

DIDIER JANSOONE

MANUEL D'EXPLOITATION FERROVIAIRE

**FORMATION DES EXPLOITANTS DU
FERROVIAIRE, IUT, CNAM,
ÉCOLES D'INGÉNIEURS**

3^e ÉDITION

DUNOD

Direction artistique : Nicolas Wiel
Conception graphique de la couverture : Pierre-André Gualino

© Dunod 2018, 2021, 2024
11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-087729-4

● Table des matières

Présentation de la troisième édition	1
Remerciements et avertissement de l'auteur	3
Avant-propos	5
1. L'exploitation ferroviaire : une science de l'ingénieur	5
2. Les principes fondamentaux de l'exploitation technique du chemin de fer	6
3. Les aspects « sécurité » du trafic	7
4. L'exploitation ferroviaire : une « matière » difficile ?	8
5. Quels sont les points « clés » à assimiler ?	9
6. Quelle sera la méthodologie de l'ouvrage ?	15
Introduction	17
1. Une infrastructure originale	17
2. Un moyen de transport guidé à faible coefficient d'adhérence	18
3. L'analogie entre la route et le ferroviaire	19
4. L'approche système du transport ferroviaire	21
Partie 1	
Les équipements de base du système ferroviaire	23
1 Le train comme mobile de transport	25
1. Les rames tractées par une locomotive	26
2. Les rames automotrices	30
3. Les autorails	32
4. Les engins spécialisés	33
5. Les trains de travaux	33

2	La voie ferrée comme moyen de guidage	36
1.	Les éléments constitutifs de la voie	37
2.	Plate-forme et ouvrages d'art	39
3.	Les équipements de la voie	41
3	L'aiguillage pour bifurquer	43
1.	Notions élémentaires	43
2.	L'appareil d'aiguillage	44
3.	Les aiguilles implantées sur les voies de circulation	44
4.	Les aiguilles implantées sur les voies de débord des gares	47
5.	Les équipements de protection des voies de circulation	48
4	Des gares et des lignes pour prendre et faire circuler les trains	52
1.	Des gares pour prendre le train	52
2.	Des chantiers de production ferroviaire	52
3.	Des lignes conventionnelles et à grande vitesse	53
5	Une signalisation pour donner des instructions aux conducteurs	55
1.	La signalisation autorisant le passage des trains	55
2.	Les signalisations d'annonce, de limitation de vitesse et de direction	58
3.	La signalisation sur les lignes TGV	60

Partie 2

Les spécificités des lignes à traction électrique 63

6	Les différentes technologies	65
1.	Le troisième rail conducteur	65
2.	L'alimentation par fil de contact	67
3.	Les deux principales tensions d'alimentation	67

7	La chaîne de distribution de l'énergie électrique	71
1.	La transformation en énergie de traction	71
2.	Les caténaires de distribution	71
3.	Le circuit de retour de traction	73
4.	Les locomotives électriques	73
8	Exploitation des installations de traction électrique	77
1.	Le découpage en éléments de caténaires	77
2.	Exploitation des caténaires primaires	79
3.	Exploitation des caténaires secondaires	80

Partie 3

La gestion opérationnelle des circulations ferroviaires 83

9	L'organisation du trafic	85
1.	Qu'est-ce qu'un train ?	85
2.	Plan de transport	86
3.	Préparation des trains	87
10	Le rôle des gares	89
1.	Un rôle prépondérant dans la circulation ferroviaire	89
2.	La notion réglementaire de gare	90
3.	Gares permanentes et temporaires	90
11	L'organisation des postes de circulation	92
1.	L'organisation et la mission d'un poste	92
2.	Aiguiller, surveiller le trafic et protéger les agents travaillant sur les voies	93
3.	Les incidents en ligne	93

12	Le suivi des circulations en temps réel	95
1.	La mission du COGC	95
2.	Le régulateur	96

Partie 4

Les principes fondamentaux de sécurité ferroviaire

13	Risque ferroviaire et exigence de sécurité	101
1.	Risques liés à la circulation d'un mobile sur une voie de chemin de fer	101
2.	Natures des différents risques	101
3.	Comment y répondre ?	102
14	Les risques liés au matériel roulant	106
1.	Le risque de rupture d'essieu	106
2.	Le risque de rupture d'attelage	106
3.	Le risque d'avoir un chargement défectueux	107
4.	Le risque d'avoir les freins qui lâchent	107
15	Les risques liés à l'état de l'infrastructure	110
1.	Les risques liés à l'état de la voie	110
2.	Les risques liés aux zones en travaux	110
3.	Les risques liés aux ouvrages d'art	111
16	Les risques liés à l'environnement d'une ligne de chemin de fer	112
1.	Les risques liés aux intempéries	112
2.	Les risques liés à la traversée des voies dans les gares	112
3.	Les risques liés aux intersections avec les routes	113
17	Les risques particuliers liés à la circulation des trains sur une voie ferrée	116
1.	Le risque de rattrapage	116
2.	Le risque de prise en écharpe	122

