extérieures.</b> . . . . .	361—364
<i>Du foyer.</i> Urban. . . . .	362
<b>Les anticorrosifs.</b> Le zinc. . . . .	364—366

## CHAPITRE V

### LES APPAREILS D'ALIMENTATION ET LA ROBINETTERIE

Pages 369 à 444.

#### PREMIÈRE PARTIE

#### LES INJECTEURS

Pages 369 à 408.

<b>THÉORIE DE L'INJECTEUR.</b> . . . . .	370—382
Combes, Reech, Résal, Zeuner, Hermann. . . . .	370—374
<i>Nomenclature de l'injecteur.</i> . . . . .	374
<i>Manceuvre de l'injecteur.</i> . . . . .	375
<b>Rendement de l'injecteur.</b> . . . . .	380
<b>Refoulement dans un milieu à une pression supérieure à celle de la vapeur motrice.</b> . . . . .	382
<i>Injecteur d'échappement.</i> Hamer et Davie, Holden Brooke et White, Mazza, Hallam et Shepherd, Budworth Sharp. . . . .	383—385
<b>Variations du débit.</b> . . . . .	385—390
Giffard, Barclay, Deloy, Hunt, Ferrero, Turck, Sharp, Gresham, Bailey, Schaeffer, Mazza, Rue, Wahl et Pradel. . . . .	386
<i>Réglage automatique.</i> Sellers, expériences de Buell. . . . .	387
Sharp, Gresham et Craven. . . . .	389

	Pages
<b>Injecteurs-éjecteurs.</b> . . . . .	389—394
Sharp, Sellers, Bailey, Hallam, Bouvret, Pohlmeier, Sam, Irwin, État autrichien, Juillemier, Dixon. . . . .	391
Cuau. . . . .	393
<b>Injecteurs à plusieurs cônes.</b> Barclay, Fletcher et Bower, Friedmann. . . . .	394
<b>Injecteurs doubles.</b> Körting, Jenks. . . . .	395—399
Hancock, expériences de Buell. . . . .	396
Park. . . . .	398
<b>Injecteurs non aspirants.</b> . . . . .	399—401
Friedmann. . . . .	399
Gresham, Sharp, Colford-Niay, Sellers, Haswell, Nord Français, Shaeffer- Budenberg, Smith, Bohler, Krauss, Chau, Mack, Hall, Rue, Webb, Delpech. . . . .	399—401
<b>Facilité de démontage.</b> Friedmann, Gresham, Sellers, Sharp, Sam, Giffard, Hunt, Colford-Niay, Bailey, Mack, Loftus Kinnear. . . . .	401
<b>Simplicité de manœuvre.</b> Sam, Juillemier, Bouvret, Pohlmeier, Whestley, Dixon, Dewrance, Hall, Strube, Borland, Loftus, Macferlane, Gresham. . . . .	401—404
<b>Détails de construction.</b> . . . . .	404—408
Turck, Barclay, Strube. . . . .	404
<i>Crémaillères.</i> Turck, Gresham, Bailey Delpech, Webb, Ferraro, Morris, Whes- tley. . . . .	405
<i>Garnitures.</i> Montigny, Barclay. . . . .	405
<i>Trop-plein.</i> Borsig, Gresham. . . . .	406
<i>Raccords.</i> Gresham, Sellers. . . . .	407
<i>Prises de vapeur.</i> Friedmann, Sellers, Stroudley, Sudbahn. . . . .	407

DEUXIÈME PARTIE

LES POMPES, LES RÉCHAUFFEURS, LES APPAREILS DE REMPLISSAGE DU TENDER  
POUR LES LIGNES SECONDAIRES,  
LES RÉGULATEURS, LA ROBINETTERIE, LES SIFFLETS

Pages 409 à 444.

