



© réseau de la Bosse, photo CFFC

*Troisième partie:
tendons la ficelle*

UNE DOUBLE TRACTION DE BB 12000,
UN LONG TRAIN DE MARCHANDISES
ET, SURTOUT, UNE PETITE FORÊT DE
CATÉNAIRE OÙ LES PANTOGRAPHES
PEUVENT RÉELLEMENT FROTTER.

DE LA CATÉNAIRE

SUR VOTRE RÉSEAU

Installer de la caténaire sur son réseau n'est pas chose aisée. Poursuivons ici la série destinée à vous faciliter la mise en place de celle-ci. Pour ce troisième volet, nous allons voir comment dérouler la ficelle.

Texte et illustrations: pour le CFFC, Jean Cuyet (sauf mention contraire)

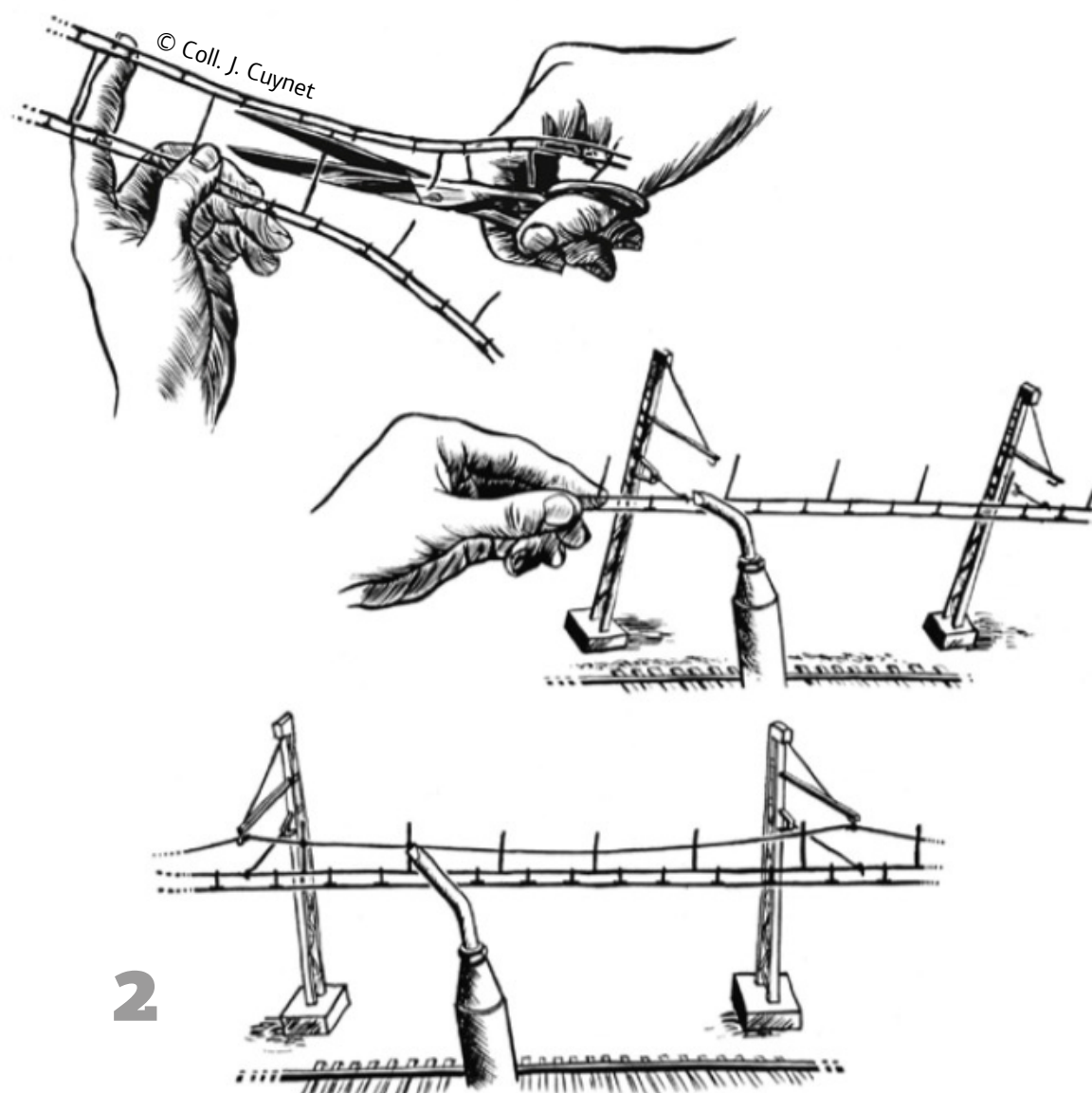


© J. Cuyvet

1: Une caténaire aussi solide que grossière a longtemps figuré au catalogue de Märklin.

