VÖV UTP
Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

D RTE 27900

Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre

Documentation

RTE – Ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire

D

RTE 27900

VÖV UTP
Verband öffentlicher Verkehr
Union des transports publics
Unione dei trasporti pubblici

Edité par	Edité le	Entré en vigueur le	Subordonné à
UTP	01.07.2014	01.02.2015	–
Elaboré par	**Approuvé par**	**Adapté le**	**Remplace**
Groupe de travail UTP	PL RTE	01.11.2021 (voir page 3)	RTE 27900, 1ère édition du 01.11.2008

Distribution	Versions linguistiques
Entreprises ferroviaires de l'UTP Office fédéral des transports OFT Extranet UTP / Webshop RTE (www.rte.utp.ch)	d, f, i **Nombre de pages** 213

Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre

Documentation



© UTP

Conditions d'utilisation relatives à l'ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (RTE)

Lors de l'utilisation des documents, il convient de garder à l'esprit qu'ils ont été rédigés pour répondre exclusivement aux besoins des chemins de fer et des entreprises de transports publics suisses et qu'ils sont réservés à cet usage. Par conséquent, une utilisation correcte suppose d'avoir suivi une formation tant théorique que pratique dans ce domaine. L'ouvrage de référence RTE se limite à deux niveaux de documents:

- Les documents R viennent compléter ou améliorer les prescriptions souveraines et les normes techniques. Les instructions qu'ils donnent doivent être suivies comme tout règlement.
- Les documents D comprennent des manuels et des documentations servant de recommandations ou d'aides dans le quotidien professionnel ou, à titre exceptionnel, reflètent l'état de la technique et représentent la vraie pratique en vue d'une standardisation.

Groupe de travail UTP

Direction
Peter Scholl, Chemins de fer fédéraux (CFF), Berne

Membres
Rolf Balli, Chemins de fer fédéraux (CFF), Berne
Thomas Berger, Chemins de fer fédéraux (CFF), Berne
Maurus Cotti, Chemin de fer rhétique (RhB), Landquart
Markus Enzler, Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Worblaufen
Rolf Fankhauser, BLS SA, Berne
Rudolf Geiser, Office fédéral des transports (OFT), Ittigen (depuis 2013)
Rodolfo Richterich, Chemins de fer fédéraux (CFF), Berne

Assistance de projet
Peter Moser, anciennement Transports en commun de Neuchâtel et environs (TN), Neuchâtel

Révision
Martin Strobel, Union des transports publics (UTP), Berne

Traduction
Peter Moser, anciennement Transports en commun de Neuchâtel et environs (TN), Neuchâtel

Éditeur
UTP Union des transports publics
Technique ferroviaire
Dählhölzliweg 12, CH-3000 Berne 6
www.utp.ch, RTE@utp.ch

Webshop RTE
www.rte.utp.ch

ISBN 978-3-906225-07-4

© Union des transports publics, Berne, juillet 2014

Historique des modifications

Date	Modifications
01.11.2008	1ère édition
01.07.2014	2ème édition: – actualisation à l'OCF et aux DE-OCF – suppression chapitres 14.x, figurant au R RTE 20600 – nouvelles annexes CFF A3 – A6 Corrections et adaptations du 01.12.2020: – Corrections page 156: Nouveau code «4» au lieu de «b» dans l'image 11-8 – Adaptations page 208: Remplacement des compléments spécifiques aux CFF annexe A2 Corrections et adaptations du 01.11.2021: – Corrections page 154: Nouveau code «8» au lieu de «b» dans l'image 11-6 et complément des inscriptions – Corrections page 156: Nouveau code «8» au lieu de «4» dans l'image 11-8 – Adaptations page 207: ajout du numéro d'art. CFF au code 2 «Conducteur de retour de courant» et isolation corrigée au code a et 9, annexe A1

© UTP

© UTP

Préface

L'Abbaye bénédictine d'Einsiedeln vend des cartes postales sur lesquelles figure le texte «Les Dix Commandements ne sont compréhensibles que du fait qu'ils ont été édictés sans participation d'une commission d'experts».

