

# transN / Neuchâtel - Travers - Fleurier - Buttes Ligne 221

Auteur	RJ
Contrôlé	FJ
Visa	NyS
Document	ECH-285.15-001

KM 11.60 à 12.00

Gare de Buttes

Renouvellement de l'infrastructure et de l'installation de quai

## Concept de mise à terre et de retour du courant

Dossier du 03.04.2018

Transports publics Neuchâtelois (transN) SA  
Infrastructure  
CP1429  
2301 La Chaux-de-Fonds

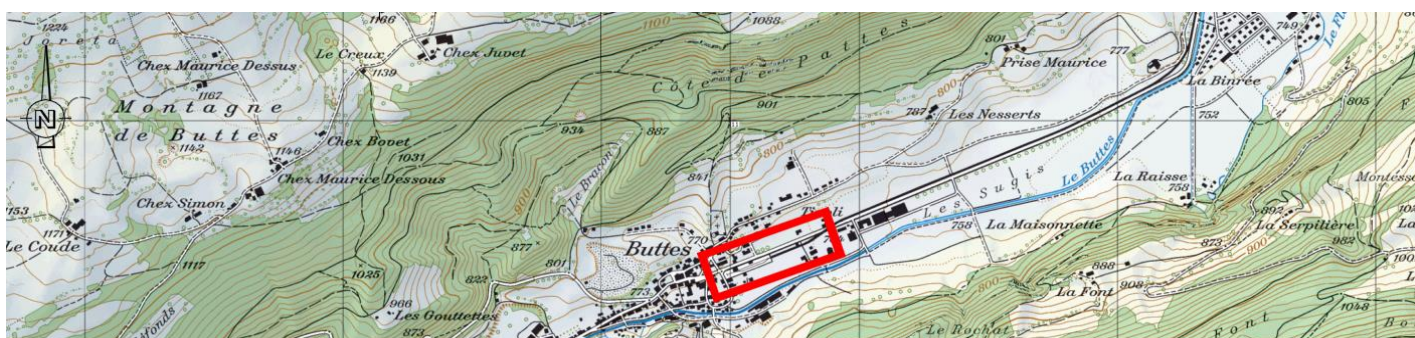
**Procédure d'Approbation  
des Plans**

# ENOTRAC



ENOTRAC AG  
Seefeldstrasse 8  
3600 Thun

	Inc	Objet	Auteur	Contr.
Modifications	a	Version PAP0	RJ	NyS
	b			
	c			
	d			
	e			
	f			



Transports publics Neuchâtelois (transN) SA  
Direction

ENOTRAC AG  
Seefeldstrasse 8  
3600 Thun

Original signé par  
Pascal Vuilleumier  
Directeur général

Original signé par  
Yann Montandon  
Chef de projet

Original signé par  
Nydegger Stefan

Original signé par  
Schär René  
Auteur du projet



transN, Concept MALT, L221 Buttes-Travers

# Concept de mise à terre et de retour du courant Gare de Buttes et halte de La Presta Ligne 221

ECH-285.15-001  
Version 2.0

Mandant :

Transports Publics Neuchâtelois SA (transN)  
Allée des Défricheurs 3  
2301 La Chaux-de-Fonds

Mandataire :

ENOTRAC AG  
Seefeldstrasse 8  
CH-3600 Thun  
Tel. +41 (0)33 346 66 11  
Fax +41 (0)33 346 66 12  
e-mail: [info@enotrak.com](mailto:info@enotrak.com)  
[www.enotrak.com](http://www.enotrak.com)

Validé

23.03.2018

ECH-285.15-001.V2.0.Concept\_MALT\_L221.docx

© ENOTRAC AG



Source : [www.panoramio.com](http://www.panoramio.com) © All Rights Reserved by Roufonik

transN, Concept MALT, L221 Buttes-Travers  
Concept de mise à terre et de retour du courant Gare de Buttes et halte de La Presta

ECH-285.15-001  
Version 2.0

## Version actuelle

Version	Date	Statut	Etabli	Vérifié	Validé
2.0	23.03.2018	Validé	J. Ribaux	J. Fragnière	S. Nydegger

## Version précédente

Version	Date	Statut	Etabli	Vérifié	Validé
1.0	08.12.2017	Validé	J. Ribaux	J. Fragnière	S. Nydegger

## Modifications par rapport à la version précédente

Petites modifications en fonction des remarques du client

## Mentions légales

Ce document a été établi dans le cadre de l'exécution d'un mandat et est propriété d'ENOTRAC AG. Le commanditaire jouit du droit d'usage du document et de son contenu. Toute reproduction, communication à des tiers ou exploitation du contenu sont interdites sans autorisation écrite.  
© ENOTRAC AG

## Bookmarks

Titre du projet	ProjTitle1	transN, Concept MALT, L221 Buttes-Travers
	ProjTitle2	
Titre du document	DocTitle1	Concept de mise à terre et de retour du courant
	DocTitle2	Gare de Buttes et halte de La Presta
	DocTitle3	Ligne 221
Référence du document	DocNumber	ECH-285.15-001
Mandant	ClientName	Transports Publics Neuchâtelois SA (transN)
	ClientAddr	Allée des Défricheurs 3 2301 La Chaux-de-Fonds
Logos	EnoLogoHeader	<b>ENOTRAC</b> 
	ClientLogo1Header	<b>transN</b> transports publics neuchâtelois
	ClientLogo2Header	
Contact	Contact	Jonas Ribaux, Tel. +41 33 346 66 47
	Contact_Mail	jonas.ribaux@enotrac.com

Table des matières :

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
1.1	But et structure du document	5
1.2	Contexte du document et de la mise à l'enquête	5
1.3	Abréviations	6
1.4	Définitions	6
1.5	Bases légales et règles techniques	7
1.6	Documents de référence	8
<b>2</b>	<b>Description du système et du projet</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Généralités concernant la mise à terre</b>	<b>10</b>
3.1	Exigences générales concernant la mise à terre et le retour du courant	10
3.2	Mesures générales concernant la mise à terre	10
3.2.1	Protection contre les tensions de contact dangereuses	10
3.2.2	Garantie d'un retour fiable du courant	11
3.2.3	Protection contre les courants vagabonds	12
<b>4</b>	<b>Mise à terre générale par élément</b>	<b>13</b>
4.1	Principe général pour les mâts	13
4.2	Corde de retour	13
4.3	Rails de roulement	13
4.4	Eléments électriques spécifiques au ferroviaire	14
4.4.1	Signalisation	14
4.4.2	Transformateur sur les mâts LC	14
4.4.3	Chauffage électrique des aiguillages	15
4.4.4	Interrupteurs	16
4.4.5	Installation de sécurité IS et local BT	18
4.5	Appareils électriques 50 Hz en bord de voie	18
4.5.1	Zone 1	18
4.5.2	Zone 2	18
4.5.3	En dehors des Zones 1 et 2	18
4.6	Eléments conducteur le long de la voie	19
4.6.1	Clôtures parallèles et transversales à la voie	19
4.6.2	Bâtiment à l'intérieur de la zone 1	19
4.6.3	Bâtiment à l'intérieur de la zone 2	19
4.6.4	Quais	19
<b>5</b>	<b>Mise à terre spécifique des éléments en gare de Buttes</b>	<b>20</b>
5.1	Local IS /BT	20
5.2	Borne d'information voyageur (BIV)	21
5.3	Distributeur de billet (BATS)	21
5.4	Oblitérateur	21
5.5	Horloge	21
5.6	Caméra	21

transN, Concept MALT, L221 Buttes-Travers  
Concept de mise à terre et de retour du courant Gare de Buttes et halte de La Presta

ECH-285.15-001  
Version 2.0

5.7	Marquise	21
5.8	Luminaire	22
5.8.1	Luminaire Sydney	22
5.8.2	Luminaire Lucento LED	22
5.9	Haut-parleur	22
<b>6</b>	<b>Mise à terre spécifique des éléments à la halte de La Presta</b>	<b>23</b>
6.1	Mesures à prendre	23
<b>Annexe A</b>	<b>Zone de mesure spéciale</b>	<b>24</b>
<b>Annexe B</b>	<b>Système d'alimentation TT</b>	<b>25</b>
<b>Annexe C</b>	<b>Exemple d'un concept de mise à terre</b>	<b>26</b>

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 But et structure du document

Le présent document commandé par transN poursuit deux buts distincts. Dans un premier temps, il énonce les principes généraux d'un concept de mise à terre et de retour du courant pour une installation ferroviaire alimentée en 15 kV / 16.7 Hz, ainsi que pour les éléments situés le long de cette dernière. Dans un second temps, il décrit précisément les actions à mener élément par élément pour la gare de Buttes et la halte de La Presta présent sur la ligne 221 de transN, afin de respecter les principes généraux énoncés en première partie.

