



## ***Caténaire 25 kV SNCF – Partie 1 : les dispositions réelles***

---

*par Rémy Fauvet*



**Attention** : Ce document constitue un petit recueil de ce que je connais de la caténaire SNCF, glané au fil de mes lectures et d'observations sur le terrain. Il est probable que le texte contienne des erreurs ou des imprécisions. Toute remarque pour l'améliorer sera donc la bienvenue.

Modifications par rapport aux versions antérieures :

- 06/02/2009 : modification du schéma « section de séparation 25 kV » (fig. 22)
- 08/03/2009 : modification du paragraphe « 1.5.1 Numérotation », ajout de la figure 33 (plaque « caténaire basse ») et ajout de la référence bibliographique manquante.

## Sommaire

<b>1. Généralités sur la caténaire réelle</b> .....	3
1.1 <i>Eléments constitutifs de la caténaire et des supports</i> .....	3
1.1.1 <i>Généralités</i> .....	3
1.1.2 <i>Tension mécanique, pose des cantons de caténaire et constitution d'une portée</i> .....	4
1.1.3 <i>Equipements principaux d'un poteau – Montage en tension / compression</i> .....	6
1.1.4 <i>Fixation au sol des poteaux</i> .....	7
1.1.5 <i>Poteaux à armements multiples</i> .....	7
1.1.6 <i>Ancrage des poteaux au sol</i> .....	8
1.1.7 <i>Autres équipements (feeder, câble de terre)</i> .....	10
1.2 <i>Pose de la caténaire</i> .....	10
1.2.1 <i>Désaxement</i> .....	10
1.2.2 <i>Hauteur du fil de contact</i> .....	11
1.3 <i>Positionnement et espacement des supports</i> .....	12
1.3.1 <i>Espacement des poteaux (portée)</i> .....	12
1.3.2 <i>Pose sur portiques et potences</i> .....	13
1.4 <i>Disposition spéciales</i> .....	15
1.4.1 <i>Caténaire implantée sur une voie à quai</i> .....	15
1.4.2 <i>Franchissement des obstacles (ponts, tunnels et passages à niveau)</i> .....	15
1.4.3 <i>Appareils tendeurs</i> .....	17
1.4.4 <i>Sectionnements</i> .....	20
1.4.5 <i>Zones d'appareils de voie</i> .....	27
1.5 <i>Marquages et équipements de sécurité</i> .....	32
1.5.1 <i>Numérotation</i> .....	32
1.5.2 <i>Plaque de danger</i> .....	33
1.5.3 <i>Flèches pour téléphone</i> .....	33
1.5.4 <i>Plaque « caténaire basse »</i> .....	34
1.5.5 <i>Dispositif anti-escalade</i> .....	34
<b>2. Quelques références bibliographiques</b> .....	35

## 1. Généralités sur la caténaire réelle

Il peut être utile de connaître quelques aspects de la caténaire réelle qui permettront de comprendre sa constitution et sa pose sur le réseau.

Il existe plusieurs types de caténaire dépendant principalement :

- de la tension électrique (25 000 V / 50 Hz ou 1500 V continu en France),
- du type de circulation parcourant les voies (voies principales parcourues à haute vitesse, LGV, voies de service, etc... l'élément déterminant étant alors la vitesse de circulation des trains),
- de conditions locales et historiques (climat, héritage des anciens réseaux, etc...).

Dans la suite, je m'attacherai uniquement à traiter de la méthode de constitution (puis de la construction) de la caténaire 25 kV moderne, telle qu'on peut la rencontrer aujourd'hui sur le réseau classique RFF/SNCF.

### 1.1 Eléments constitutifs de la caténaire et des supports

#### 1.1.1 Généralités

La figure 1 présente les principaux éléments d'une caténaire.

Le porteur est un câble de section 65 mm<sup>2</sup> en bronze à l'étain.

Le fil de contact est en cuivre dur électrolytique de 107 mm<sup>2</sup> de section qui comporte deux rainures longitudinales qui permettent d'y fixer les pendules sans que ces derniers ne risquent d'accrocher les pantographes.

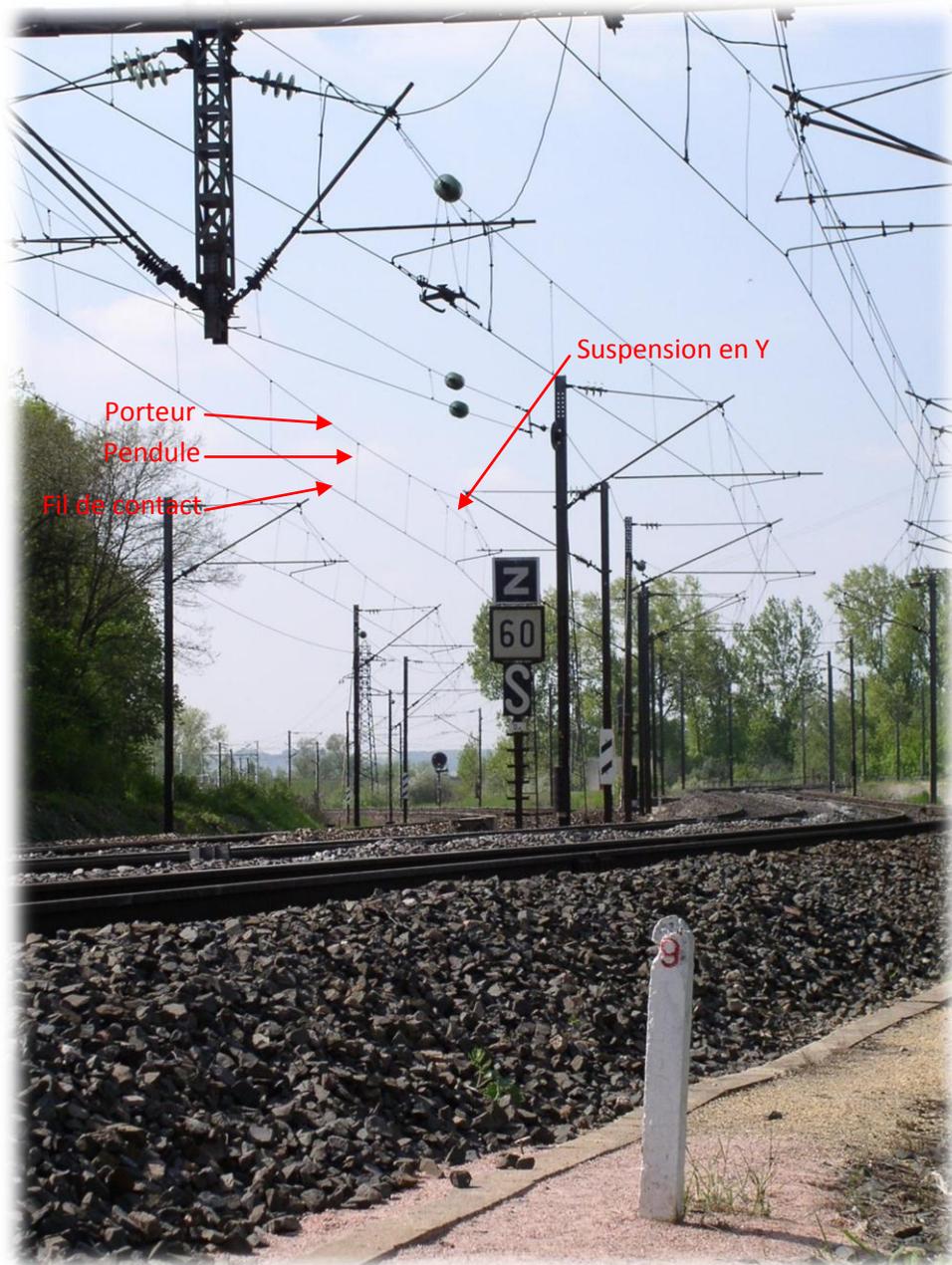


Fig. 1 : Caténaire à la bifurcation de Lérouville (raccordement Metz ↔ Nancy)

### 1.1.2 Tension mécanique, pose des cantons de caténaire et constitution d'une portée

Tout d'abord, il faut noter que la caténaire standard est tendue avec une force de l'ordre de 1000 daN (ce qui équivaut à une masse de 1 tonne suspendue au bout du fil). Cette valeur est plus importante sur LGV. La tension permet de compenser les variations de longueur des câbles dues aux changements de température (dilatation), au fluage (étirement du fil) et de limiter le soulèvement du fil de contact au passage du pantographe (risque d'arrachement).

Pour assurer la tension mécanique ainsi que pour faciliter l'entretien de la caténaire, celles-ci est découpée en cantons de 700 à 1500 m aux extrémités desquels sont fixés des appareils tendeurs (utilisant des contrepoids et des poulies).

Le fil de contact, comme son nom l'indique, est le câble qui est en contact avec le pantographe des engins pour leur fournir la puissance électrique.

Le porteur permet de soutenir le fil de contact (par l'intermédiaire des pendules) afin que celui-ci ne prenne pas une flèche trop importante sous son propre poids. Il est en effet important que le fil de contact soit à hauteur aussi constante que possible entre deux supports. Dans le cas contraire, on risquerait d'avoir des oscillations du pantographe (surtout à haute vitesse) qui entraîneraient une fatigue mécanique des installations, un captage de mauvaise qualité (décollement du pantographe) et des risques d'arrachement dus à la trop grande souplesse du fil de contact.

En revanche, le passage au niveau d'un poteau constitue un « point dur ». En effet, au niveau des supports, des pièces sont fixées sur le fil de contact pour le maintenir à la position voulue. Compte tenu de la masse des pièces, des frictions entre elles, on imagine bien qu'il est plus facile de soulever la caténaire à mi-distance entre deux supports qu'au droit d'un support.

Il peut donc être intéressant de redonner un peu de souplesse à la caténaire au passage des supports. C'est le rôle de la suspension en Y. Elle est en général installée sur les lignes parcourues à plus de 120 km/h (sauf lignes TGV et points particuliers sur lignes classiques, comme les supports au niveau des appareils de voie, etc...). Il semble cependant que cette suspension ait tendance à disparaître sur les lignes classiques récemment électrifiées ou ayant subi un renouvellement de la caténaire. Je n'ai pas vraiment d'explication quant à cette disparition (tension supérieure de la caténaire sur les installations récentes ? Evolution des pantographes sur les matériels modernes ? etc...)