Lorsque nous comparons le chapitre «retour du courant de traction et mise à la terre» dans les Dispositions d'exécution de l'Ordonnance sur les chemins de fer au manuel des mises à terre, nous constatons que 7 pages contenant 1347 mots sont devenues un ouvrage de plus de deux cents pages. En incluant les moult normes en vigueur dans le domaine du retour du courant de traction et de la mise à terre, la liste des solutions possibles devient tellement longue qu'un particulier se sentirait dans l'incapacité de l'étudier à fond pour un cas d'application spécifique. De ce fait, il faut des experts connaisseurs de la matière. Et il est même difficile à ces experts de garder la vue d'ensemble en raison des révisions des normes qui se suivent à une cadence toujours plus élevée.

Le «Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre» veut aider à ce niveau-là. Parmi les différentes recettes de cuisine possibles qui permettraient de «nous rassasier», il nous propose les meilleures solutions et nous évite ainsi l'embarras du choix.

L'objectif consistait à rendre applicable pour tous les chemins de fer le manuel des mises à terre «rustique» rédigé initialement pour les CFF en y incluant les «finesses» propres aux chemins de fer à courant continu. Une véritable guerre des religions risqua d'éclater au sujet de la définition de la bonne couleur de l'isolation qui désigne les conducteurs de retour de courant et de mise à terre.

Entre-temps, ce problème a été résolu et par le remplacement de la «mise à terre» par une «connexion au circuit de retour de courant», la deuxième édition de cet ouvrage a pu décoller de la piste, vient de sortir de l'imprimerie et est également disponible au téléchargement sur Internet.

Une vive reconnaissance est exprimée aux nombreux experts qui cette fois ont «sauvé» le projet! L'ouvrage commencé il y a dix ans est achevé – pour autant que l'on puisse l'exprimer ainsi dans notre époque actuelle qui est caractérisée par une évolution technologique «explosive».

Muri bei Bern, le 1er juillet 2014
Urs Wili, ing. él.dipl. EPFZ

© UTP

1 Généralités 11
1.1 Introduction 11
1.2 Objectifs du Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre (REHB) 11
1.3 Modifications d'installations 12
1.4 Application du Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre (REHB) 12
1.5 Abréviations 12

2 Bases 15
2.1 Réglementations souveraines 16
2.2 Normes 17
2.3 RTE- et réglementations des chemins de fer 18
2.4 Aide-mémoires 19
2.5 Réglementations techniques 19

3 Définitions, symboles, marquages 20
3.1 Définitions 20
3.2 Symboles 28
3.3 Marquage de conducteurs 28
3.3.1 Exécution et marquage de conducteurs 30
3.4 Rencontre de systèmes de mise à la terre 32

4 Principes 33
4.1 Bases physiques et techniques 34
4.1.1 Pourquoi mettre à terre? 34
4.1.2 Le principe de la mise à terre 34
4.2 Mesures de protection 35
4.3 Protection de personnes 36
4.3.1 Le principe pour la protection des personnes 38
4.4 Courts-circuits 40
4.4.1 Introduction 40
4.4.2 Court-circuits momentanés et permanents 40
4.4.3 Intensité du courant de court-circuit 41
4.4.4 Effet thermique du courant de court-circuit 42
4.4.5 Force magnétique du courant de court-circuit 42
4.5 Zone avec des mesures spéciales (DE-OCF 44.d, chi. 4) 43
4.5.1 Zone de ligne de contact et zone de captage du courant (Zone 1) 43
4.5.2 Zone d'entrée en contact simultanée (zone 2) 50
4.6 Conduction du retour du courant de traction 51
4.6.1 Rapport courant de traction - courant de retour 54
4.6.2 Concept de conduction de retour de courant et de mise à terre 55
4.7 Conducteurs de retour du courant de traction 57
4.7.1 Impédance des rails 57
4.7.2 Résistance au courant continu de la corde de retour de courant 57
4.7.3 Résistance du sol 58
4.8 Mécanismes de couplage 59
4.8.1 Couplage ohmique (galvanique) 59
4.8.2 Couplage inductif (induction) 60
4.8.3 Couplage capacitif (influence) 63
4.9 Champs magnétiques 65
4.9.1 Bases et recommandations pour minimiser les champs magnétiques 66
4.10 Propagation du potentiel du système de retour de courant 67
4.10.1 Protection contre le contact à la place de la terre de protection 68
4.10.2 Objets avec connexion double au système de retour de courant de traction .. 68

