

***Le guide de la  
caténaire  
pour les nuls***

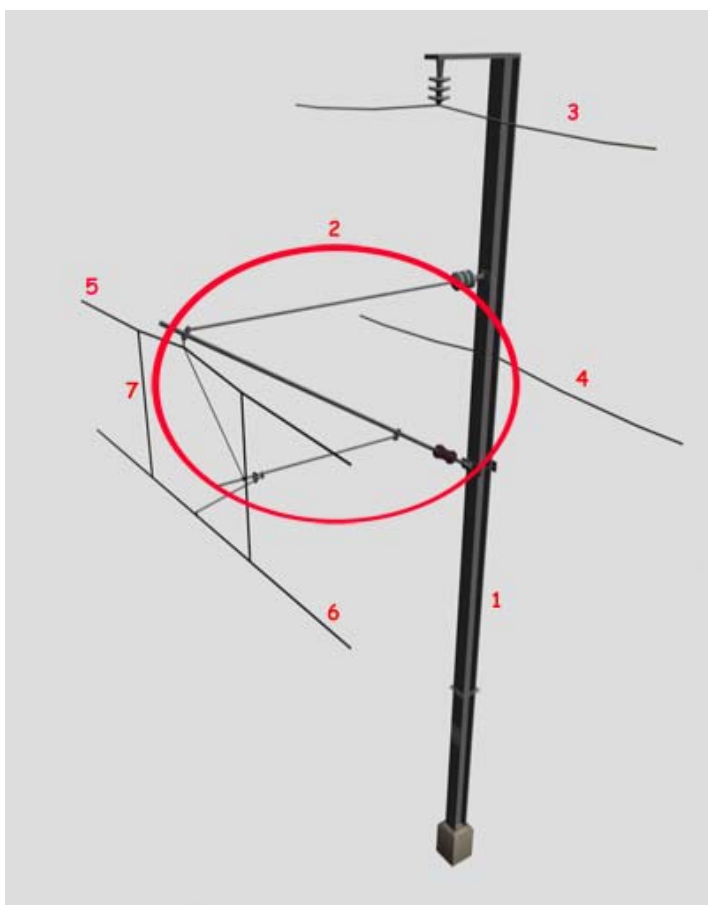
Dans ce document, je vais essayer de vous expliquer les rudiments de pose de la caténaire afin que vos réseaux un fois terminés ressemblent comme 2 gouttes d'eau à ce que l'on rencontre dans la réalité.

Une petite chose cependant mais qui a son importance, je ne parlerai que de la caténaire 25kV que l'on rencontre sur les voies de circulation normale, la caténaire pour voie de service étant un cas à part (et qui devrait faire l'objet d'un document à part également).

## 1 - Un peu de vocabulaire ...

Avant de se lancer à corps perdu dans les leçons de pose de la caténaire, un peu de vocabulaire s'impose, afin de vous familiariser avec le jargon technique et vous faciliter la compréhension du reste du document.

Examinons de près un poteau et la caténaire:



Sur le poteau, aussi appelé "support" (1), nous trouvons les différents éléments suivants:

- la "console" (2) qui sert à y accrocher la caténaire
- un câble d'alimentation THT (3) appelé "feeder"
- un câble de terre (4) appelé "câble de protection aérien" ou *cdpa*.

Sur la console est attaché la "caténaire", elle-même composée des éléments suivants:

- Le câble porteur (5)
- le fil de contact (6) qui permet le contact du pantographe.
- Un ensemble câbles verticaux, tendus entre la câble porteur et fil de contact, que l'on appelle des pendules (7).

