

## DOSSIER D'APPROBATION DES PLANS

### GARE DE LA TINE ET VOIE DE GARAGE AU LANCIAU

Projet partiel :

Référence projet :

Objet(s) :

MZ 12.54, MZ 13.02

**Concept de retour de courant et de mise à terre**

**Pièce n°**

**3.4**

Référence : GES-MOB-TIROS-RP-06\_V01 Concept d'eclairage - La Tine au Lanciau



Ligne :	Montreux - Zweisimmen		
PK :	Km 24.405 à 26.606		
Commune :	Rossinière (VD)		
Echelle :	-	Format :	A4
Statut :	<b>VERSION FINALE</b>		

Auteur du plan

**MONOD-PIGUET + Associés**  
**Ingénieurs Conseils SA**  
Avenue de Cour 32  
1007 Lausanne



INGENIEURS CONSEILS S.A.  
PLANIFICATEURS GENERAUX

**STRATA ARCHITECTURE**  
Route de Saint-Julien 40  
1227 Carouge Genève



**COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA**  
Rue de la Gare 22 – CP 1426  
1820 Montreux 1

Service :



COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER  
MONTREUX OBERLAND BERNOIS

**Furrer+Frey AG**  
Thunstrasse 35  
3000 Bern 6



Lignes de contact

**GESTE ENGINEERING SA**  
Rue de la Gare de Triage 5  
1020 Renens



Version	Date	Etabli par	Contrôlé par	Modifications
-	01.07.2022	SDA	ARL	Version initiale V0

**Maître de l'ouvrage :**

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER MONTREUX OBERLAND BERNOIS SA

Yves Pittet  
Resp. Domaine Infrastructure .....

Alain Morand  
Resp. Département Projets .....

Jennifer Desponds  
Cheffe de projet .....

**Auteur du projet :**

Nicolas Simon  
Chef de projet .....

**Date :** Montreux, le .....

# Impressum

SOCIÉTÉ ÉMETTRICE

GESTE Engineering SA, Rue de la Gare de Triage 5, 1020 Renens, Suisse  
T +41 21 694 18 00, info@geste.group, geste.group

---

AUTEUR

David Sanchez del Rio, david.sanchez@geste.group

---

CLIENT

Compagnie du Chemin de Fer Montreux Oberland bernois SA, Rue de la gare 22, CH-1820 Montreux, représenté par Jennifer Desponds  
j.desponds@mob.ch

---

SUJET - TITRE

MOB – Gare de la Tine, voie de garage au Lanciau – Concept de retour de courant et de mise à terre gare de la Tine et voie de garage au Lanciau

---

STATUT

Définitif

---

DROIT D'AUTEUR

Ce document est sous la protection des lois sur le droit d'auteur en vigueur. Toute reproduction, copie, modification et transfert sont interdits sauf autorisation préalable.

---

RÉFÉRENCE INTERNE, VERSION

GES-MOB-TIROS-RP-01, Vo1

---

NOM DU FICHIER

GES-MOB-TIROS-RP-01\_Vo1 Rapport MALT - la Tine au Lanciau

---

LIEU ET DATE

Renens, le 1er juillet 2022

---

# Révisions

VERSION	DATE	CONTENU DES MODIFICATIONS	AUTEUR
01	1er juillet 2022	Version initiale	David Sanchez del Rio

---

# Objectif

Le but de ce présent document est de définir le concept de retour de courant et de mise à terre dans le cadre de la construction de la nouvelle gare de la Tine et de la voie de garage au Lanciau. Cela comprend toutes les mesures de protection des ouvrages et des personnes au niveau des quais et des passages à niveau.

## Documents de référence

- [1] Directive pour la protection contre la corrosion provoquée par les courants vagabonds d'installations à courant continu, (C3), mai 2011.
- [2] Dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer du 23 novembre 1983 (DE-OCF), RS 742.141.1, 1er novembre 2020.
- [3] Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour – Partie 1 : Mesures de protection contre les choses électriques, (EN50122-1), 2011.
- [4] Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, dispositions pour les courants de retour et mise à la terre – Partie 2 : Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu, (EN50122-2), 2010.
- [5] Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour – Partie 3: Interactions mutuelles entre systèmes de traction en courant alternatif et en courant continu, (EN50122-3), 2010.
- [6] Norme sur les installations à basse tension (NIBT2020), 2020.
- [7] Ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF) du 23 novembre 1983, RS 742.141.1, 01.01.2021.
- [8] Ordonnance sur les installations électriques à basse tension (OIBT), 734.27, 01.01.2022
- [9] Ordonnance sur les installations électriques à courant fort (OICF), 734.2, 01.06.2019
- [10] Ordonnance sur les lignes électriques du 30 mars 1994 (OLEI), 734.31, 01.07.2021
- [11] Manuel des conducteurs de retour de courant et des mises à terre (RTE27900) - Ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire, UTP/VöV, RTE27900; 1er février 2015.
- [12] Norme SIA 267, Géotechnique (SIA), 1er août 2013
- [13] Norme SIA 267/1, Géotechnique – Spécifications complémentaires (SIA), 1er août 2013
- [14] SNR 464022, Systèmes de protection contre la foudre, 2015-06
- [15] SNR 464113, Terres de fondation, 2015-10

# Abréviations et acronymes

BT	Basse tension
CRT	Circuit de retour de traction
DC	Courant continu
DE-OCF	Directive d'Exécution sur l'Ordonnance des Chemins de Fer
LC	Ligne de contact
MALT	Mise à la terre
MOB	Chemin de fer Montreux - Oberland Bernois
SI	Services industriels
TO	Terre ouvrage
TSI	Terre des services industriels

# Table des Matières

1	INTRODUCTION	7
1.1	Généralités	7
1.2	Présentation du projet	7
2	GÉNÉRALITÉS	8
2.1	Séparation des différentes terres	8
2.1.1	Introduction	8
2.1.2	Définition des systèmes de prise de terre	8
2.1.3	Electrode de terre de fondation	8
2.1.4	Voie ferrée	8
2.1.5	Ligne de contact.	9
2.1.6	Alimentation électrique	9
2.2	Définition de la zone 1 et de la zone 2	9
2.2.1	Zone 1	9
2.2.2	Zone 2	11
2.3	Distance de sécurité électrique	12
2.3.1	Distance d'éloignement	12
2.3.2	Distance de protection électrique	13
3	RETOUR DE COURANT	14
3.1	Retour du courant de traction	14
3.2	Chantier	14
4	PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT DANGEREUSES	16
4.1	Généralités	16
4.2	Mesures de protection des éléments dans la zone 1	16
4.2.1	Installations de sécurité	17
4.2.2	Clôture rampe d'accès	17
4.3	Mesures de protection des éléments dans la zone 2	17
4.3.1	Mâts LC	17
4.3.2	Chauffage d'aiguille	17
4.3.3	Abri voyageurs	17
4.3.4	Installations de sécurité extérieures	18
4.3.5	Clôtures et garde-corps	18
4.3.6	Mains courantes	18
4.3.7	Rüglei	18
4.3.8	Signalisation routière	18
4.3.9	Appareils électriques	19
4.3.10	Installations de sécurité intérieures	19
4.3.11	Dispositions complémentaires	19

4.4	Mesures de protection des éléments hors des zones 1 et 2	19
4.4.1	Mains courantes	19
4.4.2	Mur de soutènement	20
4.5	Chantier	20
<b>5</b>	<b>PROTECTION CONTRE LA CORROSION</b>	<b>21</b>
5.1	Généralités	21
5.2	Mur de soutènement sous le quai	21
5.3	Abri voyageurs	21
5.4	Mur de soutènement du km 24'916	22
5.5	Voie de garage au Lanciau	23
<b>6</b>	<b>CONTRÔLES ET MESURES</b>	<b>25</b>
6.1	Introduction	25
6.2	Types de contrôles	25
6.2.1	Séparation des systèmes de prise de terre	25
6.2.2	Influence des courants vagabonds	25
6.2.3	Séparation galvanique	25
6.2.4	Tensions de contact dangereuses	25
6.3	Résumé des contrôles	25
6.3.1	Contrôles lors du chantier	25
6.3.2	Contrôles et mesures lors de la mise en service	26
6.3.3	Contrôles et mesures périodiques	26

# 1 Introduction

## 1.1 GÉNÉRALITÉS

---

Le but de ce concept de retour de courant et de mise à la terre est de déterminer les mesures de mise à terre nécessaires à la protection des personnes, des installations et des matériaux dans le cadre de la construction de la nouvelle gare de la Tine et de la voie de garage au Lanciau.