3. Le risque de déraillement par excès de vitesse	123
4. Le risque de collision avec un obstacle	124
5. Le risque du nez à nez	124

Partie 5

La signalisation ferroviaire fixe et embarquée 127

18 Principes de signalisation	129
1. Espacer les trains	129
2. Protéger les intersections	130
3. Imposer une limitation de vitesse au conducteur	132
4. Préciser au conducteur la direction qu'il va suivre	132
19 Aspect des signaux	135
1. Les signaux fugitifs	135
2. Les signaux mécaniques	136
3. Les panneaux lumineux	137
4. Les tableaux lumineux	140
5. Les pancartes et les tableaux réflectorisés	140
6. Les tableaux mécaniques fixes ou mobiles	141
20 Signalisations à grande vitesse et ferroviaire embarquée européenne	143
1. Genèse de la signalisation embarquée	143
2. La TVM, évolutions et fonctionnement	144
3. Vers une signalisation unifiée européenne : le projet ERTMS	144
21 Les systèmes de contrôle	147
1. La surveillance des actions du conducteur	147
2. La répétition des signaux fermés	148
3. Le contrôle de position des installations manœuvrées à distance	149

Partie 6

Les différentes technologies de postes d'aiguillage 153

- 22 Les postes mécaniques et électromécaniques 155**
 - 1. L'enclenchement par serrure 155
 - 2. Genèse des postes enclenchés 157
 - 3. Le poste mécanique enclenché Vignier 158
 - 4. Le poste mécanique Saxby 159
 - 5. Les postes électromécaniques 161
- 23 Les postes électriques 163**
- 24 Les postes à commandes informatiques 166**
- 25 Technologie et organisation du service de la circulation dans les gares 168**
 - 1. Gares à poste unique 168
 - 2. Gares à postes multiples et poste coordonnateur 169
 - 3. Gares à postes satellites 170
 - 4. Commandes centralisées 171

Partie 7

Les dispositifs techniques de sécurité ferroviaire 173

- 26 L'aiguillage des circulations ferroviaires 175**
 - 1. Comment « aiguiller » un train ? 175
 - 2. Les différents types de commandes à la disposition des aiguilleurs 176
 - 3. Les contrôles remontant du terrain 177
 - 4. Le dispositif de détection de la présence d'un essieu sur une aiguille 178

27	Commande et contrôle des aiguilles et des signaux de protection	182
1.	La notion de poste enclenché	182
2.	Les enclenchements mécaniques	182
3.	Les enclenchements électriques	183
28	Comment sécuriser le passage d'un train en gare ?	184
1.	Quels sont les risques ?	184
2.	Comment y pallier ?	184
3.	Enclenchements électriques équipant les grandes gares	185
4.	Comprendre par l'exemple : utilité pratique des zones en sécurité ferroviaire	185
29	La sécurité du trafic en ligne	188
1.	Les passages à niveau	188
2.	La détection des anomalies sur les trains	189
3.	Les systèmes d'alerte en cas d'éboulement	190

Partie 8

Règles de circulation et de composition des trains applicables sur le réseau SNCF

30	Principes généraux d'exploitation des lignes	193
1.	Les différents régimes d'exploitation	193
2.	Rôle des gares du point de vue mouvement et sécurité : organisation du service de la circulation	194
3.	Mise en marche des trains et respect des horaires	195
31	Mise en circulation des convois sur une voie ferrée	197
1.	Classification des convois	197
2.	Règles de composition et de freinage	197
3.	Reconnaissance à l'aptitude au transport	197
4.	Signalisation des trains	198