2: Cette caténaire proposée autrefois par Baby Train apporte une meilleure apparence avec une technique originale.

Comment tendre réellement une caténaire? Ce n'est pas seulement possible, c'est nécessaire! Revenons à la bonne vieille caténaire Märklin. C'est du solide, on peut la monter et la démonter à loisir, la cintrer pour suivre les courbes les plus serrées. Mais c'était autrefois (**photo 1**). Depuis, les modèles ont acquis une très grande finesse et l'on a du mal à y trouver une inexactitude. Il est normal que la reproduction de la caténaire suive le même chemin. Les caténaires en HO proposées précédemment par JV, Sommerfeldt, Jouef sont en fil de laiton ou de cuivre, vendues par coupons. C'est un progrès... d'hier. En 1957 Baby Train proposait une caténaire 1500 V en longueurs de 1 m. Il suffisait de couper les éléments en deux parties, de poser des poteaux et un fil porteur pour obtenir une caténaire de bon aloi (**photo 2**).





3

3: Train de déroulage d'une caténaire 1500 V entre Dijon et Dole en 1956.

4: Une pose des pendules aussi acrobatique n'a plus cours aujourd'hui.

© SNCF, coll. G. Bachet

Revenons aux fondamentaux

Les fils composant la caténaire n'ont une rigidité que grâce à une tension mécanique. Elle peut aller de 500 daN à 1000 daN, voire 2000 daN pour les très grandes vitesses. L'archet du pantographe exerce une force verticale de 5 à 6 daN à l'arrêt. Avec la vitesse, cette force s'accroît pour atteindre 25 daN. Évidemment le fil de contact se soulève au passage de l'archet. Dans certaines parties d'un dépôt, où la caténaire se résume à un simple fil, il est fréquent de le voir se soulever dans des proportions non négligeables. La tension mécanique de ce type de fil est généralement assez modeste. Un soulèvement en ligne, à grande vitesse, est dangereux et souvent à l'origine d'un accrochage destructif. Bien tendre la caténaire est indispensable pour éviter ces incidents fâcheux. Nous savons d'expérience que nos petits trains se conduisent un peu comme les grands. Une caténaire tendue offre une résistance nettement suffisante pour permettre aux pantographes de frotter sur la ficelle. Cela demande un peu de soin au moment de la réalisation, mais quel régal ensuite! Le pantographe suit le fil de contact, monte et descend selon les points singuliers déjà évoqués (voir le mois dernier). Les pantographes produits actuellement pour équiper nos machines sont de bonne qualité et donnent satisfaction. Si une soudure de la caténaire lâche, il est possible qu'un accrochage se produise... comme en réalité. Heureusement, ce type d'incident est rare.

Où trouver des supports ?