Par mesures de mise à terre est entendu:

- Protection contre le courant de traction
- Retour du courant de traction
- Protection contre les tensions de contact dangereuses
- Mise en place des terres de fondation
- Protection contre la corrosion

Ne font pas partie du présent concept, la protection des clous définitifs, des micropieux ou câbles précontraintes, car le présent projet n'en utilise pas de nouveaux.

Ce rapport s'appuie sur les ordonnances, normes, directives et recommandations énumérées dans la bibliographie. Ces dernières sont à respecter scrupuleusement par tous les mandataires du projet. Ce document précise les éléments spécifiques au projet ; il ne remplace en aucun cas les ouvrages référencés.

Le dimensionnement et l'application des mesures de mise à terre présentées dans ce concept de retour de courant et de mise à la terre feront l'objet du projet d'exécution.

## 1.2 PRÉSENTATION DU PROJET

---

La gare de la Tine va être entièrement renouvelée au niveau de la ligne de contact, des installations de sécurité et des installations ferroviaires afin de répondre aux standards et normes actuels, notamment en matière d'accès LHand. Un quai central sera construit, l'abri voyageurs existant sera déplacé et de nouveaux locaux accueillant les installations de basse tension et les installations de sécurité seront construits semi-enterrés.

De plus, une nouvelle voie de garage sera créée au Lanciau. Ces ouvrages sont situés sur une ligne à voie métrique exploitée par la compagnie Chemin de fer Montreux - Oberland Bernois (MOB). La ligne de contact est une ligne à courant continu alimentée avec une tension de 900 V.

## 2 Généralités

### 2.1 SÉPARATION DES DIFFÉRENTES TERRES

---

#### 2.1.1 INTRODUCTION

---

La ligne du Montreux-Oberland Bernois (MOB) comprend trois systèmes de terre:

- Terre ouvrage de la gare - TO
- Terre des services industriels - TSI
- Circuit de retour de traction - CRT

Dans le cadre du projet, une séparation des terres est souhaitée.

#### 2.1.2 DÉFINITION DES SYSTÈMES DE PRISE DE TERRE

---

##### A TERRE OUVRAGE (TO)

---

L'ensemble des fers d'armature et des éléments métalliques présents dans les ouvrages ou reliés entre eux constitue le système de prise de terre d'ouvrage.

##### B TERRE DES SERVICES INDUSTRIELS (TSI)

---

Les conducteurs de protection de l'alimentation électrique du GRD ainsi que son ruban de terre constituent le système de prise de terre des services industriels.

##### C CIRCUIT DE RETOUR DE TRACTION (CRT)

---

Les rails de roulement et le conducteur de retour servant au retour du courant de traction, ainsi que les parties métalliques d'installations qui leur sont reliées, forment le système de CRT.

#### 2.1.3 ELECTRODE DE TERRE DE FONDATION

---

Les locaux techniques (IS et BT) auront une électrode de fondation composée de barres collectrices horizontales et verticales. Ces barres collectrices, ainsi que les armatures des locaux, constitueront la TO.

De plus, les murs de soutènement raccordés à la TO (par exemple le mur de soutènement situé au km 24'916) auront également leur électrode de fondation composée de barres collectrices horizontales.

#### 2.1.4 VOIE FERRÉE

---

La résistance de contact entre les rails et le sol doit être maintenue partout à un niveau aussi élevé que possible (selon la directive C3 [1], art. 22222).

Dans le cadre de ce projet, pour un chemin de fer à courant continu, ceci peut être atteint de la manière suivante pour une voie sur ballast (selon la directive C3 [1], art. 22222) :

- Ballast propre et bien drainé
- Traverses en bois ou traverses en béton avec fixations isolées
- Distances suffisantes entre le rail et le ballast
- Drainage efficace

Dans le cas de la voie de garage au Lanciau, celle-ci sera circulaire par des véhicules routiers et sera donc embétonnée. Cette voie sera composée de plusieurs sortes de béton dont du béton armé. Des exigences concernant la protection contre la corrosion de cette voie sont données dans le chapitre 5.

### 2.1.5 LIGNE DE CONTACT.

---

Les parties de construction et/ou les constructions métalliques composées d'éléments galvaniquement reliés et mises au CRT doivent être isolées à leurs points de fixation. La valeur de la résistance de cette isolation, mesurée au travers de la structure globale, doit être de 2 kΩ au moins. Afin de pouvoir maintenir cette valeur (malgré d'éventuelles souillures), il faut veiller à un chemin de fuite suffisant (selon la directive C3 [1], art. 22403).

Les mâts supportant la ligne de contact sont montés de manière isolée par rapport à leur fondation à l'aide de douilles et de rondelles isolantes. Une corde de terre aérienne de 150 mm<sup>2</sup> assure la liaison au CRT des mâts. Au Lanciau, les mâts LC 28B, 28C et 28D seront reliés directement au rail à l'aide d'un conducteur de terre doublement isolé vert-jaune de 95 mm<sup>2</sup> Cu (se référer à la pièce 13.1 du dossier PAP : Rapport technique LC).

### 2.1.6 ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

---

La halte de la Tine est alimentée en 400 V par Groupe E. L'alimentation se fait avec le schéma TN-S comme présenté dans la figure 23 de la norme SN EN 50122-1 [3] ou dans la Variante 2 de la Figure 21 de la directive C3 [1]. Un transformateur d'isolation galvanique sera installé dans le local BT, en amont du tableau HPC afin de séparer les installations électriques du réseau de distribution.

## 2.2 DÉFINITION DE LA ZONE 1 ET DE LA ZONE 2

---

Ces deux zones sont définies ainsi :

- la zone de la ligne de contact et de captage de courant est appelée la zone 1 ;
- la zone où il est possible de toucher plusieurs objets avec une tension de contact dangereuse est appelée la zone 2.

### 2.2.1 ZONE 1

---

La zone 1 (ou zone de ligne de contact) est définie par les DE-OCF ([2] art. DE 44.d) et la norme SN EN 50122-1 [3].

Toutes les parties métalliques situées dans l'entourage de la ligne de contact qui pourraient entrer en contact avec la tension lors d'un dérangement, ainsi que tous les éléments métalliques ou équipements électriques nécessaires à la circulation des trains tels que signaux ou autres installations de sécurité se trouvant dans cette zone seront mis au CRT.

