



**AVIS**  
**16 I-I / 2014**

**RGE 712**  
**Installations Fixes de Traction Electrique**  
**Document d'introduction**

**Date** Bruxelles, le 13 juin 2014

---

**Emis par** Direction Infrastructure  
Division I-I.41  
Bureau I-I.401  
Section 53  
Tél. 911/53360  
Fax : 911/52785  
Réf RM/CD  
N° Réf. : 72.1.2.0 / 11 0 0 2

---

**Liste de distribution** Liste type : 41/373

## Cet Avis

---

**Domaine  
d'application**

Cet avis s'applique au RGE 712 (1<sup>ère</sup> publication).

---

**Objectif de  
l'avis**

Document technique simplifié constituant une introduction aux Installations Fixes de Traction Electrique.

---

**Date  
d'application**

15/06/2014.

---

**Raison d'être  
de l'Avis**

Cet avis s'adresse à tous ceux qui désirent les explications de base au sujet de la constitution, du fonctionnement général et de la gestion des **Installations Fixes de Traction Electrique**.

---

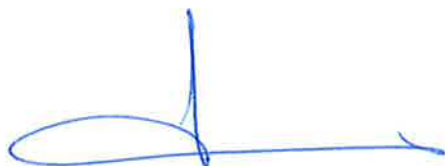
**MARIN**

L'Avis et le RGE se trouvent intégralement sur MARIN.

---

**Signature**

Le Directeur Général Infrastructure



Luc Vansteenkiste

---

**Tableau des suppléments en vigueur à l'avis 16 I-I / 2014**

Numéro du supplément	Numéro et année de l'avis	Objet



*Règlement  
Général  
d'Exploitation*

# **Fascicule 712**

## **Installations Fixes de Traction Electrique**

### **Document d'introduction**

**Livre 7  
Infrastructure**

Le présent document est la propriété d'INFRABEL Direction Infrastructure et contient des informations confidentielles. Ce document ne peut, en aucune manière, être reproduit ou distribué à des tiers, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur d'INFRABEL, sans autorisation écrite du propriétaire (Service).

**Traduction**

---

<b>Traduit par</b>	<b>Révisé par</b>	<b>Signature</b>

**Gestion du document**

---

<b>Gestionnaire (Nom)</b>	<b>Date signature</b>	<b>Signature</b>

**Historique**

---

<b>Version</b>	<b>Auteur (Nom)</b>	<b>Date de publication</b>	<b>Description</b>

---

## Table des matières

---

1. Ce Document .....	5
2. Généralités .....	6
3. Abréviations et symboles .....	8
4. Les Postes Haute Tension de Traction Electrique pour le réseau 3 kV .....	10
4.1. Les Sous-Station de Traction (SST) .....	11
4.1.1. Description générale d'une SST .....	12
4.1.2. Les appareils de coupure .....	14
4.1.3. Les Postes Haute Tension Alternative .....	16
4.1.4. Les Services Auxiliaires .....	17
4.1.5. Les Groupes Transformateur-Redresseur .....	19
4.1.6. La Partie 3 kV à courant continu .....	21
4.2. Les Postes de Sectionnement .....	24
4.3. Les Postes P .....	26
4.4. Commandes des différents postes HT .....	28
5. La Caténaire 3 kV DC .....	31
5.1. Introduction et définition .....	32
5.2. Conditions principales à remplir par la caténaire .....	33
5.2.1. Conditions de fonctionnement électrique .....	34
5.2.2. Conditions de fonctionnement mécanique .....	36
5.2.3. Autres conditions à respecter .....	37
5.3. Considérations techniques spécifiques .....	38
5.3.1. Encombrement de la caténaire .....	39
5.3.2. Portée et flèche dans la caténaire .....	40
5.3.3. L'effet de la température sur la caténaire .....	41
5.3.4. Vitesse de la ligne .....	46
5.3.5. Caractéristiques de la caténaire .....	47
5.4. Présentation des différents types de caténaires 3kV .....	51
5.4.1. Caténaire de type Tramway .....	52
5.4.2. Caténaire à suspension Simple .....	53
5.4.3. Caténaire à suspension Compound (C) .....	55
5.4.4. Caténaire entièrement Régulée (R3-120) .....	57
5.4.5. Comparaison des types de caténaire .....	59
5.4.6. Choix du type de caténaire .....	60
5.4.7. Identification des Poteaux Caténaire .....	61
5.4.8. Mise en Œuvre Spécifique .....	62
6. Le Circuit de Retour – Mise à la Terre .....	66
6.1. Le Circuit de Retour .....	67
6.1.1. Généralités sur le Circuit de Retour .....	68
6.1.2. Constitution du Circuit de Retour .....	69
6.1.3. Problèmes et risques rencontrés en 3 kV DC .....	70
6.2. Circuits de Mise à la terre dans les postes HT .....	76
6.2.1. Circuits de Mise à la terre à l'intérieur d'une Sous-station de traction .....	77
6.2.2. Circuits de Mise à la terre dans les autres postes HT .....	78
6.3. Mise à la terre des structures de et avoisinant la Caténaire .....	79

6.3.1.	Mise à la terre des supports des caténares.....	80
6.3.2.	Mise à la terre des ouvrages d'art métalliques .....	81
6.3.3.	Mise à la terre de diverses structures métalliques .....	82
6.3.4.	Mise à la terre de masses de câbles 3 kV dont les 2 extrémités sont fixées sur une structure raccordée à la terre caténaire .....	84
7.	Les Sectionnements de la caténaire.....	85
7.1.	Le réseau caténaire : sectionnement.....	86
7.2.	Les différents types de sectionnement de la caténaire .....	88
7.2.1.	Les interrupteurs.....	89
7.2.2.	Les sectionneurs .....	91
7.2.3.	Sectionnement à lame d'air .....	92
7.2.4.	Sectionnement à isolateur de section classique.....	93
7.2.5.	Sectionnement à isolateur de section compact.....	94
8.	Le Répartiteur ES et l'exploitation de la caténaire .....	95
8.1.	Le Répartiteur ES (RES) .....	96
8.2.	Intervention du Répartiteur ES en cas d'anomalie dans la caténaire .....	97
8.3.	Mesures générales concernant la protection des caténares .....	98
9.	Les dangers électriques .....	100
10.	Les travaux prévus et imprévus à la caténaire .....	103

---

## 1. Ce Document

---

**Objectif** L'objectif de ce document est la description non-exhaustive des installations fixes de traction électrique en 3 kV. La description des installations 25kV est reprise dans d'autres documents.

---

**Public cible** Ce document est écrit pour un public externe aux services techniques des Sous-Station de traction et Caténares.

---

**Contenu** Ce document couvre les sujets suivants :

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Généralités	6
Abréviations et symboles	8
Les Postes Haute Tension de Traction Electrique pour le réseau 3 kV	10
La Caténaire 3 kV DC	31
Le Circuit de Retour – Mise à la Terre	66
Les Sectionnements de la caténaire	85
Le Répartiteur ES et l'exploitation de la caténaire	96
Les dangers électriques	101
Les travaux prévus et imprévus à la caténaire	104

---

**Pour de plus amples informations** Tous les sujets traités sont détaillés dans d'autres documents (RGEL, PTR,...). Vous trouverez de plus amples informations dans :

- Marin : réglementation ;
- SharePoint : Knowledge base – documentations
- Draw In : plans divers ;
- IntraWeb.

---



## 2. Généralités

### Introduction

Sur les 3500 km environ de lignes ferroviaires exploitées par INFRABEL, 3000 km environ sont électrifiés, ce qui fait de l'énergie électrique la principale source d'alimentation du matériel roulant. Malgré ses avantages considérables, l'énergie électrique présente toutefois un inconvénient majeur: elle est difficile à transporter. L'alimentation doit être répartie tout au long des lignes.

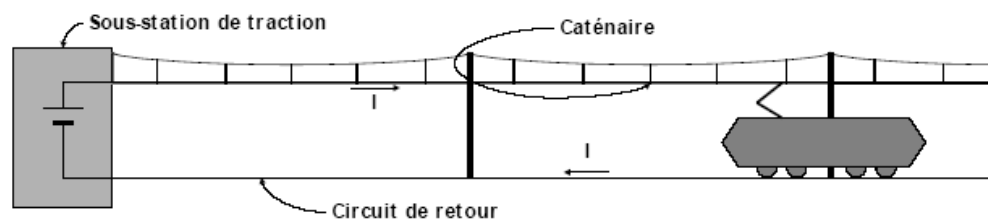
### La traction résumée

Le tableau suivant donne une description sommaire des éléments entrant en jeu dans la traction électrique :

Élément	Fonction
Sous-station de traction et autres postes	Assure la fourniture de l'énergie nécessaire
Ligne de transport d'énergie appelée « caténaire » (ligne de contact)	Achemine le courant aux engins de traction
Engin de traction électrique	Capte l'énergie électrique en tout point de la caténaire pour l'alimentation de la traction et des auxiliaires (chauffage, ...)
Rails	Acheminent le courant de retour à la sous-station de traction

### Schéma de la traction électrique

L'illustration suivante montre un aperçu schématique de la traction électrique :



### Alimentations

Il existe différentes tensions sur le réseau ferroviaire belge qui sont :

- Le 3 kV courant continu (DC), qui constituait la tension la plus adéquate en 1935, lors des premières électrifications du réseau belge. Cette tension est la plus fréquente sur notre réseau.
- Le 25 kV/50Hz (courant alternatif (AC)) notamment sur les lignes LGV (L1, L2, L3 et L4).
- Le 15 kV/16,7 Hz (courant alternatif), qui est uniquement utilisé sur le tronçon Montzen-Frontière de la ligne 24 (Frontière allemande).

*Ce sujet continue page suivante*

## Généralités, Suite

---

**Référence à la documentation réglementaire d'exploitation**

Des descriptions plus détaillées peuvent être trouvées dans le RGE 713 « Installations fixes de traction électrique », ainsi que dans les PTR, WIT, Manuel de montage (MAN 401.002), ... du Service Sous-Station et Caténaires.

---

**A propos de ce document**

Les installations fixes de traction électrique peuvent être réparties en :

- Sous-stations de traction, postes de sectionnement, ... ;
- Les caténaires (lignes de contact) ;
- Les supports caténaires ;
- Circuit de retour et réseau de terre ;
- Sectionnements ;
- Système de télécommande ;
- Le RES et l'exploitation ;
- Les dangers.

Chacun des éléments fera l'objet d'une description dans la suite de ce document.

---

### 3. Abréviations et symboles

#### Introduction

Cette partie du document nous informe sur les différentes abréviations et symboles utilisés dans ce document.

#### Tableau des abréviations

Ce tableau reprend les différentes abréviations utilisées dans le document :




Abréviation	Définition
AC	Courant Alternatif
AT	Terre Caténaire
BT	Basse Tension
Circ	Circulaire
CO	Consigne
DC	Courant Continu
DMR	Dispositif de Mise aux Rails
ECFM	Eclairage, Chauffage et Force Motrice
EN	Encombrement Normal
ER	Encombrement réduit
ET	Equipement Tendeur
HMI	Human-Machine Interface (Interface Homme-Machine)
HT	Haute Tension
IFTE	Installation Fixe de Traction Electrique
JNM	Jonction Nord-Midi
MAN	Manuel
MHT	Mise hors tension
P	Poste Spécial
PA	Poste d'Alimentation
PLC	Contrôleur Logique Programmable
PS	Poste de sectionnement
PTR	Prescription Technique Réglementaire
RES	Répartiteur ES
RGE	Règlement Général d'Exploitation
SST	Sous-Station de Traction
STS	Spécification Technique
TCO	Tableau de Contrôle Optique
TLC	Télécommande
TS	Transformateur de Services auxiliaires
WIT	Instructie de Travail

*Ce sujet continue page suivante*

## Abréviations et symboles, Suite

### Symboles

Ce tableau reprend les différents symboles utilisés dans le document :

Symbole	Signification
	Signale qu'un <b>danger électrique</b> est possible.
	Attire votre attention sur ce point.
	Information non essentielle, à titre informatif seulement.

## 4. Les Postes Haute Tension de Traction Electrique pour le réseau 3 kV

### Définition des postes HT de traction électrique

En fonction de quelques particularités propres à chaque poste HT, on parlera de sous-stations de traction électrique, de postes de sectionnement, de postes d'alimentation, de postes de transformation, de postes de distribution ou de postes auto-transformateurs.

Pour plus de détails concernant ces différences, voir les PTR SST et Caténaires.



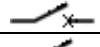
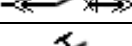
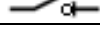
### Postes Compacts

Un poste compact est un type de sous-station ou poste de sectionnement plus récent, « réduit » en terme de volume de bâtiment. Ces principales caractéristiques sont :

- Commandé par un Contrôleur Logique Programmable (PLC) ;
- Dispose d'écrans de visualisation et de commande (HMI) ;
- Pourvus de disjoncteurs débrochables.

### Symboles

Ce tableau montre les appareils les plus utilisés en SST

Symbole	Fonction
	Sectionneur à commande manuelle
	Sectionneur à corne de soufflage
	Disjoncteur
	Disjoncteur débrochable
	Interrupteur télécommandé

### Contenu

Cette partie couvre, de façon non-exhaustive, les sujets suivants :

Sujet	Page
Les Sous-Stations de Traction (SST)	11
Les Postes de Sectionnement	24
Les Postes P	26
Commandes des différents postes HT	28

## 4.1. Les Sous-Station de Traction (SST)

---

**Objectif** L'objectif de ce chapitre, est de décrire les éléments principaux qui constituent la SST.

---

**Contenu** Ce chapitre couvre les sujets suivants :

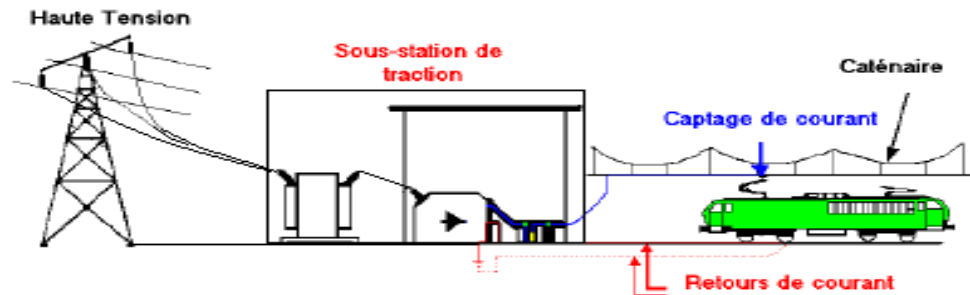
<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Description générale d'une SST	12
Les appareils de coupure	14
Les Postes Haute Tension Alternative	16
Les Services Auxiliaires	17
Les Groupes Transformateur - Redresseur	19
La Partie 3 kV à courant continu	21

---

## 4.1.1. Description générale d'une SST

### Schéma d'une SST

L'illustration schématise une SST :



### Situation des SST

Les SST sont disposées le long des lignes électrifiées en fonction :

- Des nœuds ferroviaires importants ;
- De la densité du trafic sur ces lignes et ;
- Du profil de la ligne.

### Fonctions

Une SST est un poste fixe ou mobile qui a pour fonctions de :

- Transformer la haute tension alternative en une tension compatible avec notre réseau :
  - 3 kV continu sur le réseau classique ;
  - 25 kV alternatif sur les lignes à grande vitesse et certaines autres lignes.
- Assurer l'alimentation des caténaires, via des disjoncteurs et interrupteurs ;
- Fournir les diverses tensions pour les services auxiliaires de la SST ainsi que pour l'éclairage, chauffage et force motrice et la signalisation ;
- Protéger les caténaires, en cas de courts-circuits, surcharges et défauts divers, par l'ouverture rapide de disjoncteurs.

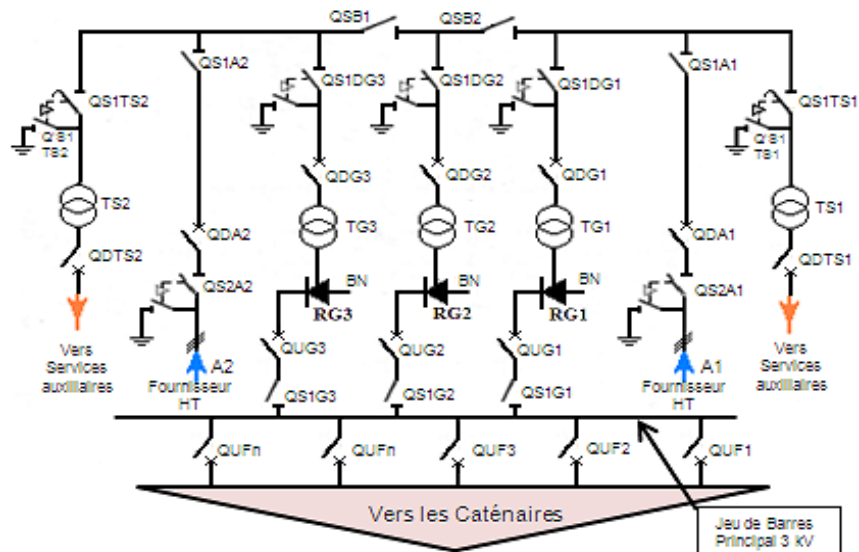
*Ce sujet continue page suivante*

## Description générale d'une SST, Suite

### Schéma de principe unipolaire d'une SST



Ce schéma montre les éléments principaux d'une SST de type grillagé :



Pour plus de détails, voir : Plan 511.001

### Ce qui n'est pas représenté sur le schéma

Sur le schéma de la page précédente, certains éléments importants ne sont pas représentés. Pourtant, ces éléments sont nécessaires au bon fonctionnement de la SST. Il s'agit de :

- Un groupe de charge 110 V avec batteries ;
- Un groupe de charge 48 V avec batteries ;
- Le tableau de commande local d'où peuvent s'effectuer des manœuvres d'ouverture/fermeture ;
- Les systèmes de télécommande qui permettent les manœuvres à distance, depuis un poste de commande centralisé (Répartiteur ES).



## 4.1.2. Les appareils de coupure

### Introduction

Les courts-circuits et les surcharges sont potentiellement dangereux et dommageables aux IFTE, et doivent dès lors être détectés et déclenchés aussi vite que possible. Ce système utilise principalement : les disjoncteurs qui ont une fonction de protection, c'est-à-dire qu'en cas de défaut (p.ex. : court-circuit), ils peuvent ouvrir leurs contacts sous charge. Les sectionneurs = coupure visible, p.ex. pour travailler aux disjoncteurs (fonction d'isolement).

### Arc électrique : formation et extinction automatique

Dès la coupure du courant, un arc électrique prend naissance entre les pôles de l'élément de coupure. Le tableau suivant présente quelques considérations sur l'extinction de l'arc :

Courant	Extinction
Alternatif	La coupure de l'arc électrique se produira au passage du courant électrique par zéro de l'alternance, dans une chambre dite « d'extinction ».
Continu	Un soufflage magnétique force l'arc électrique dans une chambre dite de soufflage, qui divise l'arc et de cette manière l'éteint.

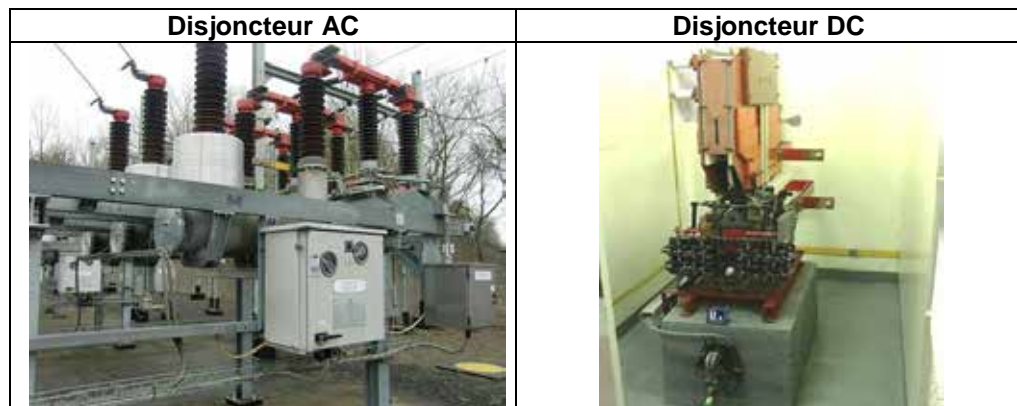
### Le disjoncteur

Il est l'organe :

- de prédilection pour couper un courant de court-circuit ;
- mais il n'assure aucune coupure visible pour le personnel d'entretien ;
- il est donc toujours associé à un ou plusieurs sectionneurs.

