

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62128-1

Première édition
First edition
2003-05

**Applications ferroviaires –
Installations fixes –**

**Partie 1:
Mesures de protection relatives à la
sécurité électrique et à la mise à la terre**

**Railway applications –
Fixed installations –**

**Part 1:
Protective provisions relating to
electrical safety and earthing**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62128-1:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62128-1

Première édition
First edition
2003-05

**Applications ferroviaires –
Installations fixes –**

**Partie 1:
Mesures de protection relatives à la
sécurité électrique et à la mise à la terre**

**Railway applications –
Fixed installations –**

**Part 1:
Protective provisions relating to
electrical safety and earthing**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XC**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	14
3.1 réseau de traction électrique	14
3.2 Réseaux pour l'alimentation en énergie électrique de la traction	14
3.3 Réseaux de lignes de contact	16
3.4 Circuits de retour du courant de traction	22
3.5 Mise à la terre et équipotentialité	24
3.6 Tensions et circuits électriques	28
3.7 Captage du courant	30
3.8 Choc électrique	30
3.9 Dispositifs de protection	32
3.10 Autres définitions	34
4 Mesures de protection contre les chocs électriques dans les installations dont les tensions nominales n'excèdent pas 1 kV en courant alternatif/ 1,5 kV en courant continu	36
4.1 Protection contre les contacts directs	36
4.2 Protection contre les contacts indirects	60
4.3 Mesures de protection des structures entièrement ou partiellement conductrices et des structures métalliques situées dans les zones de lignes aériennes de contact ou de pantographe	62
4.4 Réseaux d'alimentation de traction en courant continu de tension nominale n'excédant pas 1,5 kV en courant continu, dans lesquels les rails de roulement ou les autres supports des véhicules ne servent pas à écouler le courant de retour de traction (par exemple les trolleybus)	64
5 Mesures de protection contre les chocs électriques dans les installations dont les tensions nominales excèdent 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu mais n'excèdent pas 25 kV par rapport à la terre en courant alternatif ou en courant continu	64
5.1 Protection contre les contacts directs	64
5.2 Protection contre les contacts indirects	80
5.3 Mesures de protection des structures entièrement ou partiellement conductrices et des structures métalliques situées dans les zones de ligne aérienne de contact ou de pantographe	82
6 Mesures complémentaires de protection	84
6.1 Mesures de protection lorsque des voies écoulant du courant de retour de traction ou des lignes aériennes de contact traversent des zones industrielles rendues dangereuses par la présence de liquides ou de gaz inflammables	84
6.2 Mesures de protection des réseaux d'énergie électrique, de télécommunication ou autres installations électriques contre les dangers issus du réseau de traction électrique	94
6.3 Mesures de protection des câbles contre les dangers issus du réseau de traction électrique	114
7 Protection contre les dangers dus aux tensions rail/sol	116
7.1 Généralités	116
7.2 Réseau de traction en courant alternatif	118
7.3 Réseau de traction en courant continu	120
8 Sous-stations et postes de traction	124
9 Circuits de retour traction et conducteurs de terre	126

CONTENTS

FOREWORD	11
1 Scope	13
2 Normative references	13
3 Definitions	15
3.1 electric traction system	15
3.2 Traction power supply systems	15
3.3 Contact line systems	17
3.4 Return current circuits	23
3.5 Earthing and bonding	25
3.6 Voltages and electrical circuits	29
3.7 Current collection	31
3.8 Electric shock	31
3.9 Protective devices	33
3.10 Other definitions	35
4 Protective provisions against electric shock in installations for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c.	37
4.1 Protection against direct contact	37
4.2 Protection against indirect contact	61
4.3 Protective provisions for wholly or partially conductive structures and for metallic structures located in the overhead contact line zone or the pantograph zone	63
4.4 Traction power supply systems with nominal voltages up to and including 1,5 kV d.c. in which the running rails or other support systems are not utilized for carrying traction return current (for example trolleybus)	65
5 Protective provisions against electric shock in installations for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth	65
5.1 Protection against direct contact	65
5.2 Protection against indirect contact	81
5.3 Protective provisions for wholly or partially conductive structures and for metallic structures located in the overhead contact line zone or the pantograph zone	83
6 Additional protective provisions	85
6.1 Protective provisions where track systems, which are utilized for carrying traction return current, or overhead contact line systems pass through plant areas in which flammable liquids or gases are utilized in hazardous zones	85
6.2 Protective provisions for electric power, telecommunications and other electrical installations against the danger of the traction power supply system	95
6.3 Protective provisions for cables against the danger of the traction power supply system	115
7 Protection against the danger of rail potential	117
7.1 General	117
7.2 AC traction systems	119
7.3 DC traction systems	121
8 Substations and switching stations	125
9 Return current circuits and earthing conductors	127

10 Moyens pour obtenir une isolation sûre.....	128
11 Dépose des lignes aériennes de contact hors service	128
Annexe A (informative) Obstacles typiques	130
Annexe B (normative) Signal d'avertissement	134
Annexe C (informative) Valeurs guides pour la détermination des tensions rail/sol	136
Annexe D (informative) Tension de contact/accessible et courant traversant le corps	144
Annexe E (normative) Méthodes de mesure des tensions de contact/accessibles.....	156
Bibliographie	158
Figure 1 – Zone de ligne aérienne de contact et zone de pantographe.....	20
Figure 2 – Distances d'éloignement des parties sous tension des lignes aériennes de contact ou des parties sous tension accessibles à l'extérieur des véhicules à partir des aires de passage accessibles aux personnes de tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu.....	38
Figure 3 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux véhicules et à des lignes aériennes de contact.....	40
Figure 4 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux véhicules et à des rails de contact.....	42
Figure 5 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes de contact pour tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.2.2).....	44
Figure 6 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs au-dessus des parties sous tension à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes de contact pour tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.2.3).....	48
Figure 7 – Exemple d'un obstacle isolé placé sous une structure (voir 4.1.3.2.4).....	50
Figure 8 – Structures en bord de voie	52
Figure 9 – Mât de signaux et/ou de téléphone	52
Figure 10 – Chemin latéral autorisé	52
Figure 11 – Passage à niveau d'accès contrôlé (dépôts, cours de marchandises, traversées de gare)	54
Figure 12 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes de contact pour tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.3.1).....	56
Figure 13 – Passages à niveau publics et privés	58
Figure 14 – Distances d'éloignement des parties sous tension accessibles des lignes aériennes de contact ou des parties sous tension à l'extérieur des véhicules à partir des aires de passage accessibles aux personnes de tensions nominales excédant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre	66
Figure 15 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux véhicules et à des lignes aériennes de contact dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre	70

10 Means of achieving safe isolation	129
11 Removing of decommissioned overhead contact lines	129
Annex A (informative) Typical obstacles.....	131
Annex B (normative) Warning sign.....	135
Annex C (informative) Guide values for specific rail potential	137
Annex D (informative) Touch/accessible voltage and body current	145
Annex E (normative) Measurement methods for touch/accessible voltages	157
Bibliography	159
Figure 1 – Overhead contact line zone and pantograph zone.....	1
Figure 2 – Clearances to accessible live parts on the outside of vehicles as well as to live parts of overhead contact line systems from standing surfaces accessible to persons for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c.	39
Figure 3 – Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to overhead contact line systems	41
Figure 4 – Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to conductor rail systems.....	43
Figure 5 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.2.2)	45
Figure 6 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of a contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.2.3)	49
Figure 7 – Example of an insulated obstacle beneath a structure (see 4.1.3.2.4)	51
Figure 8 – Trackside structures	53
Figure 9 – Signal post telephone	53
Figure 10 – Authorized trackside walking route	53
Figure 11 – Railway controlled Crossing (Depots, Goods Yard, Station Crossing).....	55
Figure 12 – Examples of obstacles for standing surfaces in public areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.3.1)	57
Figure 13 – Public Level Crossing, Private Level Crossing	59
Figure 14 – Clearances to accessible live parts on the outside of vehicles as well as to live parts of overhead contact line systems from standing surfaces accessible to persons for nominal voltages in excess of 1 kV a.c. /1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth	67
Figure 15 – Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to overhead contact line systems in excess of 1 kV a.c. /1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth	71

Figure 16 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes aériennes de contact pour tensions nominales dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre (voir 5.1.3.2.1).....	74
Figure 17 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs au-dessus de parties sous tension à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes aériennes de contact pour tensions nominales dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre (voir 5.1.3.2.2).....	76
Figure 18 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes aériennes de contact pour tensions nominales dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre (voir 5.1.3.3.1).....	78
Figure 19 – Disposition des joints isolants de rails (exemple d'une double voie) dans le cas d'une voie de débord dépourvue de ligne aérienne de contact et située hors de la zone de ligne aérienne de contact de la voie voisine (voir 6.1.5).....	86
Figure 20 – Disposition des joints isolants des rails (exemple d'une double voie), de la mise à la terre indirecte par le réseau de traction (limiteur de tension), et du schéma d'alimentation de la ligne aérienne de contact dans le cas d'une voie de débord située dans la zone de ligne aérienne de contact de la voie voisine (voir 6.1.6).....	88
Figure 21 – Disposition des liaisons transversales de rail à rail et de voie à voie (exemple d'une double voie) et du schéma d'alimentation de la ligne aérienne de contact dans le cas d'une voie de débord avec ligne aérienne de contact (voir 6.1.3 et 6.1.7).....	90
Figure 22 – Emplacement du parafoudre dans le cas où les pièces isolantes se trouvent entre les équipements terminaux de chargement et l'installation de chargement, en dehors de la zone de ligne aérienne de contact d'une voie de débord, si la foudre est susceptible de provoquer le contournement de ces pièces isolantes (voir 6.1.8.2 et 6.1.8.3).....	92
Figure 23 – Emplacement du limiteur de tension si les pièces isolantes se trouvent entre les équipements terminaux de chargement et l'installation de chargement, dans la zone de ligne aérienne de contact d'une voie de débord (voir 6.1.8.2).....	92
Figure 24 – Exemple de mesures de protection des masses pour les réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau TT dans lequel le conducteur de protection est relié à la terre du réseau de traction (voir 6.2.4.2.1).....	96
Figure 25 – Exemple de mesures de protection des masses pour les réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau TN dans lequel le conducteur PEN et le conducteur de protection sont reliés à la terre du réseau de traction (voir 6.2.4.2.2).....	98
Figure 26 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau IT dans lequel le conducteur de protection PE n'est pas relié au neutre d'un transformateur en étoile (voir 6.2.4.2.3).....	100
Figure 27 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau TT ou TN dans le cas d'utilisation de disjoncteurs à courant différentiel résiduel (voir 6.2.4.2.4.1).....	102
Figure 28 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant alternatif lorsque l'alimentation du réseau d'électricité ferroviaire est assurée par un poste à haute tension qui lui est propre ou un transformateur à enroulements séparés (voir 6.2.4.2.4.2).....	104
Figure 29 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant continu situées hors de la zone de ligne aérienne de contact ou de la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont isolés par rapport à la terre (voir 6.2.4.3.1.1).....	106

Figure 16 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth (see 5.1.3.2.1)	75
Figure 17 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth (see 5.1.3.2.2)	77
Figure 18 – Examples of obstacles for standing surfaces in public areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth (see 5.1.3.3.1)	79
Figure 19 – Disposition of insulated rail joints (double-track illustration) in the case of the loading siding having no overhead contact line and lying outside the overhead contact line zone of the neighbouring track (see 6.1.5)	87
Figure 20 – Disposition of insulated rail joints (double-track illustration), open traction system earthing (voltage-limiting device) and connection of the overhead contact line in the case of the loading siding being within the overhead contact line zone of the neighbouring track (see 6.1.6)	89
Figure 21 – Disposition of rail-to-rail crossbonds and track-to-track crossbonds (double-track illustration) and connection of the overhead contact line in case of the loading siding having an overhead contact line (see 6.1.3 and 6.1.7)	91
Figure 22 – Location of a surge arrester if isolation pieces are between charging nozzle and refilling pipe outside the overhead contact line zone of a loading siding with overhead contact line and if there is a possibility of flashovers of the isolation pieces through lightning strikes (see 6.1.8.2 and 6.1.8.3)	93
Figure 23 – Location of a voltage-limiting device if isolation pieces are between charging nozzle and refilling pipe inside the overhead contact line zone of a loading siding with overhead contact line (see 6.1.8.2)	93
Figure 24 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from TT system in which the protective conductor is connected with the traction system earth (see 6.2.4.2.1)	97
Figure 25 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from TN system in which the PEN conductor and the protective conductor are connected with the traction system earth (see 6.2.4.2.2)	99
Figure 26 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from an IT system, in which the PE is not connected with the starpoint of the transformer (see 6.2.4.2.3)	101
Figure 27 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from TT system or TN system with utilization of residual current- operated protective devices (see 6.2.4.2.4.1)	103
Figure 28 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems by electrical isolation from the power supply system by means of a separate high voltage station or a transformer with separate windings (see 6.2.4.2.4.2)	105
Figure 29 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems outside the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are insulated from earth (see 6.2.4.3.1.1)	107

Figure 30 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant continu situées hors de la zone de ligne aérienne de contact ou de la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont reliés directement à la terre ou à des fonds de fouille de bâtiment (voir 6.2.4.3.1.2).....	108
Figure 31 – Exemple de mesures de protection des masses de réseaux de traction en courant continu alimentés par un réseau TN dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont isolés par rapport à la terre (voir 6.2.4.3.2.1)	110
Figure 32 – Exemple de mesures de protection des masses de réseaux de traction en courant continu situées dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont directement reliés à la terre ou au fond de fouille du bâtiment (voir 6.2.4.3.2.2)	112
Figure 33 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant continu alimentés par un réseau IT dans lequel le conducteur de protection PE n'est pas relié au neutre d'un transformateur en étoile (voir 6.2.4.3.2.3)	114
Figure A.1 – Exemples d'obstacles latéraux pour les aires de passage en zones accessibles au public pour la protection contre les contacts directs au-dessus des parties sous tension appartenant à des véhicules ou des lignes de contact pour des tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif ou 1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.3.2).....	130
Figure A.2 – Exemples d'obstacles latéraux pour les aires de passage en zones accessibles au public pour la protection contre les contacts directs au-dessus des parties sous tension appartenant à des véhicules ou des lignes aériennes de contact pour des tensions nominales excédant 1 kV en courant alternatif ou 1,5 kV en courant continu mais n'excédant pas 25 kV en courant alternatif ou continu (voir 5.1.3.3.2)	132
Figure C.1 – Valeurs guides des tensions rail/sol U' dans un réseau de traction en courant alternatif	136
Figure C.2 – Valeurs guides de la décroissance de la tension pour des sections à double voie et une valeur moyenne de la résistance de terre mesurée perpendiculairement à la voie dans un réseau de traction en courant alternatif.....	138
Figure C.3 – Valeurs guides des tensions dans un réseau en courant continu à double voie pour différentes distances (l) à partir du point d'injection.....	142
Figure C.4 – Valeurs guides des tensions dans un réseau en courant continu à voie unique pour différentes distances (l) à partir du point d'injection.....	142
Figure D.1	150
Figure D.2	154
Tableau 1 – Conditions de durée	116
Tableau 2 – Tensions de contact maximales admises U_t dans les réseaux de traction en courant alternatif en fonction des conditions de courte durée.....	118
Tableau 3 – Tensions accessibles maximales admises U_a dans les réseaux de traction en courant alternatif en fonction des conditions temporaires	118
Tableau 4 – Tensions de contact maximales admises U_t dans les réseaux de traction en courant continu en fonction des conditions de courte durée.....	122
Tableau 5 – Tensions accessibles maximales admises U_a dans les réseaux de traction en courant continu en fonction des conditions temporaires.....	122
Tableau D.1 – Impédance du corps Z et courant à travers le corps I_B	146
Tableau D.2 – Courants à travers le corps et tension de contact/accessible en fonction de la durée dans les réseaux de traction en courant alternatif	148
Tableau D.3 – Courant à travers le corps et tensions de contact ou accessible en fonction de la durée.....	152

Figure 30 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems outside the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are directly connected to earth or to foundations of buildings (see 6.2.4.3.1.2)	109
Figure 31 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems supplied from TN system within the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are insulated from earth (see 6.2.4.3.2.1)	111
Figure 32 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems within the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are directly connected to earth or to foundations of buildings (see 6.2.4.3.2.2)	113
Figure 33 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems supplied from an IT system, in which the PE is not connected with the starpoint of the transformer (see 6.2.4.3.2.3)	115
Figure A.1 – Examples of obstacles along the sides of standing surfaces in public areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.3.2)	131
Figure A.2 – Examples of obstacles along the sides of standing surfaces in public areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. (see 5.1.3.3.2)	133
Figure C.1 – Guide values for the specific rail potential U' in an a.c. traction system	137
Figure C.2 – Guide values for the potential decrease for double-track sections and average soil resistivity measured at right angle away from the track in an a.c. traction system	139
Figure C.3 – Guide values for specific rail potential in d.c. double track system for different distances (l) from the injection point	143
Figure C.4 – Guide values for specific rail potential in d.c. single track system for different distances (l) from the injection point	143
Figure D.1	151
Figure D.2	155
Table 1 – Time duration conditions	117
Table 2 – Maximum permissible touch voltages U_t in a.c. traction systems as a function of short time conditions	119
Table 3 – Maximum permissible accessible voltages U_a in a.c. traction systems as a function of temporary conditions	119
Table 4 – Maximum permissible touch voltages U_t in d.c. traction systems as a function of short time conditions.	123
Table 5 – Maximum permissible accessible voltages U_a in d.c. traction systems as a function of temporary conditions	123
Table D.1 – Body impedance Z and body current I_B	147
Table D.2 – Body currents and touch/accessible voltages as a function of the time duration in a.c. traction systems	149
Table D.3 – Body currents and touch/accessible voltages as function of time duration in d.c. traction system	153

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES –

Partie 1: Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62128-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/741/FDIS	9/753/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette spécification.

Cette partie de la CEI 62128 est basée sur la norme EN 50122-1.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
FIXED INSTALLATIONS –****Part 1: Protective provisions relating to
electrical safety and earthing****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62128-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Reports on voting
9/741/FDIS	9/753/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This part of IEC 62128 is based on EN 50122-1.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES –

Partie 1: Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62128 spécifie les prescriptions relatives aux mesures de protection concernant la sécurité électrique dans les installations fixes associées à des réseaux de traction à courants alternatif et continu et dans toutes les installations susceptibles d'être affectées par le réseau d'alimentation de la traction.

Elle s'applique également à toutes les installations fixes nécessaires pour garantir la sécurité électrique lors des travaux de maintenance réalisés dans les réseaux de traction électrique.

NOTE D'autres mesures que celles de la présente norme peuvent être prescrites afin d'assurer la protection lors des travaux de maintenance.

La présente norme s'applique aux réseaux de traction électrique suivants pour toutes les lignes nouvelles et les lignes existantes profondément remaniées:

- chemins de fer;
- réseaux de transport en commun guidés tels que tramways, chemins de fer de surface et souterrains, chemins de fer de montagne, trolleybus et systèmes à sustentation magnétique;
- systèmes de transport de matériaux.

Cette norme ne s'applique pas:

- aux réseaux de traction des mines souterraines;
- aux grues, plates-formes transportables et matériels de transport similaires sur rails, structures temporaires (par exemple pour les foires) dans la mesure où ils ne sont pas alimentés par les lignes aériennes de contact, directement ou par des transformateurs ou rendus dangereux par le réseau d'alimentation de traction;
- aux téléphériques, télécabines;
- aux funiculaires;
- aux travaux de maintenance.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60077-1, *Applications ferroviaires – Equipement électrique du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

CEI 60364-4-41, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60466, *Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 38 kV*

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS –

Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing

1 Scope

This part of IEC 62128 specifies requirements for the protective provisions relating to electrical safety in fixed installations associated with a.c.- and d.c.-traction systems and to any installations that may be endangered by the traction power supply system.

It also applies to all fixed installations that are necessary to ensure electrical safety during maintenance work within electric traction systems.

NOTE Other provisions to protect work sites for maintenance purposes which are not included in this standard may be required.

This standard applies to all new lines and to all major revisions to existing lines for the following electric traction systems:

- railways;
- guided mass transport systems such as: tramways, elevated and underground railways, mountain railways, trolleybus systems and magnetic levitated systems;
- material transportation systems.

This standard does not apply to:

- traction systems in underground mines;
- cranes, transportable platforms and similar transportation equipment on rails, temporary structures (for example exhibition structures) in so far as these are not supplied directly or via transformers from the contact line system and are not endangered by the traction power supply system;
- suspended cable cars;
- funicular railways;
- maintenance work.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60077-1, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60364-4-41, *Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60466, *AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1kV and up to and including 38 kV*

CEI 60479-1:1994, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 60664-1, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60742, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité - Règles*

CEI 60850, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

IEC 60913:1988, *Lignes aériennes de traction électrique*

CEI 61140: *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61936-1, *Installations de tensions supérieures à 1 kV en courant alternatif – Partie 1: Règles communes*

CEI 61991, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Dispositions de protection contre les dangers électriques*

CEI 62128-2, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Partie 2: Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu*

ISO 3864, *Couleurs et signaux de sécurité*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 62128, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 réseau de traction électrique

réseau de distribution destiné à l'alimentation électrique du matériel roulant ferroviaire

NOTE Ce réseau peut comprendre:

- des réseaux de lignes de contact;
- des circuits de retour des réseaux de traction électrique;
- des rails de roulement de réseaux de traction autre qu'électrique, situés à proximité et électriquement reliés aux rails de roulement d'un réseau de traction électrique;
- des installations électriques alimentées par les lignes de contact soit directement soit par un transformateur;
- des installations électriques dans les postes et les sous-stations utilisées uniquement pour la production et la distribution d'énergie directement à la ligne de contact;
- des installations électriques des postes de traction.

3.2 Réseaux pour l'alimentation en énergie électrique de la traction

3.2.1

sous-station (de traction)

installation dont le rôle principal est d'alimenter un réseau de lignes de contact et dans laquelle la tension du réseau d'alimentation primaire et, dans certains cas la fréquence, sont transformées en tension et fréquence de la ligne de contact

IEC 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60742, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

IEC 60850, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

IEC 60913:1988, *Electric traction overhead lines*

IEC 61140: *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61936-1, *Power installations exceeding 1 kV a.c – Part 1: Common rules*

IEC 61991, *Railway applications – Rolling stock – Protective provisions against electrical hazards*

IEC 62128-2, *Railway applications – Fixed installations – Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems*

ISO 3864, *Safety colours and safety signs*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 62128, the following definitions apply:

3.1 electric traction system

railway electrical distribution network used to provide energy for rolling stock

NOTE The system may comprise:

- contact line systems;
- return circuit of electric traction systems;
- running rails of non-electric traction systems, which are in the vicinity of, and conductively connected to the running rails of an electric traction system;
- electrical installations, which are supplied from contact lines either directly or via a transformer;
- electrical installations in power plants and substations, which are utilized solely for generation and distribution of power directly to the contact line;
- electrical installations of switching stations.

3.2 Traction power supply systems

3.2.1

(traction) substation

installation the main function of which is to supply a contact line system and at which the voltage of a primary supply system, and in certain cases the frequency, is transformed to the voltage and the frequency of the contact line

3.2.2

poste de traction électrique

installation à partir de laquelle l'énergie électrique peut être distribuée à différents secteurs d'alimentation ou à partir de laquelle ces secteurs peuvent être alimentés, mis hors tension ou interconnectés

3.2.3

section d'alimentation

section du réseau d'alimentation en énergie de traction qui peut être isolée des autres sections ou câbles d'alimentation du réseau à l'aide d'organes de sectionnement

3.2.4

câble d'alimentation

câble électrique reliant la ligne de contact à une sous-station ou à un poste de traction

3.2.5

point d'injection

point de liaison des câbles ou des lignes d'alimentation avec la ligne de contact

3.3 Réseaux de lignes de contact

3.3.1

ligne de contact

ligne électrique destinée à alimenter des véhicules en énergie électrique par l'intermédiaire d'organes de prise de courant

[VEI 811-33-01]

3.3.2

réseau de lignes aériennes de contact

réseau composé des éléments suivants:

- tous les conducteurs aériens, y compris les câbles porteurs longitudinaux, les fils de contact et les conducteurs de retour, les câbles de terre, le câble de garde (câble parafoudre), la ligne d'alimentation et les câbles de renfort montés sur les supports;
- les rails de contact aériens;
- les fondations, les supports et tous les accessoires de support, d'antibalancement, de terminaison ou d'isolation des conducteurs;
- les matériels fixés sur les supports pour le sectionnement, le contrôle ou la protection.

3.3.3

ligne aérienne de contact

ligne de contact située au-dessus ou à côté du toit des véhicules et destinée à leur fournir l'alimentation en énergie électrique au moyen d'organes de prise de courant placés en toiture

NOTE Les câbles de renfort ne sont pas inclus.

3.3.4

ligne aérienne

ligne électrique dont les conducteurs sont maintenus au-dessus du sol, généralement au moyen d'isolateurs et de supports appropriés

NOTE Certaines lignes aériennes peuvent également être construites avec des conducteurs isolés.

3.3.5

câble porteur longitudinal

câble longitudinal supportant le ou les fils de contact soit directement soit indirectement

3.2.2**(traction) switching station**

installation from which electrical energy can be distributed to different feeding sections or from which different feeding sections can be switched on and off or can be interconnected.

3.2.3**feeding section**

section of the traction power supply system which may be isolated from other sections or feeders of the system by means of switching devices

3.2.4**feeder**

electrical connection between the contact line and a substation or a switching station

3.2.5**feeding point**

point at which the feeders or line feeders are connected to the contact line

3.3 Contact line systems**3.3.1****contact line**

conductor system for supplying electric energy to vehicles through current-collecting equipment [IEV 811-33-01]

3.3.2**overhead contact line system**

system consisting of the following:

- all overhead wiring, including the catenary, the contact wire and the return wire, the earth wire, the lightning protection wire, the line feeder and the reinforcing feeder mounted on the supports;
- overhead conductor rails;
- the foundations, supporting structures and any components supporting, registering, terminating or insulating the conductors;
- equipment mounted on the supports for switching, detecting or protecting.

3.3.3**overhead contact line**

contact line placed above or beside the roof of the vehicles and supplying vehicles with electric energy through roof-mounted current collection equipment

NOTE The reinforcing feeder is not included.

3.3.4**overhead line**

electric line whose conductors are supported above ground, generally by means of insulators and appropriate supports

NOTE Certain overhead lines may also be constructed with insulated conductors.

3.3.5**catenary**

longitudinal wire supporting the contact wire or wires either directly or indirectly.

3.3.6

fil de contact

le conducteur électrique d'une ligne aérienne de contact sur lequel appuie l'organe de prise de courant

[VEI 811-33-15]

3.3.7

câble de garde

fil métallique mis à la terre monté au-dessus de la ligne aérienne de contact pour la protéger contre la foudre

3.3.8

zone de ligne aérienne de contact et zone de pantographe

zone dont les limites ne sont généralement pas franchies par une ligne aérienne de contact rompue ou en cas d'échappement ou de bris d'un pantographe sous tension.

Des structures et des matériels sont susceptibles de venir accidentellement toucher une ligne aérienne de contact rompue sous tension ou des parties sous tension d'un pantographe brisé ou échappé. La Figure 1 définit les zones dans lesquelles on considère que ce contact est probable. Les paramètres X, Y, Z doivent être définis par les règlements nationaux de sécurité. Le point HP est la position du conducteur le plus élevé de la ligne aérienne de contact dans les conditions de fonctionnement considérées dans l'axe de la voie. Les limites de la zone de ligne aérienne de contact en-dessous du plan de roulement s'étendent verticalement vers le bas jusqu'à la surface du sol. Il n'est cependant pas nécessaire d'étendre ces limites au-delà de la surface supérieure du tablier lorsque la voie ferrée passe sur un pont.

Dans le cas où la ligne aérienne de contact est hors roulement, la zone de ligne aérienne de contact doit être étendue en conséquence.

Pour les réseaux à rail de contact non aérien, on ne définit pas de zone de ligne de contact, tandis que les limites de la zone de pantographe sont à stipuler en fonction de chaque cas particulier.

NOTE Le pantographe peut rester sous tension à la suite d'échappement ou de rupture soit parce qu'il est connecté à d'autres pantographes sous tension soit parce que le freinage électrique est en fonctionnement. La rupture des câbles ou lignes d'alimentation, qui ne sont pas soumis aux contraintes mécaniques dues aux appareils de prise de courant n'est pas prise en compte car leur probabilité de rupture est trop faible.

3.3.6**contact wire**

electric conductor of an overhead contact line with which the current collectors make contact
[IEV 811-33-15]

3.3.7**lightning protection wire**

earthed wire fitted above the overhead contact line to protect it against lightning

3.3.8**overhead contact line zone and pantograph zone**

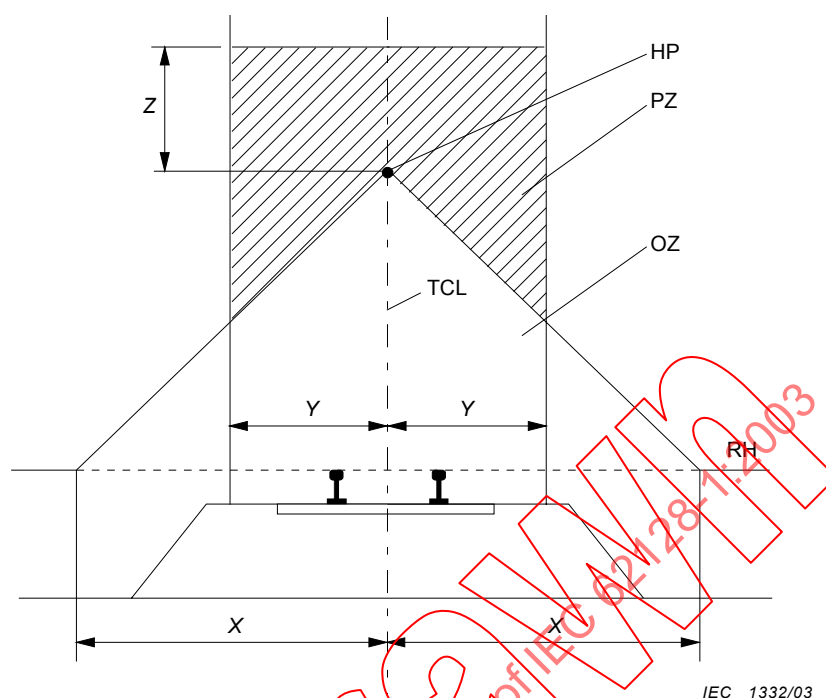
zone whose limits are not exceeded in general, by a broken overhead contact line or a pantograph which is energized, in the event of dewirement or by broken fragments.

Structures and equipment may accidentally come into contact with a live broken overhead contact line or with live parts of a broken or dewired pantograph. Figure 1 defines the zone inside which such contact is considered to be probable. The parameters X, Y, Z shall be defined by national safety regulations. The point HP is the position of the highest conductor of the overhead contact line under all operational conditions considered in the centre of the track. The limits of the overhead contact line zone below the rail head are extended vertically downwards until the earth surface is reached. These limits, however, need not be extended beyond the upper surface of the deck when the railway runs over a bridge.

In the case of out of running overhead contact lines, the overhead contact line zone shall be extended accordingly.

For conductor rail systems not mounted in the overhead position, no contact line zone is defined, while the limits of the pantograph zone shall be stipulated according to each specific case.

NOTE The pantograph may be live because of dewirement or breakage as a result of being connected with other live pantographs or because electrical braking is in effect. The breaking of feeders or line feeders, which are not mechanically strained by current collectors, is not taken into consideration because the probability of a break is too small.



Légende

- RH Plan de roulement
 - HP Point le plus élevé de la ligne aérienne de contact
 - OZ Zone de ligne aérienne de contact
 - PZ Zone de pantographe
 - TCL Axe de la voie
 - X Valeur unidirectionnelle maximale horizontale de OZ, au sommet du niveau du rail
 - Y Valeur unidirectionnelle maximale horizontale de PZ
 - Z Elévation verticale maximale d'un pantographe brisé au-delà de RH
- NOTE On a tenu compte du désaxement pour déterminer la dimension «Y».

Figure 1 – Zone de ligne aérienne de contact et zone de pantographe

3.3.9

câble de terre

câble reliant collectivement les supports à la terre ou aux rails de roulement pour assurer la protection des personnes et des installations en cas de défaut d'isolement et pouvant en outre servir de conducteur de retour

3.3.10

ligne d'alimentation

conducteur aérien monté sur la même structure que la ligne aérienne de contact pour alimenter des points d'injection successifs

3.3.11

câble de renfort

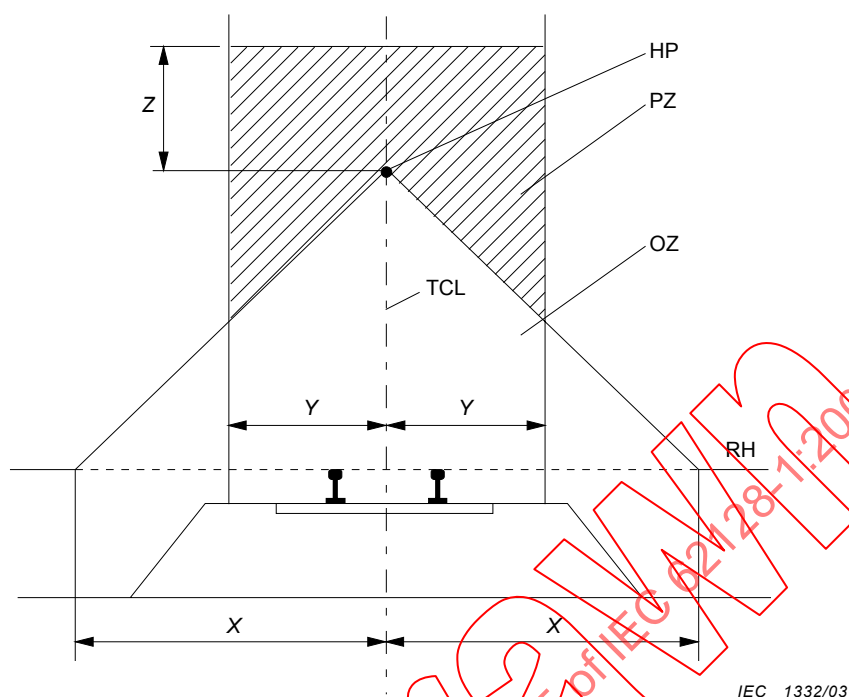
conducteur aérien monté sur la même structure que la ligne aérienne de contact et qui lui est directement connecté à intervalles rapprochés, de façon à accroître la section utile

3.3.12

supports (en traction électrique)

éléments destinés à supporter l'ensemble des conducteurs et des isolateurs associés d'une ligne aérienne de contact

[VEI 811-33-19]

**Key**

- RH Rail Head
- HP Highest Point of the overhead contact line
- OZ Overhead contact line Zone
- PZ Pantograph Zone
- TCL Track Centre Line
- X Maximum unidirectional horizontal OZ, top of rail level
- Y Maximum unidirectional horizontal PZ
- Z Maximum vertical rise of broken pantograph over RH

NOTE The stagger has been taken into consideration within the dimension of "Y".

Figure 1 – Overhead contact line zone and pantograph zone

3.3.9**earth wire**

wire connecting supports collectively to earth or to running rails to protect people and installations in case of insulation fault and which may also be used as a return conductor

3.3.10**line feeder**

overhead conductor supported on the same structure as the overhead contact line to supply successive feeding points

3.3.11**reinforcing feeder**

overhead conductor mounted on the same structure as the overhead contact line, and directly connected to it at frequent intervals, in order to increase the effective cross-sectional area

3.3.12**supports (in electric traction)**

those parts which support the conductors and the associated insulators of an overhead contact line

[IEV 811-33-19]

3.3.13

poteau (en traction électrique)

structure principale verticale destinée à supporter une ligne aérienne de contact et à en assurer la tension mécanique et l'antibalancement

3.3.14

déaxement

disposition en zigzag horizontal prévue au montage des fils de contact, pour éviter une usure localisée sur les bandes de frottement des pantographes

3.3.15

isolateur de section

point de sectionnement comportant un isolateur inséré dans la ligne de contact et un dispositif assurant une captation ininterrompue du courant

[VEI 811-36-15]

3.3.16

rail de contact

profilé ou rail métallique rigide fixé sur des isolateurs placés près des rails de roulement, avec lequel le frotteur assure le contact

3.3.17

rail aérien de contact

profilé métallique rigide fixé par des isolateurs sur une structure constituant une ligne aérienne de contact

3.3.18

ligne aérienne de contact hors roulement

portion d'une ligne aérienne de contact, située au-delà du point où la ligne quitte l'axe de la voie jusqu'au point de terminaison sur un poteau ou une structure et qui n'est pas destinée à être directement utilisée pour la prise de courant

3.4 Circuits de retour du courant de traction

3.4.1

circuit de retour

ensemble des conducteurs formant le chemin prévu pour l'écoulement du courant de retour de traction et du courant de défaut

NOTE Ces conducteurs peuvent être par exemple:

- les rails de roulement;
- les rails de retour de courant;
- les conducteurs de retour;
- les câbles de retour.

3.4.2

système à retour par la voie

système dans lequel les rails de roulement font partie du circuit de retour

3.4.3

conducteur de retour

conducteur parallèle à la voie connecté aux rails de roulement à intervalles périodiques

3.4.4

rail de retour de courant

rail de contact utilisé pour écouler le courant de retour de traction à la place des rails de roulement

3.3.13**mast (in electric traction)**

mainly vertical structure to provide support for tensioning and registration of the overhead contact line

3.3.14**stagger**

displacement of the contact wire to opposite sides of the track centre at successive supports to avoid localized wear of the pantograph wearing strips

3.3.15**section insulator**

sectioning point formed by insulators inserted in a continuous run of a contact line, with skids or similar devices to maintain continuous current collection

[IEV 811-36-15]

3.3.16**conductor rail**

rigid metallic section or rail mounted on insulators located near the running rails, with which the shoe gear makes contact

3.3.17**overhead conductor rail**

rigid metallic section mounted with insulators on a structure forming an overhead contact line

3.3.18**out of running overhead contact line**

position of an overhead contact line, when it abandons the track centre line in order to reach a termination point on a mast or a structure and when it is not intended to be directly used for current collection

3.4 Return current circuits**3.4.1****return circuit**

all conductors which form the intended path for the traction return current and the current under fault conditions

NOTE The conductors may be for example:

- running rails;
- return conductor rails;
- return conductors;
- return cables.

3.4.2**track return system**

system in which the running rails form a part of the return circuit

3.4.3**return conductor**

conductor which parallels the track and which is connected to the running rails at periodic intervals

3.4.4**return conductor rail**

conductor rail used instead of the running rails for the traction return current

3.4.5

câble de retour

conducteur isolé faisant partie du circuit de retour et connectant le reste du circuit de retour à la sous-station

3.4.6

connexion électrique de rails

conducteur ayant pour but d'assurer la continuité électrique des rails au droit d'un joint

3.4.7

éclisse isolante

joint mécanique des rails qui les sépare galvaniquement de manière longitudinale

3.4.8

liaison transversale de rail à rail

liaison électrique entre les rails de roulement de la même voie

3.4.9

liaison transversale de voie à voie

liaison électrique entre les rails de roulement de voies différentes

3.4.10

circuit de voie

circuit électrique dont font partie les rails d'une section de voie, comportant habituellement une source de courant connectée à une extrémité et un dispositif de détection à l'autre pour contrôler la libération ou l'occupation de cette section de voie par un véhicule

[VEI 821-03-01]

NOTE Dans un système de signalisation continue, le circuit de voie peut être utilisé pour transmettre des informations entre le sol et le train.

3.4.11

connexion inductive

appareil employé dans les réseaux de traction électrique, en général aux extrémités d'un circuit de voie bi-rail et destiné à assurer le passage du courant de retour de traction malgré la présence d'éclisses isolantes

3.5 Mise à la terre et équipotentialité

3.5.1

terre

masse conductrice de la terre, dont le potentiel électrique en chaque point est pris, par convention, égal à zéro

[VEI 826-04-01]

3.5.2

prise de terre

corps conducteur ou ensemble de corps conducteurs en contact intime avec le sol et assurant une liaison électrique avec celui-ci

[VEI 826-04-02]

3.5.3

terre du réseau de traction

rail de roulement, lorsqu'il est utilisé comme circuit de retour et qu'il est intentionnellement relié à la terre. Elle inclut toutes les parties conductrices auxquelles ce rail est relié

3.4.5**return cable**

insulated conductor forming part of the return circuit and connecting the rest of the return circuit to the substation

3.4.6**rail joint bond**

conductor ensuring the electrical continuity of a rail at a joint

3.4.7**insulated rail joint**

mechanical rail joint which longitudinally separates the rail electrically

3.4.8**rail-to-rail cross bond**

electrical bond that interconnects the running rails of the same track

3.4.9**track-to-track cross bond**

electrical bond that interconnects tracks

3.4.10**track circuit**

electrical circuit of which the rails of a track section form a part, with usually a source of current connected at one end and a detection device at the other end for detecting whether this track section is clear or occupied by a vehicle

[IEV 821-03-01]

NOTE In a continuous signalling system, the track circuit may be used to transmit information between the ground and the train.

3.4.11**impedance bond**

apparatus used on electric traction systems, usually at the ends of a double-rail track circuit, and designed to ensure the passage of the traction return current notwithstanding the presence of insulated rail joints

3.5 Earthing and bonding**3.5.1****earth**

conductive mass of the earth, whose electric potential at any point is conventionally taken as equal to zero

[IEV 826-04-01]

3.5.2**earth electrode**

conductive part or a group of conductive parts in intimate contact with and providing an electrical connection with earth

[IEV 826-04-02]

3.5.3**traction system earth**

running rail, when it is utilized as a return circuit and is connected to earth intentionally. It includes all conductive parts connected thereto

3.5.4

terre de tunnel

interconnexion électrique des armatures métalliques d'un tunnel en béton armé, ou, en cas d'autres modes de construction, des parties métalliques du tunnel

NOTE Dans le cas de réseaux de traction en courant alternatif monophasé, la terre de tunnel est reliée aux rails de roulement et fait donc partie intégrante de la terre du réseau de traction; cette terre peut être interconnectée avec d'autres terres extérieures au tunnel.

3.5.5

mise à la terre par le réseau de traction

liaison entre des masses métalliques et la terre du réseau de traction

3.5.6

mise à la terre directe par le réseau de traction

liaison directe entre des masses métalliques et la terre du réseau de traction

NOTE La mise à la terre par l'intermédiaire de connexions inductives, nécessitée par la présence de circuits de voie, est considérée comme étant une mise à la terre directe.

3.5.7

mise à la terre indirecte par le réseau de traction

liaison entre des parties métalliques et la terre du réseau de traction établie à travers un limiteur de tension ou à travers des contacteurs, qui peut être temporaire ou permanente si la valeur limite de la tension est dépassée

3.5.8

conducteur de protection (symbole PE)

conducteur prescrit dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques et destiné à relier électriquement certaines des parties suivantes:

- masses;
- éléments conducteurs;
- borne principale de terre;
- prise de terre;
- point de l'alimentation relié à la terre ou au point neutre artificiel.

[VEI 826-04-05]

3.5.9

conducteur PEN

conducteur mis à la terre assurant à la fois les fonctions de conducteur de protection et de conducteur neutre

[VEI 826-04-06]

NOTE La désignation PEN résulte de la combinaison des deux symboles PE pour le conducteur de protection et N pour le conducteur neutre.

3.5.10

conducteur neutre (symbole N)

conducteur relié au point neutre d'un réseau et pouvant contribuer au transport de l'énergie électrique

[VEI 826-01-03]

3.5.11

liaison équipotentielle

liaison électrique mettant au même potentiel ou à des potentiels voisins des masses et des éléments conducteurs

[VEI 826-04-09]

3.5.4

tunnel earth

electrical interconnection of the reinforcing rods of reinforced concrete tunnels and in the case of other modes of construction the conductive interconnection of the metallic parts of the tunnel

NOTE In the case of single-phase a.c. traction systems, the tunnel earth is connected to the running rails and thus forms part of the traction system earth which may be supplemented by external earth connections.

3.5.5

traction system earthing

connection between conductive parts and the traction system earth

3.5.6

direct traction system earthing

direct connection between conductive parts and the traction system earth

NOTE Earthing via impedance bonds, required by reason of track circuits considerations, is considered to be direct earthing.

3.5.7

open traction system earthing

connection of conductive parts to the traction system earth by a voltage-limiting device or by circuit-breakers, which make a conductive connection either temporarily or permanently if the limited value of the voltage is exceeded

3.5.8

protective conductor (symbol PE)

conductor required by some measures for protection against electric shock for electrically connecting any of the following parts:

- exposed conductive parts;
- extraneous conductive parts;
- main earthing terminal;
- earth electrode;
- earthed point of the source or artificial neutral.

[IEV 826-04-05]

3.5.9

PEN conductor

an earthed conductor combining the functions of both protective conductor and neutral conductor

[IEV 826-04-06]

NOTE The acronym PEN results from the combination of symbols PE for the protective conductor and N for the neutral conductor.