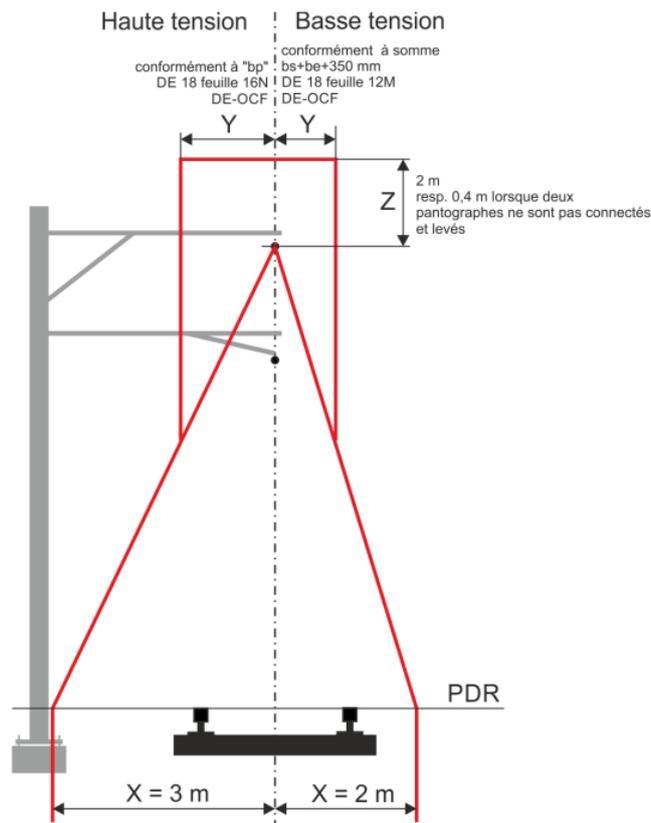


Figure 1 Zone 1 avec mesures spéciales (Source : image 4-6 RTE 27900 [11])

Une ligne aérienne de contact sous tension rompue ou des parties sous tension d'un organe de captage de courant brisé ou déraillé peuvent mettre accidentellement en contact des structures et des équipements qui deviennent alors sous tension (§4.1, SN EN 50122-1 [3]). Les zones dans lesquelles un tel contact peut se produire sont définies, pour un chemin de fer en basse tension, selon les valeurs suivantes (DE-OCF ([2] art. DE 44.d) et la norme SN EN 50122-1 [3]):

- Valeur X : 2.000 m (système basse tension)
- Valeur Y :  $1.215 \text{ m} = bR + be + 0.310\text{m} = 0.800 + 0.070 + 0.035 + 0.310 \text{ m}$
- Valeur Z : 2.000 m

La valeur X est à augmenter à l'intérieur d'une courbe. Une augmentation de 0.50 m est une valeur usuellement utilisée.

La valeur Y a été calculée selon l'article DE 44.d §4.1.1.b et la figure 9 du DE 18 [2]. pour un pantographe de type OCF A et OCF B et une voie métrique.

La hauteur du fil de contact sur le plan de roulement varie selon l'emplacement, tel qu'illustré dans les « Profil en travers LC » en pièces n°13.2.3 et n°13.3.3 du dossier PAP, cependant la hauteur nominale du fil de contact sur le plan de roulement est de 5.50 m.

Les parties conductrices de l'alimentation de traction et de l'alimentation non destinée à la traction situées dans la zone de la ligne de contact ou la zone de captage du courant sont raccordées au CRT.

Les éléments reliés au CRT qui sont fixés sur des éléments reliés à la terre-ouvrage doivent être montés de façon totalement isolée (double isolation).

### 2.2.2 ZONE 2

La zone 2 (ou zone d'approche) est également définie par les DE-OCF ([2] art. DE 44.d) et la norme SN EN 50122-1 [3] comme la zone dans laquelle le contact simultané avec des objets conducteurs connectés à des systèmes de terre différents est possible. La distance entre des objets conducteurs connectés à des systèmes de terre différents doit être au moins de 1.75 m. Si cette distance ne peut pas être respectée, des mesures doivent être prises pour exclure tout contact simultané entre deux éléments conducteurs raccordés à des systèmes de prise de terre différents. Dans le cadre de la gare de La Tine :

- hauteur : 2.00 m;
- largeur : 1.75 m.

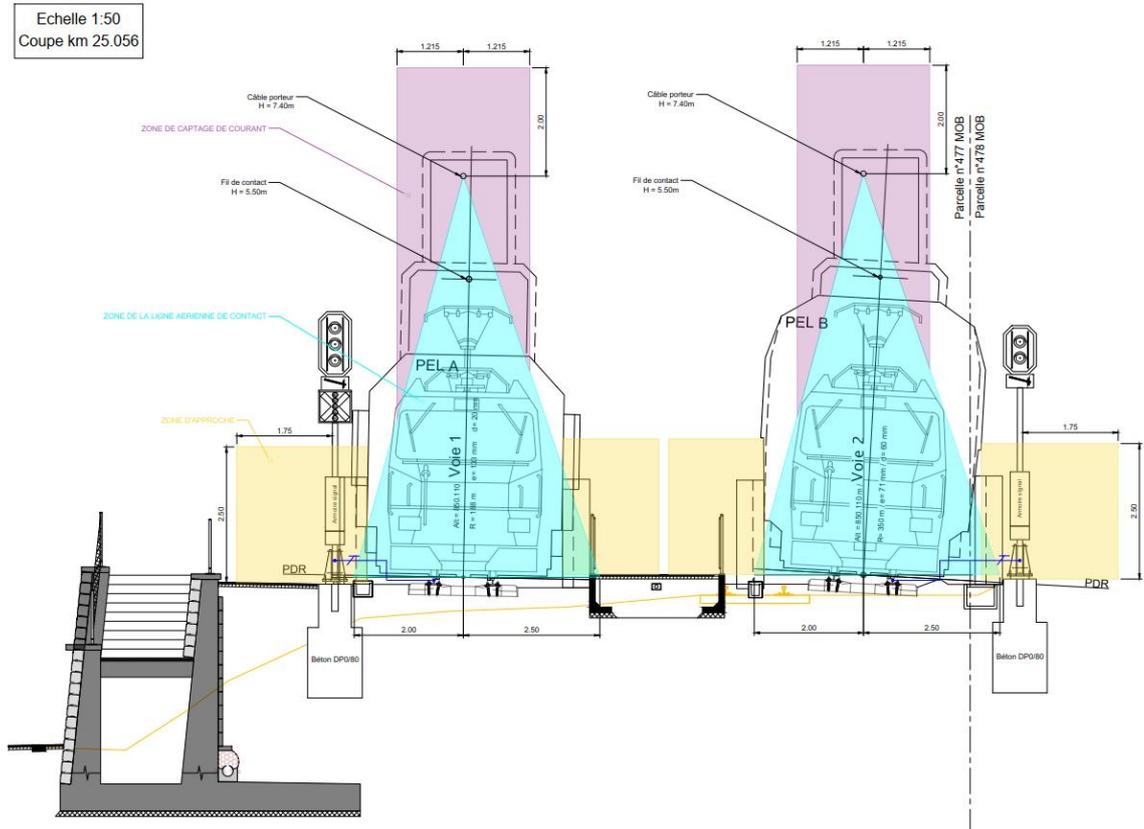


Figure 2 Représentation de la zone 1 et zone 2 dans la gare de la Tine, au kilométrage 25'056 (en bleu et violet : Zone 1 / en jaune : Zone 2 / source : pièce 15.3 du dossier PAP)

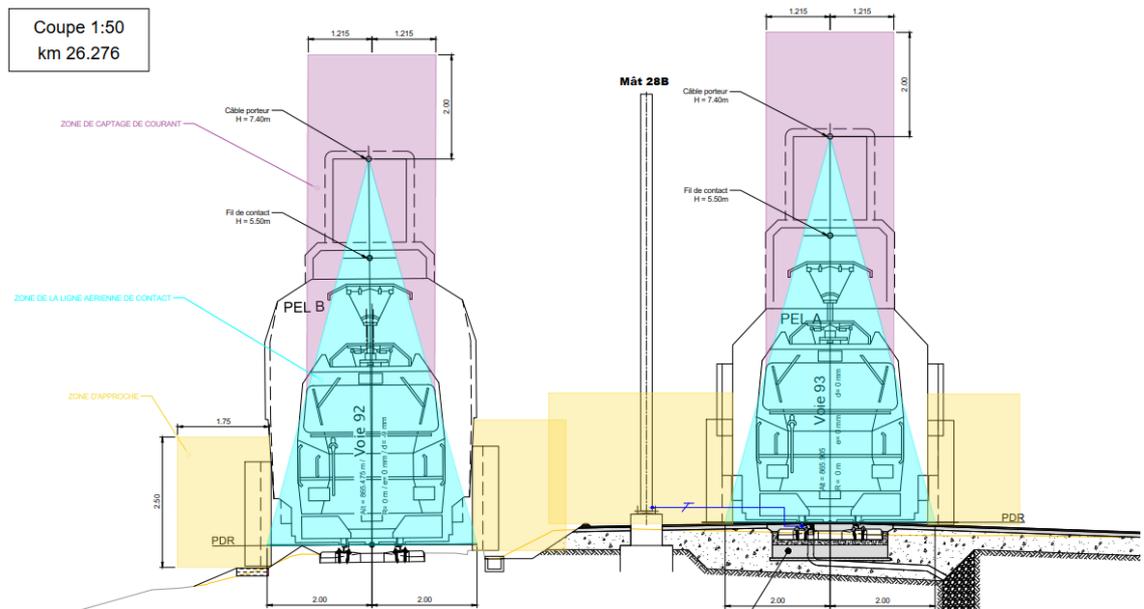


Figure 3 Représentation de la zone 1 et zone 2 dans la voie de garage au Lanciau au kilométrage 26'276 (en bleu et violet : Zone 1 / en jaune : Zone 2 / source : pièce 15.4 du dossier PAP)