LES POMPES. . . . .	409—413
Stroudley. . . . .	410
Orléans, Risbeck, Simpson. . . . .	411
<i>Réglage du débit.</i> Hiram, Westinghouse. . . . .	412
<i>Chapelles de refoulement.</i> Hoadley, Berkeley-Powell. . . . .	412
LES RÉCHAUFFEURS. . . . .	413—430
<i>Chiazzari.</i> Expériences de MM. Packyne et Baclé. . . . .	413—420
<i>Körting.</i> — . . . . .	420—426
Wallis et Stevens. . . . .	426
Strong. . . . .	427
Hallam et Scott. . . . .	429
Mahony. . . . .	430
<i>Lencauchez.</i> . . . . .	430

	Pages
APPAREILS DE REMPLISSAGE DU TENDER . . . . .	430—436
<i>Ejecteurs</i> . Freedmann, Madan. . . . .	431
<i>Pulsomètres</i> . Hall, Ulrich, Greeven, Boivin, Neuhaus. . . . .	432—434
<i>Pulsateurs</i> . Bretonnière, Beaumont. . . . .	434
LES RÉGULATEURS. . . . .	436—439
Américains. Curtis et Kennedy, Corliss, Stroudley, Elliott, Ward, Webb, Stannah, Porter, Robinson, Daelen, Hayes, Brown, Fairlie. . . . .	436—438
<i>Antiprimeurs</i> . Stockley, Proctor. . . . .	438
ROBINETTERIE ET ACCESSOIRES. . . . .	439—444
<i>Prises de vapeur</i> . Fairon, Bailey, Rhode, Kennedy, Childe, Geoghegan. . . . .	440
<i>Accessoires divers</i> . . . . .	441
SIFILETS. Bender, bugle, Smith. . . . .	442
Enveloppe de la chaudière. . . . .	443

CHAPITRE VI

ENSEMBLE DE LA CHAUDIÈRE

Pages 443 à 603.

<b>Conditions générales de la chaudière locomotive.</b> Sa forme actuelle. Fairlie. Locomotives routières. Exigences du service. Économie de la locomotive . . . . .	445—451
<b>Progrès dans l'utilisation des matériaux.</b> <i>Emploi de l'acier</i> . . . . .	451—454
<b>Progrès dans l'utilisation du combustible.</b> . . . . .	454—464
<i>Charbon pulvérulent</i> : Crampton, Whelpley et Storer, Stevenson. . . . .	455
<i>Gazogène</i> . Siemens, Urquhart, Verderber. . . . .	457
<i>Tubes à ailerons</i> . Serve. . . . .	457
<i>Pressions élevées</i> . Différence entre les machines avec ou sans condensation. Avantages théoriques. Machines compound . . . . .	457—461
<i>Surchauffe de la vapeur</i> . . . . .	461
<i>Primage</i> . . . . .	462
<i>Réchauffeurs</i> . . . . .	463
Équivalence des types de chaudières. Perfectionnements généraux. . . . .	463
LOCOMOTIVES ANGLAISES. . . . .	465—479
<i>Chargement de la grille</i> . Couches minces épaisses et par côtés. . . . .	465
<i>Express du London-Brighton</i> . . . . .	467—472
Module de chauffe. . . . .	469
<i>Marchandises du London and North-Western</i> . . . . .	472—479
Distribution Joy. . . . .	475
LOCOMOTIVES AMÉRICAINES. . . . .	480—538
Caractéristiques générales. Uniformité des types. . . . .	480