Le présent document (rapport de mise à terre) est composé d'une première section d'introduction qui liste les documents de référence, les bases légales ainsi que les abréviations utilisées. *Les termes en italique* dans ce rapport trouvent leur définition à la section 1.4. La section 2 offre une brève description du système considéré. La section 3 donne les principes généraux de mise à terre et de retour à mettre en œuvre et la section 4 traite de manière générale la mise à terre des éléments qui peuvent se trouver en gare ou le long des voies. Les sections 5 et 6 précisent la mise à terre des éléments présents, respectivement en gare de Buttes et à la halte de La Presta, en fonction des principes de la section 4.

## 1.2 Contexte du document et de la mise à l'enquête

Le présent concept de mise à terre et de retour du courant est utilisé pour les procédures d'approbation des plans (PAP) de la gare de Buttes et de la halte de La Presta. Le même concept est fourni pour les deux dossiers.

## 1.3 Abréviations

AC	courant alternatif
BT	basse tension
CCZ	<i>zone de captage de courant</i> (de l'anglais "current collector zone")
CR	corde de retour
CRT	circuit de retour du courant de traction (anciennement appelé "terre rail")
DDR	dispositif (à courant) différentiel résiduel (ou "FI", de l'allemand Fehlerstrom), abrégé RCD dans [7]
IS	installations de sécurité
LC	ligne de contact
OCLZ	<i>zone de la ligne aérienne de contact</i> (de l'anglais "overhead contact line zone")
PK	point kilométrique
SI	services industriels
TN	schéma de liaison « terre – neutre »
TO	terre ouvrage
TSI	terre des services industriels
TT	schéma de liaison « terre – terre »
VLD	<i>limiteur de tension</i> (de l'anglais « voltage limiting device », voir EN 50526-2 [6])

## 1.4 Définitions

Tous les mots donnés en italique dans le document trouvent leur définition ci-dessous.

### Circuit de retour (du courant de traction) (CRT)

ensemble des conducteurs destinés à écouler le courant de retour de traction (rails de roulement, cordes de retour, câbles de retour,...), anciennement appelé "terre rail"

### Courants vagabonds

partie du courant de traction qui ne retourne pas à la sous-station par les conducteurs de retour prévus à cet effet

### Limiteur de tension (VLD)

dispositif de protection dont la fonction consiste à limiter la tension en deçà du seuil admissible, utilisé par exemple entre le CRT et une terre (TO ou TSI) pour permettre la séparation de la terre et du *circuit de retour* en temps normal (assure la protection contre les *courants vagabonds*) et la conduction lorsque la tension dépasse un certain seuil (assure la protection des personnes). Différence entre VLD-O et VLD-F selon EN 50122-1 [4] annexe F



## Système TN

Mesure de protection par laquelle un conducteur particulier (conducteur PE ou PEN) assure le retour des courants de défaut.

## Système TT

Mesure de protection par laquelle une électrode de terre locale ou le sol assure le retour des courants de défaut

### Zone de ligne de contact (zone LAC, OCLZ)

selon EN 50122-1 [4] : zone dont les limites ne sont généralement pas franchies par une ligne aérienne de contact rompue selon ; correspond à une zone triangulaire allant du point le plus élevé de la ligne aérienne de contact au plan de roulement de part et d'autre de l'axe de la voie sur une largeur (demi-base) dépendant du niveau de tension nominale du système (voir EN 50122-1 [4], ch. 4)

### Zone de captage du courant (OCZ)

selon EN 50122-1 [4] : zone dont les limites ne sont généralement pas franchies par un organe sous tension de captage du courant qui n'est plus en contact avec la ligne de contact ou un organe de captage brisé et ses débris ; correspond à une zone rectangulaire s'élevant de part et d'autre de chaque côté du pantographe (voir EN 50122-1 [4], ch. 4)

### Zone 1 (selon RTE 27900 [7], ch. 4.5.1)

*zone avec des mesures spéciales* selon DE-OCF [2] DE 44d ch. 4 ou réunion des zones *de ligne de contact* et *de captage de courant* selon EN 50122-1 [4] ; Terme utilisé dans le présent document

### Zone 2 (selon RTE 27900 [7] , ch. 4.5.2)

zone d'entrée en contact simultané entre deux terres ; Terme utilisé dans le présent document

## 1.5 Bases légales et règles techniques

- [1] **Ordonnance sur les chemins de fer** (Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer OCF), 742.141.1, Conseil fédéral, Etat le 18 octobre 2016
- [2] **Disposition d'exécution de l'Ordonnance sur les chemins de fer** (DE-OCF), Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, Etat au 1<sup>er</sup> juillet 2016
- [3] **Ordonnance sur le courant fort** (Ordonnance sur les installations électriques à courant fort), 734.2, 30 mars 1994, Conseil fédéral, Etat le 20 avril 2016
- [4] Norme européenne **EN 50122-1:2011**, Applications ferroviaires - Installations fixes - Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour - Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques



- [5] Norme européenne **EN 50122-2:2010**, Applications ferroviaires - Installations fixes - Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour - Partie 2 : mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu
- [6] Norme européenne **EN 50526-2:2014**, Applications ferroviaires - Installations fixes - Parafoudres et limiteurs de tension pour systèmes à courant continu - Partie 2 : limiteurs de tension
- [7] **Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre**, D RTE 27900, UTP, Version 3-0, 01.02.2015
- [8] **Manuel de montage retour de courant et mise à terre**, ID DMS 15310397, CFF Infrastructure, Version 1, 01.02.2014

## 1.6 Documents de référence

- [9] Plan de situation des réseaux – Renouvellement de la voie ferrée et de l'installation de quai – Gare de Buttes, 7798.22-PG100, 05.03.2017
- [10] Plan de situation des réseaux – Renouvellement de la voie ferrée et de l'installation de quai – Halte de La Presta, 7798.22-PG100, 16.01.2018

## 2 DESCRIPTION DU SYSTÈME ET DU PROJET

L'entreprise des Transports Publics Neuchâtelois (transN) exploite notamment la ligne 221 à voie normale Travers – Buttes longue de 12 km. Cette dernière est électrifiée en 15 kV / 16.7 Hz et raccordée au réseau CFF à Travers. L'alimentation provient de la sous-station de Neuchâtel. La ligne est une voie unique entre Travers et Buttes. En gares de Travers, Môtiers, Couvet, Fleurier et Buttes, une deuxième voie permet aux trains de se croiser.

Dans le cadre du projet de renouvellement de la halte de La Presta et de la gare de Buttes, transN souhaite obtenir un concept de mise à terre et de retour du courant général pour toute la ligne et une analyse plus précise en ce qui concerne la gare de Buttes et la halte de La Presta (qui sont soumis à une PAP).

La gare de Buttes se trouve au terminus de la ligne entre le PK 11.600 et le PK 12.000. Elle est composée principalement de deux voies, un bâtiment de gare et un local IS/BT qui contient les systèmes de protection et d'alimentation BT. Le long des voies et proche du bâtiment de la gare se trouvent différents appareils électriques alimentés en BT 50 Hz (voir Figure 5-1).

La halte de La Presta est située entre les PK 1.919 et 2.757 et est composée d'un simple quai d'une longueur de 150 m et d'un abri voyageur au milieu de celui-ci. Dans l'abri se trouve un distributeur de billet, une borne d'information voyageur, un oblitérateur, deux luminaires et un haut-parleur. Le long de la voie, il y a un distributeur Selecta, une horloge, des haut-parleurs et des luminaires (voir Figure 6-1).