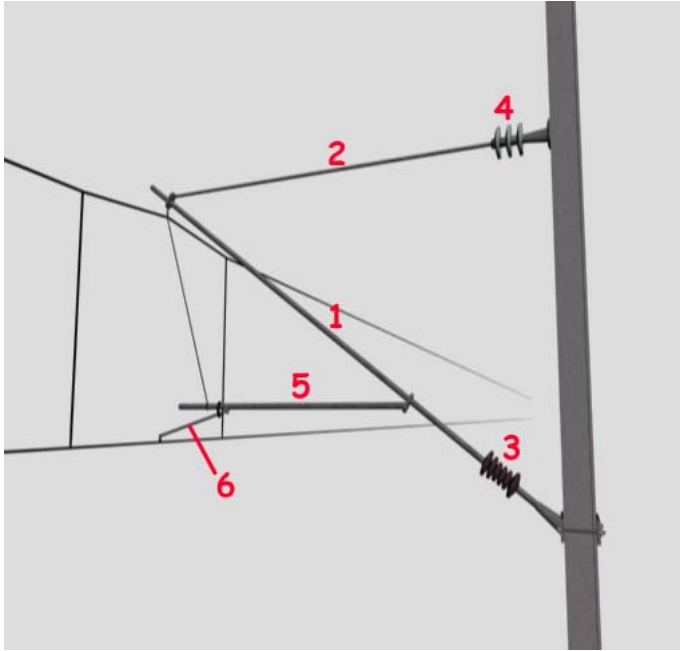
En ce qui concerne le support (les poteaux), il en existe de plusieurs types:

- Le poteau à 1 voie, c'est celui présenté sur le croquis
- Le poteau à 2 voies, c'est un poteau unique qui supporte la caténaire pour 2 voies
- Le portique, composé d'une poutrelle enjambant les voies et reposant sur 2 poteaux. Un portique peut supporter la caténaire de plusieurs voies

Il faut noter qu'il existe des variantes de caténaire 25kV sur le réseau Français:

- La caténaire 25kV sans câble feeder.
- La caténaire 25kV sans câble porteur. Cette caténaire est aussi appelée "caténaire légère" ou encore "caténaire trolley".

Regardons maintenant de plus près la "console":



En fait, seul un élément de cet ensemble de bras articulés s'appelle la "console", mais pour des raisons de simplicité, j'appellerai "console" tout cet ensemble dans le reste du document. La liste exhaustive des éléments d'une console est la suivante:

- (1) : la console proprement dite, qui supporte la caténaire
- (2) : le hauban de console, qui sert principalement à régler la hauteur de la caténaire
- (3) et (4) : respectivement l'isolateur de pied de console et l'isolateur de hauban
- (5) : l'antibalançant, qui empêche la caténaire de s'incliner
- (6) : le bras de rappel, dont l'utilité sera détaillé après

Pour la caténaire trolley, du fait de l'absence du câble porteur, la console fait également office d'antibalançant. Voici une image de console pour caténaire trolley:

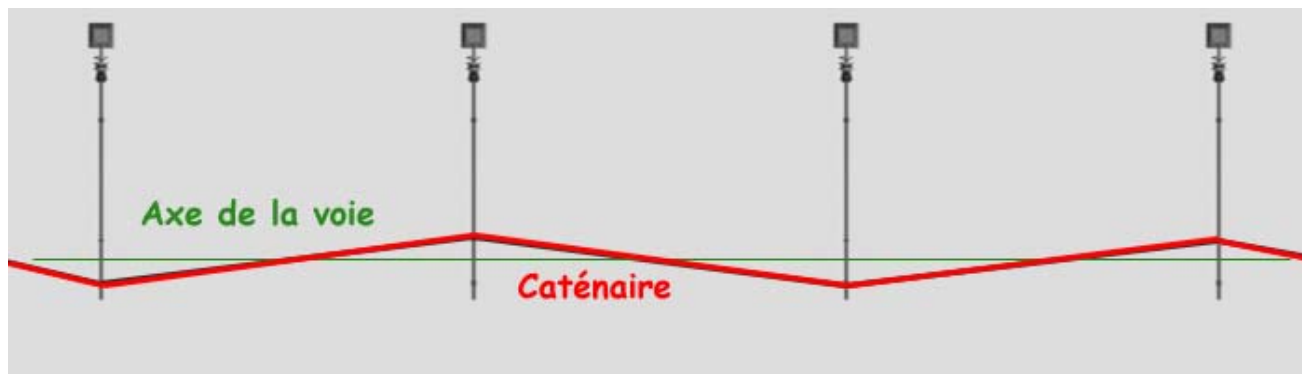


Voilà, maintenant que vous avez enrichi votre vocabulaire de base de quelques mots, nous allons passer à la seconde partie du cours: celui de la pose proprement dite de la caténaire.