3.5.10

neutral conductor (symbol N)

conductor connected to the neutral point of a system and capable of contributing to the transmission of electrical energy

[IEV 826-01-03]

3.5.11

equipotential bonding

electrical connection putting various exposed conductive parts and extraneous conductive parts at a substantially equal potential

[IEV 826-04-09]

3.5.12

conducteur d'équipotentialité

conducteur de protection assurant une liaison équipotentielle

[VEI 826-04-10]

3.6 Tensions et circuits électriques

3.6.1

tension nominale

tension par laquelle une installation ou une partie d'installation est désignée

NOTE La tension de la ligne de contact peut différer de la tension nominale d'une valeur n'excédant pas les tolérances données dans la CEI 60850.

3.6.2

tension rail-sol

tension existant entre les rails de roulement et la terre, soit dans les conditions normales d'exploitation où les rails de roulement servent à écouler le courant de retour de traction soit en cas de défaut

3.6.3

tension accessible

partie de la tension rail-sol dans les conditions normales d'exploitation, à laquelle une personne peut être soumise, le courant traversant par convention le corps entre la main et les deux pieds ou d'une main à l'autre (distance horizontale de 1 m d'une masse susceptible d'être touchée)

3.6.4

tension (effective) de contact

tension en cas de défaut entre masses touchées simultanément

NOTE La valeur de la tension effective de contact est susceptible de varier sensiblement selon l'impédance de la personne qui touche ces masses.

3.6.5

courant de retour traction

somme des courants retournant à la source d'alimentation (sous-station ou véhicules à freinage par récupération)

3.6.6

courant vagabond

courant qui suit des trajets autres que ceux prévus

3.6.7

court-circuit

chemin conducteur accidentel ou intentionnel entre deux ou plusieurs points d'un circuit forçant les tensions entre ces points à être de valeur relativement faible

NOTE Tout chemin conducteur de ce type soit entre conducteurs soit entre un conducteur et la terre est considéré comme un court-circuit.

3.6.8

courant de court-circuit

courant électrique dans un court-circuit déterminé

3.6.9

état de défaut

état non prévu d'un matériel ou d'un équipement

3.5.12**equipotential bonding conductor**

protective conductor for ensuring equipotential bonding

[IEV 826-04-10]

3.6 Voltages and electrical circuits**3.6.1****nominal voltage**

voltage by which an installation or part of an installation is designated

NOTE The voltage of the contact line may differ from the nominal voltage by a quantity within permitted tolerances given in IEC 60850.

3.6.2**rail potential**

voltage between running rails and earth occurring under operating conditions when the running rails are utilized for carrying the traction return current or under fault conditions

3.6.3**accessible voltage**

that part of the rail potential under operating conditions which can be bridged by persons, the conductive path being conventionally from hand to both feet through the body or from hand to hand (horizontal distance of 1 m to a touchable part)

3.6.4**(effective) touch voltage**

voltage under fault conditions between parts when touched simultaneously

NOTE The value of the effective touch voltage may be appreciably influenced by the impedance of the person in contact with these parts.

3.6.5**traction return current**

sum of the currents returning to the supply source (substation or regenerative braking vehicles)

3.6.6**stray current**

current which follows paths other than the intended paths

3.6.7**short-circuit**

accidental or intentional conductive path between two or more points in a circuit forcing the voltages between these points to be relatively low

NOTE Any such conductive path whether between conductors or between a conductor and earth is regarded as a short-circuit.

3.6.8**short-circuit current**

electric current flowing through the short-circuit

3.6.9**fault condition**

non intended condition of the apparatus or equipment

3.6.10

résistance rail-sol

résistance électrique entre les rails de roulement et la terre

NOTE Dans un tunnel, pour les réseaux de traction à courant continu, la mesure est faite entre les rails de roulement et la terre du tunnel.

3.6.11

conductance linéique

valeur inverse de la résistance rail-sol par unité de longueur (S/km)

3.7 Captage du courant

3.7.1

appareil de prise de courant

appareil porté par le véhicule et destiné à capter le courant sur le fil ou sur le rail de contact

[VEI 811-32-01]

3.7.2

pantographe

appareil de prise de courant sur le ou les fils de contact ou rail de contact aérien, constitué par un système articulé prévu pour permettre une translation verticale de la semelle du pantographe

[VEI 811-32-02, modifiée]

3.7.3

trolley

appareil de prise de courant sur un fil de contact par une roulette à gorge ou par une cuillère de contact montée sur une perche mobile dans toutes les directions

[VEI 811-32-08]

3.7.4

frotteur

ensemble de pièces permettant le captage du courant sur le rail de contact

[VEI 811-32-19]

3.8 Choc électrique

3.8.1

partie sous tension

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal à l'exception, par convention, des rails de roulement et des parties qui leur sont connectées

3.8.2

masse

partie conductrice d'un matériel électrique susceptible d'être touchée et qui n'est normalement pas sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut

[VEI 826-03-02]

NOTE Une partie conductrice d'un matériel qui ne peut être mise sous tension en cas de défaut que par l'intermédiaire d'une masse n'est pas considérée comme une masse.

3.8.3

élément conducteur

élément susceptible d'introduire un potentiel, généralement celui de la terre, et ne faisant pas partie de l'installation électrique

[VEI 826-03-03]

3.6.10**rail to earth resistance**

electrical resistance between the running rails and the earth

NOTE For d.c. traction systems in tunnels, the measurement is made between the running rails and tunnel earth.

3.6.11**conductance per unit length**

reciprocal value of the rail to earth resistance per unit length (S/km)

3.7 Current collection**3.7.1****current collector**

equipment fitted to the vehicle and intended to collect current from a contact wire or conductor rail

[IEV 811-32-01]

3.7.2**pantograph**

apparatus for collecting current from one or more contact wires or overhead conductor rails, formed of a hinged device designed to allow vertical movement of the pantograph head

[IEV 811-32-02, modified]

3.7.3**trolley**

apparatus for collecting current from a contact wire by means of a grooved wheel or contact slipper mounted on a pole which is movable in any direction

[IEV 811-32-08]

3.7.4**shoegear**

assembly of parts for collecting current from a conductor rail

[IEV 811-32-19]

3.8 Electric shock**3.8.1****live part**

conductor or conductive part intended to be energized in normal use. By convention, this does not include the running rails and parts connected to them

3.8.2**exposed conductive part**

a conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions

[IEV 826-03-02]

NOTE A conductive part of electrical equipment which can only become live under fault conditions through an exposed conductive part is not considered to be an exposed conductive part.

3.8.3**extraneous conductive part**

conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce a potential, generally the earth potential

[IEV 826-03-03]

3.8.4

choc électrique

effet pathophysiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain ou celui d'un animal

[VEI 826-03-04]

3.8.5

contact direct

contact de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des parties sous tension

[VEI 826-03-05]

3.8.6

contact indirect

contact de personnes ou d'animaux domestiques ou d'élevage avec des masses mises sous tension par suite d'un défaut d'isolement

[VEI 826-03-06]

3.8.7

courant de fuite

courant qui, en l'absence de défaut, s'écoule à la terre ou à des éléments conducteurs dans un circuit

[VEI 826-03-08]

3.8.8

barrière

élément assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

[VEI 826-03-13]

3.8.9

obstacle

élément empêchant un contact direct fortuit mais ne s'opposant pas à une action délibérée

[VEI 826-03-14]

3.8.10

bardage de protection

barrière matérielle non conductrice destinée à empêcher les personnes de toucher le rail de contact sous tension

3.8.11

aire de passage

tout point d'une aire où les personnes peuvent se tenir ou se déplacer

3.9 Dispositifs de protection

3.9.1

limiteur de tension

dispositif permettant de se protéger contre la présence permanente d'une tension de contact ou d'une tension accessible supérieure à la valeur admissible

3.9.2

parafoudre

appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et souvent l'amplitude du courant de suite

[VEI 811-31-09]

3.8.4**electric shock**

pathophysiological effect resulting from an electric current passing through a human or animal body

[IEV 826-03-04]

3.8.5**direct contact**

contact of persons or livestock with live parts

[IEV 826-03-05]

3.8.6**indirect contact**

contact of persons or livestock with exposed conductive parts which have become live under fault conditions

[IEV 826-03-06]

3.8.7**leakage current**

current which, in the absence of a fault, flows to earth or to extraneous conductive parts in a circuit

[IEV 826-03-08]

3.8.8**barrier**

part providing protection against direct contact from any usual direction of access

[IEV 826-03-13]

3.8.9**obstacle**

part preventing unintentional direct contact but not preventing direct contact by deliberate action

[IEV 826-03-14]

3.8.10**protective boarding**

non-conducting physical barrier to protect persons from coming into contact with the live conductor rail

3.8.11**standing surface**

any point on a surface where persons may stand or walk about

3.9 Protective devices**3.9.1****voltage-limiting device**

protective device against permanent existence of an inadmissible high touch/accessible voltage

3.9.2**surge arrester**

device intended to protect the electrical apparatus from high transient overvoltages and to limit the duration and frequently the amplitude of the follow-on current

[IEV 811-31-09]

3.9.3

organe de protection à courant résiduel

dispositif de protection destiné à détecter le courant différentiel résiduel et ensuite à isoler le circuit

3.10 Autres définitions

3.10.1

local technique à usage électrique

tout local ou emplacement réservé exclusivement à du matériel électrique en fonctionnement et qui est protégé par des moyens appropriés vis-à-vis de la tension et de l'emplacement. L'accès à ces locaux ou emplacements est réservé aux personnes autorisées

3.10.2

zone accessible au public

zone à laquelle le public a accès sans restrictions

3.10.3

zone non accessible au public

zone placée sous la responsabilité de l'administration ferroviaire et dont l'accès n'est permis qu'aux personnes autorisées

3.10.4

protection d'accès

matériel destiné à empêcher qu'une personne non autorisée ait accès à une zone, une structure ou un bâtiment non accessibles au public

3.10.5

passage à niveau public

lieu de traversée à niveau de la voie ferrée où le public a le droit de passer sous réserve du respect des mesures de sécurité afférentes au site

3.10.6

passage à niveau privé

lieu de traversée de la voie ferrée servant en général d'accès à un terrain ou à une activité. Cet accès devrait normalement être restreint et ne pas être ouvert au public

3.10.7

passage à niveau d'accès contrôlé

lieu de traversée de la voie ferrée, auquel le public n'a normalement pas accès, dans un site placé sous le contrôle de l'administration ferroviaire, qui en réglemente l'usage; il s'agit par exemple des zones de garage de trains et des cours de marchandises

3.10.8

chemin latéral autorisé

cheminement protégé le long de la voie. Seules les personnes autorisées ont le droit de l'emprunter

3.9.3**residual current-operated protective device**

protective device for detecting residual current and then isolating the circuit

3.10 Other definitions**3.10.1****closed electrical operating area**

any room or location which serves exclusively for the operation of electrical equipment and is kept secured by a means appropriate to the voltage and location. Access to such areas is permitted only to authorized persons

3.10.2**public area**

an area to which the public has unrestricted access

3.10.3**restricted area**

area for which the railway authority has the responsibility and to which access is only permitted for authorized persons

3.10.4**anti-trespassing guard**

equipment provided to prevent entry to a restricted area, structure or building by an unauthorized person

3.10.5**public level crossing**

crossing where the public has a right of way over the railway on the level subject to compliance with the safety arrangements provided at the location

3.10.6**private level crossing**

crossing usually provided for field or occupation access. There would normally be limited or no public use

3.10.7**railway controlled crossing**

crossing to which there would be little, if any, public access and where the railway authority controls the area around the crossing and issues instructions (such as notices) for its use; for example depots and goods yards

3.10.8**authorized trackside walking route**

safe path alongside the track. The use of this path is allowed only for authorized persons

4 Mesures de protection contre les chocs électriques dans les installations dont les tensions nominales n'excèdent pas 1 kV en courant alternatif/ 1,5 kV en courant continu

Les prescriptions applicables sont celles fixées par la CEI 60364-4-41 avec les restrictions et compléments suivants.

4.1 Protection contre les contacts directs

4.1.1 Généralités

Pour les circuits dont les tensions nominales n'excèdent pas 25 V en courant alternatif ou 60 V en courant continu, aucune protection contre les contacts directs n'est prescrite. Toutefois, cette disposition ne doit pas s'appliquer si le circuit concerné est relié au circuit de retour, le potentiel de ce dernier par rapport à la terre étant susceptible de dépasser les valeurs précédentes.

4.1.1.1 Dans le cas où il est prévu de travailler sous tension sur les lignes aériennes de contact, des dispositions constructives doivent être prises de telle sorte que, à l'intérieur de la zone de travail, il n'y ait pas de parties de l'installation portées à des potentiels différents, ceci afin d'assurer la protection contre les contacts directs.

Cette prescription ne s'applique pas lorsque l'on rencontre des impossibilités techniques, par exemple dans le cas des isolateurs de section, des points de croisement des lignes aériennes de contact des tramways et trolleybus et des lignes aériennes de contact de trolleybus.

NOTE Cette prescription peut être satisfaite, par exemple, en créant un isolement supplémentaire dans le réseau de lignes aériennes de contact afin d'obtenir des sections neutres d'au moins 0,5 m de long; ce dispositif empêche le contact simultané avec des potentiels différents dans la zone de travail proche, sinon totalement, au moins dans une très large mesure.

4.1.1.2 Les isolateurs réalisés afin que leurs pièces de maintien puissent être portées sous tension en cas de défaut, par exemple les isolateurs à collerette ou anneau, ne doivent pas être utilisés dans les réseaux de lignes aériennes de contact où il est prévu de travailler sous tension.

4.1.1.3 Dans la présente norme, à l'exception des câbles en matériau synthétique de longueur supérieure à 2 m (1 m sous abri), tous les isolateurs qui sont directement reliés à une partie sous tension doivent être considérés comme des parties sous tension du point de vue des distances d'isolement.

4.1.2 Protection par éloignement

4.1.2.1 Aire de passage

Pour les aires de passage accessibles aux personnes, la distance d'approche en ligne droite doit être respectée comme indiqué à la figure 2, afin d'empêcher le contact direct avec des parties sous tension des lignes aériennes de contact ou avec toute partie sous tension à l'extérieur d'un véhicule (par exemple appareils de prise de courant, conducteurs en toiture, résistances). Ces prescriptions ne sont pas applicables aux systèmes à rail de contact proche des rails de roulement (voir 4.1.3.3.3).

Les distances indiquées dans les articles suivants sont des valeurs minimales qui doivent être respectées quelles que soient la température et les surcharges exceptionnelles de la ligne de contact. Dans le cas de pratiques nationales ou régionales, l'administration ferroviaire peut prescrire des distances d'éloignement plus grandes ou des grillages aux mailles plus fines.

NOTE 1 La distance d'approche en ligne droite suppose que les parties sous tension sont accessibles par une personne se tenant sur l'aire de passage sans utiliser d'objets.

NOTE 2 Cette protection n'est pas obligatoire si, bien que le contact soit possible avec des parties sous tension, d'autres mesures ont été prises pour garantir l'isolement par rapport à la source.

4 Protective provisions against electric shock in installations for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c.

The requirements as defined in IEC 60364-4-41 shall apply with the following limitations and extensions:

4.1 Protection against direct contact

4.1.1 General

No protection against direct contact is required for circuits with nominal voltages up to and including 25 V a.c./60 V d.c.. This shall not apply, however, if the circuit concerned is connected to the return circuit which may rise above earth potential.

4.1.1.1 If it is intended that work is to be carried out on energized overhead contact lines, the system shall be constructed in such a manner that no parts of different potential are situated directly within the immediate working area in order to provide protection against direct contact.

This does not apply to locations for which this requirement is technically impossible, for example for section insulators, crossing points of overhead contact lines of tramways and trolleybuses and for trolleybus overhead contact lines.

NOTE This requirement can be met, for example, by installation of additional insulation in the overhead contact line system to achieve neutral sections each at least 0,5 m long, which ensure that simultaneous contact with different potentials in the immediate working area is obviated completely or to a considerable extent.

4.1.1.2 Insulators whose design is such that supporting structures may become live under fault conditions, for example saddle insulators or buckle insulators, shall not be utilized for the overhead contact line system where live working shall be undertaken.

4.1.1.3 With the exception of synthetic rope in lengths of more than 2 m (1 m under cover) all insulators which are directly connected to a live part shall be regarded as a live part when considering clearance dimensions in this standard.

4.1.2 Protection by clearance

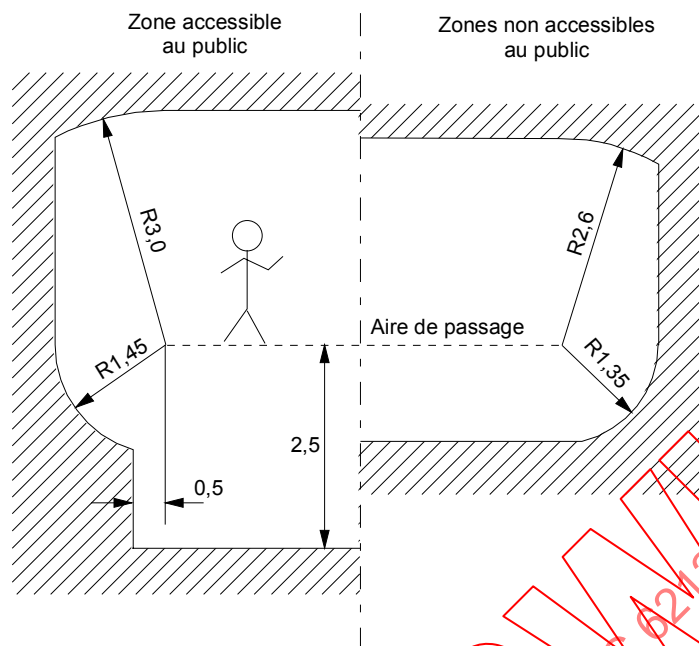
4.1.2.1 Standing surface

For standing surfaces accessible to persons, clearance for touching in a straight line as shown in figure 2 shall be provided against direct contact with live parts of an overhead contact line system as well as any live parts on the outside of a vehicle (for example current collectors, roof conductors, resistors). This does not apply to conductor rail systems near the running rails (see 4.1.3.3.3).

The clearances given in the following clauses are minimum values which shall be maintained at all temperatures and with additional and exceptional line loading. Due to national or regional existing practices, greater clearances or smaller mesh sizes may be prescribed by the relevant railway authority.

NOTE 1 Touching in a straight line implies that live parts are accessible by a person from a standing surface without use of objects.

NOTE 2 This protection is not mandatory if, although contact with live parts is possible, other provisions have been taken to ensure isolation from the supply.



Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

Figure 2 – Distances d'éloignement des parties sous tension des lignes aériennes de contact ou des parties sous tension accessibles à l'extérieur des véhicules à partir des aires de passage accessibles aux personnes de tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu

NOTE 3 La Figure 2 suppose que l'aire de passage n'est pas pourvue de protection contre les contacts avec des parties sous tension situées dessous ou latéralement. Selon son mode de construction, il se peut qu'en pratique cette aire soit conforme à la prescription concernant la protection par obstacles. Dans ce cas, on peut utiliser les distances d'éloignement plus faibles applicables aux obstacles.

Ces distances d'éloignement ont été déduites du volume d'accessibilité au toucher tel que défini dans la CEI 60364-4-41 auquel a été ajoutée une marge de sécurité. Cette marge de sécurité a été déterminée en fonction de la tension du réseau de lignes de contact et de la situation de l'aire de passage dans une zone accessible ou non au public.

4.1.2.2 Aires de passage pour travailleurs

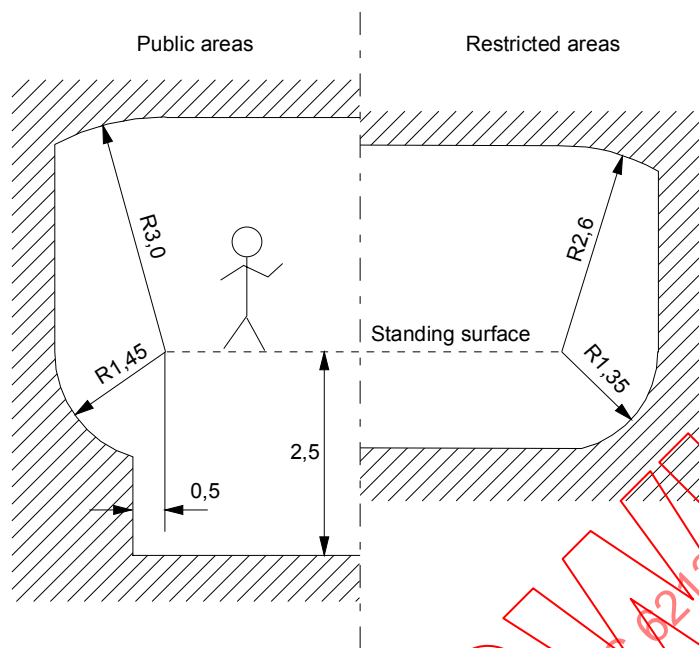
Les distances d'éloignement à observer pour les personnes travaillant au voisinage de réseaux de lignes aériennes de contact sous tension doivent être définies dans les spécifications d'exploitation. En l'absence de spécifications d'exploitation, les distances d'éloignement indiquées à la figure 2 ou celles indiquées en 4.1.3. doivent être respectées.

NOTE Ceci ne concerne pas les marquises de gare, les plates-formes de travail, les passerelles de signaux, les plates-formes de travail des signaux isolés, les échelles de maintenance, les nacelles hydrauliques, les plates-formes de travail des wagons à plate-forme mobile, utilisées seulement pour effectuer des travaux sur ou au voisinage des réseaux de lignes aériennes de contact.

4.1.2.3 Hauteur minimale des lignes aériennes de contact et des câbles d'alimentation associés

Lorsqu'une route ouverte au trafic normal des véhicules est surplombée par la ligne aérienne de contact d'un chemin de fer électrifié (ou d'un tramway) et qu'aucune restriction de trafic n'est spécifiée, il doit être maintenu, sauf stipulation contraire dans la législation nationale, une hauteur minimale de 4,70 m entre le niveau de la chaussée et le point le plus bas de la ligne aérienne de contact et des câbles d'alimentation associés.

Dans le cas où cette hauteur minimale prescrite ne peut pas être respectée et sauf stipulation contraire dans la législation nationale, la hauteur maximale des véhicules routiers autorisés à circuler sous la ligne aérienne de contact doit être limitée de façon à garantir les hauteurs minimales suivantes entre le point le plus haut du véhicule routier (chargement compris) et les parties sous tension:



All dimensions are minimum dimensions in metres.

Figure 2 – Clearances to accessible live parts on the outside of vehicles as well as to live parts of overhead contact line systems from standing surfaces accessible to persons for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c.

NOTE 3 Figure 2 assumes that the standing surface does not afford protection against contact with live parts situated below or to the side thereof. Depending on its construction, the surface may in practice meet the requirement respecting provision of obstacles. In this case, the lower clearances applicable to obstacles may be utilized.

The clearances were determined on the basis of the arms reach as defined in IEC 60364-4-41 to which a margin of safety was added. The margin of safety has been determined depending on the voltage of the contact line system and on whether the standing surface is in a restricted area or in a public area.

4.1.2.2 Standing surfaces for working persons

The clearances to be observed for persons working nearby energized overhead contact line systems shall be defined in the operational specifications. If operational specifications do not exist, clearances shown in figure 2 or the clearances according to 4.1.3 shall be used.

NOTE Station platform roofs, working platforms and working planks at signal bridges, working platforms at signals, maintenance ladders, work cages of hydraulic working platforms, working platforms of tower cars, which are utilized solely for execution of work at or in the vicinity of overhead contact line systems are not included.

4.1.2.3 Minimum height of overhead contact lines and associated feeders

Where a road carrying normal vehicular traffic crosses (or coincides) with a railway (or a tramway) electrified by means of an overhead contact line and no road traffic restrictions are specified, unless otherwise fixed by national regulation, a minimum vertical clearance of 4,70 m shall be provided between the road surface and the lowest point of the overhead contact line and associated feeders.

If the required minimum clearance cannot be provided and unless otherwise specified by national regulation, the maximum height of road vehicles permitted to pass under the overhead contact line shall be limited so as to guarantee the following minimum vertical clearances between the highest point of road vehicle (load included) and the live parts, of:

- 0,50 m, lorsque seuls des signaux routiers indiquent la hauteur maximale admissible des véhicules;
- 0,30 m, lorsque des obstacles fixes supplémentaires (par exemple un obstacle rigide ou un fil métallique fixé solidement et rendu visible par un signal d'avertissement suspendu) sont implantés de chaque côté de la traversée et délimitent matériellement cette hauteur de véhicule.

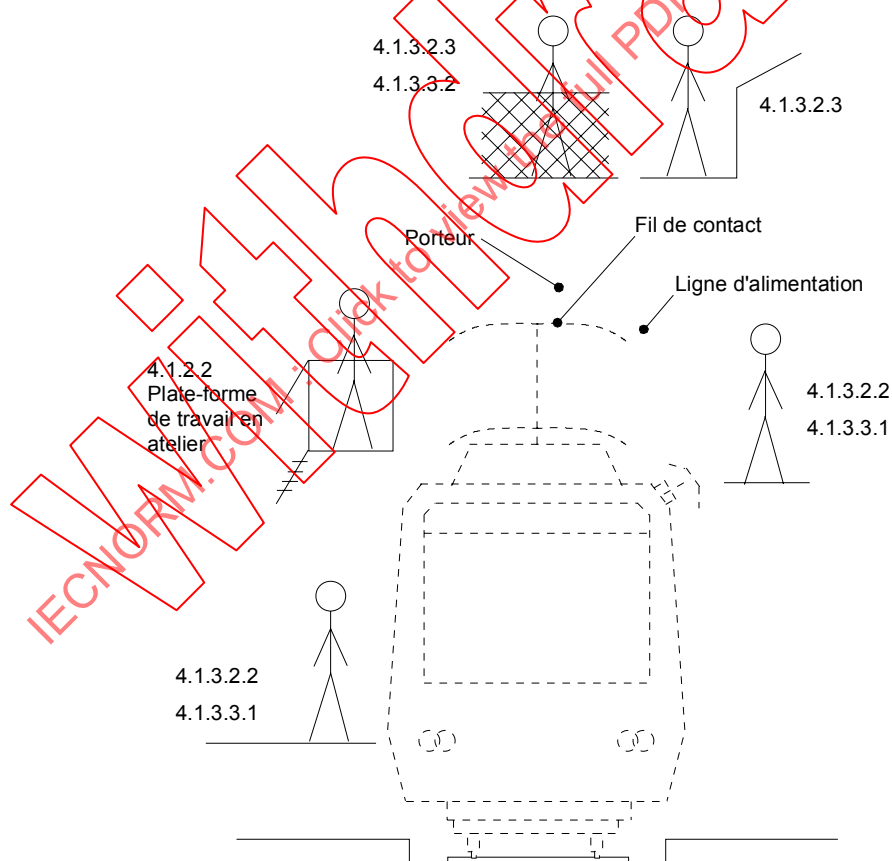
4.1.3 Protection au moyen d'obstacles

4.1.3.1 Généralités

Si les distances d'éloignement indiquées en 4.1.2 ne peuvent être respectées, des obstacles doivent être mis en place pour assurer la protection contre les contacts directs avec des parties sous tension. La disposition de ces obstacles dépend de l'emplacement des aires de passage par rapport aux parties sous tension, comme l'indiquent les figures 3 et 4, de l'espace libre entre l'obstacle et les parties sous tension et du statut de l'aire de passage, zone accessible ou non au public.

Les dimensions des obstacles doivent être telles que les personnes se tenant sur l'aire de passage ne puissent pas toucher en ligne droite les parties sous tension.

Lorsque l'obstacle est constitué d'un matériau conducteur, les prescriptions de 4.2.2 doivent s'appliquer.



IEC 1334/03

Les numéros renvoient aux paragraphes de référence.

Figure 3 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux véhicules et à des lignes aériennes de contact

- 0,50 m, where only road traffic signs indicating the maximum permissible vehicle height are utilized;
- 0,30 m, where additional fixed barriers (for example a rigid obstacle or a firmly fixed metallic wire made visible by means of a suspended warning sign) are erected on both sides of the crossing, physically limiting such vehicle height.

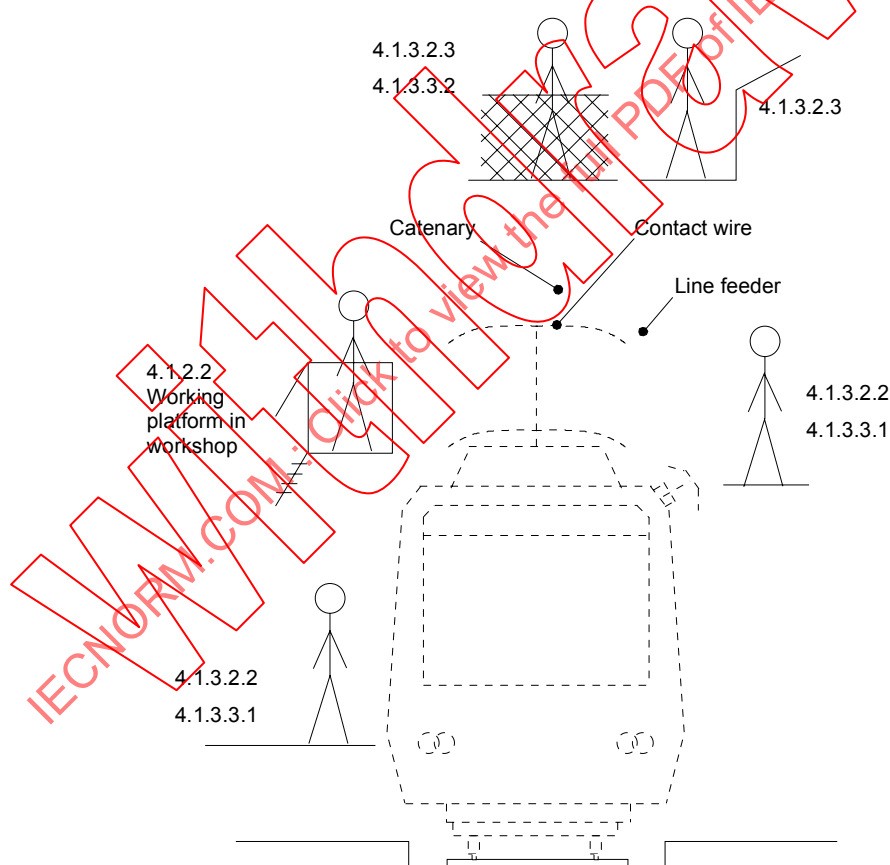
4.1.3 Protection by obstacles

4.1.3.1 General

If the clearances given in 4.1.2 cannot be maintained, obstacles shall be provided as protection against direct contact with live parts. The design of obstacles is dependent on the location of the standing surfaces relative to the live parts as shown in figures 3 and 4, on the clearance between the obstacle and the live parts and on whether the standing surface is a restricted area or a public area.

The dimensions of the obstacles shall be such that live parts cannot be touched in a straight line by persons on a standing surface.

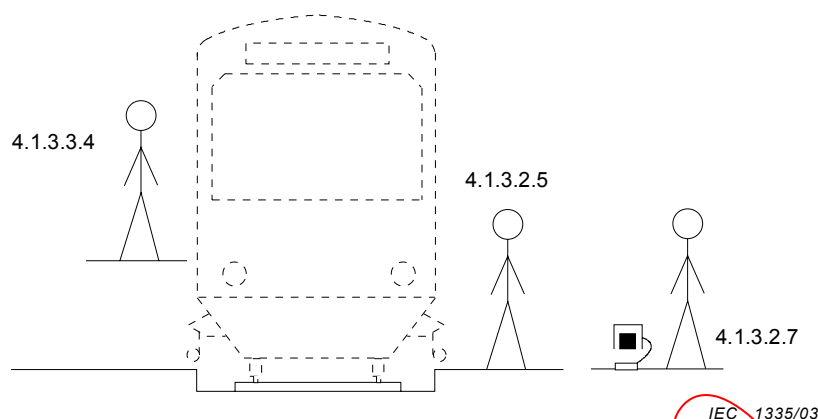
Where the obstacle is made of conductive material the requirements of 4.2.2 shall apply.



IEC 1334/03

The numbers refer to the appropriate subclauses.

Figure 3 – Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to overhead contact line systems



NOTE Les numéros renvoient aux paragraphes de référence.

Figure 4 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux véhicules et à des rails de contact

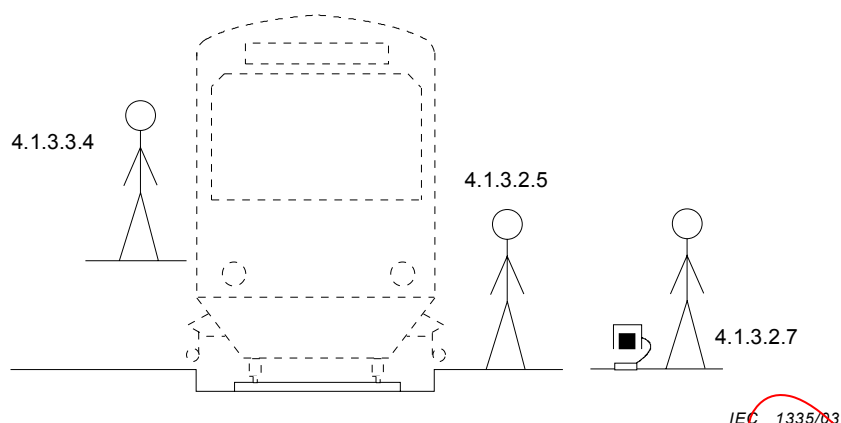
4.1.3.2 Obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public

4.1.3.2.1 Les obstacles doivent satisfaire aux prescriptions pour obstacles de protection de classe IP2X définies dans la CEI 60529 si les conditions de 4.1.3.2.2 ne sont pas remplies.

4.1.3.2.2 Dans le cas d'aires de passage adjacentes à des parties sous tension à l'extérieur de véhicules ou adjacentes à des lignes de contact et lorsque ces parties sous tension sont situées au-dessus de l'aire de passage, on peut utiliser des obstacles constitués d'écrans grillagés, dont la surface de maille n'excède pas $1\,200\text{ mm}^2$ et dont la hauteur « h » est d'au moins 1,8 m (voir figure 5, exemple a).

Si les parties sous tension sont situées à la même hauteur ou plus bas que l'aire de passage, la hauteur « h » de l'obstacle doit être telle qu'une distance d'éloignement de 1,35 m soit respectée à partir du sommet de l'obstacle comme indiqué à la figure 2 (voir figure 5, exemple b).

La distance d'isolement entre l'obstacle et les parties sous tension doit être au moins égale à 0,3 m. Si cette distance n'est pas respectée, l'obstacle doit être conforme à 4.1.3.2.1 ou être constitué d'un écran plein assurant la continuité avec l'aire de passage (voir figure 5, exemples c et d). La distance d'isolement « d » entre l'obstacle et les parties sous tension, montrées dans la figure 6, doit être déterminée comme indiqué dans la CEI 60913.



NOTE The numbers refer to the appropriate subclauses.

Figure 4 – Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to conductor rail systems.

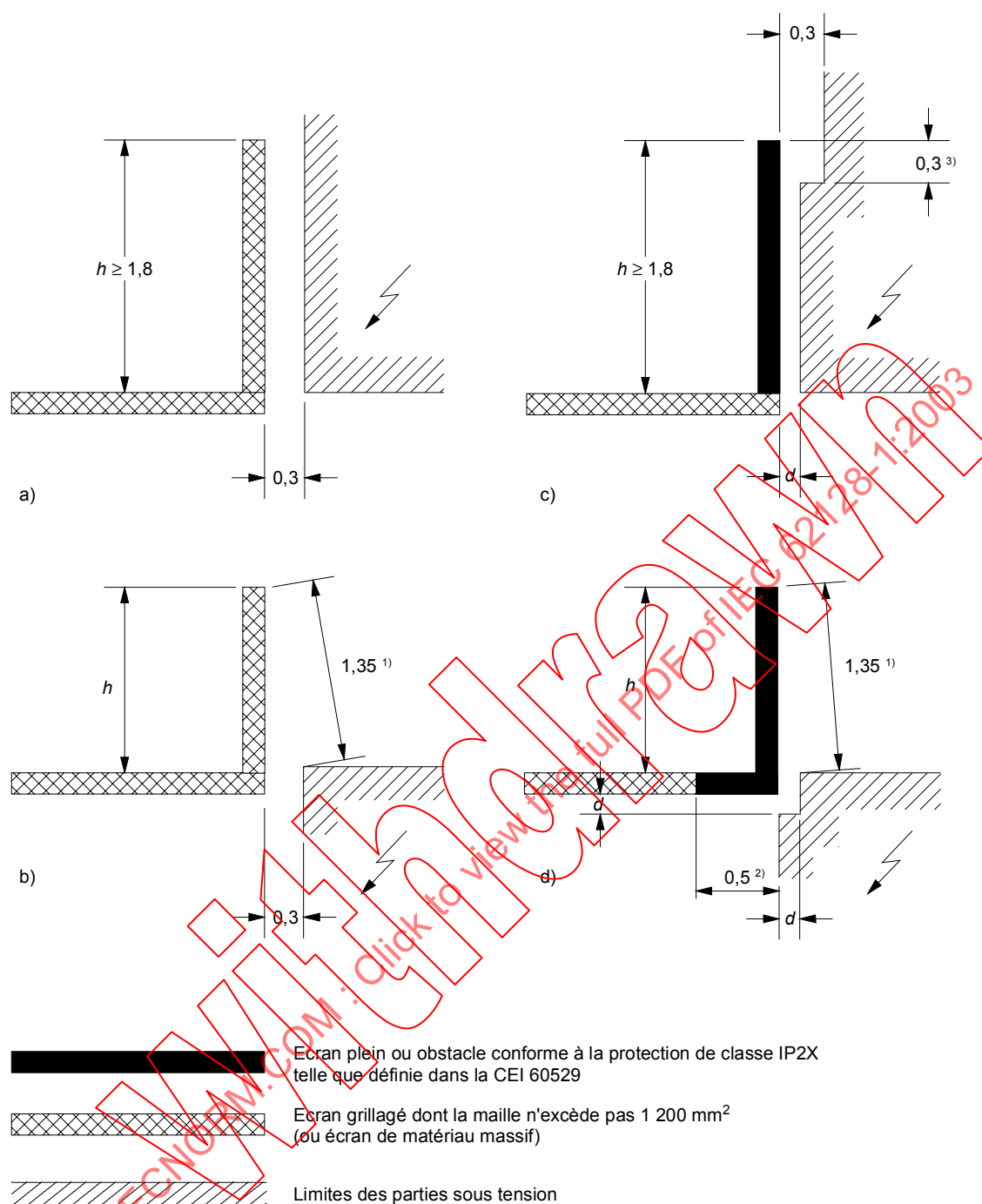
4.1.3.2 Obstacles for standing surfaces in restricted areas

4.1.3.2.1 The obstacles shall meet the requirements for protective obstacles in class IP2X as defined in IEC 60529 where the provisions given in 4.1.3.2.2 are not satisfied.

4.1.3.2.2 With standing surfaces adjacent to live parts on the outside of vehicles or adjacent to live parts of a contact line system, mesh screen obstacles with a maximum 1 200 mm² mesh size and having a height "h" of at least 1,8 m may be utilized where the live parts are situated above the standing surface (see figure 5, example a).

If the live parts are situated at the same height or lower than the standing surface, the height "h" of the obstacle shall be such that a clearance of 1,35 m from the top of the obstacle is maintained as shown in figure 2 (see figure 5, example b).

The clearance between the obstacle and the live parts shall be at least 0,3 m. If this clearance is not maintained, the obstacles shall be designed in accordance with 4.1.3.2.1 or be of solid-wall design and leave no gap between the obstacle and the standing surface (see figure 5, examples c and d). The dimension "d" between the obstacle and live parts, shown in figure 6, shall be determined as described in IEC 60913.



IEC 1336/03

«d» est la distance d'isolement dans l'air entre l'obstacle et les parties sous tension.

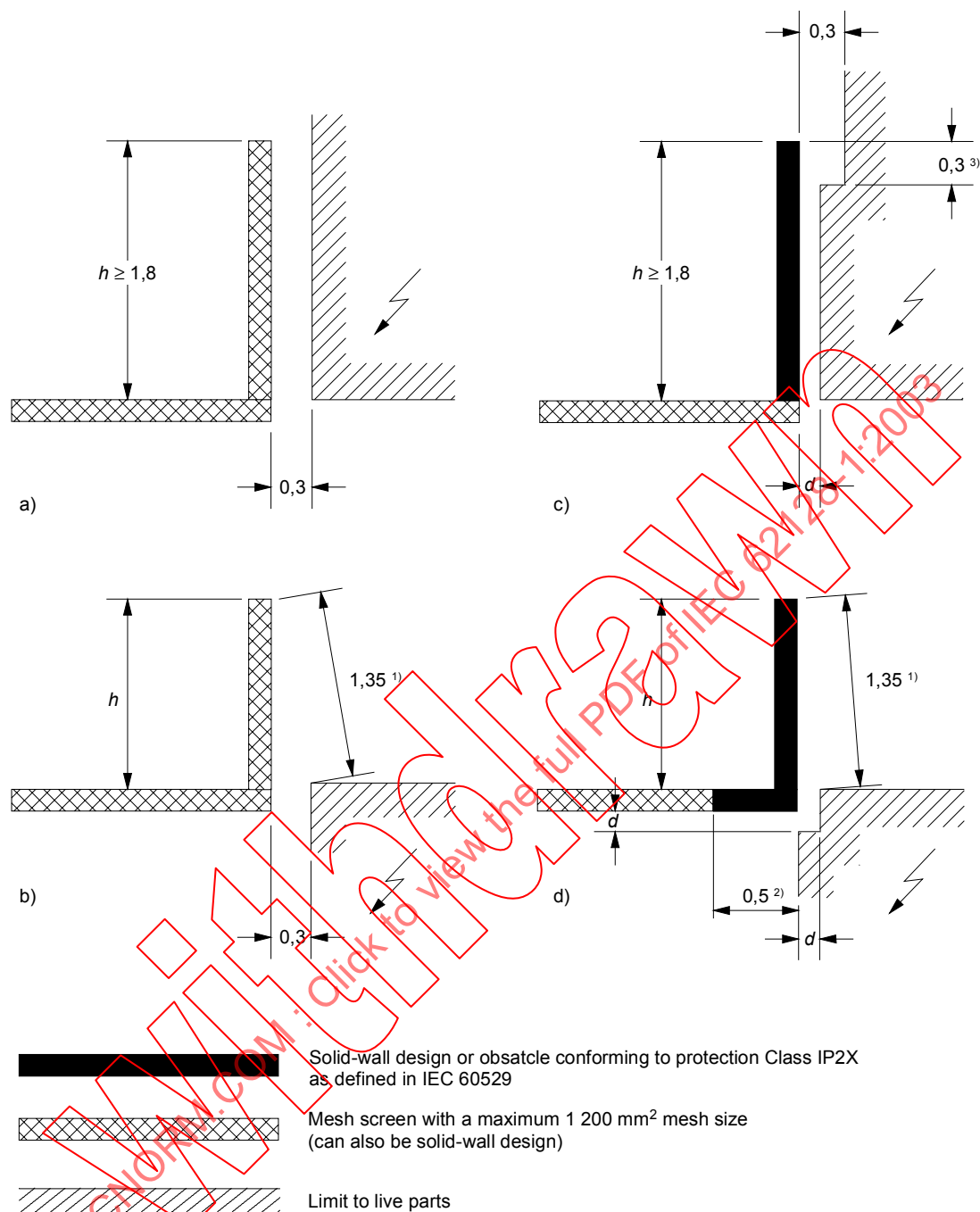
Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

NOTE 1 La dimension de 1,35 découle de la figure 2.

NOTE 2 La dimension de 0,5 est fondée sur les prescriptions données en 4.1.3.2.3.

NOTE 3 La dimension de 0,3 peut être réduite sous réserve que la hauteur «h» dépasse la valeur de 1,8 m.

Figure 5 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes de contact pour tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.2.2)



IEC 1336/03

" d " is the clearance in air between the obstacle and live parts.

All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE 1 The dimension 1,35 is derived from figure 2.

NOTE 2 The dimension 0,5 is based on the requirements given in 4.1.3.2.3.

NOTE 3 The dimension 0,3 may be reduced by the same extent as the height " h " exceeds the value of 1,8 m.

Figure 5 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.2.2)

4.1.3.2.3 Dans le cas d'aires de passage situées au-dessus des parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes de contact, les obstacles doivent être conçus conformément à 4.1.3.2.1 ou être constitués d'écrans pleins (voir figure 6, exemple a). Si la distance entre les obstacles et les parties sous tension est d'au moins 0,6 m, les obstacles peuvent être constitués d'une passerelle munie d'un grillage dont la maille n'excède pas 1 200 mm² (voir figure 6, exemple b).

La longueur de l'aire de passage avec écran plein ou grillagé doit correspondre à la zone de pantographe et dépasser les parties sous tension des lignes de contact d'au moins 0,5 m de chaque côté. Dans le cas de conducteurs ne servant pas au captage du courant (par exemple lignes d'alimentation, lignes de renforcement, lignes aériennes de contact quittant le surplomb de la voie) on doit respecter une largeur d'au moins 0,5 m de chaque côté du conducteur compte tenu des déplacements dus aux effets dynamiques et thermiques.