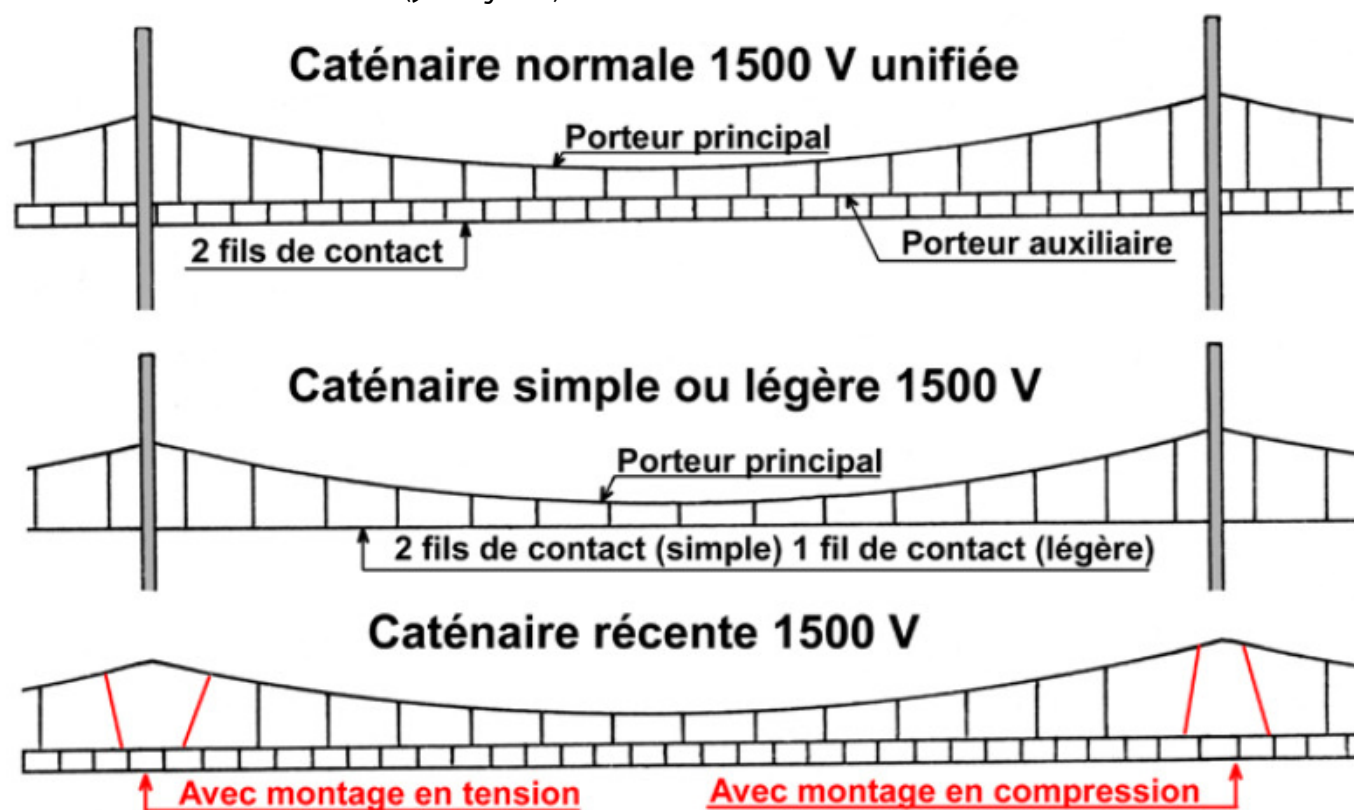
Actuellement, la gamme H0 25 kV de Decapod est particulièrement complète. La marque Micheline produit un assortiment moins étendu en 1500 V. D'autres productions comme JV/Lybe sont arrêtées, mais il est possible d'en trouver par petites annonces ►



4

© SNCF, coll. G. Bachet

FIGURE 1. Comparaison entre trois types de caténaires 1500 V (J. Cuynet).



© G. Bachet

5: Caténaire 1500 V légère en gare de Dijon.

► En N, Sommerfeldt et Viessmann proposent des supports simples qui pourraient convenir à du 25 kV. N-Train commercialise plusieurs variantes de supports simples SNCF pour le 25 kV. Sinon, il faut s'atteler à reproduire nous-mêmes ce qui pourrait manquer à l'établissement d'une caténaire. Abordons brièvement le cas du 1500 V. En ligne, il y a deux fils de contact très proches: un porteur auxiliaire et un porteur principal. Ils sont reliés par des pendules. La version simple que l'on trouve dans certaines gares n'a pas de porteur auxiliaire (**photo 5 et figure 1**). La version légère qui équipe les voies de service n'a qu'un fil de contact. La réalisation de ces deux modèles, sans porteur auxiliaire, s'apparente à la caténaire 25 kV.

Passons à l'action

Les supports étant en place, intéressons-nous à la ficelle proprement dite. Dans ce qui suit, nous allons découvrir comment faire une caténaire 25 kV réellement tendue en fil de bronze de 0,1 mm pour les pendules, et de 0,2 mm pour le porteur et le fil de contact à l'échelle H0.

- Mais c'est trop fin, ça ne tiendra jamais !
- Avez-vous essayé ?

