

# LA TRACTION ÉLECTRIQUE

par

**Marcel GARREAU**

Directeur adjoint du Matériel et de la Traction de la S.N.C.F.  
Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers

---

Édition entièrement refondue

---

1965

ÉDITIONS SCIENTIFIQUES RIBER  
117, Boulevard de Sébastopol - PARIS II<sup>e</sup>

# TABLE DES MATIÈRES

---

## INTRODUCTION

### DÉVELOPPEMENT DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TRACTION ÉLECTRIQUE. INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DE L'ÉLECTRIFICATION.

— Notion de système de traction électrique.....	9
— Notion de bilan financier .....	13
— Bilan énergétique.....	17

## Chapitre I

### L'ALIMENTATION EN ÉNERGIE JUSQU'AUX ENGINES DE TRACTION.

— Courant continu .....	19
— Courant monophasé à basse fréquence .....	22
— Courant monophasé de fréquence industrielle.....	24

## Chapitre II

### CALCUL DES CHUTES DE TENSION DANS LA LIGNE DE CONTACT.

— Chutes de tension en courant continu .....	28
— Chutes de tension en courant alternatif .....	41

## Chapitre III

### LES SOUS-STATIONS DE TRACTION. (DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES SOUS-STATIONS. DISTRIBUTION DU COURANT DE TRACTION ET PROTECTION DE LA LIGNE DE CONTACT.)

— Courant continu .....	56
— Courant monophasé 15 kV 16 2/3 Hz .....	62
— Courant monophasé 25 kV 50 Hz .....	63

## Chapitre IV

### LES SOUS-STATIONS DE TRACTION (LES GROUPES CONVERTISSEURS).

— Groupes convertisseurs « triphasé-continu » des sous-stations à courant continu .....	71
— Commutatrices .....	72
— Redresseurs à vapeur de mercure .....	78
— Redresseurs à semi-conducteurs .....	100
— Groupes convertisseurs « triphasé 50 Hz - monophasé 16 2/3 Hz » .....	110
— Groupes des sous-stations de « conversion répartie » (sous-stations suédoises) .....	110
— Groupes de stations centrales de conversion .....	111

## Chapitre V

### RÉPERCUSSIONS DES SOUS-STATIONS DE TRACTION SUR LE RÉSEAU PRIMAIRE.

- Harmoniques engendrés par les sous-stations à redresseurs ..... 116
- Déséquilibres provoqués par les sous-stations à 50 Hz ..... 120

## Chapitre VI

### LA CONDUITE DES SOUS-STATIONS, AUTOMATICITÉ ET COMMANDE A DISTANCE.

- Généralités ..... 133
  - Domaine de l'automatisme et de la commande à distance ..... 133
  - La commande par les gares ..... 135
  - La commande centralisée. Ses avantages ..... 136
  - La commande centralisée en courant continu 1 500 V et en monophasé 25 kV ..... 137
- Les systèmes de télécommande ..... 138
  - Les conditions à remplir ..... 138
  - Notions de principe sur les systèmes utilisés ..... 141
  - La télémesure ..... 149

## Chapitre VII

### LES LIGNES DE CONTACT.

- Conditions à remplir par une caténaire. Classement des différents types . 150
- Quelques caractéristiques des caténaires normalisées en France ..... 158

## Chapitre VIII

### EFFETS DE LA TRACTION ÉLECTRIQUE SUR LES CANALISATIONS ET LES LIGNES DE TÉLÉCOMMUNICATION VOISINES (CORROSION. DANGER ET TROUBLE).

- Effets de corrosion du courant continu circulant dans le sol ..... 163
  - Réduction des courants vagabonds ..... 164
  - Protection des canalisations ..... 165
- Danger et trouble sur les lignes de télécommunications voisines ..... 167
  - Courant monophasé
    - Lignes aériennes. Influence ..... 172
    - Lignes aériennes. Induction ..... 173
    - Lignes en câbles. Induction ..... 175
    - Transformateurs suceurs ..... 180
  - Courant continu
    - Lignes aériennes. Danger ..... 183
    - Lignes aériennes. Trouble ..... 183

## Chapitre IX

### LA TRACTION DES TRAINS. POSITION DU PROBLÈME.

- Efforts résistants en fonction de la vitesse ..... 188
- Notion d'adhérence ..... 194
- Efforts moteurs en vitesse. Puissance par essieu moteur ..... 201
- Efforts de démarrage. Charges démarrables ..... 203
- Limitations apportées par les attelages ..... 207