### Photos de disjoncteurs

Ces photos montrent des disjoncteurs :



*Ce sujet continue page suivante*

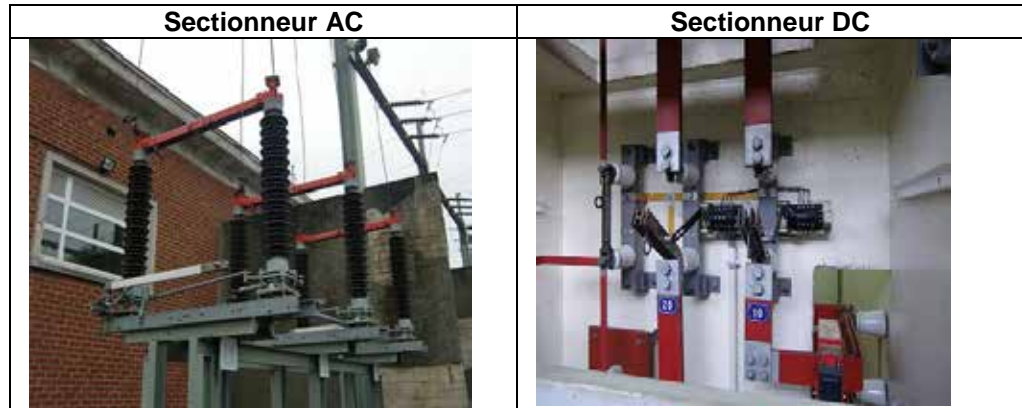
## Les appareils de coupure, Suite

---

**Le sectionneur dans les postes** Il ne sert qu'à assurer une coupure visible du circuit ; contrairement à l'interrupteur, il ne peut pas s'ouvrir sous charge.

---

**Photos de sectionneurs** Ces photos montrent des sectionneurs :



**Sectionneurs et Interrupteurs dans la Caténaire** D'autres types de sectionneurs et d'interrupteurs seront cités plus loin dans le document. Vous trouverez de plus amples informations aux points suivants : [Les interrupteurs](#) et [Les Sectionneurs](#), ainsi que leurs utilisations dans le [RGE713](#).

---

**Remarque** *Attention* : dans les postes compacts, le disjoncteur a pour rôle les fonctions de protection et d'isolement. La fonction d'isolement est assurée en débroschant le disjoncteur.

---

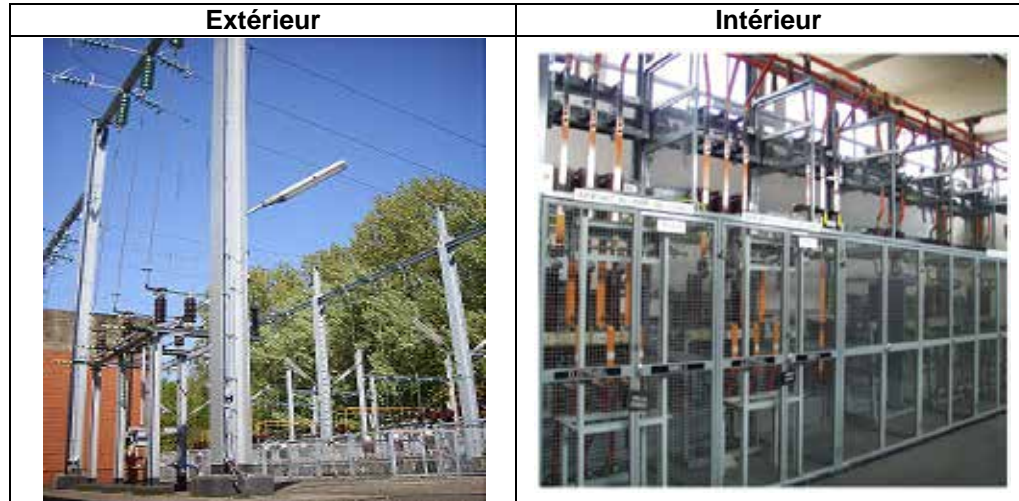
### 4.1.3. Les Postes Haute Tension Alternative

**Tension d'alimentation**

Suivant le niveau de tension disponible du fournisseur, on trouvera des SST que l'on appelle de type : « extérieur » ou « intérieur ». Les tensions peuvent aller de 10 kV à 70 kV (SST 3 kV DC).

**Photos de postes HT**

Les photos illustrent les 2 types de postes HT :



**Les types de postes HT AC**

Comme dit plus haut, il existe plusieurs types de postes HT dont voici :

Type	Alimenté en tension ...	Aménagement
Extérieure	> 36 kV	A ciel ouvert
Intérieure	≤ 36 kV	Dans un bâtiment distinct

**Protection des postes HT AC**

Les parties AC d'une SST sont protégées contre les courts-circuits par différents types de disjoncteurs. Pour la sécurité du personnel, des sectionneurs assurent une coupure visible en cas d'entretien.

## 4.1.4. Les Services Auxiliaires

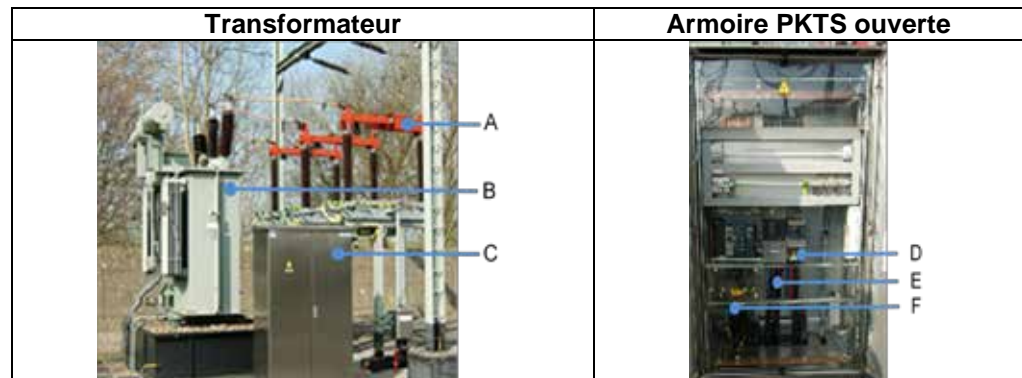
### Introduction

Pour le bon fonctionnement des postes HT, il est nécessaire de disposer également de BT. La HT est transformée en 400 V. Elle est utilisée à différentes fins telles que :

- la manœuvre de disjoncteurs ;
- la charge de batteries de secours ;
- l'éclairage, ...

### Photos services auxiliaires

Ces photos montrent une partie des Services Auxiliaires :



### Dénomination des éléments

Les éléments suivants se trouvent sur les photos ci-dessus :

Lettre	Élément
A	Sectionneur (QS1TSn)
B	Transformateur de Services Auxiliaires
C	Armoire de distributions des Services Auxiliaires (PKTS)
D	Départ vers les services ECFM et Signalisation
E	Départ vers les services SST
F	Arrivée du transformateur de Services Auxiliaires

### Les services auxiliaires

Dans les services auxiliaires de la SST, nous retrouvons notamment :

- Fourniture en 240/400 V AC du poste ainsi que pour d'autres services tels que ECFM, Signalisation ;
- Fourniture du 110 V DC et 48 V DC du poste, via des groupes de charge.

*Ce sujet continue page suivante*

## Les Services Auxiliaires, Suite

### Dans la SST

La tension fournie par les services auxiliaires est principalement utilisée pour :

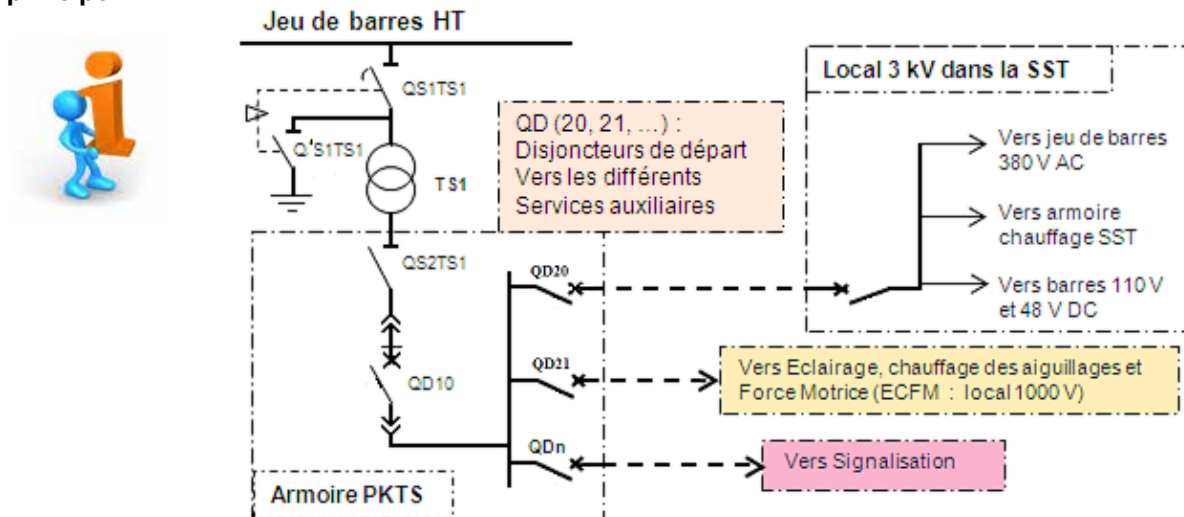
- L'éclairage du poste en 240 V (intérieur & extérieur);
- L'alimentation de l'atelier de travail ;
- L'alimentation de circuits nécessitant le 400 V AC, comme le chauffage d'aiguillage;
- La signalisation et la commande des appareils, comme les disjoncteurs, .. ;
- L'alimentation des batteries de secours.

### Importance du 110 V et 48 V DC

En mode « Local », des appareils tels que des disjoncteurs de feeder sont enclenchés grâce à une tension de 110 V DC. La commande à distance des appareils (via le RES) se fait quant à elle, en 48 V DC. La signalisation se fait également en 48 V DC. Si la tension AC disparaît, les batteries de secours pourront prendre le relais. Elles assureront donc, pendant quelques heures, le maintien des disjoncteurs et leurs signalisations.

### Schéma de principe

Le schéma suivant montre les services auxiliaires principaux dans une SST :



### Commande de la SST

La commande des SST est expliquée dans le chapitre : [Commandes des différents postes](#), ainsi que dans le [RGE 713](#).

## 4.1.5. Les Groupes Transformateur-Redresseur

### Introduction

Cette section décrit chaque élément du Groupe. Le Groupe Transformateur - Redresseur est l'élément charnière entre la partie alternative (Haute Tension AC : HT) et la partie continue (3 kV DC). L'alimentation du Groupe Transformateur - Redresseur se fait via le jeu de barres triphasé du poste HT via un sectionneur, et un disjoncteur.

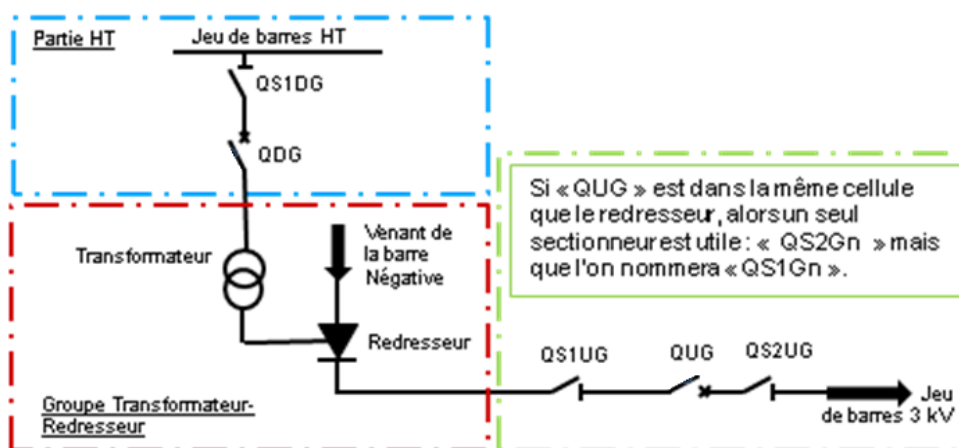
### Principe

- Le transformateur a pour but de transformer la haute tension alternative en une tension plus basse. Il est placé à l'extérieur.
- Le redresseur, quant à lui, a pour but de transformer la tension alternative en une tension continue, nécessaire pour alimenter la caténaire. Il se trouve à l'intérieur du poste 3 kV DC.

### Schéma de principe



Ce schéma montre les différents éléments d'un groupe :



### Photos d'un groupe transformateur-redresseur

Ces photos montrent les différentes parties d'un groupe :



*Ce sujet continue page suivante*

## Les Groupes Transformateur-Redresseur, Suite

### Obtention de la tension redressée

L'obtention de la tension 3 kV DC se déroule de la manière suivante :

Phase	Description
1	Le primaire du transformateur est alimenté, via des câbles, à partir du poste HT AC.
2	Le Transformateur du groupe abaisse la tension AC.
3	Le secondaire du transformateur alimente le Redresseur.
4	Le Redresseur du groupe transforme la tension AC en une tension DC. Cette tension alimente la partie 3 kV DC de la SST.

### Puissance disponible

A titre d'exemple, la puissance d'un groupe est de l'ordre de 4,2 MW à 7 MW. Une SST comporte en général plusieurs (2 à 4) groupes Transformateur-Redresseur. En fonction de la puissance souhaitée pour l'alimentation de la traction électrique, on peut les mettre en parallèle.

### Protections en général

Les groupes sont protégés contre les courts-circuits et les surcharges par des disjoncteurs :

- Un disjoncteur se trouvant dans la partie HT est désigné : « DG » ;
- A la sortie de Redresseur, un disjoncteur se trouvant dans la partie 3 kV est désigné : « UG ».

### Protection côté HT

La protection côté tension alternative est assurée par un disjoncteur de même type que pour les Arrivées. Il déclenche dans les cas suivants :

- Surcharge ou court-circuit du groupe (via des relais de protection) ;
- Défaut au transformateur (Température ou court-circuit interne : Buchholz) ;
- Défaut redresseur (Diodes, Manque ventilation) ;
- Ouverture de la cellule du redresseur ;
- manque de tension 380V des services auxiliaires ;
- Déclenchement du disjoncteur de cathode inter-verrouillé.

*Remarque* : La plupart des déclenchements provoquent le blocage du groupe, cela signifie que le RES ne peut plus manœuvrer le (les) disjoncteur(s) correspondant(s). Une intervention sur place du personnel SST est nécessaire dans ce cas.

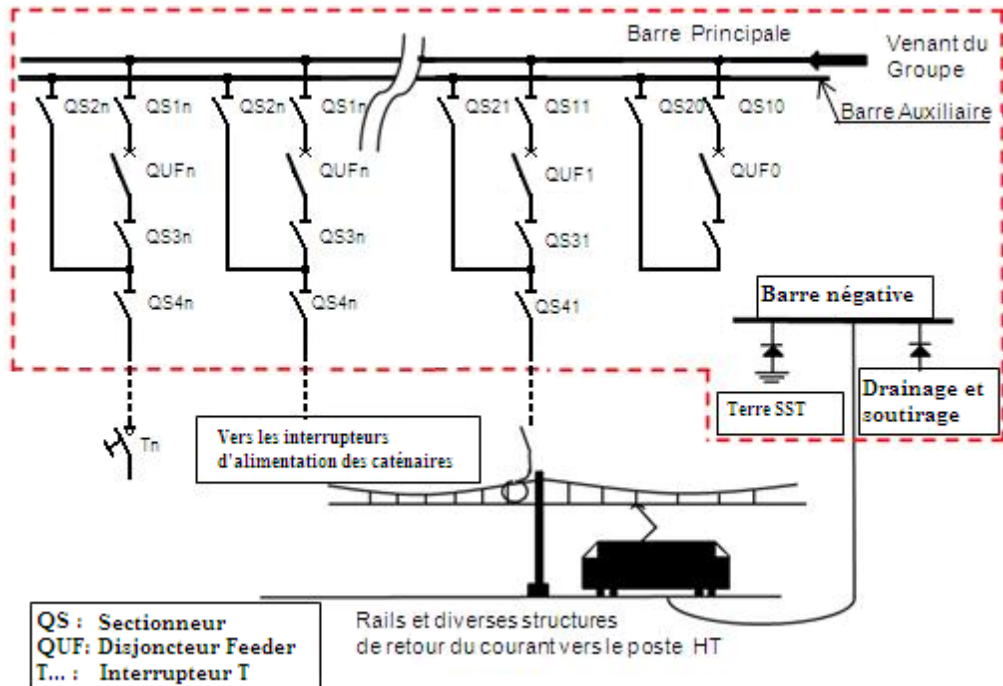
## 4.1.6. La Partie 3 kV à courant continu

### Principe

Le redresseur de chaque groupe est raccordé à la barre principale via le disjoncteur de cathode. Ceci afin de distribuer la tension sur tous les disjoncteurs de feeder (QUF) qui alimentent les caténaires.

### Schéma

Ce schéma montre la partie 3 kV DC d'une SST de type grillagé :



### Equipements

La partie 3 kV DC est composée :

- de redresseurs (Voir schéma de Groupe Transformateur-Redresseur) ;
- de disjoncteurs de cathode (Voir schéma de Groupe Transformateur-Redresseur);
- de jeu(x) de barre(s) (en poste Compact, une seule barre) ;
- de disjoncteurs de feeder ;
- de sectionneurs ;
- d'un circuit de retour (Voir plus loin : " [Généralités sur le Circuit de Retour](#) " et dans le [RGE 713](#) pour les risques qui y sont liés).

### Le disjoncteur de Cathode

Le disjoncteur de cathode alimente le jeu de barres 3 kV qui permet l'alimentation des caténaires via des disjoncteurs de feeder. Il a pour fonction de protéger le redresseur de groupe.

*Ce sujet continue page suivante*



## La Partie 3 kV à courant continu, Suite

### Le disjoncteur de feeder

Le disjoncteur de feeder alimente, en 3 kV DC, un secteur de caténaire. (Voir plus loin : Le réseau caténaire : sectionnement). Il a pour fonction de protéger les caténaires contre les surcharges et courts-circuits. Il y a généralement un deuxième point d'alimentation de la caténaire :

Soit un poste de sectionnement adjacent,  
Soit une autre sous-station de traction avoisinante.

Remarque : il existe néanmoins des tronçons n'ayant qu'un point d'alimentation, alimentation dite « en antenne », par un disjoncteur « local ».

### Déclenchement

Les disjoncteurs de Feeder (QUF) déclenchent spontanément pour les raisons suivantes :

- Suite à une surcharge ;
- Suite à un court-circuit ;

Si ..... déclenchement ...	Alors le disjoncteur de Feeder ...
Premier	Se réenclenche automatiquement.
3 s après le réenclenchement, deuxième	Se réenclenche automatiquement.
endéans les 3 s, après réenclenchement, il y a un deuxième	Déclenche et <b>bloque</b> . ⊖ Une action du RES est alors nécessaire.

### Enclenchement

Dans les SST récentes, lors de l'enclenchement d'un disjoncteur de feeder, pour certains disjoncteurs, un test de ligne est effectué. Ce test a pour but de vérifier que la caténaire est électriquement « saine » (pas de défaut). Si le défaut est persistant, le disjoncteur ne s'enclenche pas.

Pour les disjoncteurs d'ancienne génération, ce test n'existe pas. S'il y a un défaut persistant en ligne, le disjoncteur déclenche immédiatement.

Remarque : En situation normale d'exploitation, les disjoncteurs de feeder sont toujours enclenchés.

### Les types de disjoncteurs

Il existe 2 catégories de disjoncteur en 3 kV :

Catégorie	Caractéristiques
DUR : Ultra rapide	· Déclenche en +/- 15 à 30 ms
DHR : Hyper Rapide	· Déclenche en +/- 2 à 4 ms

*Ce sujet continue page suivante*

## La Partie 3 kV à courant continu, Suite

---

### Equipement

Les disjoncteurs sont installés :

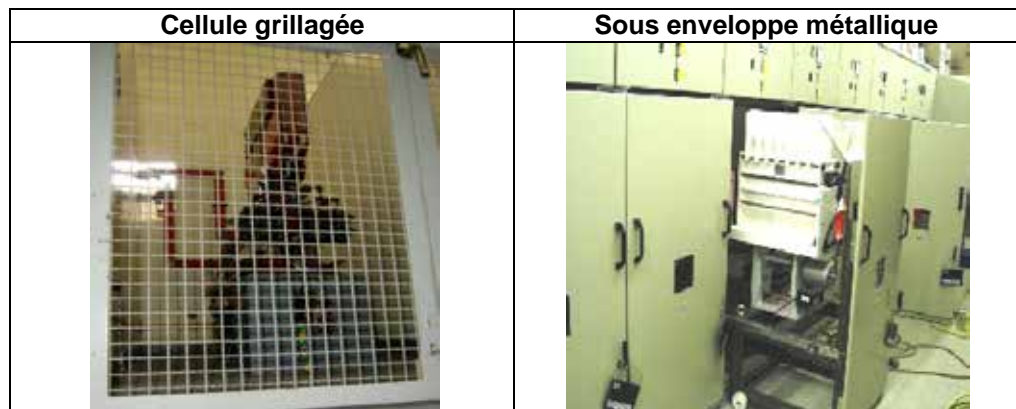
- Soit dans des cellules en béton grillagées ;
- Soit dans des postes sous enveloppe métallique (postes compacts).

Dans le cas des postes compacts, la barre auxiliaire et les sectionneurs sont superflus. Les cellules sont réduites en dimensions et sont réalisées en matériau isolant.

---

### Photos de disjoncteurs

Les photos suivantes illustrent différents types de disjoncteurs 3 kV :



## 4.2. Les Postes de Sectionnement

### Emplacement des PS

Si la distance entre deux SST est trop importante, on installe un PS à +/- mi-distance et ce au droit d'un sectionnement des caténaires en voies principales. Il peut cependant être installé à tout endroit nécessaire à une bonne exploitation de réseau (bifurcation).