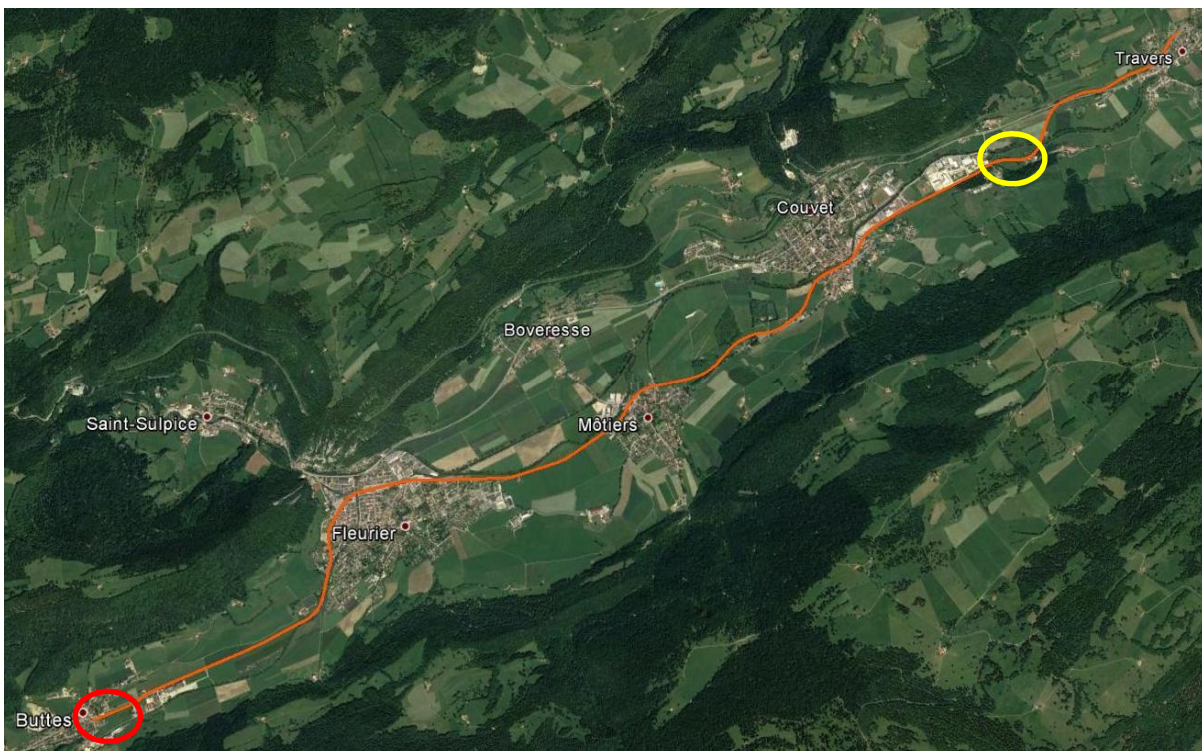


Figure 2-1 Vue satellite de la ligne 221 de Travers à Buttes ; Avec en Rouge la position de Buttes et en jaune de la halte de La Presta ; Source : Google earth

### 3 GÉNÉRALITÉS CONCERNANT LA MISE À TERRE

#### 3.1 Exigences générales concernant la mise à terre et le retour du courant

En plus des exigences posées par les DE-OCF [2] DE 44d ch. 1 pour un retour du courant fiable, les exigences générales suivantes concernant la sécurité des personnes doivent être respectées :

- Empêcher le contact avec un objet sous tension (p. ex. ligne de contact ou autre partie d'installation sous tension) ;
- Empêcher un choc électrique par contact simultané entre deux objets métalliques dont la différence de potentiel dépasse les limites données dans EN 50122-1 [4] . Selon DE-OCF [2] DE 44d ch. 2.3, les équipements conducteurs inférieurs à une hauteur de 2.5 m au-dessus de la surface de stationnement, ou distants de moins de 1.75 m sont considérés comme équipements avec lesquels il est physiquement possible d'entrer en contact ;
- Empêcher les tensions de contact dangereuses entre deux systèmes à des terres différentes et qui peuvent être touchés simultanément ;
- Empêcher l'apparition d'une tension de contact dans les rails supérieure aux limites données dans EN 50122-1 [4] : en exploitation, en cas de court-circuit ou lors d'une interruption dans le *circuit de retour* entre un rail de roulement et la source d'alimentation.

En plus de la sécurité des personnes, le retour du courant de traction ne doit pas perturber ni mettre en danger les installations ferroviaires ou des installations de tiers. Cela conduit aux exigences suivantes pour le *circuit de retour* du courant de traction :

- Empêcher la surcharge thermique des équipements par le passage de courants de retour en exploitation comme en cas de court-circuit ;

#### 3.2 Mesures générales concernant la mise à terre

##### 3.2.1 Protection contre les tensions de contact dangereuses

A l'aide des mesures suivantes, le risque de choc électrique lié au contact simultané entre deux éléments qui ne sont pas à la même terre peut être évité. Les principes formulés sont basés sur l'OCF [1] art. 44 et ses dispositions d'exécution [2] DE 44d ch. 2 ainsi que sur la norme EN 50122-1 [4].

- 1) En principe, les éléments conducteurs (électriques) doivent être reliés au *circuit de retour du courant de traction (CRT)* s'ils sont situés dans la *zone 1* selon DE-OCF [2] DE 44d ch. 4.1.1 et EN 50122-1 [4] ch. 4.1 (ch. 10.3.1 de [4] et Image 11-4 de [7]). La *zone 1* est un cône partant du sommet du câble porteur et dont le rayon au niveau du plan de roulement est de 3 m pour les installations CFF (haute tension car  $> 1'000 V_{AC}$ ). Pour les installations électriques et les objets métalliques situés, même en partie, dans la *zone 1*, il faut procéder comme décrit dans EN 50122-1 [4] ch. 7. Tous les autres éléments métalliques conducteurs en dehors de la *zone 1* peuvent être

mis à la terre du réseau qui les alimente (TSI, TT) ou à la terre locale par le biais de leur fondation (TO).

Remarque : Les petits éléments conducteurs répondants à certaines conditions précises (explicitées dans EN 50122-1 [4], ch. 6.3.1.2) ne doivent pas obligatoirement être connectés au *CRT*, même s'ils se trouvent dans la *zone 1* (p. ex. couvercle de regards, grilles de protection, etc.).

- 2) Les mâts des installations ligne de contact qui ne sont pas reliés à une corde de retour (par une connexion directe ou par l'intermédiaire d'un joug) doivent être connectés au rail non isolé le plus proche (D RTE 27900 [7])
- 3) Selon DE-OCF art. 44d, ch. 2.3, une distance de 1.75 m sur une hauteur de 2.5 m au-dessus de la surface de stationnement doit être respectée entre les deux circuits de retour ou entre le CRT et une autre terre le cas échéant. Il est ainsi possible d'éviter un choc électrique par contact simultané entre deux terres différentes. Si les distances de 1.75 m (latéralement) et de 2.5 m (verticalement) ne peuvent pas être respectées, une des mesures suivantes doit être mise en place :
  - **Isolation** de la terre „étrangère“ : par exemple dans le cas de l'éclairage, par l'alimentation au travers d'un dispositif (à courant) différentiel résiduel (DDR) et la classe d'isolation II ou par une séparation spatiale au moyen de cloisons non conductrices qui empêchent le contact simultané ;
  - **Séparation** des systèmes d'alimentation à l'aide de transformateurs à enroulements séparés (transformateur d'isolation) ;
  - **Liaison** durable par connexion équipotentielle ou limitée dans le temps à l'aide d'un *limiteur de tension* (VLD, de l'anglais voltage limiting device). Voir à ce sujet EN 50122-1 [4], annexe F).
- 4) Les garde-corps / clôtures qui quittent la *zone 1* sont à traiter conformément à l'image 11-4 de la RTE 27900 [7] : afin de ne pas propager le système de retour de courant, une zone neutre doit être intégrée au garde-corps / à la clôture. Les clôtures qui sont en *zone 2* ne doivent pas être reliées au *CRT* tant que leur longueur est inférieure à 500 m (RTE 27900 [7], § 11.2.3.2).