Des obstacles en grillage dont la maille n'excède pas 1 200 mm² doivent être au moins mis en place sur les côtés de telles aires de passage. La hauteur «*h*» de ces obstacles doit être telle qu'une distance d'éloignement de 1,35 m soit respectée à partir du sommet de l'obstacle comme indiqué à la figure 2 (voir figure 6, exemples a et b). La longueur de ces obstacles doit être au moins égale à celle de l'aire de passage au-dessus des parties sous tension.

NOTE La hauteur de ces obstacles latéraux, s'ils sont nécessaires, correspondra en général à la hauteur du garde-corps nécessaire mais il convient qu'elle atteigne au moins 1,0 m.

La dimension «*d*» entre l'obstacle et les parties sous tension, indiquée à la figure 6, doit être déterminée comme décrit dans la CEI 60913.

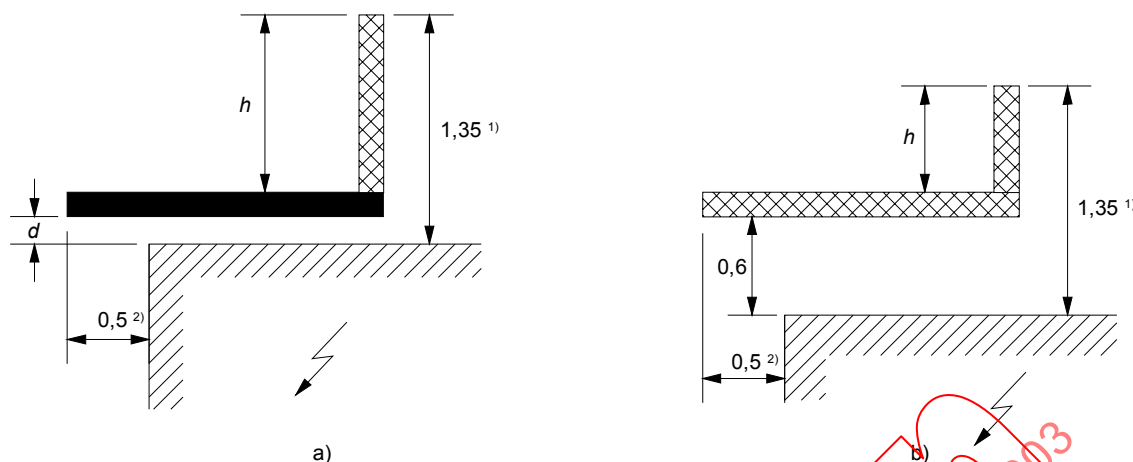
4.1.3.2.3 For standing surfaces above live parts on the outside of vehicles or above live parts of a contact line system, the obstacles shall be designed according to 4.1.3.2.1 or shall be solid-walled (see figure 6, example a). If the clearance between the obstacles and the live parts is at least 0,6 m, walkways which include a mesh construction with a maximum 1 200 mm² mesh size, may be provided as obstacles (see figure 6, example b).

The length of the solid-walled or mesh construction standing surface shall correspond to the pantograph zone and extend beyond the live parts of a contact line system by at least 0,5 m on each side. In the case of conductors not being used for current collection (e.g. line feeders, reinforcing feeders, out of running overhead contact lines) there shall be a width of at least 0,5 m on each side of the conductor provided that movement due to dynamic and thermal effects has been taken into account.

Obstacles of mesh screen construction with a maximum 1 200 mm² mesh size shall be at least provided at the sides of such standing surfaces. The height "*h*" of the obstacles shall be such that a clearance of 1,35 m from the top of the obstacles is maintained as depicted in figure 2 (see figure 6, examples a and b). These obstacles shall be at least as long as the length of the standing surface above live parts.

NOTE The height of the side obstacles, if necessary, will generally correspond to the height of the necessary safety railing but should have a height of at least 1,0 m.

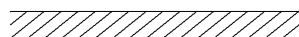
The dimension "*d*" between the obstacle and live parts, shown in figure 6, shall be determined as described in IEC 60913.



Ecran plein ou obstacle conforme à la protection de classe IP2X telle que définie dans la CEI 60529



Ecran grillagé dont la maille n'excède pas 1 200 mm² (ou écran de matériau massif)



Limites des parties sous tension

IEC 1337/03

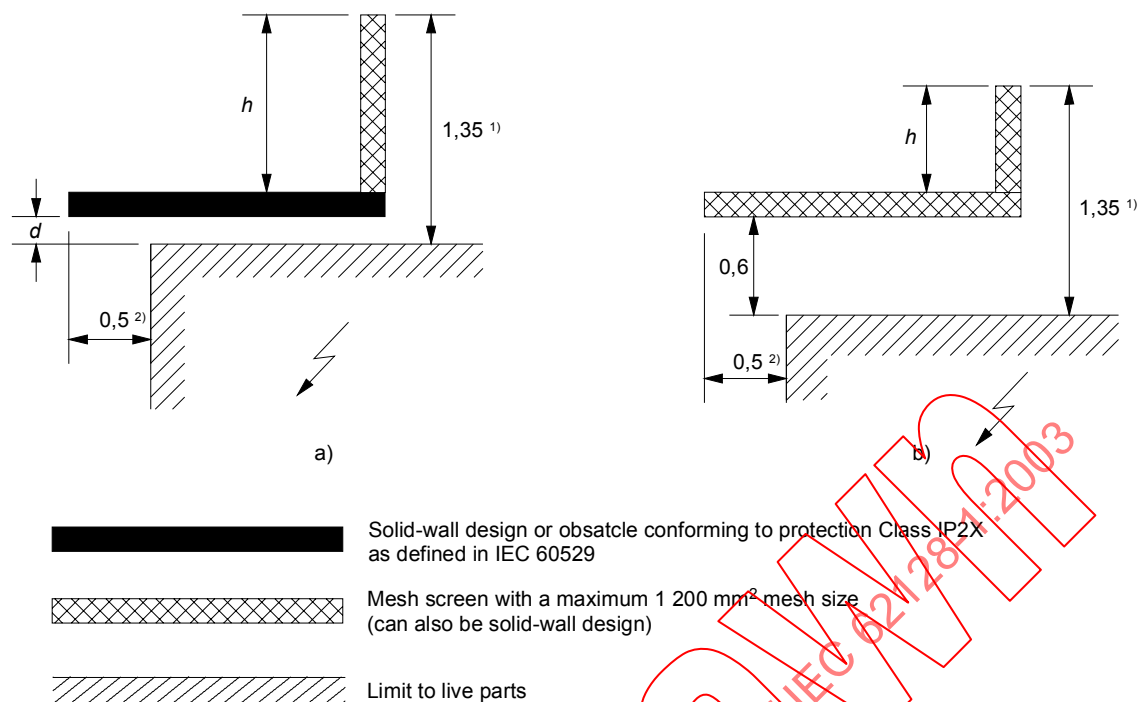
«d» est la distance d'isolement dans l'air entre l'obstacle et les parties sous tension.

Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

Note 1 La dimension de 1,35 découle de la figure 2.

Note 2 La dimension de 0,5 est fondée sur les prescriptions données en 4.1.3.2.3.

Figure 6 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs au-dessus des parties sous tension à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes de contact pour tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.2.3)



IEC 1337/03

"d" is the clearance in the air between the obstacle and live parts.

All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE 1 The dimension 1,35 is derived from figure 2.

NOTE 2 The dimension 0,5 is based on the requirements given in 4.1.3.2.3.

Figure 6 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of a contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.2.3)

IEC 1.338/03

Figure 7 – Exemple d'un obstacle isolé placé sous une structure (voir 4.1.3.2.4)

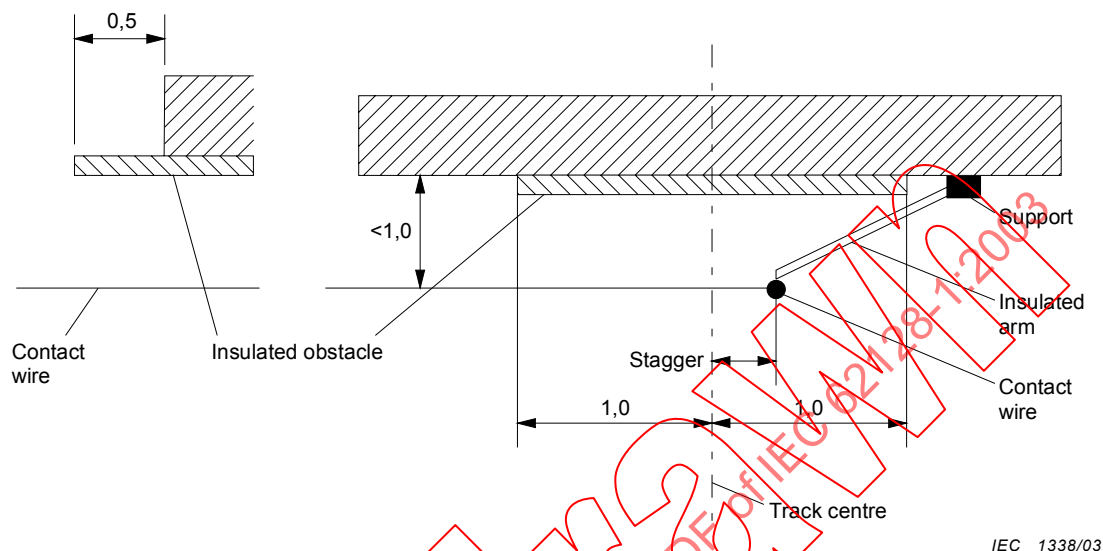
4.1.3.2.6 Dans les ateliers où il peut s'avérer impossible de placer un bardage protecteur autour du rail de contact, le système à rail de contact doit être proscrit. L'alimentation du véhicule doit être réalisée par un trolley ou tout autre système. Dans ce cas, des règles de travail locales ou nationales doivent assurer la sécurité autour de toute partie sous tension d'un véhicule alimenté, notamment le frotteur.

Dans le cas de rail de contact avec prise de courant latérale, les surfaces supérieure et latérale non en contact avec l'organe de prise de courant doivent être munies d'un bardage de protection.

4.1.3.2.8 Dans le cas de rail de contact avec prise de courant par le dessus, les prescriptions suivantes doivent être appliquées:

4.1.3.2.8.1 Dans le cas où une construction ou une guérite d'appareillage donne sur la voie, à moins de 1,0 m du rail de contact et en l'absence de protection physique, un bardage de protection simple doit être placé à l'extérieur du rail de contact en débordant de 1,0 m de part et d'autre de la construction (voir figure 8).

4.1.3.2.4 In the case of overhead contact lines suspended beneath structures (tunnels, underpasses) where work is to be executed from an insulated platform whilst the line is energized, insulated obstacles or obstacles insulated with respect to the structure of minimum width 1,0 m shall be provided on both sides of the track centre if the clearance to structural elements connected to earth is less than 1,0 m (see figure 7). These obstacles shall be 0,5 m longer than the edge of the structure.



IEC 1338/03

All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE The stagger has been taken into consideration within the dimension of 1,0 m.

Figure 7 – Example of an insulated obstacle beneath a structure (see 4.1.3.2.4)

4.1.3.2.5 The requirements given in 4.1.3.2.1 can be waived in case of vehicles with shoe gear for conductor rails if the shoe gear does not extend considerably outside the vehicle gauge. In depots, the internal operational ways shall be clearly distinguishable.

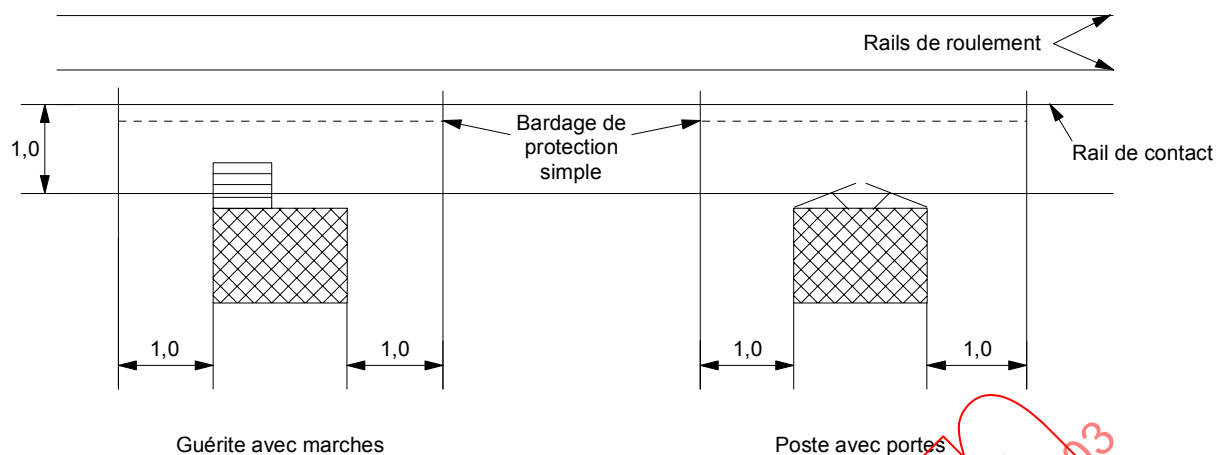
4.1.3.2.6 For workshops where it may be impracticable to place a protective boarding around the conductor rail, a conductor rail system shall not be used. A trolley system or other systems shall be used for supplying the vehicle. In this case, national or locally defined working practices shall ensure safety around any live parts of a vehicle energized in a workshop, such as shoe gear.

4.1.3.2.7 In the case of bottom-contact conductor rail systems, the surface of the conductor rail not touched by the current collector shall be protected by means of protective boarding.

In the case of side contact conductor rail systems, the top and side surfaces not touched by the current collector shall be protected by means of protective boarding.

4.1.3.2.8 For top contact conductor rail systems, the following requirements apply:

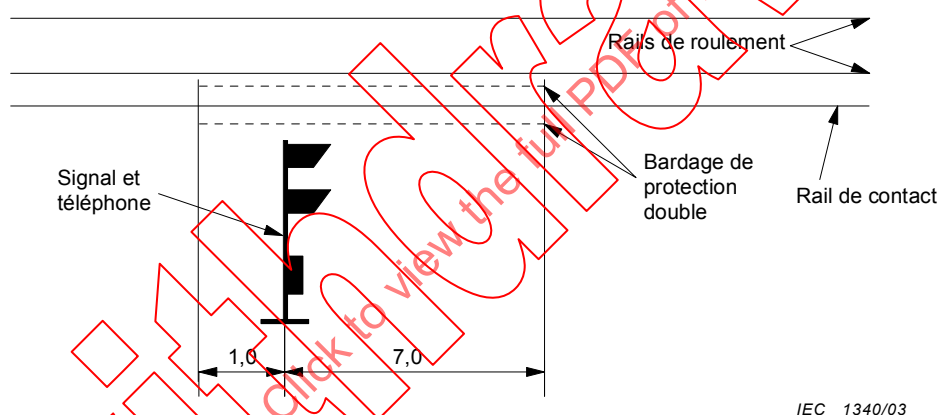
4.1.3.2.8.1 Where the egress from a building or an equipment location facing towards the track is within 1,0 m of the conductor rail and no physical barrier is provided, then single protective boarding shall be provided on the outside of the conductor rail, extending 1,0 m either side of the location (see figure 8).



Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

Figure 8 – Structures en bord de voie

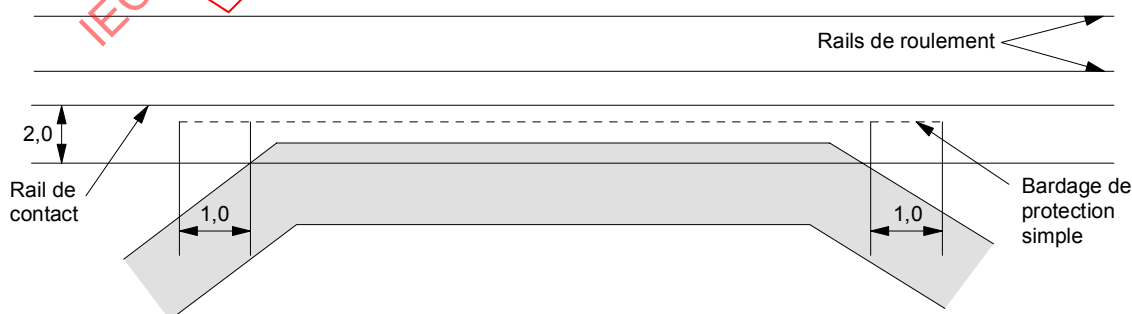
4.1.3.2.8.2 Aux emplacements des mâts de signaux et/ou de téléphone, un bardage de protection double doit être installé sur une distance de 8,0 m, commençant 7,0 m avant cet emplacement (voir figure 9).



Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

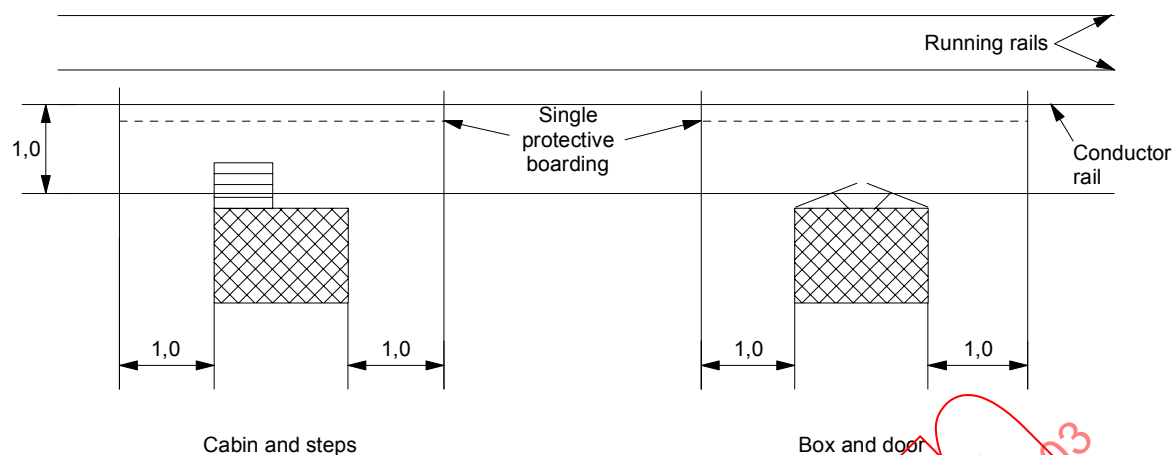
Figure 9 – Mât de signaux et/ou de téléphone

4.1.3.2.8.3 Lorsqu'un chemin latéral autorisé est situé à moins de 2,0 m d'un rail de contact et en l'absence de protection physique, un bardage de protection simple doit être placé à l'extérieur du rail de contact, en débordant de 1,0 m des extrémités du chemin (voir figure 10).



Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

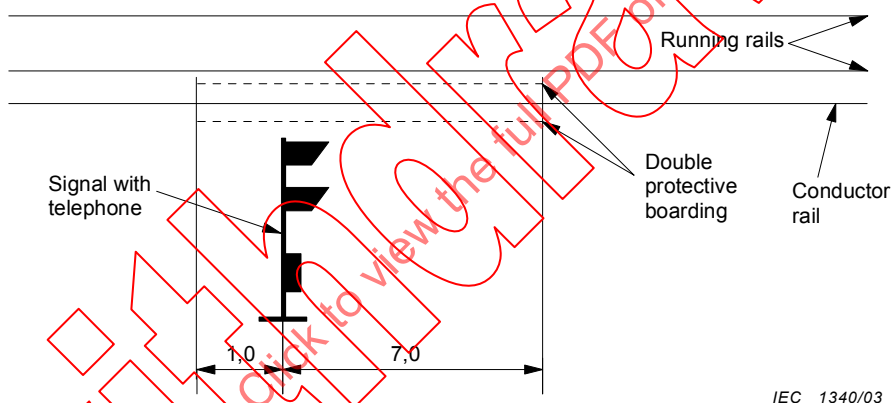
Figure 10 – Chemin latéral autorisé



All dimensions are minimum dimensions in metres.

Figure 8 – Trackside structures

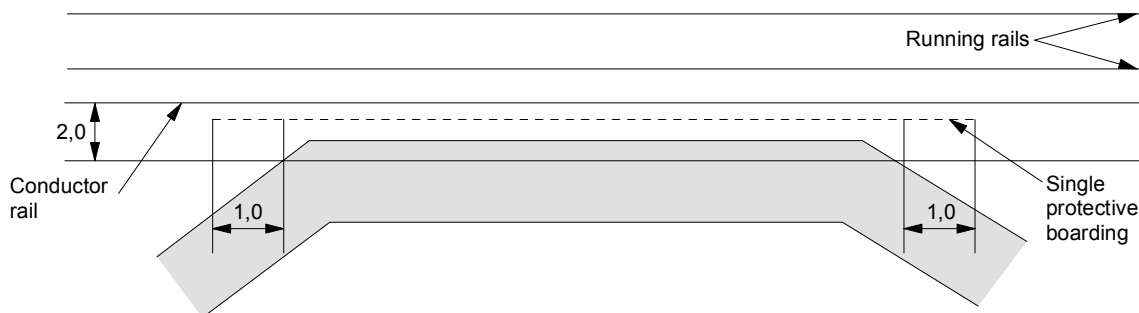
4.1.3.2.8.2 At signal post/telephone locations, double protective boarding shall be provided for a distance of 8,0 m, commencing 7,0 m on the approach side of the signal post/telephone (see figure 9).



All dimensions are minimum dimensions in metres.

Figure 9 – Signal post telephone

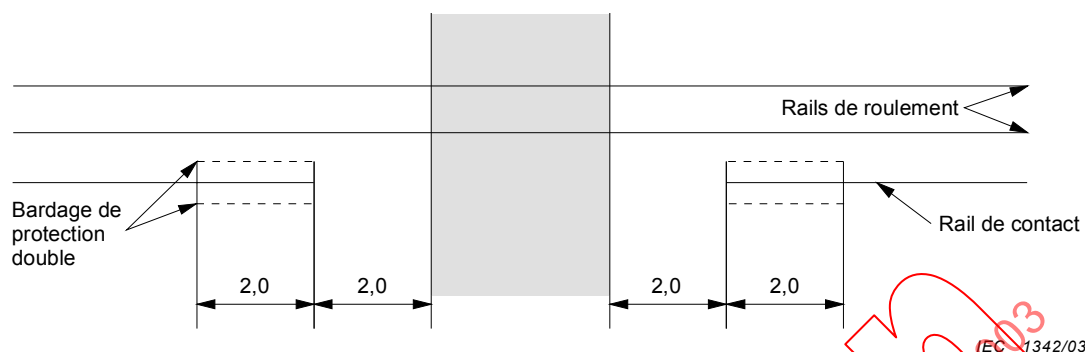
4.1.3.2.8.3 Where an authorized trackside walking route is located within 2,0 m of a conductor rail and no physical barrier is provided, then single protective boarding shall be provided on the outside of the conductor rail, extending 1,0 m either side of the end of the route (see figure 10).



All dimensions are minimum dimensions in metres.

Figure 10 – Authorized trackside walking route

4.1.3.2.8.4 Dans le cas des passages à niveau d'accès contrôlé, le rail de contact doit être interrompu à 2,0 m de part et d'autre de la traversée et un bardage de protection double doit être placé sur une longueur minimale de 2,0 m (voir figure 11).



Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

**Figure 11 – Passage à niveau d'accès contrôlé
(dépôts, cours de marchandises, traversées de gare)**

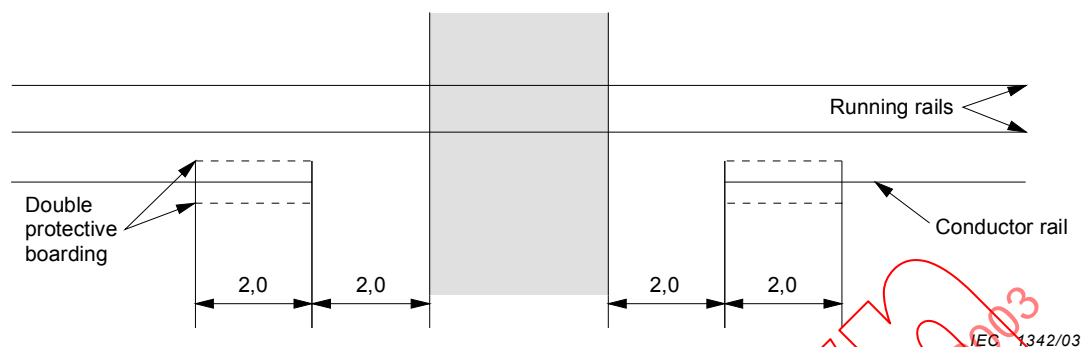
4.1.3.3 Obstacles pour aires de passage dans les zones accessibles au public

4.1.3.3.1 Dans le cas d'aires de passage adjacentes à des parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes de contact, et si les distances d'éloignement indiquées à la figure 2 ne peuvent être obtenues, des obstacles doivent être mis en place en continuité avec l'aire de passage.

Si la distance d'éloignement entre l'obstacle et les parties sous tension est d'au moins 1,0 m (voir figure 12, exemple a), l'obstacle doit être un écran plein ou de classe IP2X (telle que définie dans la CEI 60529), de hauteur 1,0 m, surmonté d'un grillage de maille inférieure à 1 200 mm², de façon à atteindre une hauteur totale d'au moins 1,8 m. Ce grillage doit être disposé de façon à en empêcher l'escalade. Si la distance d'éloignement n'est pas atteinte, l'obstacle doit être un écran plein ou de classe IP2X et de hauteur 1,8 m (voir figure 12, exemple b). La dimension «d» entre l'obstacle et les parties sous tension, indiquée à la figure 12, doit être déterminée comme décrit dans la CEI 60913.

Les sommets de ces obstacles doivent être conçus pour empêcher de s'y tenir debout et d'y marcher.

4.1.3.2.8.4 For railway controlled crossings, the conductor rail shall be terminated 2,0 m from the crossing with double protective boarding provided for a minimum distance of 2,0 m (see figure 11).



All dimensions are minimum dimensions in metres.

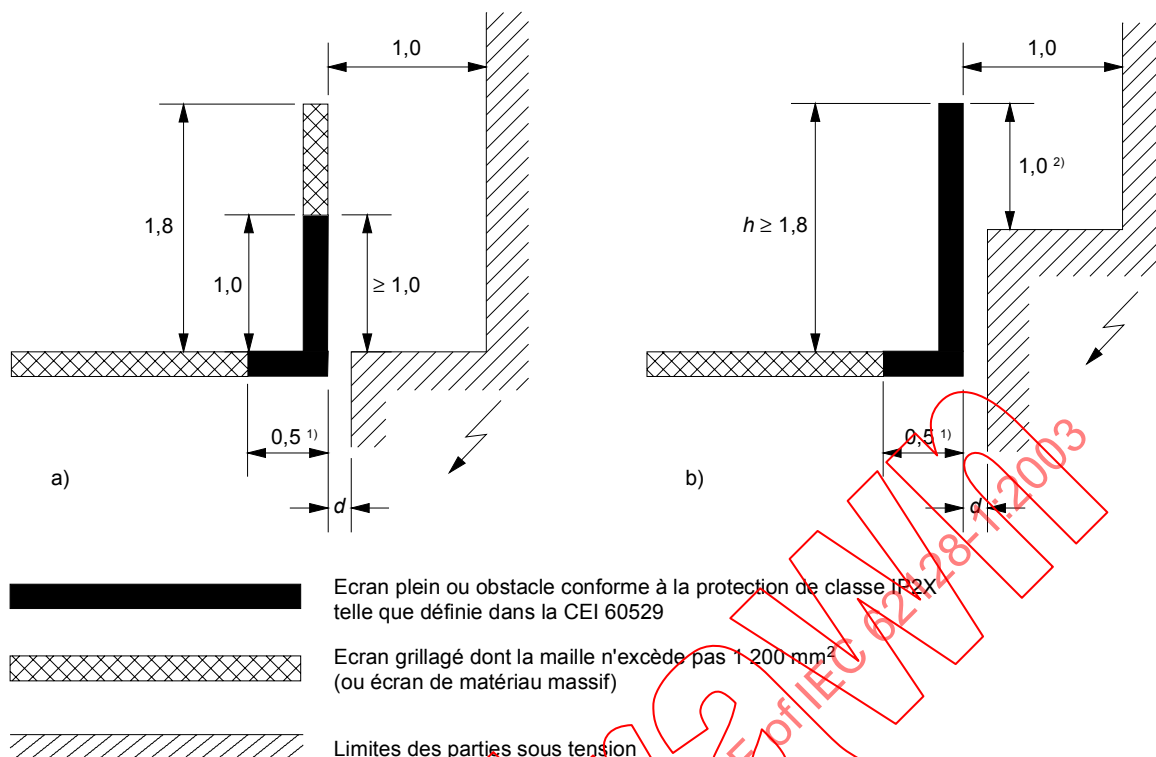
Figure 11 – Railway controlled crossing (depots, goods yard, station crossing)

4.1.3.3 Obstacles for standing surfaces in public areas

4.1.3.3.1 With standing surfaces adjacent to live parts on the outside of vehicles or adjacent to live parts of a contact line system, if the clearances shown in figure 2 cannot be achieved, obstacles shall be provided and shall leave no gap with respect to the standing surface.

If the clearance between the obstacle and live parts is at least 1,0 m (see figure 12, example a) the obstacle shall be of solid-wall design or class IP2X (as defined in IEC 60529) 1,0 m high, surmounted by a mesh construction with a maximum 1 200 mm² mesh size to an overall height of at least 1,8 m. Such mesh shall be arranged so as to ensure that the obstacle remains unclimbable. If this clearance is not achieved, the obstacle shall be of solid-wall design or class IP2X 1,8 m high (see figure 12, example b). The dimension "d" between the obstacle and live parts, shown in figure 12, shall be determined as described in IEC 60913.

The tops of such obstacles shall be designed to prevent access for standing or walking on.



«d» est la distance d'isolement dans l'air entre l'obstacle et les parties sous tension.

Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

NOTE 1 La dimension de 0,5 m est fondée sur les prescriptions données en 4.1.3.3.2.

NOTE 2 On peut réduire la distance d'éloignement de 1,0 m sous réserve d'augmenter la hauteur «h» de la valeur au-delà de 1,8.

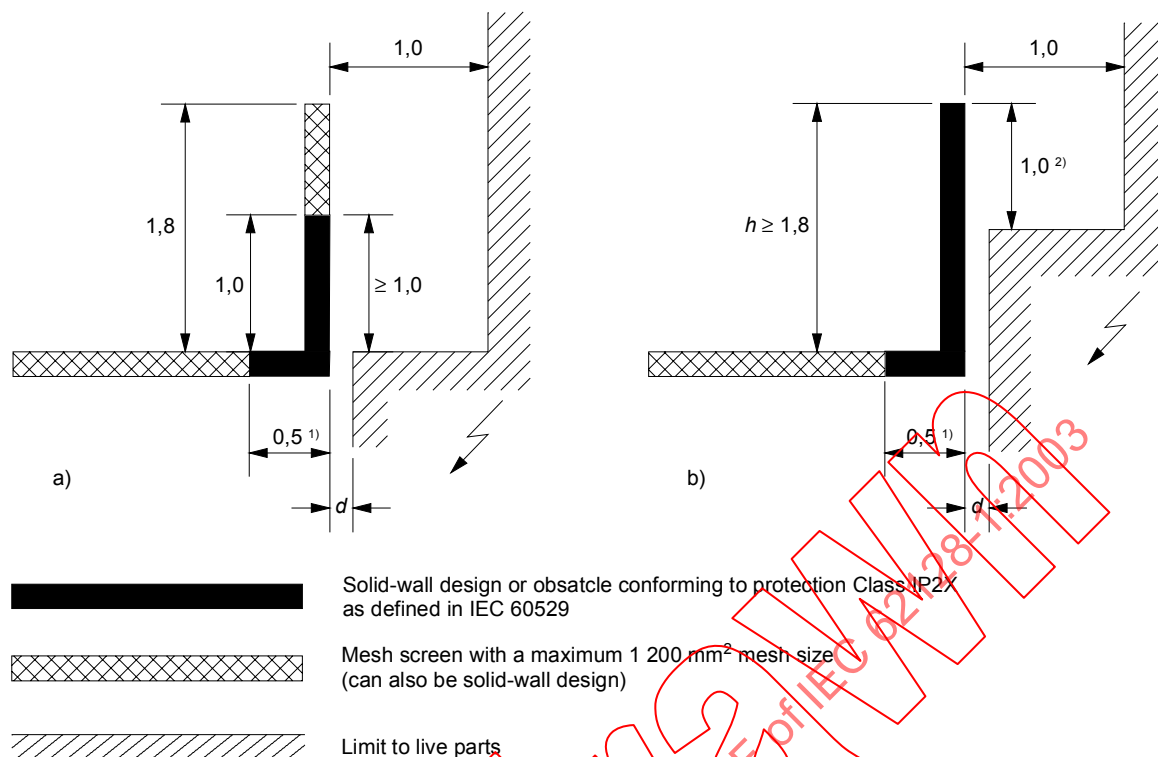
Figure 12 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes de contact pour tensions nominales n'excédant pas 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu (voir 4.1.3.3.1)

4.1.3.3.2 Dans le cas d'aires de passage situées au-dessus des parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes de contact, les obstacles doivent être constitués d'écrans pleins.

La longueur de l'aire de passage avec écran plein doit correspondre à la zone de pantographe et dépasser les parties sous tension des lignes de contact d'au moins 0,5 m de chaque côté. Dans le cas de conducteurs ne servant pas au captage du courant (par exemple lignes d'alimentation, lignes de renforcement, lignes aériennes de contact quittant le surplomb de la voie) on doit respecter une largeur d'au moins 0,5 m de chaque côté du conducteur compte tenu des déplacements dus aux effets dynamiques et thermiques.

Ces aires de passage doivent être pourvues d'obstacles latéraux destinés à empêcher tout contact direct avec les parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes de contact, même en cas d'utilisation, par exemple, d'un objet long ou d'un jet de liquide. Ces obstacles doivent avoir une longueur au moins égale à celle de l'aire de passage avec écran plein.

Lorsque des obstacles horizontaux débordent de l'obstacle vertical d'au moins 0,5 m, il est possible de compter la distance d'éloignement latéral de 1,45 m prescrite à la figure 2 à partir du sommet de l'obstacle vertical, au lieu du bord de l'aire de passage (voir annexe A, figure A.1, exemple a). La hauteur de l'obstacle vertical doit être augmentée autant que nécessaire, le cas échéant, jusqu'à obtenir cette distance d'éloignement. Il doit être impossible de se tenir debout sur l'obstacle horizontal.



" d " is the clearance in air between the obstacle and live parts.

All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE 1 The dimension 0,5 m is based on the requirements given in 4.1.3.3.2.

NOTE 2 The dimension 1,0 m may be reduced by the same extent as the height " h " exceeds the value of 1,8.

Figure 12 – Examples of obstacles for standing surfaces in public areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system for nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c. (see 4.1.3.3.1)

4.1.3.3.2 For standing surfaces above live parts on the outside of vehicles or above live parts of a contact line system shall be of solid-wall design.

The length of the solid-walled standing surface shall correspond to the pantograph zone and extend beyond the live parts of a contact line system by at least 0,5 m on each side. In the case of conductors not being used for current collection (for example line feeders, reinforcing feeders, out of running overhead contact lines) there shall be a width of at least 0,5 m on each side of the conductor provided that movement due to dynamic and thermal effects has been taken into account.

Along the sides of these standing surfaces, obstacles shall be provided in order to prevent any direct contact with live parts on the outsides of vehicles and to live parts of the contact line system even where, for example, a rod or liquid jet is utilized. These obstacles shall be provided over a length that corresponds at least to the length of the standing surface in solid-wall design.

Where horizontal obstacles extend beyond the vertical obstacle by at least 0,5 m, it becomes acceptable to refer the 1,45 m lateral clearance required by figure 2 to the top of the vertical obstacle, instead of referring it to the edge of the standing surface (see figure A.1, example a). The height of the vertical obstacle shall be increased in consequence whenever necessary, in order to achieve this clearance. The horizontal obstacle shall be impossible to stand on.

NOTE 1 Pour cela, il convient que l'obstacle horizontal soit conçu de façon à ne pas être pris pour une aire de passage, ou qu'il soit incliné vers le haut ou le bas (voir annexe A, figure A.1, exemple a).

En l'absence d'un obstacle horizontal, l'obstacle vertical doit être conforme aux prescriptions de 4.1.3.3.1 (voir figure A.1, exemple b). L'autre solution (indiquée sur l'exemple c de la figure A.1) est également acceptable.

Les sommets de ces obstacles doivent être conçus pour empêcher de s'y tenir debout et d'y marcher.

Tout obstacle vertical doit être constitué d'un écran plein ou de classe IP2X telle que définie dans la CEI 60529, avec une hauteur d'au moins 1,0 m, (voir figure A.1), sauf en présence d'un obstacle horizontal tel que décrit ci-dessus; dans ce cas, un garde-corps suffit à condition que les distances d'éloignement prescrites à la figure 2 soient respectées.

NOTE 2 Les réglementations nationales peuvent édicter d'autres prescriptions concernant les obstacles que celles relatives à la sécurité électrique.

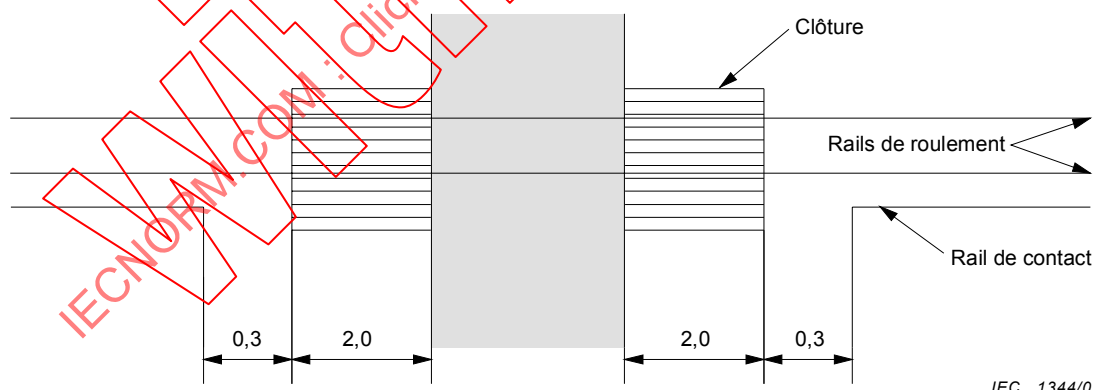
4.1.3.3.3 Dans le cas de voies à quai parcourues par des véhicules avec frotteur sur rail de contact, les prescriptions de 4.1.3.3.1 sont satisfaites lorsqu'il n'y a qu'une faible distance entre le quai et le véhicule. Si cette distance n'est pas faible, une protection supplémentaire doit être mise en place pour empêcher l'accès en ligne droite.

NOTE Ceci peut être réalisé par exemple en utilisant un frotteur capoté.

4.1.3.3.4 Chaque fois que possible les rails de contact doivent être situés du côté de la voie opposé au quai. Ceci s'applique à tous les cas sauf celui d'une seule voie entre deux quais.

4.1.3.3.5 Systèmes à rail de contact avec prise de courant par le dessus

4.1.3.3.5.1 Aux passages à niveau publics et privés, des clôtures de protection en matériau non conducteur doivent être installées parallèlement à la voie sur une distance de 2,0 m de part et d'autre du passage à niveau. Le rail de contact doit être interrompu à 0,3 m des extrémités des clôtures (voir figure 13).



IEC 1344/03

Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

Figure 13 – Passages à niveau publics et privés

4.1.3.3.5.2 La zone délimitée par les clôtures de protection doit être difficile à franchir par les personnes et les animaux.

4.1.3.3.5.3 Aux passages à niveau publics munis de barrières, protégés conformément à 4.1.3.3.1 sauf la distance d'isolement nécessaire entre la barrière et l'aire de passage et qui empêchent l'accès à la voie ferrée quand la route est ouverte, le rail de contact doit se terminer à 0,3 m du bord du passage à niveau. Ni clôture ni bardage de protection ne sont prescrits.

NOTE 1 To achieve this, the horizontal obstacle should be designed so that it is obviously not a standing surface, or it should be inclined upwards or downwards (see annex A, figure A.1, example a).

Whenever this horizontal obstacle is not present, the vertical obstacle shall conform to the requirements of 4.1.3.3.1 (see figure A.1, example b). The alternative solution (shown in figure A.1, example c) is also acceptable.

The tops of such obstacles shall be designed to prevent access for standing or walking on.

Any vertical obstacle shall be of solid wall design or class IP2X as defined in IEC 60529 with a height of at least 1,0 m (see figure A.1), except in the case of the above mentioned horizontal obstacle, which case, a railing is sufficient, if the clearances required by figure 2 are present.

NOTE 2 In addition to the requirements for electrical safety, there may be additional requirements for obstacles to provide for security according to national regulations.

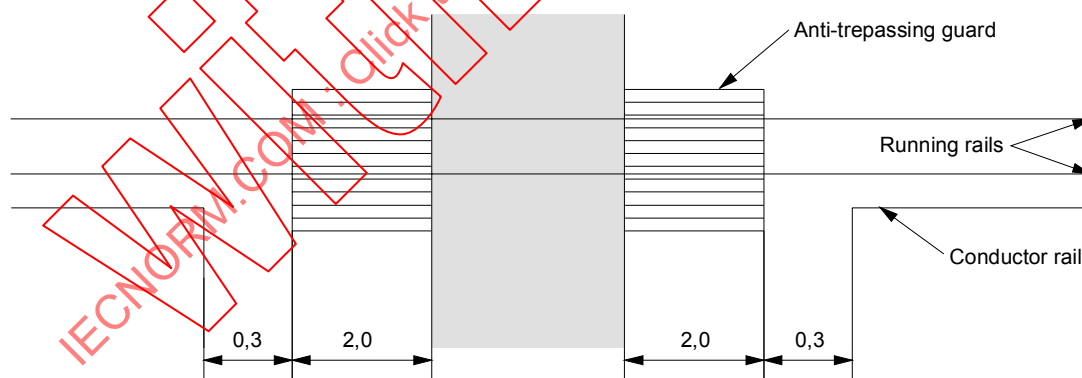
4.1.3.3.3 In the case of trackside platforms for vehicles with shoe gear for conductor rails, the requirements given in 4.1.3.3.1 are complied with if there is only a small clearance between the platform and the vehicle. If the clearance is not small, additional protection shall be provided to prevent access in a straight line.

NOTE This can be achieved for example by use of shrouded shoe gear.

4.1.3.3.4 Conductor rails shall be on the side of the track away from the platform wherever practical. This applies to all cases except where one track lies between two platforms.

4.1.3.3.5 Top contact conductor rail systems

4.1.3.3.5.1 Anti-trespassing guards constructed of non-conductive material shall be installed parallel to the track for a distance of 2,0 m when measured along the line of the track, at both public and private level crossings. The conductor rail shall be terminated 0,3 m from the edge of the anti-trespassing guard (see figure 13).



IEC 1344/03

All dimensions are minimum dimensions in metres.

Figure 13 – Public and private level crossings

4.1.3.3.5.2 Anti-trespassing guards shall comprise a surface difficult for persons and animals to walk upon.

4.1.3.3.5.3 At public level crossings provided with gates that are protected in accordance with 4.1.3.3.1 except for the necessary clearance between the gate and the standing surface which prevents access to the railway when the road is open, the conductor rail shall be terminated 0,3 m from the edge of the crossing. No anti-trespassing guards or protective boarding are required.

4.1.3.3.5.4 Aux passages à niveau privés munis de portillons conformément à 4.1.3.3.5.3 et qui empêchent l'accès du public à la voie ferrée, le rail de contact doit se terminer à 0,3 m du bord du passage à niveau. Un bardage de protection double doit être installé sur une longueur minimale de 2,0 m.

4.1.3.4 Mesures de protection contre l'escalade

En général, il n'y a pas lieu de prendre des mesures de protection contre l'escalade. Toutefois, dans des cas justifiés, des mesures de protection contre l'escalade peuvent s'avérer nécessaires. L'administration ferroviaire doit spécifier les mâts et les câbles d'ancrage à équiper d'une protection contre l'escalade.

NOTE Ces mesures sont prescrites seulement si l'on peut escalader ces mâts et ces câbles d'ancrage sans aide et si leur escalade amène à s'approcher dangereusement des parties sous tension des lignes aériennes de contact.

4.1.4 Signaux d'avertissement

Des signaux d'avertissement doivent être utilisés dans les zones où il existe un risque sérieux de franchir les limites d'accès aux parties sous tension d'un réseau de lignes de contact, limites indiquées en 4.1.2.1. Ces signaux d'avertissement doivent être placés en évidence et être aisément visibles depuis le point d'accès. Ces signaux doivent être conformes à l'ISO 3864 (voir annexe B de cette norme) et, si nécessaire, un signal supplémentaire peut être mis en place.

4.2 Protection contre les contacts indirects

4.2.1 Généralités

La protection contre les contacts indirects pour les tensions nominales n'excédant pas 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu doit être réalisée, sauf si les prescriptions définies en 411.1 de la CEI 60364-4-41 sont satisfaites.

Pour les tensions nominales plus élevées, les mesures de protection données de 4.2.2 à 4.2.4 doivent être mises en place.

4.2.2 Mise à la terre par le réseau de traction

4.2.2.1 Dans les réseaux de traction à courant alternatif, la mise à la terre directe par le réseau de traction est la méthode préférentielle pour assurer la sécurité des personnes et la protection des équipements. Cette méthode utilise les circuits de retour pour écouler le courant en cas de défaut.