## 2 - Comment se pose une caténaire ?

Bien que cette question puisse paraître anodine, il est important de se la poser (la question bien sûr, pas la caténaire), car vous allez tout de suite voir qu'une caténaire n'est pas un simple bout de fil électrique tiré entre 2 points.

Tout d'abord, il faut savoir que même en ligne droite, la caténaire n'est pas posée strictement en ligne droite, mais forme des zig-zag entre les poteaux. Si l'on regarde par dessus, voici ce que cela donne:

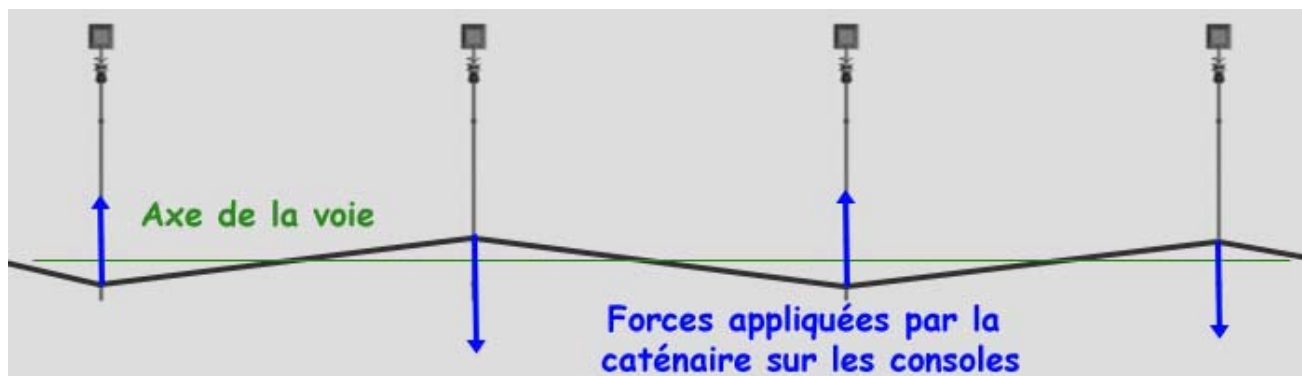


Mais pourquoi se compliquer la vie à mettre des zig-zag au lieu de tirer bêtement un fil tout droit ? Tous simplement pour éviter une usure prématurée des pantographes.

En effet, si la caténaire était strictement droite, le point de frottement du pantographe sur la caténaire serait toujours le même. Du coup, le pantographe s'userait très vite au niveau de ce point de contact ce qui provoquerait le sciage de l'archer du pantographe (la partie du pantographe en contact avec la caténaire).