### 3.2.2 Garantie d'un retour fiable du courant

Les mesures suivantes, basées sur DE-OCF [2], DE 44.d, ch. 1, permettent d'assurer un retour complet et fiable du courant de traction.

- 5) En tout point du périmètre de projet, au minimum un rail par voie est utilisé pour le retour du courant depuis la roue du véhicule (ou depuis tout autre consommateur alimenté par la LC). Les rails utilisés pour le retour du courant sont mis en parallèle par les aiguilles et les connexions transversales. Le deuxième cheminement indépendant pour le courant de retour est donné par la corde de retour (CR) de 95 mm<sup>2</sup> Cu reliant les mâts entre eux le long du tracé sur tout le périmètre.
- 6) La rigidité et la conductivité des conducteurs et de leurs connexions ne doivent pas être compromises par des modifications de l'assiette de la voie dues à l'exploitation, ni par des ébranlements dus à des véhicules. Les connexions électriques aux rails de roulement ne doivent pas compromettre de façon inadmissible la solidité des rails de roulement. Le respect des instructions données dans le manuel de montage des CFF [8], ch. 11, permet une exécution correcte de ces connexions électriques.
- 7) Le retour du courant alternatif se fait par les conducteurs de retour (rails et cordes de retour) et la terre le long du tracé en direction de la sous-station alimentant la ligne 221. Les mâts LC sont reliés

tous les 250 m environs avec les rails conducteurs (connexions transversales) ce qui permet de relier les rails et la corde de retour.

### 3.2.3 Protection contre les courants vagabonds

Aucune mesure spéciale n'est nécessaire pour la protection contre les *courants vagabonds*, puisque la problématique liée à ces derniers est négligeable dans les systèmes à courant alternatif (16.7 Hz). Ce sont en effet, conformément à la norme EN 50122-2 [5], les *courants vagabonds* des chemins de fer à courant continu qui, en raison de leur effet corrosif, peuvent provoquer des dégâts aux structures métalliques (armatures, canalisations, couvert, etc...).



## 4 MISE À TERRE GÉNÉRALE PAR ÉLÉMENT

### 4.1 Principe général pour les mâts

Les mâts sont mis à la terre locale au travers de leur fondation et reliés au *CRT* via la CR (Cu 95 mm<sup>2</sup>) qui passe de mât en mât. Tous les 250 m, les mâts sont reliés aux deux rails via deux cordes Cu 50 mm<sup>2</sup> non isolées<sup>1</sup> (liaison transversale). Les mâts possédant une liaison transversale doivent être marqués avec une plaque comprenant le symbole de mise à terre afin d'indiquer que la connexion est active et qu'elle ne doit pas être supprimée.

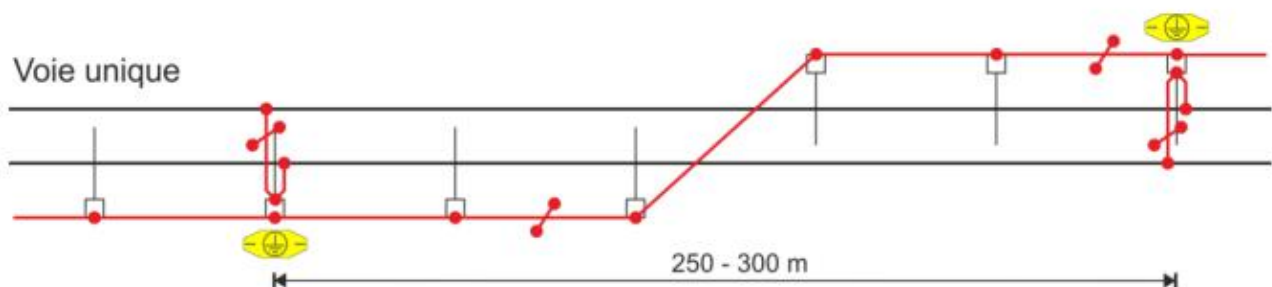


Figure 4-1: Principe des liaisons transversales et de la corde de retour [7]

Les mâts qui ne sont pas connectés au *CRT* via la CR doivent être connectés au rail de roulement (servant au retour du courant) au moyen d'un conducteur 50 mm<sup>2</sup> sans isolation ou 95 mm<sup>2</sup> avec double isolation, avec un marquage jaune.

### 4.2 Corde de retour

Si possible, une corde de retour (CR) est posée sur toute la longueur de la ligne 221 et relie les mâts entre eux avec une section de 95 mm<sup>2</sup> Cu<sup>2</sup>. La CR a plusieurs utilisations, elle permet de faciliter le retour du courant et assure le deuxième cheminement de retour du courant, elle sert aussi de terre de protection de la caténaire (les installations de sécurité, transformateurs, sectionneur peuvent y être connectés), et à une influence positive sur les rayonnements non ionisants.

### 4.3 Rails de roulement

Les rails de roulement conduisent le courant de retour entre la roue des véhicules et le raccordement des câbles de retour aux sous-stations. La présence de 2 files de rails conductrices et de la corde de

<sup>1</sup> Si la corde passe dans un caniveau à câbles ou dans un tube de protection, elle doit être isolée et de section 95 mm<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Selon les standards CFF, la CR peut être en 300 mm<sup>2</sup> Aldrey.

retour en parallèle permet d'assurer le minimum de deux cheminements indépendants requis pour le courant de retour.

## 4.4 Eléments électriques spécifiques au ferroviaire

### 4.4.1 Signalisation

L'alimentation 50 Hz des panneaux de signalisation se fait via un système de protection TN ou TT (voir Annexe B) qui utilisent le *circuit de retour du courant* comme prise de terre. Si le mât supportant la signalisation se trouve dans la *zone 1*, il doit être relié au *CRT*. L'alimentation des signalisations ne doit pas se faire au travers d'un dispositif (à courant) différentiel résiduel (DDR).

### 4.4.2 Transformateur sur les mâts LC

La connexion au système de retour de courant de transformateurs 15 kV – 230 V / 16.7 Hz peut être réalisée selon deux principes. Le raccordement du conducteur de retour de courant se fait via la CR (voir Figure 4-2) ou via une connexion aux deux rails (voir Figure 4-3). Il est recommandé de faire la connexion via la CR, et il doit être garanti que des deux côtés du transformateur il existe une connexion transversale. Lorsque la connexion se fait via les rails, elle doit être faite aux deux rails.

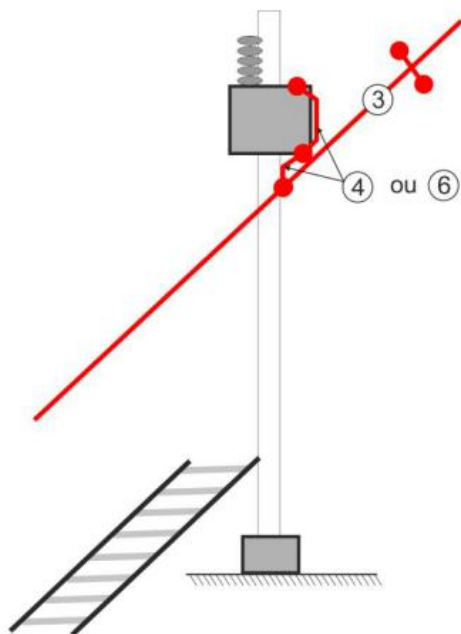


Figure 4-2: Raccordement au système de retour de courant d'un transformateur sur un mât avec corde de retour du courant [7]; ③ : conducteur de retour du courant de 95 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation; ④ ou ⑥ : conducteur de retour du courant, respectivement 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation ou 95 mm<sup>2</sup>, marquage jaune avec une double isolation