Toutes les masses susceptibles d'être portées à la tension de la ligne de contact en cas de défaut doivent être mises directement à la terre par le réseau de traction.

NOTE La méthode préférentielle consiste à réaliser une liaison avec les rails de roulement.

S'il apparaît que les rails de roulement ou les masses ne peuvent être directement reliés à la terre par le réseau de traction (par exemple en présence de circuits de voie), un limiteur de tension destiné à écouler le courant de défaut en cas d'élévation de potentiel des rails de roulement ou des masses doit être utilisé.

4.2.2.2 Pour minimiser les courants vagabonds dans un réseau de traction à courant continu, la mise à la terre directe par les rails de roulement est à éviter. En conséquence, toutes les masses non isolées de la terre doivent être reliées à la terre et non au circuit de retour.

Dans ce cas, on doit utiliser des limiteurs de tension pour relier les masses au circuit de retour par une liaison indirecte; ainsi on obtient une coupure rapide du courant de défaut et on limite la tension aux valeurs indiquées aux tableaux 4 ou 5 ou à celles de 7.3.3.

NOTE Une autre méthode consiste à isoler de la terre les mâts ou structures et à les relier directement au circuit de retour.

4.1.3.3.5.4 At private level crossings provided with gates in accordance with 4.1.3.3.5.3 and which prevent public access to the railway, the conductor rail shall be terminated 0,3 m from the edge of the crossing. Double protective boarding shall be provided for a minimum distance of 2,0 m.

4.1.3.4 Anti-climbing provisions

Anti-climbing provisions are not normally necessary. In justified cases however, anti-climbing provisions can become necessary. The railway authority shall specify where it is necessary to equip masts and structure anchor wires with anti-climbing provisions.

NOTE Provisions are required only for masts and anchor wires which can be climbed without any aids and if there is a risk of coming into unsafe proximity to live parts of the overhead contact line equipment when climbing.

4.1.4 Warning signs

Warning signs shall be used in areas where there is a serious risk of coming within the limits of live parts of a contact line system given in 4.1.2.1. Such warning signs shall be placed in a prominent position and be readily visible adjacent to the point of access. The sign shall be as defined in ISO 3864 (see annex B of this standard) and if required, an appropriate supplementary sign may be used.

4.2 Protection against indirect contact

4.2.1 General

Protection against indirect contact for nominal voltages up to 50 V a.c./120 V d.c. shall be provided unless the relevant requirements as defined in IEC 60364-4-41 subclause 411.1 are met.

For higher nominal voltages, the protective provisions given in 4.2.2 to 4.2.4 shall be provided.

4.2.2 Traction system earthing

4.2.2.1 In a.c. traction systems, direct traction system earthing is the preferred method for safety of persons and protection of equipment. This method utilizes the return circuit for conduction of the current under fault conditions.

All exposed conductive parts liable to become live from the voltage of the contact line under fault conditions shall be directly connected to the traction system earth.

NOTE Connection to the running rails is the preferred method to achieve this.

If it is determined that the running rails or exposed conductive parts cannot be directly connected to the traction system earth (e. g. track circuits), then a voltage-limiting device shall be used to provide a path for the current in the event of the running rails or exposed conductive parts becoming live.

4.2.2.2 To minimize stray currents in a d.c. traction system, direct earthing of the running rails is not desirable. All exposed conductive parts which are not insulated from earth shall, therefore, be connected to earth and shall not be bonded to the return circuit.

In this case, voltage-limiting devices shall be used to make an open connection from the exposed conductive parts to the return circuit to allow the interruption of the current in a short time to limit the voltage given in tables 4 or 5 or in 7.3.3.

NOTE An alternative method is to insulate from earth any masts or structures and then connect them directly to the return circuit.

4.2.2.3 Les parties des supports des lignes aériennes de contact (parties neutres), qui pour des raisons de protection pour les travaux de maintenance sous tension, sont isolées à la fois du circuit de retour et de la ligne aérienne de contact, ne doivent pas être reliées au circuit de retour.

NOTE 1 Les supports des lignes aériennes de contact n'ont pas besoin d'être reliés au circuit de retour si l'isolement de la ligne aérienne de contact est doublé ou renforcé comme défini dans la CEI 61140. Une autre méthode consiste à isoler de la terre les supports et à les relier ensuite directement au circuit de retour.

NOTE 2 Les supports de rails de contact n'ont pas besoin d'être reliés au circuit de retour si l'isolement entre les rails de contact et les supports est doublé ou renforcé, comme défini dans la CEI 61140 et si les supports sont montés isolés.

NOTE 3 Le montage isolé des supports peut être réalisé, par exemple, en les fixant sur des traverses en bois ou en interposant des parties isolées entre le support et la structure.

4.2.2.4 Un isolateur doit équiper l'ancrage des supports en bois mis en œuvre à l'extérieur de la zone indiquée à la figure 2 lorsque les supports du réseau de lignes aériennes de contact ne sont pas reliés à la terre du réseau de traction.

4.2.3 Protection par l'utilisation de matériels de la classe II

La protection par l'utilisation de matériels de classe II ou par un isolement équivalent doit répondre aux prescriptions définies en 413.2 de la CEI 60364-4-41.

4.2.4 Exceptions

Pour la protection contre les chocs électriques, aucune mesure spéciale n'est prescrite vis-à-vis des masses des matériels montés ou fixés sur isolateurs dans les locaux à usage électrique. Il en est de même des matériels électriques situés hors de ces locaux, normalement inaccessibles lorsqu'ils sont sous tension. De telles masses doivent être munies d'un signal d'avertissement «flèche brisée» tel que défini dans l'ISO 3864 (voir annexe B de cette norme). On peut se dispenser de ce signal lorsque des mesures sont prises pour mettre hors tension le matériel en exploitation avant d'en permettre l'accès.

4.3 Mesures de protection des structures entièrement ou partiellement conductrices et des structures métalliques situées dans les zones de lignes aériennes de contact ou de pantographe

4.3.1 Des mesures de protection doivent être prises si nécessaire contre la présence des tensions de contact dangereuses indiquées en 4.2 apparaissant sur les structures entièrement ou partiellement conductrices (par exemple en acier ou en béton armé) et les structures métalliques (par exemple poteaux de lignes aériennes de contact, mâts en béton armé, clôtures métalliques, tuyaux d'écoulement, rails de roulement de réseaux à traction autre qu'électrique) susceptibles d'être mises sous tension accidentellement en cas de rupture d'une ligne aérienne de contact ou de rupture ou déraillement d'un pantographe.

Dans le cas des réseaux de traction à courant continu, ces mesures de protection doivent être harmonisées avec celles définies dans la CEI 62128-2, destinées à réduire la corrosion due aux courants vagabonds.

4.3.2 Dans le cas des structures conductrices de petites dimensions qui ne supportent ni ne contiennent de matériels électriques, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de protection.

A titre d'exemple, ces structures peuvent être: couvercles de caniveaux, mâts de signaux, supports de barrières de passage à niveau, mâts indépendants, panneaux d'avertissement, poubelles, clôtures et grillages présentant avec la voie une longueur de parallélisme maximale de 15 m et ne s'éloignant pas de plus de 2,0 m de la zone de ligne aérienne de contact.

NOTE Ceci exclut les éléments utilisés pour les mesures de protection indiquées en 4.2 et 6.2.

4.2.2.3 Parts of the support system for overhead contact line systems (neutral parts), which by reason of protection-at-work provisions are insulated both with respect to the return circuit and to the overhead contact line, shall not be connected to the return circuit.

NOTE 1 Supporting structures for overhead contact lines need not be connected to the return circuit if the insulation of the overhead contact line has been doubled or reinforced as defined in IEC 61140. An alternative method is to insulate from earth the supporting structures and then connect them directly to the return circuit.

NOTE 2 Supports of conductor rails need not be connected to the return circuit if the insulation between the conductor rails and the supports has been doubled or reinforced as defined in IEC 61140 and where the supports are insulated mounted.

NOTE 3 Insulated mounting of the supports can be achieved, for example, by attachment to wooden sleepers or by interposition of insulated parts between the support and the supporting structure.

4.2.2.4 An insulator shall be installed in the anchor of wooden masts external to the zone as shown in figure 2 where the supporting structures of the overhead contact line system are not connected to the traction system earth.

4.2.3 Protection by use of class II equipment

Protection by use of class II equipment or by equivalent insulation shall meet the requirements as defined in IEC 60364-4-41, subclause 413.2.

4.2.4 Exceptions

No special provisions are required for protection against electric shock with the exposed conductive parts of equipment which is either mounted or fixed on insulators in closed electrical operating areas. This also applies to electrical equipment external to closed electrical operating areas, which is normally not accessible when it is energized. Such exposed conductive parts shall be provided with a "Broken arrow" warning sign as defined in ISO 3864 (see annex B of this standard). Such marking can be dispensed with where provision is made for switching-off the equipment in normal operation before access to the equipment can be gained.

4.3 Protective provisions for wholly or partially conductive structures and for metallic structures located in the overhead contact line zone or the pantograph zone

4.3.1 For wholly or partially conductive structures (for example steel structures, reinforced concrete structures) and metallic structures (for example masts for overhead contact lines, reinforced concrete masts, metallic fences, drainpipes, running rails of non-electric traction systems) which will become live by a broken overhead contact line or a broken or dewired pantograph, protective provisions against the remaining of dangerous touch voltage given in 4.2 shall be taken if necessary.

These protective provisions shall be harmonized with the provisions specified for d.c. traction systems as defined in IEC 62128-2 for reduction of corrosion due to stray currents.

4.3.2 For conductive structures of small dimensions which do not support or contain electrical equipment it is not necessary to take any protective provisions.

Such structures include for example: gully covers, signal posts, level crossing posts, individual masts, warning labels, trash cans, fences and mesh constructions up to 15 m in length measured parallel to the overhead contact line zone and also not more than 2,0 m measured in a direction at right angle to and away from the overhead contact line zone.

NOTE This excludes items utilized for protective provisions given in 4.2 and 6.2 .

4.3.3 En l'absence de consigne d'exploitation, ces mesures de protection ne doivent pas s'appliquer aux matériaux conducteurs stockés temporairement au voisinage de la voie, par exemple les rails de roulement.

4.3.4 Les mesures de protection spécifiées en 4.2, intéressant les structures conductrices ou leurs constituants, situés dans la zone de pantographe, peuvent être remplacées par la mise en œuvre d'un obstacle. Cet obstacle doit être installé entre la ligne aérienne de contact et les structures ou leurs constituants et doit être au moins aussi large que la zone de pantographe; de plus il convient qu'il déborde d'au moins 0,5 m de l'extrémité de la structure ou du constituant. Les éléments conducteurs supportant la ligne aérienne de contact et reliés à la structure doivent être protégés par cet obstacle, de sorte qu'en cas de défaut la structure ne puisse être mise sous tension.

Dans les cas où l'appareil de prise de courant est guidé par la ligne aérienne de contact (par exemple les trolleybus), la largeur de la zone de pantographe peut être réduite en étendant l'obstacle de part et d'autre vers le bas, jusqu'à atteindre au moins 0,05 m sous la ligne aérienne de contact.

4.4 Réseaux d'alimentation de traction en courant continu de tension nominale n'excédant pas 1,5 kV en courant continu, dans lesquels les rails de roulement ou les autres supports des véhicules ne servent pas à écouler le courant de retour de traction (par exemple les trolleybus)

4.4.1 Les fils de contact doivent être disposés de sorte qu'ils soient isolés pour la tension nominale, l'un par rapport à l'autre et par rapport à la terre.

4.4.2 Les lignes aériennes de contact non mises à la terre doivent être munies d'un dispositif pour surveiller l'état de l'isolement entre chaque fil de contact et la terre.

4.4.3 Lorsque le fil de contact négatif est mis à la terre, cette mise à la terre doit s'effectuer en un seul point par secteur d'alimentation de la ligne de contact pour laquelle une protection contre les courants vagabonds est prescrite; la seule exception est celle de 4.4.5.

4.4.4 Lorsque le fil de contact négatif est mis à la terre, aucun dispositif de coupure n'est autorisé. Lorsque le fil de contact négatif n'est pas mis à la terre, un dispositif de coupure doit être mis en place, assurant la coupure simultanée des fils positif et négatif. Les câbles de retour doivent être conformes aux prescriptions de 9.1.

4.4.5 Lorsque l'alimentation de la traction est commune à des réseaux de trolleybus et de tramways, un fil de contact du réseau de trolleybus doit être relié au circuit de retour du réseau de tramway en plusieurs points si les rails de roulement y sont reliés de façon continue.

5 Mesures de protection contre les chocs électriques dans les installations dont les tensions nominales excèdent 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu mais n'excèdent pas 25 kV par rapport à la terre en courant alternatif ou en courant continu

5.1 Protection contre les contacts directs

5.1.1 Généralités

Dans les réseaux de lignes aériennes de contact, on doit utiliser l'une des mesures suivantes pour la protection contre les contacts directs:

- protection par éloignement;
- protection par obstacles.

4.3.3 These protective provisions shall not normally required for conductive materials temporarily stored in the vicinity of the track, for example running rails unless required by the operational specifications.

4.3.4 Instead of the protective provisions specified for conductive structures or conductive structural components located in the pantograph zone given in 4.2, an obstacle may be installed in the pantograph zone. The obstacle shall be situated between the overhead contact line and the structures or structural components and shall have a width at least equivalent to that of the pantograph zone and should extend by at least 0,5 m beyond the end of the structure or structural component. The conductive supporting elements of the overhead contact line connected to the structure shall be protected by the obstacle so that in the event of a fault no voltage will be transmitted to the structure.

In cases when the current collector is guided by the overhead contact line (for example trolleybus), the pantograph zone width can be reduced by extending the obstacle downwards on both sides of the overhead contact line by at least 0,05 m below the overhead contact line.

4.4 Traction power supply systems with nominal voltages up to and including 1,5 kV d.c. in which the running rails or other support systems are not utilized for carrying traction return current (for example trolleybus)

4.4.1 Contact wires shall be laid in such a way that they are insulated for the nominal voltage relative to one another and to the earth.

4.4.2 Unearthed overhead contact lines shall have an equipment for monitoring the state of the insulation between each contact wire and earth.

4.4.3 If the negative contact wire is earthed, it shall only be earthed at one point per feeding section of the contact line where stray currents protection is required, with the exception of 4.4.5.

4.4.4 When the negative contact wire is earthed, no provision for disconnection of the negative is allowed. When the negative contact wire is not earthed, disconnection of the negative contact wire is required and shall only be permitted in conjunction with disconnection of the positive contact wire. Return cables shall conform to the details given in 9.1.

4.4.5 Where there is a common traction power supply system for a trolleybus system and a tramway system, one contact wire of the trolleybus system shall be connected to the return circuit of the tramway system at several points if the running rail system is continuously connected.

5 Protective provisions against electric shock in installations for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth

5.1 Protection against direct contact

5.1.1 General

In overhead contact line systems, one of the following protective provisions shall be utilized for protection against direct contact:

- protection by clearance;
- protection by obstacles.

Dans la présente norme, tous les isolateurs reliés à une partie sous tension doivent être considérés comme étant des parties sous tension en ce qui concerne les distances d'éloignement.

5.1.2 Protection par éloignement

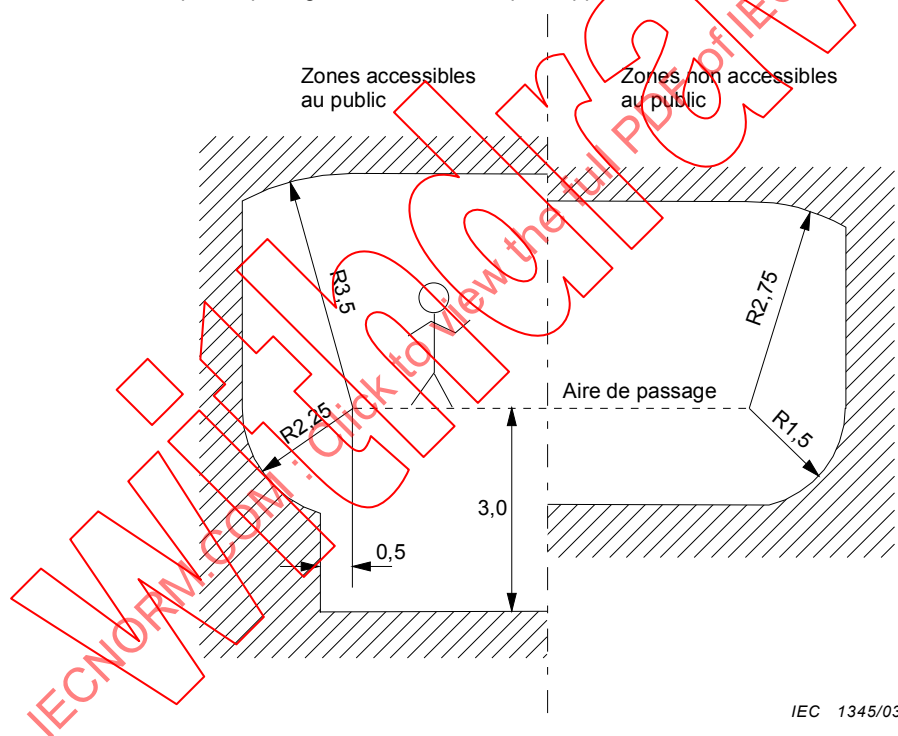
5.1.2.1 Aire de passage

Pour les aires de passage, accessibles aux personnes, la distance d'approche en ligne droite doit être respectée comme indiqué à la figure 14, afin d'empêcher le contact direct avec des parties sous tension des lignes aériennes de contact ou avec toute partie sous tension à l'extérieur d'un véhicule (par exemple appareils de prise de courant, conducteurs en toiture, résistances).

Les distances indiquées dans les paragraphes suivants sont des valeurs minimales qui doivent être respectées quelles que soient la température et les surcharges exceptionnelles de la ligne de contact. Dans le cas de pratiques nationales ou régionales, l'administration ferroviaire peut prescrire des distances d'éloignement plus grandes ou des grillages aux mailles plus fines.

NOTE 1 La distance d'approche en ligne droite suppose que les parties sous tension sont accessibles par une personne se tenant sur l'aire de passage sans utiliser d'objets.

NOTE 2 Cette protection n'est pas obligatoire si, bien que le contact soit possible avec des parties sous tension, d'autres mesures ont été prises pour garantir l'isolement par rapport à la source.



IEC 1345/03

Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

Figure 14 – Distances d'éloignement des parties sous tension accessibles des lignes aériennes de contact ou des parties sous tension à l'extérieur des véhicules à partir des aires de passage accessibles aux personnes de tensions nominales excédant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre

NOTE 3 La figure 14 suppose que l'aire de passage n'est pas pourvue de protection contre les contacts avec des parties sous tension situées en dessous ou latéralement. Selon son mode de construction, il se peut qu'en pratique cette aire soit conforme à la prescription concernant la protection par obstacles. Dans ce cas, on peut utiliser les distances d'éloignement plus faibles applicables aux obstacles.

Ces distances d'éloignement ont été déduites du volume d'accessibilité au toucher tel que défini dans la CEI 60364-4-41 auquel a été ajoutée une marge de sécurité. Cette marge de sécurité a été déterminée en fonction de la tension du réseau de lignes de contact et de la situation de l'aire de passage dans une zone accessible ou non au public.

All insulators which are connected to a live part shall be regarded as a live part when considering clearance dimensions in this standard.

5.1.2 Protection by clearance

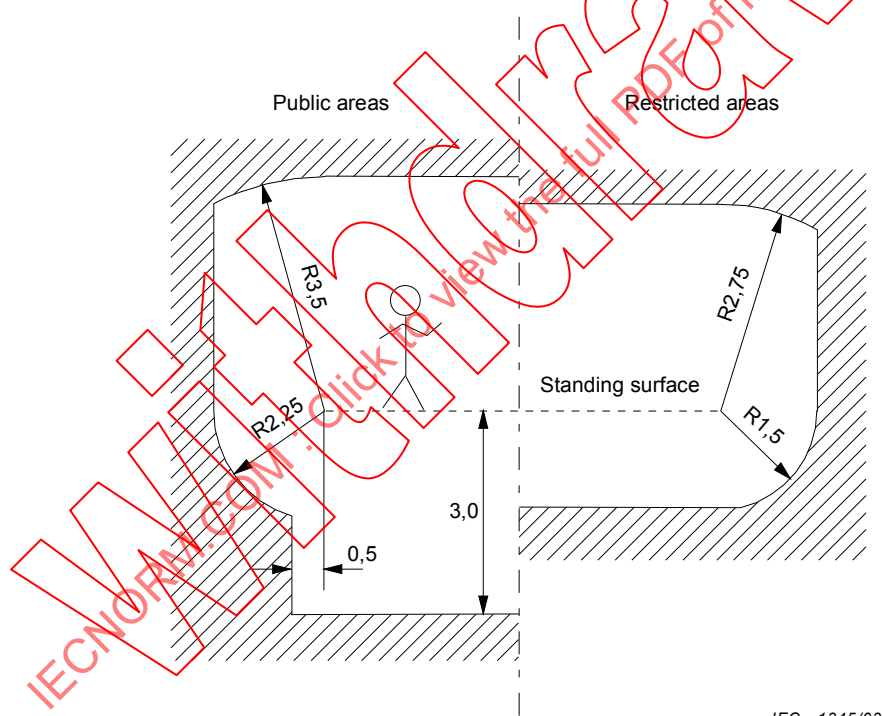
5.1.2.1 Standing surface

For standing surfaces, accessible to persons, clearance for touching in a straight line shown in figure 14, shall be provided against direct contact with live parts of an overhead contact line system as well as any live parts on the outside of a vehicle (for example current collectors, roof conductors, resistors).

The clearances given in the following subclauses are minimum values which shall be maintained at all temperatures and with additional and exceptional line loading. Due to national or regional existing practices, greater clearances or smaller mesh sizes may be prescribed by the relevant railway authority.

NOTE 1 Touching in a straight line implies that live parts are accessible by a person from a standing surface without use of objects.

NOTE 2 This protection is not mandatory if, although contact with live parts is possible, other provisions have been taken to ensure isolation from the supply.



IEC 1345/03

All dimensions are minimum dimensions in metres.

Figure 14 – Clearances to accessible live parts on the outside of vehicles as well as to live parts of overhead contact line systems from standing surfaces accessible to persons for nominal voltages in excess of 1 kV a.c. / 1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth

NOTE 3 Figure 14 assumes that the standing surface does not afford protection against contact with live parts situated below or to the side thereof. Depending on its construction, the surface may in practice meet the requirement respecting provision of obstacles. In this case, the lower clearances applicable to obstacles may be utilized.

The clearances were determined on the basis of the arms reach as defined in IEC 60364-4-41 to which a margin of safety was added. The margin of safety has been determined depending on the voltage of the contact line system and on whether the standing surface is in a restricted area or in a public area.

5.1.2.2 Aires de passage pour travailleurs

Les distances d'éloignement à observer pour les personnes travaillant au voisinage de réseaux de lignes aériennes de contact sous tension doivent être définies dans les spécifications d'exploitation.

En l'absence de spécifications d'exploitation, les distances d'éloignement indiquées à la figure 14 ou celles indiquées en 5.1.3. doivent être respectées.

NOTE Ceci ne concerne pas les marquises de gare, les plates-formes de travail, les passerelles de signaux, les plates-formes de travail des signaux isolés, les échelles de maintenance, les nacelles hydrauliques, les plates-formes de travail des wagons à plate-forme mobile, utilisées seulement pour effectuer des travaux sur ou au voisinage des réseaux de lignes aériennes de contact.

5.1.2.3 Hauteur minimale des lignes aériennes de contact et des câbles d'alimentation associés

Lorsqu'une route ouverte au trafic normal des véhicules est surplombée par la ligne aérienne de contact d'un chemin de fer électrifié et qu'aucune restriction de trafic n'est spécifiée, il doit être maintenu, sauf stipulation contraire dans la législation nationale, une hauteur minimale de 5,50 m entre le niveau de la chaussée et le point le plus bas de la ligne aérienne de contact et des câbles d'alimentation associés.

Dans le cas où cette hauteur minimale prescrite ne peut pas être respectée et sauf stipulation contraire dans la législation nationale, la hauteur maximale des véhicules routiers autorisés à circuler sous la ligne aérienne de contact doit être limitée de façon à garantir les hauteurs minimales suivantes entre le point le plus haut du véhicule routier (chargement compris) et les parties sous tension:

- 1,0 m, lorsque seuls des signaux routiers indiquent la hauteur maximale admissible des véhicules;
- 0,50 m, lorsque de plus des obstacles fixes (par exemple un obstacle rigide ou un fil métallique fixé solidement et rendu visible par un signal d'avertissement suspendu) sont implantés de chaque côté de la traversée et délimitent matériellement cette hauteur de véhicule.

5.1.2.4 Câbles d'alimentation situés au-dessus d'aires de chargement

Uniquement en cas d'urgence d'exploitation, des câbles ou lignes d'alimentation peuvent être installés au-dessus d'aires de chargement ou de voies de débord. Dans de tels cas, une distance minimale de 12 m doit être maintenue entre les aires de chargement et ces lignes.

5.1.2.5 Distance d'éloignement entre les arbres et les lignes aériennes de contact

Une distance d'éloignement de 2,5 m doit être maintenue en toutes circonstances entre le réseau de lignes aériennes de contact et les branchages des arbres ou les buissons.

5.1.3 Protection au moyen d'obstacles

5.1.3.1 Généralités

Si les distances d'éloignement indiquées en 5.1.2 ne peuvent être respectées, des obstacles doivent être mis en place pour assurer la protection contre les contacts directs avec des parties sous tension.

La disposition de ces obstacles dépend de l'emplacement des aires de passage par rapport aux parties sous tension, comme l'indique la figure 15, de l'espace libre entre l'obstacle et les parties sous tension et du statut de l'aire de passage, zone accessible ou non au public.

5.1.2.2 Standing surfaces for working persons

The clearances to be observed for persons working nearby energized overhead contact line systems shall be defined in the operational specifications.

If operational specifications do not exist, clearances shown in figure 14 or the clearances according to 5.1.3 shall be used.

NOTE Station platform roofs, working platforms and working planks at signal bridges, working platforms at signals, maintenance-ladders, work cages of hydraulic work platforms, working platforms of tower cars which are utilized solely for execution of work at or in the vicinity of overhead contact line systems are not included.

5.1.2.3 Minimum height of overhead contact lines and associated feeders

Where a road carrying normal vehicular traffic crosses with a railway electrified by means of an overhead contact line and no road traffic restrictions are specified, unless otherwise fixed by national regulation, a minimum vertical clearance of 5,50 m shall be provided between the road surface and the lowest point of the overhead contact line and associated feeders.

If the said minimum clearance cannot be provided and unless otherwise specified by national regulation, the maximum height of road vehicles permitted to pass under the overhead contact line shall be limited so as to guarantee the following minimum vertical clearances between the highest point of the road vehicle (load included) and the live parts, of:

- 1,0 m, where only road traffic signs indicating the maximum permissible vehicle height are utilized;
- 0,50 m, where additional fixed barriers (for example a rigid obstacle or a firmly fixed metallic wire made visible by means of a suspended warning sign) are erected on both sides of the crossing, physically limiting such vehicle height.

5.1.2.4 Feeders above loading roads

Feeders or line feeders may only in urgent cases be situated above loading roads or loading sidings. In such cases, there shall be a distance of at least 12 m between surfaces of the loading platform (ramps) and feeders.

5.1.2.5 Clearance between overhead contact line systems and trees

A clearance of 2,5 m shall be maintained in all conditions between the overhead contact line system and branches of trees or bushes.

5.1.3 Protection by obstacles

5.1.3.1 General

If the clearances given in 5.1.2 cannot be maintained, obstacles shall be provided as protection against direct contact with live parts.

The design of obstacles is dependent on the location of the standing surfaces shown in figure 15 relative to the live parts, on the clearance between the obstacle and the live parts and on whether the standing surface is a restricted area or a public area.

Les dimensions des obstacles doivent être telles que les personnes se tenant sur l'aire de passage ne puissent toucher en ligne droite les parties sous tension.

Lorsque l'obstacle est constitué d'un matériau conducteur, les prescriptions de 5.2.2 doivent s'appliquer.

5.1.3.1.1 Seuls les obstacles des types suivants doivent être mis en œuvre:

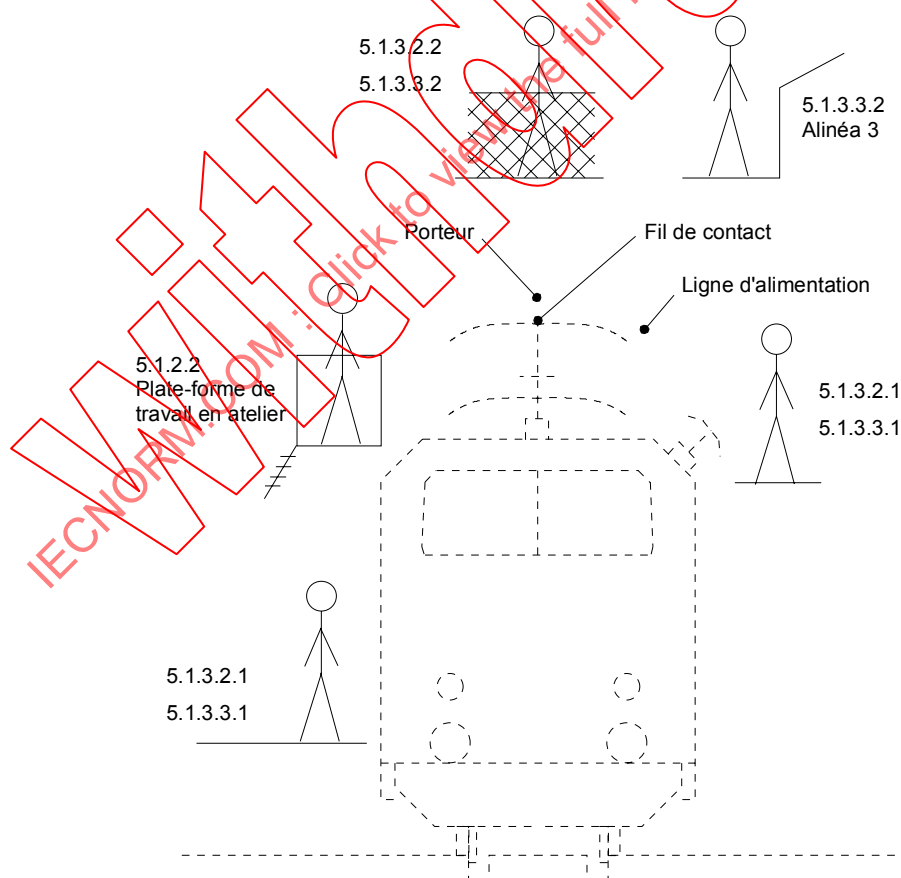
- écrans ou portes constitués d'un matériau massif;
- écrans grillagés, s'ils sont réalisés en matériaux conducteurs et s'ils sont mis à la terre.

Les écrans grillagés en matériaux non conducteurs ou en métal plastifié ne doivent pas être utilisés.

Les obstacles non conducteurs doivent être constitués d'un matériau massif. Ils doivent être entourés d'un conducteur nu relié à la terre du réseau de traction.

L'obstacle doit être construit de façon à empêcher tout contact involontaire (accidentel) avec des parties du corps. Les obstacles doivent être fixés mécaniquement de manière fiable. Ils ne doivent pouvoir être retirés qu'avec des outils. Dans les lieux où les salles accessibles au public, on ne doit même pas pouvoir les enlever avec des outils sans les détruire.

Les obstacles conducteurs doivent être installés de sorte que les distances d'éloignement par rapport aux parties sous tension soient maintenues en toutes circonstances.



IEC 1346/03

Les numéros renvoient aux paragraphes de référence.

Figure 15 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux véhicules et à des lignes aériennes de contact dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre

The dimensions of the obstacles shall be such that live parts cannot be touched in a straight line by persons on a standing surface.

Where the obstacle is made of conductive material, the requirements of 5.2.2 shall apply.

5.1.3.1.1 Only obstacles of the following type shall be provided:

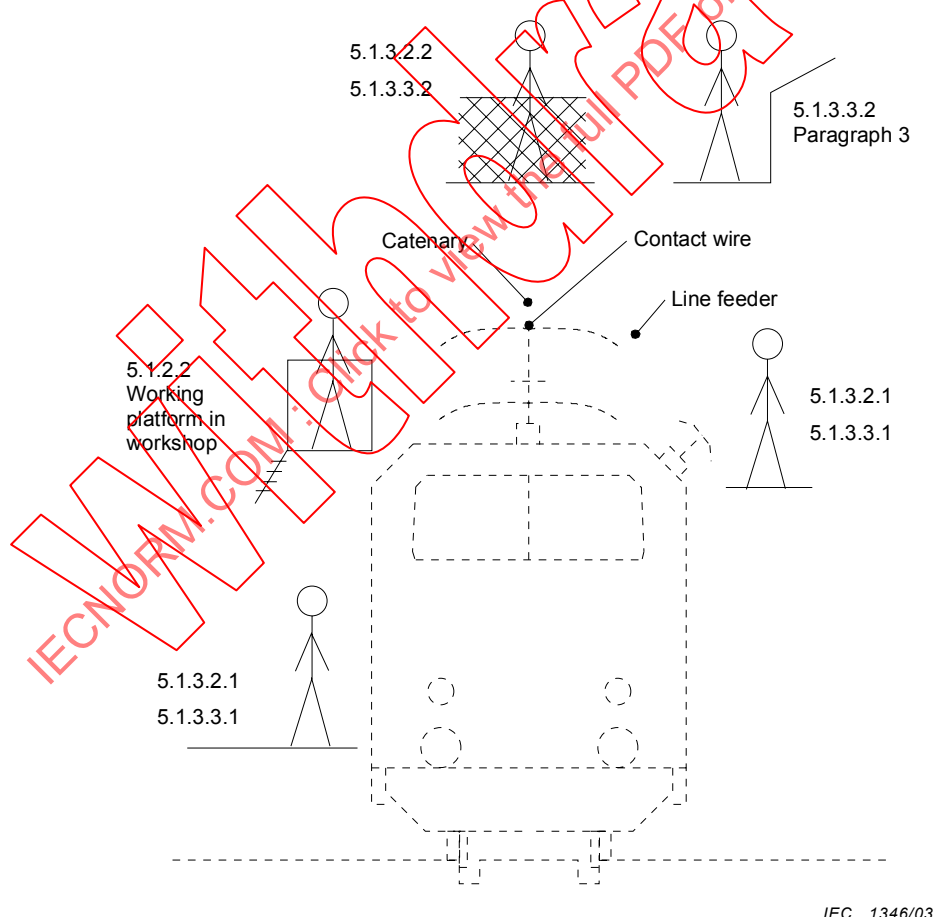
- solid-wall design or solid-wall doors;
- mesh constructions, when they are of conductive material and when they are earthed.

Mesh constructions of non-conductive material or plastic coated metal shall not be utilized.

Non-conductive obstacles shall be of solid-wall design. They are to be surrounded by a bare conductor that shall be connected to the traction system earth.

The obstacle shall be constructed to prevent non-intentional (accidental) contact with parts of the body. Obstacles shall be fixed mechanically and reliably. They shall only be removable with tools. In locations or rooms which are accessible to the public, these obstacles shall not even be removable with tools without destruction.

Conductive obstacles shall be secured to ensure that the distance to live parts is maintained.



IEC 1346/03

The numbers refer to the appropriate subclauses.

Figure 15 – Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to overhead contact line systems in excess of 1 kV a.c. /1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth

5.1.3.1.2 Des distances d'isolement minimales doivent être maintenues entre les obstacles et les parties sous tension. La distance d'isolement dans l'air doit correspondre à la distance minimale définie dans la CEI 60913 à laquelle on doit rajouter:

- 30 mm pour les écrans ou portes constitués d'un matériau massif, si l'on ne peut éviter leur voilement ou leur gauchissement.
- 100 mm pour les écrans grillagés, sous réserve qu'aucune autre distance minimale d'isolement ne soit spécifiée en 5.1.3.2.1 et 5.1.3.3.1.

5.1.3.2 Obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public

5.1.3.2.1 Dans le cas d'aires de passage adjacentes à des parties sous tension à l'extérieur de véhicules ou adjacentes à des lignes aériennes de contact et lorsque ces parties sous tension sont situées au-dessus de l'aire de passage, on peut utiliser des obstacles constitués d'écrans grillagés, dont la surface de maille n'excède pas $1\,200\text{ mm}^2$ et dont la hauteur «*h*» est d'au moins 1,8 m (voir figure 16, exemple a).

Si les parties sous tension sont situées à la même hauteur ou plus bas que l'aire de passage, la hauteur «*h*» de l'obstacle doit être telle qu'une distance d'éloignement de 1,5 m soit respectée à partir du sommet de l'obstacle comme indiqué à la figure 14 (voir figure 16, exemple b).

La distance d'isolement entre l'obstacle et les parties sous tension doit être au moins égale à 0,6 m. Si cette distance n'est pas respectée, l'obstacle doit être constitué d'un écran plein assurant la continuité avec l'aire de passage (voir figure 16, exemples c et d). La dimension «*d*» entre l'obstacle et les parties sous tension, indiquée à la figure 16, doit être déterminée comme décrit en 5.1.3.1.2.

5.1.3.2.2 Dans le cas d'aires de passage situées au-dessus des parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes aériennes de contact, les obstacles doivent être constitués d'écrans pleins.

La longueur de l'aire de passage avec écran plein doit correspondre à la zone de pantographe et dépasser les parties sous tension des lignes aériennes de contact d'au moins 0,5 m de chaque côté. Dans le cas de conducteurs ne servant pas au captage du courant (par exemple lignes d'alimentation, lignes de renforcement, lignes aériennes de contact quittant le surplomb de la voie) on doit respecter une largeur d'au moins 0,5 m de chaque côté du conducteur compte tenu des déplacements dus aux effets dynamiques et thermiques.

Des obstacles en grillage dont la maille n'excède pas $1\,200\text{ mm}^2$ doivent être mis en place sur les côtés de telles aires de passage. La hauteur «*h*» de ces obstacles doit être telle qu'une distance d'éloignement de 1,5 m soit respectée à partir du sommet des obstacles comme indiqué à la figure 14 (voir figure 17). La longueur de ces obstacles doit être au moins égale à celle de l'aire de passage au-dessus des parties sous tension.

NOTE La hauteur de ces obstacles latéraux, s'ils sont nécessaires, correspondra en général à la hauteur du garde-corps nécessaire mais il convient qu'elle atteigne au moins 1,0 m.

La dimension «*d*» entre l'obstacle et les parties sous tension, indiquée à la figure 17, doit être déterminée comme décrit en 5.1.3.1.2.

5.1.3.1.2 Minimum clearances shall be maintained between obstacles and live parts. The clearance in air shall correspond to the relevant minimum clearance as defined in IEC 60913 to which the following shall be added:

- 30 mm for solid walls or solid-wall doors, if buckling or warping cannot be excluded.
- 100 mm for mesh constructions, where no other minimum clearance is given in 5.1.3.2.1 and 5.1.3.3.1.

5.1.3.2 Obstacles for standing surfaces in restricted areas

5.1.3.2.1 With standing surfaces adjacent to live parts on the outside of vehicles or adjacent to live parts of an overhead contact line system, obstacles of mesh screens construction with a maximum $1\,200\text{ mm}^2$ mesh size and having a height " h " of at least 1,8 m may be utilized, where the live parts are situated above the standing surface (see figure 16, example a).

If the live parts are situated at the same height or lower than the standing surface, the height " h " of the obstacle shall be such that a clearance of 1,5 m from the top of the obstacle is maintained as shown in figure 14 (see figure 16, example b).

The clearance between the obstacle and live parts shall be at least 0,6 m. If this clearance is not maintained, the obstacles shall be of solid-wall design and leave no gap between the obstacle and the standing surface (see figure 16, examples c and d). The dimension " d " between the obstacle and live parts, shown in figure 16, shall be determined as described in 5.1.3.1.2.

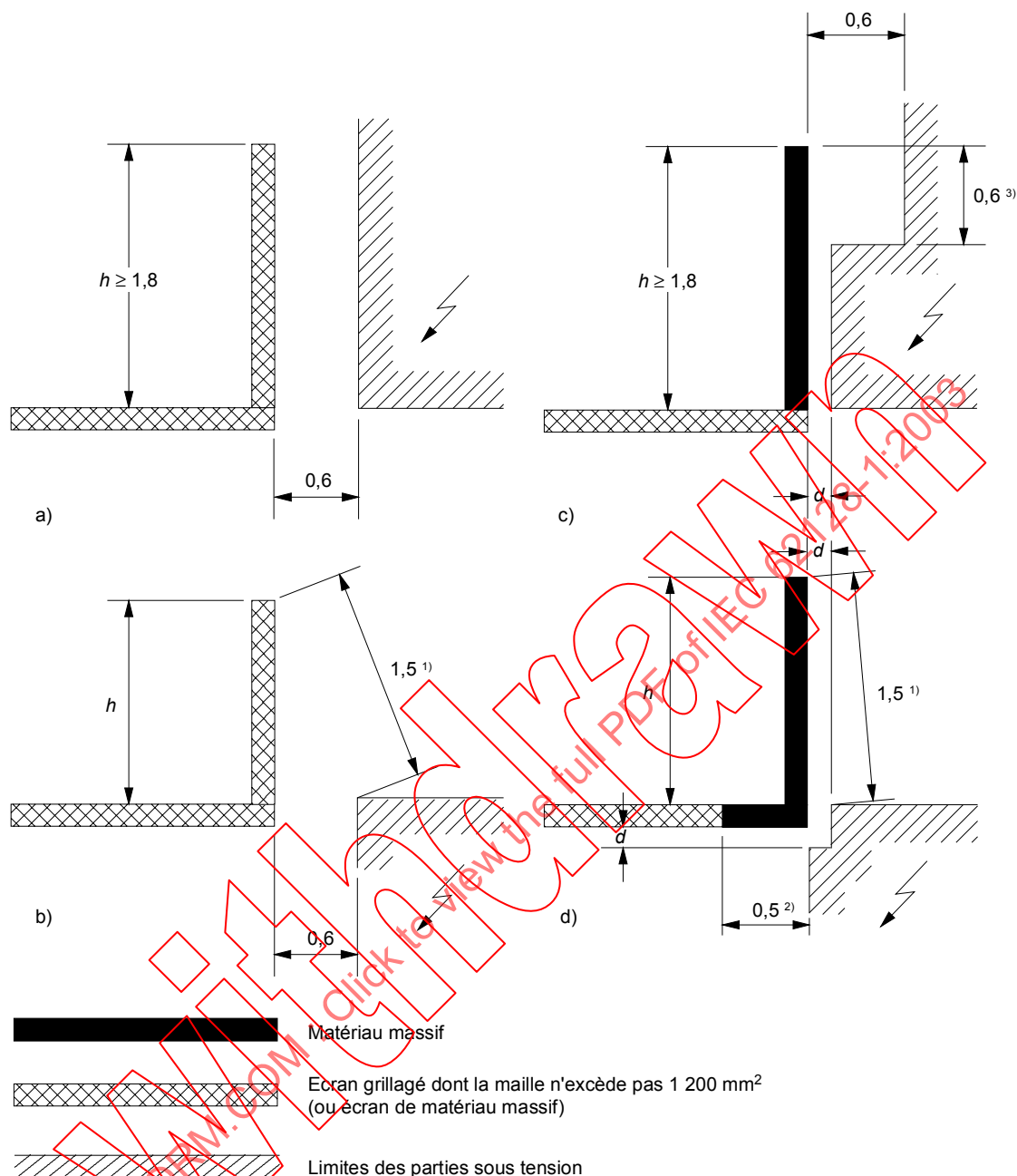
5.1.3.2.2 For standing surfaces above live parts on the outside of vehicles or above live parts of an overhead contact line system shall be of solid-walled design.

The length of the solid-walled standing surface shall correspond to the pantograph zone and extend beyond the live parts of an overhead contact line system by at least 0,5 m on each side. In the case of conductors not being used for current collection (for example line feeders, reinforcing feeders, out of running overhead contact lines) there shall be a width of at least 0,5 m on each side of the conductor provided that movement due to dynamic and thermal effects has been taken into account.

Obstacles of mesh screen construction with a maximum $1\,200\text{ mm}^2$ mesh size shall be provided at the sides of such standing surfaces. The height " h " of the obstacles shall be such that a clearance of 1,5 m from the top of the obstacles is maintained as shown in figure 14 (see figure 17). These obstacles shall be at least as long as the length of the standing surface above live parts.

NOTE The height of the side obstacles, if necessary, will generally correspond to the height of the necessary safety railing but should have a height of at least 1,0 m.

The dimension " d " between the obstacle and live parts, shown in figure 17, shall be determined as described in 5.1.3.1.2.



IEC 1347/03

« d » est la distance d'isolement dans l'air entre l'obstacle et les parties sous tension.