### Rôle des PS

Dans un PS, les caténaires sont mises en parallèle par l'intermédiaire de disjoncteurs (QUS) pour redistribuer l'énergie électrique sur ces caténaires.

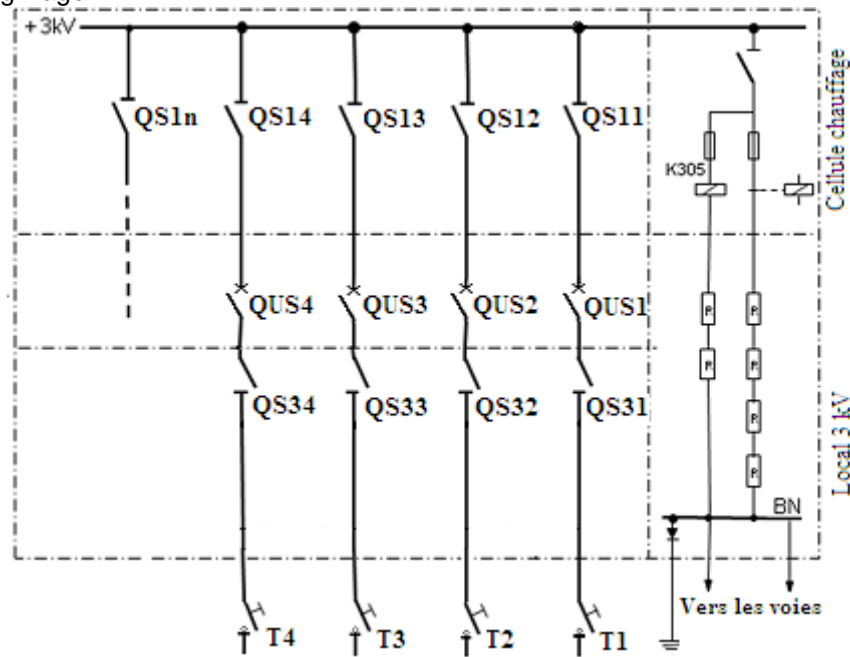
Ceci a pour avantages :

- une diminution des chutes de tension sur la caténaire ;
- une limitation de la distance de ligne tombant hors tension en cas de court-circuit ;
- et donc une limitation des perturbations sur le trafic.

Éventuellement, des voies locales de gares ou des culs-de-sac, peuvent être alimentés par un disjoncteur (QUP) spécial dit « local ».

### Schéma

Ce schéma montre les éléments principaux d'un Poste de Sectionnement de type grillagé :



*Ce sujet continue page suivante*

## Les Postes de Sectionnement, Suite

### Equipements



Ce tableau montre les éléments principaux constitutifs d'un PS :

<b>En 3 kV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· La barre 3 kV ;</li> <li>· Les disjoncteurs de Feeder ;</li> <li>· La barre négative (circuit de retour).</li> </ul>
<b>Services auxiliaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Alimentation en 240/400 V par le fournisseur d'énergie : raccordement « local » BT ;</li> <li>· Un groupe de charge batteries 110 V DC ;</li> <li>· Un groupe de charge batteries 48 V DC.</li> </ul>

### Types de disjoncteur en PS



Dans un PS, il y a deux types de fonctionnement pour un disjoncteur. On dit alors qu'il s'agit d'un disjoncteur :

- Feeder (QUS) alimente la caténaire ;
- Primaire (QUP) alimente la caténaire (voies locales), en antenne, en cul-de-sac ou entre deux PS. Il fonctionne comme un disjoncteur de sous-station.

### Fonctionnement des disjoncteurs dans un PS



Les SST encadrant le PS alimentent la caténaire. On teste d'abord la présence du 3 kV sur la caténaire. Si la présence de tension 3 kV est détectée, l'enclenchement normal du disjoncteur de feeder se fait en mode dit "sur caténaire". Si par contre la tension n'est pas détectée, l'enclenchement en mode "caténaire" est impossible.

Toutefois, si la caténaire est saine, il est alors possible d'enclencher sur un autre mode dit "sur barre". Dans ce cas, le disjoncteur de feeder fonctionne comme un disjoncteur primaire (un disjoncteur de SST).

Les disjoncteurs peuvent déclencher :

- Soit sur commande : le disjoncteur est déclenché par le Répartiteur ES ou par un agent habilité avec accord du Répartiteur ES;
- Soit suite à un défaut : lorsqu'un disjoncteur en SST et en PS déclenche, la tension sur la caténaire disparaît. Dès lors, le disjoncteur de PS, s'il a été enclenché en mode "sur caténaire", déclenche par manque de tension. Dans ce cas, le disjoncteur se réenclenchera automatiquement dès le retour de la tension sur la caténaire. On dit qu'il est dépendant de son vis-à-vis en SST. En cas d'enclenchement en mode "sur barre", il n'y a pas de réenclenchement automatique.

### Commande du PS

La commande du PS est expliquée plus loin voir : [Commandes des différents postes.](#)

## 4.3. Les Postes P

### Modes d'alimentation particuliers

Dans des situations particulières, il existe d'autres modes d'alimentation de la caténaire, notamment le Poste spécial (Poste P).

En ce qui concerne la description des PA, vu le nombre restreint, veuillez vous référer aux divers documents se trouvant sur l'intraweb.

### Définition

Un poste P est un poste de dérivation entre deux SST qui a pour objectif d'alimenter la caténaire dans des endroits (JNM) où il est pratiquement (techniquement) impossible de monter des interrupteurs d'alimentation (T).

### Description

La continuité entre les deux SST est assurée par des sectionneurs installés dans ces postes. A chaque poste P, la tension est transmise aux différentes caténaires via des contacteurs débrochables. Ces contacteurs débrochables remplacent les interrupteurs d'alimentation (T).

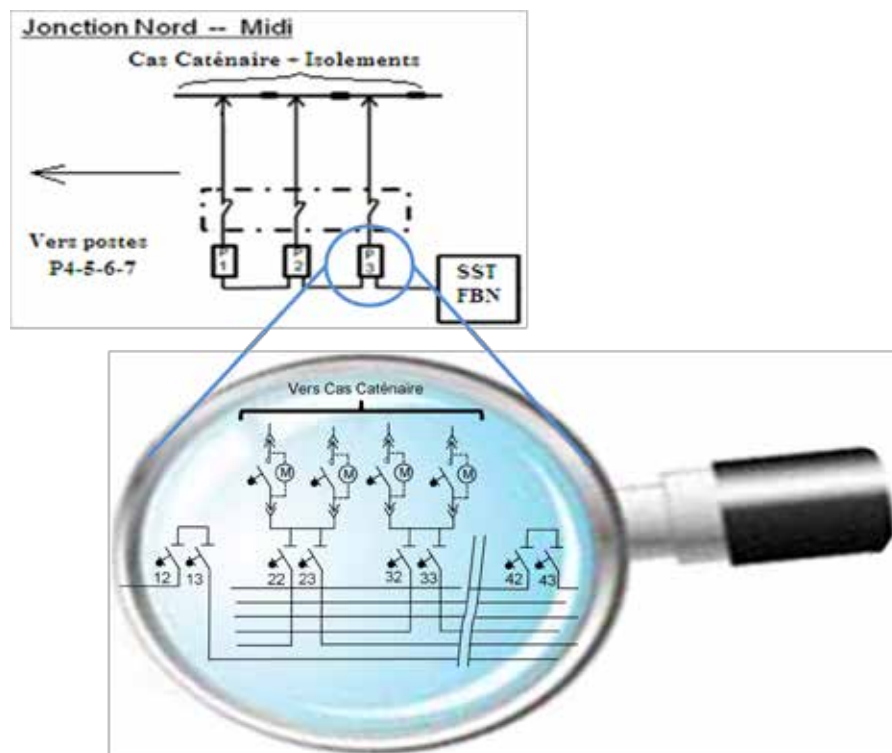
### Rôle

- Assurer une meilleure sélectivité dans les grandes gares qui sont pourvues de postes P;
- Réduire les perturbations d'exploitation des voies principales en cas de défaut aux caténaires alimentées par ce poste.

### Schéma de principe



Ce schéma montre le principe de raccordement des Postes P de la JNM :



*Ce sujet continue page suivante*

## Les Postes P, Suite

---

### Intérieur

Cette photo montre l'intérieur du poste :



### Commande

La commande des postes P est expliquée ci-après : [Commandes des différents postes.](#)

---

## 4.4. Commandes des différents postes HT

### Introduction

Toute manœuvre d'appareils, dans les sous-stations de traction ainsi que les différents postes HT permettant l'alimentation de la caténaire, peut être réalisée de trois façons distinctes :

- A distance par le Répartiteur ES (Télécommande) voir plus loin :  
Le Répartiteur ES et l'exploitation de la caténaire ;
- Commande à partir du tableau de commande dans le poste ;
- Commande à pied d'œuvre :
  - Par bouton poussoir,
  - Par manivelle.

### Type de commande : résumé

Il existe 3 types de commande : Télécommande, commande à distance et commande à pied d'œuvre.

Qui	Quoi	Dans quels cas
RES	<b><u>Appareils dans les postes et en ligne :</u></b> - <u>Télécommande</u> via le poste chef.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Exploitation normale;</li> <li>· travaux;</li> <li>· avaries.</li> </ul>
Agents SST et Caténaires	<b><u>Appareils dans les postes :</u></b> En mode local : - soit à partir du tableau de commande locale du poste ou à partir du HMI; - soit à pied d'œuvre via les boutons poussoirs de la face avant de la cellule (installations plus récentes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Problème télécommande ;</li> <li>· Application fiche de travail.</li> </ul>
	<b><u>Appareils en ligne :</u></b> - soit commande à distance (HMI ou bouton poussoir) ; - soit commande manuelle à pied d'œuvre.	
Agents Infrabel ayant reçu formation nécessaire	<b><u>Appareils en ligne :</u></b> - commande manuelle à pied d'œuvre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Problème télécommande ;</li> <li>· Instruction locale spécifique.</li> </ul>
Agents des Entreprises Ferroviaires	<b><u>Sectionneurs manuels (faisceau, atelier...) :</u></b> - commande manuelle à pied d'œuvre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Instruction spéciale</li> </ul>

*Ce sujet continue page suivante*

## Commandes des différents postes HT, Suite

### Exploitation électrique

Pour tous les postes HT alimentant les caténaires, l'exploitation normale se fait à distance par le Répartiteur ES via un système de commande à distance. Les tâches assignées au Répartiteur ES sont décrites dans le RGE713 et les PTR Organisation des postes Répartiteur ES.

*Remarque* : Aucun appareil ne peut être manœuvré sans l'accord du RES.

### Interrupteur « Local-Distance » dans le poste

Lorsque l'interrupteur est mis en mode "local" par l'agent habilité :

- Les télécommandes à distance par le RES sont rendues impossibles ;
- Les signalisations sont maintenues au Répartiteur ES.




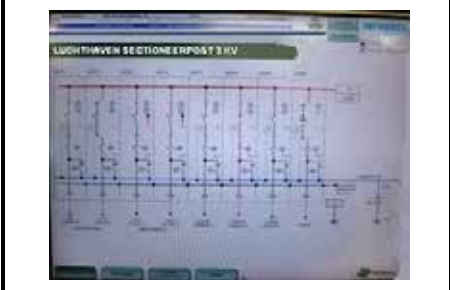
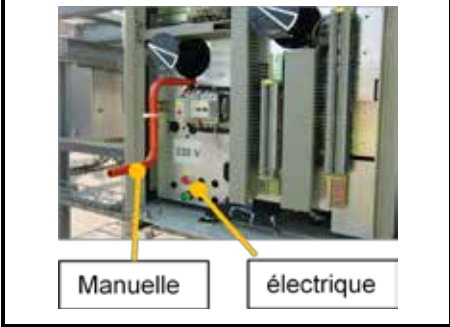

*Ce sujet continue page suivante*



## Commandes des différents postes HT, Suite

**Photos des postes de commandes**

Photos représentant le poste de commande suivant le type de commande :

Type de commande	Photo
<p>En Local :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Le tableau de commande</li> <li>· HMI</li> <li>· A pied d'œuvre sur la cellule</li> </ul>	   <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Manuelle</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">électrique</div> </div>
<p>À Distance</p>	

## 5. La Caténaire 3 kV DC

---

**Objectif** Description sommaire de la caténaire, des conditions de fonctionnement général, des différents types et montage des caténaires.

---

**Contenu** Cette partie couvre les sujets suivants :

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Introduction et définition	32
Conditions principales à remplir par la caténaire	33
Considérations techniques spécifiques	38
Présentation des différents types de caténaires 3kV	51

---

## 5.1. Introduction et définition

---

### **Introduction**

La fonction d'une caténaire est d'amener l'énergie électrique de la SST aux engins de traction se trouvant sur les voies, ceci via les différents postes HT de la traction électrique.

---

### **Définition de la caténaire**

C'est l'ensemble des fils et câbles qui servent au transport de l'énergie et permettent le captage du courant électrique par les pantographes des engins de traction électrique. On retrouve, parfois, dans d'autres documents, l'appellation : « lignes de contact ».

---

## 5.2. Conditions principales à remplir par la caténaire

### Conditions à remplir

Chaque caténaire doit répondre aux exigences principales suivantes :

- Transporter l'énergie à grande distance sans chute de tension exagérée.
- Assurer un captage du courant électrique convenable.

### Qualités électro-mécaniques



Ce tableau donne les principaux critères électromécaniques pour un captage de l'énergie optimum.

Qualités	Critères
Electriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Echauffement par effet Joule réduit</li> <li>· Chute de tension acceptable</li> <li>· Bonne conductibilité</li> </ul>
Mécaniques	<p>Un glissement régulier des pantographes sans choc ni décollement, quelles que soient :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Les conditions locales (courbes, appareils de voies, ouvrages d'art, sectionnement ...) ; et</li> <li>· Les circonstances (vitesse des véhicules, vent, température ...)</li> </ul>

### Contenu

Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Conditions de fonctionnement électrique	34
Conditions de fonctionnement mécanique	36
Autres conditions à respecter	37

## 5.2.1. Conditions de fonctionnement électrique

### Principe

Lors de l'acheminement de l'énergie électrique, via la caténaire, les chutes de tension doivent être les plus faibles possibles.

### Schéma de principe

Le schéma suivant modélise le transport de l'énergie électrique de la sous-station de traction jusque l'engin de traction :



### Pertes responsables de la chute de tension au pantographe

Voici une liste non-exhaustive des pertes de l'énergie.

- Pertes dans la sous-station de traction
- Pertes dans la caténaire (résistance de la caténaire)
- Pertes dans le circuit de retour

### Justification

Un train a besoin d'une puissance déterminée. Le courant électrique qu'il capte sur la caténaire dépend de la tension électrique mise à sa disposition sur cette caténaire. La tension électrique présente au pantographe du train n'est pas la même que celle sur la caténaire au droit de la sous-station de traction. Il faut donc utiliser les moyens disponibles pour réduire au maximum ces pertes.

### Captage efficace

Plusieurs moyens peuvent être envisagés et/ou mis en œuvre pour assurer un captage de courant efficace à grande vitesse et minimiser les pertes.

- L'utilisation de 2 fils de contact pour obtenir une surface de contact suffisante;
- L'augmentation de la tension qui entraîne, à puissance égale, un courant capté moins important.

*Ce sujet continue page suivante*

## Conditions de fonctionnement électrique, Suite

### Captage efficace, suite

Le tableau suivant donne un aperçu de ce qu'il y a lieu de faire pour minimiser les pertes dans la caténaire.

Il importe de ...	Grâce à l'utilisation de ...
Réduire la résistance du circuit	Caténaire et circuit de retour de très bonne conductibilité.
Réduire le courant capté	Tension plus élevée à puissance égale, entraîne un courant capté plus faible.

### Tensions d'alimentation sur le réseau caténaire

Ce tableau nous montre les tensions électriques disponibles sur notre réseau caténaire :

Tension	Remarques
3 kV DC (Continu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Premières électrifications sur le réseau belge ;</li> <li>· Possibilités technologiques étaient telles que le 3 kV constituait la meilleure solution.</li> </ul>
15 kV AC (Alternatif)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Offre +/- les avantages du 25 kV.</li> </ul>
25 kV AC (Alternatif)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Offre plus d'avantages, tant techniques que financiers, aujourd'hui.</li> </ul>

### Lignes et situations

Lignes en	Action
3 kV	La plus grande partie du réseau belge actuel.
15 kV	La Ligne 24 : Montzen - Frontière allemande.
25 kV	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ligne 1 : Lembeek – frontière française vers Lille (300km/h)</li> <li>· Ligne 2: Bierbeek – Ans (300km/h);</li> <li>· Ligne 3 : Chenée – Raeren ;</li> <li>· Ligne 4 : Noorderdokken – Amsterdam.</li> </ul>

## 5.2.2. Conditions de fonctionnement mécanique

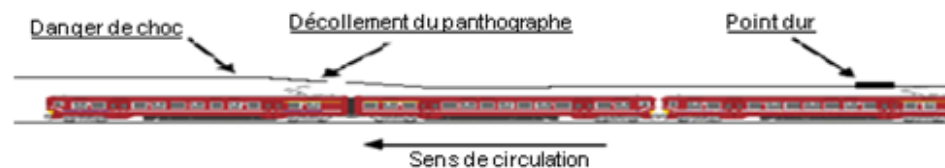
### Principe

Pour répondre aux exigences d'un bon captage du courant et donc de présenter de bonnes propriétés dynamiques, les fils de contact doivent :

- Demeurer au-dessus du frotteur du pantographe ;
- En assurer, tant que possible, une usure uniforme ;
- Avoir une flèche optimale des fils de contact (Voir plus loin : Portée et flèche dans la caténaire) ;
- Suite aux variations, inévitables (sauf sur lgv), du niveau du plan de contact, permettre aux pantographes de rester en contact même à grande vitesse.

### Illustration

L'illustration suivante explique les notions de décollement et de choc du pantographe :



### Problèmes possibles

Un soulèvement ou un abaissement soudain du plan de contact peut occasionner un décollement du pantographe et/ou un choc à celui-ci dû à un point dur.

### Moyens pour un captage optimal

Pour assurer un captage optimal, voici quelques moyens utilisés :

- Utilisation de pantographes avec frotteurs adéquats ;
- Suspension de la caténaire permettant un glissement des pantographes sans choc ni décollement ;
- Tension mécanique suffisante;

Pour les points concernant la suspension de la caténaire et pour la tension mécanique voir plus loin Présentation des différents types de caténaires 3kV

Chaque connexion et point de suspension entre le(s) fil(s) de contact et d'autres éléments techniques de la caténaire, peut constituer un point dur ; et donc provoquer des chocs aux caténaires comme aux pantographes.

## 5.2.3. Autres conditions à respecter

### Principe

La caténaire doit répondre à des exigences supplémentaires :

- Sécurité des voyageurs et du personnel ;
- Visibilité suffisante de la signalisation ;
- Densité du trafic sur les lignes électrifiées ;
- Facilité de montage et de réglage.

Ces exigences seront vues partiellement dans ce fascicule.

### Comment assurer ces exigences ?

Pour répondre à chaque exigence, les différents services vont s'assurer de :

Exigence ...	Ce qui doit être fait ...
Sécurité	Utiliser des matériaux et des équipements appropriés qui assurent la sécurité des voyageurs et du personnel.
Visibilité de la signalisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Respecter les distances entre poteaux et rails</li> <li>· Support caténaire servant aussi comme portique à signaux pour tête de faisceau ou sortie de certaines gares.</li> </ul>
Densité du trafic	<p>Sectionner électriquement la caténaire en tronçons pouvant être mises isolément hors tension sans :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Faire obstacle au passage du pantographe ;</li> <li>· Qu'il n'y ait interruption dans le captage de courant.</li> </ul>
Facilité de montage et de réglage	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sectionner mécaniquement la caténaire ;</li> <li>· Les ancrages mécaniques ne doivent pas forcément correspondre aux sectionnements électriques.</li> </ul>



## 5.3. Considérations techniques spécifiques

---

### Introduction

En plus des conditions principales, certaines considérations techniques spécifiques sont à prendre en compte lors du choix du type de caténaire à placer. Les considérations principales sont :

- L'encombrement ;
  - La portée ;
  - La flèche ;
  - L'effet de la température ;
  - La vitesse de la ligne.
- 

### Différents types de caténaire

Plusieurs types de caténaire existent. En voici un aperçu :

- A suspension Tramway (T1, T2) ;
- A suspension Simple (S1, S2 et S3) ;
- Compound (C) ;
- Entièrement Régulée (R3).

Remarque : Pour le 25 kV AC, la caténaire utilisée est la caténaire R1.