Une portée de caténaire (portion comprise entre deux supports) a, en général, la constitution reprise sur la figure 2.

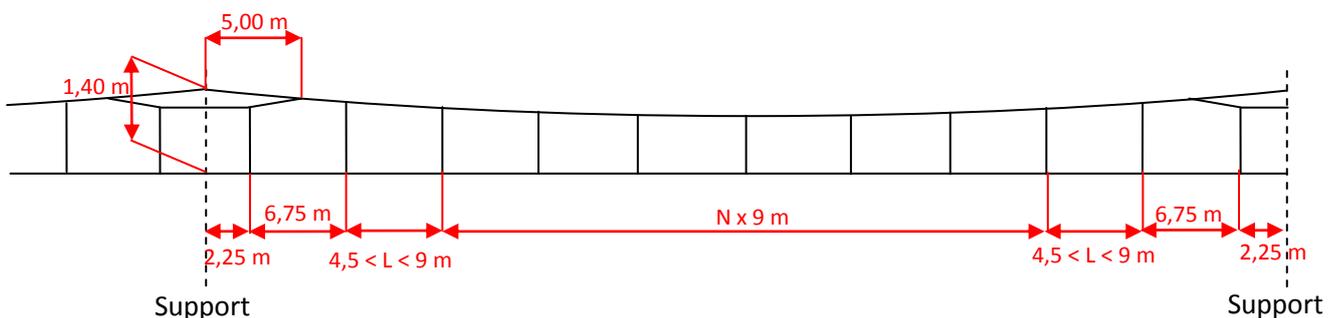


Fig. 2 : Profil d'une portée de caténaire

### 1.1.3 Equipements principaux d'un poteau – Montage en tension / compression

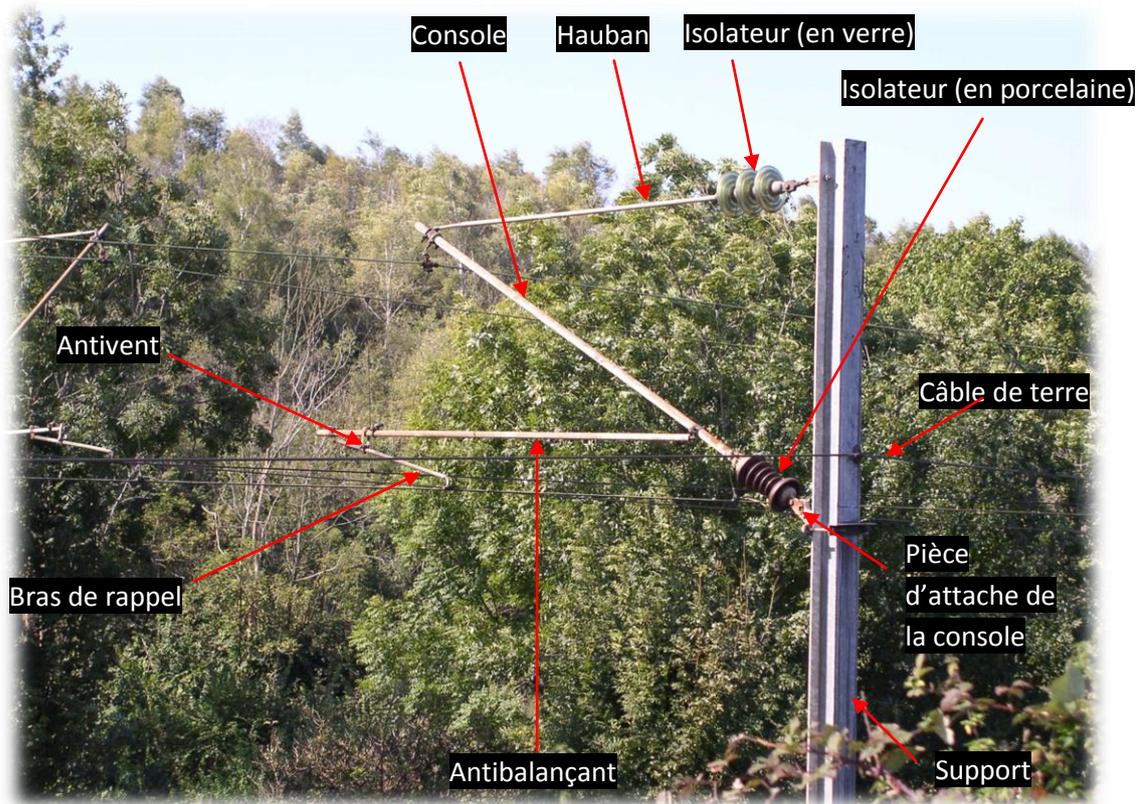


Fig. 3 : Détail de l'équipement d'un poteau



Fig. 4 : Poteaux avec montages en tension et compression

Les deux supports présentés sur la figure 4 montrent les deux montages typiques :

- Le support de gauche est dit monté « en compression ». En effet, la résultante des forces qui s'applique à l'extrémité du bras de rappel pointe vers le support. Les isolateurs subissent donc une compression.
- Le support de droite est dit monté « en tension » pour des raisons analogues, mais avec une tension mécanique au niveau des isolateurs.

Quand on a le choix, on préfère installer des poteaux travaillant en tension (la mécanique tient mieux en tension qu'en compression).

Sur une double voie classique, les poteaux des deux voies se font face. Si l'un est monté en tension, l'autre sera monté en compression (ménagement d'une distance de sécurité entre les deux caténaires).

#### 1.1.4 Fixation au sol des poteaux

Les poteaux sont fixés au sol par un massif en béton à une profondeur qui dépend de la nature du sol et de la force qu'exerce la caténaire sur le poteau.

Un petit dé en mortier couvre le pied du poteau pour le protéger de la corrosion.

#### 1.1.5 Poteaux à armements multiples

Certains poteaux peuvent comporter 2 (voire 3) consoles montées parallèlement. Ce type de poteau est utilisé lorsque plusieurs caténaires équipent une même voie. Cette situation se rencontre notamment sur les portions de transition entre deux cantons caténaire, au franchissement d'appareils de voie et des équipements de sectionnement.

Le poteau est alors muni de deux profilés en U monté perpendiculairement à lui. Les consoles et haubans de console sont fixés sur ces profilés.

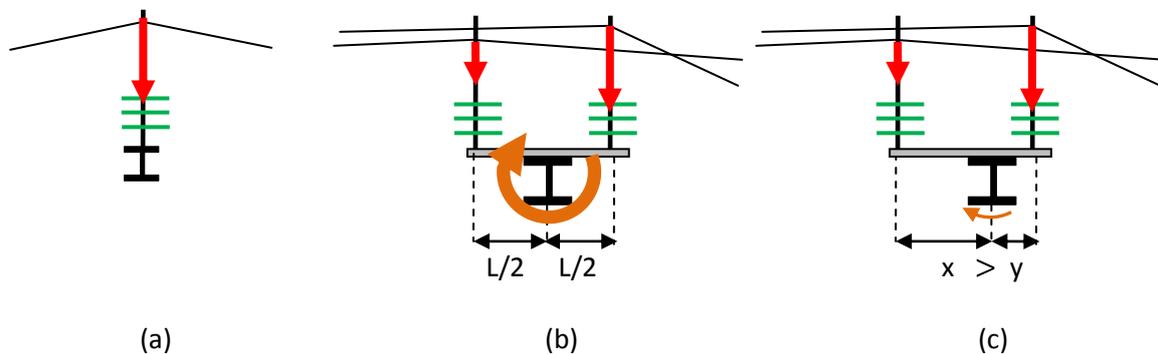
Comme cela sera expliqué ultérieurement, la caténaire est désaxée (elle n'est pas - ou rarement - confondue avec l'axe de la voie) et décrit un zig-zag. Il existe donc une force qui peut tirer la console du poteau (montage en tension) ou bien la comprimer contre le poteau (montage en compression).

La structure en H d'un poteau fait que cette force ne fait que très faiblement fléchir le poteau. En revanche, lorsque deux consoles sont fixées sur le même poteau et que les forces exercées sont de sens opposés (ou de même sens mais avec des intensités différentes), si l'on n'y prend pas garde, il peut y avoir apparition d'un couple de torsion important qui a tendance à vriller le poteau.

L'astuce consiste alors :

- à utiliser un poteau en H de section supérieure à celle d'un armement simple (pour augmenter le moment d'inertie de torsion)
- à désaxer les profilés en U de façon à ce que le couple de torsion s'annule (ou, tout au moins, soit minime).

La figure 5 illustre le problème posé par les armements multiples et la manière de le résoudre.