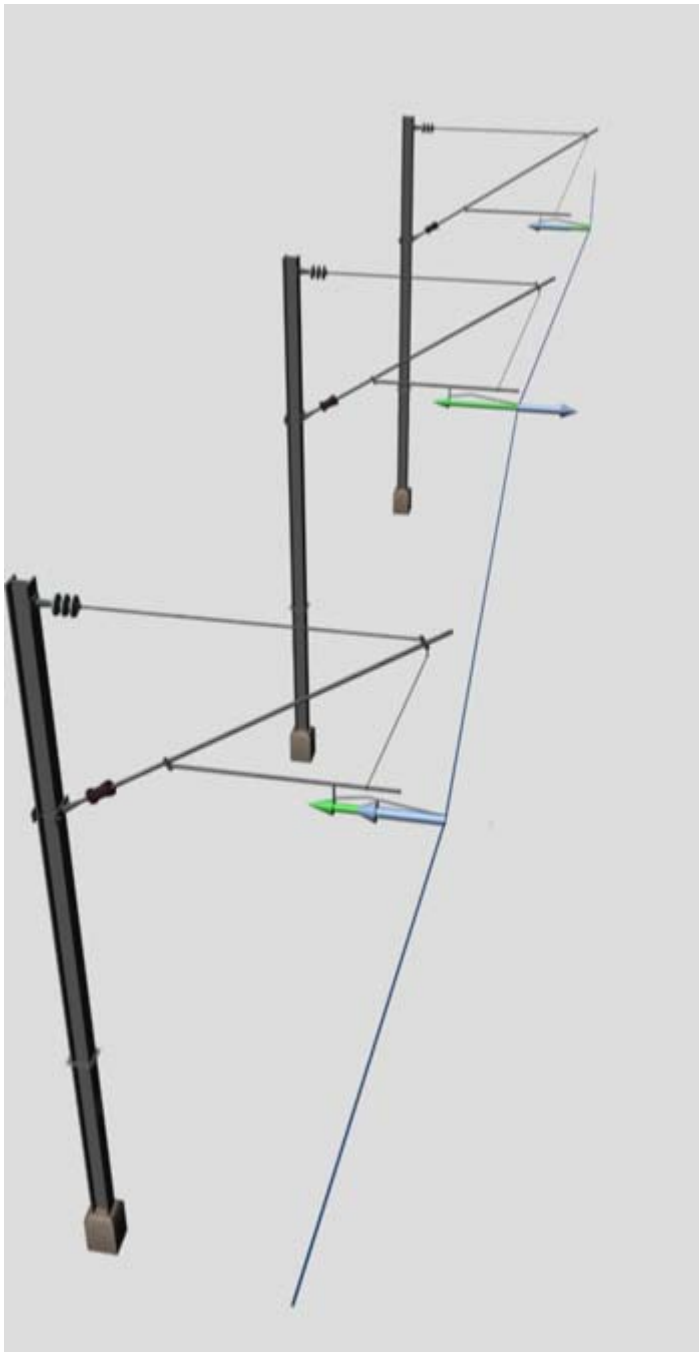
Le fait de faire faire un zig-zag à la caténaire au-dessus du pantographe va de ce fait permettre de modifier continuellement le point de contact du pantographe sur la caténaire et donc de limiter son usure.

Le seul inconvénient c'est que comme la caténaire est très tendue, elle va avoir tendance à tirer sur les consoles pour essayer de se remettre en ligne droite, et la force qu'elle va exercer sur les consoles des poteaux sera différente en fonction de l'endroit où est accrochée la caténaire par rapport à l'axe de la voie. Je vais vous faire un petit dessin, toujours en vu par-dessus la caténaire, afin de mieux comprendre cela:



La force appliquée par la caténaire suivra les flèches bleues. On voit que les forces sont dans un sens opposé un poteau sur 2, ce qui est dû au fait que la caténaire va essayer de se "redresser" et donc de se mettre en ligne droite pour s'aligner par rapport à l'axe de la voie. Imaginez que la caténaire soit un élastique, et vous comprendrez mieux ce que je veux dire ...

Regardons maintenant en perspective ce qui va se passer:



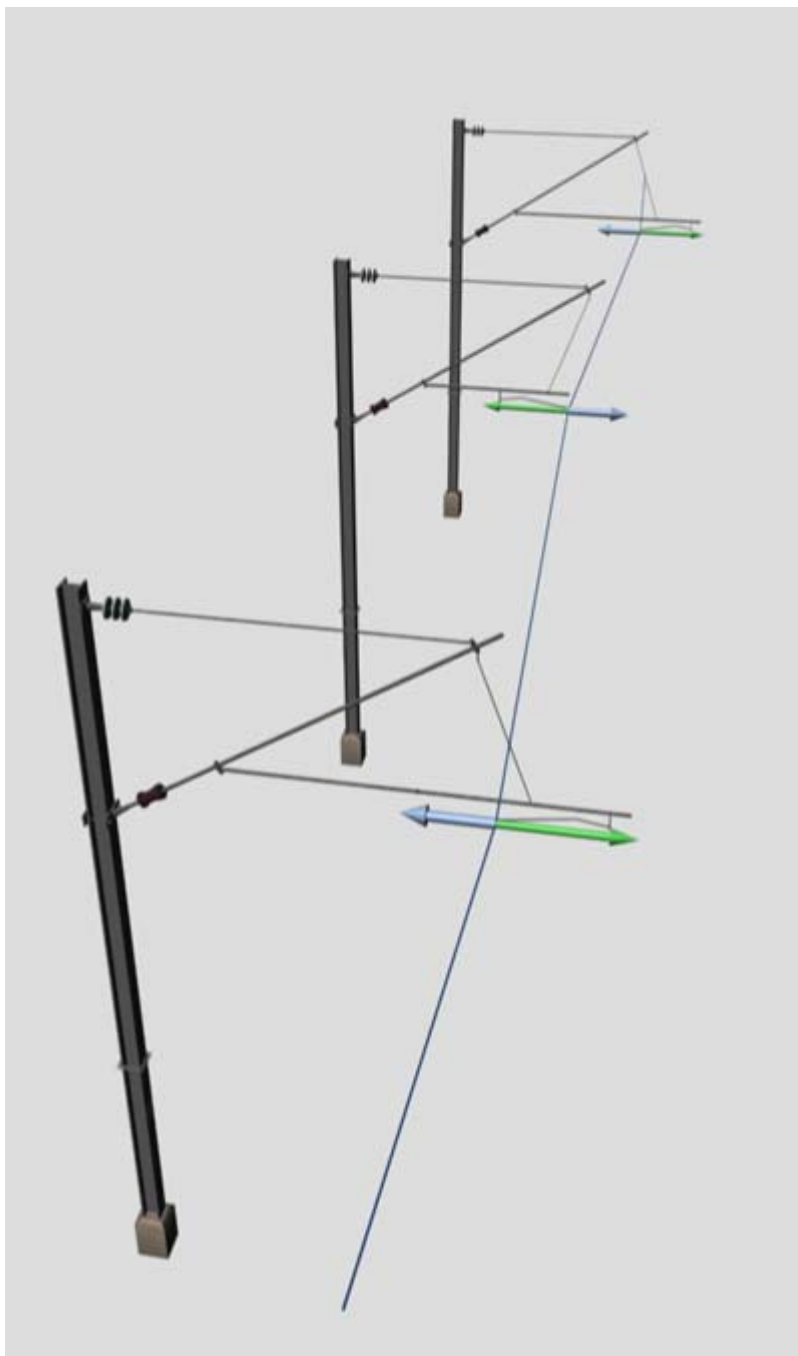
Nous retrouvons sur ce dessin les forces appliquées par la caténaire sur les consoles, matérialisées par les flèches bleues

Ce qu'il faut aussi savoir, c'est que le rôle du bras de rappel est justement de tendre la caténaire en lui appliquant une force de résistance opposée à celle appliquée à la caténaire sur la console, afin de maintenir la caténaire en place, ce qui est matérialisé par les flèches vertes.

Du coup, si l'on utilise toujours le même type de console, dans le cas du poteau du milieu, le bras de rappel pourra servir à contrer la force de la caténaire.

Par contre, dans le cas des 2 autres poteaux, le bras de rappel ne pourra pas tirer dans l'autre sens, il tirera au contraire dans le même sens. Le bras de rappel va ne va donc plus pouvoir faire office de tendeur, et la caténaire va se déformer.

Il faut donc trouver une astuce pour pouvoir contrer la force de la caténaire un poteau sur 2. On va alors simplement retourner le bras de rappel comme ceci:



Maintenant, les bras de rappel de tous les poteaux vont pouvoir exercer une force de retenue qui va contrer la force appliquée par la caténaire sur les consoles.

La caténaire va donc rester en place sans se déformer.