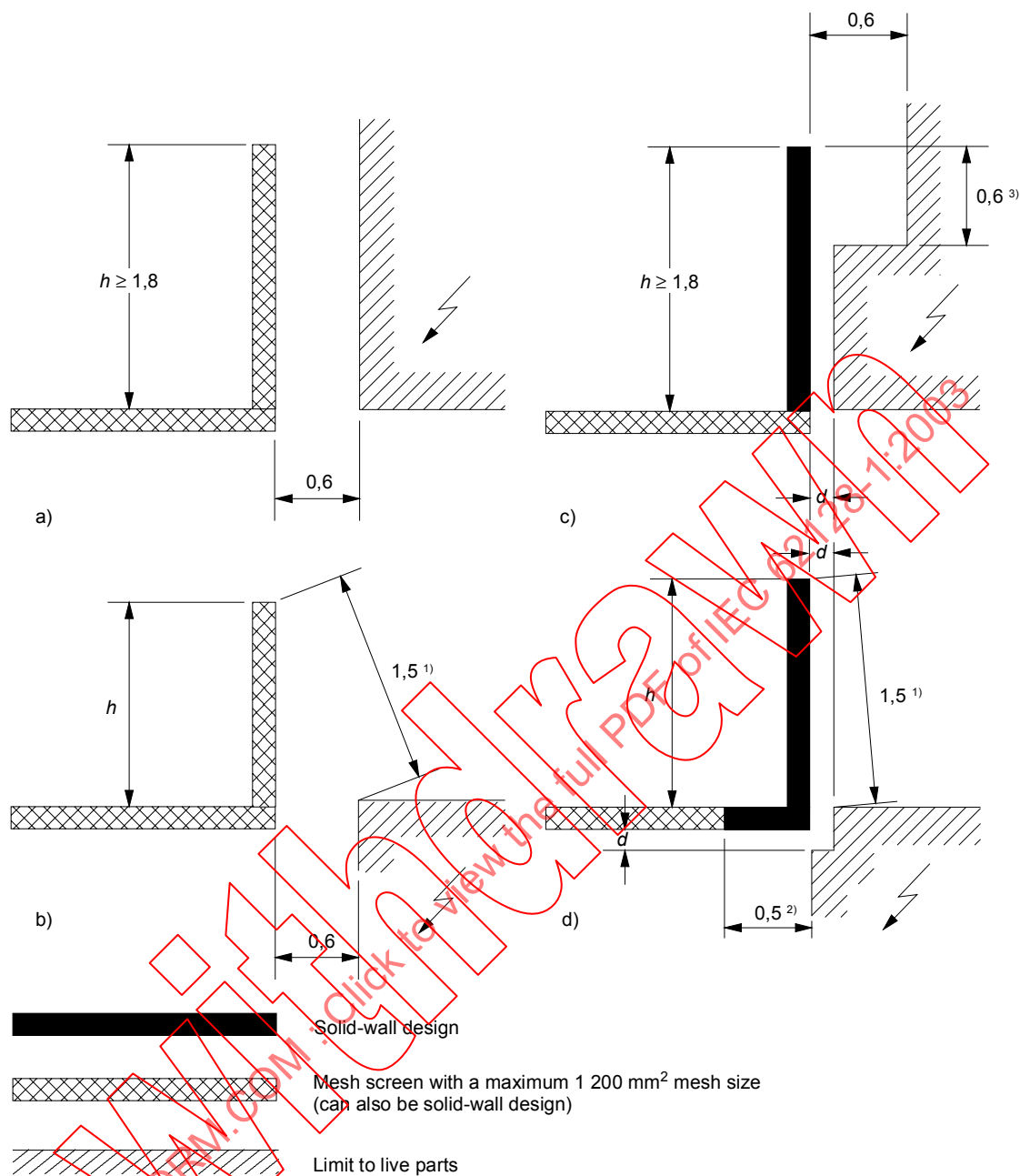
Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

NOTE 1 La dimension de 1,5 m découle de la figure 14.

NOTE 2 La dimension de 0,5 m est fondée sur les prescriptions données en 5.1.3.2.2.

NOTE 3 La dimension de 0,6 m peut être réduite sous réserve que la hauteur « h » dépasse la valeur de 1,8 m.

Figure 16 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes aériennes de contact pour tensions nominales dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre (voir 5.1.3.2.1)



IEC 1347/03

" d " is the clearance in air between the obstacle and live parts.

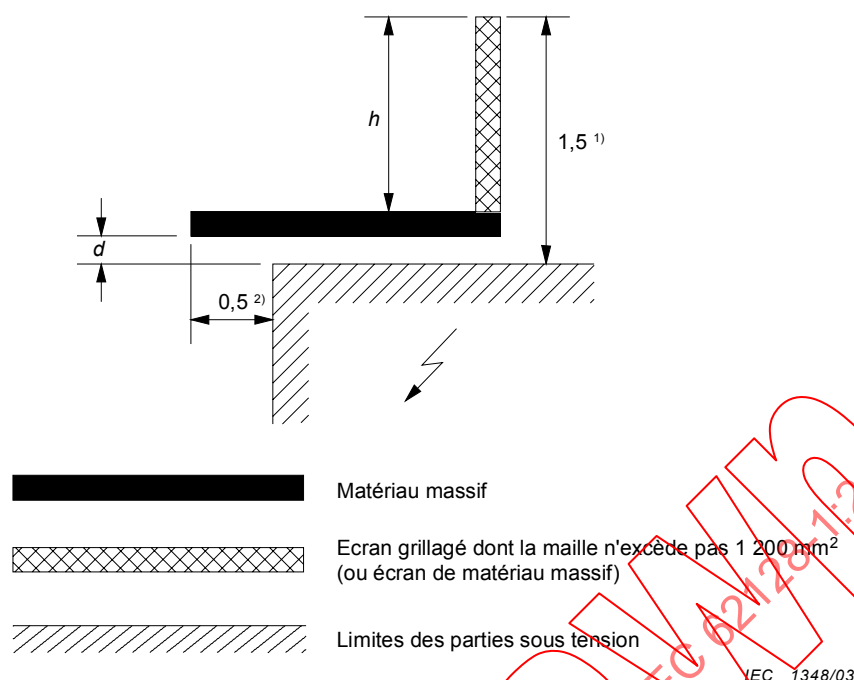
All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE 1 The dimension 1,5 m is derived from figure 14.

NOTE 2 The dimension 0,5 m is based on the requirements given in 5.1.3.2.2.

NOTE 3 The dimension 0,6 m may be reduced by the same extent as the height " h " exceeds the value of 1,8 m.

Figure 16 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth (see 5.1.3.2.1)



«*d*» est la distance d'isolement dans l'air entre l'obstacle et les parties sous tension.

Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

NOTE 1 La dimension de 1,5 m découle de la figure 14.

NOTE 2 La dimension de 0,5 m est fondée sur les prescriptions données en 5.1.2.2.3.

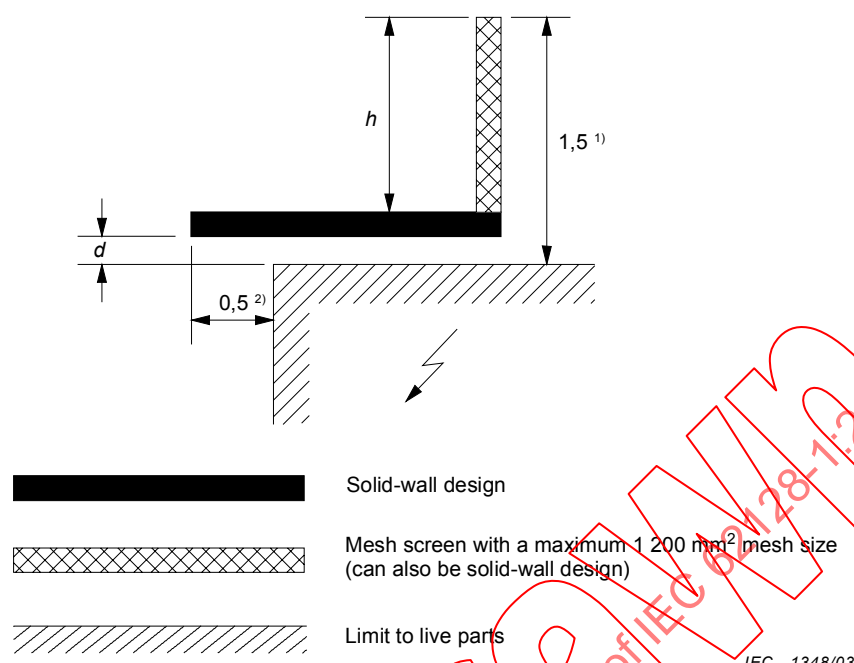
Figure 17 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public pour la protection contre les contacts directs au-dessus de parties sous tension à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes aériennes de contact pour tensions nominales dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre (voir 5.1.3.2.2)

5.1.3.3 Obstacles pour aires de passage dans les zones accessibles au public

5.1.3.3.1 Dans le cas d'aires de passage adjacentes à des parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes aériennes de contact, et si les distances d'éloignement indiquées à la figure 14 ne peuvent être obtenues, des obstacles doivent être mis en place en continuité avec l'aire de passage.

Si la distance d'éloignement entre obstacles et parties sous tension est d'au moins 1,0 m (voir figure 18, exemple a), l'obstacle doit être un écran plein, de hauteur 1,0 m, surmonté d'un grillage de maille inférieure à 1 200 mm², de façon à atteindre une hauteur totale d'au moins 1,8 m. Ce grillage doit être disposé de façon à en empêcher l'escalade. Si la distance d'éloignement n'est pas atteinte, les obstacles doivent être un écran plein de hauteur 1,8 m (voir figure 18, exemple b). La dimension «*d*» entre l'obstacle et les parties sous tension, indiquée à la figure 18, doit être déterminée comme décrit en 5.1.3.1.2.

Les sommets de ces obstacles doivent être conçus pour empêcher de s'y tenir debout et d'y marcher.



"d" is the clearance in air between the obstacle and live parts.

All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE 1 The dimension 1,5 m is derived from figure 14.

NOTE 2 The dimension 0,5 m is based on the requirements given in 5.1.3.2.2.

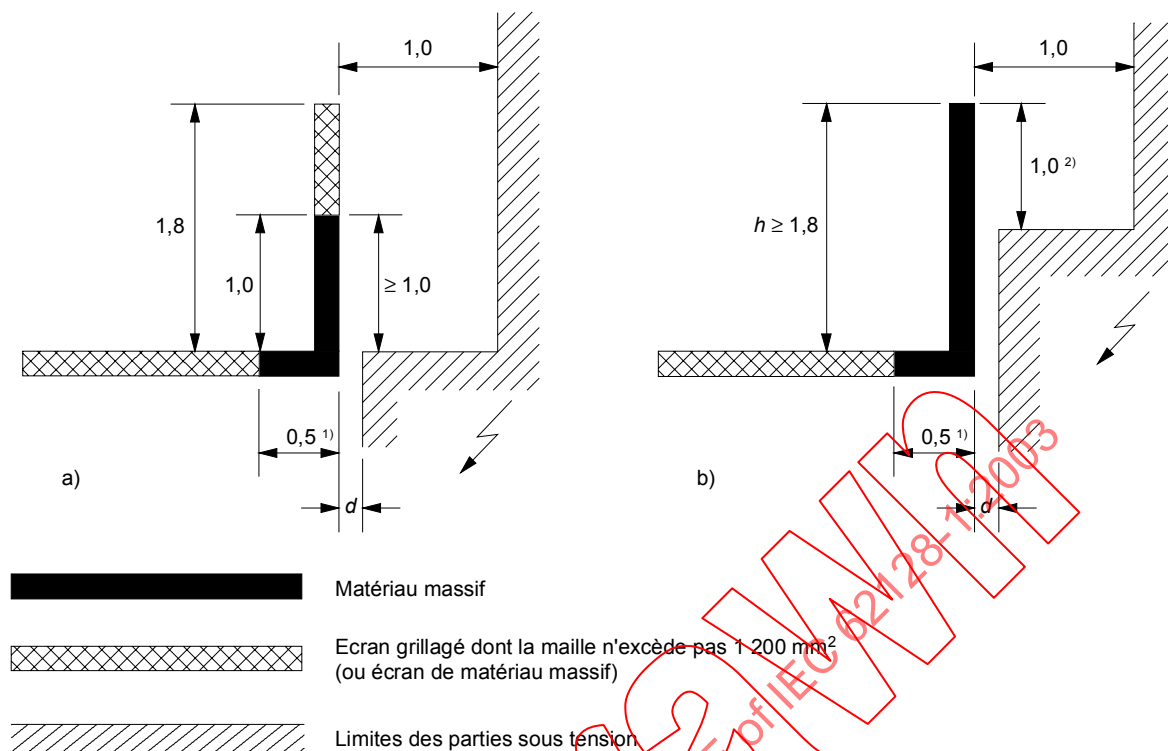
Figure 17 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth (see 5.1.3.2.2)

5.1.3.3 Obstacles for standing surfaces in public areas

5.1.3.3.1 With standing surfaces adjacent to live parts on the outside of vehicles or adjacent to live parts of an overhead contact line system, if the clearances shown in figure 14 cannot be achieved, obstacles shall be provided and shall leave no gap with respect to the standing surface.

If the clearance between the obstacles and live parts is at least 1,0 m (see figure 18, example a), the obstacle shall be of solid-wall design 1,0 m high, surmounted by a mesh construction with a maximum 1 200 mm² mesh size to an overall height of at least 1,8 m. Such mesh shall be arranged so as to ensure that the obstacle remains unclimbable. If this clearance is not achieved, the obstacles shall be of solid-wall design 1,8 m high (see figure 18, example b). The dimension "d" between the obstacle and live parts, shown in figure 18, shall be determined as described in 5.1.3.1.2.

The tops of such obstacles shall be designed to prevent access for standing or walking on.



«d» est la distance d'isolement dans l'air entre l'obstacle et les parties sous tension.

Toutes les dimensions sont des valeurs minimales en mètres.

NOTE 1 La dimension de 0,5 m est fondée sur les prescriptions données en 5.1.3.3.2.

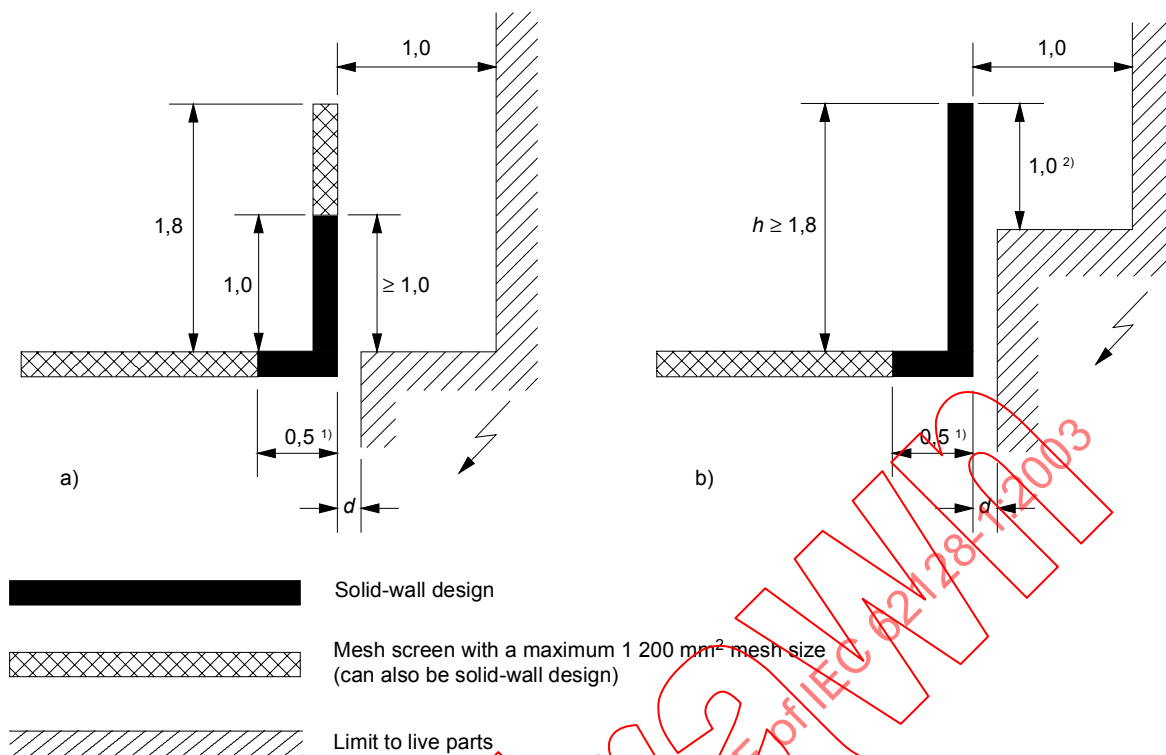
NOTE 2 On peut réduire la distance d'éloignement de 1,0 m sous réserve d'augmenter la hauteur «h» de la valeur au-delà de 1,8 m.

Figure 18 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones accessibles au public pour la protection contre les contacts directs avec parties sous tension adjacentes à l'extérieur des véhicules ou celles des lignes aériennes de contact pour tensions nominales dépassant 1 kV en courant alternatif/1,5 kV en courant continu jusqu'à 25 kV en courant alternatif ou continu par rapport à la terre (voir 5.1.3.3.1)

5.1.3.3.2 Dans le cas d'aires de passage situées au-dessus des parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes aériennes de contact, les obstacles doivent être constitués d'écrans pleins.

La longueur de l'aire de passage avec écran plein doit correspondre à la zone de pantographe et dépasser les parties sous tension des lignes aériennes de contact d'au moins 0,5 m de chaque côté. Dans le cas de conducteurs ne servant pas au captage du courant (par exemple lignes d'alimentation, lignes de renforcement, lignes aériennes de contact quittant le surplomb de la voie) on doit respecter une largeur d'au moins 0,5 m de chaque côté du conducteur compte tenu des déplacements dus aux effets dynamiques et thermiques.

Ces aires de passage doivent être pourvues d'obstacles latéraux destinés à empêcher tout contact direct avec les parties sous tension appartenant à des véhicules ou à des lignes aériennes de contact, même en cas d'utilisation, par exemple, d'un objet long ou d'un jet de liquide. Ces obstacles doivent avoir une longueur au moins égale à celle de l'aire de passage avec écran plein.



IEC 1349/03

" d " is the clearance in air between the obstacle and live parts.

All dimensions are minimum dimensions in metres.

NOTE 1 The dimension 0,5 m is based on the requirements given in 5.1.3.3.2.

NOTE 2 The dimension 1,0 m may be reduced by the same extent as the height " h " exceeds the value of 1,8 m.

Figure 18 – Examples of obstacles for standing surfaces in public areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of an overhead contact line system for nominal voltages in excess of 1 kV a.c./ 1,5 kV d.c. up to 25 kV a.c. or d.c. to earth (see 5.1.3.3.1)

5.1.3.3.2 For standing surfaces above live parts on the outside of vehicles or above live parts of an overhead contact line system shall be of solid-wall design.

The length of the solid-walled standing surface shall correspond to the pantograph zone and extend beyond the live parts of an overhead contact line by at least 0,5 m on each side. In the case of conductors not being used for current collection (for example line feeders, reinforcing feeders, out of running overhead contact lines) there shall be a width of at least 0,5 m on each side of the conductor provided that movement due to dynamic and thermal effects has been taken into account.

Along the sides of these standing surfaces, obstacles shall be provided in order to prevent any direct contact with live parts on the outsides of vehicles and to live parts of the overhead contact line system even where, for example, a rod or liquid jet is utilized. These obstacles shall be provided over a length that corresponds at least to the length of the standing surface in solid-wall design.

Lorsque des obstacles horizontaux débordent de l'obstacle vertical d'au moins 1,5 m, il est possible de compter la distance d'éloignement latéral de 2,25 m prescrite à la figure 14 à partir du sommet de l'obstacle vertical, au lieu du bord de l'aire de passage (voir figure A.2, exemple a). La hauteur de l'obstacle vertical doit être augmentée autant que nécessaire, le cas échéant, jusqu'à obtenir cette distance d'éloignement. Il doit être impossible de se tenir debout sur l'obstacle horizontal.

NOTE Pour cela, il convient que l'obstacle horizontal soit conçu de façon à ne pas être pris pour une aire de passage, ou qu'il soit incliné vers le haut ou le bas (voir figure A.2, exemple a).

En l'absence d'un obstacle horizontal, l'obstacle vertical doit être conforme aux prescriptions de 5.1.3.3.1 (voir figure A.2, exemple b). L'autre solution (indiquée sur l'exemple c de la figure A.2) est également acceptable.

Les sommets de ces obstacles doivent être conçus pour empêcher de s'y tenir debout et d'y marcher.

Tout obstacle vertical doit être constitué d'un écran plein avec une hauteur d'au moins 1,0 m, (voir figure A.2), sauf en présence d'un obstacle horizontal tel que décrit ci-dessus; dans ce cas, un garde-corps suffit à condition que les distances d'éloignement prescrites à la figure 14 soient respectées.

NOTE Les réglementations nationales peuvent édicter d'autres prescriptions concernant les obstacles que celles relatives à la sécurité électrique.

5.1.3.4 Mesures de protection contre l'escalade

En général, il n'y a pas lieu de prendre des mesures de protection contre l'escalade. Toutefois, dans des cas justifiés, des mesures de protection contre l'escalade peuvent s'avérer nécessaires. L'administration ferroviaire doit spécifier les mâts et les câbles d'ancrage à équiper d'une protection contre l'escalade.

NOTE Ces mesures sont prescrites seulement si l'on peut escalader ces mâts et ces câbles d'ancrage sans aide et si leur escalade amène à s'approcher dangereusement des parties sous tension des lignes aériennes de contact.

5.1.4 Signaux d'avertissement

Des signaux d'avertissement doivent être utilisés dans les zones où il existe un risque sérieux de franchir les limites d'accès aux parties sous tension d'un réseau de lignes aériennes de contact, limites indiquées en 5.1.2.1. Ces signaux d'avertissement doivent être placés en évidence et être aisément visibles depuis le point d'accès. Ces signaux doivent être conformes à l'ISO 3864 (voir annexe B de la présente norme) et, si nécessaire, un signal supplémentaire peut être mis en place.

5.2 Protection contre les contacts indirects

5.2.1 Généralités

La protection contre les contacts indirects doit être assurée pour les masses et les constituants des lignes aériennes de contact.

5.2.2 Mise à la terre par le réseau de traction

5.2.2.1 Dans les réseaux de traction à courant alternatif, la mise à la terre directe par le réseau de traction est la méthode préférentielle en cas de défaut sur le réseau et pour assurer la sécurité des personnes. Cette méthode utilise les circuits de retour pour écouler le courant en cas de défaut.

Toutes les masses susceptibles d'être portées à la tension de la ligne de contact en cas de défaut doivent être mises directement à la terre par le réseau de traction.

NOTE La méthode préférentielle consiste à réaliser une liaison avec les rails de roulement.

Where horizontal obstacles extend beyond the vertical obstacle by at least 1,5 m, it becomes acceptable to refer the 2,25 m lateral clearance required by figure 14 to the top of the vertical obstacle, instead of referring it to the edge of the standing surface (see figure A.2, example a). The height of the vertical obstacle shall be consequentially increased whenever necessary, in order to achieve this clearance. The horizontal obstacle shall be impossible to stand on.

NOTE To achieve this, the horizontal obstacle should be designed so that it is obviously not a standing surface, or it should be inclined upwards or downwards (see figure A.2 example a).

Whenever this horizontal obstacle is not present, the vertical obstacle shall conform to the requirements of 5.1.3.3.1 (see figure A.2, example b). The alternative solution (shown in figure A.2, example c) is also acceptable.

The tops of such obstacles shall be designed to prevent access for standing or walking on.

Any vertical obstacle shall be of solid wall design at least to a height of 1,0 m (see figure A.2), except in the case of the above said horizontal obstacle, where a railing is sufficient, if the clearances required by figure 14 are present.

NOTE In addition to the requirements of electrical safety, there may be additional requirements for obstacles to provide for security according to national regulations.

5.1.3.4 Anti-climbing provisions

Anti-climbing provisions are not normally necessary. In justified cases however, anti-climbing provisions can become necessary. The railway authority shall specify where it is necessary to equip masts and structure anchor wires with anti-climbing provisions.

NOTE Provisions are required only for masts and anchor wires which can be climbed without any aids and if there is a risk of coming into unsafe proximity of live parts of the overhead contact line equipment when climbing.

5.1.4 Warning signs

Warning signs shall be used in areas where there is a serious risk of coming within the limits of live parts of an overhead contact line system given in 5.1.2.1. Such warning signs shall be placed in a prominent position and readily visible adjacent to the point of access. The sign shall be as defined in ISO 3864 (see annex B of this standard) and if required, an appropriate supplementary sign may be used.

5.2 Protection against indirect contact

5.2.1 General

Provisions for protection against indirect contact shall be provided for exposed conductive parts and components of overhead contact line systems.

5.2.2 Traction system earthing

5.2.2.1 In a.c. traction systems, direct traction system earthing is the preferred method for system faults and safety of persons. This method utilizes the return circuits for conduction of the current under fault conditions.

All exposed conductive parts liable to become live from the contact line voltage under fault conditions shall be directly connected to the traction system earth.

NOTE Connection to the running rails is to be the preferred method to achieve this.

S'il apparaît que les rails de roulement ou les masses ne peuvent être directement reliées à la terre par le réseau de traction (par exemple en présence de circuits de voie), un limiteur de tension destiné à écouler le courant de défaut en cas d'élévation de potentiel des rails de roulement ou des masses doit être utilisé.

Si la mise à la terre continue ou permanente du circuit de retour n'est pas possible, l'accès aux zones concernées doit être réservé seulement aux personnels qualifiés autorisés, afin d'éviter les dangers résultant de la proximité ou du contact avec des tensions dépassant les limites admissibles.

5.2.2.2 Pour minimiser les courants vagabonds dans un réseau de traction à courant continu, la mise à la terre directe par les rails de roulement est à éviter. En conséquence, toutes les masses non isolées de la terre doivent être reliées à la terre et non au circuit de retour.

Dans ce cas, on doit utiliser des limiteurs de tension pour relier les masses au circuit de retour par une liaison indirecte; ainsi on obtient une coupure rapide du courant de défaut et on limite la tension aux valeurs indiquées aux tableaux 4 ou 5 ou à celles de 7.3.3.

NOTE Une autre méthode consiste à isoler de la terre les mâts ou structures et à les relier directement au circuit de retour.

Si, dans les réseaux ferroviaires industriels à courant continu (par exemple sur les carreaux des mines de charbon), la protection contre la présence d'une tension de contact plus élevée que la valeur admissible ne peut être réalisée que par la mise à la terre directe des rails de roulement, alors des mesures spéciales de protection doivent être prises pour minimiser les courants vagabonds (voir aussi la CEI 62128-2).

5.2.2.3 Dans le cas de lignes aériennes de contact à courant continu de tension nominale n'excédant pas 3 kV et si la réglementation nationale le permet, il peut être dérogé aux prescriptions de 5.2.2.2 en tunnel pour les pièces métalliques de suspension de ligne aérienne de contact en dehors de la zone indiquée à la figure 14. Cette dérogation impose l'utilisation d'isolateurs conservant leurs propriétés diélectriques même après un contournement.

En raison des caractéristiques de ces isolateurs et afin de faciliter la maintenance, souvent difficile dans les tunnels, ces pièces métalliques, normalement inaccessibles, peuvent ne pas être mises à la terre. Dans ce cas, leur scellement à la voûte du tunnel doit être réalisé avec un mortier ayant de bonnes propriétés isolantes.

Lorsque la réglementation nationale permet la réalisation des travaux de maintenance sur des structures adjacentes aux parties sous tension, les mesures indiquées en 5.1.2.2 doivent s'appliquer en considérant que la ferrure-support est une partie sous tension.

5.3 Mesures de protection des structures entièrement ou partiellement conductrices et des structures métalliques situées dans les zones de ligne aérienne de contact ou de pantographe

5.3.1 Des mesures de protection doivent être prises si nécessaire contre la présence des tensions de contact dangereuses indiquées en 5.2 apparaissant sur les structures entièrement ou partiellement conductrices (par exemple en acier ou en béton armé) et les structures métalliques (par exemple poteaux de lignes aériennes de contact, mâts en béton armé, clôtures métalliques, tuyaux d'écoulement, rails de roulement de réseaux à traction autre qu'électrique) susceptibles d'être mises sous tension accidentellement en cas de rupture d'une ligne aérienne de contact ou de rupture ou déraillement d'un pantographe.

Dans le cas des réseaux de traction à courant continu, ces mesures de protection doivent être harmonisées avec celles définies dans la CEI 62128-2, destinées à réduire la corrosion due aux courants vagabonds.

If it is determined that the running rails or exposed conductive parts cannot be directly connected to the traction system earth (e. g. track circuits), then a voltage-limiting device shall be used to provide a path for the current in the event of the running rails or exposed conductive parts becoming live.

If continuous or permanent earthing of the return circuit is not possible, access shall be permitted in those areas only for authorised skilled persons, in order to prevent danger coming from accessible voltages or touch voltages exceeding the permissible limits.

5.2.2.2 To minimize stray currents in a d.c. traction system, direct earthing of the running rails is not desirable. All exposed conductive parts which are not insulated from earth shall, therefore, be connected to earth and shall not be bonded to the return circuit.

In this case, voltage-limiting devices shall be used to make an open connection from the exposed conductive parts to the return circuit to allow the interruption of the current in a short time to limit the voltage given in tables 4 or 5 or in 7.3.3.

NOTE An alternative method is to insulate from earth any masts or structures and then connect them directly to the return circuit.

If in industrial d.c. railway systems (for example surface coal mining) protection against inadmissible touch voltage can only be achieved by direct earthing of the running rails, special protective provisions to minimize stray currents shall be considered (see also IEC 62128-2).

5.2.2.3 For overhead contact line systems up to and including 3 kV d.c., and where permitted by national regulations, an exception to the requirements given in 5.2.2.2 may be allowed for the metallic supports of the overhead contact line suspensions in tunnels outside the zone shown in figure 14. This exception requires the use of insulators, restoring their dielectric property even after a flashover.

Due to the characteristics of such insulators and in order to reduce the troubles to the maintenance service, often difficult in tunnels, it is permitted that such metallic parts, normally inaccessible, shall not be earthed. In this case, the clamping of the metallic supports to the tunnel vault shall be achieved by using a grout having a good insulating property.

Where national regulations allow the performance of maintenance work on structures adjacent to live parts, provisions in accordance with 5.1.2.2 shall apply, considering the support is also a live part.

5.3 Protective provisions for wholly or partially conductive structures and for metallic structures located in the overhead contact line zone or the pantograph zone

5.3.1 For wholly or partially conductive structures (for example steel structures, reinforced concrete structures) and metallic structures (for example masts for overhead contact lines, reinforced concrete masts, metallic fences, drainpipes, running rails of non-electric traction systems) which will become live by a broken overhead contact line or a broken or dewired pantograph, protective provisions against the remaining of dangerous touch voltage given in 5.2 shall be taken if necessary.

These protective provisions shall be harmonized with the provisions specified for d.c. traction systems as defined in IEC 62128-2 for reduction of corrosion due to stray currents.

5.3.2 En électrification à courant alternatif et pour les structures conductrices de longueur ne dépassant pas 2,0 m dans le sens horizontal, ne supportant ni ne contenant de matériels électriques, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de protection. Tous les systèmes de traction à courant continu doivent être conformes aux prescriptions de 4.3.2.

5.3.3 En l'absence de consigne d'exploitation, ces mesures de protection ne sont pas exigées pour les matériaux conducteurs stockés temporairement au voisinage de la voie, par exemple les rails de roulement.

5.3.4 Il est possible d'installer un obstacle dans la zone de pantographe au lieu d'effectuer la mise à la terre par le réseau de traction comme spécifié pour les structures conductrices ou les constituants d'une structure conductrice. Cet obstacle doit être installé entre la ligne aérienne de contact et les structures ou leurs constituants et être mis à la terre par le réseau de traction. Sa largeur doit être au moins équivalente à celle de la zone de pantographe et il convient qu'il déborde d'au moins 0,5 m de l'extrémité de la structure ou du constituant.

6 Mesures complémentaires de protection

6.1 Mesures de protection lorsque des voies écouant du courant de retour de traction ou des lignes aériennes de contact traversent des zones industrielles rendues dangereuses par la présence de liquides ou de gaz inflammables

NOTE Les zones dangereuses sont définies dans les réglementations de sécurité.

6.1.1 Les prescriptions de 6.1.2 à 6.1.8 doivent être appliquées aux installations pour lesquelles des mesures de protection contre les explosions dues à des arcs électriques sont prescrites par d'autres normes.

Les explosions dues à des arcs peuvent par exemple provenir:

- du contact avec une ligne aérienne de contact;
- de la rupture d'un fil de contact;
- de la tension entre les rails de roulement et la terre lorsque ces rails servent à écouler le courant de retour de traction (tension rail/sol);
- d'une décharge d'électricité statique vers la terre du réseau de traction.

NOTE C'est le cas par exemple des installations de transbordement ou de parties de raffineries, d'usines chimiques ou de dépôts de carburants.

6.1.2 Toutes les conduites transportant des liquides ou gaz inflammables doivent être électriquement interconnectées sans discontinuité. En conséquence, il n'est pas prescrit de mesures de protection contre les arcs électriques provenant du gradient de potentiel dans le sol dû à la rupture d'un fil de contact.

6.1.3 Lorsque les rails servent à écouler le courant de retour de traction, les joints de rails doivent être munis de connexions électriques de rails.

Des liaisons transversales doivent être installées à des intervalles n'excédant pas 70 m entre:

- les rails d'une même voie;
- les voies voisines (voir figure 21).

Dans le cas particulier d'utilisation de conducteurs de retour supplémentaires, ces derniers doivent être installés à la même hauteur que la ligne aérienne de contact.

5.3.2 For a.c. traction systems, conductive structures not greater than 2 m in the horizontal direction which do not support or contain electrical equipment, it is not necessary to take any protective provisions. All d.c. traction systems shall conform to the requirements in 4.3.2.

5.3.3 These protective provisions are not required for conductive materials temporarily stored in the vicinity of the track, for example running rails, unless required by the operational specifications.

5.3.4 Instead of the traction system earthing specified for conductive structural components located in the pantograph zone, an obstacle may be installed in the pantograph zone. The obstacle shall be situated between the overhead contact line and the structural components and shall be connected with the traction system earth. It shall have a width at least equivalent to that of the pantograph zone and should extend by at least 0,5 m beyond the end of the structural component.

6 Additional protective provisions

6.1 Protective provisions where track systems which are utilized for carrying traction return current, or overhead contact line systems pass through plant areas in which flammable liquids or gases are utilized in hazardous zones

NOTE Hazardous zones are defined in national safety regulations.

6.1.1 The requirements given in 6.1.2 to 6.1.8 shall apply to installations where protective provisions against explosion due to sparking are prescribed by other standards.

Explosion due to sparking may, for example, result from:

- contact with an overhead contact line;
- rupture of a contact wire;
- voltage between running rails utilized for carrying traction return current and earth (rail potential);
- discharge of static electricity to the traction system earth.

NOTE Examples of such installations are loading installations or parts of refineries or chemical firms or tank depots.

6.1.2 All pipework carrying flammable liquids or gases shall be continuously conductively interconnected. Consequently, protective provisions against sparking as a result of partial voltages from a potential gradient area in the soil on rupture of a contact wire are not required.

6.1.3 Rail joints of tracks, where these are utilized for carrying traction return current, shall be provided by rail joint bonds.

Cross bonds shall be provided at intervals not exceeding 70 m between:

- the rails of a track;
- neighbouring tracks (see figure 21).

In special cases where additional return conductors are utilized, these shall be installed level with the overhead contact line.

6.1.4 Les voies et les installations conductrices voisines doivent être interconnectées électriquement (liaison équipotentielle). Les voies de débord doivent être reliées électriquement aux équipements terminaux des tuyaux des installations de chargement.

6.1.5 Dans le cas de voies de débord sans ligne aérienne de contact, situées hors de la zone de ligne aérienne de contact d'une voie voisine, mais susceptibles d'écouler le courant de retour de traction, les rails de roulement de la voie de débord doivent être munis de joints isolants en dehors de la zone dangereuse et en dehors de la zone de ligne aérienne de contact d'une voie voisine (voir figure 19).

Les rails de roulement de la section de voie séparée par des joints isolants doivent être reliés près de leurs deux extrémités par des liaisons transversales de rail à rail. Ils doivent en outre être électriquement interconnectés aux équipements terminaux des tuyaux de chargement de l'installation par une liaison équipotentielle.

NOTE Il convient de veiller à ne pas installer les joints isolants des rails aux emplacements où peuvent stationner des véhicules susceptibles de les court-circuiter par leurs essieux, caisses, barres de traction et tampons.

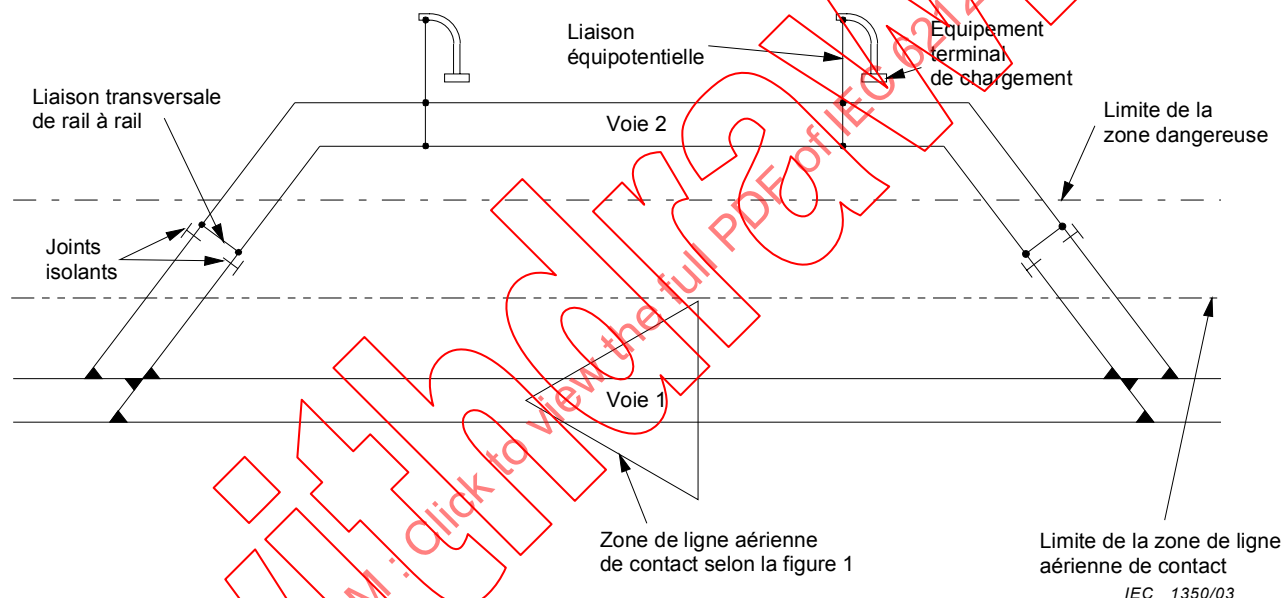


Figure 19 – Disposition des joints isolants de rails (exemple d'une double voie) dans le cas d'une voie de débord dépourvue de ligne aérienne de contact et située hors de la zone de ligne aérienne de contact de la voie voisine (voir 6.1.5)

6.1.6 Si une voie de débord, dépourvue de ligne aérienne de contact, est délimitée par des joints isolants et se trouve dans la zone de ligne aérienne de contact de la voie voisine, la section de voie isolée doit être reliée à la terre du réseau de traction par un limiteur de tension (voir figure 20). Le limiteur de tension doit être placé en dehors de la zone dangereuse.

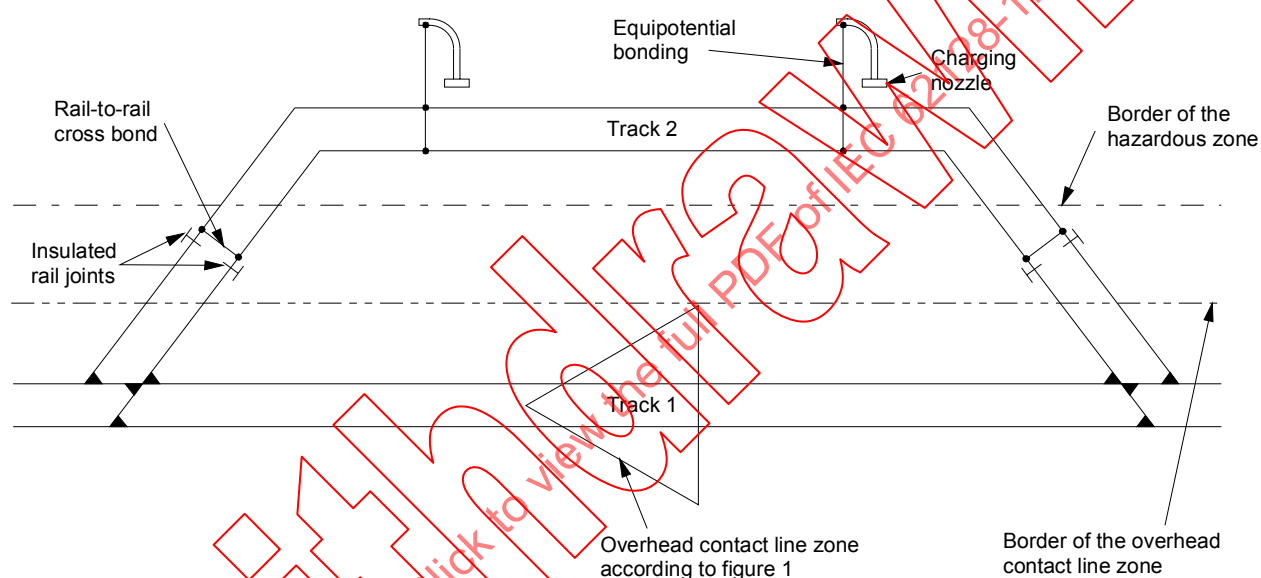
On doit aussi prévoir la coupure de l'alimentation et la mise à la terre (terre du réseau de traction) de la ligne aérienne de contact, dans le cas où la zone de ligne aérienne de contact d'une voie voisine empiète sur la zone dangereuse de la voie de débord.

6.1.4 Tracks and adjacent conductive installations shall be conductively interconnected (equipotential bonding). Loading sidings shall be conductively connected to the charging nozzles of the loading installation.

6.1.5 In the case of loading sidings without overhead contact lines which lie outside the overhead contact line zone of a neighbouring track but through which could flow the traction return current, insulated rail joints shall be installed in the running rails of this siding outside the hazardous zone and outside the overhead contact line zone of a neighbouring track (see figure 19).

The running rails of the track section separated by insulated rail joints shall be connected nearby their two ends by rail-to-rail crossbonds. Furthermore, they shall be interconnected conductively with the charging nozzles of the installation by equipotential bonding conductors.

NOTE The insulated rail joints should not be installed in places where it can be expected that vehicles, which may short-circuit the insulated rail joints with their wheel sets, bodies, drawbars and buffers, will be parked.

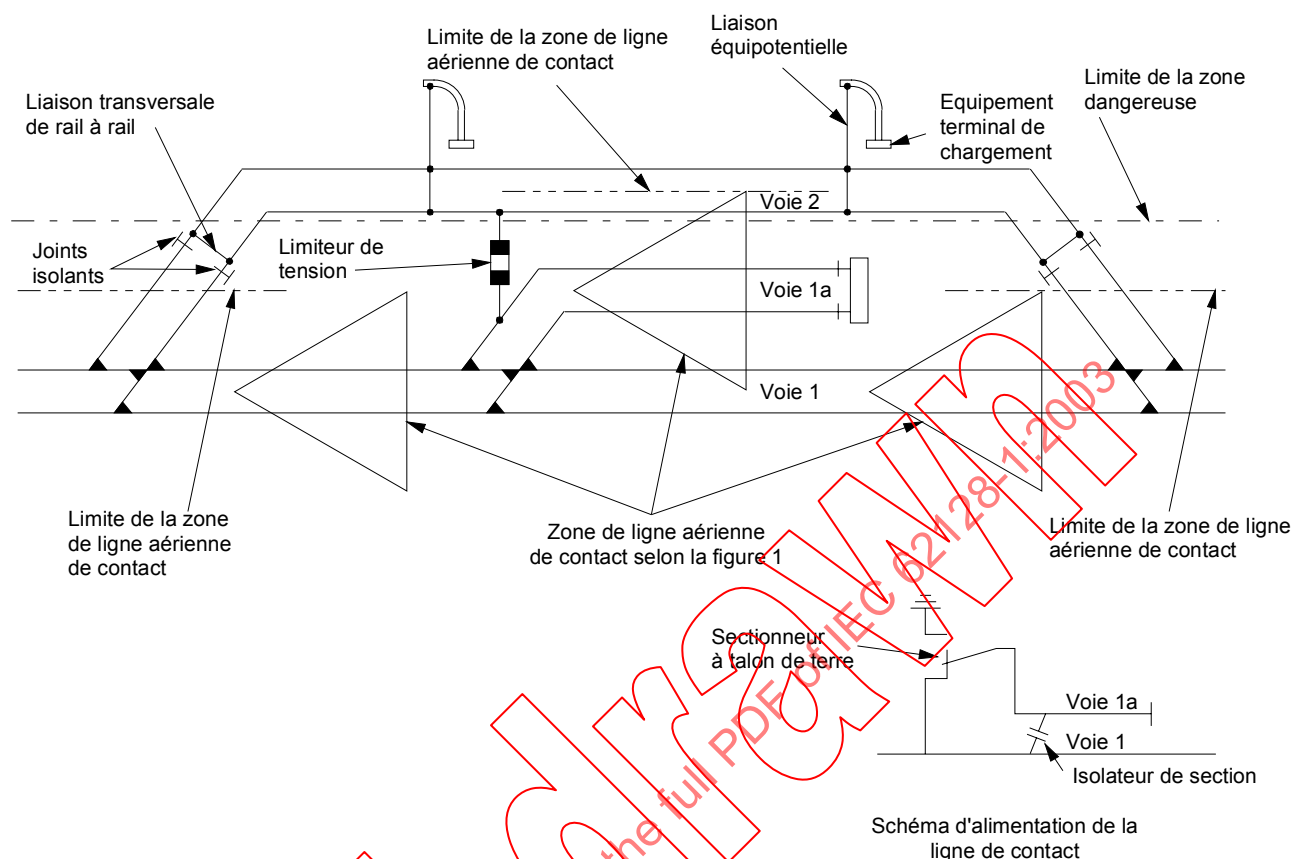


IEC 1350/03

Figure 19 – Disposition of insulated rail joints (double-track illustration) in the case of the loading siding having no overhead contact line and lying outside the overhead contact line zone of the neighbouring track (see 6.1.5)

6.1.6 If a loading siding, above which there is no overhead contact line, is isolated by means of insulated rail joints and lies within the overhead contact line zone of the neighbouring track, the isolated track section shall be connected to the traction system earth by a voltage-limiting device (see figure 20). The voltage-limiting device shall be located outside the hazardous zone.