---

### Contenu

Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Encombrement de la caténaire	39
Portée et flèche dans la caténaire	40
L'effet de la température sur la caténaire	41
Vitesse de la ligne	46
Caractéristiques de la caténaire	47

---

## 5.3.1. Encombrement de la caténaire

---

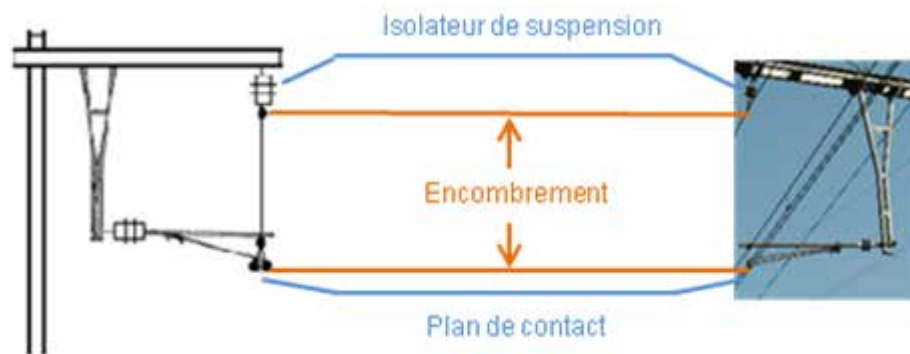
**Définition** L'encombrement d'une caténaire est la distance entre le point de suspension de la caténaire et le plan de contact de cette caténaire, autrement dit la distance entre le porteur principal et les fils de contact à hauteur de la suspension.

L'encombrement normal (EN) en Caténaire Compound est de : 1,65 m.

Voir : Manuel de montage.

---

**Schéma** Cette illustration montre ce qu'est l'encombrement de la caténaire.



**Différents encombrements** Dans certains endroits, lorsque l'encombrement normal ne peut être appliqué, un encombrement dit « réduit » (ER) est mis en place.

---

### 5.3.2. Portée et flèche dans la caténaire

---

**Portée**

La portée (a) est la distance entre deux suspensions. Elle dépend du type de caténaire. En effet, suivant le type, elle peut varier. Bien entendu, il y a un maximum pour chaque type de caténaire. Cela permet de maintenir de bonnes conditions de captage.

Voir : Manuel de montage.

---

**Flèche**

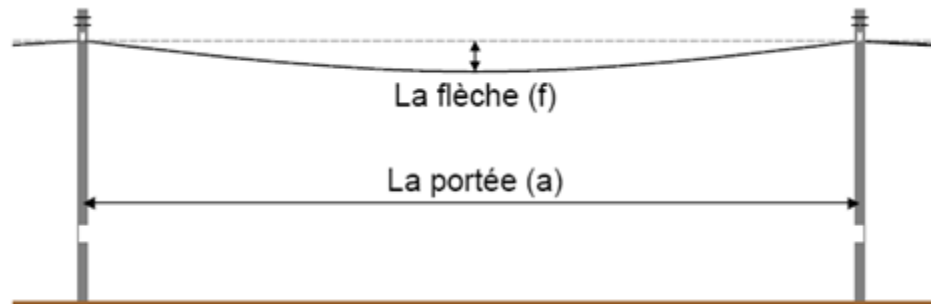
La flèche (f) est le déplacement maximal vertical d'un fil en son milieu sous son propre poids par rapport à l'horizontale.

Facteurs influençant la flèche :

- Plus la portée (a) est grande, plus la flèche (f) est importante ;
  - La tension mécanique dans le câble est également déterminante ;
  - Les conditions météorologiques (vent, température ...)
- 

**Schéma**

Cette illustration simplifiée nous précise ce que sont la portée et la flèche :



### 5.3.3. L'effet de la température sur la caténaire

**Effets divers**

La température influence la flèche de la caténaire, sauf pour la R3 qui est entièrement régulée.

Si la température ...	Alors les fils de contact ...
Augmente	se dilatent Ø flèche plus importante Ø ondulation de la caténaire Ø les pendules s'inclinent (caténaire S)
Diminue	Se rétractent Ø flèche moins importante Ø le plan de contact remonte

**Principe de fonctionnement de l'Equipement Tendeur**

Pour remédier à ce problème dans les caténaires Simples, Compound et Régulées, on utilisera un système appelé : « Equipement Tendeur ».

**Ancrage régulé versus fixe**

L'appareil tendeur fournit un ancrage régulé, grâce auquel le fil de contact peut se dilater librement sous l'effet de la température, tout en gardant une tension mécanique constante. Cela contrairement à l'ancrage fixe, qui provoquerait une diminution ou une augmentation de tension mécanique.

**Types d'appareils tendeurs**



Il existe plusieurs types d'appareil tendeur en fonction du type de caténaire.

Type	Utilisé pour caténaires ...
Appareil Tendeur classique (1/4)	S et C
Appareil Tendeur à mofles (1/5)	Surtout pour la R3
A Ressort	Là où le $\Delta t$ est limité, dans les tunnels pour tous les types de caténaires : S, C, R3, R1.

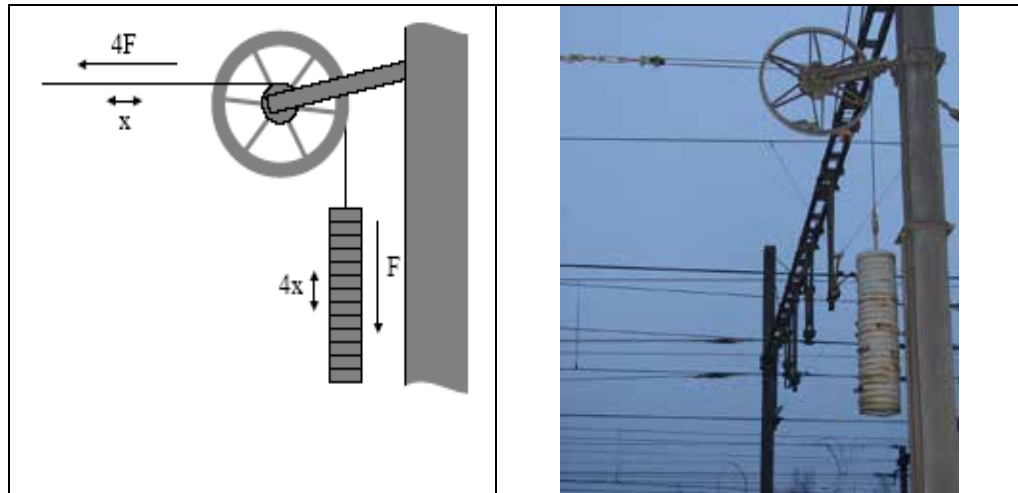
### 5.3.3.1.Appareil Tendeur classique

#### Introduction

Ce dispositif est principalement utilisé dans les caténaires S et C. En règle générale, on en place un à chaque ancrage du fil de contact. Le dispositif permet de compenser des variations de température allant de  $-15^{\circ}\text{C}$  à  $+45^{\circ}\text{C}$ , en maintenant la tension mécanique dans les fils de contact indépendante de la température.

#### Schéma et photo

L'illustration suivante montre la constitution de l'appareil tendeur classique. La photo de droite, nous montre un appareil et le début de l'ancrage.



*Remarque* : Le rapport de diamètre est de 1 à 4.

#### Point fixe dans la caténaire

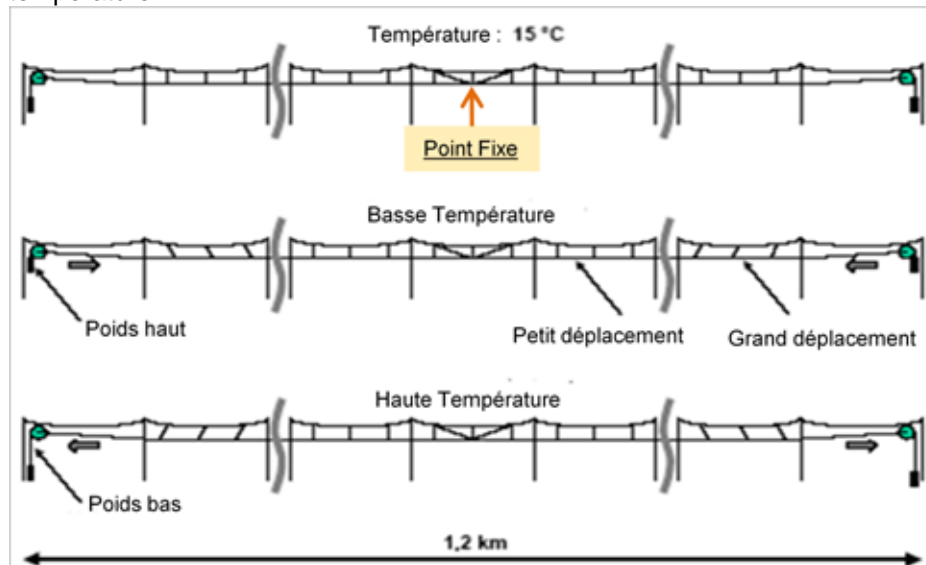
Un point fixe est situé au centre de l'équipement tendeur de la caténaire. Il empêche que les fils de contact ne glissent complètement dans un sens ou dans l'autre. C'est à partir du point fixe que les fils et les porteurs peuvent commencer à se dilater ou à se rétracter.

*Ce sujet continue page suivante*

## Appareil Tendeur classique, Suite

### Illustration des déplacements des fils de contact

L'illustration suivante montre l'utilité du point fixe lors d'un changement de température



*Remarque* : Les fils de contact peuvent se déplacer l'un par rapport à l'autre grâce à leur suspension au câble porteur par des pendules indépendants (sauf T2 et S2).

### 5.3.3.2.Appareil Tendeur à moufles

#### Introduction

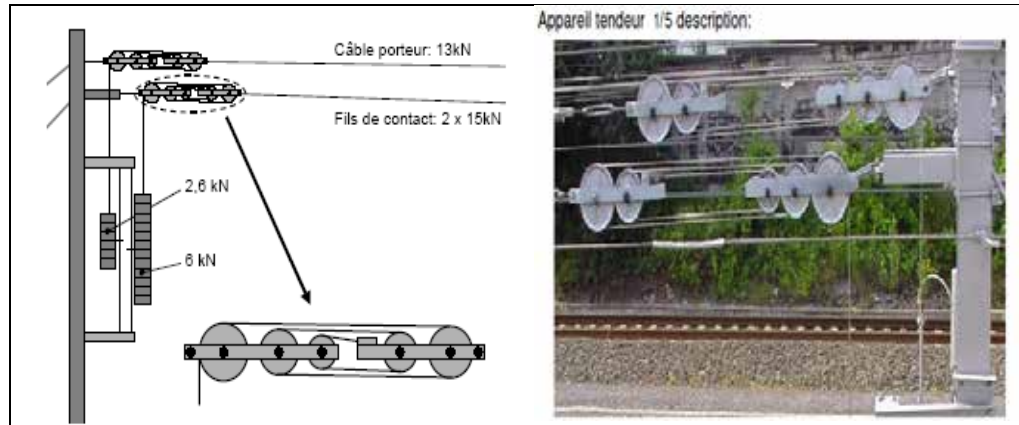
Ce dispositif est principalement utilisé dans la caténaire entièrement régulée.

#### Effet de la température

Dans le cas de la caténaire R3, le câble porteur est également régulé. De cette manière, cette caténaire est complètement indépendante de la température du fait que les points de suspension se déplacent également.

#### Illustration et photo

L'illustration suivante montre la constitution de l'appareil tendeur à moufles :



### 5.3.3.3.Appareil tendeur à ressorts

---

**Introduction**

Ce dispositif est utilisé dans les tunnels. Ce système ne nécessitant pas l'usage de contrepoids encombrants, il peut être placé plus facilement qu'un appareil tendeur classique ou à moufles.

---

**Effet de la température**

Dans les tunnels, la différence de température se fait moins ressentir. La température y est +/- constante.

---

**Photo**

Illustration de l'appareil tendeur à ressort





### 5.3.4. Vitesse de la ligne

---

**Définition**

La vitesse de la ligne détermine le type de caténaire à implanter. En effet, suivant la vitesse que l'on veut pratiquer sur la ligne, il faudra adapter le type de caténaire en tenant compte de la régularité de captage et de la puissance nécessaire pour atteindre cette vitesse. Les spécificités de chaque type permettent de déterminer le plus adéquat pour chaque cas.

---

### 5.3.5. Caractéristiques de la caténaire

---

**Introduction** Pour pouvoir installer une caténaire, il faut des supports mécaniques et respecter certaines règles.

---

**Contenu** Cette section couvre les sujets suivants :

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Supports et fixations de la caténaire	48
Hauteur des fils de contact	49
Distance Poteau-Rail	50

---

### 5.3.5.1. Supports et fixations de la caténaire

---

**Définition**

Les supports de la caténaire peuvent être constitués par :

- Des poteaux avec console pour 1, 2 ou 3 voies ;
- Des portiques à traverses ou à câbles souples enjambant plusieurs voies ;
- Des ferrures diverses de fixation et d'ancrage ;
- Des poinçons ;
- Des consoles ;
- Des chaises.

Voir : [Manuel de montage](#).

---

**Excentricité**

Les caténaires sont fixées latéralement pour :

- Eviter les déplacements trop importants, dus au vent ou au passage des pantographes ;
  - Obtenir une suspension en zigzag par rapport à l'axe de la voie sur les secteurs de voies rectilignes ;
- 

**Réalisation  
des fixations  
latérales**

Les fixations latérales (caténaire C) sont réalisées comme suit :

- Le porteur principal est fixé à l'isolateur de suspension ;
  - Le porteur auxiliaire est fixé à l'extrémité d'un tube horizontal appelé « antibalançant ».
-

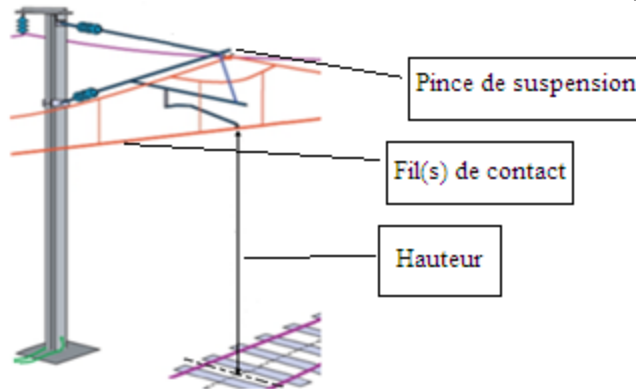
## 5.3.5.2. Hauteur des fils de contact

### Mesure de la hauteur des fils de contact

La hauteur du (des) fil(s) de contact est mesurée perpendiculairement par rapport à la voie.  
Voir : Manuel de montage : Partie I.

### Schéma

Illustration montrant comment mesurer la hauteur du (des) fil(s) de contact.



### Hauteurs normales

Le tableau donne les hauteurs normales, pour chaque type de caténaire, au droit des supports, à 15°C :

Lieu	Caténaire	Hauteur
Pleine voie	Simple	5,30 m
	Compound	5,30 m
	R3	5,10 m
Passages à niveau et grandes gares		5,55 m (Min. 5 m)
Faisceaux		5,55 m

### Hauteurs minimales au milieu de la portée (60°C)

En règle générale, la **hauteur minimale est de 4,80 m**. Depuis l'utilisation sur le réseau des véhicules M6 et de certains véhicules CFL (véhicules luxembourgeois), les hauteurs minimales admises sont :

Type de caténaire	Hauteur minimale
Simple	4,74 m
Compound	4,74 m
R3	4,76 m

### Remarque

Cependant, il faut tenir compte d'une hauteur maximale. En effet, au-delà de cette hauteur, les pantographes des engins de traction ne seraient plus en contact avec la caténaire. Cette hauteur est de 6 m.

Toute dérogation doit obtenir l'accord du Service Caténaire.

### 5.3.5.3.Distance Poteau-Rail

**Principe**



En règle générale, la distance « poteau-rail » est calculée en fonction du gabarit d'obstacle. Cette distance est également appelée « distance d'implantation ». C'est la distance horizontale mesurée entre le nu du poteau et l'axe du rail voisin.

Remarque :

Dans une zone de 300 m à l'approche des signaux, la distance poteau-rail doit éventuellement être adaptée pour garantir la bonne visibilité de ceux-ci.

Voir : Manuel de montage : Partie I.

**Distances normales en pleine voie**

Voici un tableau reprenant les distances normales :

Situation		Distance
Alignement et courbe de rayon $R \geq 4500$ m		2,35 m
Courbe $R < 4500$ m	Intérieur de la courbe	2,75 m
	Extérieur de la courbe	2,90 m

**Distance minimale en pleine voie**

Une distance minimale est bien entendu à respecter. Elle est de l'ordre de :  $1,50 \text{ m} + 2,3 \cdot h$  ; 'h' étant la hauteur (m) du dévers de la voie.

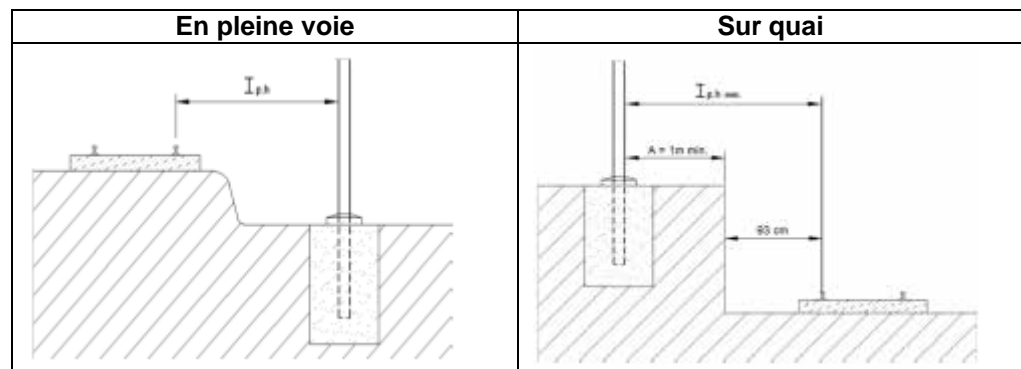
**Distances normales pour un poteau sur quai**

La distance poteau-rail sur quai doit tenir compte de la zone de débarquement des passagers. Cette distance doit être au minimum de 1,95 m. Cette distance est fonction du quai. Le poteau doit être placé à :

- s'il est longé par une voie  $\Rightarrow 3,20$  m ;
- s'il s'agit d'un quai entre 2 voies  $\Rightarrow$  dans l'axe du quai.

**Illustrations**

Illustrations montrant comment mesurer la distance poteau-rail minimale :



## 5.4. Présentation des différents types de caténaires 3kV

**Introduction** Afin de réaliser le montage des caténaires, il y a lieu de tenir compte des conditions électromécaniques et autres. Pour de plus amples informations, se référer au [Manuel de montage](#).

**Abréviations** Ce tableau reprend les différentes abréviations utilisées dans les sections suivantes.

Abréviations	Appellation
T (1 - 2)	Caténaire Tramway
S (1-2-3)	Caténaire Simple
C	Caténaire Compound
R3	Caténaire entièrement régulée

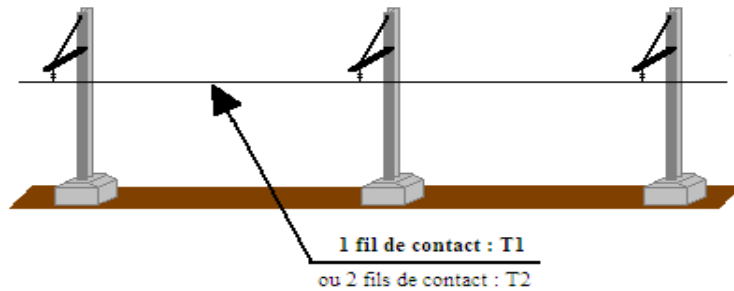
**Contenu** Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Caténaire de type Tramway	52
Caténaire à suspension Simple	53
Caténaire à suspension Compound (C)	55
Caténaire entièrement Régulée (R3-120)	57
Comparaison des types de caténaire	59
Choix du type de caténaire	60
Identification des Poteaux Caténaire	61
Mise en Œuvre Spécifique	62

## 5.4.1. Caténaire de type Tramway

**Concept** Le(s) fil(s) de contact est (sont) directement suspendu(s), au-dessus de la voie, soit par l'intermédiaire d'isolateurs aux consoles ou portiques ; soit par des griffes aux câbles transversaux isolés des poteaux.

**Schéma** Caténaire suspendue par des isolateurs.



**Types** Ce tableau donne les types de caténaire Tramway :

Type	Nombre de fil(s) de contact
T1	1 fil de contact suspendu par l'isolateur
T2	2 fils de contact suspendus par le même isolateur

**Caractéristiques techniques** Dans ce type de caténaire, la température augmentant, la flèche va augmenter également. Cela va provoquer un abaissement du plan de contact et donc une ondulation de la caténaire. A l'inverse, si la température diminue, la caténaire se rétracte. Cela provoque des efforts de traction au niveau des points de fixation.

**Avantages, inconvénients** Pas de réel avantage, si ce n'est le coût à l'installation.  
Inconvénients :

- L'inconvénient majeur est la flèche trop importante pour un captage à grande vitesse ;
- Connexion directe aux points de suspension, ce qui entraîne des points durs.