## Chapitre X

<b>DÉCHARGEMENTS DES ESSIEUX DUS A L'EFFORT DE TRACTION (CABRAGE)</b>	209
---	-----

## Chapitre XI

### **DISPOSITIONS DE PRINCIPE DE LA PARTIE MÉCANIQUE DES LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES.**

— Dispositions générales du train roulant .....	219
— Liaisons mécaniques entre bogie et essieux .....	221
— Liaisons mécaniques entre caisse et bogies .....	226

## Chapitre XII

<b>SUSPENSION DES MOTEURS ET TRANSMISSION DE L'EFFORT ENTRE MOTEURS ET ROUES</b> .....	235
--	-----

## Chapitre XIII

<b>GÉNÉRALITÉS SUR LA PARTIE ÉLECTRIQUE DES ENGIN MOTEURS</b> ....	250
--	-----

## Chapitre XIV

<b>INTRODUCTION A L'ÉTUDE DES LOCOMOTIVES A COURANT CONTINU. SCHEMA DE PRINCIPE DE CIRCUIT DE PUISSANCE</b> .....	254
---	-----

## Chapitre XV

### **LE MOTEUR DE TRACTION A COURANT CONTINU TYPE SÉRIE.**

— Les raisons de son choix.....	258
— Caractéristiques I(V) et F(V) aux différents crans.....	267
— Quelques paramètres constructifs des moteurs de traction à courant continu .....	286

## Chapitre XVI

### **ÉQUIPEMENT DE TRACTION DES LOCOMOTIVES A COURANT CONTINU.**

— Méthodes de changement de couplages.....	295
— Méthodes de réduction du champ.....	299
— Différents types d'équipements.....	303

## Chapitre XVII

### **FREINAGE ÉLECTRIQUE DES LOCOMOTIVES A COURANT CONTINU.**

— Position du problème.....	306
— Freinage rhéostatique.....	311
— Freinage par récupération.....	319

## Chapitre XVIII

<b>LOCOMOTIVES A COURANT CONTINU SPÉCIALES</b> .....	328
--	-----

## Chapitre XIX

### **LE MOTEUR DE TRACTION MONOPHASÉ A COLLECTEUR.**

— Rappel de notions fondamentales sur le moteur de traction monophasé type série.....	330
— Le moteur de traction monophasé à collecteur.....	339

*Chapitre XX*

**LES LOCOMOTIVES A MOTEURS MONOPHASÉS A COLLECTEUR OU « MOTEURS DIRECTS » (16 2/3 Hz ET 50 Hz).**

— Caractéristiques F(V).....	348
— Définition de la puissance.....	351
— Dispositifs de réglage de la tension.....	353
— Comparaison entre réglage basse tension et réglage haute tension....	359

*Chapitre XXI*

**FREINAGE ÉLECTRIQUE DES LOCOMOTIVES A MOTEURS MONOPHASÉS.**

— Freinage rhéostatique.....	362
— Freinage par récupération.....	363

*Chapitre XXII*

**GÉNÉRALITÉS SUR LES LOCOMOTIVES A 50 Hz A CONVERSION DE COURANT** 371

*Chapitre XXIII*

**LOCOMOTIVES A 50 Hz A GROUPES CONVERTISSEURS TOURNANTS « MONO-PHASÉ-CONTINU »** ..... 374

*Chapitre XXIV*

**LOCOMOTIVES A 50 Hz A GROUPES CONVERTISSEURS TOURNANTS « MONO-PHASÉ-TRIPHASÉ »** ..... 386

*Chapitre XXV*

**LOCOMOTIVES A REDRESSEURS.**

— Montage des redresseurs. Push-pull et pont.....	395
— Moteurs de traction des locomotives à redresseurs.....	399
— Caractéristiques F(V) des locomotives à redresseurs.....	403
— Harmoniques primaires.....	406
— Freinage par récupération.....	409
— Locomotives à redresseurs au silicium.....	416
— Redresseurs au silicium contrôlés, ou thyristors.....	420

*Chapitre XXVI*

**LES LOCOMOTIVES POLY-COURANT.**

— Les différentes catégories.....	432
— Pantographes et palpage.....	434
— Schémas de puissance.....	435
— L'alimentation des auxiliaires.....	438

*Chapitre XXVII*

**L'UTILISATION DE L'ADHÉRENCE CONSIDÉRÉE DU POINT DE VUE DE L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES LOCOMOTIVES.**

— Comparaison entre les divers types.....	439
— Détection des glissements. Lutte contre les patinages.....	453