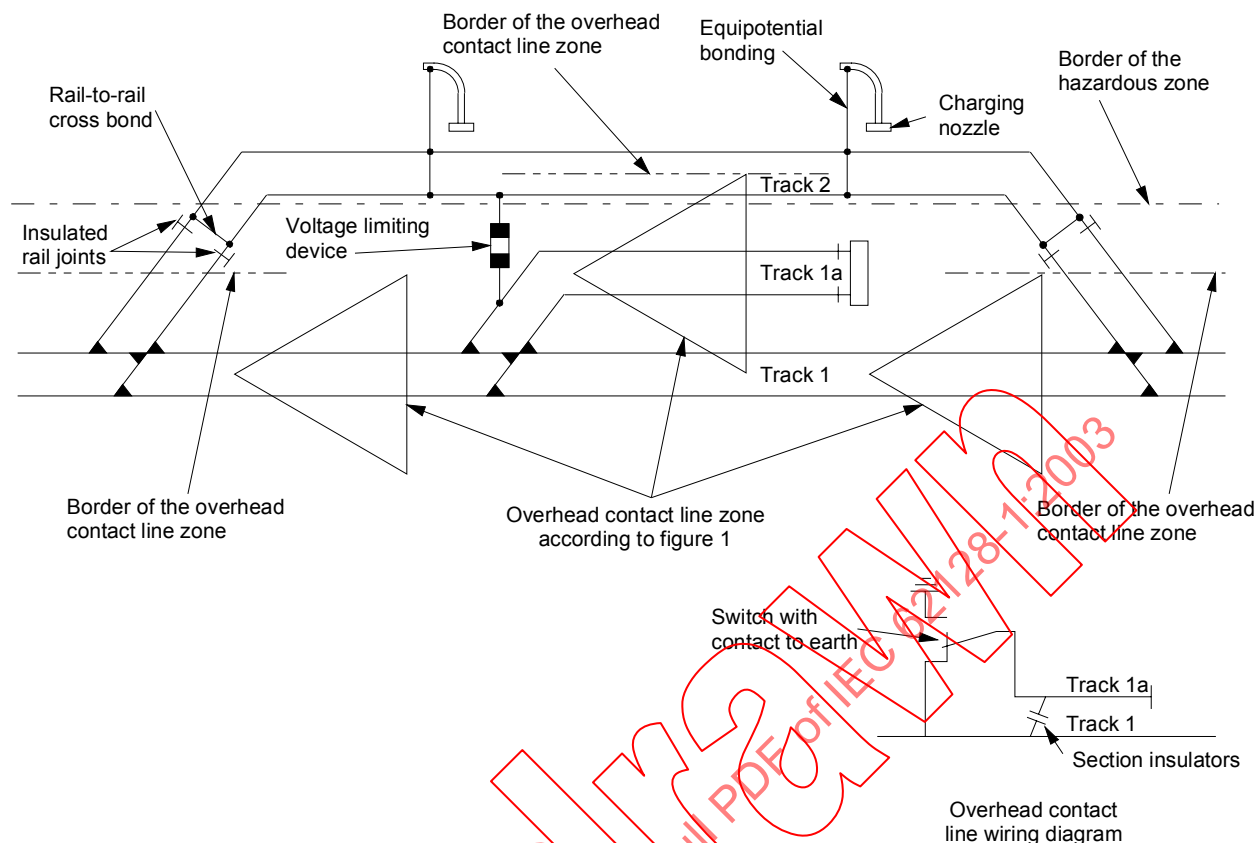
Provision shall be made for switching off and earthing by switches (traction system earth) of the overhead contact line, also if the overhead contact line zone of a neighbouring track overlaps the hazardous zone of the loading siding.



IEC 1351/03

Figure 20 – Disposition des joints isolants des rails (exemple d'une double voie), de la mise à la terre indirecte par le réseau de traction (limiteur de tension), et du schéma d'alimentation de la ligne aérienne de contact dans le cas d'une voie de débord située dans la zone de ligne aérienne de contact de la voie voisine (voir 6.1.6)

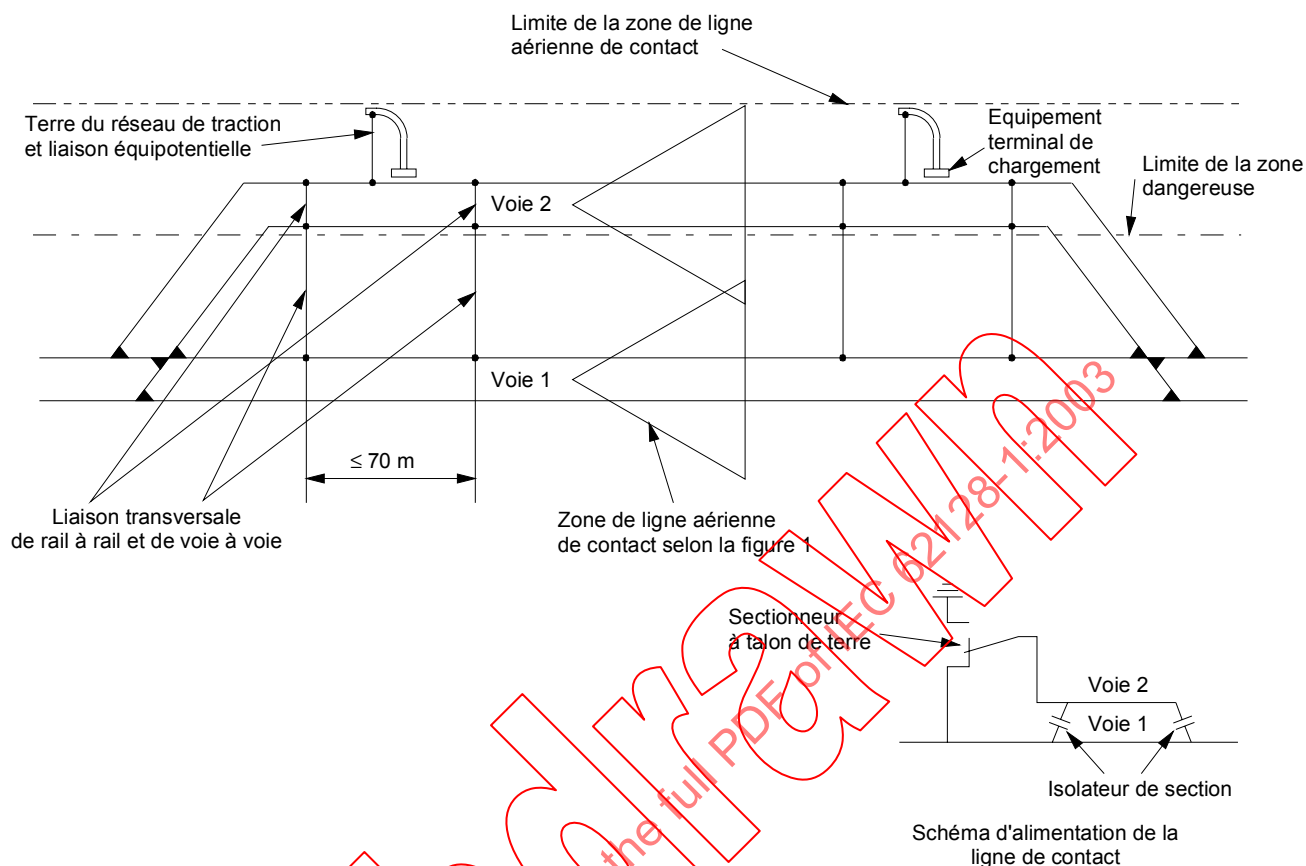
6.1.7 Dans le cas de voies de débord avec ligne aérienne de contact, l'isolement des voies par joints isolants de rail n'est pas autorisé, ces voies servant à écouler le courant de retour de traction. L'alimentation de la ligne aérienne de contact de la voie de débord doit pouvoir être interrompue et reliée à la terre du réseau de traction par un moyen interdisant le début des opérations de chargement avant que la ligne aérienne de contact ne soit mise à la terre (voir figure 21).



IEC 1351/03

Figure 20 – Disposition of insulated rail joints (double-track illustration), open traction system earthing (voltage-limiting device) and connection of the overhead contact line in the case of the loading siding being within the overhead contact line zone of the neighbouring track (see 6.1.6)

6.1.7 In the case of loading sidings with an overhead contact line, the isolation of tracks by means of insulated rail joints is not permissible because the tracks are utilized for carrying traction return current. The overhead contact line of the loading siding shall be interruptible and shall be connectable to the traction system earth by a means which ensures that the loading procedure is not initiated unless the overhead contact line is earthed (see figure 21).



IEC 1352/03

Figure 21 – Disposition des liaisons transversales de rail à rail et de voie à voie (exemple d'une double voie) et du schéma d'alimentation de la ligne aérienne de contact dans le cas d'une voie de débord avec ligne aérienne de contact (voir 6.1.3 et 6.1.7)

6.1.8 Les équipements terminaux de chargement reliés à la voie de débord, mentionnés en 6.1.4, doivent également être reliés électriquement au reste de l'installation de chargement, ou en être séparés par des pièces isolantes.

6.1.8.1 En présence de joints de rails isolants, les connexions avec l'installation de chargement doivent être conductrices (par exemple équipements terminaux conducteurs), à moins que des précautions soient prises pour empêcher que le courant de retour de traction ne détériore le matériel électrique de l'installation de chargement.

6.1.8.2 Si les équipements terminaux sont isolés du reste de l'installation de chargement, les pièces isolantes doivent être placées de sorte que le reste de l'installation de chargement soit en dehors de la zone de ligne aérienne de contact; dans ce cas, on peut se dispenser de la mise à la terre du reste de l'installation (terre du réseau de traction) indiquée en 4.3 et 5.3 (voir figure 22). Si ce n'est pas le cas, le reste de l'installation de chargement doit être relié à la terre du réseau de traction par l'intermédiaire d'un limiteur de tension (voir figure 23).

6.1.8.3 Si les pièces isolantes sont placées dans l'installation de chargement de sorte que le reste de l'installation soit en dehors de la zone de ligne aérienne de contact, et qu'un impact de foudre soit susceptible de provoquer leur contournement ou leur claquage, ces pièces isolantes doivent être pontées par des parafoudres (voir figure 22). Les parafoudres utilisés dans les zones dangereuses doivent être antidéflagrants. On doit prendre soin de se prémunir contre le shuntage accidentel (par exemple par des outils) des pièces isolantes ou des parafoudres.

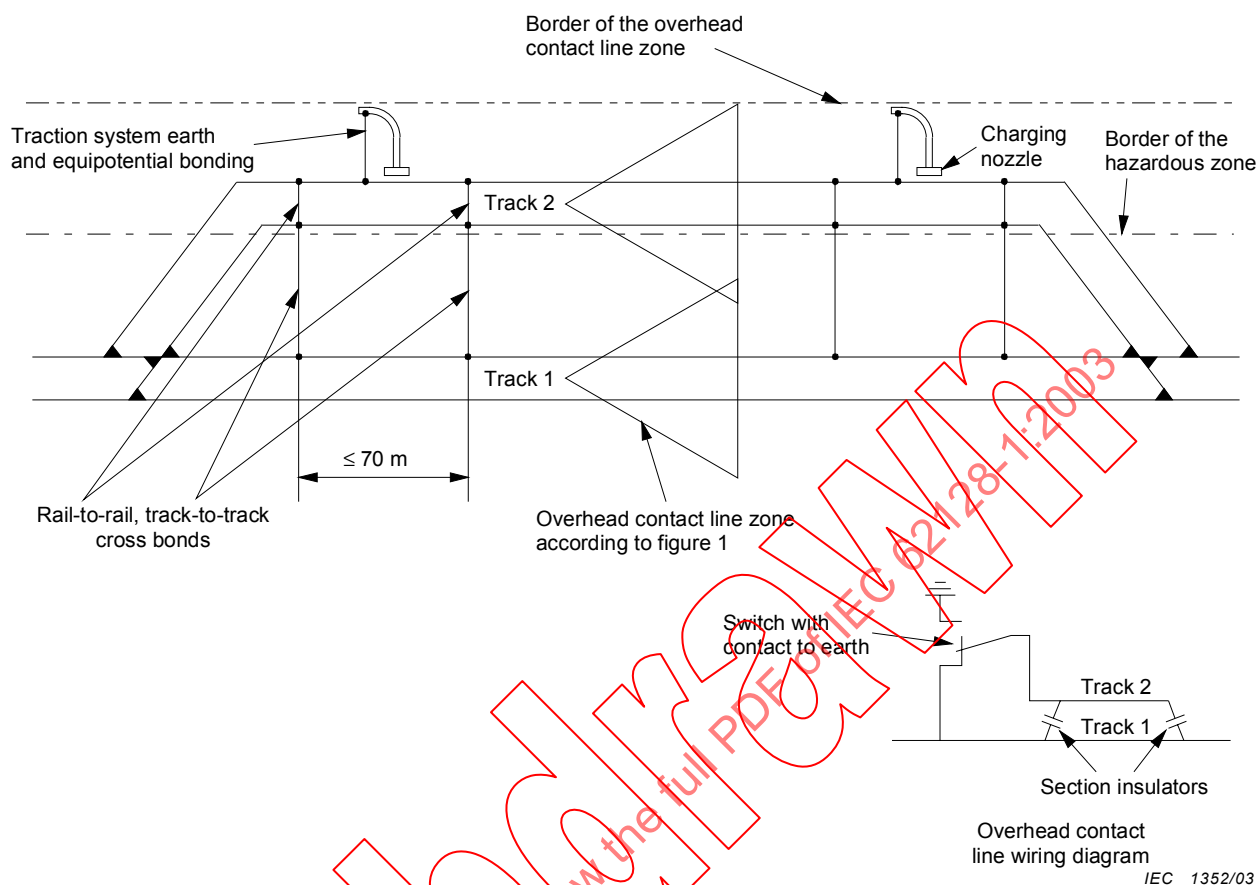


Figure 21 – Disposition of rail-to-rail crossbonds and track-to-track crossbonds (double-track illustration) and connection of the overhead contact line in case of the loading siding having an overhead contact line (see 6.1.3 and 6.1.7)

6.1.8 The charging nozzle connected to the loading siding given in 6.1.4 shall either be also conductively connected to the remainder of the loading installation, or shall be isolated by means of isolation pieces.

6.1.8.1 Conductive connections (for example a conducting nozzle) to the loading installation shall only be used when insulated rail joints are provided unless precautions are taken to prevent damage to the electrical equipment of the loading installation from the traction return current.

6.1.8.2 If the charging nozzle is insulated with respect to the loading installation, the isolation pieces shall be located so that the loading installation lies outside the overhead contact line zone, as a result of which earthing (traction system earth) as given in 4.3 and 5.3 can be dispensed with (see figure 22). Where this is not the case, the loading installation shall be connected to traction system earth by means of a voltage-limiting-device (see figure 23).

6.1.8.3 If isolation pieces are installed in the refilling pipe outside the overhead contact line zone and flashover or voltage breakdown of the isolation pieces is likely due to lightning strike, the isolation pieces shall be bridged by means of surge arresters (see figure 22). Surge arresters utilized in hazardous zones shall be of flameproof design. Care shall be taken to ensure that accidental bridging of isolation pieces or surge arresters (for example by tools) is prevented.

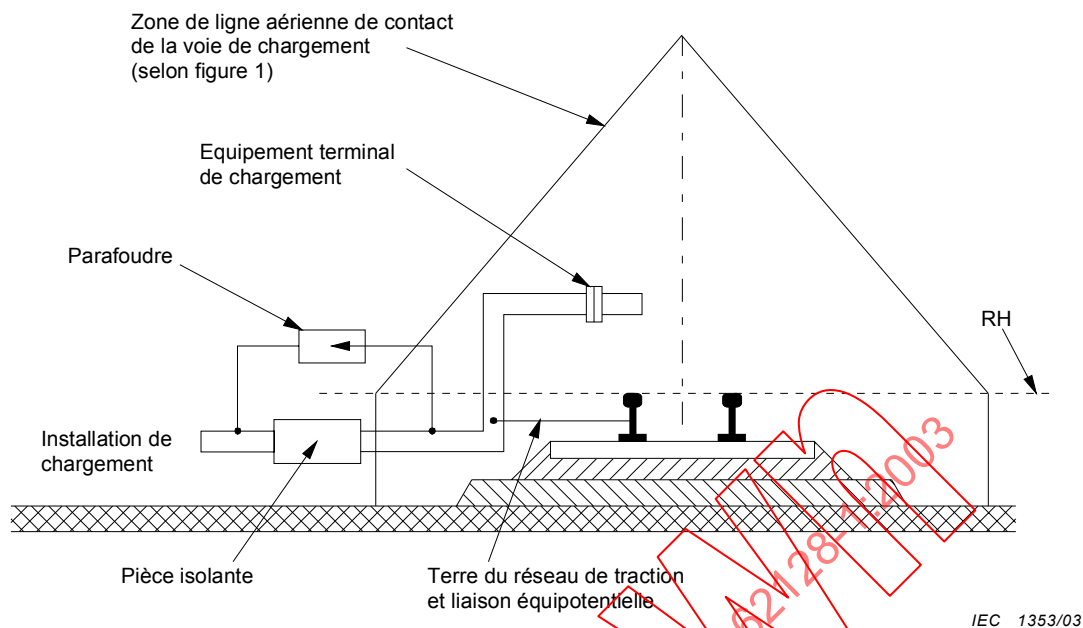


Figure 22 – Emplacement du parafoudre dans le cas où les pièces isolantes se trouvent entre les équipements terminaux de chargement et l'installation de chargement, en dehors de la zone de ligne aérienne de contact d'une voie de débord, si la foudre est susceptible de provoquer le contournement de ces pièces isolantes (voir 6.1.8.2 et 6.1.8.3)

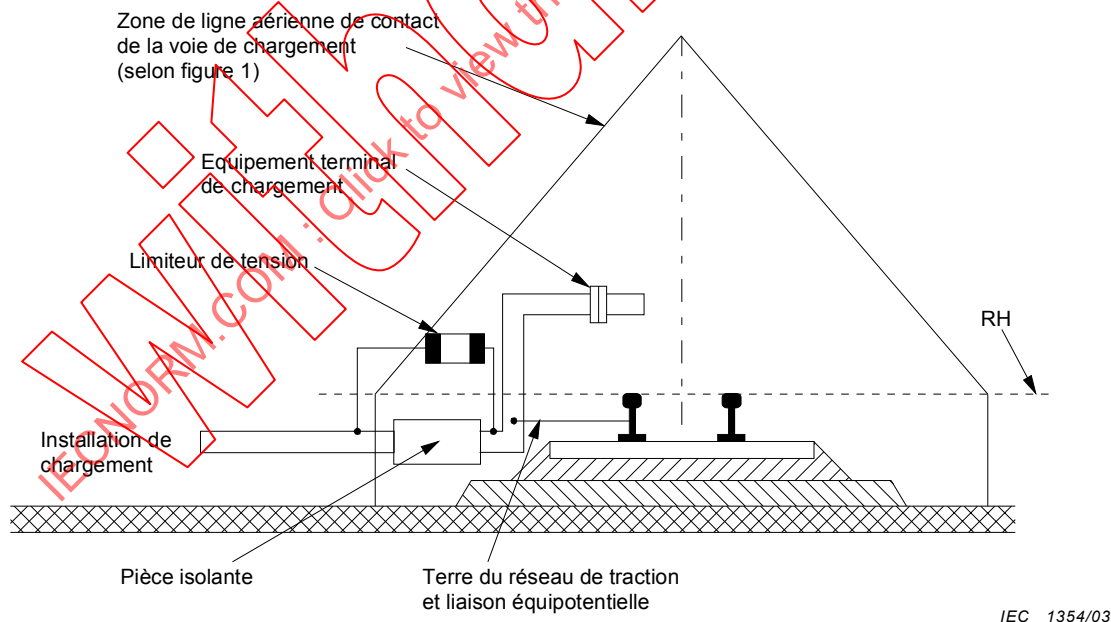


Figure 23 – Emplacement du limiteur de tension si les pièces isolantes se trouvent entre les équipements terminaux de chargement et l'installation de chargement, dans la zone de ligne aérienne de contact d'une voie de débord (voir 6.1.8.2)

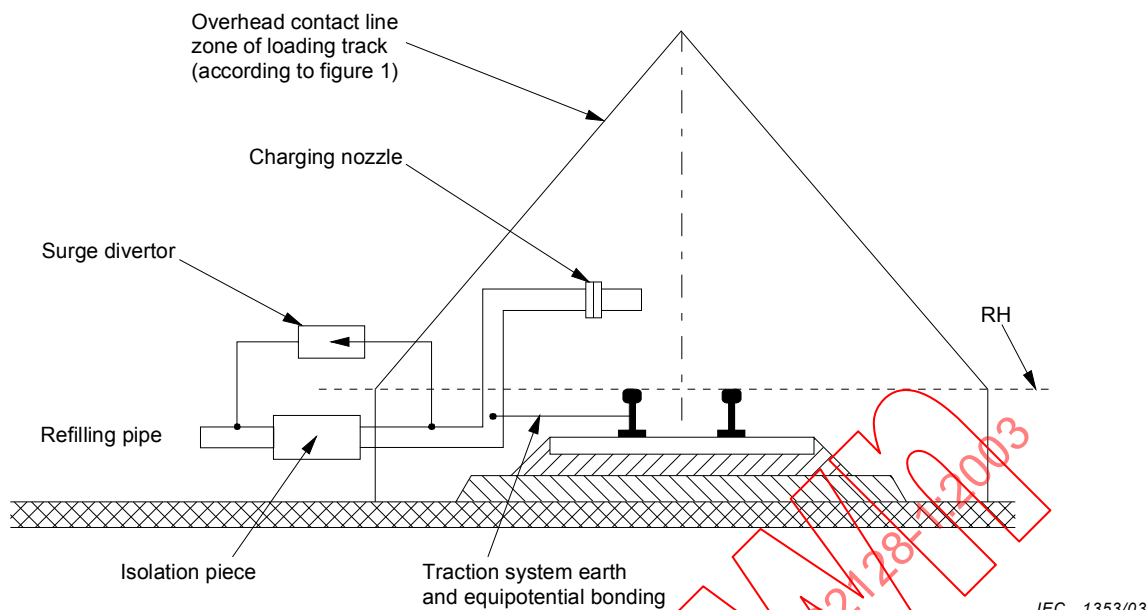


Figure 22 – Location of a surge arrester if isolation pieces are between charging nozzle and refilling pipe outside the overhead contact line zone of a loading siding with overhead contact line and if there is a possibility of flashovers of the isolation pieces through lightning strikes (see 6.1.8.2 and 6.1.8.3)

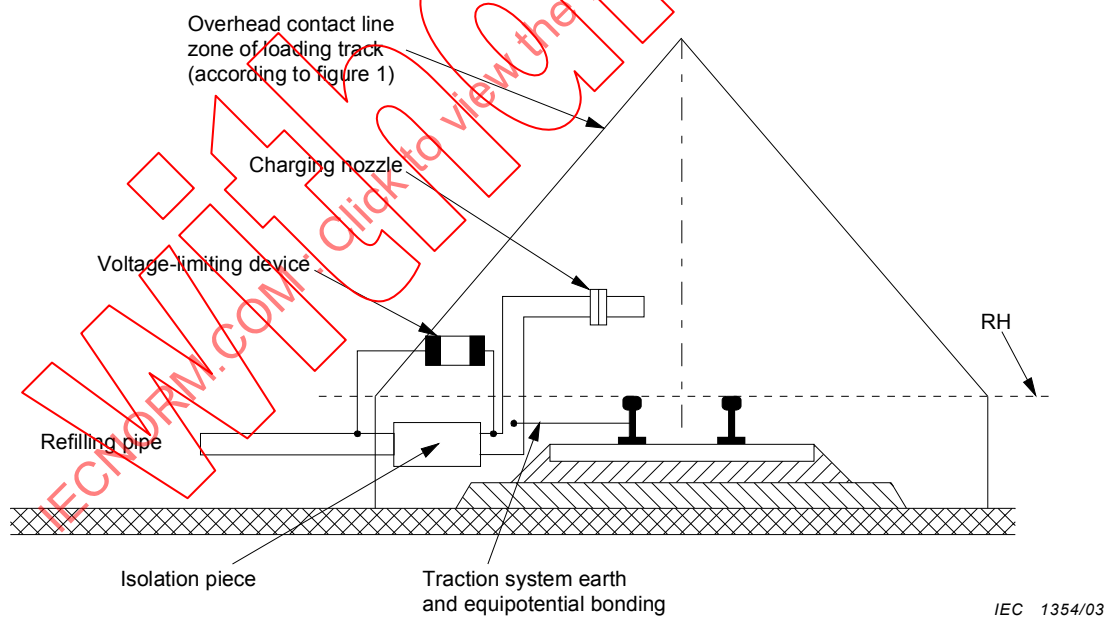


Figure 23 – Location of a voltage-limiting device if isolation pieces are between charging nozzle and refilling pipe inside the overhead contact line zone of a loading siding with overhead contact line (see 6.1.8.2)

6.2 Mesures de protection des réseaux d'énergie électrique, de télécommunication ou autres installations électriques contre les dangers issus du réseau de traction électrique

6.2.1 Installations exposées

Les installations exposées sont par exemple les suivantes:

Installations domestiques, installations de signalisation ferroviaire ou routière, lignes électriques aériennes, matériels de télécommande. Toutes ces installations se caractérisent par le fait qu'elles peuvent, dans des circonstances particulières, reporter un potentiel dangereux sur de grandes distances; aussi, aucun de leurs éléments ne doit être considéré comme une structure conductrice de «petites dimensions» au sens de 4.3.2 et 5.3.2.

NOTE Les installations ci-dessus pourraient être portées à des potentiels dangereux dans les cas suivants:

- la rupture d'une ligne aérienne de contact, la rupture ou le déraillement d'un pantographe peuvent avoir pour conséquence de porter ces installations au potentiel de la ligne aérienne de contact lorsqu'elles sont situées dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe, ou lorsqu'elles possèdent des liaisons électriques avec d'autres installations situées dans ces zones;
- les courants de retour de traction sont susceptibles de surcharger les conducteurs de protection, les conducteurs neutres, les conducteurs PEN, ou peuvent altérer les mesures de protection vis-à-vis des masses intentionnellement et fonctionnellement reliées à la terre par le réseau de traction ou au circuit de retour de traction.

6.2.2 Mesures afférentes

Les mesures de protection ci-après, indiquées en 6.2.3 et 6.2.4, doivent être appliquées aux installations électriques fixes mentionnées en 6.2.1, en plus des mesures prescrites par les autres normes applicables. Dans le cas des réseaux de traction à courant continu, ces mesures de protection doivent être harmonisées avec celles définies dans la CEI 62128-2, destinées à réduire les effets dus aux courants vagabonds.

6.2.3 Mesures de protection des installations électriques situées dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe

6.2.3.1 Masses

Toute masse située dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe doit être reliée au circuit de retour, directement ou à travers un limiteur de tension, sinon elle doit être protégée par un obstacle robuste. Si cet obstacle n'est pas en matériau isolant, il doit être relié au circuit de retour. Dans les réseaux de traction à courant continu, de tels obstacles doivent être conformes aux prescriptions de la CEI 62128-2.

6.2.3.2 Matériel de protection de classe II

Si un matériel électrique de protection de classe II (voir la CEI 61140) est utilisé dans des réseaux de traction de tension nominale n'excédant pas 1 kV en alternatif ou 1,5 kV en continu, son isolement doit correspondre à la tension nominale de la ligne de contact.

6.2.4 Mesures de protection des installations exposées au courant de retour de traction

6.2.4.1 Généralités

6.2.4.1.1 Les risques de détérioration ou de dysfonctionnement des dispositifs de protection contre les chocs électriques dus aux courants de retour de traction doivent être prévenus par l'adoption des mesures de protection décrites de 6.2.4.2 à 6.2.4.4.

NOTE Diverses mesures de protection sont connues et utilisées, les figures 24 à 33 en montrent quelques exemples typiques.

6.2 Protective provisions for electric power, telecommunications and other electrical installations against the danger of the traction power supply system

6.2.1 Endangered installations:

The following are examples of endangered installations:

Consumer installations, railway– or road signalling installations, overhead lines, telecontrol equipment for remote devices. All these installations are characterized by being able, under particular circumstances, to transfer a dangerous voltage over long distances; therefore no part of such systems shall be considered as objects of "small dimension" as given in 4.3.2 and 5.3.2.

NOTE The above installations could be endangered by the following:

- a broken overhead contact line or a broken or dewired pantograph which may transfer the overhead contact line voltage in these installations when they are located in the overhead contact line zone or the pantograph zone, or when they have conductive connections to installations which are located in these zones;
- traction return currents, which may overload protective conductors, neutral conductors, PEN-conductors, or which may impair protective provisions where exposed conductive parts are intentionally and functionally connected to the traction system earth or to the return circuit.

6.2.2 Related provisions

The following protective provisions as given in 6.2.3 and 6.2.4 shall apply for stationary electrical installations as given in 6.2.1 in addition to provisions required by other relevant standards. These protective provisions shall be harmonized with the provisions specified for d.c. traction systems as defined in IEC 62128-2 for reduction of effects due to stray currents.

6.2.3 Protective provisions for electrical installations in the overhead contact line zone or the pantograph zone

6.2.3.1 Exposed conductive parts

Any exposed conductive part within the overhead contact line zone or the pantograph zone shall be connected directly or via a voltage-limiting device to the return circuit, or otherwise it shall be protected by a robust obstacle. If the obstacle is not made of insulating material, it shall be connected to the return circuit. In d.c. traction systems, such obstacles shall conform to the requirements as defined in IEC 62128-2.

6.2.3.2 Equipment of protection class II

If electrical equipment of protection class II (see IEC 61140) is utilized for traction systems of nominal voltages up to and including 1 kV a.c./1,5 kV d.c., then its insulation shall correspond to the nominal voltage of the contact line.

6.2.4 Protective provisions for installations which are endangered by the traction return current

6.2.4.1 General

6.2.4.1.1 The danger of damage or functional impairment of protective provisions against electric shock by traction return currents shall be obviated by adoption of the protective provisions given in 6.2.4.2 to 6.2.4.4.

NOTE Because there are known different protective provisions, some typical examples for such special protective provisions are shown in the figures 24 to 33.

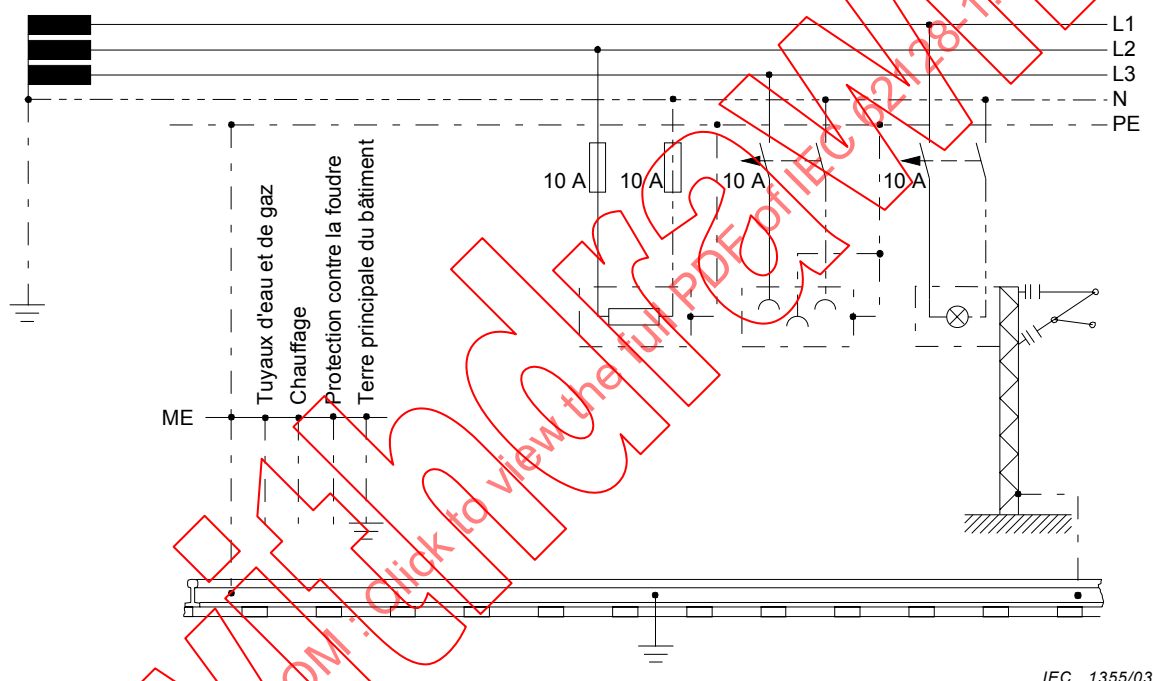
6.2.4.2 Réseaux de traction en courant alternatif

Si le neutre d'un transformateur en étoile est relié à la terre du réseau de traction (voir figure 28), les prescriptions de la CEI 60364-4-41 doivent être appliquées. Les prescriptions de 6.2.4.2.1 et 6.2.4.2.2 ne doivent s'appliquer que si le neutre en étoile est relié à une terre autre que celle du réseau de traction.

6.2.4.2.1 Alimentation par un réseau TT

La terre du réseau de traction doit être utilisée comme prise de terre. Le conducteur neutre risquant d'être parcouru par les courants de retour de traction en cas de défaut à la masse d'une partie sous tension, le dispositif de protection de surintensité doit aussi protéger la liaison au conducteur neutre comme indiqué à la figure 24.

NOTE On peut utiliser en général des dispositifs de protection de surintensité à déclenchement automatique jusqu'à un courant nominal de 10 A, la faible résistance de terre nécessaire pour des courants nominaux plus élevés ne pouvant être garantie (voir figure 24).



ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 24 – Exemple de mesures de protection des masses pour les réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau TT dans lequel le conducteur de protection est relié à la terre du réseau de traction (voir 6.2.4.2.1)

6.2.4.2.2 Alimentation par un réseau TN

Lorsqu'on utilise un dispositif de protection de surintensité à déclenchement automatique (voir figure 25), les conducteurs PEN ou les conducteurs de protection doivent être reliés à la terre du réseau de traction seulement si la tension rail/sol accessible n'excède pas 50 V, et si le conducteur PEN ou le conducteur de protection ne risque pas d'être parcouru par le courant de retour de traction.

Lorsque le matériel est mis à la terre du réseau de traction par un seul rail de roulement et que ce rail de roulement est relié à la barre omnibus équipotentielle principale, il n'est pas nécessaire que le conducteur PE du câble d'alimentation soit relié à la masse du matériel.

6.2.4.2 AC traction systems

If the star point of the transformer is connected to the traction system earth (see figure 28), the requirements as defined in IEC 60364-4-41 shall apply. The requirements given in 6.2.4.2.1 and 6.2.4.2.2 shall apply only where the earthed star point of the transformer is connected to an earth other than the traction system earth.

6.2.4.2.1 Power supply from TT system

The traction system earth shall be used as an earth electrode. Since the neutral conductor could be endangered by traction return currents in the case of a fault connection between a live part and an exposed conductive part, the overcurrent protective device shall also protect the connection to the neutral conductor as shown in figure 24.

NOTE Overcurrent protective devices may generally be used as protective devices for automatic tripping, up to a nominal current of 10 A, because the low earthing resistance that is necessary for higher nominal currents cannot be guaranteed (see figure 24).

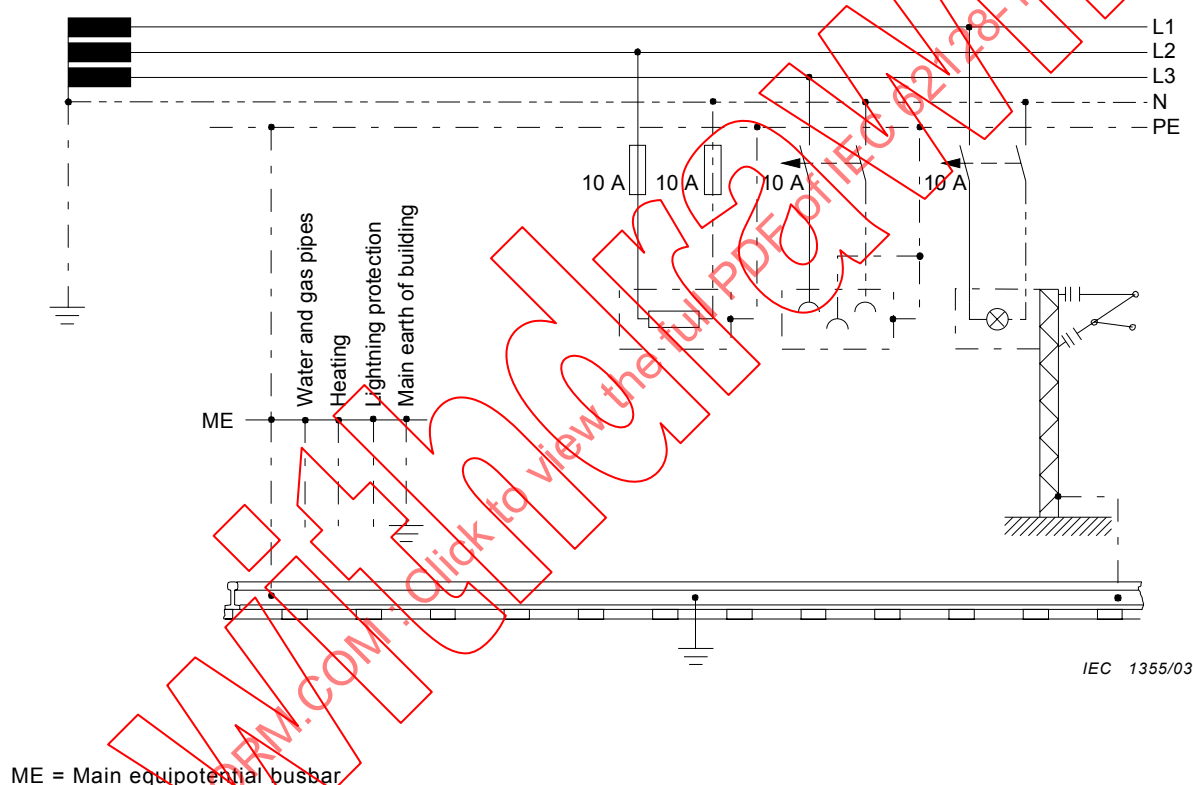
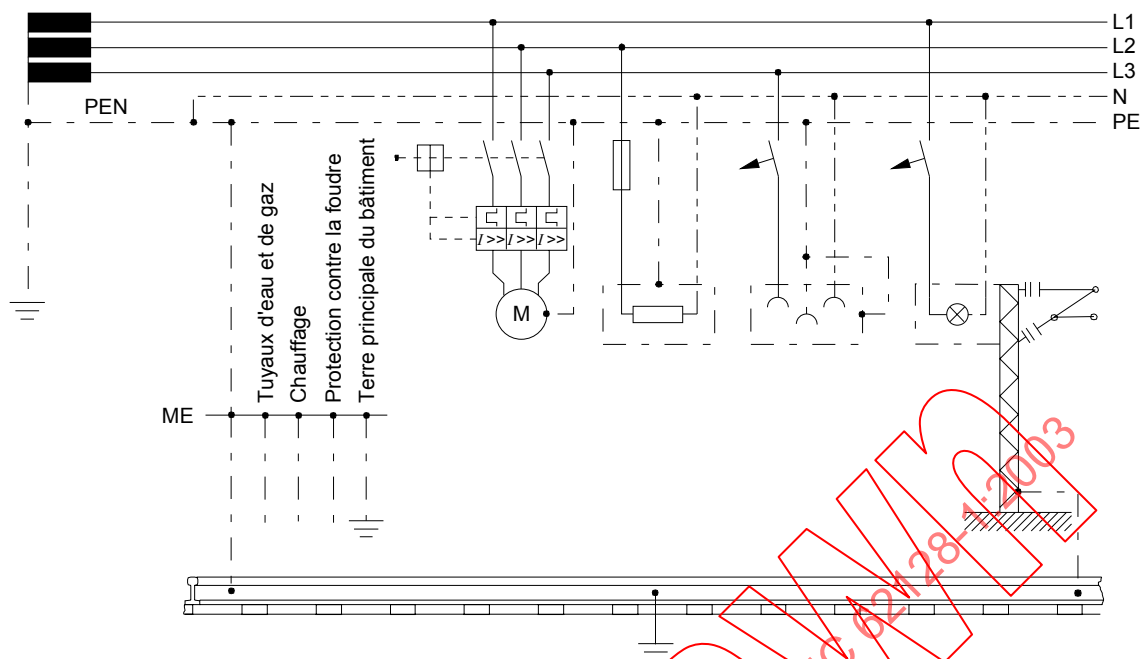


Figure 24 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from a TT system in which the protective conductor is connected with the traction system earth (see 6.2.4.2.1)

6.2.4.2.2 Power supply from TN system

On utilization of overcurrent protective devices for automatic tripping (see figure 25), the PEN conductors or the protective conductors shall be connected to the traction system earth only where an accessible voltage not exceeding 50 V occurs as a result of the rail potential, and the PEN conductor or the protective conductor is not endangered by the traction return current.

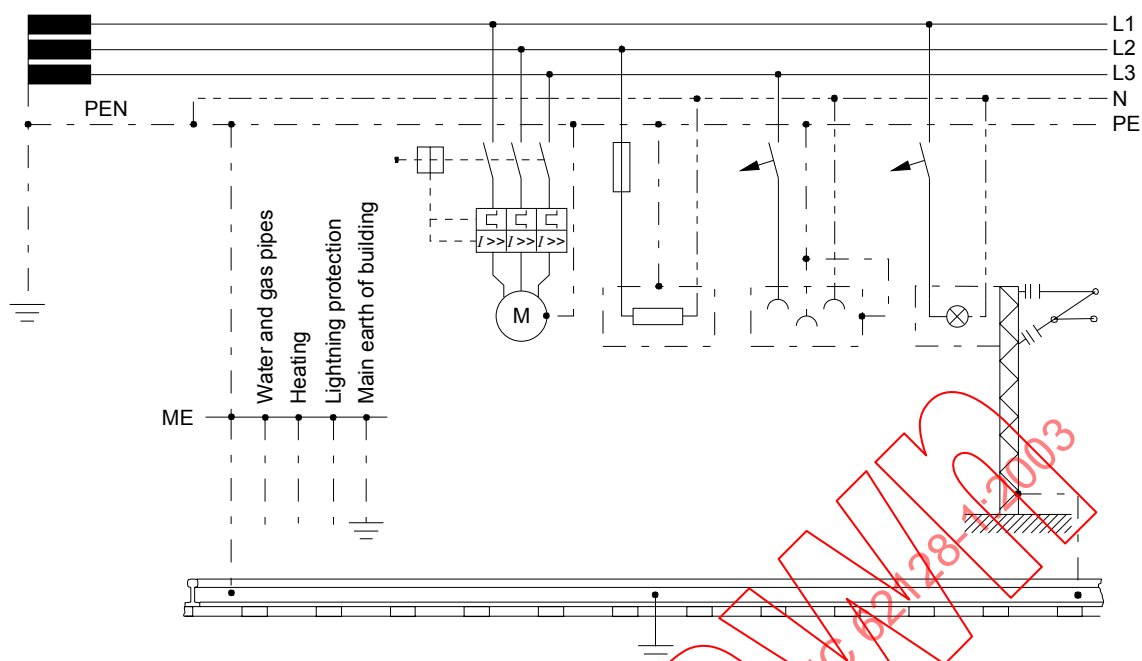
If the equipment has a traction system earth via one running rail and if this running rail has an equipotential bonding conductor to the main equipotential busbar, then the PE conductor incorporated in the power supply cable need not be connected to the exposed conductive part of the equipment.