**Domaines d'utilisation** Vitesse maximale sous une caténaire Tramway limitée à 40 km/h.

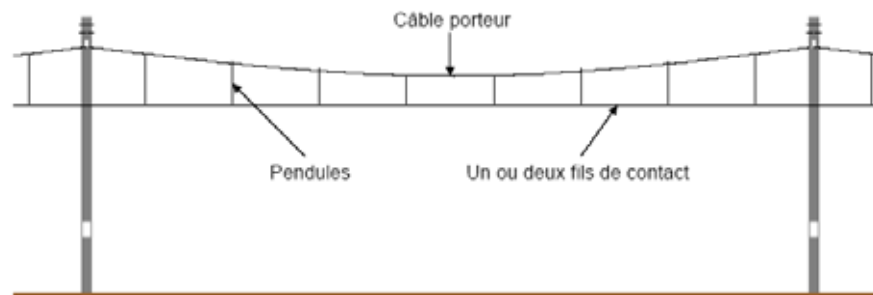
## 5.4.2. Caténaire à suspension Simple

### Concept

- Elle comporte un câble porteur suspendu entre chaque support par l'intermédiaire d'isolateurs. Elle n'est pas régulée.
- Un (S1) ou deux (S2 et S3) fils de contact est (sont) suspendu(s) à ce porteur par des pendules fixes.

### Schéma

Illustration générale d'une caténaire simple en vue de profil.



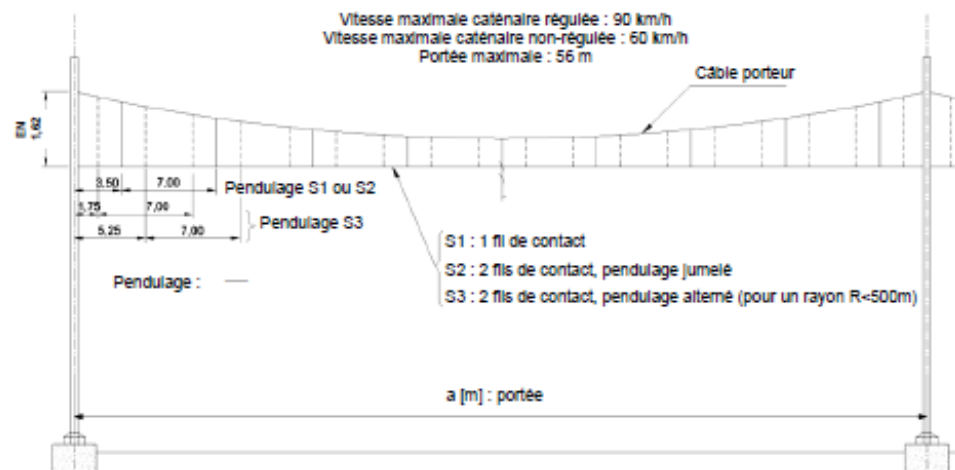
### Les types

Ce tableau donne les types de caténaires simples :

Types	Nombres de fil(s) de contact
S1	1 seul fil de contact suspendu
S2	2 fils de contact suspendus par pendulage jumelé
S3	2 fils de contact suspendus par pendulage alterné

### Vues des différents pendulages

Vues des différents types de pendulage :



*Ce sujet continue page suivante*



## Caténaire à suspension Simple, Suite

---

**Caractéristiques techniques** La portée maximale est de 56 m et la flèche des fils de contact est réduite à une hauteur de moins de 10 cm. A l'heure actuelle, on emploie des portées de 56 m en pleine voie. Des portées plus petites sont utilisées en courbe par exemple.

---

**Effet de la température** Dans ce type de suspension, le plan de contact varie en fonction de la température. Pour résoudre ce problème, on utilise des Equipements Tendeurs qui assureront un plan de contact plus régulier.  
Voir le point ci-avant : [Appareil Tendeur classique](#).

---

**Avantages, inconvénients**

Avantages par rapport à la caténaire T :

- Augmentation de la vitesse sur la ligne ;
- Augmentation de la portée avec maximum 56 m

Inconvénient :

- Vitesse limitée à 90 km/h.

---

**Domaine d'application**

La Caténaire Simple est utilisée pour :

- L'électrification de liaisons entre voies principales ;
- Les voies accessoires des gares, en remplacement de la suspension T ;
- Les voies à quai;
- La vitesse maximale : 60 km/h pour la S1 et 90 km/h pour les S2 et S3.

---

### 5.4.3. Caténaire à suspension Compound (C)

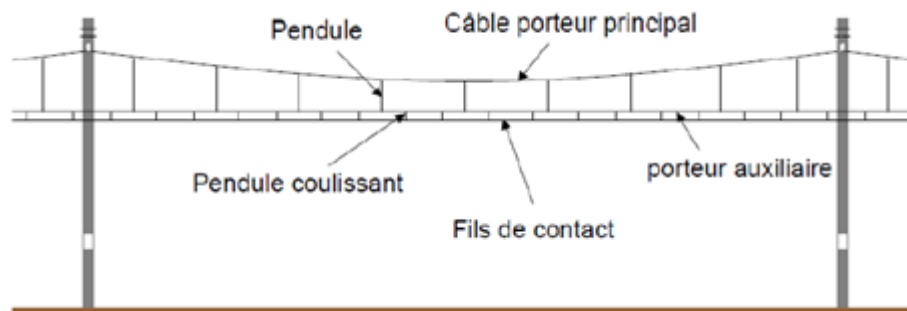
#### Concept

- Elle comporte un câble principal suspendu entre chaque support par l'intermédiaire d'isolateurs. Celui-ci n'est pas régulée.
- En plus de la caténaire S, la Compound comporte un fil porteur auxiliaire. Celui-ci est suspendu au porteur principal par l'intermédiaire de pendules fixes. Le fil porteur auxiliaire n'est pas régulé.
- Les deux fils de contact sont suspendus au porteur auxiliaire par des pendules coulissants. Ces pendules présentent une longueur fixe. Ils sont fixés entre le porteur auxiliaire et en alternance l'un et l'autre des fils de contact. Ces derniers sont régulés.

Voir le point ci-avant : [Appareil Tendeur classique](#).

#### Schéma

Illustration générale d'une caténaire Compound en vue de profil.



#### En pratique

La portée peut aller jusque 63 m.

#### Comportement lors de variations de température

Sous l'effet des variations de températures, des phénomènes indésirés apparaissent, car les porteurs auxiliaires et principaux ne sont pas régulés. En conséquence, la hauteur de la caténaire n'est pas constante et la vitesse est alors limitée à 160 km/h.

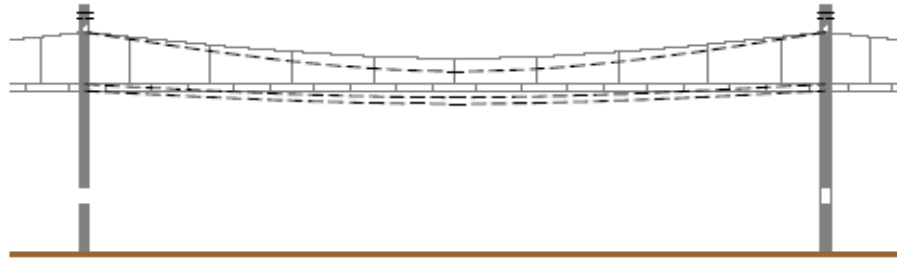
*Ce sujet continue page suivante*

## Caténaire à suspension Compound (C), Suite

---

### Affaissement lors de variations de températures

Le schéma suivant illustre le comportement de la caténaire lors de variations de température :



### Avantage et inconvénients

- Cette caténaire compense le problème de l'ondulation des fils de contact de la caténaire simple tant que la vitesse reste limitée à 160 km/h.
- Au-dessus de 160 km/h, la faible ondulation que présente encore la caténaire compound pose des problèmes de captage.

### Domaine d'utilisation

Vitesse maximale sous une caténaire compound limitée à 160 km/h. La caténaire C est utilisée principalement en pleine voie.

---

## 5.4.4. Caténaire entièrement Régulée (R3-120)

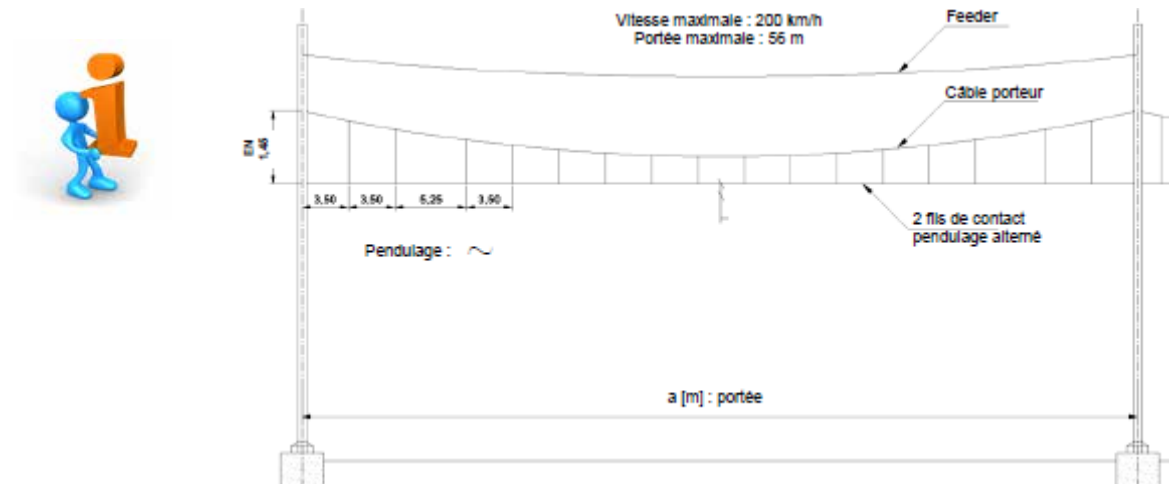
### Concept

- Un seul câble porteur régulé, fixé sur un bras de suspension mobile via un isolateur.
- Les deux fils de contact sont directement suspendus au câble porteur par des pendules, tout comme dans le cas d'une caténaire simple S3, d'où le nom R3.
- Il est fait usage de bras pivotants.

Voir [plans 403.602 et 420.005](#).

### Schéma

L'illustration suivante montre une caténaire entièrement régulée (R3-120) :



**Remarque** : la distance entre les pendules n'est pas toujours la même.

### Principe

Tous les câbles sont régulés de telle sorte qu'ils adoptent toujours la même position l'un par rapport à l'autre, et que les pendules restent toujours verticaux parce que :

- Le câble porteur et les fils de contact se dilatent de la même manière lors de fluctuations des températures ;
- Les bonnes propriétés dynamiques sont toujours garanties grâce à une tension mécanique constante.

Voir le point ci-avant : [Appareil Tendeur à moufles](#)

### Effet de la température

Tous les fils et câbles sont régulés, cette caténaire est complètement indépendante de la température.

*Ce sujet continue page suivante*

## Caténaire entièrement Régulée (R3-120), Suite

---

### Caténaire mobile et point fixe

- La caténaire est entièrement régulée grâce à l'usage de bras pivotants.
  - Tout comme les caténaires S et C, au milieu de cette configuration se trouve un bras fixé au moyen de deux câbles. Il s'agit du point fixe pour le câble porteur.
  - A partir du point fixe situé au centre de la section, les bras peuvent pivoter vers l'extérieur ou l'intérieur, respectivement en cas de hausse ou de baisse de température.
  - Cette configuration est plus difficile à monter que la caténaire compound, surtout au niveau des aiguillages.
- 

### La caténaire mobile

Le schéma suivant montre le principe de montage des bras pivotants :



*Remarque* : Ce schéma montre la caténaire R3 à une température plus basse que la température de référence (20°C).

---

### Avantage

A la différence d'autres caténaires, la caténaire R3 fournit une solution pour la flèche.

---

### Inconvénients

- Quelques inconvénients de la R3 qui peuvent faire préférer la Caténaire Compound :
- En cas d'avarie semblable, l'impact est supérieur pour la R3 qui est de construction moins robuste que pour une caténaire C ;
  - Les transitions entre Caténaire C et R3 ou S3 et R3 sont des zones critiques en cas de températures extrêmes ;
  - Les pendules de la R3 s'avèrent davantage sujets aux bris de fatigue.
-

## 5.4.5. Comparaison des types de caténaire

---

**Caractéristiques  
des différents  
types de  
caténaire** Voir : Plan 420.008



## 5.4.6. Choix du type de caténaire

### Introduction

Pour chaque type de caténaire, la vitesse maximale constitue un facteur restrictif, ainsi que la localisation de cette caténaire.

### Type de caténaire

Le tableau suivant donne un aperçu du type de caténaire utilisé selon la vitesse de parcours et la localisation :



Si la vitesse est ...	Et si la ligne se trouve ...	Alors, on utilisera la caténaire ...
≤ 40 km/h	Dans un faisceau	Simple
≤ 90 km/h ; ≤ 120 km/h	Dans une liaison	Simple ; Compound
≤ 160 km/h	En pleine voie,	Compound
>160 km/h (max 200 km/h)	Axes principaux	Entièrement régulée

### Caténaire à suspension Tramway ou Simple

Lorsqu'on doit monter une nouvelle caténaire dans un faisceau, on n'utilise plus la caténaire à 1 seul fil. Dès lors, on utilise la caténaire Simple à deux fils.

### Caténaire Compound

La limite de vitesse maximale sur les lignes est de 160 km/h. C'est pourquoi, la caténaire Compound est la plus couramment employée.

### Caténaire R3

Pour les nouvelles lignes de plus de 160 km/h, on utilise la caténaire entièrement régulée R3.

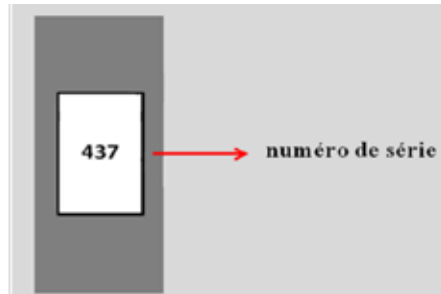
## 5.4.7. Identification des Poteaux Caténaire

### Introduction

Afin de pouvoir se repérer le long des lignes (p.ex. en cas d'avarie), dans des faisceaux ou dans des gares, il est utile de numéroter les poteaux caténaire.

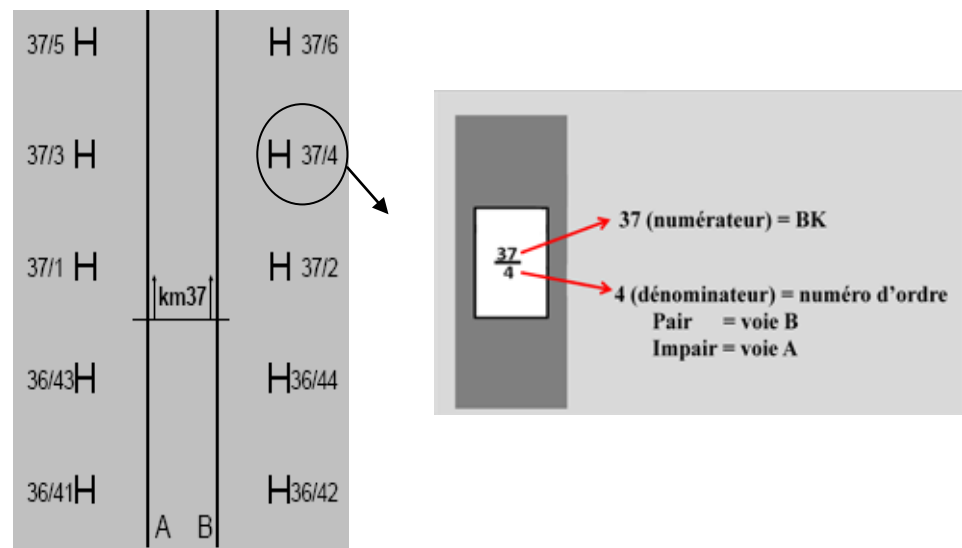
### Règle de numérotation dans les faisceaux et grandes gares

Les poteaux sont numérotés avec un numéro de série :



### Règle de numérotation en pleine voie

Les poteaux sont numérotés en tenant compte des BK (bornes kilométriques) de la ligne.





## 5.4.8. Mise en Œuvre Spécifique

---

**Contenu**

Cette section couvre les sujets suivants :

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Désaxement des fils de contact	63
Ancrage	64

---

### 5.4.8.1. Désaxement des fils de contact

**Introduction**

Lorsque les pantographes des trains frottent sur les fils de contact, il en résulte une usure du frotteur. Si les fils de contact étaient toujours suspendus parfaitement dans l'axe de la voie, cette usure se produirait toujours dans l'axe du pantographe. Une rainure se créerait dans le frotteur, ce qui rendrait les fils de contact « prisonniers » du pantographe. Cela est surtout gênant dans les liaisons et aux droits des ancrages.

**Solution envisagée**

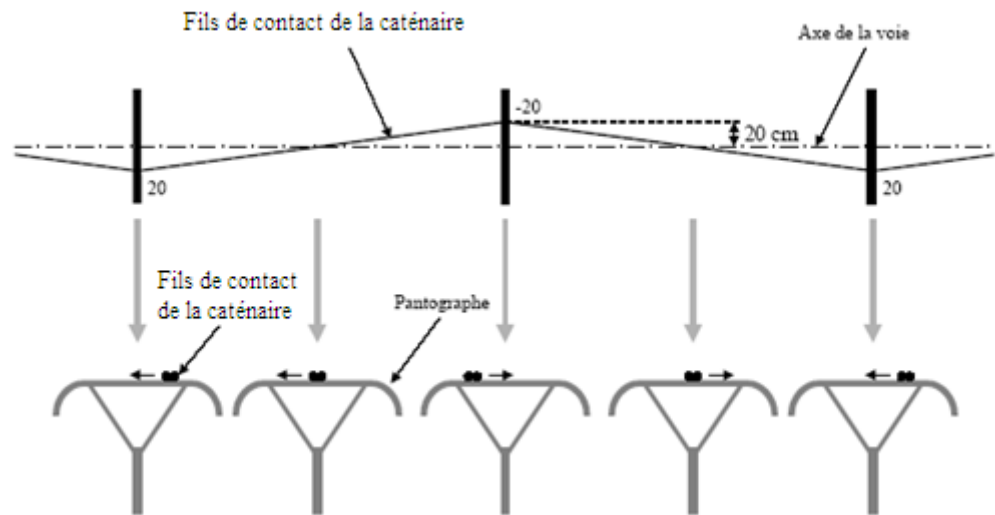
Il faut que les fils de contact puissent se déplacer de part et d'autre du pantographe pour en assurer une usure uniforme. Pour cela, le désaxement des fils de contact est réalisé lors du montage de leur suspension.

**Mise en œuvre en voie rectiligne**

Sur chaque console ou portique, les fils de contact sont désaxés par rapport à l'axe la voie de + 20 à -20 cm. Ceci est obtenu grâce aux biellettes de rappel des fils de contact.

**Schéma**

L'illustration nous montre le désaxement des fils de contact :



## 5.4.8.2. Ancrage

### Introduction

Sur tous les types de caténares, il faut ancrer la caténaire, afin d'en assurer la tension mécanique et donc de permettre un plan de captage optimal.

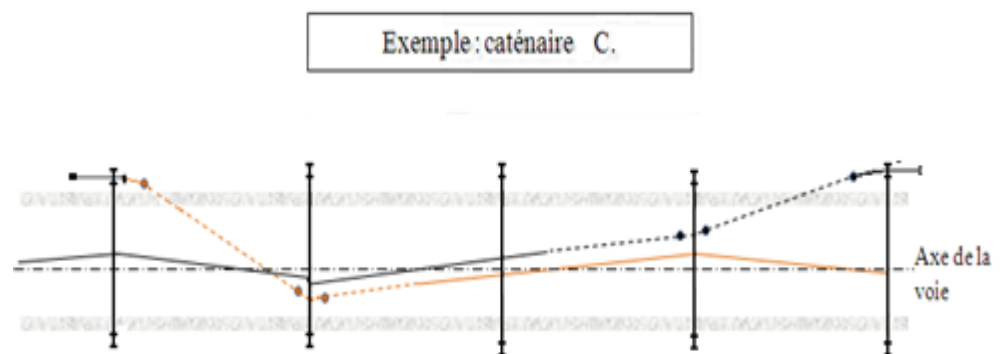
### Exemple de la caténaire compound

Dans la caténaire C, seuls les fils de contact sont réglés. Ceux-ci sont ancrés généralement tous les 1200 m. Deux autres fils de contact prendront leur place. Les fils de contact devant être ancrés, sont relevés progressivement. Ils seront ensuite fixés sur un appareil tendeur classique.