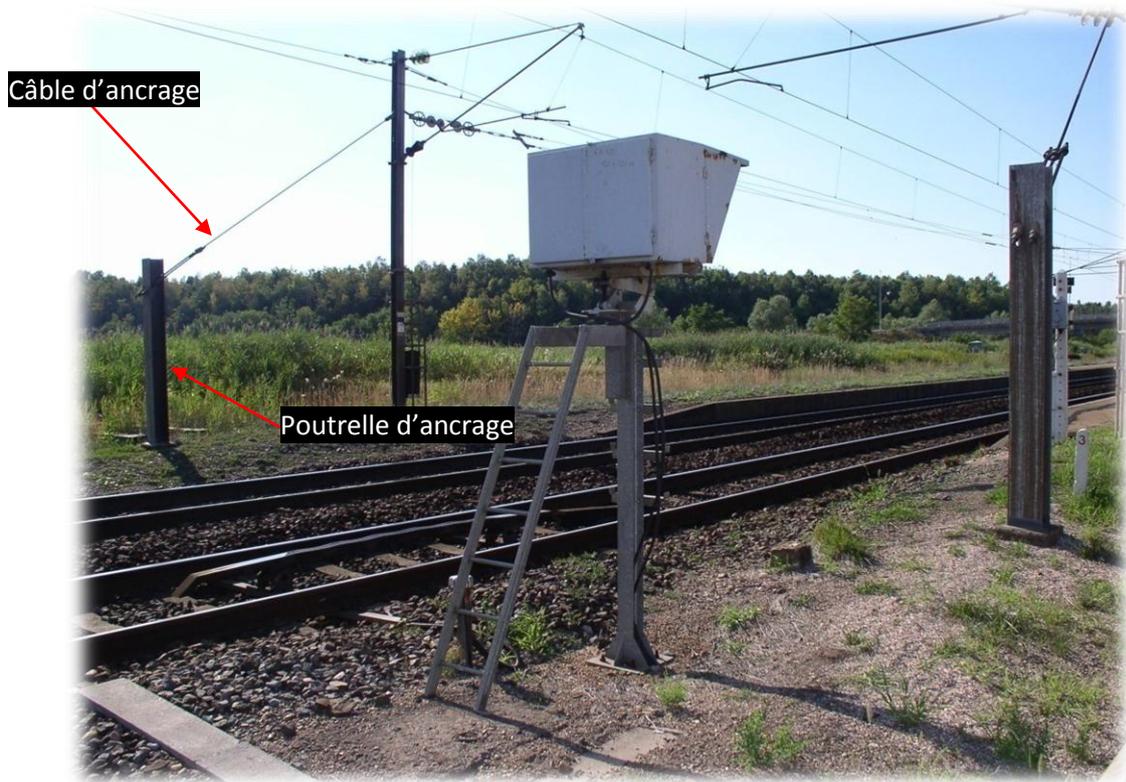
Pour un support à plusieurs armements,  $L \approx 1$  m

*Fig. 5 : Montage à armements multiples : (a) avec un seul armement, aucun couple de torsion, seul l'effort peut faire fléchir le poteau vers l'extérieur de la voie ; (b) si deux armements sont montés à même distance de l'axe du poteau, à l'effort de flexion s'ajoute un couple de torsion qui peut vriller le poteau ; (c) le problème est résolu en modifiant le bras de levier de chacune des forces : le couple diminue, voire s'annule*

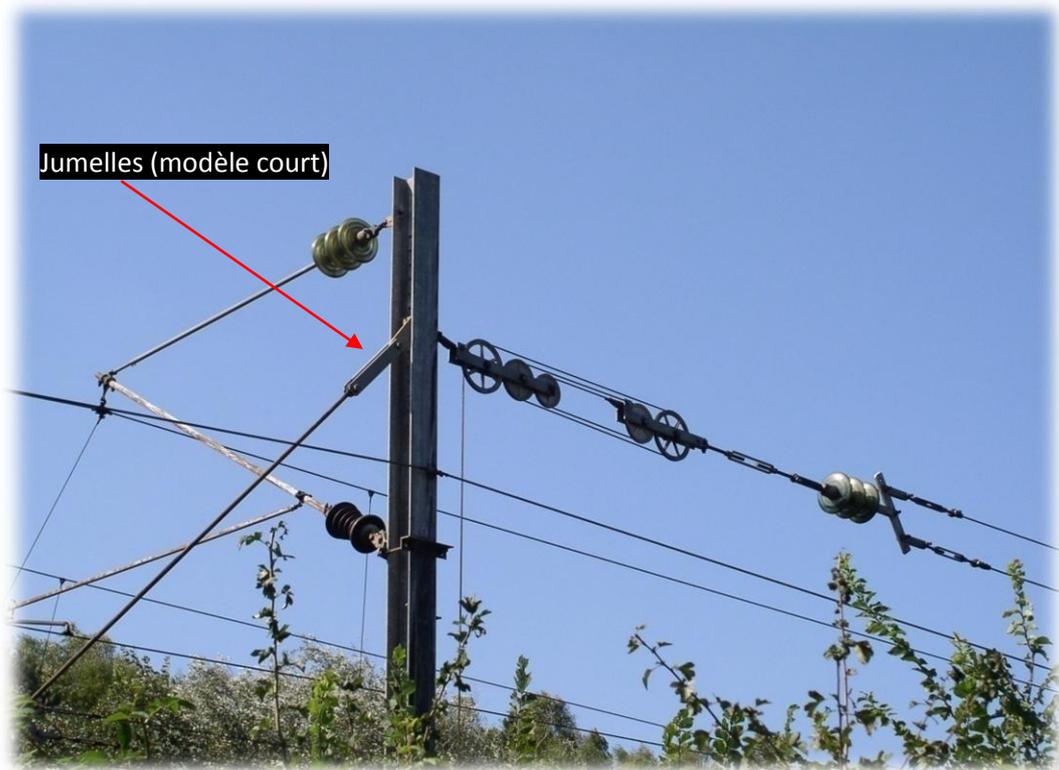
#### 1.1.6 Ancrage des poteaux au sol

Certains poteaux comportent un ancrage au sol. Ce dispositif permet de ne pas faire subir un fléchissement important au support lorsqu'une extrémité de caténaire (appareil tendeur, ancrage fixe, anticheminement, fin de caténaire sur voie en impasse, etc...) est fixée sur le poteau. Les ancrages sont constitués d'un câble fixé au sol dans un massif en béton ou bien sur un poteau de petite dimension (ancrage surélevé lorsqu'il y a risque de gêne importante des circulations sur les pistes cyclables le long des voies, voir fig. 6). Le câble d'ancrage est fixé au poteau par l'intermédiaire de jumelles (pièces métalliques oblongues de longueur variable suivant le type de pose, voir fig. 7).

Dans le cas d'un ancrage surélevé, la distance entre le poteau et la poutrelle d'ancrage est d'environ 4,70 m.



*Fig. 6 : Ancrages surélevés sur appareils tendeurs*



*Fig. 7 : Ancrage – Fixation du câble d'ancrage au poteau par jumelles courtes*

### 1.1.7 Autres équipements (feeder, câble de terre)

Les poteaux peuvent supporter d'autres équipements :

- Un câble de terre fixé et relié électriquement aux poteaux. Ce câble n'est pas tendu et se trouve en général fixé sur la face extérieure du poteau (côté opposé à la voie).
- Un feeder, non tendu, monté sur les poteaux par un isolateur, en général du côté extérieur du poteau. L'isolateur pend au bout d'une petite potence métallique fixée au sommet du poteau. Le feeder est alimenté, en opposition de phase avec la caténaire, en 25 kV et permet d'alimenter celle-ci (après une section de séparation). Cette disposition est souvent appelée caténaire en 2 x 25 kV.

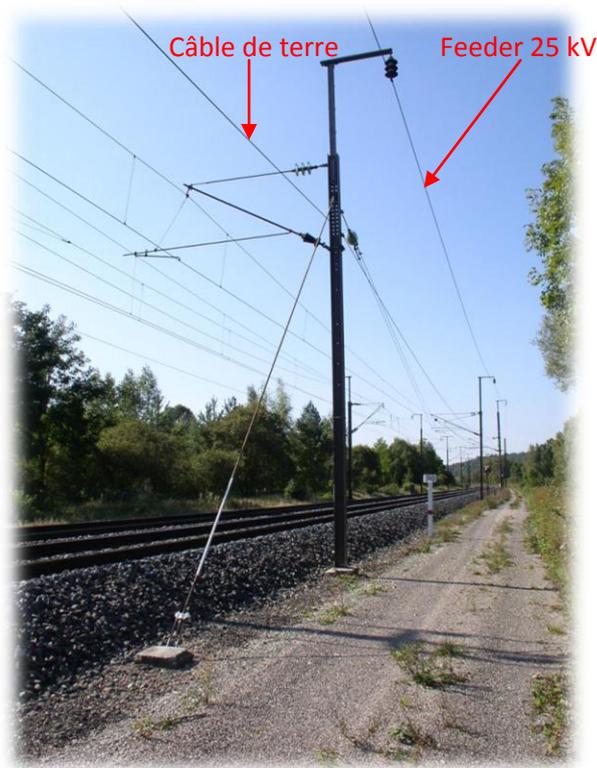


Fig. 8 : Câble de terre et feeder

## 1.2 Pose de la caténaire

### 1.2.1 Désaxement

La caténaire 25 kV est dite « polygonale ». Cela signifie que le fil de contact décrit une suite de segments (dont les extrémités sont situées au niveau des supports). Le plan contenant le porteur, les pendules et le fil de contact est toujours un plan vertical (ou quasiment). D'autres types de caténaires, ne sont pas de ce type. La plus fameuse est la caténaire inclinée « Midi » qui suit plus ou moins l'axe de la voie.

En alignement, la caténaire est posée en zig-zag avec un désaxement de +/- 200 mm par rapport à l'axe de la voie. Ceci a pour but d'éviter l'usure des archets des pantographes qui frotteraient toujours au même endroit (le fil de contact agissant alors comme une véritable scie).

Sur une voie en alignement, on trouve donc alternativement un poteau monté en tension et un monté en compression.

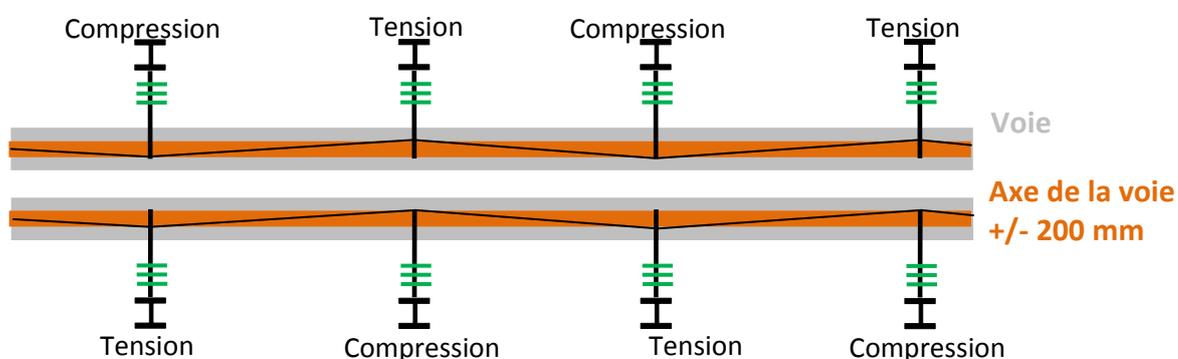


Fig. 9 : Pose de la caténaire en alignement sur double voie

Dans les courbes, il en est autrement puisque la caténaire décrit des segments qui ne peuvent couper l'axe de la voie qu'en deux points au maximum entre deux poteaux. La caténaire « balaie » donc naturellement la surface de l'archet. On s'arrange juste pour conserver une amplitude du « mouvement de balayage » de +/- 200 mm<sup>1</sup> par rapport à l'axe de la voie, comme en alignement.