Si nous l'avons fait, il n'y a aucune raison pour que vous n'y arriviez pas. Au moment de la réalisation de notre caténaire, il fallait tout construire. Aujourd'hui, la gamme Decapod propose un large choix de poteaux et d'armatures donc nous nous contenterons de n'évoquer que la ficelle elle-même.

Notre réseau est prêt, la majeure partie du décor est en place, la voie est posée et nous savons où mettre les supports pour accrocher la caténaire. Alors au boulot !

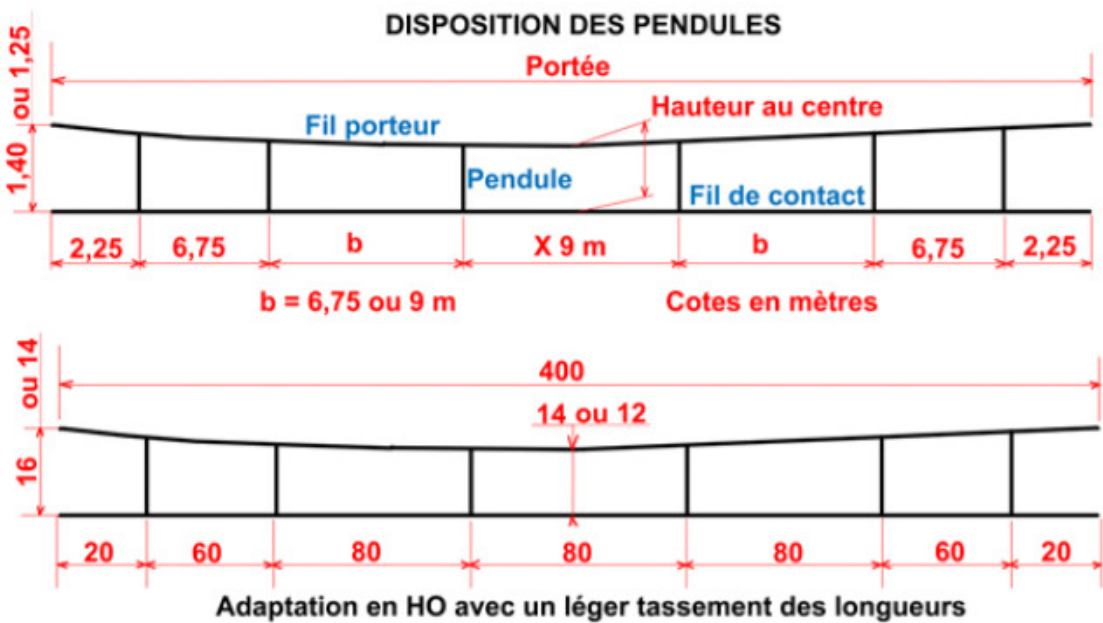
La première étape consiste à faire un patron du coupon de caténaire (**photo 7 et figure 2**). Pour cela mesurons les espaces entre les poteaux et traçons sur une baguette de bois ce que nous voulons obtenir : un fil de contact rectiligne, un porteur légèrement incurvé au centre des portées et la position des pendules. Les baguettes de bois commerciales font 2 ou 2,5 m de long. C'est une bonne distance pour se faire la main.

Où placer les pendules ? Les règles sont simples et aisément adaptables à nos échelles. L'espacement des pendules est plus



6: Une belle machine, une caténaire tendue et aussi fine qu'à l'échelle 1/1. Une belle récompense de modéliste.

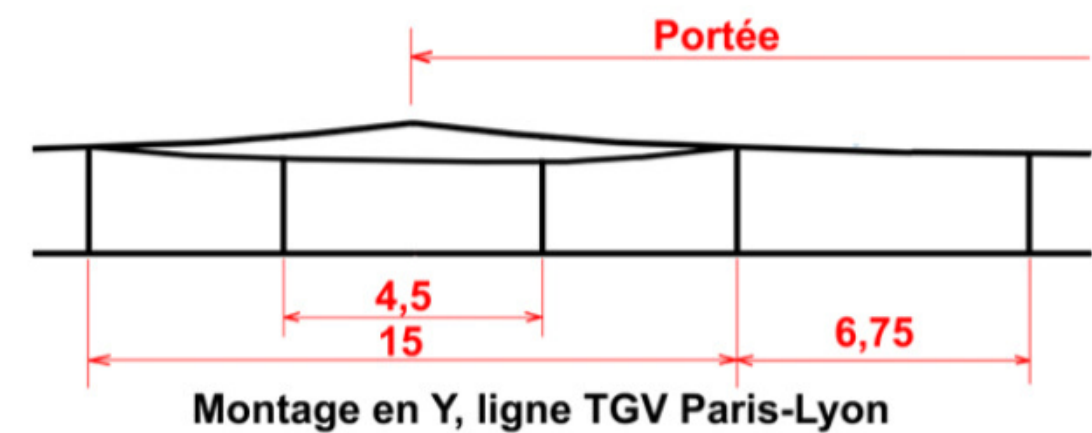
FIGURE 2. Disposition des pendules.