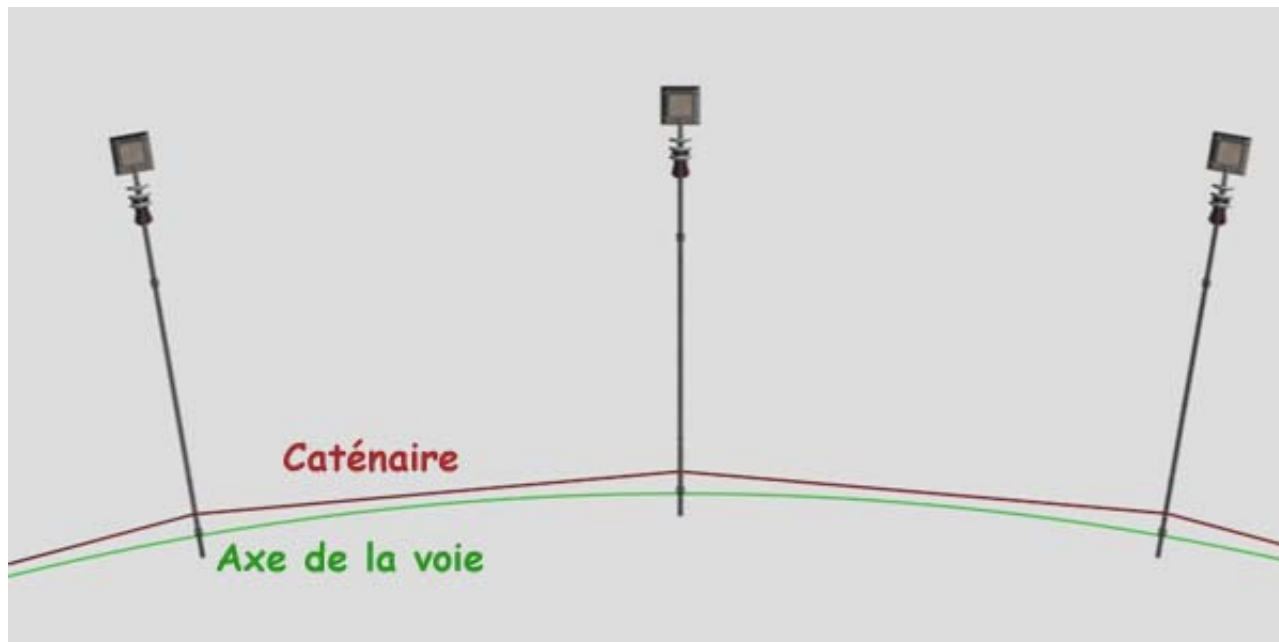
Conclusion, en ligne droite la caténaire est posée en zig-zag et est maintenue en place à l'aide de 2 types de consoles posées alternativement: une première console avec bras de rappel à droite de l'axe de la voie, puis une seconde avec bras de rappel à gauche de l'axe de la voie, puis une troisième avec le bras de rappel à droite de l'axe de la voie, puis une quatrième avec le bras de rappel à gauche de l'axe de la voie, etc...

Histoire de simplifier la lecture de la suite du document, j'emploierai les termes "console droite" pour désigner une console ayant le bras de rappel à droite de l'axe de la voie et "console gauche" pour désigner une console ayant le bras de rappel à gauche de l'axe de la voie, ces positions étant considérées avec un poteau placé à gauche de l'axe de la voie (choix arbitraire de ma part).

Si l'on se réfère au dernier dessin, la console gauche correspond au poteau du milieu, et la console droite correspond aux 2 autres poteaux.

Et dans les courbes, comment cela se passe-t-il ?

Dans les courbes, la pose de la caténaire est différente: on utilise des consoles du même type. Et si vous vous demandez comment ça fait pour tenir en place, c'est très simple, on se sert en fait du rayon de courbure pour désaxer l'axe de la caténaire. Allez, un petit dessin pour expliquer tout ça:



En fait, comme la caténaire est tendue entre 2 poteaux, et que les poteaux ne sont pas alignés, la caténaire va naturellement tirer du même côté sur toutes les consoles de la courbe, c'est pour cela que l'on utilise toujours le même type de console dans une courbe: console gauche lorsque le poteau est situé à l'extérieur de la courbe, et console droite lorsque le poteau est situé à l'intérieur de la courbe, comme ceci:



### 3 - Longueur d'une caténaire

Comme vous vous en doutez, une caténaire n'est pas constituée d'un seul tenant d'un bout à l'autre d'une ligne de plus de 500km de long. En fait, en pleine voie, la caténaire est posée par tronçon d'une longueur d'à peu près 1500m. Il faut donc à un moment passer d'un tronçon à un autre. Pour cela, on va faire chevaucher les 2 tronçons de caténaire sur une courte distance pour que le pantographe puisse passer d'un tronçon à un autre sans perte de contact.