32	Règles de circulation applicables sur les lignes à deux voies	200
1.	La conception des lignes exploitées sous ce régime	200
2.	Espacement des circulations	201
3.	Circulation des trains en sens inverse du sens normal	202
4.	Dépassement de deux trains	202
5.	Protection des trains arrêtés circulant dans le même sens	203
33	Règles particulières de circulation sur les lignes à une seule voie	204
1.	Le régime d'exploitation de la voie unique	204
2.	L'organisation d'une ligne exploitée sous ce régime	205
3.	L'ordonnancement des circulations pour un jour déterminé	205
4.	Respect de l'ordre normal de circulation des trains	206
5.	La modification des points de croisement en opérationnel	207
6.	Mise en circulation d'un train non prévu	207
34	Dégagement du réseau en cas d'incident	209
1.	Utilisation des communications de secours des gares de DV en cas d'incident	209
2.	Dégagement d'un train en panne	210
3.	Organisation d'un mouvement à contre-voie	211
4.	Voie unique temporaire entre deux gares	212
5.	Les spécificités des lignes à voie unique	212

Partie 9

L'exploitation des lignes du métro de la RATP

35	Principes généraux d'exploitation du métro	217
1.	Les caractéristiques du réseau urbain	217
2.	Une automatisation poussée	218
3.	Une signalisation adaptée	218

36	La signalisation Métro	220
1.	L'« esprit » des indications	220
2.	L'espacement des rames en tunnel et sur les viaducs	221
3.	Le principe de l'intervalle « tampon »	221
37	L'exploitation des stations	223
1.	Signalisation d'entrée en station	223
2.	Le cas des stations de bifurcation	224
3.	Signalisation des stations pouvant être utilisées comme terminus provisoire	226
	Annexe. Commande de la signalisation : usage des enclenchements	231
1.	Signalisation lumineuse à l'approche ou à la traversée d'une gare	233
2.	Commande d'un carré à l'ouverture	235
3.	Conditions d'ouverture effective du panneau C1	236
4.	Action des différentes zones électriques	237
5.	Transformation des indications lumineuses à l'ouverture	243
	Abréviations	245
	Du même auteur	249
	Crédits iconographiques	251
	Pour aller plus loin	253
	Index	255



Retrouvez en téléchargement sur le site dunod.com un glossaire des termes employés dans l'ouvrage.

Présentation de la troisième édition

Publié pour la première fois en 2018, le *Manuel d'exploitation ferroviaire* est aujourd'hui devenu la référence incontournable de celles et ceux qui débutent – ou entament des études – dans le transport ferroviaire. Quel que soit le diplôme préparé, quel que soit le métier envisagé, quelle que soit l'entreprise ferroviaire dans laquelle il ou elle souhaitera faire carrière et évoluer : l'étudiant ou le salarié devra découvrir et maîtriser les notions d'exploitation technique du chemin de fer – un système complet de transport guidé de voyageurs et de marchandises.

Comment définir l'« exploitation ferroviaire » ? C'est une branche particulière du vaste cours de « chemin de fer » qui en comporte six autres : génie civil, ouvrages d'art, voie et appareils de voie, contrôle-commande de la signalisation, installations de traction électrique et conception du matériel roulant.

Que regroupe cette branche dite d'« exploitation » ? Tout ce qui, de près ou de loin, permet à un réseau ferroviaire de bien fonctionner une fois mis en service et de satisfaire sa clientèle (voyageurs et chargeurs de fret). Elle regroupera les diverses pratiques destinées à gérer les circulations sur une ligne de chemin de fer classique, à grande vitesse, à voie « normale » ou « métrique », urbaine ou interurbaine. Cela pourra donc être une ligne exploitée par la SNCF, mais aussi une ligne de métro exploitée par la RATP. C'est pourquoi **cette troisième édition** s'enrichit d'une nouvelle **partie 9**, plus spécialement destinée à décrire l'exploitation du métropolitain de Paris (et présentant de façon détaillée les grandes bases du Block Métro).

Contiendra-t-elle d'autres nouveautés ? Comme dans les deux premières éditions, le lecteur trouvera **les bases** nécessaires à la compréhension globale du sujet, ainsi qu'un thème incontournable : **la sécurité du trafic ferroviaire**, sans laquelle **rien** ne serait possible. Ce thème méritant d'être développé, **une annexe entièrement revue** est proposée en fin d'ouvrage, traitant notamment des enclenchements (et de leurs effets sur la signalisation fixe).

Plus généralement, à quoi pourra servir cet ouvrage ? Le lecteur, qu'il soit étudiant, salarié ou passionné, disposera d'un **cours complet** pouvant le guider dans son apprentissage en complétant l'enseignement qu'il recevra des formateurs et des intervenants. Il lui permettra également d'entreprendre, sans aucune difficulté, la lecture d'ouvrages plus approfondis en matière de production ferroviaire (planification et suivi du trafic, construction des horaires), d'organisation ferroviaire et de sécurité du trafic, de traction électrique et, plus généralement, de fonctionnement des installations de sécurité et de signalisation.