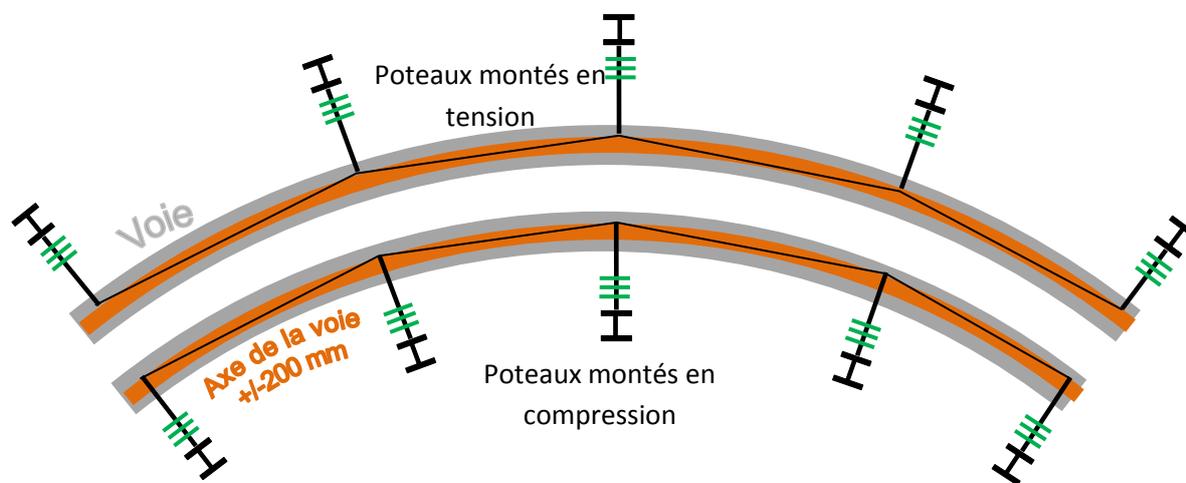


Fig. 10 : Pose de la caténaire sur double voie en courbe

### 1.2.2 Hauteur du fil de contact

La hauteur de la caténaire, mesurée entre le plan supérieur des rails et le fil de contact est variable et dépend de la présence d'obstacles (ponts, tunnels) ou de points singuliers comme les passages à niveaux.

<sup>1</sup> Pour être tout à fait exact, le désaxement de la caténaire dépasse la valeur de 200 mm dans les courbes. La caténaire est désaxée d'une valeur supérieure à 200 mm vers l'extérieur de la courbe. La valeur du désaxement dépend du rayon de courbure et vaut au plus 240 mm.

Elle est normalement de 5,75 m, peut descendre à 4,64 m sous tunnel et monter à 6,20 m aux passages à niveaux (pour permettre le passage de véhicules routiers à grand gabarit).

Dans le cas des passages sous obstacle, la hauteur du fil de contact s'abaisse progressivement pour dégager le gabarit électrique de l'ouvrage (de même pour le franchissement des passages à niveaux avec une élévation de cette hauteur).

### 1.3 Positionnement et espacement des supports

#### 1.3.1 Espacement des poteaux (portée)

La distance entre deux supports consécutifs (appelée « portée ») est variable.

Sans obstacle à franchir (pont, tunnel) et en alignement, la portée est de 63 m. Cette distance est ramenée à 50 m sur LGV.

La portée peut être réduite sous cette valeur de 63 m dans de nombreux cas :

- Présence d'un pont ou d'un tunnel (ou d'un autre obstacle)
- Courbes
- Zones d'appareils de voie
- Présence de forts vents latéraux pouvant entraîner un soulèvement excessif de la caténaire
- ...

Les valeurs de portée les plus courantes sont les suivantes (en m) :

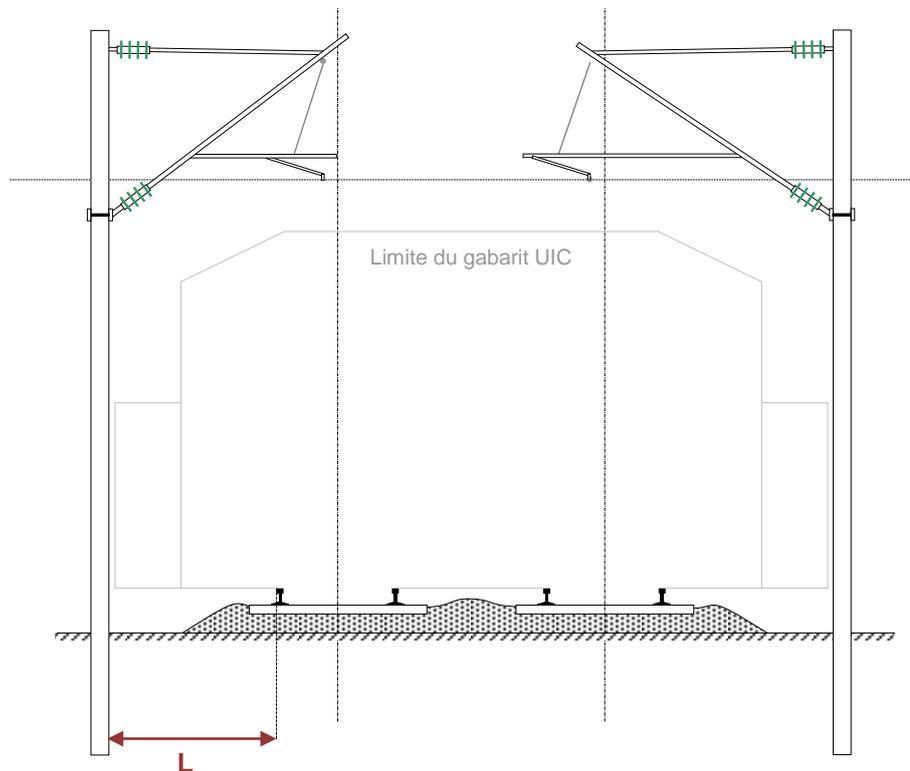
63 – 58,5 – 54 – 49,5 – 45 – 40,5 – 36 – 31,5 – 27 – 22,5

Dans le cas des courbes, afin de permettre au fil de contact de rester dans les limites de +/- 240 mm autour de l'axe de la voie, la portée diminue aux valeurs reprises dans le tableau 2.

Rayon R des courbes (m)	Portées maximales (m)
R > 1800	63
1800 > R > 1350	58,50
1350 > R > 1050	54
1050 > R > 850	49,50
850 > R > 650	45
650 > R > 500	40,50
500 > R > 400	36
400 > R > 300	31,50

Tableau 1 : portées maximales en courbe

La distance du support par rapport à la voie est telle qu'elle permet normalement de dégager la piste de circulation. Cette distance est reprise sur la figure 6.



Voies principales :  $L = 2,25 \text{ m}$

Voies de service :  $L = 1,70 \text{ m}$

Fig. 11 : Implantation des supports de caténaire

### 1.3.2 Pose sur portiques et potences

Dans les cas où, pour diverses raisons (entrevoie insuffisant, ouvrage d'art, larges faisceaux de voies parallèles dans les triages, etc...), il n'est pas possible ou souhaitable d'implanter des poteaux indépendants pour chaque voie, on a recours à des potences ou des portiques (comme pour la signalisation).

On peut distinguer deux types de portiques :

- Les portiques souples qui équipent les voies parallèles parcourues à faible vitesse et les voies de service. En effet, par sa constitution, le montage des porteurs sur les portiques souples ne permet pas de les régulariser (c'est-à-dire de les tendre). La caténaire ne présente donc plus les qualités nécessaires pour les hautes vitesses.
- Les portiques rigides qui sont constitués d'une poutre rigide transversale haubanée aux piédroits (supports) sur laquelle sont montés des « chaises » permettant de fixer les consoles. Ces dernières peuvent bien évidemment être aussi fixées directement sur les piédroits. Ainsi, chaque caténaire est totalement indépendante : fil de contact et porteur sont régularisés comme sur des supports simples classiques.



*Fig. 12 : Portique souple*



*Fig. 13 : Portique rigide*

## 1.4 Disposition spéciales

### 1.4.1 Caténaire implantée sur une voie à quai

Lorsque des poteaux sont implantés sur un quai, pour des raisons de sécurité, on évite de disposer des parties sous tension au-dessus des voyageurs. Les isolateurs se trouvent alors décalés sur les consoles vers les voies de sorte que la partie des consoles, haubans, etc... situé au-dessus du quai ne soit pas sous tension.

De même, dans le cas de l'ancrage d'une caténaire à un poteau (extrémité de canton caténaire par exemple), la section de caténaire passant au dessus du quai est isolée.

### 1.4.2 Franchissement des obstacles (ponts, tunnels et passages à niveau)

Certains franchissement d'ouvrages nécessitent de modifier la hauteur de la caténaire par rapport à la hauteur « standard » de 5,75 m. C'est le cas :

- des ponts et tunnels qui ont bien souvent été construits avant électrification de la ligne. Outre l'abaissement du niveau de la plateforme pour permettre de dégager le gabarit électrique, la hauteur du fil de contact doit être progressivement diminuée. En outre, la portée décroît progressivement pour atteindre la valeur requise pour le franchissement de l'ouvrage.
- des passages à niveau où, pour permettre la circulation des véhicules routiers à grand gabarit, la hauteur de la caténaire est augmentée à plus de 6 m. Si cela n'est pas possible (par exemple en raison de la proximité du passage à niveau avec un tunnel), une signalisation routière spécifique indique une limitation de hauteur.