## 2.3 DISTANCE DE SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE

### 2.3.1 DISTANCE D'ÉLOIGNEMENT

Selon le chapitre 5.2 de la SN EN 50122-1 [3], dans les systèmes de lignes aériennes de contact, l'une des mesures de protection suivantes doit être utilisée pour la protection contre les contacts directs :

- une protection par éloignement ;
- une protection par obstacles.

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

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.

Afin d'éviter qu'une personne puisse entrer en contact avec une partie sous tension (y compris en cas d'arrachage ou de chute d'objet sur celle-ci), des obstacles ou des distances suffisantes doivent être mis en œuvre.

La Figure 4 ci-dessous montre les distances d'éloignement minimales par rapport aux parties sous tension accessibles à l'extérieur des matériels roulants, ainsi que par rapport aux parties sous tension de systèmes de lignes aériennes de contact, à partir des aires de passage accessibles aux personnes pour des basses tensions. Ces distances sont des valeurs minimales qui doivent être maintenues quelles que soient les températures et dans toute la plage des charges électriques et mécaniques des conducteurs.

Les distances d'éloignement minimales n'ont pas besoin d'être respectées si d'autres mesures ont été prises pour garantir l'isolement par rapport à la source par exemple à l'aide d'obstacles physiques tels que treillis ou parois de protection.

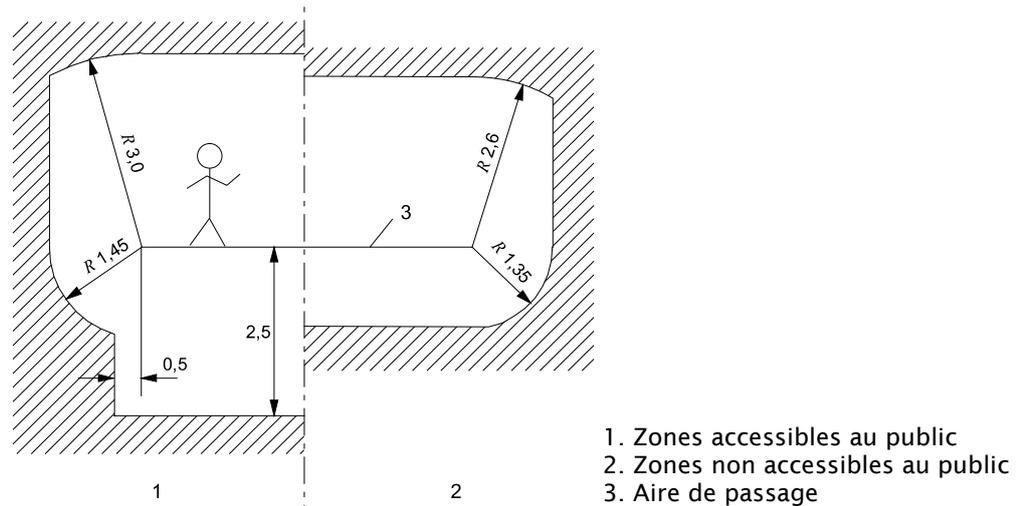


Figure 4 Distances d'éloignement minimales pour une ligne à basse tension (source : Figure 3 de [3])

→ Ces distances sont respectées sur l'ensemble du périmètre du projet. Aucune disposition particulière n'est donc à prendre.

### 2.3.2 DISTANCE DE PROTECTION ÉLECTRIQUE

Selon le point 5.9.2 de l'article 44.c des DE-OCF [2], la distance de protection électrique dans l'air à respecter entre les parties sous tension et les parties entièrement ou partiellement conductrices qui ne sont pas sous tension est de 100 mm pour une tension nominale du fil de contact de 900 V.

→ Cette distance est respectée sur l'ensemble du périmètre du projet et intégrée dans les profils en travers. Aucune disposition particulière n'est donc à prendre.

## 3 Retour de courant

### 3.1 RETOUR DU COURANT DE TRACTION

Dans les infrastructures de la compagnie MOB, le retour de courant s'effectue par deux cheminements indépendants :

- via les rails de roulement;
- via une corde de terre aérienne (150 mm<sup>2</sup> Cu selon la pièce 13.2.2 : Plan de situation LC la Tine du dossier PAP) liée à la majorité des mâts supportant la ligne de contact.

En pleine voie et en gare, les rails de roulement ne sont pas équipés de circuit de voie et peuvent donc être utilisés comme deux cheminements indépendants (cf. §1.4 de DE 44.d des DE-OCF [2]). Afin d'assurer la continuité électrique dans les rails de roulement, des connexions doivent être mises en œuvre en cas de joints et au niveau des aiguillages. Les 2 câbles seront de couleur jaune ou neutre avec une gaine thermorétractable et de section 150 mm<sup>2</sup> Cu et de couleur jaune. De plus, des liaisons équipotentielles seront à prévoir au niveau des appareils de voie, comme présenté dans la Figure 5 ci-dessous.

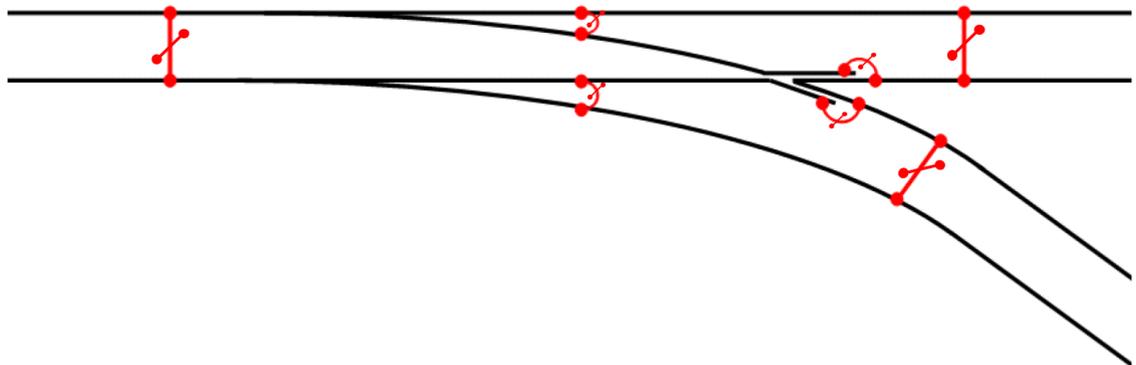


Figure 5 Connexions électriques dans un appareil de voie

Les rails avec joints éclissés, les aiguillages et les croisements doivent avoir une conductibilité presque égale à celle des rails soudés. Ils doivent donc être équipés d'éclisses électriques, de connexions transversales et de conducteurs de pontage (C3 [1], art. 22220.3).