	Pages
<b>Express du Pennsylvania Ry.</b> . . . . .	481—484
<i>Essais de J. Hill.</i> . . . . .	884—489
Express du Great Eastern ry. . . . .	490—499
<i>Express à roues libres de Wootten.</i> . . . . .	499—509
Express à roues libres du Great Northern . . . . .	503
— Du Manchester-Sheffield. . . . .	505
<b>Le type Mogul.</b> Baldwin. . . . .	507—520
Mogul du Great Eastern Ry. . . . .	508—515
Locomotive à marchandises du Great Eastern Ry. . . . .	515
<i>Mogul pour voie droite.</i> . . . . .	517—521
Locomotive de la Société Saint-Léonard. . . . .	519
<b>Type consolidation.</b> . . . . .	521—528
<i>Lehigh Valley Ry.</i> . . . . .	522
Fortes rampes du Saint-Gothard . . . . .	525
<i>Type consolidation pour voie étroite.</i> . . . . .	526—528
<b>Expériences de Johann, Boon, Sedgley et Wells, sur le rendement des locomotives américaines.</b> . . . . .	528—534
<i>Locomotive à voyageurs de la haute Italie.</i> Frescot. . . . .	534—538
LES CHAUDIÈRES BELPAIRE. . . . .	539—550
<i>Locomotives-tender express de l'Etat belge et du London-Tilbury.</i> . . . .	540—547
<i>Fortes rampes de l'Etat belge.</i> . . . . .	547—549
<i>Locomotives à voyageurs de l'Etat belge. Type de l'exposition d'Anvers.</i> . . .	549
CHAUDIÈRE DE FAIRLIE. . . . .	551—555
LOCOMOTIVES COMPOUND . . . . .	556—574
Économie générale. — Influence des parois. — Avantages mécaniques . . . .	556—558
<i>John Nicholson.</i> . . . . .	558
<i>Jules Morandière.</i> . . . . .	559
<b>Anatole Mallet.</b> . . . . .	553
<i>Von Borries.</i> . . . . .	559
<i>W. H. Monk.</i> . . . . .	560
<b>Webb.</b> Type Dreadnought . . . . .	561—570
<b>Worsdell.</b> . . . . .	571
Nisbet. . . . .	571
Considérations générales. . . . .	579
LOCOMOTIVES POUR TRAMWAYS. . . . .	575—596
Kitson. . . . .	576
Brown. . . . .	577
Wilkinson . . . . .	578
<i>Voiture à vapeur.</i> Belpaire. . . . .	579—585
<b>Locomotives sans foyer.</b> . . . . .	586—596
Francq . . . . .	586
<i>Honigmann.</i> . . . . .	588—596
APPLICATIONS DIVERSES DE LA CHAUDIÈRE-LOCOMOTIVE. . . . .	597—608
<i>Chaudières fixes.</i> Brown. . . . .	597
Mine de Calumet and Hécla . . . . .	598

	Pages
<i>Chaudières marines.</i> Thorneycroft . . . . .	599
Normand. . . . .	602
Claparède. . . . .	603

## CHAPITRE VII

### L'OUTILLAGE

Pages 607 à 703.

#### OUTILLAGE DES TUBES

Pages 607 à 624.

<b>Mandrinage des tubes.</b> . . . . .	607—611
<i>Mandrineurs à galets.</i> Dudjeon, Boyer et Lavalette, Thorburn, Tully, Bond, Huré, Barnard et Miles. . . . .	607—610
<i>Mandrineurs sans galets.</i> Prosser, Hall et Thomson, Tweddell. . . . .	610
<b>Élargissement des tubes à la boîte à fumée.</b> Kuch . . . . .	611
<b>Coupage et affleurement des tubes.</b> Ramsbottom, Shnemans, Thomson, Hollister, Curant, Brisse, Boyer et Lavalette, de Kamiensky, Sounders, Rodie, Buckley, Métivier, Maiden et Cowley . . . . .	611—616
<i>Tourne-tubes:</i> Latrop, Benley, Browing, Coleman, Chatwin, Comber, Philips, Warshop. . . . .	617
<b>Rabattage ou rivetage.</b> Jouffret, Fricacke et Mac Cormick, Miller, Bushor, Brisse. . . . .	617
<b>Extraction des tubes et des viroles.</b> Dixon, Doulton, Bailey, Holzenbein. . . . .	618
<b>Nettoyage des tubes.</b> . . . . .	619
<b>Raboutage des tubes.</b> Calla, Kamiensky . . . . .	620
<b>Essai des tubes.</b> Kaiser Ferdnands et North-London. . . . .	624

#### LES RIVEUSES

Pages 625 à 660.