4.11 Conduction du retour AC/DC ... 68
4.12 Gares communes avec du courant AC et DC ... 69
4.13 Courant AC et DC sur la même voie ... 69

5 Documentation ... 70
5.1 Concept de retour de courant et de mise à terre ... 70
5.1.1 Périmètre du concept de conduction de retour de courant et de mise à terre ... 70
5.1.2 Présentation du concept de conduction de retour et de mise à terre ... 72
5.1.3 Exemple d'un concept de conduction de retour et de mise à terre d'un chemin de fer à courant alternatif ... 73
5.1.4 Exemple d'un concept de conduction de retour et de mise à terre d'un chemin de fer à courant continu ... 74
5.2 Fiche de données spécifiques au site selon ORNI ... 75

6 Mesures de protection et de mise à terre ... 76
6.1 Protection contre la décharge électrique ... 76
6.1.1 Protection de base ... 76
6.1.2 Protection en cas d'erreur ... 76
6.1.3 Protection par déclenchement automatique ... 76
6.2 Equipotentialité ... 77
6.2.1 Généralités ... 77
6.2.2 Equipotentialité principale ... 77
6.3 Barre principale d'équipotentialité (HPAS) ... 79
6.4 Connexion du conducteur de retour de bâtiment (AGR) ... 80
6.5 Systèmes de protection ... 83
6.5.1 Système TN ... 85
6.5.2 Système TT ... 86
6.6 Séparation des systèmes de retour de courant de traction et de terre ... 88
6.7 Electrode de terre (prises de terre) ... 90
6.7.1 Electrode de terres de fondations ... 90
6.8 Installation de mise à terre ... 91

7 Compatibilité électromagnétique (CEM) ... 93
7.1 Définitions relatives à la compatibilité électromagnétique ... 93
7.1.1 Autres définitions relatives au thème de la compatibilité électromagnétique ... 94
7.2 CEM pour les installations de retour de courant de traction ... 94
7.3 Mesures de protection CEM et concept CEM ... 95

8 Protection contre la foudre ... 96
8.1 Champ d'application (obligation de prendre des mesures de protection contre la foudre) ... 96
8.2 Exécution ... 97
8.2.1 Protection extérieure contre la foudre ... 97
8.2.2 Protection intérieure contre la foudre ... 97
8.3 Mise à terre et protection contre la foudre d'installations d'antennes ... 97
8.3.1 Mise à terre d'antennes aux bâtiments ... 97
8.3.2 Mises à terre d'antennes sans protection contre la foudre intégrée au bâtiment ... 97
8.3.3 Mise à terre d'antennes à l'extérieur du bâtiment ... 97
8.4 Contrôle ... 99

9 Installations à câbles ... 100
9.1 Principes ... 100
9.2 Protections de câbles métalliques ... 101
9.3 Installations à câbles avec des câbles pourvus d'armatures métalliques ... 101

 © UTP

9.4 Connexion d'un côté au système de retour de courant pour câbles 102
9.5 Installations de câbles à haute tension 16.7 Hz 103
9.5.1 Recommandations relatives au concept de câbles 104
9.6 Installations à câbles de chemins de fer à courant continu 105