La hauteur du fil de contact varie progressivement pour passer de la valeur courante à la valeur sous/sur obstacle. Les pentes maximales admises pour le fil de contact et la différence de pente entre deux portées successives sont reprises dans le tableau 2.

Vitesse de la ligne	Pente maximale du fil de contact (‰)	Différence de pente maximale entre 2 portées successives (‰)
$V < 100 \text{ km/h}$	6	3
$100 \text{ km/h} < V < 120 \text{ km/h}$	4	2
$120 \text{ km/h} < V$	3	1,5

Tableau 2 : Pentes maximales du fil de contact lors des changements de hauteur

D'autre part, la portée et la pose de la caténaire peuvent dépendre de la largeur de l'obstacle à franchir et de la vitesse des trains. Les dispositions sont reprises dans le tableau 3 et illustrées sur la figure 14.

Vitesse de la ligne	Largeur de l'obstacle	
	< 9 m	> 9 m
$V \leq 100$ km/h	<p>Ancrage possible du porteur sur les faces de l'ouvrage s'il ne peut passer librement sous celui-ci.</p> <p>Hauteur mini du fil de contact = 4,64 m</p> <p>Hauteur mini sous l'obstacle = 4,92 m</p>	<p>Ancrage possible du porteur sur les faces de l'ouvrage s'il ne peut passer librement sous celui-ci.</p> <p>Mise en place de suspensions sous l'ouvrage.</p>
$V > 100$ km/h	<p>Passage libre : le fil de contact et le porteur passent sous l'ouvrage. La portée doit être inférieure à 27 m.</p> <p>Hauteur mini du fil de contact = 4,64 m</p> <p>Hauteur mini sous l'obstacle = 5,21 m</p>	<p>Passage libre : le fil de contact et le porteur passent sous l'ouvrage. Mise en place de suspensions sous l'ouvrage.</p> <p>Hauteur mini du fil de contact = 4,64 m</p> <p>Hauteur mini sous l'obstacle = 5,26 m pour un équipement avec suspension sur les faces de l'ouvrage.</p>

*Tableau 3 : Franchissement des ponts et tunnels*



*Fig. 14 : Illustration du franchissement de passages supérieurs ( $l < 9$  m)*

### 1.4.3 Appareils tendeurs

Comme déjà énoncé plus haut, il n'est pas possible de poser une caténaire praticable à de hautes vitesses d'un seul tenant. Il y a nécessité, de loin en loin, d'installer des appareils de tension mécanique (les portions élémentaires de caténaire faisant alors de 700 à 1500 m en pleine voie).

Cette disposition facilite également l'entretien de la caténaire.

Lorsque l'on a à faire à un canton caténaire de 700 à 1500 m, la section comprend un appareil de tension à chaque extrémité (contreponds et poulies développant une tension totale de l'ordre 1000 daN, équivalent à 1 tonne-force) et un dispositif d'anticheminement disposé en milieu de canton (poteau dont la console est rendue fixe par ancrage aux deux poteaux encadrants). Le but de ce dernier est d'empêcher l'ensemble de la caténaire de translater dans son ensemble vers un des appareils tendeurs d'extrémité. Cela provoquerait en effet une rotation de l'ensemble des consoles avec toutes les conséquences imaginables (défaut de tension, déformation des câbles, défaut d'alignement et arrachements).

La figure 15 montre le principe de pose d'un canton caténaire en pleine voie.

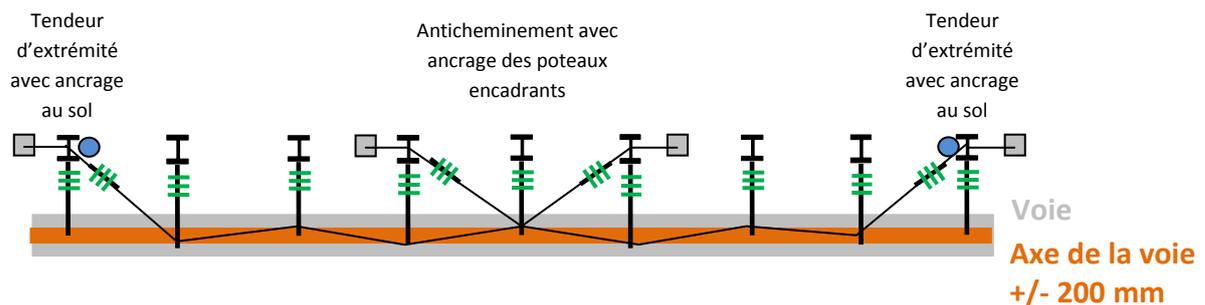


Fig. 15 : Pose d'un canton caténaire en pleine voie

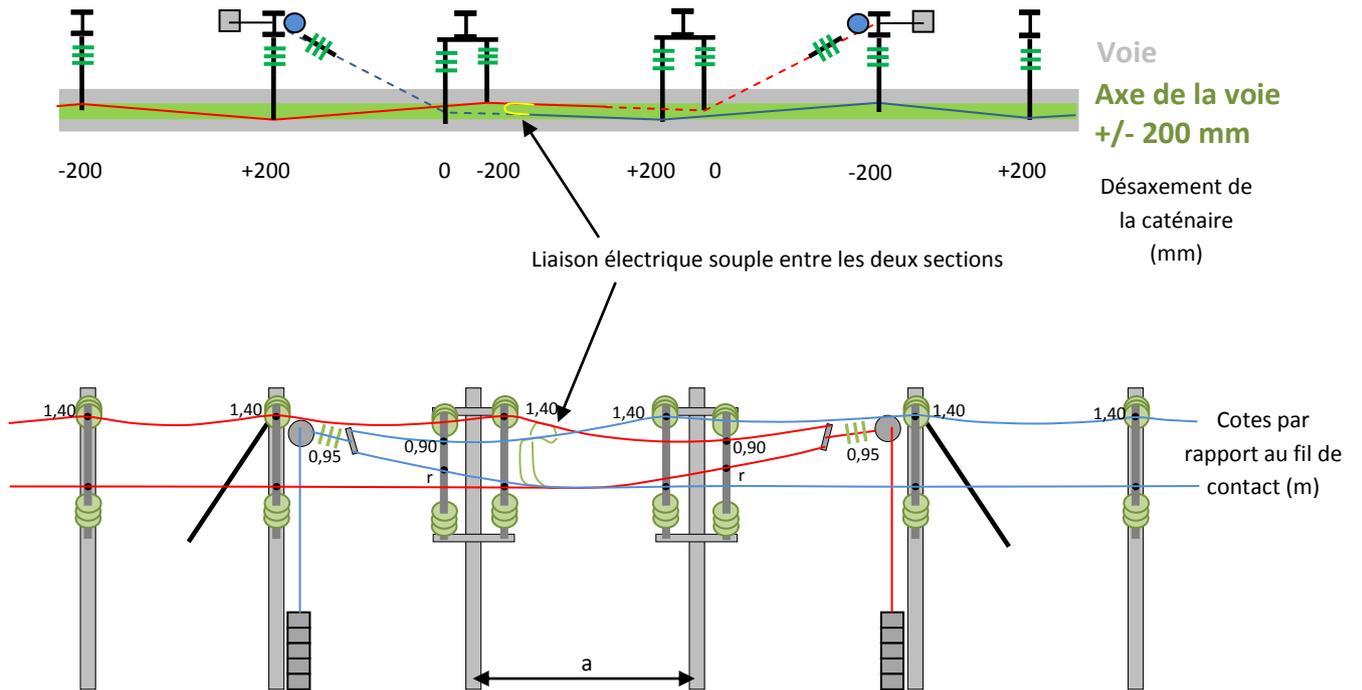
A noter que pour des cantons de caténaire plus courts (inférieurs à 700 m, pour franchissement d'appareils de voie par exemple), l'un des tendeurs d'extrémité peut être remplacé par un ancrage fixe au poteau. Il n'y a alors pas d'anticheminement.

Evidemment, le schéma de la figure 15 ne peut pas être appliqué tel quel. En effet, la caténaire doit être posée de manière à assurer la continuité électrique et la continuité du contact pantographe / caténaire.

Les cantons de caténaire se succèdent donc en ayant un certain recouvrement entre eux. Sur la partie commune, le pantographe frotte en même temps sur le fil de contact des deux cantons contigus.

Cependant, afin limiter les risques d'arrachements, il n'est pas souhaitable « d'évacuer » ou de « faire arriver » le fil de contact d'extrémité au même niveau que le contact pantographe / caténaire. Le fil est donc d'abord relevé au-dessus du plan de contact avant de pouvoir sortir du (ou entrer au) voisinage de l'axe de la voie.