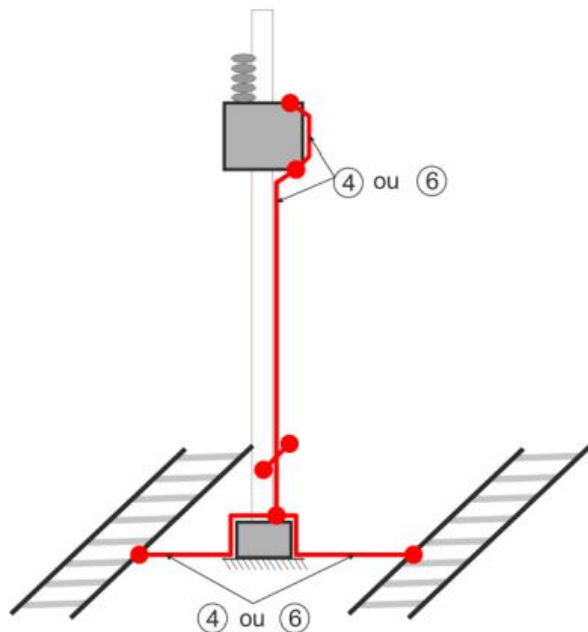


Figure 4-3 Raccordement au système de retour de courant d'un transformateur sur un mât sans corde de retour de courant [7]; ④ ou ⑥ : conducteur de retour du courant, respectivement 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation ou 95 mm<sup>2</sup>, marquage jaune avec une double isolation

#### 4.4.3 Chauffage électrique des aiguillages

L'alimentation des chauffages d'aiguillages provient d'un transformateur 15 kV – 230 V / 16.7 Hz (voir chapitre 4.4.2) et arrive directement dans une armoire à fusibles positionnée sur le mât à hauteur d'homme. La barre de prise de terre de l'armoire à fusible est connectée au CRT via le mât et la CR. Le blindage du câble reliant l'armoire à fusible et l'armoire de commande (située au bord des voies perpendiculairement à l'aiguille) doit être relié au CRT. Il en va de même pour le blindage du câble allant jusqu'au chauffage de l'aiguillage.

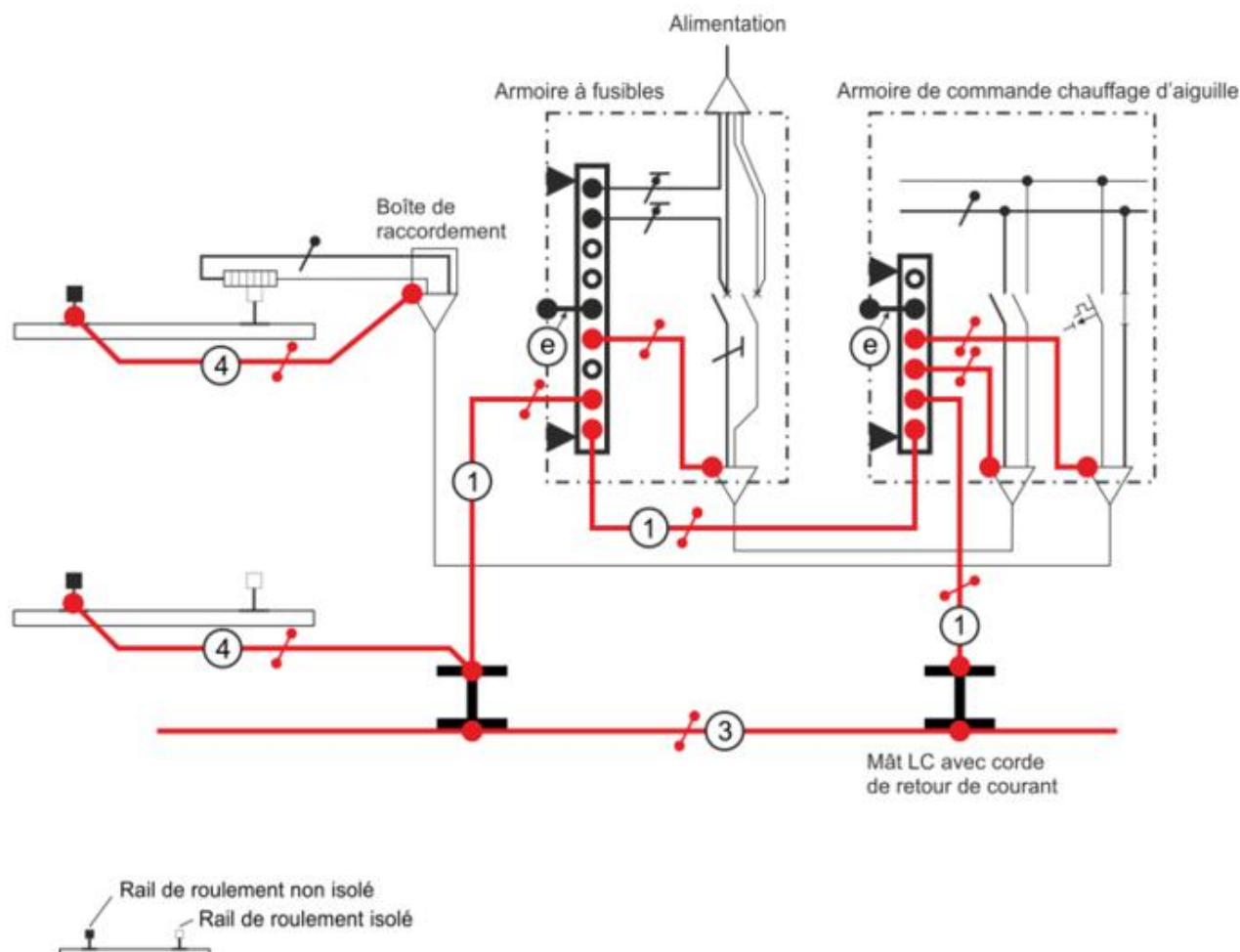
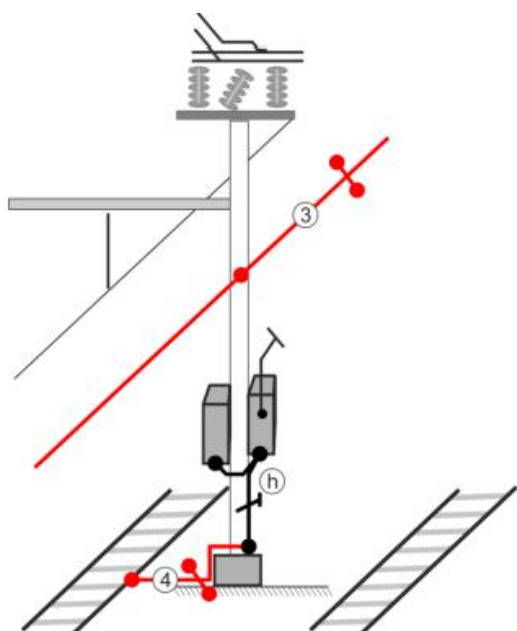


Figure 4-4 : Concept de retour de courant d'un chauffage d'aiguille [7] ; ① : Conducteur de retour de courant de bâtiment, 50mm<sup>2</sup>, marquage jaune avec une double isolation ; ③ : conducteur de retour du courant de 95 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation ; ④ : conducteur de retour du courant, 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation ; e : équipotentialité, 25 mm<sup>2</sup>, marquage vert-jaune avec une double isolation

#### 4.4.4 Interrupteurs

Les interrupteurs ainsi que toutes les installations liées à l'interrupteur doivent être connectés au CR de manière individuel (en étoile) afin de ne pas conduire le courant de retour. Il est préférable d'utiliser un mât relié au CRT via la CR (voir Figure 4-5). Dans ce cas, il doit être garanti que des deux côtés de l'interrupteur il existe une connexion transversale.

Lorsque qu'il n'y a pas de CR, il faut connecter les appareils comme le montre la Figure 4-6.