10 Installations de lignes de contact 106
10.1 Supports de caténaires 106
10.1.1 Les mâts de la ligne de contact de chemins de fer à courant alternatif 106
10.1.2 Les mâts de la ligne de contact de chemins de fer à courant continu 106
10.2 Alimentation en énergie de traction de chemins de fer à courant alternatif 107
10.3 Rails de roulement 110
10.3.1 Equipements pour le contrôle d'occupation de la voie 110
10.4 Cordes de retour du courant et conducteurs de terre 113
10.4.1 Dimensionnement et disposition de cordes de retour de courant et conducteurs de terre 113
10.4.2 Dimensionnement des conducteurs de retour de courant en fonction du courant de court-circuit de la ligne de contact et du courant de retour de traction 122
10.5 Raccordement de la sous-station 129
10.5.1 Raccordement aux rails (pôle de terre) 129
10.5.2 Raccordement aux cordes du retour de courant 129
10.6 Transformateurs et convertisseurs de mesure sur les mâts 130
10.6.1 Transformateurs 16.7 Hz 130
10.6.2 Transformateurs de mesure 130
10.7 Installations d'interrupteurs et de postes de distribution 132
10.8 La conduction de retour du courant de traction des chemins de fer à courant continu 135
10.8.1 Section des cordes de retour de courant 135

11 Ouvrages 136
11.1 Ouvrages d'art: ponts, tunnels, murs de soutènement 136
11.1.1 Généralités 136
11.1.2 Ponts 139
11.1.3 Tunnels 142
11.2 Parois antibruit, glissières de sécurité, clôtures 148
11.2.1 Généralités 148
11.2.2 Parois antibruit 149
11.2.3 Clôtures parallèles et transversales à la voie 150
11.3 Marquises 152
11.3.1 Généralités 152
11.3.2 Conducteur de retour de quai 152
11.3.3 Descentes intermédiaires 153
11.3.4 Tôle en bordure de marquise (finition du bord de toit) 153
11.3.5 Plans de situation 154
11.4 Plancher double 157
11.4.1 Généralités 157
11.4.2 Exécution 158
11.5 Colonnes principales dans des bâtiments pour des câbles de communication 159
11.5.1 Disposition 159
11.5.2 Mesures constructives 161
11.5.3 Mise à la terre 162
11.6 Point d'entrée commun des conduites (SPE, single point of entry) 163

 © UTP

12 Installations de sécurité 164
12.1 Généralités 164
12.1.1 Bases et champ d'application 164
12.2 Installation intérieure 165
12.2.1 Barre principale d'équipotentialité (HPAS) dans le bâtiment 165
12.2.2 Barre principale d'équipotentialité (HPAS) pour bâtiments séparés 166
12.2.3 Mise à terre des appareils 166
12.3 Installation extérieure 171
12.3.1 Généralités 171
12.3.2 Support d'appareillage de voie 172
12.4 Concept de retour de courant d'aiguilles à grande vitesse 175

13 Installations de télécommunications 176
13.1 Principe 176
13.2 Alimentations électriques 177
13.3 Systèmes de transmission de données 177
13.4 Autres installations de télécommunications 178

14 Installations particulières 179
14.1 Installation pour alimenter des véhicules ferroviaires et de trolleybus arrêtés 179
14.1.1 Installation de pré-climatisation des trains ZVA 180
14.1.2 Dispositifs de connecteurs de dépôt 182
14.2 Installations d'alimentation sans interruption 183
14.3 Alimentation électrique de chantiers 183
14.4 Machines de chantier mobiles 183
14.5 Ponts bascule 184
14.5.1 Ponts bascule conventionnels 184
14.5.2 Pont bascule dynamique 185
14.6 Installations de chauffage d'aiguilles électrique 186
14.6.1 Introduction 186
14.7 Installations de citernes 187
14.7.1 Généralités 187
14.7.2 Détermination des zones Ex 187
14.8 Installations de chauffage d'aiguilles à gaz 188
14.9 Colonnes à carburant benzine et diesel 190
14.9.1 Généralités 190
14.9.2 Fixation des zones Ex 190

15 Objets ferroviaires et système de retour de courant 191
15.1 Tableau «connecter au conducteur de retour de courant» 191

16 Exemple d'une réalisation 197
16.1 Principe de mise à terre et de retour du courant de traction du Glattalbahn 197

17 Bibliographie et références de commande 203
17.1 Bibliographie 203
17.2 Références de commande 204
17.2.1 Réglementations souveraines 204
17.2.2 Normes 204
17.2.3 Autres prescriptions 204

18 Index des mots clé 205

 © UTP