IEC 1356/03

ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 25 – Exemple de mesures de protection des masses pour les réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau TN dans lequel le conducteur PEN et le conducteur de protection sont reliés à la terre du réseau de traction (voir 6.2.4.2.2)



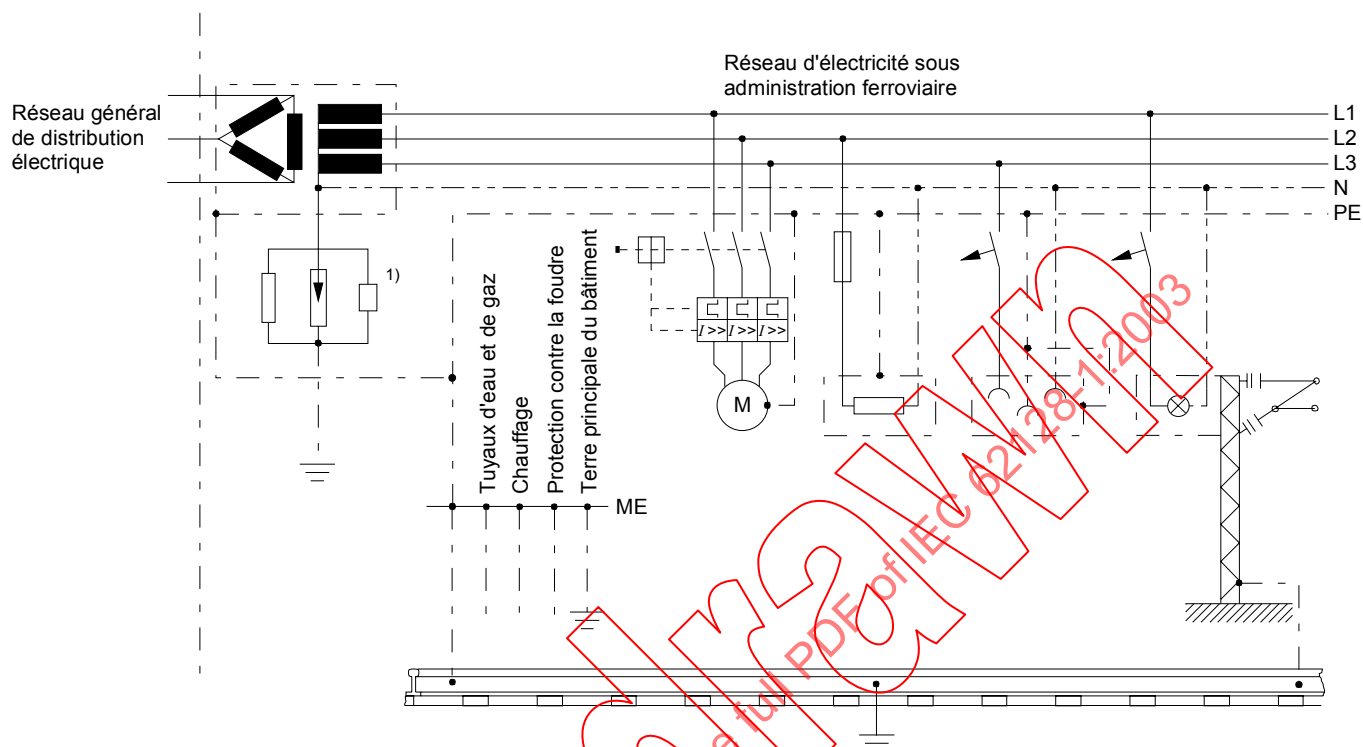
IEC 1356/03

ME = Main equipotential busbar

Figure 25 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from a TN system in which the PEN conductor and the protective conductor are connected with the traction system earth (see 6.2.4.2.2)

6.2.4.2.3 Alimentation par un réseau IT

Lorsque la permanence de l'alimentation est à assurer pour des raisons impérieuses de sécurité, on doit avoir recours à un réseau IT. La figure 26 en donne un exemple.



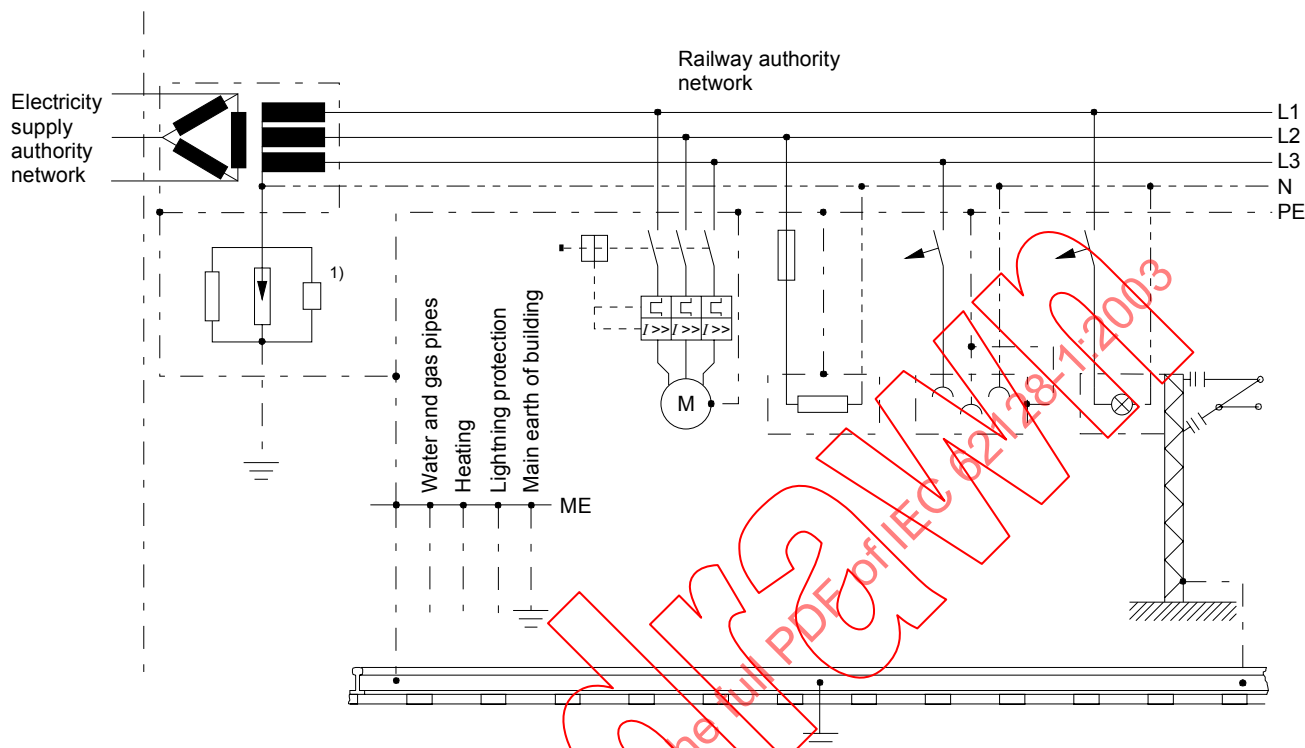
IEC 1357/03

1) Contrôle de l'isolement
ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 26 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau IT dans lequel le conducteur de protection PE n'est pas relié au neutre d'un transformateur en étoile (voir 6.2.4.2.3)

6.2.4.2.3 Power supply from IT system

For certain cases where continuity of supply is essential for safety critical reasons, then an IT system shall be provided. An example is shown in figure 26.



IEC 1356/03

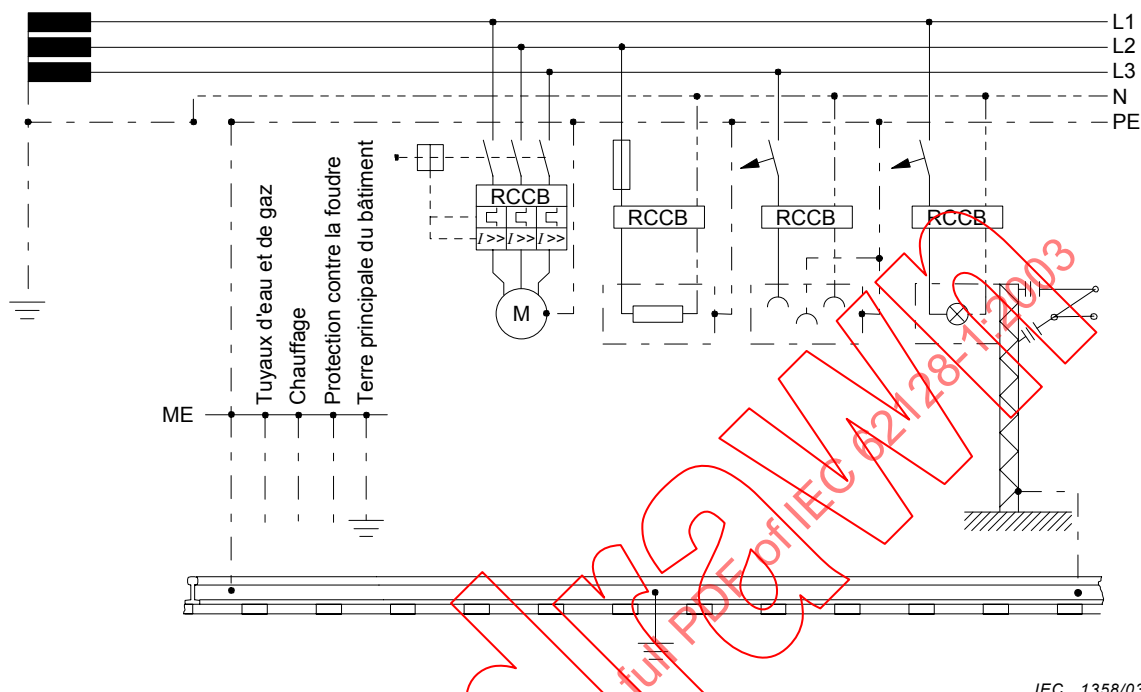
1) Isolating monitoring

ME = Main Equipotential busbar

Figure 26 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from an IT system, in which the PE is not connected with the starpoint of the transformer (see 6.2.4.2.3)

6.2.4.2.4 Autres mesures de protection

6.2.4.2.4.1 Pour le déclenchement automatique, on peut utiliser des disjoncteurs à courant différentiel résiduel (voir figure 27), et dans ce cas les masses des matériels électriques peuvent être reliées à la terre du réseau de traction.



IEC 1358/03

ME = Barre omnibus équipotentielle principale

RCCB = Disjoncteur à courant différentiel résiduel

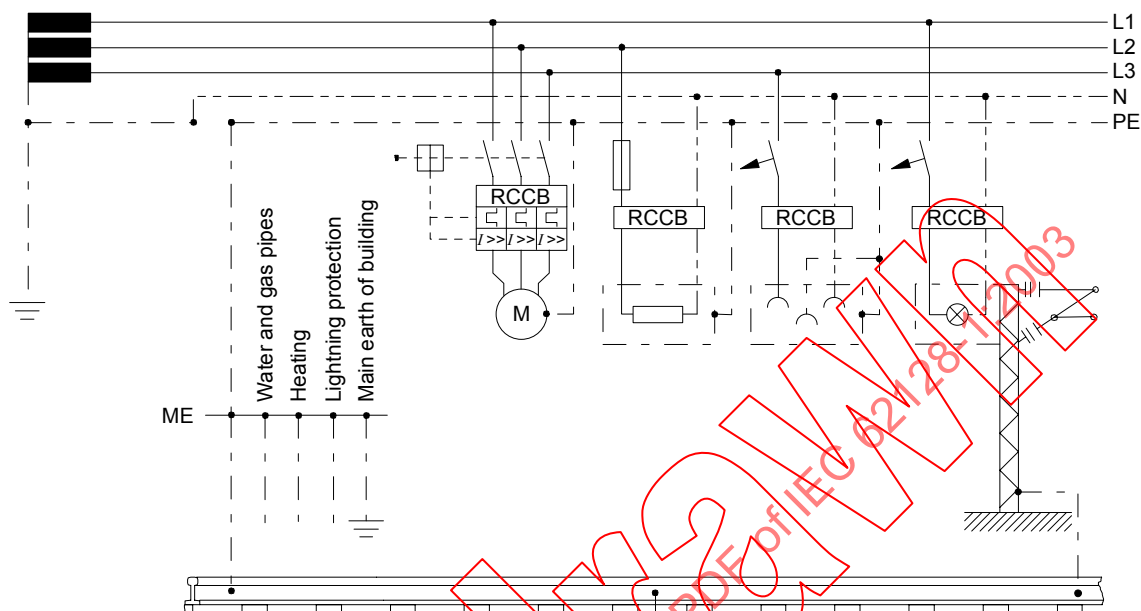
Figure 27 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant alternatif alimentés par un réseau TT ou TN dans le cas d'utilisation de disjoncteurs à courant différentiel résiduel (voir 6.2.4.2.4.1)

6.2.4.2.4.2 Lorsque le réseau d'électricité ferroviaire est alimenté, à partir du réseau général de distribution électrique, par un poste à haute tension qui lui est propre ou par un transformateur à enroulements séparés (voir figure 28), alors les masses du matériel électrique de l'installation ainsi isolée, les conducteurs PEN ou neutres et les conducteurs de protection doivent être reliés à la terre du réseau de traction.

Lorsque le matériel est mis à la terre du réseau de traction par un seul rail de roulement et que ce rail de roulement est relié au neutre d'un transformateur en étoile, il n'est pas nécessaire que le conducteur PE du câble d'alimentation soit relié à la masse du matériel.

6.2.4.2.4 Alternative protective provisions

6.2.4.2.4.1 Residual current-operated protective devices for automatic tripping may be utilized (see figure 27), in which case the exposed conductive parts of the electrical equipment may be connected to the traction system earth.



IEC 1358/03

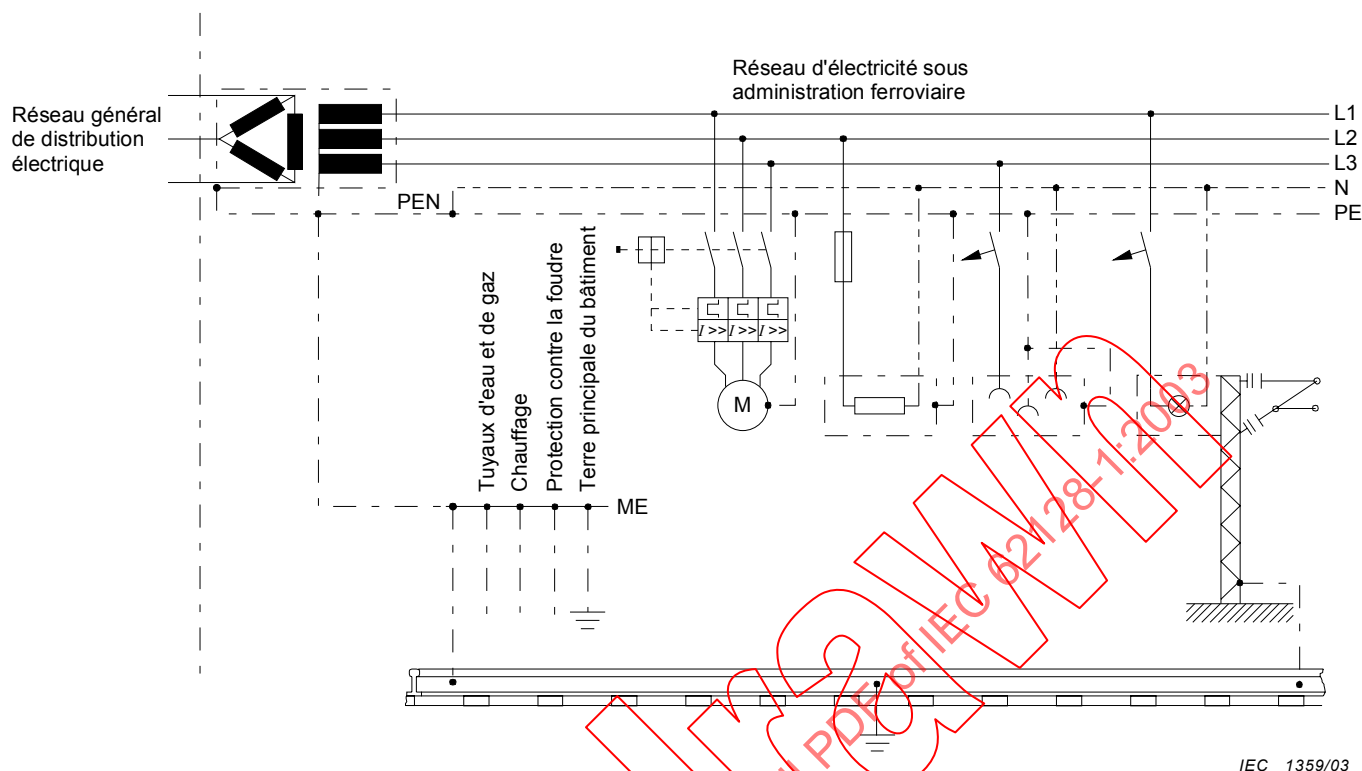
ME = Main equipotential busbar

RCCB = Residual current circuit breaker

Figure 27 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems supplied from TT system or TN system with utilization of residual current-operated protective devices (see 6.2.4.2.4.1)

6.2.4.2.4.2 When electrical isolation of the electrical equipment from the power supply system is by means of a separate high voltage station or a transformer with separate windings (see figure 28), then the exposed conductive parts of the electrical equipment of the electrically isolated installation, the PEN conductors or neutral conductors and the protective conductors shall be connected to the traction system earth.

If the equipment has a traction system earth via one running rail and if this running rail has an equipotential bonding conductor to the transformer star point, then the PE conductor incorporated in the power supply cable need not be connected to the exposed conductive part of the equipment.



ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 28 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant alternatif lorsque l'alimentation du réseau d'électricité ferroviaire est assurée par un poste à haute tension qui lui est propre ou un transformateur à enroulements séparés (voir 6.2.4.2.4.2)

6.2.4.3 Réseaux de traction en courant continu

Les prescriptions suivantes doivent s'appliquer aux réseaux de traction en courant continu:

6.2.4.3.1 Matériel électrique situé hors de la zone de ligne aérienne de contact ou de la zone de pantographe

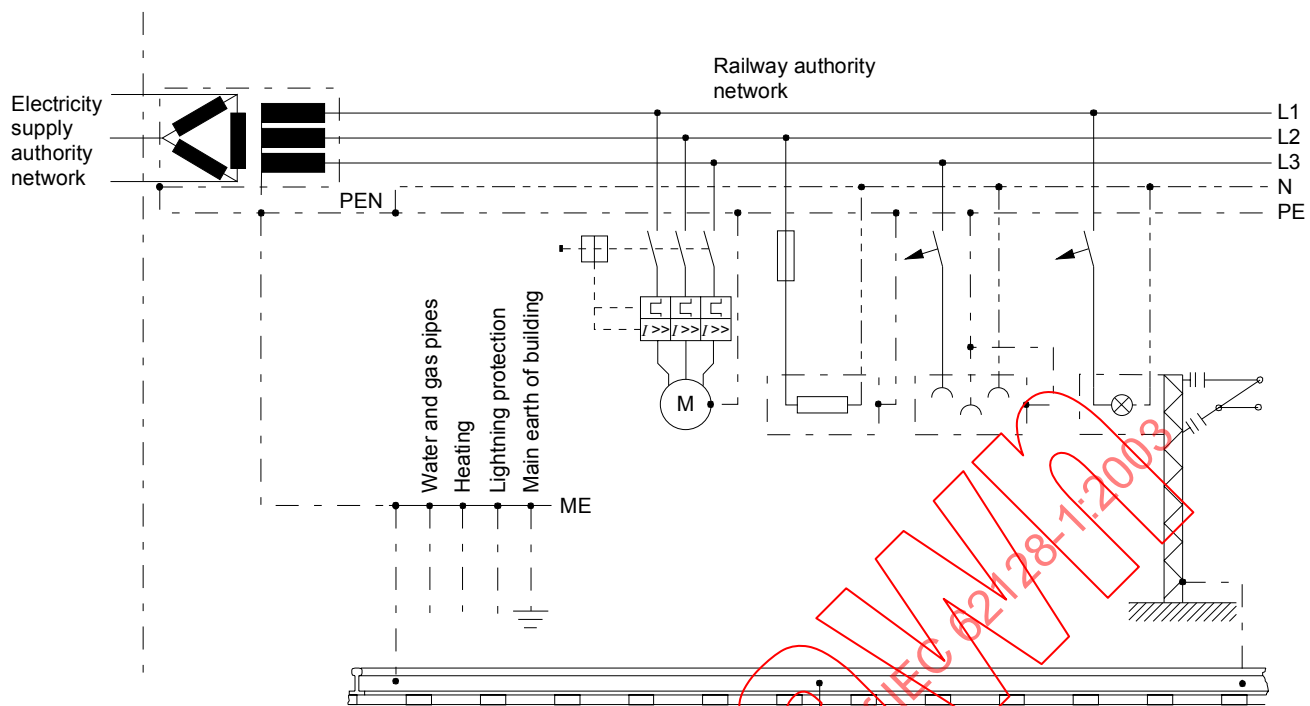
Le réseau ferroviaire doit être séparé du réseau général de distribution électrique par un transformateur à enroulements séparés.

6.2.4.3.1.1 Rails de roulement isolés par rapport à la terre

Lorsque des prises de courant branchées sur le réseau d'électricité sous administration ferroviaire sont destinées à alimenter des appareils électriques de classe I utilisés pour les travaux sur des véhicules, des rails de roulement, ou des masses reliées au circuit de retour, alors leur alimentation doit être réalisée par des disjoncteurs à courant différentiel résiduel ou par des transformateurs à enroulements séparés. En cas d'utilisation de disjoncteurs à courant différentiel résiduel, le conducteur de protection doit être relié au conducteur PE à travers un dispositif approprié tel un condensateur. Une résistance de décharge doit être connectée en parallèle avec un condensateur.

NOTE Ce dispositif approprié empêche les courants de retour de traction de s'écouler à travers le conducteur de protection vers la terre principale du bâtiment.

Si des tensions de contact ou accessibles dangereuses sont susceptibles d'apparaître entre le conducteur de protection ou le neutre et les rails de roulement, un limiteur de tension muni d'un dispositif de court-circuit doit être installé entre le conducteur de protection ou le neutre et les rails de roulement (voir figure 29).



IEC 1359/03

ME = Main equipotential busbar

Figure 28 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for a.c. traction systems by electrical isolation from the power supply system by means of a separate high voltage station or a transformer with separate windings (see 6.2.4.2.4.2)

6.2.4.3 DC traction systems

For d.c. traction systems, the following requirements shall be observed:

6.2.4.3.1 Electrical equipment outside the overhead contact line zone or the pantograph zone

The railway network shall be separated by a transformer with separate windings, from the public power supply system.

6.2.4.3.1.1 Running rails insulated from earth

If work is carried out on vehicles, on running rails, or on conductive parts which are connected to the return circuit, using class I electrical equipment which is plugged into wall sockets supplied from the railway authority network, these wall sockets shall be connected to the railway authority network by residual-current protective devices or by transformers with separate windings. If these residual-current protective devices are used, the protective conductor shall be connected to PE conductor via an appropriate device such as a capacitor. A discharge resistor shall be connected in parallel with a capacitor.

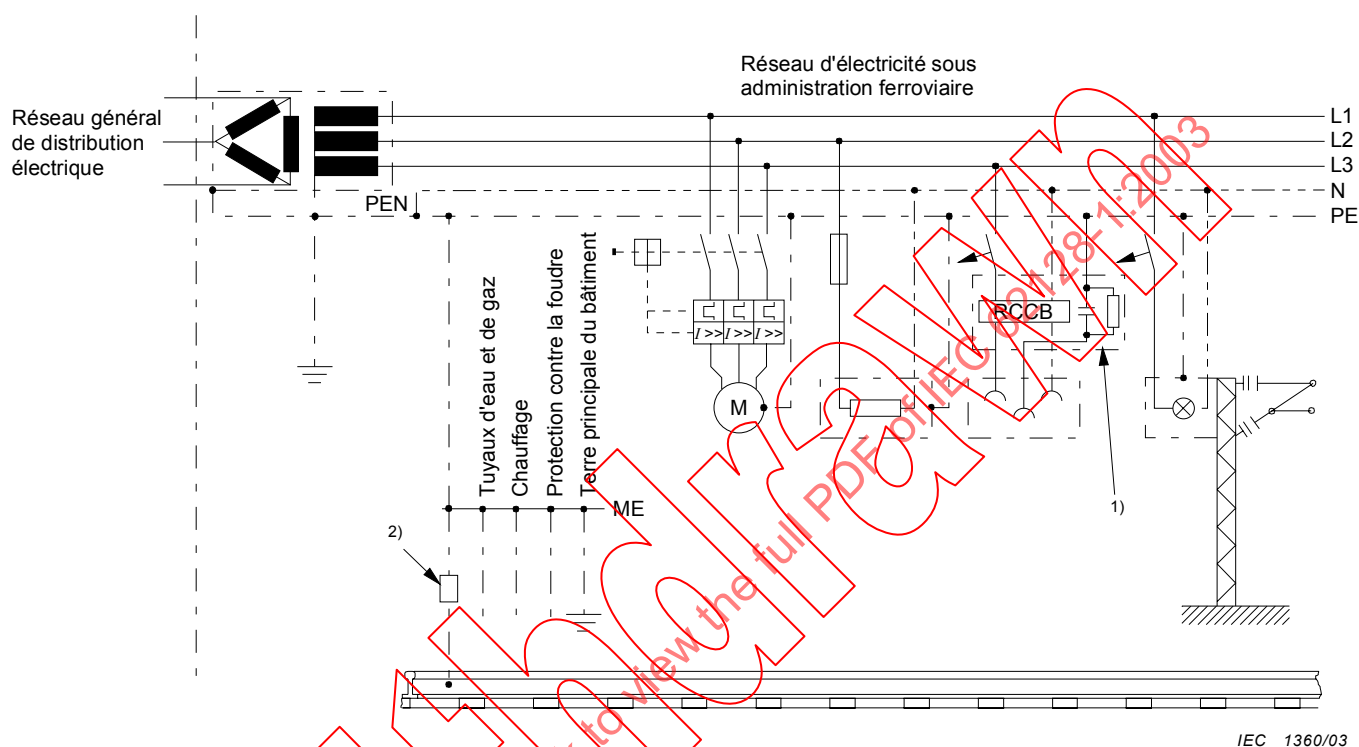
NOTE The appropriate device prevents traction return currents flowing via the protective conductor to the main earth of a building.

If inadmissible touch/accessible voltages may occur between protective conductor/neutral conductor and the running rails, a voltage-limiting device with a short-circuiting device shall be installed between the protective conductor/neutral conductor and the running rails (see figure 29).

Si le dispositif de court-circuit a fonctionné,

- soit il doit être réarmé automatiquement dans un délai maximal de 10 s;
- soit, si ce n'est pas le cas, une procédure doit prévoir d'enregistrer la cause de l'incident et d'y remédier rapidement.

Le dispositif de court-circuit doit être conçu pour fonctionner sous le courant maximal envisagé en cas de défaut. Son ouverture doit être subordonnée au retour de la tension à une valeur non dangereuse.



1) Disjoncteur à courant différentiel résiduel (comme indiqué sur la figure) ou transformateur à enroulements séparés

2) Limiteur de tension muni d'un dispositif de court-circuit

ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 29 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant continu situées hors de la zone de ligne aérienne de contact ou de la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont isolés par rapport à la terre (voir 6.2.4.3.1.1)

6.2.4.3.1.2 Rails de roulement reliés à la terre ou à des fonds de fouille

Si les rails de roulement sont directement reliés à la terre ou à des fonds de fouille de bâtiments, comme par exemple dans des ateliers ou des dépôts, alors les conducteurs de protection et PEN peuvent être reliés aux rails de roulement.

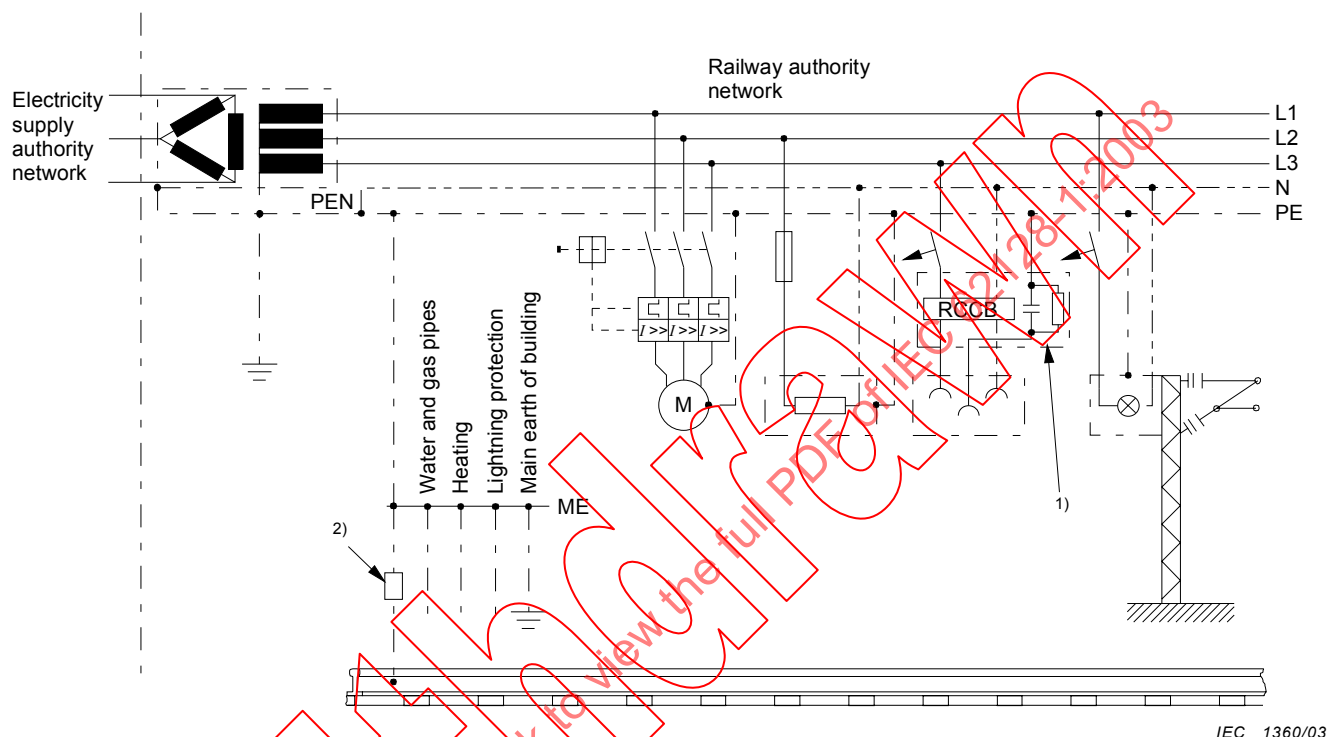
Pour limiter la propagation des courants vagabonds, les rails de roulement doivent être séparés des voies principales par des joints isolants et l'énergie de traction doit être fournie par un redresseur distinct ou par d'autres moyens (voir figure 30).

NOTE Il convient de ne pas installer les joints isolants aux emplacements où peuvent stationner des véhicules susceptibles de les court-circuiter par leurs essieux, caisses, barres de traction et tampons.

If the short-circuiting device has operated,

- either it shall automatically reset after a maximum of 10 s;
- or, if it is not reset, a procedure shall be established to note and rectify the cause of such event rapidly.

The short-circuiting device shall be designed to operate under the highest envisaged value of the current under fault conditions. Once closed, it shall not open until this current has reduced to a safe value.



1) Residual current circuit breaker (as shown in the figure) or transformer with separate windings

2) Voltage-limiting device with short-circuiting device

ME = Main Equipotential busbar

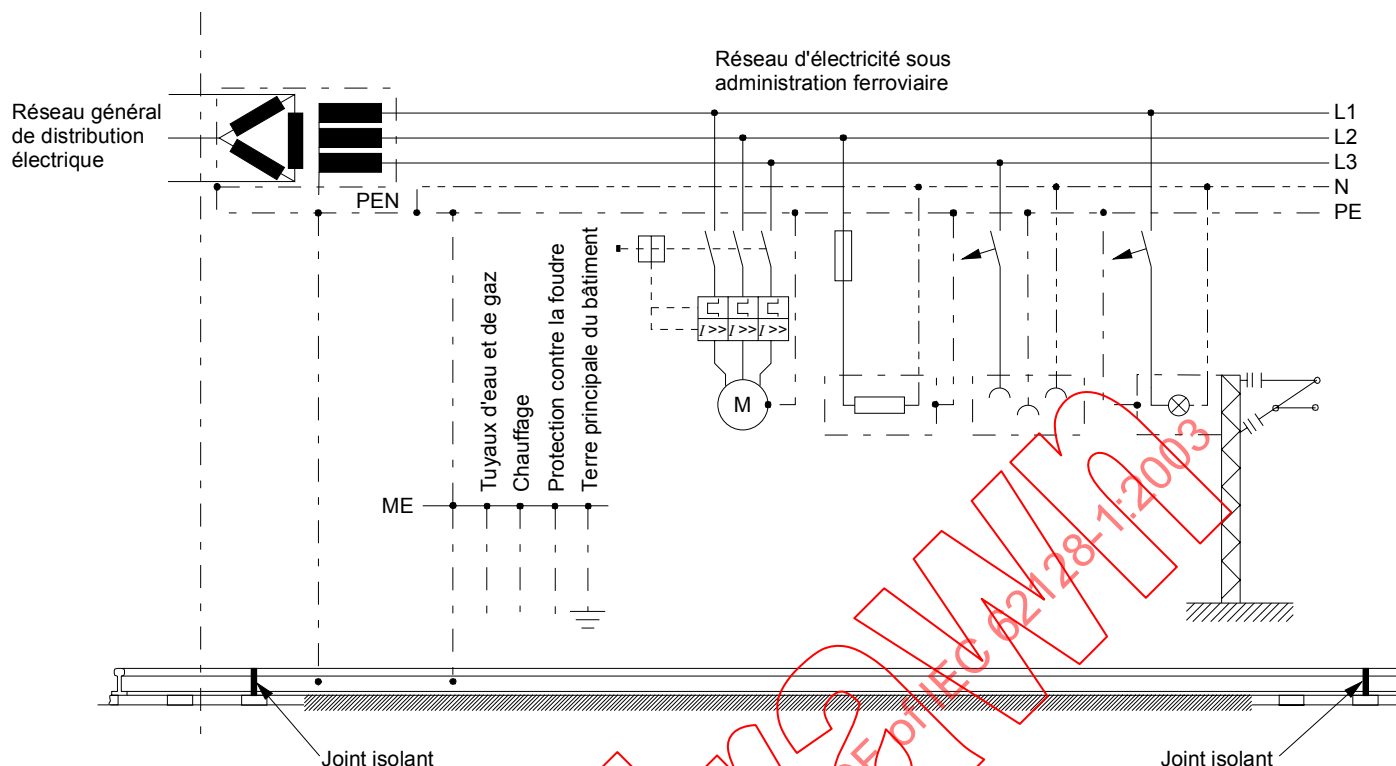
Figure 29 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems outside the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are insulated from earth (see 6.2.4.3.1.1)

6.2.4.3.1.2 Running rails in connection with earth or foundations

If the running rails are directly connected to earth or foundations of buildings as for example in workshops or depots, the protective conductor or the PEN conductor may be connected to the running rails.

In order to reduce the danger of stray currents, the running rails shall be separated from the main line by insulated rail joints and the traction power shall be supplied by separate rectifiers or other means (see figure 30).

NOTE The insulated rail joints should not be installed in places where it can be expected that vehicles, which may short-circuit the insulated rail joints with their wheel sets, bodies, drawbars and buffers, will be parked.



IEC 1361/03

ME = Barre omnibus équipotentielle principale

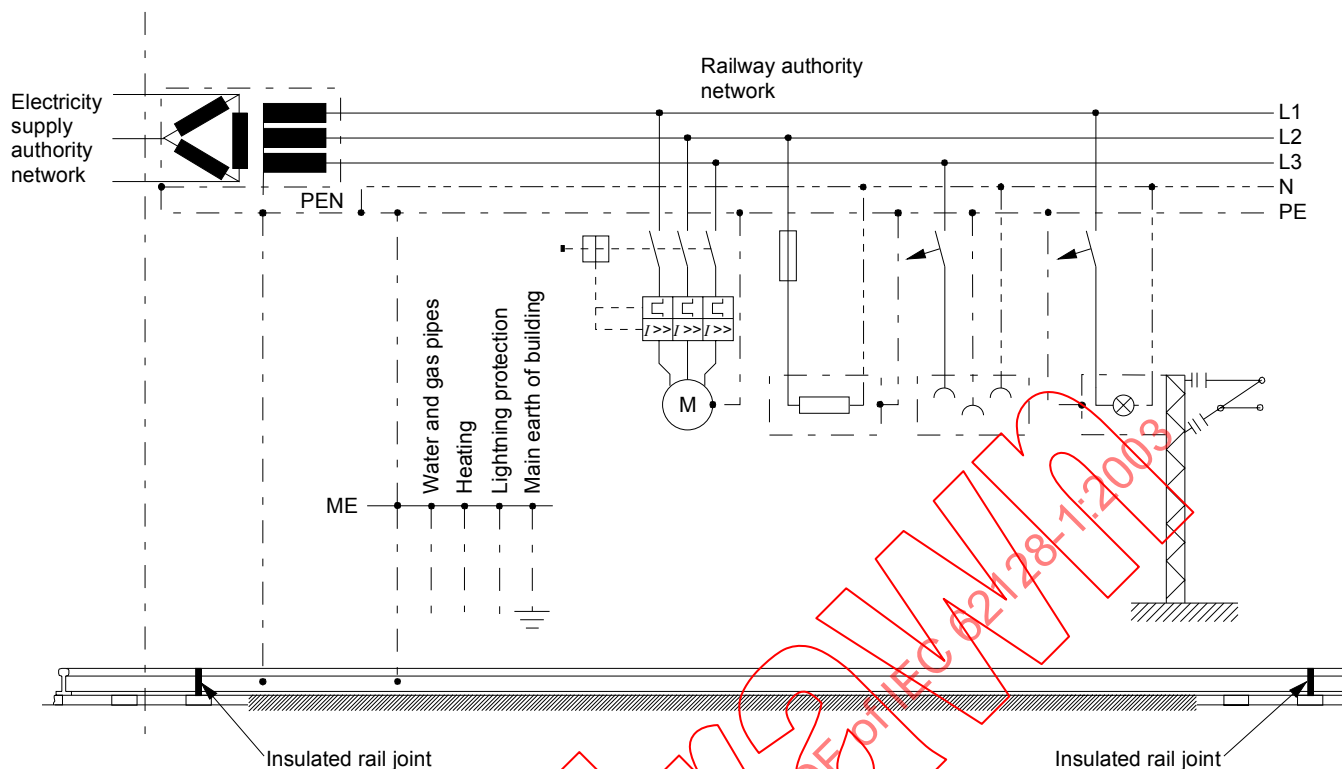
Figure 30 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant continu situées hors de la zone de ligne aérienne de contact ou de la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont reliés directement à la terre ou à des fonds de fouille de bâtiment (voir 6.2.4.3.1.2)

6.2.4.3.2 Matériel électrique situé à l'intérieur de la zone de ligne aérienne de contact ou de la zone de pantographe

6.2.4.3.2.1 Rails de roulement isolés par rapport à la terre

Les matériels électriques individuels de classe I alimentés par un réseau TN doivent être protégés par un disjoncteur à courant différentiel résiduel. Les masses doivent être reliées au conducteur PE à travers un dispositif approprié tel qu'un condensateur et doivent en outre être reliées aux rails de roulement, à travers un limiteur de tension, par un conducteur supplémentaire de section suffisante. Une résistance de décharge doit être mise en parallèle avec ce dispositif approprié (voir figure 31).

NOTE Ce dispositif approprié empêche les courants de retour de traction de s'écouler à travers le conducteur de protection vers la terre principale du bâtiment, lorsque le limiteur de tension a fonctionné.



IEC 1361/03

ME = Main Equipotential busbar

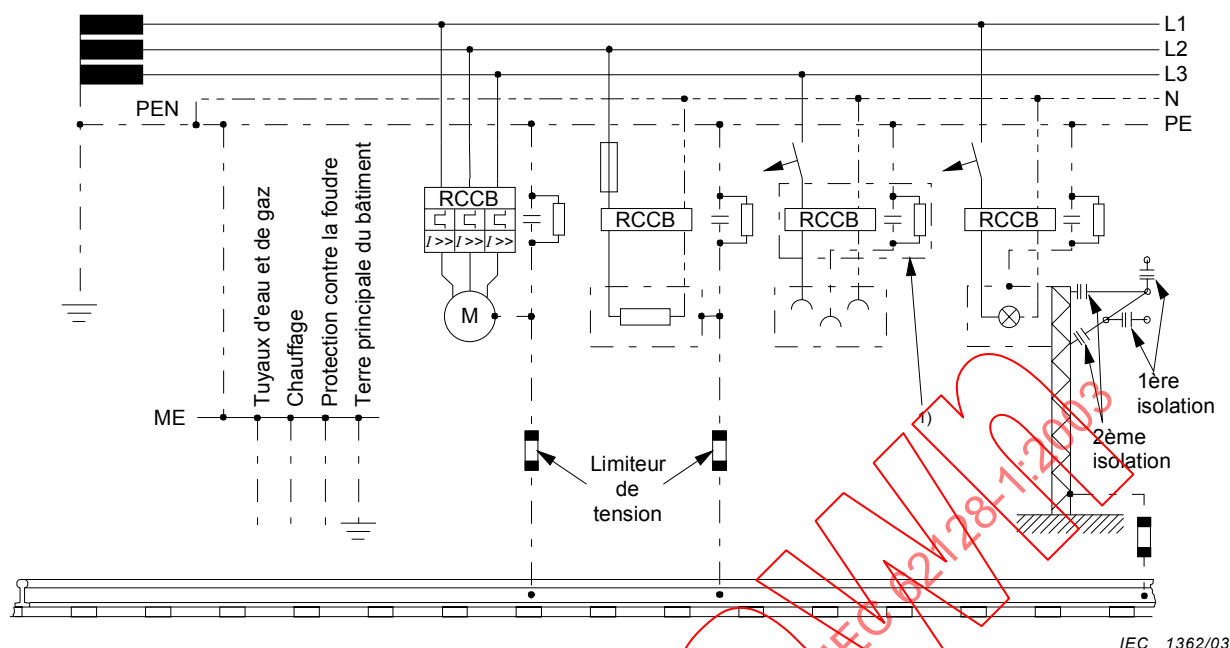
Figure 30 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems outside the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are directly connected to earth or to foundations of buildings (see 6.2.4.3.1.2)

6.2.4.3.2 Electrical equipment inside the overhead contact line zone or the pantograph zone

6.2.4.3.2.1 Running rails insulated from earth

Individual electrical equipment of class I which is supplied from a TN system shall be protected by a residual-current protective device. The exposed conductive parts shall be connected to the PE conductor via an appropriate device such as a capacitor and shall be connected moreover with the running rails via a voltage-limiting device by an additional conductor of a sufficient cross-section. A discharge resistor shall be connected in parallel to the appropriate device (see figure 31).

NOTE The appropriate device prevents traction return currents flowing via the protective conductor to the main earth of the building, if the voltage-limiting device has operated.



- 1) Disjoncteur à courant différentiel résiduel (comme indiqué sur la figure) ou transformateur à enroulements séparés
 ME = Barre omnibus équipotentielle principale
 RCCB = Disjoncteur à courant différentiel résiduel

Figure 31 – Exemple de mesures de protection des masses de réseaux de traction en courant continu alimentés par un réseau TN dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont isolés par rapport à la terre (voir 6.2.4.3.2.1)

Lorsqu'il est prévu d'alimenter un grand nombre de matériels électriques, l'alimentation du réseau d'électricité ferroviaire depuis le réseau général de distribution électrique doit être assurée par un transformateur à enroulements séparés.