De plus, tous les 150 m les mâts sont reliés au CRT par une double connexion au rail via deux câbles en cuivre de section 95 mm<sup>2</sup> montés de manière isolée par rapport au ballast. Les câbles seront de couleur jaune ou neutre avec une gaine thermorétractable de couleur jaune. Ceci permet de conduire une part maximale du courant de retour dans la corde de retour de courant.

Les connexions transversales entre les rails et les mâts doivent être enterrées dans le ballast à une profondeur d'au moins 25 cm. Le mât est alors muni d'une plaque indicatrice avec le symbole de la terre et les connexions sont marquées conformément aux DE-OCF DE 44.d, §1.7 [2].

Comme le courant de traction doit pouvoir retourner à la sous-station de manière fiable et aussi complète que possible, le système de rail utilisé comme conducteur de retour de traction doit présenter une bonne conduction électrique. En pleine voie, les connexions à la sous-station, à partir du rail de roulement, doivent être réparties sur au moins 50 m (cf. DE 44b. 1.6.2 [2]).

### 3.2 CHANTIER

Toutes les dispositions nécessaires à la protection des personnes contre les tensions de contact dangereuses et à la protection des installations contre les courants vagabonds seront déterminées durant le projet d'exécution. Il s'agira notamment de garantir la liaison entre les rails pour le

retour de courant, en particulier si ceux-ci ne sont plus soudés. Si ce n'est plus le cas, une liaison câblée doit être mise en œuvre pour assurer la connexion à l'aide de 4 câbles cuivre de section de 150 mm<sup>2</sup> montés de manière isolée sur chaque rail. Les câbles seront de couleur jaune ou neutre avec une gaine thermorétractable de couleur jaune.

## 4 Protection contre les tensions de contact dangereuses

### 4.1 GENERALITES

Afin de protéger les personnes contre les tensions de contact dangereuses, l'ensemble des installations électriques et des éléments électriquement conducteurs doivent être connectés à la TO. L'alimentation électrique doit se faire via le réseau local provenant du bâtiment technique qui est situé dans le même référentiel de terre (TO).

Dans le cas d'éléments conducteurs de petites dimensions, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de protection, à condition que les conditions suivantes et celles du Tableau 1 soient satisfaites (selon la norme SN EN 50122-1 [3], ch. 6.3.1.2) :

- L'élément ne supporte ou ne contient aucun appareil électrique, ou ne contient que des appareils électriques conformes à la Classe II;
- Une personne s'en approchant depuis n'importe quelle direction peut voir si un conducteur sous tension est en contact avec l'élément.

La distance minimale entre deux ou plusieurs petits éléments conducteurs doit être supérieure à la distance d'isolement électrique indiquée dans la SN EN 50119 [3] (5 cm – dynamique, 10 cm – statique). L'isolation électrique entre ces éléments doit être garantie (selon la norme SN EN 50122-1 [3], ch. 6.3.1.2).

Dimensions en mètres

Type d'éléments conducteurs	Basse tension		Haute tension	
	Parallèlement à la voie	Horizontalement, perpendiculaire à la voie	Parallèlement à la voie	Horizontalement, perpendiculaire à la voie
entièrement conducteur	15	2	3	2
partiellement conducteur	15	2	15	2

Tableau 1 Dimensions maximales des petits éléments conducteurs (EN50122-1-11 Tableau 1 [3]).

La surface des quais, des perrons etc. doit se composer d'un matériau en grande partie isolant tel que: gneiss, granit, marbre, matière synthétique, revêtement mélangé à chaud (seulement dans zones sèches), bitume (dans zones exposées à la pluie) (selon la directive C3 [1], art. 22443). La zone isolée doit être d'une largeur minimum de 50 cm.

Les structures en béton ont un effet isolant si elles sont sèches. Cet état n'est généralement escompté que pour des surfaces en béton situées au-dessus du sol et protégées en outre en permanence de la pluie et des projections d'eau (selon la directive C3 [1], art. 22442).

Les surfaces en béton qui ne peuvent pas être considérées comme isolantes doivent être recouvertes d'un enduit isolant si elles se trouvent dans une zone accessible au public et si la distance de contact de 1.75 m ne peut pas être observée (selon la directive C3 [1], art. 22442), entre la surface en béton et un élément conducteur connecté à une autre terre (p.ex. carcasse d'un train).

### 4.2 MESURES DE PROTECTION DES ELEMENTS DANS LA ZONE 1

De base, tout élément métallique, qu'il soit partiellement ou entièrement conducteur, se trouvant dans la zone 1 sera mis au CRT. Dans l'impossibilité de raccorder ces éléments au CRT, des dispositions techniques spécifiques doivent être prises (par exemple, l'utilisation d'un VLD-F)

#### 4.2.1 INSTALLATIONS DE SECURITE

---

Les installations de sécurité (IS) extérieures telles que les moteurs d'aiguilles sont situées dans la zone 1.

- Leur alimentation se fera au travers d'un transformateur d'isolation galvanique depuis l'armoire de distribution principale.
- Les installations doivent être raccordées au CRT à l'aide d'un conducteur de terre de 95 mm<sup>2</sup> Cu doublement isolé vert-jaune.

#### 4.2.2 CLÔTURE RAMPE D'ACCÈS

---

A cause de l'augmentation de la largeur de la zone 1 en courbe (cf. chapitre 2.2.1), la clôture située sur la rampe d'accès au quai principal est située en zone 1. Selon le Tableau 1, du fait de sa longueur inférieure à 15 m, cette clôture peut être considérée comme un petit élément.

- Cette clôture sera montée isolée de sa fondation et laissée flottante.

#### 4.3 MESURES DE PROTECTION DES ELEMENTS DANS LA ZONE 2

---

Les grands éléments conducteurs tels que les garde-corps, les barrières, les marquises situés dans la zone 2 doivent être mis au CRT si la tension de contact peut être dangereuse.

- Les surfaces en béton qui ne peuvent pas être considérées comme isolantes doivent être recouvertes d'un enduit isolant si elles se trouvent dans une zone accessible au public et si la distance de contact de 1.75 m ne peut pas être observée (selon la directive C3 [1], art. 22442), entre la surface en béton et un élément conducteur connecté à une autre terre (p.ex. carcasse d'un train

##### 4.3.1 MATS LC

---

De manière générale, les mâts LC situés sur la voie ou en gare sont situés dans la zone 2.

- Les mâts LC sont raccordés, sauf indication contraire, au CRT. Ces raccordements se font via la corde de retour de courant (cf. chapitre 3) ou via une connexion au rail avec un conducteur de terre doublement isolé de couleur vert-jaune et de section 95 mm<sup>2</sup> (cf. chapitre 2.1.5).
- Dans certains cas particuliers (comme pour le mât LC 42 situé au km 25'259), une mesure pour vérifier si le mât est monté isolé de son support sera tout de même à effectuer avant la mise en service. Dans le cas où l'isolation du mât est manquante, des douilles et des rondelles isolantes devront être installées.

##### 4.3.2 CHAUFFAGE D'AIGUILLE

---

Les corps de chauffe des chauffages d'aiguille est situé dans la zone 2.

- Ils n'ont donc pas besoin d'être alimentés au travers d'un transformateur d'isolation depuis le local BT, mais, en revanche, ils doivent être protégés par un disjoncteur avec protection différentielle.

##### 4.3.3 ABRI VOYAGEURS

---

L'abri voyageurs est situé dans la zone 2. Les mesures de protections telles que le monter isolé ou raccorder l'abri au CRT n'étant pas envisageables étant donné le nombre d'éléments conducteurs situés dans la zone 2.

- Les mesures constructives suivantes doivent être prises en considération :

- L'abri voyageurs sera monté non isolé et raccordé à la TO via des connexions faites grâce à des conducteurs de terre de min. 50 mm<sup>2</sup> Cu isolés vert-jaune.
- Des mesures complémentaires (installation d'un VLD) à prendre sont décrites dans le chapitre 4.3.11.