Voir ci-avant : [Appareil Tendeur classique](#)

### Schéma

L'illustration montre un ancrage en vue de dessus :

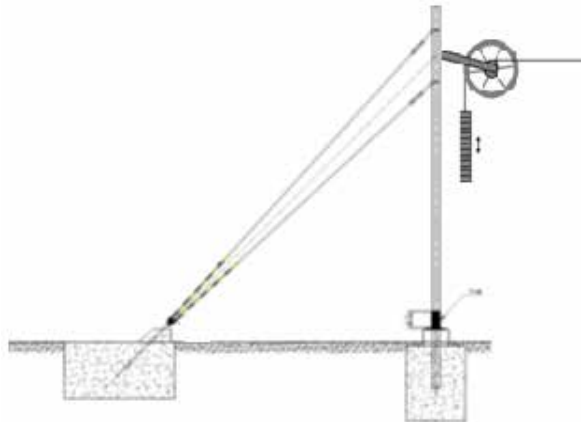


*Ce sujet continue page suivante*

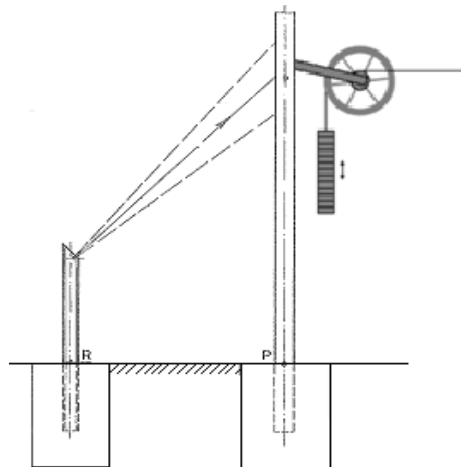
## Ancrage, Suite

---

**Illustration d'un poteau d'ancrage et massif** En général utilisé en pleine voie :



**Illustration d'un poteau d'ancrage avec potelet** Avec potelet, en général utilisé sur les quais :



## 6. Le Circuit de Retour – Mise à la Terre

---

**Objectif**

Dans cette partie du document, nous allons voir les notions concernant le circuit de retour des courants électriques de traction. Nous verrons donc les différentes possibilités qu'a le courant pour revenir à la SST.  
Pour d'autres renseignements, voir [RGE 713](#).

---

**Contenu**

Cette partie couvre les sujets suivants :

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Le Circuit de Retour	67
Circuits de Mise à la terre dans les postes HT	76
Mise à la terre des structures de et avoisinant la Caténaire	79

---

## 6.1. Le Circuit de Retour

---

### Introduction



Selon les lois de l'électricité, le courant électrique qui alimente les trains, via les caténares, doit retourner à sa source ; c'est-à-dire aux SST. Pour cela, un ensemble de structures (câbles, rails, ...) est mis en place. On appelle cette partie de circuit : « Le Circuit de Retour ». Cet élément du circuit de traction est aussi important que la caténaire proprement dite.

---

### Contenu

Cette partie couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Généralités sur le Circuit de Retour	68
Constitution du Circuit de Retour	69
Problèmes et risques rencontrés en 3 kV DC	70

---

## 6.1.1. Généralités sur le Circuit de Retour

### Qualités d'un bon circuit de retour

La conductibilité du circuit de retour doit satisfaire à des critères bien précis qui sont :

- Une conductibilité électrique la meilleure qui soit ;
- Une continuité **toujours** assurée par deux chemins distincts au moins ;
- Tenir compte des circuits de voies (CV) de la signalisation.

### Conséquences et risques d'un mauvais circuit de retour

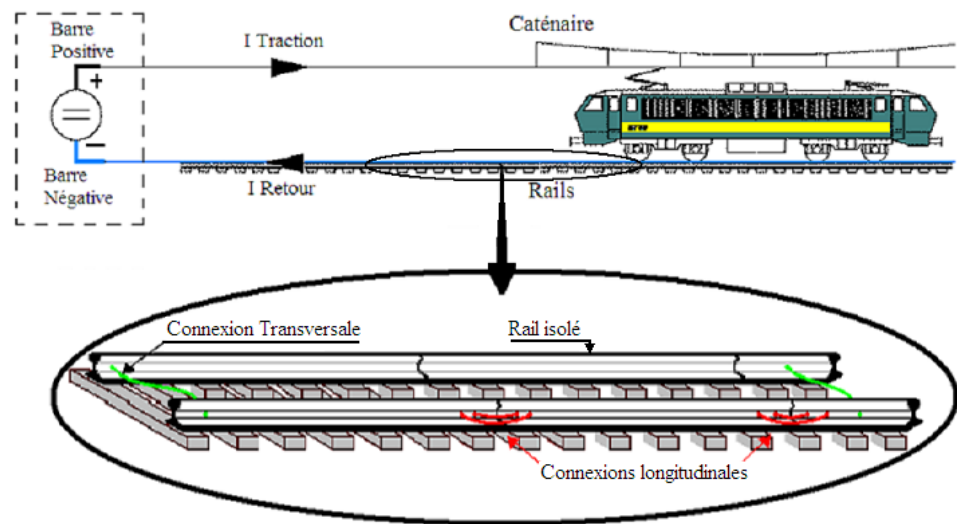
En ce qui concerne les conséquences d'un mauvais circuit de retour, veuillez lire :  
« [Problèmes et risques rencontrés en 3 kV DC](#) »

### Schéma

Illustration montrant des éléments du circuit de retour :



Sous-Station de Traction (SST)



## 6.1.2. Constitution du Circuit de Retour

### Constitution du circuit de retour

Le circuit de retour est constitué par :

- Les rails et les appareils de voies ;
- les connexions longitudinales entre rails successifs et entre rails et appareils de voie ;
- les connexions transversales entre rails d'une même voie et entre rails de voies voisines ;
- les connexions inductives ;
- les connexions entre rails et postes haute tension.

### En pleine voie



Le tableau suivant donne le minimum pour constituer le circuit de retour en pleine voie :

Sur une ligne ...	Le circuit de retour doit être constitué de ...
à voie unique	2 files de rails.
à double voie,	3 files de rails au moins.
à « n » voies	Un nombre de files de rails au moins égal à $2n-2$ (pour $n > 2$ ). <b>Ex</b> : si 4 voies, alors $(2 \times 4) - 2 = 6$ files de rails.

### En gares et faisceaux



Le circuit de retour doit posséder le plus grand nombre possible de files de rails (min 1 par voie).

### Gares en bout de ligne



Dans ce cas, tous les rails constituant le circuit de retour sont raccordés entre eux et, éventuellement, aux points milieux des connexions inductives en cas d'utilisation de circuits de voies.



### 6.1.3. Problèmes et risques rencontrés en 3 kV DC

**Introduction** Malgré toutes les précautions prises pour obtenir un bon circuit de retour, il y a +/- 25% du courant qui ne revient pas à la SST par ce circuit, mais par d'autres structures que celles décrites dans les points vus avant.

**Voies non électrifiées** Si ces voies sont pourvues d'installation de préchauffage, elles doivent être considérées comme électrifiées, et doivent donc faire partie du circuit de retour.

**Limitation des zones isolées** Pour des raisons de sécurité, il est interdit de créer des zones restreintes ou isolées de tous les côtés du circuit de retour.

**Danger des zones isolées**



En effet, si un engin électrique pénètre dans cette zone, il porte le potentiel des rails au potentiel de la caténaire, c'est-à-dire 3 kV.

Si un engin doit circuler dans cette zone, il doit le faire avec les pantographes :

- Abaissés,
- Et verrouillés,

avant qu'un agent ne puisse toucher aux rails et/ou à l'engin concerné.

Le service Sous-stations de Traction et/ou Caténaires de l'area doit être prévenu immédiatement de la situation.

**Contenu** Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Les courants vagabonds et leurs effets	71
Limitation des courants vagabonds	73
Risques liés au Circuit de Retour	75

## 6.1.3.1. Les courants vagabonds et leurs effets

---

### Introduction

Idéalement, il faudrait que la totalité du courant revienne à la SST via les rails. Or, dans la pratique, une partie de ce courant quitte les rails et retourne à la SST via la terre et des structures métalliques enfouies. C'est ce que l'on appelle les « courants vagabonds ».

---

### Origines et circulation des courants vagabonds

Ces courants vagabonds proviennent de :

- Une isolation insuffisante du circuit de retour par rapport à la terre (sol) ;
- Une coupure dans le circuit de retour, ce qui entraîne une liaison avec la terre (sol).

Ces courants utilisent tous types de structures conductrices se trouvant dans le sol et à proximité, comme :

- Les conduites métalliques de gaz et autres ;
  - Les constructions métalliques (ouvrages d'art, ...) ;
  - Le béton armé d'ouvrages tel que : ponts, ...
  - ...
- 

### Problème rencontrés en courant continu

Des courants dérivés prennent naissance et provoquent, par corrosion, des dégâts aux endroits où ils quittent ces structures.

Il faut pour minimiser ces courants dérivés :

- Une bonne conductibilité du circuit de retour ;
- Isoler électriquement la terre (sol) du circuit de retour ;
- Les structures doivent avoir une liaison directe avec le circuit de retour ou indirecte via le drainage. Cette connexion doit être réalisée sur « le rail-terre » ou au « point milieu » de la connexion inductive.



### ATTENTION

Il est strictement interdit de réaliser ces connexions sur tous rails isolés ou faisant partie d'un circuit de voie.

---

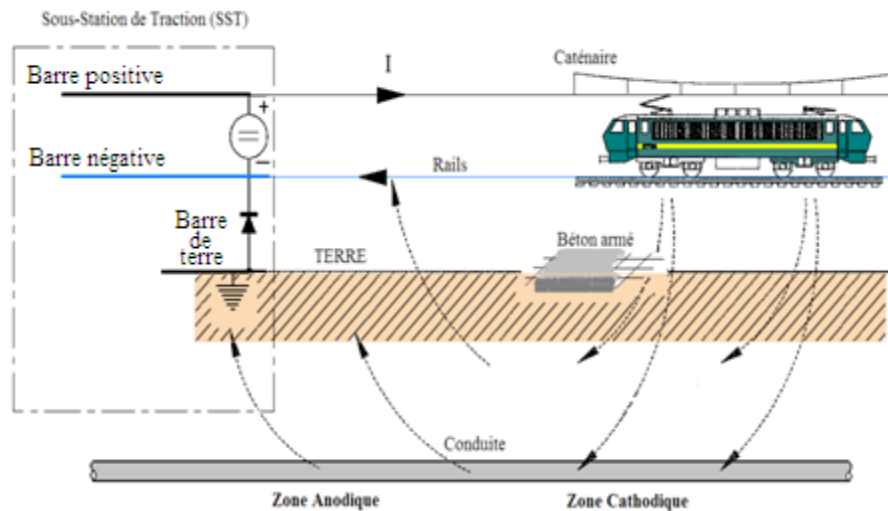
*Ce sujet continue page suivante*

## Les courants vagabonds et leurs effets, Suite

### Illustration



Cette illustration montre le circuit de retour ainsi que les zones où les courants vagabonds circulent.



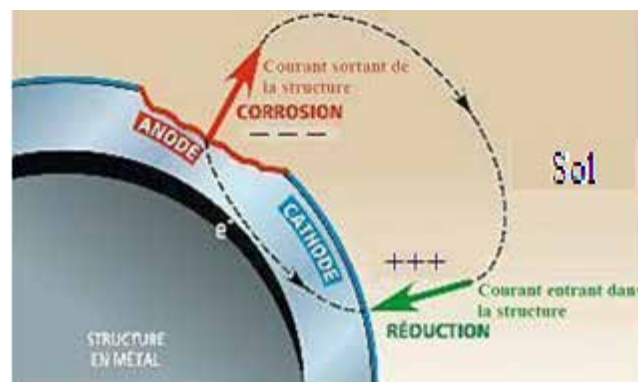
### Problème dû aux courants vagabonds

Le courant de traction étant un courant continu, une électrolyse des parties métalliques est provoquée aux endroits où le courant quitte les rails. Cela provoquera des défauts des parties conductrices enterrées. Eviter au maximum que le courant ne quitte le rail.

### Electrolyse

C'est une décomposition électrochimique, un arrachement de matière des parties métalliques provoqué par un courant électrique continu.

### Electrolyse d'une structure métallique



## 6.1.3.2.Limitation des courants vagabonds

### Introduction



Afin de limiter les courants vagabonds, il faut obtenir un circuit de retour le plus isolé possible de la terre.

Pour cela :

- assurer une bonne conductibilité du circuit de retour ;
- isoler les rails de la terre, au maximum ;
- s'assurer qu'aucune connexion n'existe entre la terre et les rails ;
- placer un système favorisant le retour de courant par le chemin voulu.

### Méthodes utilisées

Deux méthodes sont mises en place :

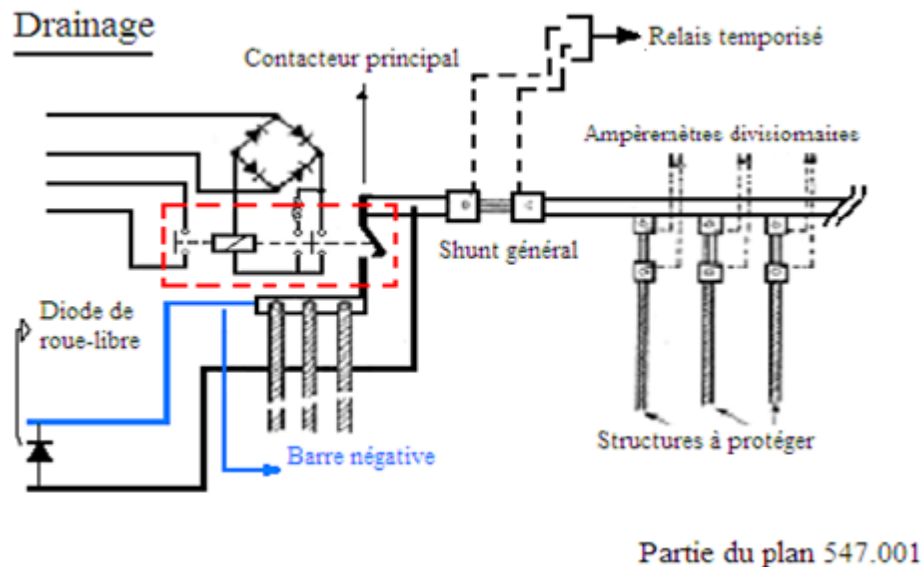
- drainage : système passif que l'on retrouve dans les SST ;
- soutirage : système actif que l'on trouve dans les SST ou le long des voies.

### Principe du drainage

Lorsque le potentiel, entre la barre de drainage et la barre négative, dépasse une valeur déterminée, il y a enclenchement d'un contacteur, et fermeture d'un contact. Ceci est réalisé par l'intermédiaire d'un relais temporisé. De ce fait, on ramène l'ensemble barre négative et barre de drainage au même potentiel.

### Schéma

Schéma montrant le placement d'un contacteur pour le drainage :



### Remarque

Un appareil de drainage est placé dans les postes, lorsque les courants vagabonds circulant dans les structures tierces sont susceptibles de revenir naturellement. Le drainage facilite le retour des courants vagabonds vers leur source.

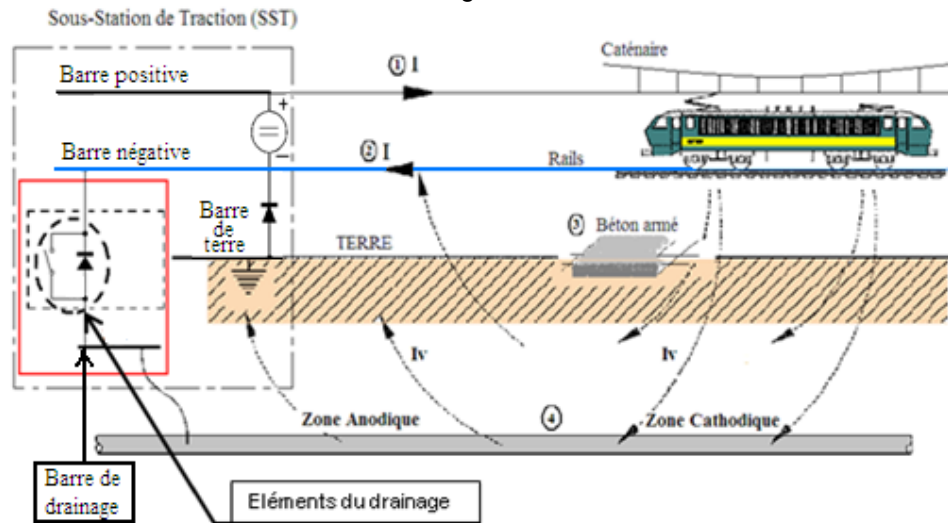
*Ce sujet continue page suivante*

## Limitation des courants vagabonds, Suite

### Illustration du drainage



Cette illustration nous montre le drainage :



### Principe du soutirage

Pour s'assurer que les courants vagabonds reviennent bien à leur source, on oblige ceux-ci à emprunter un chemin bien défini. Pour ce faire, on rend les structures plus négatives (de quelques Volts) que la terre (sol). Il en résulte que les courants vagabonds ne quittent plus les structures n'importe où. Il n'y a donc plus d'effet d'électrolyse des structures enterrées.

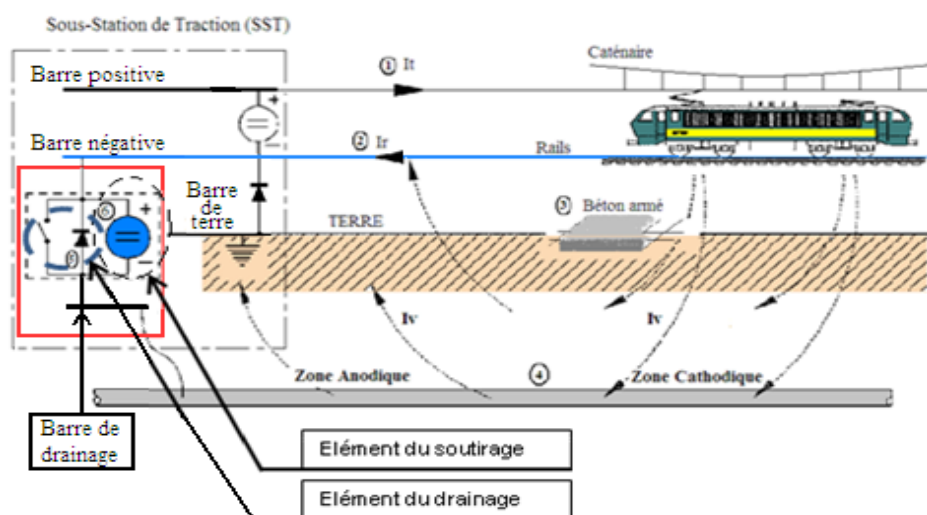
### Mise en pratique du soutirage

Un appareil de soutirage est placé entre la barre négative de la SST et les structures métalliques enterrées.

### Illustration du soutirage



Cette illustration nous montre, en plus du drainage, le soutirage :



### 6.1.3.3. Risques liés au Circuit de Retour

---

#### Mise en garde à l'interruption de liaisons

Les connexions entre les rails et les postes sont constituées de câbles protégés par des caniveaux.

L'interruption simultanée de toutes ces liaisons par câbles peut porter les rails à une tension électrique dangereuse.

Pour attirer l'attention du personnel sur ce danger :

- l'âme des rails aux points de raccord et éventuellement les points milieux des connexions inductives sont peintes en rouge ; et
- on place, à proximité de la voie, une plaque portant l'inscription d'interdiction d'interrompre ces connexions. Cette plaque est réalisée conformément au plan 515.001.



#### Connexions provisoires

- Les rails portant des marques en rouge, ainsi que les raccords aux rails des connexions inductives mentionnées ci-dessus, ne peuvent être enlevés qu'après le placement de connexions provisoires assurant le retour du courant de traction.
  - Ces connexions provisoires doivent être placées par le Service de la voie sous les directives d'un agent qualifié du Service SST et caténaires de l'Area concernée.
-

## 6.2. Circuits de Mise à la terre dans les postes HT

---

**Généralité** Pour pouvoir travailler en toute sécurité dans les postes et au voisinage, un réseau de mise à la terre y est installé. On parle alors de la « Terre générale ».

---

**Structures métalliques** Toutes les structures métalliques accessibles telles que les grillages, portes, supports en métal, borniers, etc., sont raccordées directement à la terre générale.

---

**Masse des câbles** On entend par masse des câbles, l'écran et éventuellement l'armature et la gaine métallique de ces câbles.

---

**Contenu** Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Circuits de Mise à la terre à l'intérieur d'une Sous-station de traction	77
Circuits de Mise à la terre dans les autres postes HT	78

---

## 6.2.1. Circuits de Mise à la terre à l'intérieur d'une Sous-station de traction

### Généralités

En plus de la « Terre générale », lorsque le poste est protégé contre la foudre, il est muni d'une terre indépendante appelée : « Terre paratonnerre ».

### Connexion de la masse des câbles

Le tableau ci-dessous, donne les renseignements sur la connexion de la masse des câbles en SST, suivant qu'ils se trouvent en intérieur ou en extérieur :

Si le câble est à ...	Masse des câbles doit (doivent) être ...
L'intérieur à la SST	Reliée à la terre générale à l'une des extrémités
Extérieur +3 kV	Isolée à l'intérieur de la SST, mais reliée à la terre caténaire via la tête de câble à l'extérieur
Autres (téléphonie, éclairage, etc..)	Isolées de la terre générale de la SST mais il faut les relier à la barre de drainage.

### Barre de retour

Elle est reliée via des diodes à la barre de terre générale. Là où il y a des hausses anormales de la tension sur la barre négative, un dispositif de court-circuitage est placé en parallèle sur la diode.

### Point neutre du secondaire des transformateurs des services auxiliaires

Une connexion entre le point neutre et la cuve du transformateur est réalisée. La cuve de celui-ci est raccordée à la terre de la SST, ou par une connexion dans l'armoire des services auxiliaires. Via cette connexion, le neutre est relié à la terre générale de la SST.