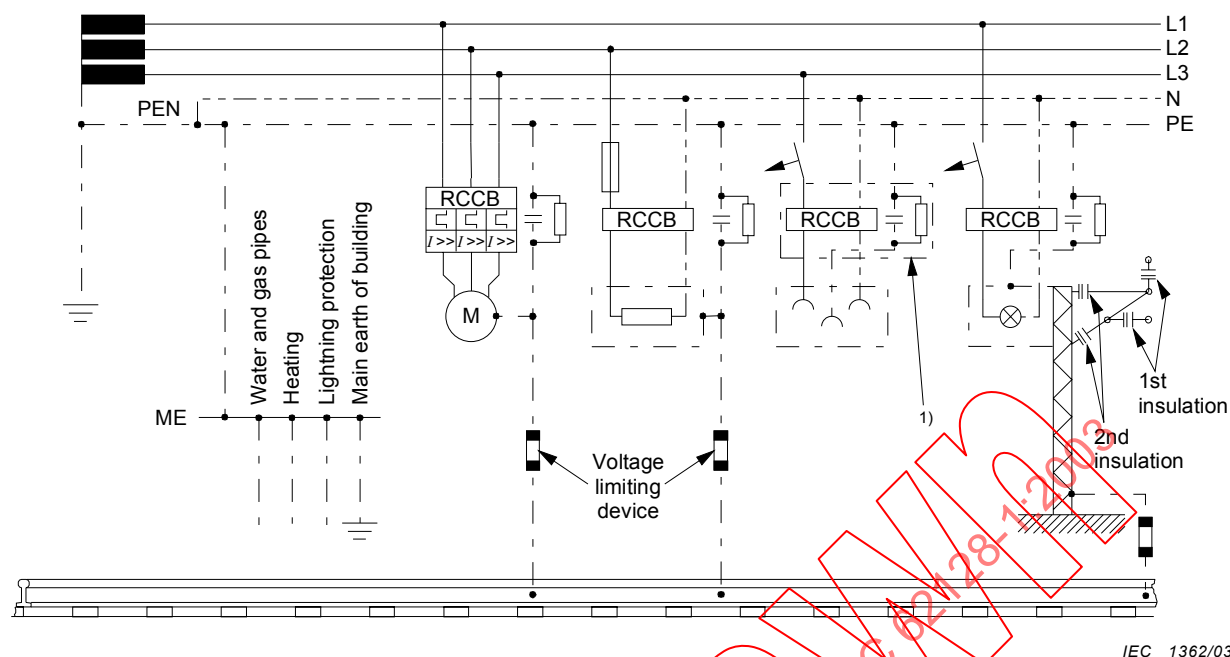
6.2.4.3.2.2 Rails de roulement reliés à la terre ou à des fonds de fouille

Si les rails de roulement sont directement reliés à la terre ou à des fonds de fouille de bâtiments, comme par exemple dans des ateliers ou des dépôts, alors les conducteurs de protection et PEN peuvent être reliés aux rails de roulement.

Pour limiter la propagation des courants vagabonds, les rails de roulement doivent être séparés des voies principales par des joints isolants et l'énergie de traction doit être fournie par un redresseur distinct ou par d'autres moyens (voir figure 32).

NOTE Il convient de ne pas installer les joints isolants aux emplacements où peuvent stationner des véhicules susceptibles de les court-circuiter par leurs essieux, caisses, barres de traction et tampons.

Les masses des appareils de classe I doivent être reliées aux rails de roulement par un conducteur supplémentaire de protection ayant une section suffisante (voir figure 32).



IEC 1362/03

1) Residual current circuit breaker (as shown in the figure) or transformer with separate windings

ME = Main Equipotential busbar

RCCB = Residual Current Circuit Breaker

Figure 31 – Example for protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems supplied from a TN system within the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are insulated from earth (see 6.2.4.3.2.1)

If numerous items of electrical equipment have to be supplied, a railway network which is separated from the public network via a transformer with separated windings shall be provided.

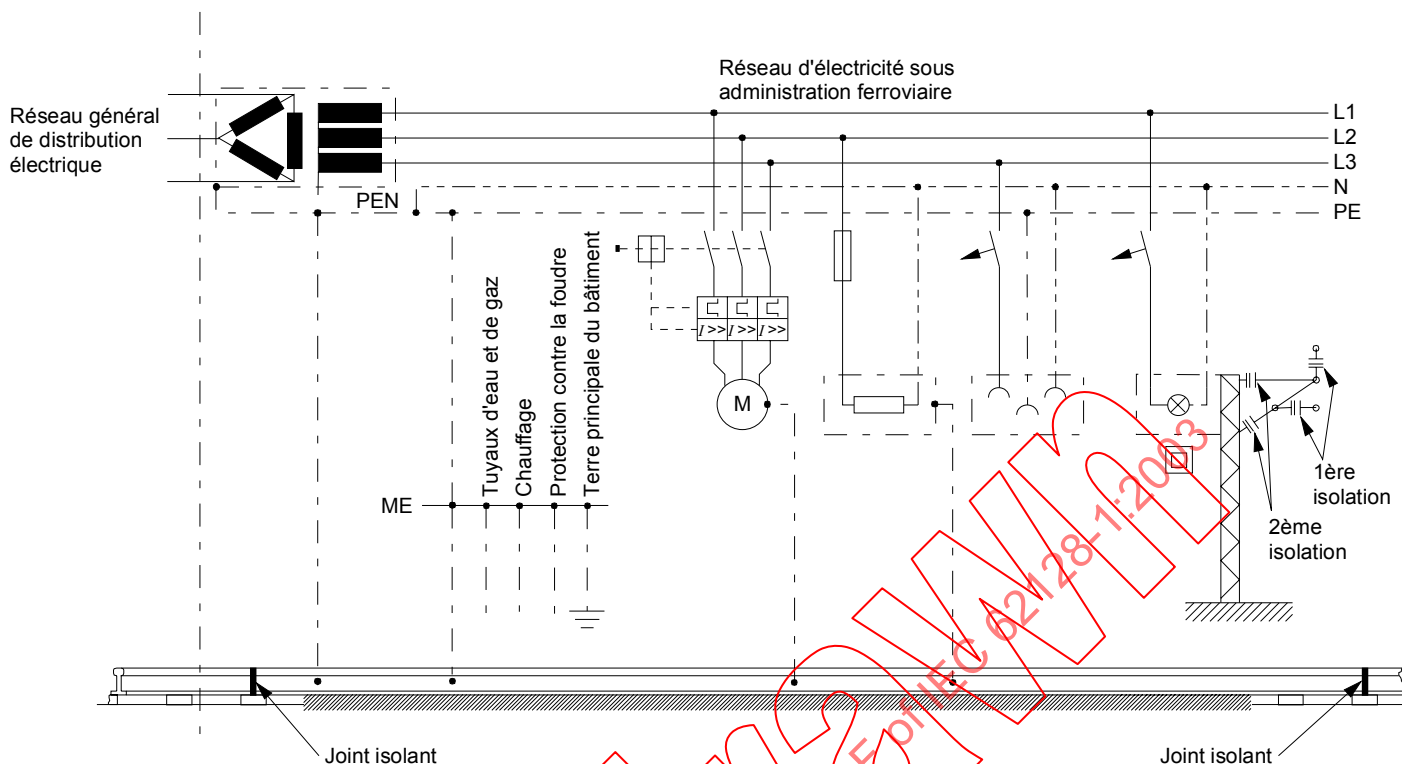
6.2.4.3.2.2 Running rails in connection with earth or foundations

If the running rails are directly connected to earth or foundations of buildings as for example in workshops or depots, the protective conductors or the PEN conductors may be connected to the running rails.

In order to reduce the danger of stray currents, the running rails shall be separated from the main line by insulated rail joints and the traction power shall be supplied by separate rectifiers or other means (see figure 32).

NOTE The insulated rail joints should not be installed in places where it can be expected that vehicles, which may short-circuit the insulated rail joints with their wheel sets, bodies, drawbars and buffers, will be parked.

Exposed conductive parts of class I shall be connected to the running rails by an additional protective conductor with a sufficient cross-section (see figure 32).



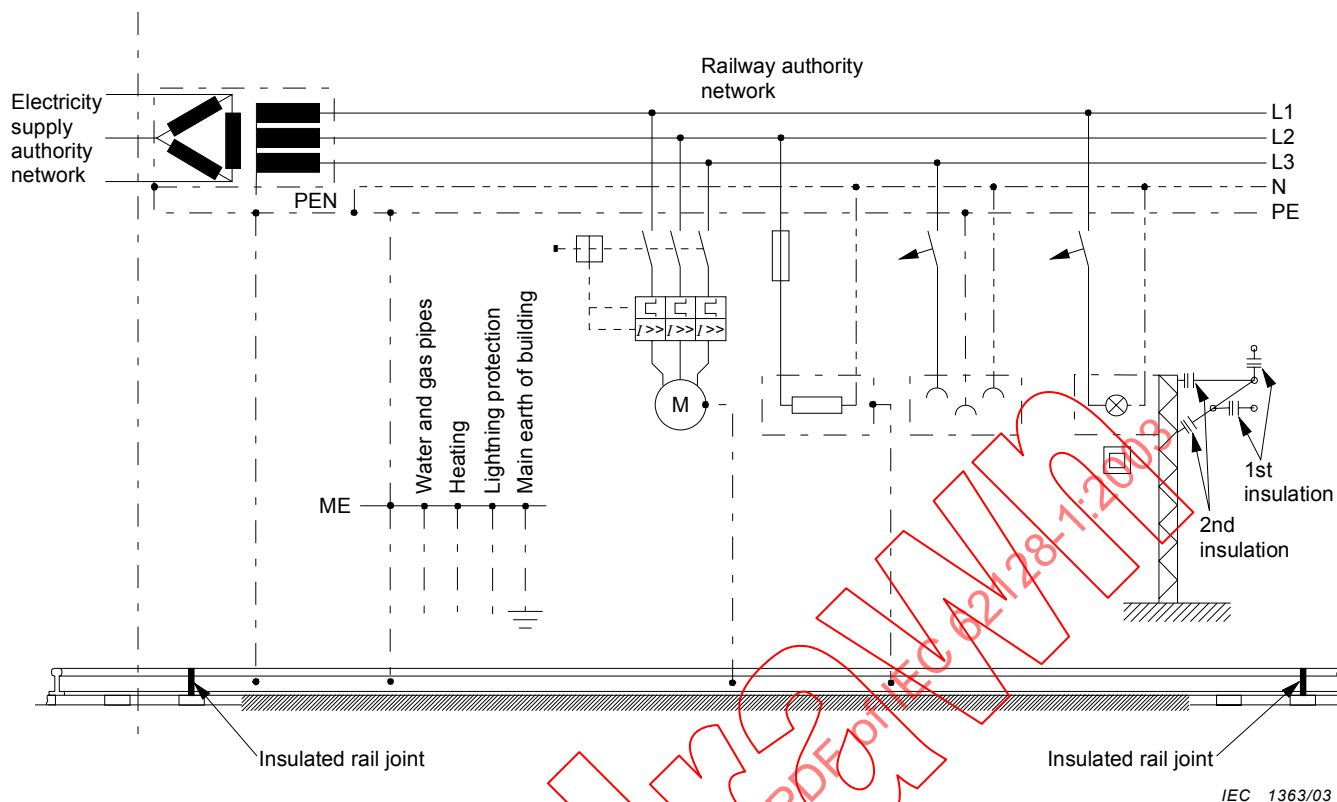
IEC 1363/03

ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 32 – Exemple de mesures de protection des masses de réseaux de traction en courant continu situées dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe, lorsque les rails de roulement sont directement reliés à la terre ou au fond de fouille du bâtiment (voir 6.2.4.3.2.2)

6.2.4.3.2.3 Alimentation par un réseau IT

Lorsque la permanence de l'alimentation est à assurer pour des raisons impérieuses de sécurité, on doit avoir recours à un réseau IT. La figure 33 en donne un exemple. La barre omnibus équipotentielle principale (ME) doit être reliée aux rails de roulement par un limiteur de tension.



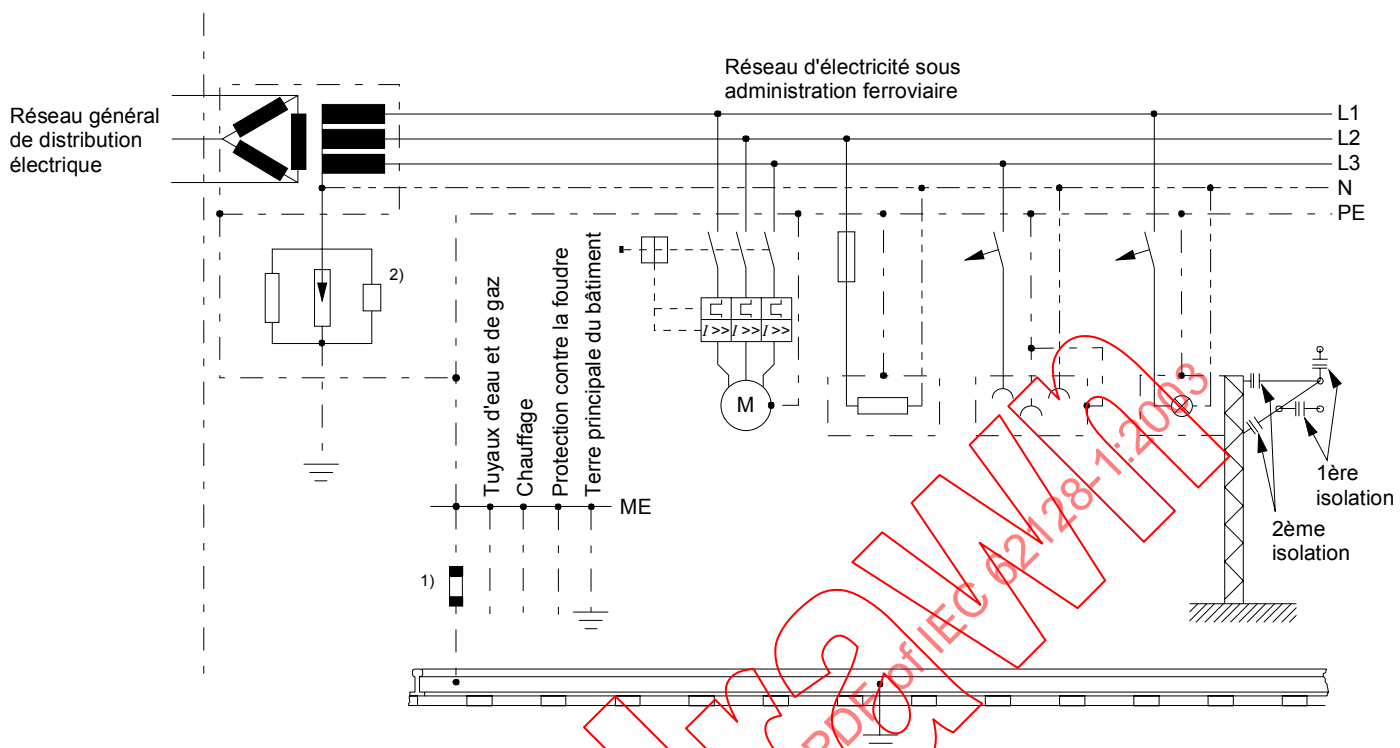
IEC 1363/03

ME = Main Equipotential busbar

Figure 32 – Example of protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems within the overhead contact line zone or the pantograph zone if the running rails are directly connected to earth or to foundations of buildings (see 6.2.4.3.2.2)

6.2.4.3.2.3 Power supply from an IT system

In certain cases where continuity of supply is essential for safety critical reasons, then an IT system shall be provided. An example is shown in figure 33. The main equipotential busbar (ME) shall be connected with the running rails by a voltage-limiting device.



IEC 1364/03

1) Limiteur de tension

2) Contrôle de l'isolement

ME = Barre omnibus équipotentielle principale

Figure 33 – Exemple de mesures de protection des masses des réseaux de traction en courant continu alimentés par un réseau IT dans lequel le conducteur de protection PE n'est pas relié au neutre d'un transformateur en étoile (voir 6.2.4.3.2.3)

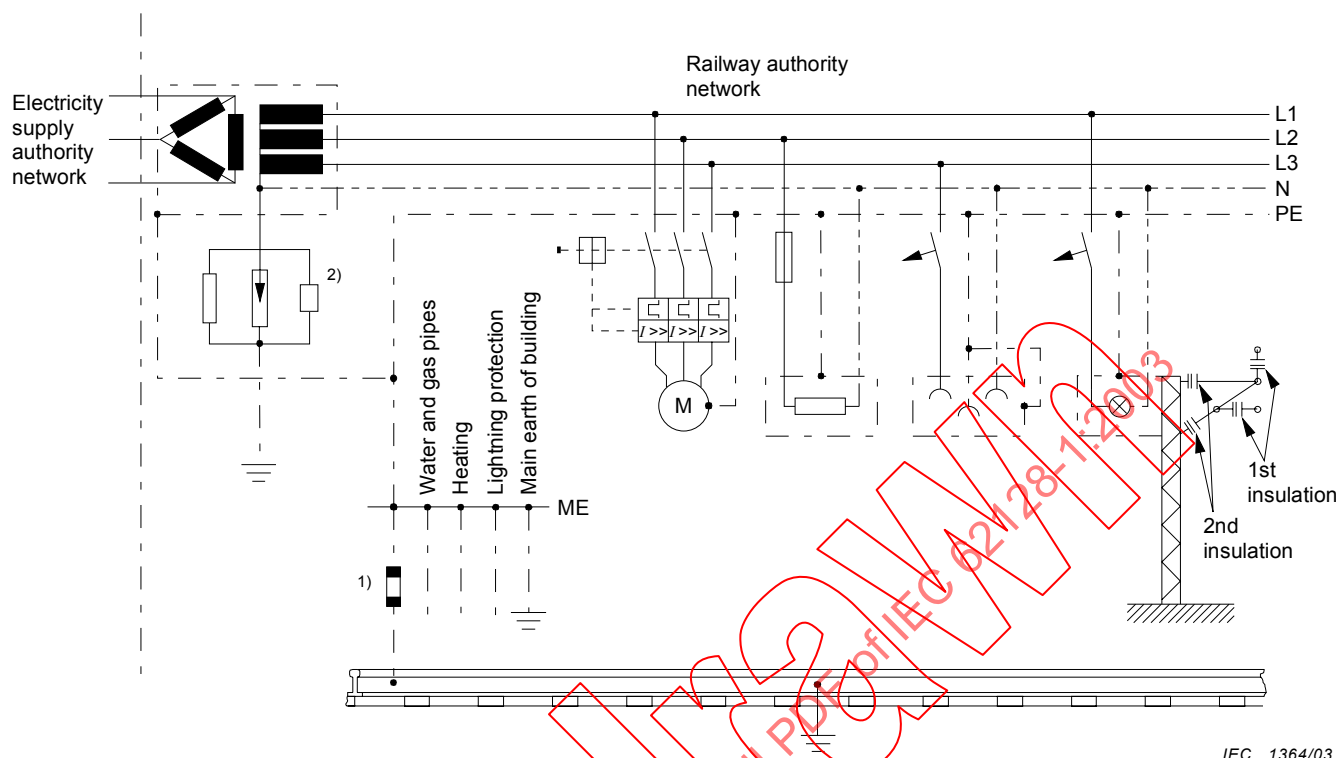
6.3 Mesures de protection des câbles contre les dangers issus du réseau de traction électrique

6.3.1 Les gaines métalliques, armures ou blindages de câbles d'énergie peuvent être reliés fréquemment à la terre du réseau de traction sous réserve qu'ils ne subissent pas de ce fait une élévation de température excessive. Si de telles liaisons fréquentes sont nécessaires, on doit s'assurer qu'ils n'écoulent pas des courants de retour trop importants.

6.3.2 Si les gaines métalliques, armures ou blindages de câbles sont reliés à la terre d'un réseau de traction en courant alternatif, cette liaison n'est admissible que s'ils ne sont pas reliés à un autre réseau de terre;

- a) soit ils ne sont reliés qu'une seule fois à la terre du réseau de traction,
- b) soit, lorsqu'une liaison fréquente à la terre du réseau de traction est utilisée et qu'il existe au moins deux voies, cette liaison ne doit être réalisée qu'à l'emplacement où tous les rails forment une liaison transversale.

6.3.3 Les gaines métalliques, armures ou blindages de câbles d'alimentation de la traction à courant alternatif monophasé doivent être reliés à la terre du réseau de traction. Lorsque cela est nécessaire, des mesures particulières doivent être prises afin qu'ils ne subissent pas une élévation de température excessive provoquée par le courant d'induction résultant de la mise à la terre aux deux extrémités, ou qu'une tension dangereuse apparaisse du fait de la mise à la terre à une seule extrémité.



1) Voltage-limiting device

2) Isolating monitoring

ME = Main Equipotential busbar

Figure 33 – Example of protective provisions of exposed conductive parts for d.c. traction systems supplied from an IT system, in which the PE is not connected with the starpoint of the transformer (see 6.2.4.3.2.3)

6.3 Protective provisions for cables against the danger of the traction power supply system

6.3.1 Multiple connection of metallic sheaths, armour or shields of power cables to the traction system earth is permissible only where an inadmissible temperature rise cannot occur as a result of such earthing. If multiple connection of metallic sheaths, armour or shields of power cable to the traction system earth is necessary, it shall be ensured that the metallic sheaths, armour or shields of power cables do not carry inadmissible high traction return currents.

6.3.2 If metallic sheaths, armour or shields of cables are connected to the traction system earth of a.c. traction systems, the connection shall only be permissible where the metallic sheaths, armour or shields are not connected to another earthing system and

- a) either these are connected only once to the traction system earth or,
- b) where multiple connection to the traction system earth is utilized and at least two tracks exist, the connection shall only be made at the location where all running rails are cross-bonded.

6.3.3 The metallic sheaths, armour or shields of single-phase a.c. feeder cables shall be connected to the traction system earth. Where necessary, special provisions shall be adopted to ensure that an inadmissible temperature rise does not occur in the metallic sheaths, armour or shields due to induction with the supply current as a result of earthing at both ends or an inadmissible high voltage as a result of earthing at one end only.

6.3.4 Les gaines métalliques, armures ou blindages de câbles d'alimentation de la traction à courant continu ne peuvent être reliés à la terre du réseau de traction que s'ils sont isolés par rapport à la terre par une gaine isolante. Ces câbles doivent être munis d'une protection contre les tensions de contact de valeur trop élevée. Cette protection doit agir dès qu'une tension de contact dangereuse ou un courant d'intensité trop élevée apparaît en cas de défaut sur ces gaines métalliques, armures ou blindages.

7 Protection contre les dangers dus aux tensions rail/sol

7.1 Généralités

7.1.1 Selon le lieu et l'instant, les tensions rails/sol provoquent l'apparition de tensions de contact en cas de défaut ou de tensions accessibles en fonctionnement normal.

Les valeurs indiquées à l'article 7 doivent être les valeurs maximales à considérer comme acceptables. Toutes les tensions (y compris les tensions continues) figurant dans les tableaux ci-après sont des valeurs efficaces prises sur l'intervalle considéré.

Pour les tensions présentant des variations importantes, un soin particulier doit être apporté au choix de l'intervalle de temps de façon à s'assurer que les conditions les plus défavorables ont été prises en compte.

NOTE Les valeurs des tableaux de l'article 7 reposent sur l'hypothèse que le courant traverse le corps humain d'une main jusqu'aux deux pieds. Pour les besoins de la maintenance, il peut être nécessaire de prendre en compte des trajets plus dangereux à travers le corps humain. Des mesures de protection complémentaires peuvent s'avérer nécessaires.

7.1.2 L'attention est attirée sur le cas de contact avec un véhicule ferroviaire. En pareil cas, la tension appliquée à la personne qui touche le véhicule peut être supérieure à la tension accessible correspondant mesurée aux rails de roulement, à cause de l'impédance de la caisse du véhicule par rapport aux rails de roulement conducteurs. Aussi, toutes les valeurs de tensions accessibles indiquées à l'article 7 doivent être appliquées en prenant en compte la tension due à l'impédance citée en 6.4.3 de la CEI 61991.

7.1.3 Les temps pris en compte sur défaut correspondent au fonctionnement correct des dispositifs et commutateurs de protection.

NOTE Dans tous les tableaux de l'article 7, les valeurs relatives aux durées intermédiaires peuvent être calculées par interpolation linéaire.

7.1.4 Les tensions de contact ou accessibles admissibles sont classées en fonction des durées indiquées au tableau 1. Les conditions de courte durée doivent être appliquées seulement aux tensions de contact.

Tableau 1 – Conditions de durée

Conditions	t
Courte durée	$\leq 0,5$
Temporaire	$0,5 < t \leq 300$
Permanente	> 300
t est la durée de circulation du courant en s. NOTE 1 Le mode de calcul des valeurs dans les tableaux suivants figure à l'annexe D. NOTE 2 Les méthodes de mesure des tensions de contact ou accessibles sont données à l'annexe E.	

6.3.4 The metallic sheaths, armour or shields of d.c. feeder cables may be connected to the return circuit only where they are insulated with respect to earth by means of an electrically insulating sheath. The cables shall be provided with protection against an inadmissible high touch voltage. They shall be tripped on occurrence of an inadmissible high touch voltage on the metallic sheaths, armour or shields in the event of a fault or on occurrence of an excessively high current under fault conditions.

7 Protection against the danger of rail potential

7.1 General

7.1.1 The local and time-dependent rail potential leads to touch voltages in fault conditions or accessible voltages in operating conditions.

The values given in clause 7 shall be the maximum values considered acceptable. All voltages (including d.c. voltages) given in the following tables are r.m.s. values, over the considered interval.

For voltages which vary significantly, particular care shall be given to the choice of the time interval so as to ensure that the most unfavourable condition has been considered.

NOTE The values given in the tables in clause 7 are based on the assumption, that the current path through the human body is from hand to both feet. For maintenance purposes it may be necessary to consider more dangerous currents paths through the human body. Additional protective provisions may then be necessary.

7.1.2 Attention is directed to the problem that may occur if a vehicle is touched. In this case, the voltage, which is applied to a person touching the vehicle can be greater than the corresponding accessible voltage measured on the running rails, due to the impedance between the vehicle body and the running rails (conductor). Therefore, all values for accessible voltages given in clause 7 shall apply inclusive of the voltage due to the impedance referred to 6.4.3 of IEC 61991.

7.1.3 For a relevant fault duration, the correct operation of the protection devices and switches are taken into account.

NOTE For all tables in clause 7, the values for intermediate durations can be calculated by linear interpolation.

7.1.4 The permissible touch/accessible voltages are distinguished according the time duration shown in table 1. The short time conditions shall apply only for touch voltages.

Table 1 – Time duration conditions

Conditions	t
Short time	$\leq 0,5$
Temporary	$0,5 < t \leq 300$
Permanent	> 300
t is the time duration of current flow in s. NOTE 1 The calculation of the values in the following tables are shown in annex D. NOTE 2 Measurement methods for touch/accessible voltages are given in annex E.	

7.2 Réseau de traction en courant alternatif

7.2.1 Conditions de courte durée

Les tensions de contact ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 2.

Tableau 2 – Tensions de contact maximales admises U_t dans les réseaux de traction en courant alternatif en fonction des conditions de courte durée

t	U_t
0,02	940
0,05	935
0,1	842
0,2	670
0,3	497
0,4	305
0,5	225
t est la durée de circulation du courant en s. U_t est la tension de contact (valeur efficace) en V.	

7.2.2 Conditions temporaires

Les tensions accessibles ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 3.

Tableau 3 – Tensions accessibles maximales admises U_a dans les réseaux de traction en courant alternatif en fonction des conditions temporaires

t	U_a
0,6	160
0,7	130
0,8	110
0,9	90
1,0	80
≤ 300	65
t est la durée de circulation du courant en s. U_a est la tension accessible (valeur efficace) en V.	

7.2.3 Conditions permanentes

Les tensions accessibles ne doivent pas dépasser 60 V (valeur efficace) sauf dans les ateliers et lieux similaires où elles ne doivent pas dépasser 25 V (valeur efficace).

7.2.4 Afin de déterminer le risque d'apparition de tensions de contact ou accessibles dangereuses, les tensions rails/sol au point considéré doivent être évaluées à la fois en fonctionnement normal et sur défaut.

7.2.5 Si la tension rails/sol est déterminée par calcul, on doit prendre en compte les courants maximaux de fonctionnement et de court-circuit circulant dans les rails de roulement; dans le cas du court-circuit, le calcul doit être fait sur la base de la valeur du courant initial de court-circuit (on peut trouver en annexe C des valeurs guides spécifiques des tensions rails/sol).

7.2 AC traction systems

7.2.1 Short time conditions

The touch voltages shall not exceed the values shown in table 2.

Table 2 – Maximum permissible touch voltages U_t in a.c. traction systems as a function of short time conditions

t	U_t
0,02	940
0,05	935
0,1	842
0,2	670
0,3	497
0,4	305
0,5	225
t is the time duration of current flow in s. U_t is the touch voltage (r.m.s.) in V.	

7.2.2 Temporary conditions

The accessible voltages shall not exceed the values shown in table 3.

Table 3 – Maximum permissible accessible voltages U_a in a.c. traction systems as a function of temporary conditions

t	U_a
0,6	160
0,7	130
0,8	110
0,9	90
1,0	80
≤ 300	65
t is the time duration of current flow in s. U_a is the accessible voltage (r.m.s.) in V.	

7.2.3 Permanent conditions

The accessible voltages shall not exceed 60 V (r.m.s.) except in workshops and similar locations where the limit shall be 25 V (r.m.s.).

7.2.4 In order to determine whether an inadmissible high touch/accessible voltage can occur, the rail potential at the relevant point shall be evaluated both for normal operation and for fault conditions.

7.2.5 If the rail potential is determined by calculation, such calculation shall employ the maximum operating current and short-circuit current flowing in the running rail and the initial short-circuit current shall also be taken for the short-circuit calculation (guide values for the specific rail potential can be found in annex C).

Si les valeurs guides indiquées à la figure C.1, associées à la décroissance de la tension indiquée à la figure C.2, conduisent à des tensions de contact ou accessibles supérieures à celles des tableaux 2 ou 3 ou de 7.2.3 ou si les conditions réelles sont différentes de celles auxquelles se réfèrent les valeurs guides, alors une investigation plus poussée est nécessaire. Cette investigation doit être confirmée par des mesures.

7.2.6 Dans les tunnels, lorsque l'on met en œuvre un conducteur de retour supplémentaire, il doit avoir une section suffisante, être en continuité longitudinale et être relié aux rails de roulement à intervalles appropriés. Lorsque les armatures métalliques du tunnel sont situées dans la zone de ligne aérienne de contact ou dans la zone de pantographe, les réglementations nationales de sécurité doivent être appliquées en tant que de besoin.

Lorsque le tunnel est construit en sections à l'intérieur desquelles les armatures métalliques sont interconnectées (mais sans continuité électrique entre sections), chaque section doit être reliée individuellement aux rails de roulement, ou bien toutes les sections doivent être reliées entre elles et l'ensemble relié aux rails de roulement.

Pour le dimensionnement des armatures métalliques ou des conducteurs de retour supplémentaires, destinés à écouler le courant de retour de traction, on doit prendre en compte les facteurs suivants:

- la valeur estimée du courant de court-circuit;
- la valeur estimée de la composante du courant de retour de traction compte tenu de l'effet de peau, si nécessaire;
- la disposition géométrique dans le tunnel (couplage électromagnétique).

7.2.7 En cas de dépassement des valeurs indiquées aux tableaux 2 et 3 ou en 7.2.3, les mesures suivantes doivent être prises en considération afin de réduire les tensions de contact ou accessibles, directement ou par diminution de la tension rails/sol:

- réduction de la résistance rail-terre, par exemple au moyen de prises de terre supplémentaires;
- liaison équipotentielle;
- renforcement du circuit de retour en tenant compte du couplage électromagnétique;
- limiteur de tension;
- isolation de l'aire de passage;
- répartition des potentiels par des prises de terre de surface appropriées;
- réduction du temps de réponse des organes de coupure du courant de court-circuit.

7.3 Réseau de traction en courant continu

7.3.1 Conditions de courte durée

Les tensions de contact ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 4.

If the guide values shown in figure C.1 in conjunction with the potential decrease, shown in figure C.2, lead to a higher touch/accessible voltage than given in tables 2 or 3 or in 7.2.3, or if the actual conditions are different to those to which the guide values refer, then further detailed investigation is necessary. This investigation shall be confirmed by measurements.

7.2.6 In tunnels, if an additional return conductor is used, it shall be of adequate cross-section and shall be longitudinally interconnected and connected to the running rails at appropriate intervals. If the reinforcing rods are within the overhead contact line zone or the pantograph zone, national safety regulations shall apply as necessary.

If reinforcing rods are connected in sections (with gaps along the length), each section shall be connected to the running rails or each section shall be connected together and then connected to the running rails.

In dimensioning the reinforcing rods or additional return conductors utilized for carrying traction return current, the following factors shall be taken into account:

- the expected short-circuit current;
- the expected traction return current component taking the skin effect into account, if relevant;
- the geometrical arrangement in the tunnel (electromagnetic coupling).

7.2.7 If the values given in tables 2 or 3 or in 7.2.3 are exceeded, the following provisions shall be considered to reduce the touch/accessible voltage directly or by means of a rail potential reduction:

- reduction of the rail to earth resistance, for example by means of additional earth electrodes;
- equipotential bonding;
- reinforcement of the return circuit taking electromagnetic coupling into account;
- voltage-limiting device;
- insulation of the standing surface;
- potential grading by means of appropriate surface earth electrodes;
- reduction of the tripping time needed to interrupt the short circuit-current.

7.3 DC traction systems

7.3.1 Short time conditions

The touch voltages shall not exceed the values shown in table 4.

Tableau 4 – Tensions de contact maximales admises U_t dans les réseaux de traction en courant continu en fonction des conditions de courte durée

t	U_t
0,02	940
0,05	770
0,1	660
0,2	535
0,3	480
0,4	435
0,5	395
t est la durée de circulation du courant en s. U_t est la tension de contact en V.	

7.3.2 Conditions temporaires

7.3.2.1 Les tensions accessibles ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 5.

Tableau 5 – Tensions accessibles maximales admises U_a dans les réseaux de traction en courant continu en fonction des conditions temporaires

t	U_a
0,6	310
0,7	270
0,8	240
0,9	200
1,0	170
≤ 300	150
t est la durée de circulation du courant en s. U_a est la tension accessible en V.	

7.3.2.2 Pour les ateliers et lieux similaires, le 7.3.3 doit s'appliquer.

7.3.3 Conditions permanentes

Les tensions accessibles ne doivent pas dépasser 120 V sauf dans les ateliers et lieux similaires où elles ne doivent pas dépasser 60 V.

7.3.4 Afin de déterminer le risque d'apparition de tensions de contact ou accessibles dangereuses, les tensions rails/sol au point considéré doivent être évaluées à la fois en fonctionnement normal et sur défaut à partir de la chute de tension dans les conducteurs de retour.

7.3.5 Si la tension rails/sol est déterminée par calcul, on doit prendre en compte les courants maximaux de fonctionnement et de court-circuit circulant dans les rails de roulement; dans le cas du court-circuit, le calcul doit être fait sur la base de la valeur du court-circuit initial (on peut trouver en annexe C des valeurs guides spécifiques des tensions rails/sol).

Table 4 – Maximum permissible touch voltages U_t in d.c. traction systems as a function of short time conditions

t	U_t
0,02	940
0,05	770
0,1	660
0,2	535
0,3	480
0,4	435
0,5	395
t is the time duration of current flow in s. U_t is the touch voltage in V.	

7.3.2 Temporary conditions

7.3.2.1 The accessible voltages shall not exceed the values shown in table 5.

Table 5 – Maximum permissible accessible voltages U_a in d.c. traction systems as a function of temporary conditions

t	U_a
0,6	310
0,7	270
0,8	240
0,9	200
1,0	170
≤ 300	150
t is the time duration of current flow in s. U_a is the accessible voltage in V.	

7.3.2.2 For workshops and similar locations, 7.3.3 shall apply.

7.3.3 Permanent conditions

The accessible voltages shall not exceed 120 V except in workshops and similar locations where the limit shall be 60 V.

7.3.4 In order to determine whether an inadmissible high touch/accessible voltage can occur, the rail potential at the relevant point shall be evaluated both for normal operation and for fault conditions on the basis of the voltage drop in the return conductors.

7.3.5 If the rail potential is determined by calculation, such calculation shall employ the maximum operating current and short-circuit current flowing in the running rails and also the initial short-circuit shall be taken for short-circuit calculation (Guide values for the specific rail potential can be found in annex C).

Si les valeurs guides indiquées aux figures C.3 ou C.4 associées à la décroissance de la tension indiquée à la figure C.1.2 conduisent à des tensions de contact ou accessibles supérieures à celles des tableaux 4 ou 5 ou de 7.3.3 ou si les conditions réelles sont différentes de celles auxquelles se réfèrent les valeurs guides, alors une investigation plus poussée est nécessaire. Cette investigation doit être confirmée par des mesures.

7.3.6 Dans les tunnels, les armatures métalliques ne doivent pas être reliées directement aux rails de roulement. Une liaison peut être réalisée avec la terre du tunnel.

NOTE Des limiteurs de tension peuvent être nécessaires pour éviter toute tension dangereuse entre les armatures métalliques et les rails de roulement (voir les tableaux 4 et 5).

7.3.7 En cas de dépassement des valeurs indiquées aux tableaux 4 et 5 ou en 7.3.3, les mesures suivantes doivent être prises en considération afin de réduire les tensions de contact ou accessibles, directement ou par diminution de la tension rails/sol:

- amélioration de la mise à la terre des structures conductrices selon 4.2.2.2 et 5.2.2.2 de manière à réduire la tension rails/sol en cas de défaut;
- limiteur de tension;
- renforcement du conducteur de retour;
- isolation de l'aire de passage;
- répartition des potentiels par des prises de terre de surface appropriées;
- réduction du temps de réponse des organes de coupure du courant de court-circuit.

8 Sous-stations et postes de traction

Les sous-stations et les postes de traction doivent être conformes à la CEI 61936-1 pour tout ce qui concerne la sécurité électrique et la mise à la terre. Cette norme doit être appliquée aux réseaux électriques de traction en courant alternatif ou continu, avec les prescriptions complémentaires suivantes:

8.1 Les tensions de contact ou accessibles admissibles issues du réseau de traction, que ce soit en fonctionnement normal ou sur défaut, ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées aux tableaux 2 à 5 ou en 7.2.3 ou 7.3.3.

8.2 Dans les réseaux de traction en courant alternatif, une liaison directe doit être établie entre le circuit de retour et le réseau de terre de la sous-station ou du poste de traction. Dans les réseaux de traction en courant continu, une telle liaison directe ne doit pas être établie, ceci afin de minimiser les courants vagabonds, sauf si des considérations de sécurité prescrivent la mise à la terre directe.

8.3 Pour la coordination de l'isolement, les prescriptions de la CEI 60077-1 doivent être appliquées.

8.4 Des disjoncteurs doivent être installés dans les organes de coupure des lignes de contacts:

- sur un seul conducteur de chaque circuit d'alimentation de l'organe de coupure;
- dans la liaison avec la ligne aérienne de contact ou avec le rail de contact;
- sur le conducteur isolé, lorsqu'un conducteur est intentionnellement non isolé.

If the guide values shown in the figures C.3 or C.4 in conjunction with the potential decrease calculated according C.1.2 lead to a higher touch/accessible voltages than given in tables 4 or 5 or in 7.3.3 or if the actual conditions are different to those to which the guide values refer, then further detailed investigation is necessary. This investigation shall be confirmed by measurements.

7.3.6 In tunnels, the reinforcing rods shall not be connected directly to the running rails. A connection may be made to the tunnel earth.

NOTE Provisions may be needed to avoid any inadmissible voltage between the reinforcing rods and the running rails (see tables 4 and 5) by voltage-limiting devices.

7.3.7 If the values given in tables 4 or 5 or in 7.3.3 are exceeded, the following provisions shall be considered to reduce the touch/accessible voltage directly or by means of a rail potential reduction:

- improvement of the earthing provided in 4.2.2.2 and 5.2.2.2 of the conductive structures, in order to reduce the rail potential in fault conditions;
- voltage-limiting device;
- reinforcement of the return conductor;
- insulation of the standing surface;
- potential grading by means of appropriate surface earth electrodes;
- reduction of the tripping time needed to interrupt the short-circuit current.

8 Substations and switching stations

Substations and switching stations shall conform to IEC 61936-1 for all matters concerning electrical safety and earthing. This shall apply also with respect to the presence of a.c. or d.c. electric systems relating to electrical traction, with the following additions:

8.1 The permissible touch/accessible voltages caused by the traction system under fault conditions or in operating conditions shall not exceed values shown in table 2 to 5 or given in 7.2.3 or 7.3.3.

8.2 In a.c. traction systems, a direct connection shall be made between the return circuit and the earthing system of the substation or the switching station. In d.c. traction systems, such a direct connection shall not be applied in order to minimize stray currents, except where safety considerations require direct earthing.

8.3 For insulation co-ordination, the requirements given in IEC 60077-1 shall apply.

8.4 Circuit breakers in switchgear installations for contact lines shall be installed:

- only in one conductor of each supply circuit in switchgear installations;
- in the connection with the overhead contact line or the conductor rail;
- in the insulated conductor, if one conductor is intentionally not insulated.

9 Circuits de retour traction et conducteurs de terre¹

9.1 Chaque sous-station doit être reliée aux rails de roulement, aux conducteurs de retour ou aux rails de contact de retour par au moins deux câbles, soit directement soit à travers des connexions inductives. Chacun de ces câbles de retour doit pouvoir à lui seul écouler le courant de charge maximal en cas de rupture de l'un d'eux. On ne doit insérer dans le circuit de retour ni fusibles, ni organes de coupure non verrouillables, ni plages de raccordement pouvant être démontées sans outils.

Lorsqu'un organe de coupure est inséré dans le circuit de retour, un autre organe de coupure doit être installé dans le circuit d'alimentation; un enclenchement entre eux doit être réalisé de sorte que le circuit de retour ne puisse pas être coupé en premier.

9.2 Les joints des rails de roulement servant à écouler le courant de retour de traction doivent être munis de connexions électriques de rails. Cela vaut également pour les constituants des passages à niveau et des aiguillages. Dans les réseaux de traction à courant alternatif de tension excédant 1 kV, un bon serrage des éclisses assure généralement une continuité électrique convenable.

En présence de circuits de voie où, pour des raisons techniques, il n'est pas possible d'installer des connexions électriques de rails, le courant de retour traction doit, si nécessaire, être écoulé à travers des connexions inductives.

9.3 Des liaisons transversales de voie à voie doivent être installées à intervalles convenables pour assurer la continuité du circuit de retour de traction et ainsi permettre de satisfaire aux critères de sécurité de tension de contact ou accessible, en fonctionnement normal ou sur défaut.

Les dispositions spécifiques pour les liaisons transversales de voie à voie doivent tenir compte du découpage des circuits de voie et de la conception générale du réseau d'alimentation de la traction.

NOTE 1 On ne peut relier les rails de roulement de chaque voie par des liaisons transversales de rail à rail que dans les zones non équipées de circuits de voie, cela en accord avec la prescription ci-dessus.

NOTE 2 Les traverses métalliques ou les plaques de liaison rivetées ou boulonnées aux rails de roulement sans semelles isolantes intermédiaires sont considérées comme assurant une liaison transversale suffisante.

9.4 Lorsque la voie est interrompue, par exemple aux ponts mobiles ou aux ponts-bascules, des conducteurs doivent être installés de manière à garantir la continuité du circuit de retour de traction.

9.5 Tous les conducteurs précédents doivent être conçus pour supporter les charges thermiques pouvant être engendrées par le courant de retour de traction, en fonctionnement normal et sur court-circuit. Pour des raisons mécaniques, ils doivent avoir une section minimale de 50 mm².

9.6 Tous les conducteurs de terre et toutes les prises de terre doivent être conçus et réalisés suivant les prescriptions de la CEI 61936-1. Cela s'applique en particulier au choix des matériaux et au dimensionnement des conducteurs, en prenant en compte la résistance mécanique, les effets thermiques et la corrosion.

Dans les réseaux de traction à courant continu, le dimensionnement de ces conducteurs vis-à-vis des effets thermiques doit reposer sur la valeur prévisible du courant de court-circuit au point considéré.

¹ Voir également la CEI 62128-2.

9 Return current circuits and earthing conductors¹

9.1 Each substation shall be connected to the running rails, return conductors or return conductor rails by at least two return cables, either directly or via impedance bonds. The return cables shall be sufficient for the maximum load current, thereby allowing for the failure of one return cable. Fuses, non lockable switches and joint straps which can be released without a tool shall not be installed in the return circuit.

Whenever a switch is installed in the return circuit, another switch shall be installed in the supply circuit, and the return circuit switch shall be interlocked so that it cannot be opened before the supply switch is open.

9.2 Rail joints in the running rails used for carrying traction return current shall be provided with rail joint bonds. This also applies to the components of crossings and points. In the case of a.c. traction systems above 1 kV, the tight joint fish-plates generally provide an adequate conducting bridge.

In the case of track circuits for which rail joint bonds are impossible for technical reasons, the traction return current shall, where necessary, be returned by means of impedance bonds.

9.3 Track-to-track cross bonding shall be provided at suitable intervals in order to ensure the continuity of the traction return current path, thereby enabling the safety criteria for touch or accessible voltage to be achieved, under both normal operating and fault conditions.

The specific arrangements for connections of track-to-track cross bonding shall take into account the track-circuiting arrangements in use and the overall traction power supply system design.

NOTE 1 In areas without track circuits only, the running rails of each track may be connected by rail-to-rail cross bonds, as required.

NOTE 2 Steel sleepers or riveted or screwed rail tie bars between the running rails provide sufficient transverse connection if the running rails are secured to them without any intermediate insulating layers.

9.4 At interruptions in tracks, for example at movable bridges or track weighbridges, conductors shall be arranged so as to ensure that the traction return current is not interrupted.

9.5 All the above conductors shall be designed in such a way that they satisfy the thermal loads which can be produced by the traction return current in the case of normal operations or short-circuit. For mechanical reasons, they shall have a minimum cross-section of 50 mm².

9.6 All earthing conductors and earthing electrodes shall be designed and constructed as required in IEC 61936-1. This applies in particular to the choice of materials and to dimensioning, in consideration of mechanical strength, and thermal effects of corrosion.

In d.c. traction systems, the thermal dimensioning of such conductors shall be based on the value of the expected prospective short-circuit current at the location.

¹ See also IEC 62128-2.