#### 4.3.4 INSTALLATIONS DE SECURITE EXTERIEURES

---

Les treuils de chaque côté du PN piétons (côté quai 1 et quai central) ainsi que le feu de signalisation situé sur le quai 1 sont des IS et sont donc liés au CRT par leur alimentation.

→ Les mesures constructives suivantes doivent être prises en considération :

- Ces éléments seront montés isolés de leur fondation et raccordés au CRT à l'aide d'un conducteur de terre de 95 mm<sup>2</sup> Cu doublement isolé de vert-jaune.
- Des mesures complémentaires (installation d'un VLD) à prendre sont décrites dans le chapitre 4.3.11.

#### 4.3.5 CLOTURES ET GARDE-CORPS

---

Les garde-corps et autres objets métalliques comme les clôtures longeant la voie sont traités selon les spécifications du chapitre §11.2.3.1 RTE 27900 [4] et le §22 452 de la directive C3 [1]. La clôture du quai de la voie 1 et la clôture située en aval de la gare de la Tine (km 25'153) sont situées dans la zone 2. Au regard de leur longueur et leur proximité avec les mâts LC, les dispositions suivantes seront prises :

→ Les mesures constructives suivantes doivent être prises en considération :

- Les clôtures seront raccordées à la TO, et, par conséquent, ne seront pas montées isolées de leur fondation. Les clôtures seront raccordées via des conducteurs de terre de min. 50 mm<sup>2</sup> Cu isolés vert-jaune.
- Concernant les panneaux et la barrière de sécurité situés en nez de quai (km 24'914), ils seront montés isolés par rapport à leurs fondations et laissés flottants.
- Des mesures complémentaires (installation d'un VLD) à prendre sont décrites dans le chapitre 4.3.11.

#### 4.3.6 MAINS COURANTES

---

Les mains courantes qui se situent sur la rampe d'accès au quai central se situent dans la zone 2.

→ Les mains courantes situées en zone 2 seront montées isolées par rapport à leurs fondations et laissées flottantes.

#### 4.3.7 RÜGLEI

---

Les rügleri situés au km 25'144 sont situés en zone 2. Par leur ancrage naturel dans le sol, on peut considérer qu'une grande élévation de potentiel de la terre locale est improbable.

→ Aucune mesure de mise à la terre est donc à prendre concernant ces ouvrages. Une mesure de différence de potentiel entre la terre locale et le CRT sera, par contre, réalisée à la mise en service.

#### 4.3.8 SIGNALISATION ROUTIÈRE

---

Les barrières des PN routiers de la Tine et Lanciau sont des IS et sont donc liés au CRT par leur alimentation. Par conséquent, les mesures suivantes sont à prendre :

→ Le mât de la signalisation de chaque PN devra être monté isolé de sa fondation et raccordé au CRT à l'aide d'un câble doublement isolé vert-jaune de 95 mm<sup>2</sup> Cu.

#### 4.3.9 APPAREILS ÉLECTRIQUES

---

Des appareils électriques tels que l'éclairage ou les oblitérateurs pourraient se trouver dans la zone 2.

- Les mesures constructives suivantes doivent être prises en considération :
- Ces appareils seront raccordés à la TO, et, par conséquent, ne seront pas montés isolés de leur fondation.
  - Des mesures complémentaires (installation d'un VLD) à prendre sont décrites dans le chapitre 4.3.11.

#### 4.3.10 INSTALLATIONS DE SÉCURITÉ INTÉRIEURES

---

Les installations de sécurité intérieures sont situées dans le local IS, sous le quai 1 et l'abri voyageur. Comme elles sont liées au CRT, les mesures suivantes seront prises :

- Elles seront donc montées de manière isolée dans le local (tapis en polymère et rondelles isolantes pour les fixations).
- Une barre d'équipotentialité liée au CRT (en plus des barres d'équipotentialité liées à la TO) sera montée isolée et raccordé directement aux rails à l'aide de 2 conducteurs de terre isolés vert-jaune de min. 50 mm<sup>2</sup> Cu.
- Un court-circuiteur manuel en parallèle d'un parasurtension reliera la barre CRT à la barre TO adjacente.
- Les armoires seront raccordées à la barre CRT à l'aide d'un conducteur de terre isolé vert-jaune de min. 50 mm<sup>2</sup> Cu sur la barrette CRT du local.
- Un transformateur de séparation sera installé entre leur alimentation dans l'armoire d'alimentation du local BT et l'armoire principale des IS.

#### 4.3.11 DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES

---

Vu le nombre et les dimensions des éléments se trouvant dans la zone 2, les mesures suivantes seront à prendre afin d'assurer une protection constante et efficace des personnes :

- Une prise de terre avec une faible résistance de passage à la terre est à prévoir. Celle-ci se composera des armatures du béton des locaux et de l'abri voyageurs ainsi que des barres collectrices horizontales et verticales, comme dessiné dans la Figure 6 et la Figure 7.
- Une barrette de terre sera implémentée dans une chambre sur quai afin de relier tous les éléments (p.ex. l'abri voyageurs et les clôtures) à la TO.
- Lors de la mise en service, les potentiels de la TO et du CRT seront mesurés pendant 24h. Si la différence de potentiel est importante (cf. Tableau 6 EN50122-1-11 [3]), un VLD sera mis en place afin de contrôler qu'il n'y ait pas de tensions de contact dangereuses tout au long de l'exploitation de la gare.

### 4.4 MESURES DE PROTECTION DES ÉLÉMENTS HORS DES ZONES 1 ET 2

---

#### 4.4.1 MAINS COURANTES

---

Des mains courantes sont situées dans l'escalier d'accès au quai. Celui-ci n'est pas situé dans la zone 1 ou la zone 2.

- Elles seront raccordées à la TO via des connexions faites grâce à des conducteurs de terre de min. 50 mm<sup>2</sup> Cu isolés vert-jaune.

#### 4.4.2 MUR DE SOUTÈNEMENT

---

Le mur de soutènement situé au km 24'916 n'est pas situé dans la zone 1 ou la zone 2.

- Des barres collectrices seront implantées dans ce mur de soutènement (c.f. chapitre 5.4) et constitueront une prise de TO.

#### 4.5 CHANTIER

---

Durant le chantier, la protection contre les tensions de contact dangereuses doit toujours être effective. Plusieurs mesures doivent donc être mises en place:

- Tous les engins de chantier se trouvant dans la zone 1 ou 2 doivent être raccordés au CRT;
- Garantir la distance de sécurité électrique entre un élément métallique mis à la terre et un autre élément métallique sous tension;
- La séparation des terres doit toujours être en place tout au long du chantier.

## 5 Protection contre la corrosion

### 5.1 GENERALITES

Afin de protéger les ouvrages d'art électriquement conducteurs de l'impact des courants vagabonds (et donc de la corrosion), ceux-ci doivent être isolé du CRT.

Comme déjà mentionné dans le chapitre 4.1, les structures en béton ont un effet isolant si elles sont sèches (pour des surfaces en béton situées au-dessus du sol et protégées en outre en permanence de la pluie et des projections d'eau (selon la directive C3 [1], art. 22442)). Ce qui n'est pas le cas dans les ouvrages de ce projet.

Afin d'illustrer les mesures à prendre dans chacun des ouvrages d'art prévus dans le projet, une figure sera utilisée dans chacun des cas. La légende de ces dernières peut se lire ainsi:

-  Barres collectrices longitudinales et transversales, barres de fer lisses de diamètre 16 ou 22 mm (selon spécification).
-  Barre collectrice montante / descendante / traversante de diamètre 16 ou 22 mm
-  Joints de séparation galvanique
-  Points de mesure ou de raccordement.

Les barres collectrices sont implantées en sus des barres d'armature de l'ouvrage et ne participent donc pas au maintien mécanique de l'ouvrage. Elles sont munies de connexions et points de mesures vissés de type Arthur Flury permettant de mesurer en tout temps le potentiel des barres collectrices d'un élément.