Voilà un petit croquis en vue de dessus qui explique comment cela est réalisé:



La première caténaire est posée normalement puis est déviée vers le côté de la voie et accrochée à un contrepoids (en bleu) qui aura pour but de tendre la caténaire. Ensuite, on applique le même principe avec le second tronçon de caténaire mais dans l'autre sens et décalé par rapport à la fin de la première caténaire. Ainsi, sur une longueur située entre 2 poteaux, les 2 caténaires sont posées côte à côte et du coup, le pantographe pourra passer tranquillement d'un tronçon de caténaire à un autre sans perte de contact.

Cependant, comme il n'est possible d'accrocher qu'une seule caténaire, il va falloir mettre 2 consoles sur les poteaux où il faut accrocher les 2 tronçons de caténaires.

Voici au final ce que cela donnera:

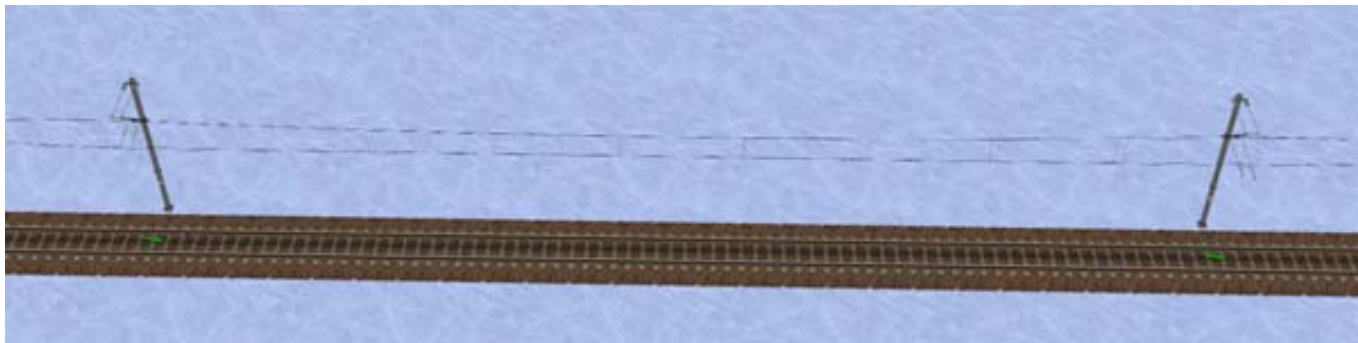


On ne voit pas très bien .... Et bien regardons cela d'un peu plus près, de gauche à droite. D'abord la partie gauche ...





Puis celle du milieu ...



Et enfin celle de droite ...



Vous en voulez encore un peu plus, alors voilà la même chose mais vu sous un autre angle.





Regardons de plus près à quoi ressemble un poteau sur lequel est monté une double console.

On voit clairement les 2 consoles mais décalées par rapport à l'axe de la voie.

Il y en a une qui est à gauche de l'axe, et l'autre à droite, afin de pouvoir positionner les 2 morceaux de caténares comme indiqué sur le croquis du haut de la page 8.



Une autre précaution à prendre au niveau du poteau sur lesquels sont accrochés les contrepoids, comme les contrepoids auront tendance à faire plier les poteaux, il est impératif d'ancrer chaque poteau avec un hauban que l'on appliquera de l'autre côté du poteau

Voilà, maintenant vous savez tout ce qu'il faut pour poser votre caténaire "comme de vrai" ...

## **4 - Mais où dois-je planter mes poteaux ?**

Si vous ne vous êtes pas encore posé cette question, il serait temps de le faire ... mais surtout il va falloir que je vous réponde.

Si je vous "il faut planter les poteaux aux bon endroits", bien que cette réponse soit bonne et indiscutable, elle ne vous satisfera pas pour autant.

En fait, la position des poteaux par rapport à la voie, ainsi que l'espace entre 2 poteaux consécutif suit une règle bien précise, au moins pour la pleine voie et les gares, car pour les voies de services, c'est différent.

### **4.1 - La pose des poteaux en pleine voie**

Pour la pleine voie, il doit toujours y avoir un espace de 2,2m entre le bord extérieur du rail et le bord intérieur du poteau (attention, j'irai vérifié au pied à coulisse que vous respectez bien cette valeur !). Vous faisant grâce de la largeur d'un rail, de l'écartement entre les rails ainsi que de la section des poteaux, si il y a un chiffre à retenir, c'est 3m. En effet, 3m est (à quelques cm près) la distance où doit se trouver un poteau et l'axe de la voie.