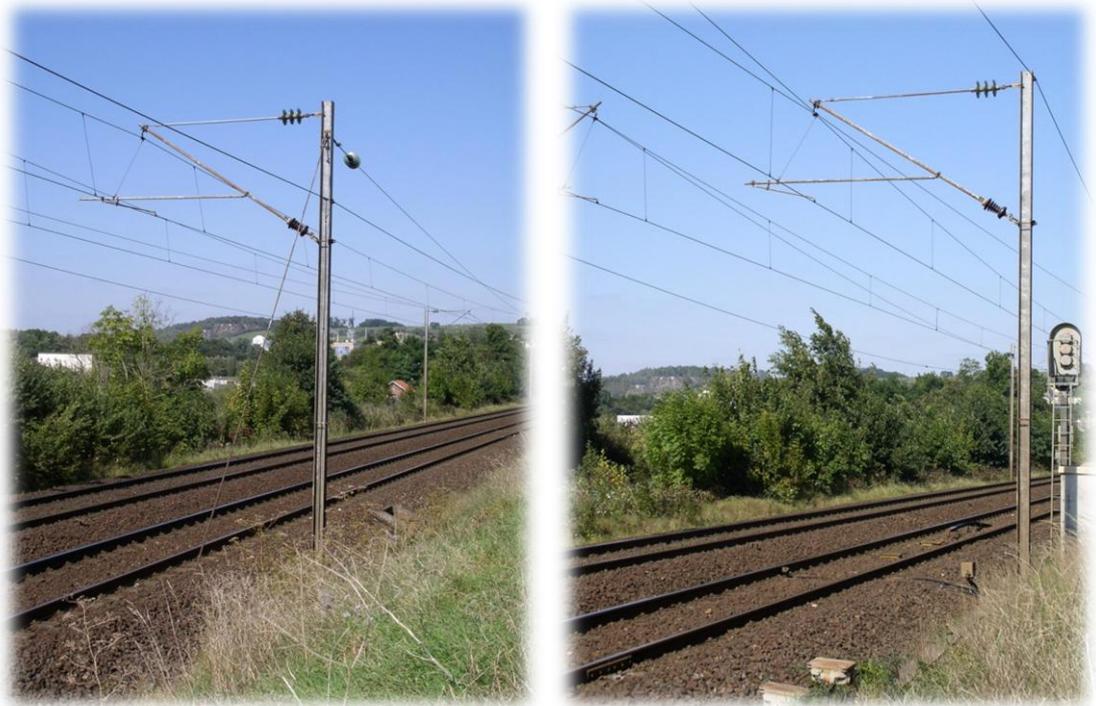
Une connexion électrique souple permet d'assurer la continuité électrique de l'ensemble.  
 La figure 16 montre le chevauchement de deux cantons caténaire successifs. Les figures 17 et 18 montrent les dispositifs d'anticheminement et de tendeur d'extrémité.



Valeurs de  $r$  (relèvement de la caténaire) :  $r = 0,50$  m pour  $a = 63$  m  
 $r = 0,35$  m pour  $54 \text{ m} \leq a \leq 63$  m

N.B : Pour simplifier, les pendules ne sont pas figurés

Fig. 16 : Dispositif de tension de la caténaire



*Fig. 17 : Dispositif d'anticheminement (ancrage à gauche ; console immobilisée en milieu de canton à droite)*



*Fig. 18 : Appareil tendeur à moufles avec poulies à axes parallèles*

#### 1.4.4 Sectionnements

On distingue plusieurs types de sectionnements ayant des rôles différents :

- Le sectionnement à lame d'air dont le rôle est de permettre d'isoler électriquement une section de caténaire des sections encadrantes. En effet, pour des raisons d'entretien, il peut être nécessaire de ne plus alimenter une portion de caténaire. Ce dispositif est plus ou moins analogue à un équipement tendeur (il assure donc, en plus de la séparation électrique, la fonction de tension mécanique) avec les adaptations nécessaires à l'isolement.
- L'isolateur de section qui a rigoureusement la même fonction que le sectionnement à lame d'air mais a un encombrement bien moindre (et n'assure pas la fonction de tension mécanique). Il est utilisé soit sur les voies parcourues à faible vitesse (voies de service et de circulation), soit lorsqu'il n'est pas possible (pour des questions d'encombrement) d'installer un sectionnement à lame d'air (cas d'une communication entre deux voies parallèles par exemple).
- La section de séparation qui permet d'isoler électriquement deux portions de caténaire alimentées par des courants différents (transition entre 1500 V continu et 25000 V / 50 Hz par exemple) ou des sous-stations différentes en 25000 V / 50 Hz. Dans ce dernier cas, la nécessité d'isolement est liée au fait que deux sous-stations successives ne sont pas forcément en phase (bien que le type de courant soit le même).

Ces sections de séparation doivent être franchies disjoncteur(s) ouvert(s) dans le cas d'un changement de source d'alimentation en 25 kV ou bien pantographe(s) abaissé(s) dans le cas d'un changement de type de courant.

La section de séparation est constituée de deux sectionnements à lame d'air successifs entre lesquels la courte section de caténaire est neutre (non alimentée).

Les figures 19 à 23 illustrent les différents types d'installations de sectionnement.

## Sectionnement à lame d'air

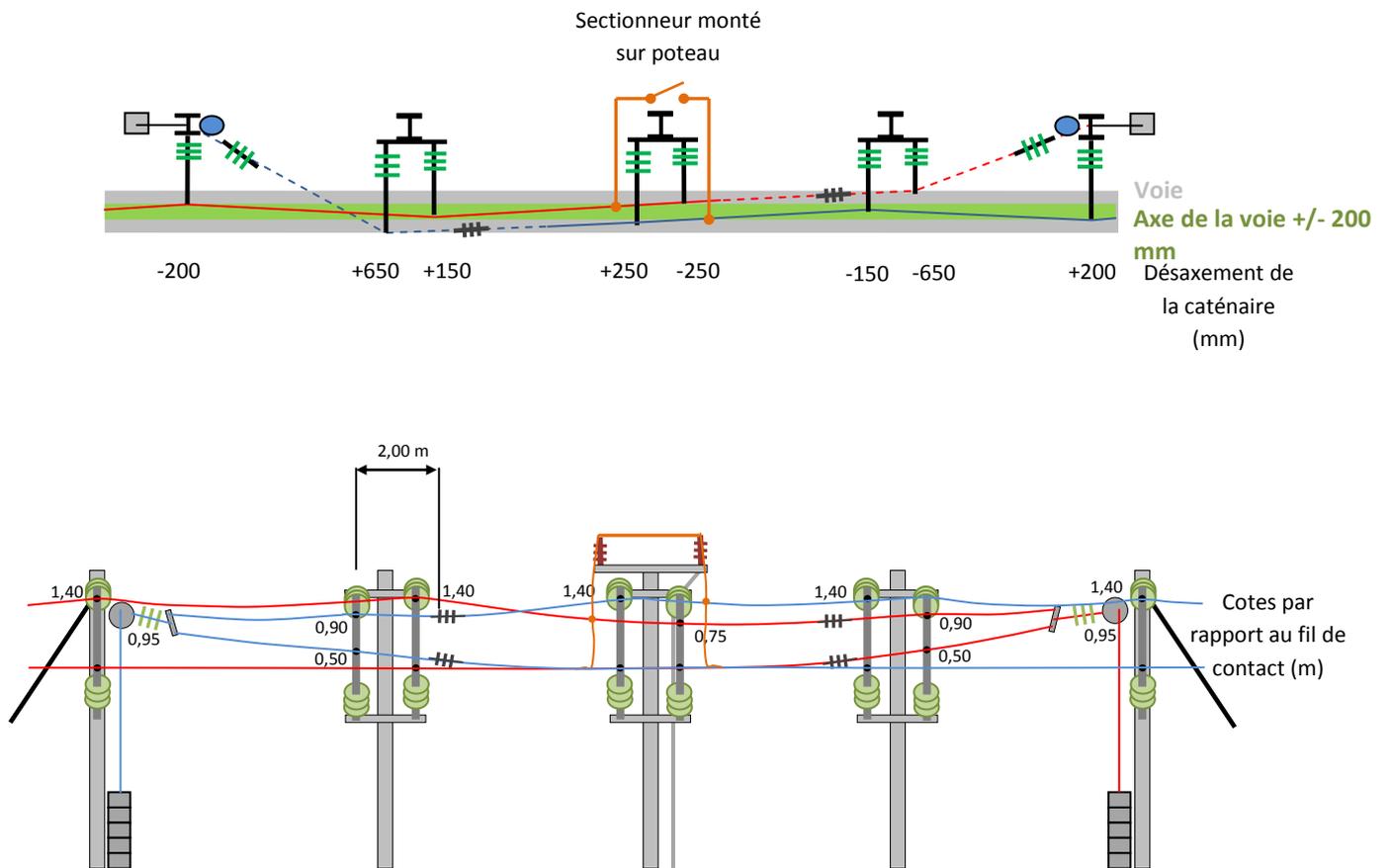
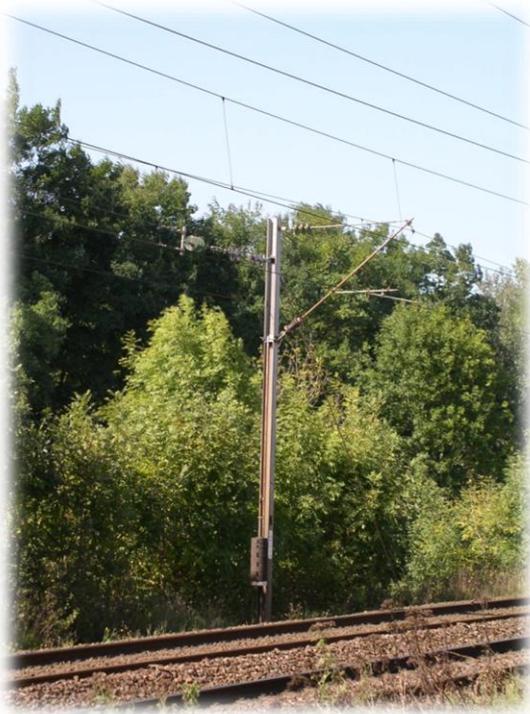


Fig. 19 : Schéma de principe d'un sectionnement à lame d'air



(a)



(b)



(c)



(d)

*Fig. 20 : Poteau 1 d'extrémité avec tendeur (a) ; poteau intermédiaire 2 (b) ; poteau intermédiaire 3 avec sectionneur (c) ; poteau intermédiaire 4 (d)*

### Isolateur de section

Il existe plusieurs types d'isolateurs de section dont la forme dépend essentiellement de la vitesse à laquelle ils peuvent être franchis.