□

Figure 4-5: Raccordement au système de retour de courant d'un interrupteur à cornes avec commande individuelle sur un mât avec corde de retour de courant [7] ; ③ : conducteur de retour du courant de 95 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation ; ④ : conducteur de retour du courant, 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation; ⑥ : équipotentialité, 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune-vert sans isolation

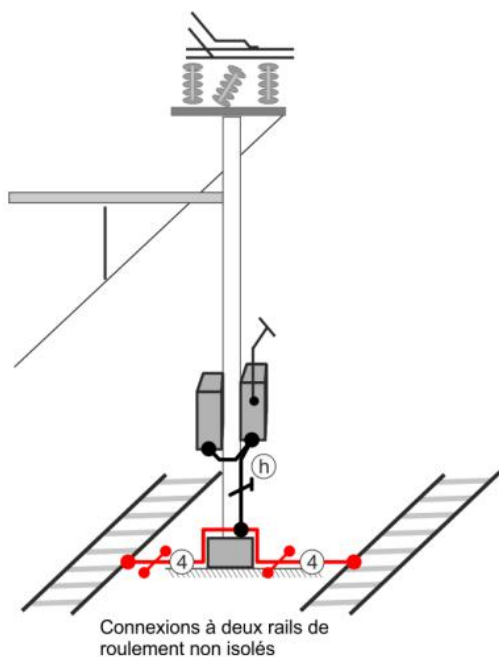


Figure 4-6 Raccordement au système de retour de courant d'un interrupteur à cornes avec commande individuelle sur un mât sans corde de retour de courant; ④ : conducteur de retour du courant, 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune sans isolation; ⑥ : équipotentialité, 50 mm<sup>2</sup>, marquage jaune-vert sans isolation

#### 4.4.5 Installation de sécurité IS et local BT

Les installations de sécurité doivent être alimentées par un système de protection TT (voir Annexe B) ou TN (EN 50122-1 chapitre 7.4). La liaison entre les appareils isolés localement, les armoires et les barres d'équipotentialité doivent se faire selon le chapitre 12 de la RTE 27900 [7]. Si une alimentation BT des SI est aussi présente dans le même bâtiment, un espace minimum de 1.75 m entre les éléments reliés à la terre SI et les éléments reliés au *CRT* doit être respecté. Si cette distance minimum ne peut pas être respectée, un obstacle robuste en matériau isolant doit empêcher le contact simultané entre les deux « système de terres » et en dernier recours si cela n'est toujours pas possible, un VLD-O doit relier les deux « système de terres » afin de surveiller la tension de contact.

### 4.5 Appareils électriques 50 Hz en bord de voie

Par appareil électrique, il est compris appareil non-spécifique au ferroviaire alimenté par le réseau 50 Hz. Il est possible d'utiliser un système de protection TN ou TT pour alimenter les appareils qui entre en conflit avec le *circuit de retour* (voir Annexe C pour plus de détails sur la mise à la terre avec une alimentation TT).

#### 4.5.1 Zone 1

Les appareils présents dans la *zone 1* doivent être alimentés par le système de de protection TN ou TT et le support ainsi que la carcasse de l'appareil sont reliés au *CRT* via un câble de 50 mm<sup>2</sup> non isolé ou 95 mm<sup>2</sup> à double isolation avec un marquage vert-jaune

#### 4.5.2 Zone 2

A l'intérieur de la *zone 2* (à moins de 1.75 m latéralement et de 2.5 m verticalement d'un élément conducteur relié au *CRT*), les appareils électriques doivent être alimentés par le système de de protection TN ou TT. Toutefois, il ne doit pas y avoir de connexion supplémentaire directement au *CRT*. En effet, la connexion au *CRT* se fait via le troisième brin (jaune-vert) du câble d'alimentation.

Lorsque les appareils électriques sont prévus pour être en contact avec les utilisateurs (oblitérateur, BATS, BIV, etc...), il est préférable de les alimenter au travers d'un DDR. En effet, la résistance entre la terre SI et le *CRT* n'étant pas connue, le courant de défaut à la terre ne peut pas être déterminé. Il n'est donc pas possible d'assurer le déclenchement des protections en cas de défaut à la terre.

#### 4.5.3 En dehors des Zones 1 et 2

Les appareils en dehors des *zones 1 et 2* sont alimentés via le réseau SI et sont mis à la terre SI.

## 4.6 Eléments conducteur le long de la voie

En règle générale, les éléments conducteurs se trouvant à l'intérieur de la *zone 1* doivent être connectés au *CRT* afin de s'assurer qu'il ne reste pas de tension de contact dangereuse, conformément au chapitre 6.3 de la norme EN 50122-1 [4]. Cela concerne notamment les types d'élément suivants :

- les portiques et mâts de signaux ;
- les ponts ;
- les marquises de quais de gare ;
- les canalisations ;
- les clôtures ;
- les baraques et armoires d'équipement.

Deux exceptions notoires sont données par la norme :

- les petits éléments, si ils répondent aux critères décrits au chapitre 6.3.1.2 de l'EN 50122-1[4] ;
- les éléments stockés temporairement (EN 50122-1 chapitre. 6.3.1.4).

### 4.6.1 Clôtures parallèles et transversales à la voie

Les clôtures se trouvant à l'intérieur de la *zone 1* doivent être reliées au *CRT* conformément au chapitre 11.2.3 de la RTE 27900 [7].

### 4.6.2 Bâtiment à l'intérieur de la zone 1

Les bâtiments qui sont situés à l'intérieur de la *zone 1* (< 3 m de l'axe de la voie pour le 15 kV) doivent être conformes au chapitre 11 de la RTE 27900 [7]. Il y est prescrit d'installer sur ces ouvrages un conducteur de court-circuit monté de manière isolée et raccordé au *CRT* afin d'assurer une protection contre les tensions de contact dangereuses et de déclencher la ligne de contact en cas de chute de cette dernière.

### 4.6.3 Bâtiment à l'intérieur de la zone 2

Les bâtiments étant mis à la terre locale via leur fondation, aucune mesure particulière ne doit être adoptée.

### 4.6.4 Quais

La mise à terre de tous les quais et des marquises doit être réalisée selon RTE 27900 [7] (ch. 11.3 en particulier) du point de vue de la mise à terre. Un conducteur de retour de quai peut être installé dans chaque quai au moyen d'une corde en cuivre isolée et ininterrompue. Chaque conducteur de quai est connecté au *CRT* à chaque extrémité du quai.

## 5 MISE À TERRE SPÉCIFIQUE DES ÉLÉMENTS EN GARE DE BUTTES

Le chapitre suivant reprend, selon les points décrits dans le chapitre 4, la mise à terre des éléments spécifiques à la gare de Buttes (PK 11.600 à 12.000).

Afin de déterminer les spécificités de la mise à terre des éléments de la gare de Buttes, il est nécessaire de connaître l'étendue des zones 1 et 2. La zone 2 est principalement limitée par les mâts LC (1.75 m autour). Toutefois, la mise à la terre du bâtiment de la gare de Buttes n'étant pas connue, il est supposé que la terre ouvrage est reliée au CRT. Cela a pour effet d'agrandir considérablement l'étendue de la zone 2.

Selon le plan de situation de la gare de Buttes (extrait en Figure 5-1), il est possible de voir que tous les appareils électriques alimentés en BT 50 Hz sont situés dans la zone 2. Selon le chapitre 4.5.2, les appareils électriques situés en zone 2 doivent être alimentés via un système de protection TN ou TT. Pour le cas de la gare de Buttes, le choix d'un système de protection TT a été fait (voir Annexe B).



Figure 5-1 Extrait du plan de situation de la gare de Buttes [9]

### 5.1 Local IS /BT

Le local se situe dans l'axe de la voie après la fin de la ligne. Il contient les éléments nécessaires à la protection ainsi que les départs de l'alimentation BT 50 Hz. L'alimentation BT 50 Hz se fait au travers d'un système TT. Le local doit répondre aux critères décrits au chapitre 4.4.5.

## 5.2 Borne d'information voyageur (BIV)

La borne d'information aux voyageurs étant positionnée contre le bâtiment de la gare, elle se trouve dans la *zone 2* (il y a moins de 1.75 m entre le bâtiment et la BIV). Elle doit donc être alimentée par le *système TT* comme décrit dans le chapitre 4.5.2, avec un DDR.

## 5.3 Distributeur de billet (BATS)

Le distributeur de billet étant positionné contre le bâtiment de la gare, il se trouve dans la *zone 2* (il y a moins de 1.75 m entre le bâtiment et le BATS). Il doit donc être alimenté par le *système TT* comme décrit dans le chapitre 4.5.2, avec un DDR.