En ce qui concerne l'espacement qu'il doit y avoir entre 2 poteaux, celle-ci va de 27m à 63m, par pas de 4,5m. Ceci vient de la structure physique de la caténaire 1500V pour laquelle les pendules sont espacés de 4,5m.

Maintenant, pour savoir si on prend soit 27m soit 31,5m soit 36m etc..., et bien cela dépend de la topologie de la voie, autrement dit, cela dépend si la voie est droite ou en courbe. Lorsque la voie est droite, on prend 63m qui est la distance la plus grande possible, et quand elle est en courbe, on prends la valeur qui permet d'obtenir un désaxement maximum de la caténaire sans jamais excéder cependant une valeur 20cm par rapport à l'axe de la voie (rappelez vous la partie sur la pose de la caténaire en courbe).

### **4.2 - La pose des poteaux en gare**

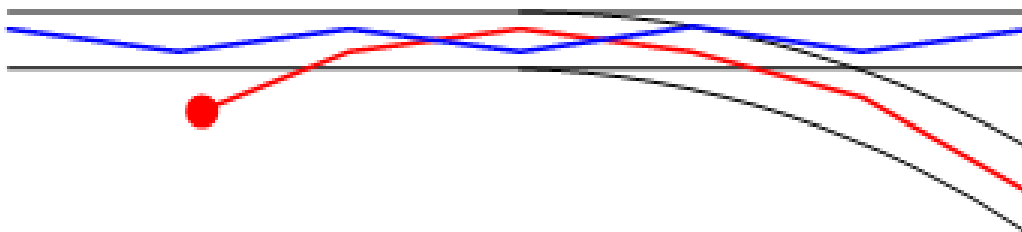
Dans les gares, les règles concernant l'implantation des poteaux sont les même que pour la pleine voie sauf pour la position du poteau par rapport au bord extérieur de la voie qui lui peut varier de 3,4m à 4m.

Cependant, bien que cette valeur soit variable, elle doit être identique pour tous les poteaux de la gare. Autrement dit, si vous plantez le premier poteau à 3,68m du bord extérieur du rail, tous les autres poteaux devront obligatoirement être placés à 3,68m du bord extérieur du rail et pas un centimètre de plus ou de moins, est-ce que je me suis bien fait compris ?

## 5 - La caténaire et les aiguillages

Lorsque l'on commence à mettre un fil de caténaire avec des aiguilles, on ne fait pas un pull mais un beau sac de nœud si on s'y prend de travers. Voici donc les choses à savoir pour la pose de la caténaire sur les aiguillages.

Prenons d'abord le cas le plus simple: le cas d'un aiguillage utilisé en bifurcation de voie. Dans ce cas là, il suffit de faire comme pour le raccord de 2 sections de caténaire, la seule précaution à prendre étant de placer les poteaux correctement afin de tenir compte du rayon de courbure de l'aiguillage. Voici ce que cela donne:



Considérons maintenant le second cas: le changement de voie. Là aussi, c'est assez simple: on commence par faire comme pour la bifurcation, mais au lieu de continuer la caténaire, on la raccorde sur l'autre voie, comme dans le cas d'un raccord de caténaire classique. Seule précaution, le bout de caténaire situé entre les 2 voies doit être équipé d'un isolateur de voie.

Les autres cas: Et bien non, je ne vais pas passer en revue tous les cas de figure plus complexe que les bifurcation et les changement de voie, et ceci pour 2 raisons: la première c'est que ce serait trop long vu qu'il y a des centaines de cas différents, mais surtout c'est que chaque cas complexe peut se ramener à une combinaison plus ou moins simple de bifurcation et/ou de changement de voie. Du coup, vous savez déjà tout ce qu'il faut pour poser la caténaire dans tous les cas de figure.

En fait, pour les cas complexe, la seule précaution à prendre au préalable, c'est d'abord de faire un croquis sur papier pour vous aider dans ce travail de pose de caténaire, mais surtout qui vous aidera à choisir les bons éléments qu'il va vous falloir pour poser la ficelle sans faire de nœuds ni de court-circuits !