Fig. 21 : Exemple d'isolateur de section (à cet endroit,  $V = 60 \text{ km/h}$ )

### Section de séparation

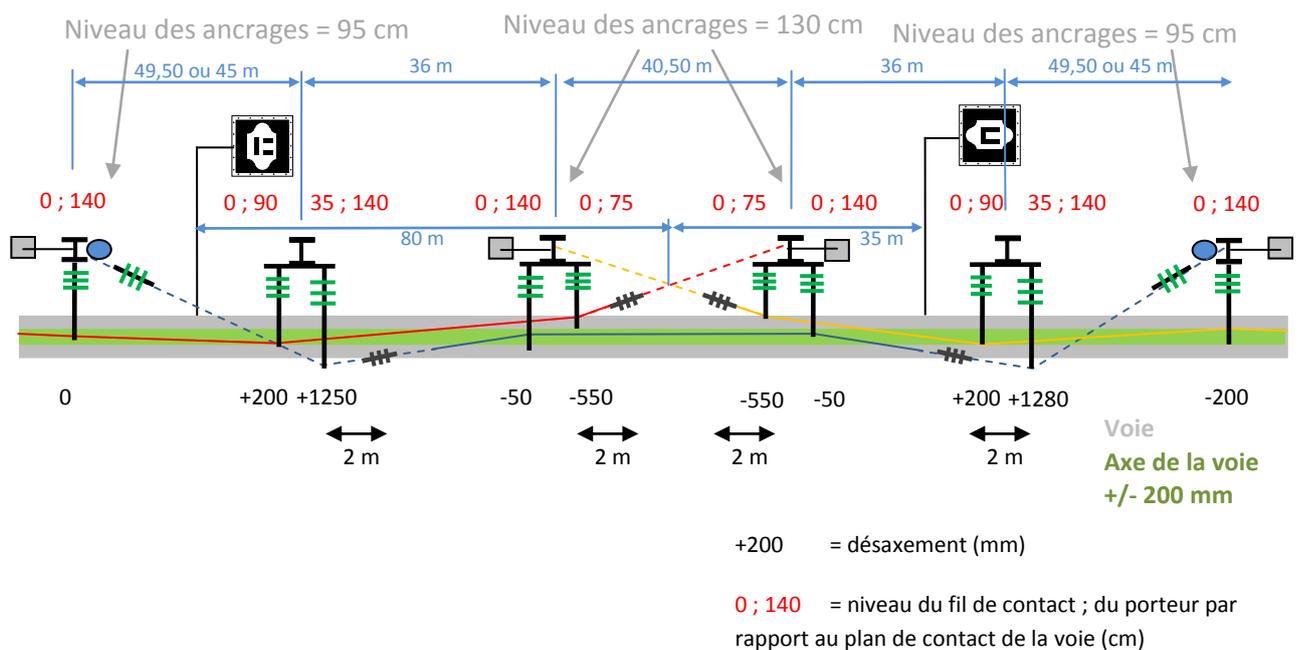


Fig. 22 : Schéma d'équipement d'une section de séparation en 25 kV

Les figures 23 (a) à (f) illustrent les dispositions des différents poteaux figurant sur le schéma ci-dessus, de la droite vers la gauche.



(a)



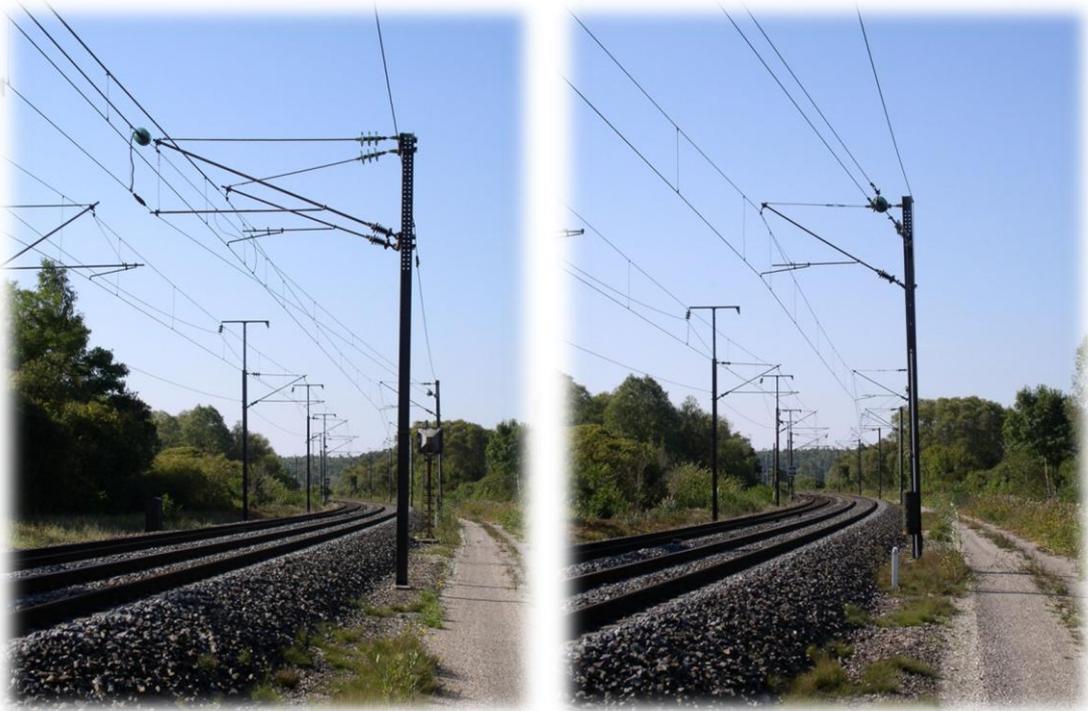
(b)



(c)



(d)



(e)

(f)

*Fig. 23 : Détail des poteaux figurant sur le schéma de principe de droite (a) à gauche (f)*

A noter que les sections de séparation en 25 kV font l'objet d'une signalisation spéciale. Elles doivent être en effet franchies sans appel de courant à la caténaire (pour éviter l'apparition d'arcs électriques importants qui pourraient endommager la caténaire comme l'engin de traction).

A l'approche d'une section de séparation, le mécanicien rencontre successivement :

- Une pancarte d'annonce réfléchissante « Sectionnement à XXX m », placée à la distance indiquée de la section de séparation
- Un signal (pancarte réfléchissante ou tableau lumineux) « Coupez courant » qui commande au mécanicien de circuler disjoncteur général ouvert avant son franchissement
- Un signal « Fin de parcours » matérialisant le point à partir duquel le disjoncteur peut être refermé après franchissement de ce tableau par l'engin moteur
- Eventuellement une pancarte « REV » (pour Réversibilité) indiquant au mécanicien aux commandes d'une rame en réversibilité ou d'une rame TGV que l'engin moteur placé en queue a bien dégagé la section de séparation

Les figures 24 à 26 montrent l'implantation de ces différents signaux.



*Fig. 24 : Pancarte d'annonce « Sectionnement à 500 m »*



*Fig. 25 : Signal d'exécution « Coupez courant » et signal « Fin de parcours »*

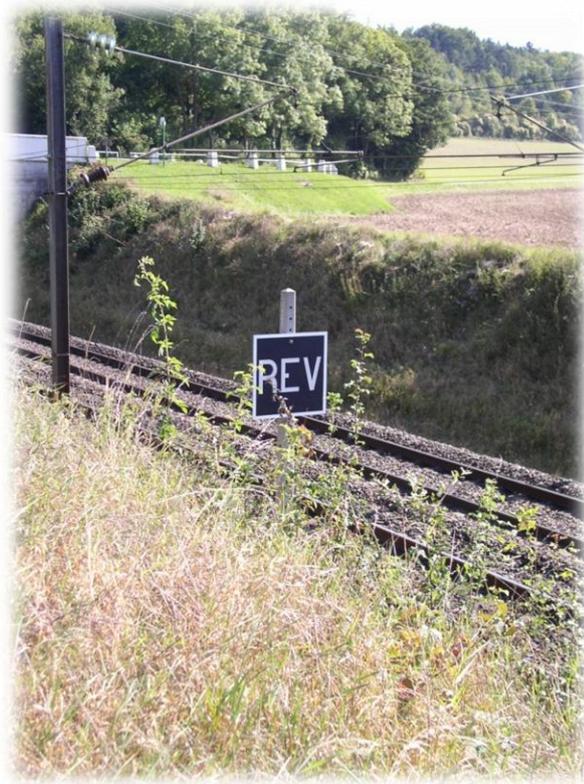


Fig. 26 : Pancarte « REV »

#### 1.4.5 Zones d'appareils de voie

Les dispositions décrites ci-après concernent les situations où le porteur de la voie principale est régularisé (tendu). Le porteur de la voie déviée est alors lui-même régularisé. Chaque porteur (voie principale et voie déviée) est suspendu à une console indépendante.

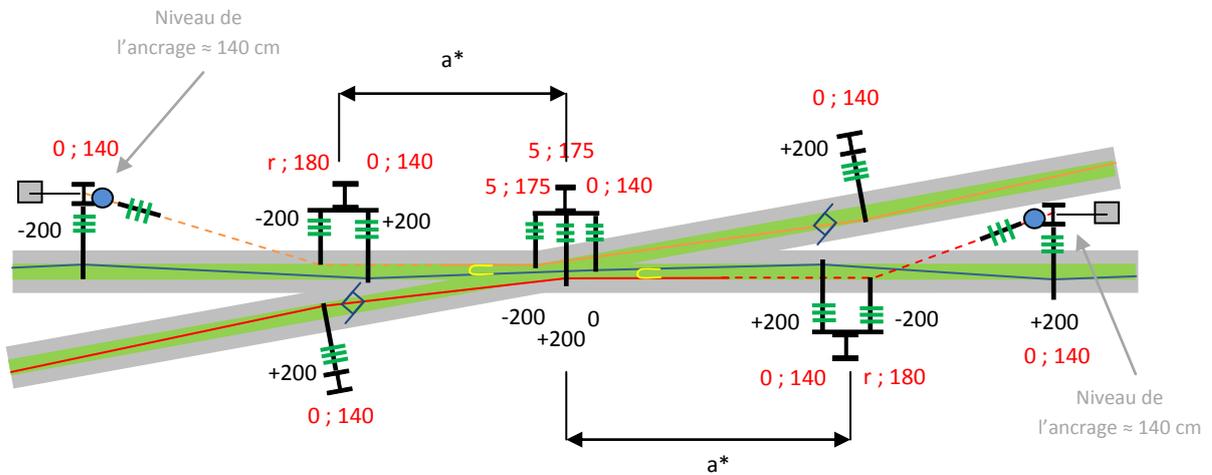
Sur les voies principales, les fils de contact ne peuvent pas se croiser. A contrario, le croisement des fils de contact est la règle sur les voies de service, les deux fils étant alors maintenus en contact l'un avec l'autre au moyen d'une barrette d'aiguillage (sa fonction étant de provoquer un soulèvement identique des deux fils au moment du passage d'un archet, évitant l'arrachement).