Les nouveaux ouvrages d'art en béton armé sont à diviser, par des séparations galvaniques, en éléments d'environ 30 m. Aucun élément métallique ne doit transiter à travers cette séparation.

### 5.2 MUR DE SOUTÈNEMENT SOUS LE QUAI

Le mur de soutènement sous le quai, qui inclut les locaux techniques doit être séparés en 3 tronçons séparés par un joint de séparation galvanique conformément aux principes présentés dans la Figure 6 ci-dessous (cf, situation 6 du plan de situation MALT La Tine en pièce 15.3 du dossier PAP).

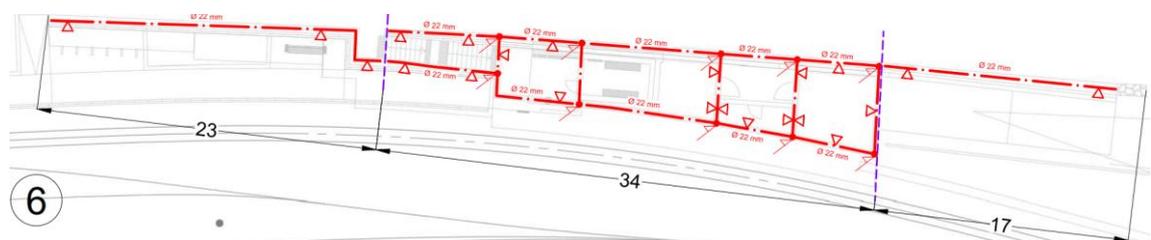


Figure 6 Barres collectrices, pastilles de raccordement et séparations galvaniques (Locaux techniques BT et IS)

### 5.3 ABRI VOYAGEURS

Le socle de l'abri voyageurs sera composé de barres collectrices longitudinales et transversales. Elles seront raccordées aux barres collectrices des locaux techniques via des pastilles de raccordement, raccordant ainsi l'abri voyageurs à l'électrode de terre de fondation des locaux

techniques et à la TO par la même occasion. Une vue transversale de la prise de terre est donnée dans la Figure 7.

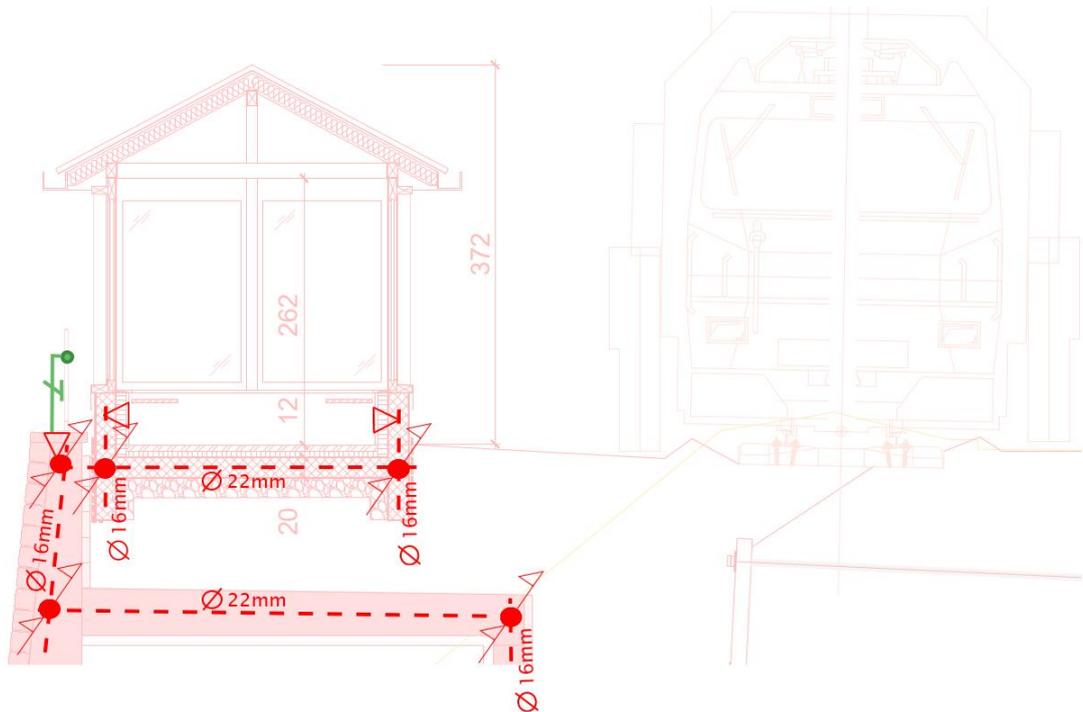


Figure 7 : Vue transversale de la disposition de barres collectrices et pastilles de raccordement dans le mur de soutènement et l'abri voyageurs (source : pièce 12.2.6 du dossier PAP).

#### 5.4 MUR DE SOUTÈNEMENT DU KM 24'916

Le mur de soutènement situé au niveau du km 24'916 aura également des barres collectrices (cf. §2.1.3) implantées afin de créer une électrode de terre de fondation et une bonne prise de terre pour les ouvrages situés au-dessus. Ces barres collectrices seront équipées de pastilles de raccordement. La disposition des barres est présentée dans la Figure 8.

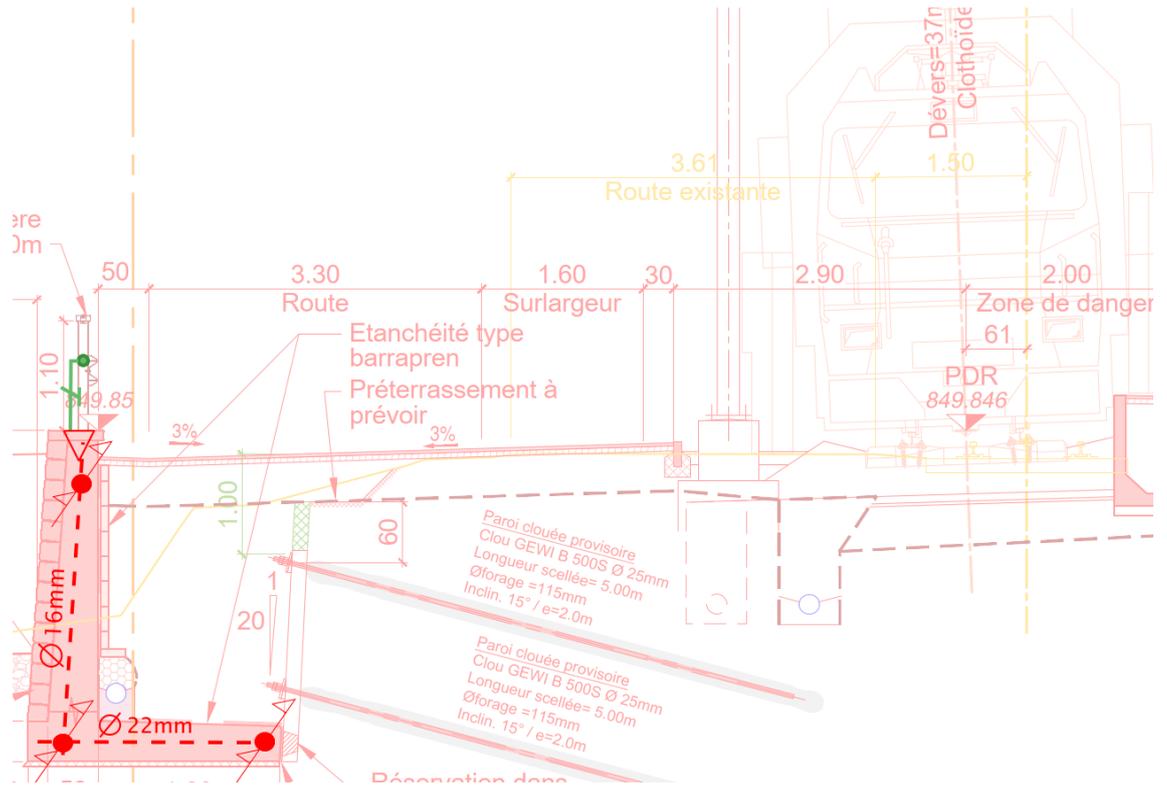


Figure 8: Barres collectrices le long du mur de soutènement (source: pièce 12.2.7 du dossier PAP).