## 6.2.2. Circuits de Mise à la terre dans les autres postes HT

---

### **Liaison entre la terre générale et les rails**

La terre générale du poste est raccordée aux rails par l'intermédiaire de diodes connectées à la barre :

- De terre par l'anode ;
  - Négative par la cathode qui est elle-même reliée au rail terre ou au point milieu d'une connexion inductive se trouvant à 250 m maximum du poste.
-

## 6.3. Mise à la terre des structures de et avoisinant la Caténaire

### Introduction



En cas de contact accidentel avec la caténaire (rupture de ligne, percement ou contournement d'isolateur, etc....) ou lors de coups de foudre, les parties métalliques (support des caténaires, support des signaux, ouvrages d'art, etc....) se trouvant à proximité des caténaires pourraient être portées à une tension électrique dangereuse.

### Principe de protection



La protection de ces structures est donc réalisée en les raccordant à un circuit de terre de faible résistance de dispersion. Plus la résistance du circuit de terre est faible, meilleure sera la dispersion.

Si le câble de terre est manquant ou endommagé, les services SST et Caténaire et ECFM doivent toujours en être informés.

Voir [avis 13 I-I/2009](#) mise à la terre et protection des équipements sensibles contre la foudre et surtensions dues à la foudre.

### Contenu

Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Mise à la terre des supports des caténaires	80
Mise à la terre des ouvrages d'art métalliques	81
Mise à la terre de diverses structures métalliques	82
Mise à la terre de masses de câbles 3 kV dont les 2 extrémités sont fixées sur une structure raccordée à la terre caténaire	84

### 6.3.1. Mise à la terre des supports des caténaires

---

#### La Terre caténaire 3 kV

Tous les supports de la caténaire (poteaux, portiques, etc....) sont réunis entre eux par un ou deux câbles de terre aériens. Cet ensemble constitue la « Terre Caténaire ».

Pour limiter les courants vagabonds, responsables de dégradations aux canalisations et conduites enterrées, les poteaux sont isolés des rails.

---

#### Comment raccorder la terre caténaire ?



La terre caténaire est reliée à la terre générale de la SST, d'un PS ou autres postes d'alimentation :

- Par 2\*2 câbles isolés de 95 mm<sup>2</sup> de section partant des deux supports caténaires les plus proches ; et
- Via un ou plusieurs limiteurs de tension.

**Remarque** : le cuivre électrolytique de 95 mm<sup>2</sup> de section est remplacé par un alliage d'Almelec, suite aux nombreux vols.

---

#### Portiques



Pour les portiques constitués de plusieurs traverses ou consoles, il suffit de raccorder l'une des structures au câble de terre.

---

#### Précautions à prendre lors des mises à la terre !

Pour les mises à la terre, il faut s'assurer que :

- 2 masses accessibles simultanément soient mises à une même terre (sauf incompatibilité technique) ;
- 2 terres distinctes ne peuvent être en contact que ce soit accidentellement via les structures métalliques ou volontairement via des câbles.

---

## 6.3.2. Mise à la terre des ouvrages d'art métalliques

### Introduction

La structure des ouvrages d'art métallique doit être reliée soit :

- Au câble de terre aérien se situant au droit de l'installation ;
- Au poteau de la caténaire le plus proche.

### Quels poteaux pour la mise à la terre ?

Tous les poteaux peuvent servir pour la mise à la terre, sauf ceux supportant des câbles d'alimentation 3 kV ou des parafoudres.

**Attention :** Les poteaux interdits sont munis d'une plaque d'identification. Un trait noir au-dessus du numéro de poteau se trouve sur cette plaque. (Voir tableau ci-après)

### Raccordement d'ouvrage spécifique



Le raccordement à la terre caténaire pour les ouvrages :

- Ferrure-support des passages inférieurs et supérieurs ;
- Charpente métallique des passages inférieurs et supérieurs.

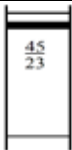

Attention : pour des passages supérieurs supportant des voies électrifiées étrangères à notre réseau (Métro,...) :

- Le câble de terre aérien doit être isolé de cette charpente (structure) ;
- La charpente doit être reliée à notre circuit de retour via un limiteur de tension ;

Il est interdit d'utiliser cette charpente comme mise à la terre pour d'autres installations (pourvue d'une marque d'interdiction).

### Panneaux interdisant la mise à la terre

Dans le tableau suivant, les panneaux d'interdiction de raccordement pour la mise à la terre :

Panneau	Signification
	Ce poteau ne peut être utilisé pour la mise à la terre des structures métalliques.
	Cette charpente ne peut être utilisée comme mise à la terre pour d'autres installations.

### 6.3.3. Mise à la terre de diverses structures métalliques

---

#### Introduction

La structure des ouvrages d'art métalliques doit être reliée soit :

- au câble de terre aérien se situant au droit de l'installation ;
- au poteau de la caténaire le plus proche.

Les différents services concernés doivent identifier leurs installations.

La mise en commun des informations et le contrôle est réalisé suivant un schéma bien défini (Voir [Avis 9 I-I/2014](#), [13 I-I/2009](#) et [36 I-I/2013](#)).

---

#### Qu'est-ce que le Plan TRAM ?



Afin d'avoir une image claire de toutes les terres et connexions au circuit de retour, qui sont parfois placées par différents services, un plan TRAM doit être dressé. Il est constitué comme suit :

- Le plan TRAM contient toutes les données concernant les terres, le circuit de retour et les masses.
  - Le nom provient de « Terre/Terugstroom, Retour, Aarding, Masses/Massa's ».
- 

#### Quelles sont les structures concernées ?



Les structures métalliques suivantes doivent toujours être raccordées à la terre caténaire suivant le Plan TRAM, ( voir [Annexe 1 du 13 I-I/2009](#) ) :

- Les armoires et loges abritant de l'équipement électrique ;
  - Les signaux lumineux et mécaniques de voie ( $h \geq 0,5\text{m}$  du sol) ;
  - Les supports d'éclairage extérieur (éclairage des quais compris) ;
  - Les bâtis de barrières et les lisses de passages à niveau ;
  - Les signaux lumineux routiers de passages à niveau.
- 

#### Raccordement à la terre caténaire



Les structures métalliques répondant simultanément aux conditions suivantes, doivent être raccordées à la terre caténaire :

- Distance du rail le plus proche de la voie électrifiée, inférieure à 3,5 m ;
  - Hauteur au-dessus du sol supérieure à 0,5 m ;
  - Section horizontale supérieure à 0,04 m<sup>2</sup>.
- 

*Ce sujet continue page suivante*

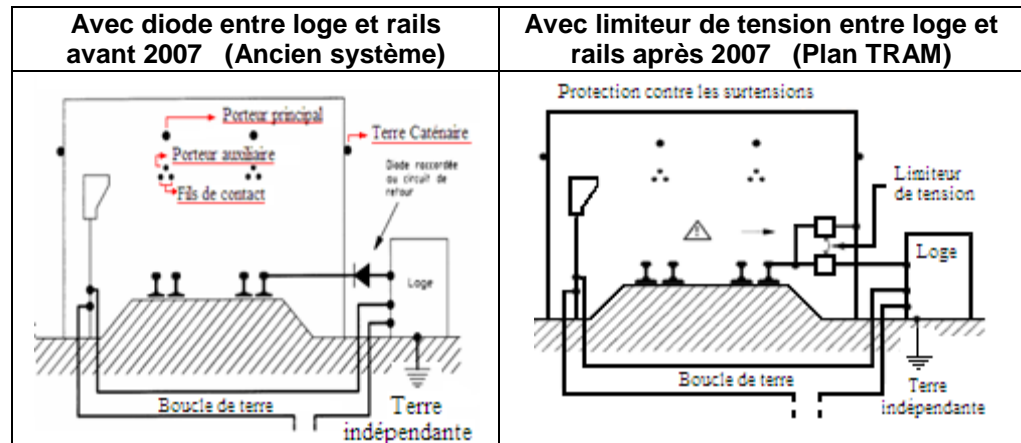
## Mise à la terre de diverses structures métalliques, Suite

### Structures le long des lignes électrifiées

Les structures métalliques longeant les lignes électrifiées (abris de voyageurs, ...) doivent être reliées au câble de terre. Si cela n'est pas possible, elles le seront au rail par l'intermédiaire d'un limiteur de tension.

### Schéma

Ces illustrations montrent la mise à la terre d'une loge métallique et d'un signal :



### Raccordement de la Terre Caténaire d'après le plan TRAM

Raccordement de la Terre Caténaire au Circuit de Retour via la boucle aérienne et limiteur de tension HT.

### Pour plus d'informations

Pour plus d'informations concernant ces mises à la terre des structures, vous pouvez vous référer à :

- L'avis [9 I-I/2014](#) : plan AT ;
- L'avis [13 I-I/2009](#) : plan TRAM;
- Le [plan 428-012](#).

### **6.3.4. Mise à la terre de masses de câbles 3 kV dont les 2 extrémités sont fixées sur une structure raccordée à la terre caténaire**

---

**Connexion  
à la terre de la  
masse des  
câbles**

La masse des câbles est raccordée à chaque extrémité à la terre via les structures, elles-mêmes raccordées à la terre caténaire.

---

## 7. Les Sectionnements de la caténaire

---

**Objectif**

Cette partie décrit comment est constituée une ligne électrifiée, ainsi que son mode d'alimentation et d'exploitation (situation normale, dégradée ou en cas de travaux).

---

**Contenu**

Cette partie couvre les sujets suivants :

<b>Sujet</b>	<b>Page</b>
Le réseau caténaire : sectionnement	86
Les différents types de sectionnements de la caténaire	88

---



## 7.1. Le réseau caténaire : sectionnement

---

### Introduction

En pratique, on se rend compte qu'une caténaire non « sectionnable » entre deux postes HT présente des difficultés d'exploitation. En cas d'avarie ou en cas de travaux, il faudrait mettre hors tension une trop grande longueur de caténaire, ce qui perturberait fortement le trafic.

---

### Entre la théorie et la pratique

Afin de mettre hors tension des sections plus réduites, des isolements électriques sont placés dans la caténaire. La caténaire est donc scindée en tronçons, électriquement séparés les uns des autres. Des interrupteurs sont installés pour la continuité de la tension électrique dans la caténaire. En temps normal, ils sont fermés. En cas de mise hors tension, ces interrupteurs sont ouverts.

---

### Secteurs et tronçons

- **SECTEUR** : ensemble des lignes de contact, normalement constitué de plusieurs tronçons, isolées des ensembles voisins par des sectionnements et alimentés par un (des) **DISJONCTEUR(S)**. Des secteurs peuvent être reliés par des Interrupteurs de Secours (TS). Pour l'application des mesures de sécurité, le secteur est lié à la notion *du tableau I*. Exemple : 18412.
  - **TRONÇON** : ensemble des lignes de contact constituant une entité électrique indivisible, isolées par des sectionnements; et pouvant être reliés par des **INTERRUPTEURS** et/ou **SECTIONNEURS**. Pour l'application des mesures de sécurité, le tronçon est lié à la notion *du tableau II*. Exemple : 28481.
- 

*Ce sujet continue page suivante*

## Le réseau caténaire : sectionnement, Suite

### Notion de cas caténaire et application

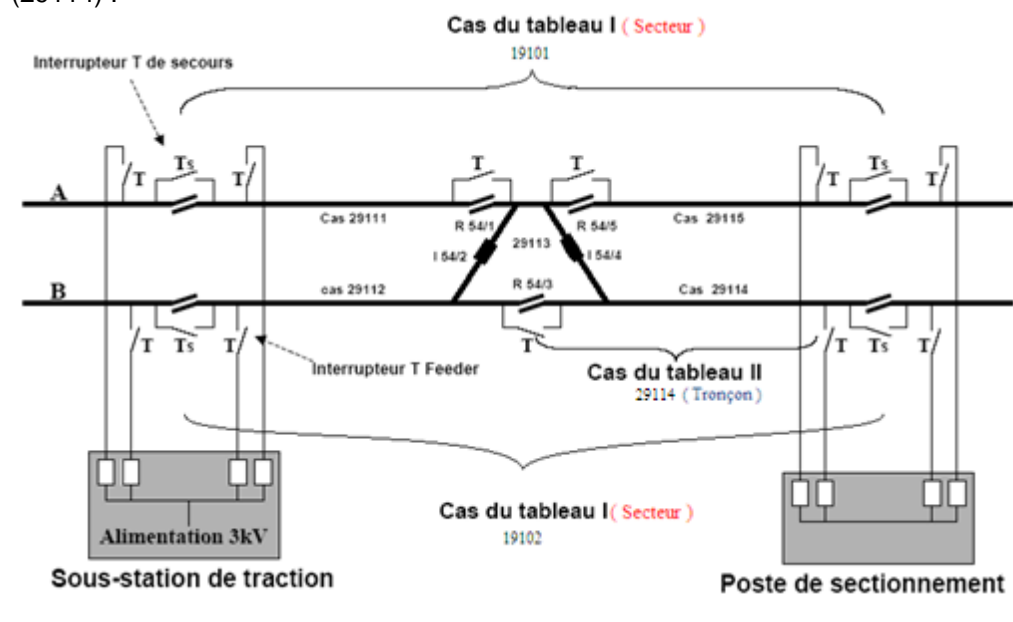
La notion de « cas caténaire » permet l'identification aisée et univoque de chaque tronçon et de chaque secteur. Les « cas » sont numérotés de façon logique et unique.

- L'application de cas caténares implique une coupure de tension et l'application des couvertures de celui-ci.
- En outre, une mise aux rails est nécessaire pour pouvoir travailler à la caténaire ou à proximité.

Type	Description
Cas du tableau I (SECTEUR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Compris entre deux SST ou entre SST et PS ;</li> <li>· En général, subdivisé en cas du tableau II ;</li> <li>· Longueur pouvant atteindre 20 km ;</li> <li>· Numéroté par exemple : 18412.</li> <li>· Disjoncteurs à manœuvrer</li> </ul>
Cas du tableau II (TRONÇON)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ne peut être divisé ;</li> <li>· Longueur variable ;</li> <li>· Numéroté par exemple : 28481.</li> <li>· Interrupteurs et/ou sectionneurs à manœuvrer.</li> </ul>

### Schéma

Ce schéma (plan de sectionnement) montre un Secteur (19101) et un Tronçon (29114) :



## 7.2. Les différents types de sectionnement de la caténaire

**Introduction** Afin de pouvoir apporter des modifications ou effectuer des réparations aux caténaires, il faut pouvoir isoler électriquement les tronçons les uns des autres. Cet isolement se fait grâce à des éléments isolants électriquement. Ces isolements s'appellent sectionnements.

**Que doit permettre un sectionnement ?** Il doit permettre le passage du pantographe :

- sans interrompre le captage de l'énergie ;
- sans chocs mécaniques ;
- sans être un obstacle à la circulation normale des trains.

**Rôle du sectionnement électrique** Le sectionnement électrique permet une meilleure exploitation des lignes électrifiées et la mise hors tension localisée lors d'entretien, de réparations ou de travaux.

**Emplacement** Les sectionnements de la caténaire se situent :

- En voies principales, au droit des SST, des PS et au voisinage de liaisons ;
- Entre voies principales lors de liaisons ;
- En gare, pour isoler des voies à quai de parties de grill, faisceau ou partie de faisceau, et de voies de circulation.

**Choix du type de sectionnement** Le type de sectionnement à utiliser dépend d'au moins 3 critères :

- Alignement ou non de la voie (rayon de courbure) ;
- Profil de la voie et de la caténaire ;
- La vitesse de circulation sur la voie.

**Contenu** Ce chapitre couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Les interrupteurs	89
Les sectionneurs	91
Sectionnement à lame d'air	92
Sectionnement à isolateur de section classique	93
Sectionnement à isolateur de section compact	94

## 7.2.1. Les interrupteurs

### Introduction

Les interrupteurs assurent une coupure visible du circuit pour le personnel d'entretien. Ils peuvent être manœuvrés:

- sous charge ;
- sur place manuellement ou en télécommande (RES).

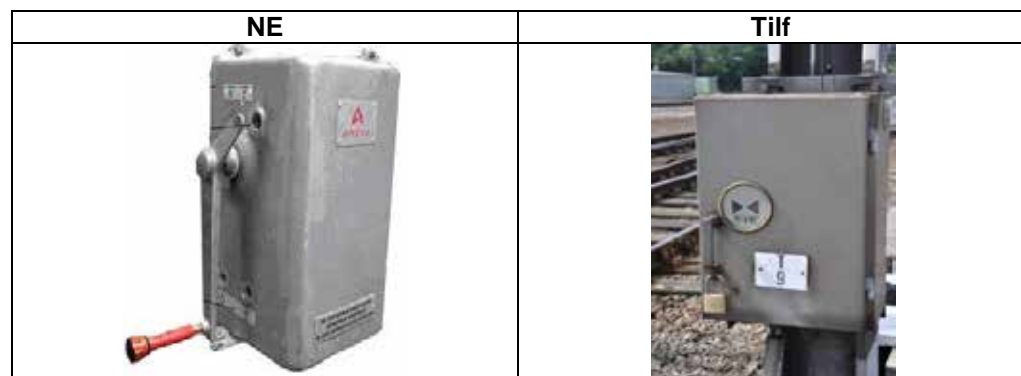
### Photos d'interrupteurs

Ces photos montrent des types d'interrupteur T :



### Photos des coffrets de commande

Photos de coffrets de commande d'un interrupteur T de type :



### Installation

Les interrupteurs sont placés sur le haut de poteaux de console ou portique. Les pôles sont raccordés soit :

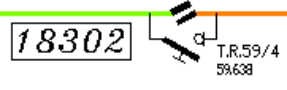
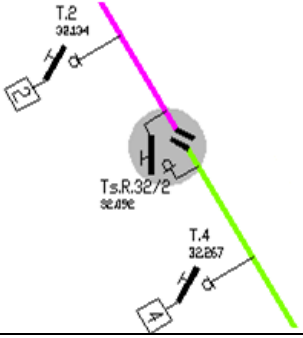
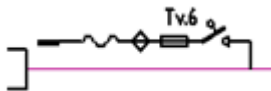
- aux deux cas du tableau II l'encadrant par l'intermédiaire de câbles ;
- un pôle vers le poste HT et l'autre vers le cas caténaire.

*Ce sujet continue page suivante*

## Les interrupteurs, Suite

### Différents interrupteurs et fonctions

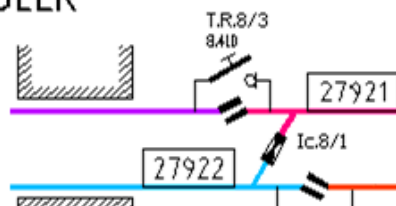
Ce tableau donne les différents types d'interrupteurs les plus utilisés dans la caténaire :

Type d'Interrupteur	Dénomination et Fonction	Schéma
T (normalement fermé)	« Interrupteur T » (T, T.R., T.I., ...) : <ul style="list-style-type: none"> <li>manœuvrable sous charge ;</li> <li>connecte les tronçons : <ul style="list-style-type: none"> <li>aux disjoncteurs des postes HT</li> <li>les uns aux autres</li> </ul> </li> </ul>	
Ts (normalement ouvert)	Interrupteur de secours ( Ts.R., Ts.I.): <ul style="list-style-type: none"> <li>permet de ponter un isolement électrique : <ul style="list-style-type: none"> <li>en cas d'urgence ou de travaux</li> <li>pour alimenter certains cas de faisceaux lors de travaux d'entretien ;</li> </ul> </li> <li>connecte, en général, deux secteurs voisins ou tronçons</li> </ul>	
Tx	Interrupteur d'alimentation de portique ou loge de chauffage.	
Tv	Interrupteur d'alimentation d'une prise de préchauffage des rames à partir de la caténaire.	

### Dénomination

Un interrupteur porte le même nom que l'isolement qu'il peut ponter. Exemple : Le T.R.8/3 correspond à l'interrupteur T pontant l'isolement à 'R 8/3'.

#### LINKEBEEK



## 7.2.2. Les sectionneurs

### Introduction

Les sectionneurs assurent une coupure visible du circuit pour le personnel d'entretien. Ils ne permettent pas une manœuvre sous charge (Absence de courant à vérifier préalablement). En 3 kV, ils ne peuvent être manœuvrés que sur place, manuellement avec des gants.

### Précautions à prendre lors de la manœuvre



Les sectionneurs ne sont pas manœuvrables sous charge. Pour effectuer une manœuvre de ceux-ci, il faut avant tout s'assurer que :

- aucun engin électrique ne consomme de courant électrique dans le tronçon ;
- tous les pantographes soient baissés et verrouillés.

### Différents sectionneurs et fonction

Ce tableau donne les différents types de sectionneurs utilisés dans la caténaire :

Type	Dénomination et Fonction	Schéma
S	Sectionneur de pontage d'isolement : Exemple : S.R. ; S.I.	
S'	Sectionneur avec talon de mise à la terre que l'on peut retrouver dans des faisceaux ou des tronçons courts.	

### 7.2.3. Sectionnement à lame d'air

**Principe**

Le sectionnement à lame d'air (R), est un sectionnement électromécanique. Cela veut dire que les fils de contact et les porteurs sont isolés et qu'à aucun moment, ils ne sont reliés ni électriquement ni mécaniquement.