<b>LES TRANSMISSIONS HYDRAULIQUES.</b> . . . . .	625—634
Rendement . . . . .	626
<b>L'accumulateur différentiel</b> de Tweddell. . . . .	629
— à air de Kinney. . . . .	629—631
<b>Les garnitures.</b> Tweddell, Davey, Webb. — Formules de Hick et de Welch . . . . .	631—634
<b>LES RIVEUSES HYDRAULIQUES.</b> . . . . .	634—638
Applications. — Rendement . . . . .	634
<i>Joint des tuyaux.</i> Tweddell, Boutmy, Regray, Armstrong, Penning . . . . .	635—637
Travail des riveuses, matoir de Webb . . . . .	637

	Pages
RIVEUSES PORTATIVES . . . . .	638—654
<b>Riveuses hydrauliques</b> . . . . .	638—651
<i>Tweddell ordinaires</i> . . . . .	639
— différentielles. . . . .	640
— à piston court. . . . .	641
Henrich, Arrol . . . . .	642—643
Morrison et Deering . . . . .	644
Smith . . . . .	644
<i>Distributeur Wenger</i> . . . . .	645
<b>Suspension et manieient des appareils</b> . . . . .	645—651
<i>Tweddell, Fielding</i> . — Exemples d'ateliers. — Kirk. . . . .	645—649
<i>Riveuses spéciales Tweddell pour portes de foyer, pour sièges</i> . — Riveuse circulaire . . . . .	649—650
<i>Grandes riveuses</i> . Ateliers d'Orléans. . . . .	651
<b>Riveuses à air comprimé d'Allen</b> . . . . .	651—653
<i>Marteau matoir de Pollock et Berley</i> . . . . .	653
RIVEUSES FIXES. . . . .	653—660
<b>Riveuses hydrauliques</b> . . . . .	653—657
<i>Tweddell à pistons différentiels</i> . . . . .	654
— à pression variable. . . . .	655
— à serrage continu. . . . .	656
Mac Key et Mac Georges . . . . .	657
<i>Appareils de levage</i> . Ateliers de Raimés et d'Orléans. . . . .	657
<b>Riveuses à transmissions</b> , Shewell, de Bergue, Mac Coll, Edmeston, Allen. . . . .	657—660
<b>Riveuses à vapeur</b> . Sellers, Bement. . . . .	660
LES POINÇONNEUSES . . . . .	661—669
<i>Poinçons</i> . Kennedy, Jenkins, Dietz . . . . .	661
<b>Poinçonneuses hydrauliques</b> . <i>Tweddell, Fielding</i> . . . . .	662—665
— — à puissances variables, différentielles. . . . .	663
— — à guide excentré. . . . .	663
— — Joffroy. . . . .	664
<b>Poinçonneuses à transmissions</b> . Whitworth, Robert Kent . . . . .	665
— — à pendule de Bruckner . . . . .	665—677
<b>Poinçonneuses multiples</b> . Blair. . . . .	667—669
LES PERCEUSES . . . . .	670—683
<b>Perceuses multiples</b> . Adamson, Garvie, Tweedy, Bowker. . . . .	670—684
<b>Perceuses portatives</b> . Boyd, Hall, Riepel, Borland, Stewart, King, Higginson . . . . .	675—680
<b>Perceuses pour plaques tubulaires</b> . Chaliot et Gratiot, Attock, Bennett, Harisson, Mac Key, Myers Manufacturing C°. . . . .	680—682
LES DÉCOUPEUSES. Embleton et Porter, Smiles, Scriven, Hartmann. . . . .	683—687
TRAVAIL DES ENTRETOISES. . . . .	689—697
<i>Finisseuse de Peacock et Holt</i> . . . . .	689
<i>Appareils de M. F. Mathias</i> . . . . .	690—693
Machine à percer . . . . .	692
— à tarauder. . . . .	693

	Pages
LES EMBOUTISSEUSES. . . . .	697
Essais d'emboutissage à froid de MM. Easton et Anderson. . . . .	697
Emboutissages de M. Tordoff. . . . .	698
<i>Presse à emboutir</i> de Brown. . . . .	699
— de Piedbœuf. . . . .	700
— de Kirk. . . . .	700
— de la Société des Batignolles. . . . .	701
<i>Marteau hydraulique de Tweddell.</i> . . . .	703
<i>Emboutisseuses mécaniques.</i> Adamson, Lyall, Fox . . . . .	706—710

---

### ADDITIONS

Voûtes en briques réfractaires. Ricourt. . . . .	711—714
Chambres de combustion. . . . .	714—715
Foyers à pétrole d'Allen, de Bay et de Rosette. . . . .	715—720

---