Les principales situations susceptibles d'être rencontrées sont :

- Le branchement 
- La communication 
- La traversée 



## Équipement d'un croisement :



\* : la portée de relèvement « a » doit être au moins de 22,50 m. Si ce n'est pas le cas, le relèvement se fait sur la portée suivante

+200 = désaxement (mm)

0 ; 140 = niveau du fil de contact ; du porteur par rapport au plan de contact de la voie directe (cm)

Valeur du relèvement « r » :

- $a \geq 31,50$  m alors  $r = 50$  cm
- $a < 31,50$  m alors  $r = 35$  cm

Fig. 29 : Schéma d'équipement d'un croisement

En appliquant des combinaisons de croisements, de branchements, de communications et en gardant à l'esprit les règles de pose de base, on peut faire face à bon nombre de situations. L'exemple ci-dessous (fig. 30 à 32) montre l'équipement d'une bifurcation à double voie. On remarquera l'armement triple situé à l'aplomb de la traversée oblique qui est celle présentée pour l'équipement d'un croisement.



*Fig. 30 : Situation générale de la bifurcation à double voie (Frouard, à côté de Nancy (54)–  
Bifurcation en triangle des lignes Paris-Strasbourg et Nancy-Metz)*



*Fig. 31 : Détail de l'équipement de la traversée oblique*



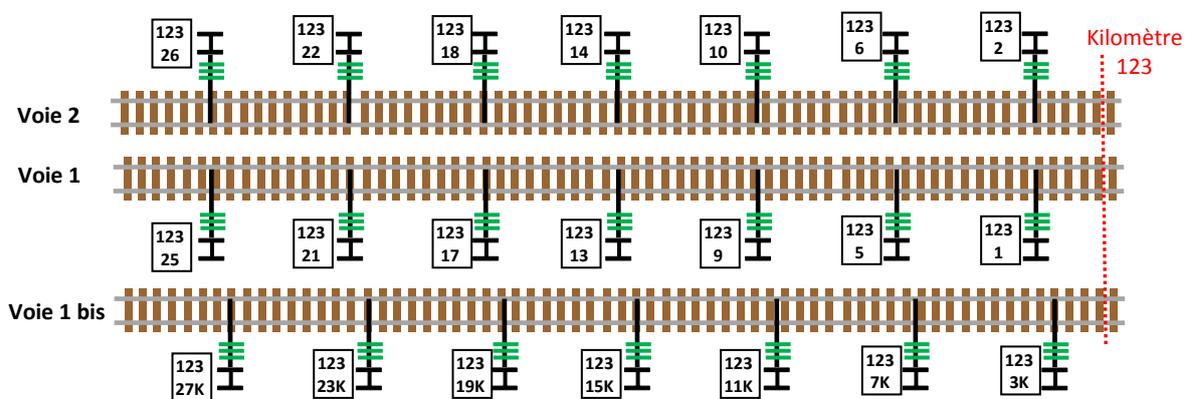
*Fig. 32 : Poteaux équipant les deux appareils de voie de la bifurcation*

## 1.5 Marquages et équipements de sécurité

### 1.5.1 Numérotation

Sur voie classique, chaque support est repéré par le point kilométrique auquel il est implanté (arrondi au kilomètre inférieur) suivi d'un numéro d'ordre dans le kilomètre. Les numéros impairs sont situés sur la (les) voie(s) impaire(s) et les numéros pairs sur la (les) voie(s) paire(s).

Le numéro d'un support « pair » situé en face d'un support « impair » doit toujours être immédiatement supérieur à celui-ci. Ceci permet de facilement retrouver la zone dans laquelle est implanté un poteau. En revanche, ceci peut aboutir à l'absence de certains numéros comme le montre la figure suivante :



Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, les n°4, 8, 12, 16, 20, 24 n'existent pas pour éviter d'induire un décalage dans la numérotation.

En outre, le numéro d'ordre peut être suivi d'une (ou plusieurs) lettre(s). C'est notamment le cas lorsqu'il y a plus de deux voies parallèles ou pour les supports spéciaux :

- La mention « bis », « ter », ... est apposée à la suite du numéro sur les supports qui ont été ajoutés à l'occasion de travaux entraînant une modification du plan de caténaire. Ceci permet de pouvoir garder la numérotation des supports originels. Les supports ajoutés prennent alors le numéro du support qui le ou les précède.
- La lettre « K » est utilisée pour les supports implantés sur voies dédoublées, par exemple, sur voie 1bis, 2 bis, etc...
- La lettre « U » est utilisée pour les supports « parapluie », implantés, lorsque le gabarit le permet, entre la voie 1 et la voie 2 et supportant simultanément l'armement de ces deux voies.
- La lettre « Y » est utilisée dans le cas de bifurcations dont le kilométrage est commun sur une certaine portion. Une des branches voit ses poteaux numérotés km/1Y pour le premier support implanté immédiatement en aval de la bifurcation sur voie impaire et km/2Y pour celui de la voie paire, etc...
- La lettre « A » suit le numéro (pair ou impair suivant le côté duquel ils se trouvent) des poteaux supportant un portique.

- La lettre « **R** » complète le numéro des supports de rappel d'une caténaire sur aiguillages. Le numéro du premier support de rappel est celui du support qui le précède. Si un deuxième support de rappel est implanté, alors il prend le numéro du support qui le suit.
- Lorsqu'un support sur voie principale est à l'origine d'un prolongement de portique sur voies de service, alors les supports du portique sur la voie de service portent le même numéro d'ordre que le poteau de la voie principale, suivi des lettres, « **M** », « **N** », « **O** », « **P** » et « **Q** » (suivant le nombre de supports).
- Dans le cas de poteaux successifs supportant un même appareillage (herse de sectionnement par exemple), les supports possèdent tous le même numéro suivi, dans l'ordre d'implantation, des lettres « **A** », « **B** », « **C** », etc...

Les règles d'ajout de lettres sont, pour la plupart, panachables.

Les supports implantés sur voies de service sont numérotés dans la tranche 1000 et ceux se trouvant sur une installation embranché le sont dans la tranche 1800.

Des indications complémentaires peuvent encore se trouver dans certains cas particuliers, par exemple, les supports des deux voies du souterrain Villette, dans l'avant-gare de Paris-Est, sont repérés par un numéro (en accord avec la parité de la voie) précédé des lettres « **SV** ».

### 1.5.2 Plaque de danger

Chaque poteau est équipé d'une plaque d'avertissement signalant le danger électrique « Danger de mort ».

### 1.5.3 Flèches pour téléphone

Les poteaux peuvent comporter :

- Une flèche rouge pointant dans la direction du téléphone d'alarme le plus proche (ces téléphones, placés le long de la voie, sont espacés d'environ 1 km et ont l'extrémité de leur mât support peint en rouge)
- Une flèche verte pointant dans la direction du téléphone relié au régulateur exploitation le plus proche (extrémité du support de ces téléphones peint en vert)

#### 1.5.4 Plaque « caténaire basse »

Lorsque la caténaire est à une hauteur inférieure à 5,00 m (franchissement de ponts ou de tunnels par exemple), le poteau comporte un marquage constitué d'un carré blanc avec une large bande bleue.



Fig. 33 : Plaque « caténaire basse »

#### 1.5.5 Dispositif anti-escalade

Afin d'empêcher tout accès à la partie haute des poteaux, ceux-ci sont équipés d'un dispositif anti-escalade constitué d'une bande à picots ceinturant le support.

La figure 34 illustre l'ensemble des équipements et des marquages sur un poteau.

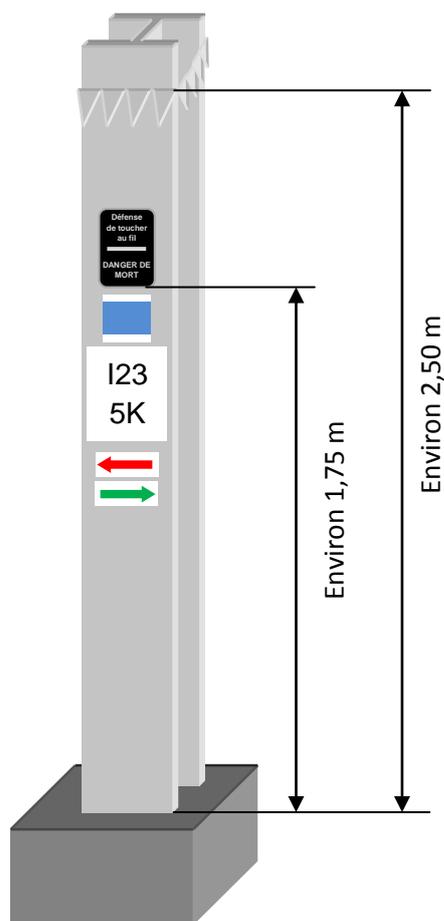


Fig. 34 : Disposition des marquages et équipement anti-escalade

## 2. Quelques références bibliographiques

Voici quelques références qui traitent du sujet et dont j'ai tiré l'essentiel des informations :

- [1] Dossier spécial caténaire – RMF n° 392 (Juillet / Août 1997) – pages 37 à 60
- [2] Série d'articles « Caténaire 25 kV réellement tendue en N » - Michel Beaumont –Loco Revue n° 453, 456, 457, 459, 461, 463, 467, 471, 472, 493 et 496
- [3] La voie ferrée (Techniques de construction et d'entretien) – Chapitre X : Equipement des lignes pour la traction électrique – Edition Eyrolles (réédition de 1984) – Jean Alias
- [4] Lignes aériennes de traction électrique en courant monophasé 25 kV – 50 Hz – Editions 1963 (document SNCF)

... et merci aux différents intervenants sur les *fora* du web qui ont bien voulu répondre à mes questions.