**Comment est-il réalisé ?**

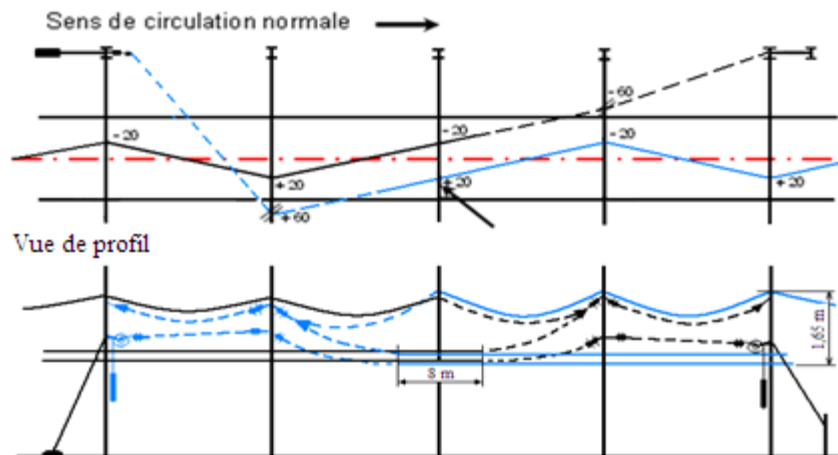
Le sectionnement à lame d'air est réalisé comme suit :

Longueur de la portée	Nombre de portées
≥ 42 m	4 (5 poteaux)
< 42 m	5 (6 poteaux)

- Au milieu du sectionnement, on trouve une zone commune aux 2 caténaires ;
- Un écartement de 40 cm entre les deux permettant l'isolement électrique ;
- Equipés d'appareils tendeurs.

**Schéma**

Présentation d'un sectionnement à lame d'air sur 4 portées. Les traits interrompus noirs et bleus représentent le relèvement des fils de contact pour aller s'ancrer.



**Conditions d'utilisation**

Dans un lame d'air, le pantographe entre, momentanément, en contact avec les deux caténaires. Les deux cas sont dès lors reliés électriquement.

En principe, les conducteurs :

- ne peuvent pas tractionner dans la zone commune entre deux cas de tableau I ;
- doivent abaisser les pantographes s'il est immobilisé pour une longue durée sous le sectionnement.

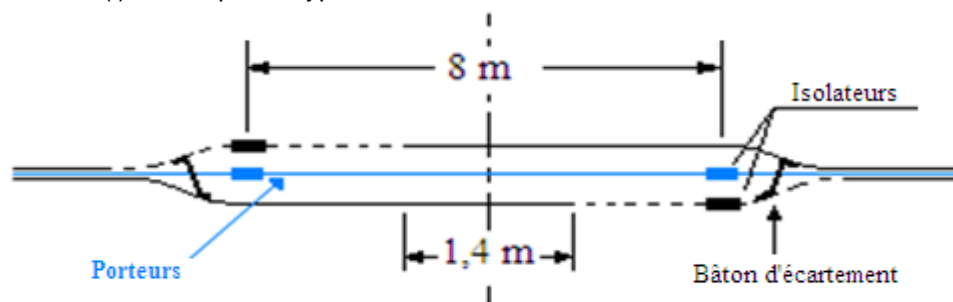
## 7.2.4. Sectionnement à isolateur de section classique

**Principe** Ce type de sectionnement est un sectionnement électrique. Il consiste en un relèvement en alternance des fils de contact.

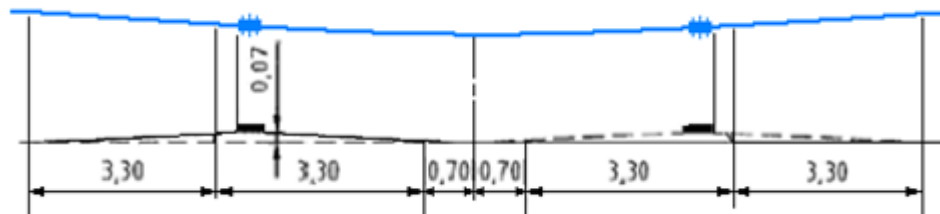
**Comment est-il réalisé ?** Le sectionnement à isolateur de section classique est réalisé :

- sur une zone d'isolement de 8 mètres;
- avec une zone commune de 1,4 m ;
- avec écartement de 0,25 m entre fils de contact grâce aux bâtons d'écartement ;
- avec relèvement de 5 à 7 cm ;
- avec placement d'isolateurs dans les porteurs.

**Schéma** Cette illustration présente, en vue de dessus, un sectionnement à Isolateur de Section (I) classique de type SNCB:



Sectionnement à Isolateur de Section (I) en vue de profil :



Remarque : les traits interrompus représentent le relèvement des fils de contact.

**Précaution** Dans ce type de sectionnement, le contact avec l'isolateur est rendu impossible du fait du relèvement de 5 à 7 cm des fils de contact.



## 7.2.5. Sectionnement à isolateur de section compact

---

**Principe** Ce type de sectionnement est un sectionnement électrique. Il est installé lorsque le placement d'un sectionnement à isolateur de section classique n'est pas réalisable. Des patins empêchent le pantographe de frotter sur les isolateurs du système.

---

**Comment est-il réalisé ?** Un sectionnement à isolateur de section compact est réalisé :

- par une interruption des fils de contact ;
- par le placement du système dans les fils de contact grâce aux pinces ;
- par l'intégration d'un bâton isolant dans le porteur.

---

**Illustration** Cette illustration présente un sectionnement à isolateur de section compact de type H3-160.



**Précaution** Des arcs électriques peuvent se produire au niveau des cornes de soufflage spécialement prévues pour cela.

---

## 8. Le Répartiteur ES et l'exploitation de la caténaire

---

### Exploitation

L'exploitation de la caténaire est gérée par le RES. Partant des disjoncteurs de feeder des sous-stations de traction, l'alimentation électrique des différents secteurs ou tronçons de caténaire est réalisée via des interrupteurs T dits " de feeder". Il est aussi fait usage d'autres types d' interrupteurs et de sectionneurs.

---

### Contenu

Cette partie couvre les sujets suivants :

Sujet	Page
Le Répartiteur ES (RES)	96
Intervention du Répartiteur ES en cas d'anomalie dans la caténaire	97
Mesures générales concernant la protection des caténaire	98

---

## 8.1. Le Répartiteur ES (RES)

---

### Introduction

Le RES est l'agent qui :

- Contrôle l'alimentation de la caténaire ;
- Contrôle et commande des interrupteurs T, TS, ... ;
- Contrôle et commande des SST (Disjoncteurs, ...) .
- ...

dans sa zone d'action.

La zone d'action du RES ne correspondent pas toujours à la zone d'entretien Caténaire de l'Area.

---

### Localisation des RES

Dans chaque area, il y a un poste RES :

- Gand
  - Anvers
  - Bruxelles
  - Namur
  - Mons
- 

### Les différentes tâches du RES

Les principales tâches du RES sont les suivantes :

- responsable de l'alimentation optimale du réseau caténaire ;
- seul habilité à donner un ordre de manœuvre ou à autoriser une manœuvre de n'importe quel appareil de la caténaire de son area ;
- en cas d'avarie, il recherche les causes de dysfonctionnement dans la caténaire ;
- délivrer l'ordre de circulation pantographes abaissés ;
- assurer la coordination des réparations suite à une avarie jusqu'à l'arrivée d'un responsable ;
- convoquer une équipe d'agents pour intervenir sur l'avarie ;
- préparer et gérer les coupures nécessaires aux travaux.

*Remarque* : L'intervention du RES est TOUJOURS nécessaire même pour un entretien de la caténaire ou dans un poste HT. Voir également le [RGE 713](#) et [PTR « Organisation des postes Répartiteur ES »](#)

---

### Outils à sa disposition

Pour mener à bien sa mission, le RES dispose d'un Tableau de Contrôle Optique. Le TCO est une représentation schématique de la partie du réseau de la caténaire qu'il gère. En outre, un système de télécommande est mis à sa disposition. En effet pour manœuvrer et/ou consigner les appareils, il envoie un ordre via cette télécommande. Toutes les opérations effectuées sont enregistrées et peuvent être archivées à des fins d'analyse.

---

## 8.2. Intervention du Répartiteur ES en cas d'anomalie dans la caténaire

---

### Quand doit-on appliquer un cas de Tableau I ?

Tant que la nature exacte ainsi que l'endroit de l'avarie ne sont pas connus, le RES ordonne l'application du ou des cas du tableau I concernés, dans les cas suivants :

- électrocution, pour couper la tension rapidement ;
- impossibilité de réenclencher un disjoncteur , après qu'un secteur soit tombé hors tension ;
- incendie sous les lignes de contact ;
- avarie d'une ligne de contact pouvant être dangereuse pour les voyageurs d'un train.

Le RES n'attend aucune confirmation de l'application venant des postes de signalisation. Dans la jonction Nord-Midi, le RES a la possibilité d'appliquer, lui-même, les couvertures pour le tableau I. Il envoie, via sa télécommande, un ordre de fermeture aux signaux concernés.

---

### Quand doit-on appliquer un cas de Tableau II ?

Le RES demande l'application des couvertures du cas du tableau II dans les cas suivants :

- électrocution, après application des couvertures du tableau I, si le dégagement de la victime nécessite une mise hors tension ;
- en cas d'avarie localisée à la caténaire ;
- en cas d'incendie à proximité de la caténaire ;
- pour exécution de travaux ou d'entretien à la caténaire ou à proximité.

Le RES attend une confirmation de l'application du tableau II venant du Traffic Control.

---

### Aperçu des mesures

Pour interdire l'accès à une zone et la circulation dans la zone, les mesures suivantes sont prises :

- fermeture et maintien en position fermée des signaux d'arrêt desservis;
  - placement de signaux mobiles d'arrêt en cas d'absence de signaux d'arrêt desservis.
-

## 8.3. Mesures générales concernant la protection des caténaires

<b>Objectifs</b>	<p>Les objectifs poursuivis sont d'éviter que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· le trafic électrique ne tombe sans moyen de traction ;</li> <li>· par le passage des pantographes sous un sectionnement limitant la zone sans tension, celle-ci ne revienne sous tension, ce qui : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ provoque un danger d'électrocution pour le personnel qui travaille aux caténaires ou à proximité ;</li> <li>○ amène un danger d'avarie ;</li> <li>○ amène un danger de déclenchement de l'alimentation du secteur voisin quand cette zone est mise aux rails,</li> </ul> </li> <li>· en cas d'avarie, des parties de caténaires pénétrant dans le gabarit de la section libre ne soient arrachées (et ainsi encore plus endommagées).</li> </ul>
<b>Situation normale - Caténaire parcourable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toute caténaire doit être considérée comme étant sous tension.</li> <li>· En règle générale, la caténaire ne peut être parcourue (c'est-à-dire touchée par des pantographes en mouvement) que si elle est sous tension. C'est la situation normale d'exploitation de la caténaire.</li> <li>· Aucun véhicule ne peut être abandonné avec pantographes levés, sans autorisation du Service SST et Caténaires de l'Area concernée.</li> </ul>
<b>Situation anormale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Définition</u> : Situation qui n'est pas encore une avarie mais susceptible de l'engendrer.</li> <li>· <u>Exemples</u> : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ disparition de la tension ;</li> <li>○ présence d'un objet étranger dans la caténaire (y compris glace et givre).</li> </ul> </li> </ul>
<b>Avaries</b>	<p>On entend par avarie à la caténaire tout bris ou déformation accidentelle de celle-ci qui amène le fil de contact, un élément de l'armement caténaire (biellette, antibalançant, isolateur de suspension,...) ou un objet étranger en dessous du niveau normal des fils de contact. La caténaire, dans ce cas, ne répond plus aux critères électriques et/ou mécaniques nécessaires pour garantir une exploitation normale de celle-ci en toute sécurité, sans risque d'engager le gabarit d'obstacle.</p>
<b>Danger de la tension électrique et mesures</b>	<p>La caténaire ne peut être touchée ni approchée qu'après MHT. Si les distances de sécurité ne sont pas suffisantes, une MHT est nécessaire. Les mesures de sécurité, le placement des DMR et d'autres précautions particulières sont décrits plus loin dans le document.</p>

*Ce sujet continue page suivante*

## Mesures générales concernant la protection des caténaires, Suite

---

### Coupure de tension – MHT



La tension doit être coupée dans les cas suivants :

- lorsqu'il y a danger pour les personnes qui doivent s'approcher de la caténaire ;
- en cas de travaux prévus à la caténaire ou à proximité de celle-ci ;
- après un message d'alarme ;
- en cas d'avarie, d'incident, d'électrocution, d'incendie...

Coupure de tension :

La coupure de tension est une condition nécessaire **mais pas suffisante** pour le travail à la caténaire.

MHT :

Aucune intervention dans les cas précités ne peut avoir lieu sans MHT (placement d'un Dispositif de Mise aux Rails). Les procédures de MHT sont décrites dans le [RGE 713](#).

---

### Restrictions au trafic

L'accès à une zone avariée et la circulation dans cette zone doivent être interdits pour tous les trains :

- dès qu'une avarie est constatée aux caténaires, celles-ci restant sous tension ou étant tombées hors tension.
- aussi longtemps que l'on n'a pas la certitude que le gabarit d'obstacle est libre. Néanmoins les trains de secours techniques peuvent avoir accès à la zone avariée.

**Remarque** :

Le RES peut lever l'interdiction pour le trafic non électrique dès qu'il est informé qu'aucun élément de la caténaire ne pénètre dans le gabarit d'obstacles.

---

### Préchauffage des rames

- Normalement, le préchauffage doit se faire via les armoires de préchauffage et non pas via les pantographes.
  - Le RES doit être informé des trains qui préchauffent via leur(s) pantographe(s).
  - L'engin ne peut pas être abandonné, mais doit rester sous la surveillance d'un planton. Le point de contact de celui-ci doit être communiqué (via le poste de signalisation). Une inscription doit être faite dans le Protocole Local pour l'Utilisation de l'Infrastructure.
-

## 9. Les dangers électriques

---

### Danger à proximité des caténaires

Le personnel doit se protéger contre les dangers suivants :

- les caténaires alimentant les trains électriques;
- le matériel roulant entrant dans la composition des trains.

Tout contact avec une pièce sous tension, soit direct, soit par l'intermédiaire d'un objet quelconque (fils, cordes, branches, ...) ou d'un jet liquide, peut être mortel.

---

### Danger lié à une avarie caténaire

- Une avarie caténaire peut, non seulement faire obstacle au passage des trains, mais rendre accessibles des conducteurs ou autres pièces sous tension, ce qui constitue un danger.
  - L'attention est attirée en particulier sur le fait qu'il serait extrêmement dangereux de couper des fils et des câbles encore soumis à la tension mécanique de pose.
  - Chaque agent doit considérer que la caténaire et ses équipements sont constamment sous tension, à moins qu'il ait reçu sous forme réglementaire la confirmation par le RES que la tension sur le tronçon de voie concerné a été coupée.
  - Les travaux à ou à proximité de la caténaire sur laquelle la tension a été coupée ne peuvent être entamés qu'après mise aux rails, effectuée en utilisant l'appareillage (Dispositif de Mise aux Rails) prévu pour réaliser la MHT de la caténaire.
- 

### Facteurs aggravants



- Les risques de mort sont accrus si l'on touche à la fois une pièce sous tension et d'autre part, des objets tels que :
    - supports métalliques de caténaires ;
    - rails ;
    - pièces métalliques d'un wagon, d'une voiture, d'une locomotive, etc.
  - L'humidité aggrave également le danger.
- 

### Objets encombrants

- Des objets encombrants, tels que tubes, perches, ringards, échelles, etc., ne peuvent jamais être portés verticalement au voisinage des caténaires.
  - Leur manipulation exige une extrême prudence, particulièrement le soir quand les caténaires sont difficiles à distinguer.
  - Les pièces sous tension qui se trouvent dans les gares ne sont guère à plus de 3 m du niveau du sol des quais élevés et donc éminemment accessibles avec les objets encombrants tels que tubes, perches, drapeaux ...
  - Le personnel des gares doit surveiller tout spécialement les voyageurs porteurs de tels objets. Ces objets ne peuvent en aucun cas, être tenus verticalement.
- 

*Ce sujet continue page suivante*

## Les dangers électriques, Suite

---

### Fils conducteurs

Les fils conducteurs même tombés à terre ne peuvent être touchés.

---

### Jets liquides



- Il est interdit de diriger un jet d'eau sur un élément des caténaires et même d'utiliser une lance d'arrosage à proximité de ces caténaires.
  - On s'exposerait à une mort certaine en urinant sur les caténaires du haut d'une passerelle surplombant celles-ci. Le fait d'uriner contre les supports métalliques peut aussi, en certains cas, présenter des dangers graves et est strictement interdit.
- 

### Défense d'escalader un poteau

Il est interdit d'escalader les poteaux, parties d'ouvrages d'art et de véhicules quelconques pour se rapprocher dangereusement des pièces sous tension de la caténaire:

- soit en effectuant certains mouvements ;
  - soit en manipulant des objets pouvant entrer en contact accidentel avec une pièce sous tension.
- 

### Règle générale

- Malgré la MHT et la mise aux rails ou à la terre, aucun travail ne peut être entrepris sur des éléments conducteurs longeant des installations électrifiées (rails, câbles de signalisation, ECFM, téléphonie, installations appartenant à un tiers, etc.), sans que l'égalité de potentiel de tous les éléments avec lesquels on risque d'entrer en contact, ne soit réalisée ;
  - A cet effet, il faut réunir les éléments avec lesquels on risque d'entrer en contact entre eux par des connexions provisoires ;
  - En particulier, si la continuité électrique d'un conducteur est rompue, les extrémités de la coupure doivent être pontées par une connexion.
- 

### Sécurité des voyageurs

Dans les gares, le personnel doit veiller à la sécurité des voyageurs pouvant s'approcher des éléments sous tension des caténaires ou des éléments du matériel roulant qui se trouve sous tension.

---

*Ce sujet continue page suivante*



## Les dangers électriques, Suite

### Avarie en gare

- Dans les gares et points d'arrêt situés sur les lignes électrifiées, des plaques d'avertissement destinées à renseigner le public sur le danger que présentent les caténaires, doivent être disposées de manière visible à proximité des quais, ou sur les quais.
- Les plaques contiennent du texte noir sur un fond jaune.
- Les plaques sont unilingues et doivent être placées en correspondance avec les lois linguistiques.
- Les textes suivants sont reproduits sur les plaques :

Langue	Texte
Français	Il est interdit, sur les quais des voies électrifiées : <ul style="list-style-type: none"> <li>· de lever des objets de grandes dimensions ;</li> <li>· de toucher les fils même tombés à terre.</li> </ul> Tout contact avec les fils peut être mortel !
Néerlandais	Het is verboden, op perrons van geëlektrificeerde sporen: <ul style="list-style-type: none"> <li>· lange voorwerpen omhoog te houden;</li> <li>· stroomdraden aan te raken, zelfs als ze op de grond liggen.</li> </ul> Ieder contact met de stroomdraden is levensgevaarlijk!
Allemand	Es ist verboten, auf Bahnsteigen elektrifizierter Strecken: <ul style="list-style-type: none"> <li>· lange Gegenstände aufzurichten;</li> <li>· die Stromdrähte, selbst heruntergefallene, zu berühren.</li> </ul> Jedes Berühren der Stromdrähte ist lebensgefährlich!

## 10. Les travaux prévus et imprévus à la caténaire

---

### Organisation des travaux caténares

L'organisation des travaux caténares est décrite dans les PTR SST et Caténares.

---

### Principes des travaux prévus

- Pour tous travaux à la caténaire ou à proximité de la caténaire, si les distances de sécurité ne peuvent pas être respectées pendant l'exécution des travaux, une MHT est nécessaire.
  - Les mesures à prendre seront décrites dans une ILT (Instruction Locale Temporaire) le cas échéant.
  - La présence d'un agent du service SST et Caténares ou d'un agent initié est indispensable pendant l'exécution du travail.
- 

### Personnel habilité

Les travaux aux caténares sont de la compétence exclusive :

- du personnel du Service SST et caténares,
- des entrepreneurs désignés par eux.

---

### Travaux affectant l'exploitation

Les travaux prévus font toujours l'objet d'un BNX.

---

### Travaux engageant le gabarit

Si la nature du travail engage le gabarit d'une voie, ce travail doit faire l'objet:

- d'une Mise hors service préalable de la voie; ou
- d'une autorisation préalable d'empiètement du gabarit d'une voie en service.

---

### Principes des travaux imprévus

- Tout doit être mis en œuvre pour assurer à la fois la sécurité du personnel et gêner le moins possible la circulation des trains.
  - Toutes les mesures sont identiques au cas des travaux prévus.
  - En cas de doutes sur le respect des distances de sécurité, le technicien du service SST et caténares déterminera les mesures nécessaires à prendre.
- 

### Travaux indispensables

Les travaux reconnus immédiatement indispensables et n'ayant pu faire l'objet d'un programme peuvent être exécutés sur initiative du RES. Le RES demande au Traffic Control l'application des mesures de sécurité pour le cas concerné.

---