## 5.5 VOIE DE GARAGE AU LANCIAU

La voie de garage au Lanciau sera construite en béton armé. Par conséquent, des mesures pour la protéger contre les effets des courants vagabonds seront à prévoir, notamment l'intégration de barres collectrices longitudinales, transversales ainsi que des garnitures de raccordement, comme présenté dans la Figure 9. De plus, les dispositions suivantes sont à prévoir :

- Les semelles et attaches doivent être isolées des traverses afin de ne pas propager le courant qui circule dans le rail (cf. Figure 9)
- Le béton de remplissage doit être libre de tout élément en acier
- L'isolation antivibratoire doit posséder des caractéristiques d'isolation électrique élevées (type Sylomer) afin d'isoler la voie de garage du reste du sol (cf. Figure 9).

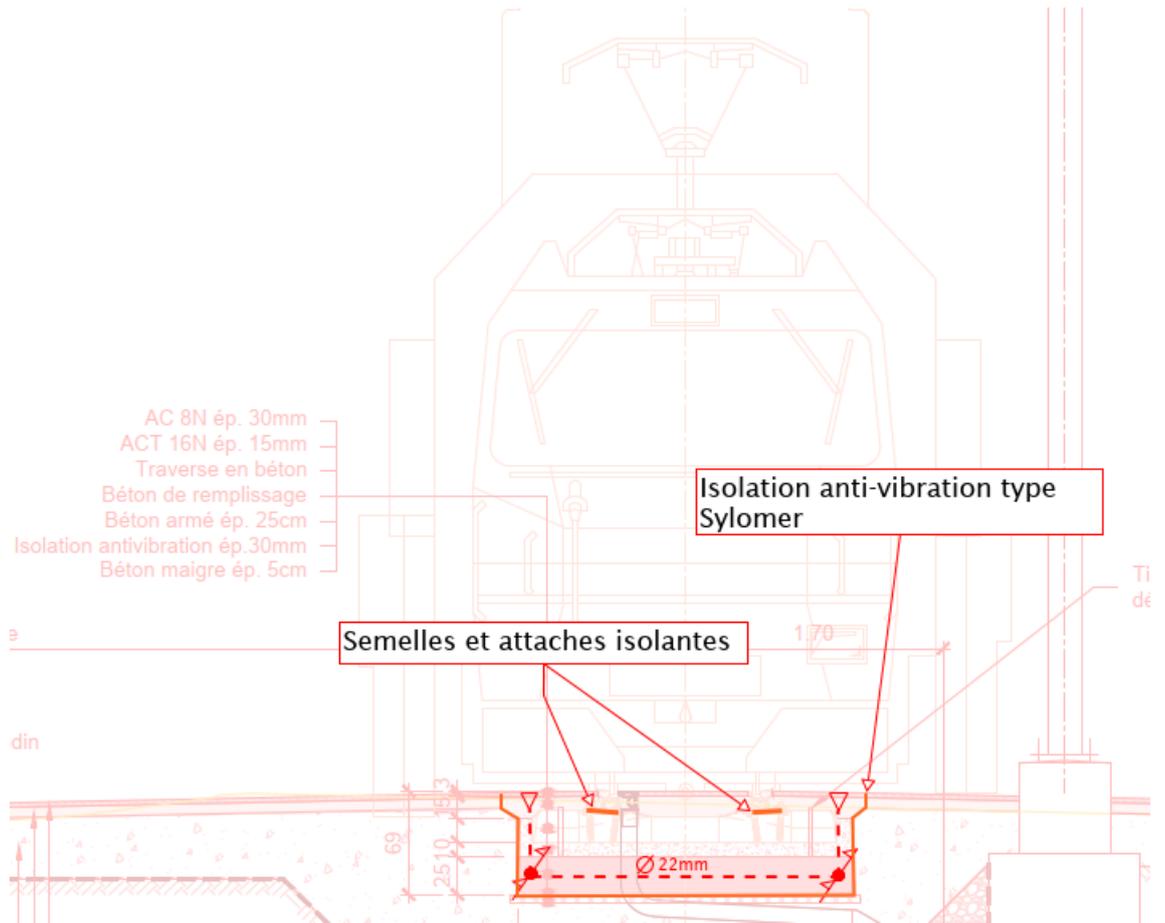


Figure 9: Disposition des barres collectrices dans la voie embétonnée (source : Profils types, pièce 12.3.3 du dossier PAP)

## 6 Contrôles et mesures

### 6.1 INTRODUCTION

---

Les moyens mis en place pour la séparation des terres et pour la protection contre les courants vagabonds doivent faire l'objet de surveillances de chantier lors de leur mise en œuvre, de contrôles visuels ou de mesures.

### 6.2 TYPES DE CONTRÔLES

---

#### 6.2.1 SÉPARATION DES SYSTEMES DE PRISE DE TERRE

---

La séparation des trois systèmes de prise de terre (CRT, TSI, TO) doit être contrôlée par des mesures et des contrôles (C3 [1], art. 22241) :

- à la mise en service;
- au moins tous les 5 ans.

#### 6.2.2 INFLUENCE DES COURANTS VAGABONDS

---

Après la mise en exploitation de l'ouvrage il faut s'assurer par des mesures qu'il n'existe aucune influence inadmissible des courants vagabonds sur les différents ouvrages. Si des influences hors des limites acceptables sont détectées, des mesures correctrices devront être entreprises.

#### 6.2.3 SÉPARATION GALVANIQUE

---

La bonne exécution des séparations galvaniques est primordiale pour permettre un bon fonctionnement des mesures de protection contre les courants vagabonds.

De ce fait, les contrôles suivants doivent être réalisés pour chaque séparation galvanique:

- un contrôle avant bétonnage par des contrôles visuels ainsi que des protocoles de bonne exécution;
- un contrôle à la mise en service par des mesures d'isolations à l'aide d'un appareil de type Fluke 1587 (ou équivalent)

#### 6.2.4 TENSIONS DE CONTACT DANGEREUSES

---

Lors de la mise en service, il faudra contrôler la différence de potentiel entre le CRT et la TO. Si cette différence de potentiel est trop élevée (selon Annexe 4 de l'OICF [9]), un VLD-O sera installé comme protection contre les tensions de contact dangereuses. Les caractéristiques du VLD-O seront déterminées en fonction des résultats des mesures.

Ce VLD sera ensuite contrôlé tous les ans.

### 6.3 RÉSUMÉ DES CONTRÔLES

---

#### 6.3.1 CONTRÔLES LORS DU CHANTIER

---

Le contrôle visuel des joints de séparation galvanique sera réalisé conformément aux exigences présentées dans le chapitre 6.2.3.

### 6.3.2 CONTRÔLES ET MESURES LORS DE LA MISE EN SERVICE

---

Lors de la mise en service, les contrôles suivants doivent être réalisés :

- le contrôle de la séparation entre la TO, le CRT et la TSI ainsi que le contrôle des potentiels de la TO et du CRT (cf. 6.2.1 et 6.2.4);
- l'influence des courants vagabonds sur les ouvrages d'art (cf. 6.2.2) ;
- le contrôle de la séparation au niveau des joints de séparation galvanique (cf. 6.2.3) ;
- la mesure de la différence de potentiel entre le CRT et la TO (cf. 6.2.4).

### 6.3.3 CONTRÔLES ET MESURES PÉRIODIQUES

---

Si un VLD est installé, celui-ci-devra être contrôlé tous les ans (cf. 6.2.4).

Tous les 5 ans, le contrôle de la séparation des trois systèmes de prise de terre (CRT, TSI, TO) doit être réalisé (cf. 6.2.1).