## 5.4 Oblitérateur

L'oblitérateur de billet étant positionné contre le bâtiment de la gare, il se trouve dans la *zone 2* (il y a moins de 1.75 m avec le bâtiment). Il doit donc être alimenté par le *système TT* comme décrit dans le chapitre 4.5.2, avec un DDR.

## 5.5 Horloge

L'horloge est suspendue à la marquise qui est reliée au bâtiment de la gare. De facto, l'horloge se trouve dans la *zone 2* et doit être alimentée par le *système TT* comme décrit dans le chapitre 4.5.2. Même si l'horloge n'est pas à proprement parlé sensée être en contact avec des utilisateurs, il est conseillé de l'alimenter avec un DDR. En effet, elle peut tout de même être touchée (utilisateur ou maintenance) .

## 5.6 Caméra

La caméra est suspendue à la marquise qui est reliée au bâtiment de la gare. De facto, la caméra se trouve dans la *zone 2* et doit être alimentée par le *système TT* comme décrit dans le chapitre 4.5.2. Pour les raisons expliquées au chapitre 5.5, il faut alimenter la caméra au travers d'un DDR.

## 5.7 Marquise

La marquise se trouve dans la *zone 2* à cause de son lien avec le bâtiment de la gare. Il est donc nécessaire de la relier au *circuit de retour*. Si elle n'est pas liée directement au bâtiment, à la terre du bâtiment, il est nécessaire de la faire ou de la lier directement au *CRT*.



## **5.8      Luminaires**

La gare de Buttes possède deux emplacements distincts pour les luminaires, les luminaires « Sydney » sont situés sous la marquise et les luminaires « Lucento ».

### **5.8.1      Luminaires Sydney**

Les luminaires Sydney sont accrochés sous la marquise et se trouvent donc dans la *zone 2*. Ils doivent être alimentés par le *système TT* comme décrit dans le chapitre 4.5.2.

### **5.8.2      Luminaires Lucento LED**

Les luminaires Lucento sont positionnés à environ 4.5 m de l'axe de la voie et à moins de 1.75 m des mâts LC, sur des mâts spécifiques. Ils sont par conséquent dans la *zone 2* et doivent être alimentés par le *système TT* selon le chapitre 4.5.2. En règle générale, le mât de support doit être mis à la terre locale. Toutefois, si la taille de ce dernier lui permet de toucher la ligne de contact en cas de chute, il doit être relié au *CRT*.

## **5.9      Haut-parleur**

Les haut-parleurs se trouvent toujours couplés avec les luminaires Lucento. Il faut donc appliquer les principes énoncés au chapitre 5.8.2.

## 6 MISE À TERRE SPÉCIFIQUE DES ÉLÉMENTS À LA HALTE DE LA PRESTA

La halte de la Presta (PK 1.919 à 2.757) est composée d'un quai, d'un abri voyageurs et de différents appareils électriques alimentés en BT 50 Hz. Sur le périmètre de la halte, la ligne est à voie unique et les mâts LC sont situés du côté de la voie opposée au quai.

Selon le plan de situation de la halte de La Presta (extrait en Figure 6-1), les appareils électriques sont situés au minimum à 3.8 m de l'axe de la voie et se trouve donc en dehors de la zone 1. Sachant que les mâts LC sont situés de l'autre côté de la voie, tous les appareils se trouvent par conséquent en dehors de la zone 2

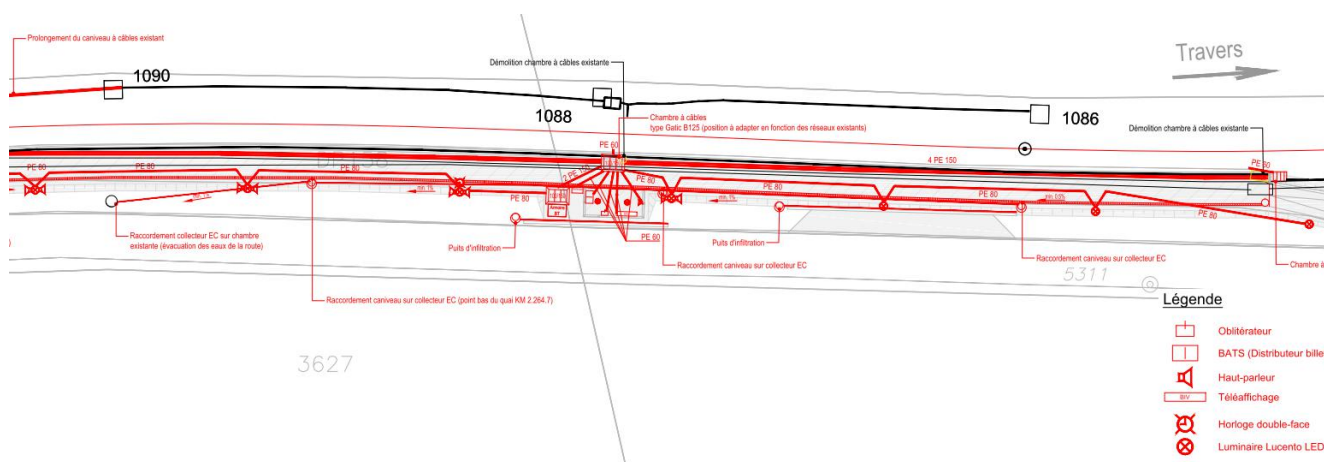


Figure 6-1 Extrait du plan de situation de la halte de La Presta [10]

### 6.1 Mesures à prendre

Tous les appareils électriques présents sur le périmètre de la halte de La Presta (distributeur de billet, oblitérateur, horloge, luminaires et haut-parleurs) se trouvent en dehors des zones 1 et 2. Par conséquent, en selon le chapitre 4.5.3, ils peuvent être alimenté directement par le réseau SI, sans contrainte particulière.

## Annexe A ZONE DE MESURE SPÉCIALE

15 kV  $Y=bp=1200$  mm (DE-OCF art. 44/38)  
>  $bp=1050$  mm+ $be$  (DE-OCF art. 18/16N, profil S2)  
>  $be=150$  mm pour 15 kV (EN 50119)

zone 1: zone captage et ligne de contact

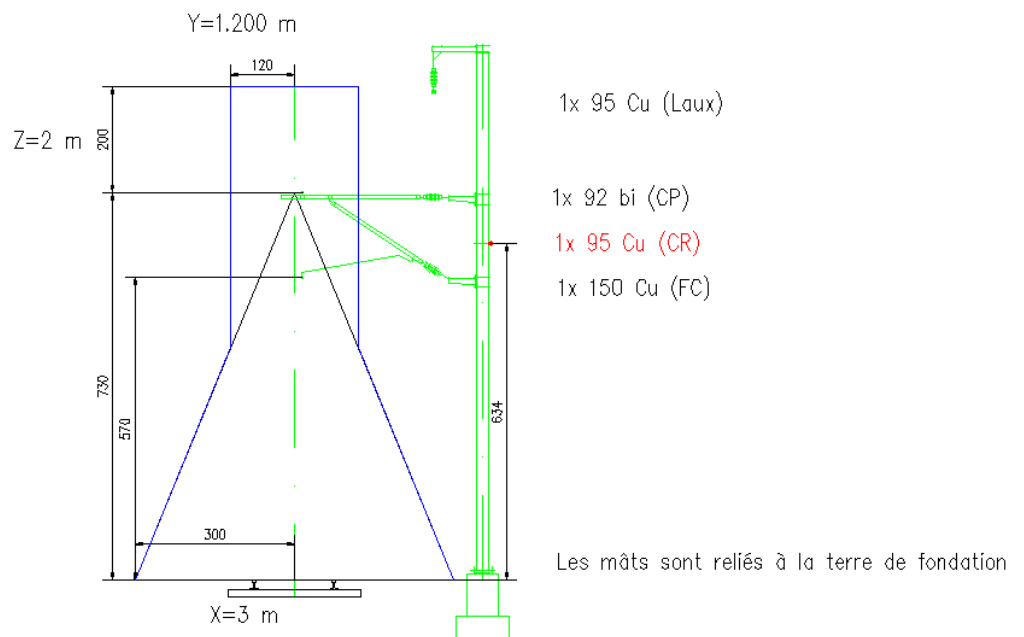
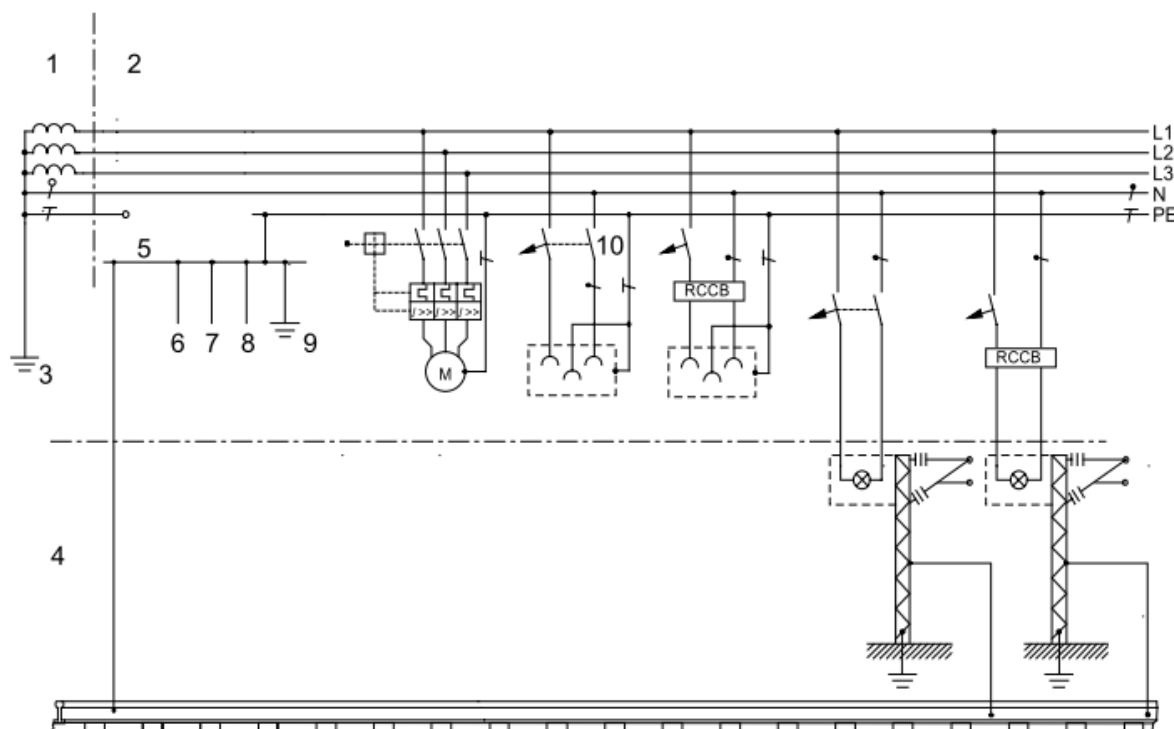


Figure A-2 Illustration de la zone 1 (en bleu) et des principaux éléments d'une ligne 15 kV

## Annexe B SYSTÈME D'ALIMENTATION TT



RCCB = ID

### Légende

- |   |  |
|---|--|
| 1 Réseau d'alimentation électrique                        | 6 Canalisations d'eau et de gaz                      |
| 2 Réseau ferroviaire                                      | 7 Chauffage  |
| 3 Terre de distribution publique                          | 8 Protection contre la foudre                        |
| 4 Ligne aérienne de contact et zone de captage du courant | 9 Terre de structure ferroviaire                     |
| 5 Barre omnibus équipotentielle principale                | 10 Requis uniquement pour la tension rail/sol > 50 V |

Figure B-3 Schéma TT pour les réseaux ferroviaires en courant alternatif selon EN 50122-1 [4]

Selon EN 50122-1 [4] : « Les rails de roulement et la barre omnibus équipotentielle principale du système d'alimentation auxiliaire doivent être reliés ensemble. Pour les appareils situés dans la zone 1, le conducteur PE doit pouvoir supporter le courant de court-circuit maximum. Si cela n'est pas possible, une liaison directe au circuit de retour doit être mise en œuvre. Dans ce cas, le conducteur PE ne doit pas être connecté à la partie conductrice accessible de l'appareil. »

## Annexe C EXEMPLE D'UN CONCEPT DE MISE À TERRE

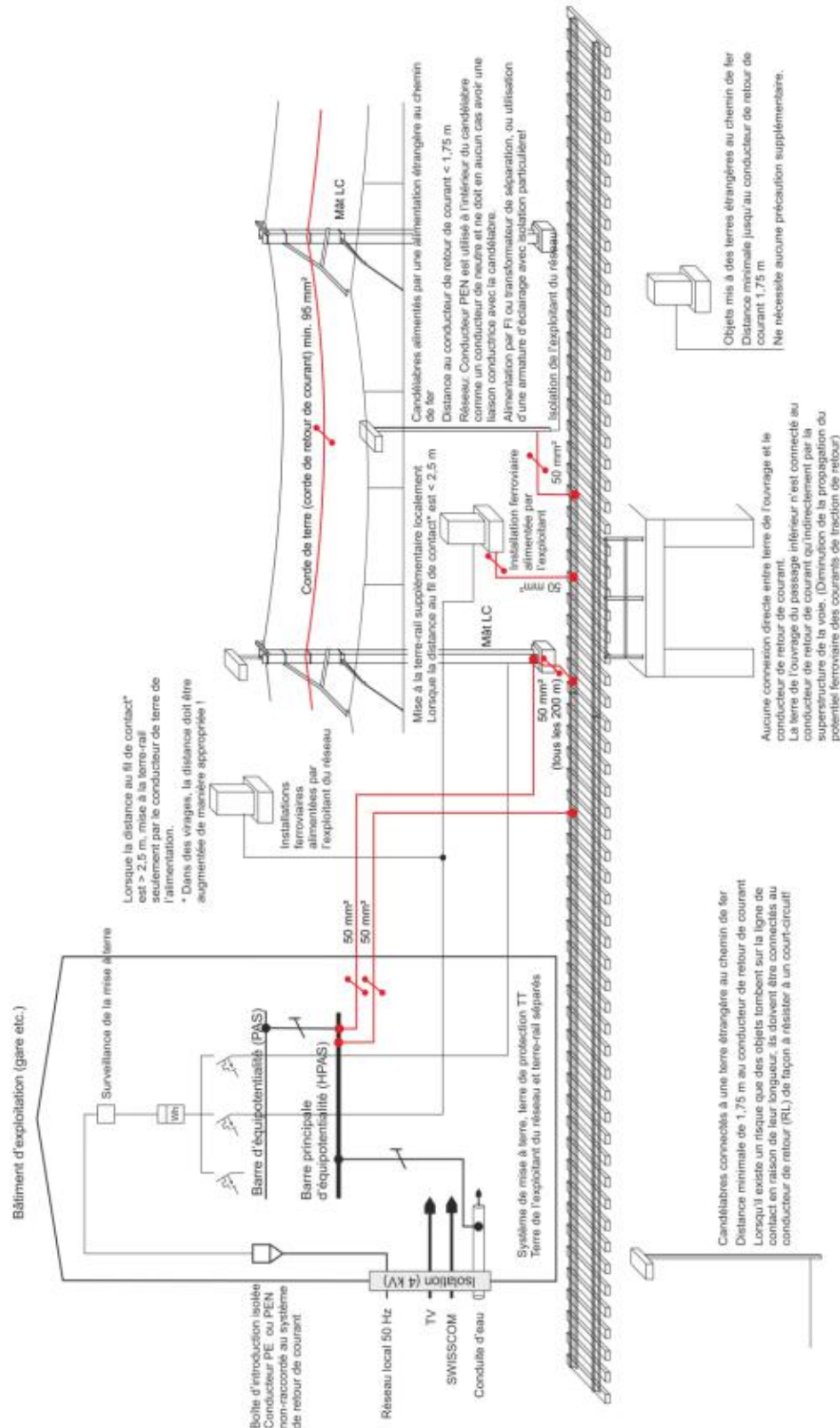


Figure C-4 Exemple de concept de MALT avec un système d'alimentation 50 Hz TT [7]