resserré à l'approche des supports. En milieu de portée, ils sont distants de 9 m. La valeur de la flèche dépend de la portée. Avec une hauteur de 1,4 m au niveau des armatures, la hauteur au centre s'accroît lorsque la portée diminue.

À l'origine avec une caténaire à 5,75 m au-dessus du rail, la caténaire faisait 1,4 m au niveau des armatures. Avec le passage à 5,50 m, la caténaire est réduite à 1,25 m. Aux débuts du 25 kV, un montage en Y a été utilisé sur des lignes où la vitesse peut atteindre 120 km/h. Il a été repris sur la ligne à grande vitesse Paris – Lyon puis abandonné (**figure 3**).

FIGURE 3. Cas particulier du montage en Y.



Comment réaliser sa caténaire ?

Tordons le cou aux affirmations du type : c'est compliqué, c'est trop fin, faut souder, etc. Mais que dire de la caténaire achetée par coupons ? C'est cher, parfois grossier, les longueurs de portées ne correspondent pas à la nécessaire position des supports, et les archets peuvent accrocher à chaque interruption de coupon donc à chaque armature. De plus, ces coupons ne sont pas adaptés pour placer une caténaire au-dessus des appareils de voie, aux versions basses, aux dispositifs tendeurs ou aux appareils de voie que nous découvrirons dans le prochain épisode. Prenons un bon éclairage (**photo 8**), une loupe ou de bonnes lunettes, un fer à souder avec une panne fine en bon état, de la graisse à souder et une soudure adaptée. Cet investissement très modeste servira à bien d'autres travaux. ►►

TITRE						
Portée en m	45	40	36	31	27	230
Hauteur au centre	0,9	1	1,1	1,2	1,3	286

7: Le tracé de la future caténaire est fait sur une latte de bois.

8: L'assemblage est commencé : un bon éclairage, de bons outils et du soin sont nécessaires.

Le processus est simple :

- Tracer la forme de la future caténaire sur la latte de bois (**figure 4**) ;
- Planter les quatre pointes où il faudra souder les fils ;
- Planter les pointes donnant la forme du fil porteur ;
- Tendre les deux fils et les souder sur les pointes d'extrémité ;
- Préparer les pendules, les souder en faisant bien attention de ne pas engager la partie frottante du fil de contact.

Le coupon est prêt. Il suffit de libérer les quatre extrémités. La caténaire est prête à être posée.

Le fil de bronze de 0,2 mm ou 0,1 mm est vendu en rouleau. Bien sûr, il veut rester en rond mais en le soudant bien tendu aux deux extrémités, cet inconvénient disparaît. Le fil de 0,1 mm sert à préparer les pendules. Une première pliure est effectuée puis une seconde à la cote nécessaire. L'excédent de fil est coupé pour ne garder que 1 à 2 mm nécessaires pour souder le pendule sur les fils contact et porteur.

Le montage du coupon demande de la précision et du soin. Le fil de contact est soudé à l'extrémité du bras de rappel. Le fil porteur est soudé sous la console. En cas de difficulté, il peut être soudé sur le point de rencontre du hauban et de la console. Cette différence très minime est peu perceptible et elle facilite grandement le montage.

Ensuite, il faut vérifier que « ça passe » : l'archet du pantographe doit être bien sous le fil de contact, et celui-ci ne doit pas s'égarer sur les cornes (extrémités arrondies de l'archet). Il faut aussi qu'il n'y ait aucun point d'accrochage en raison d'une soudure mal maîtrisée. Comme il n'est plus possible de déplacer ni la voie ni l'implantation du support, la seule solution pour mettre le fil de contact au bon endroit est de déplacer le bras de rappel sur l'antibalançant (**figure 5**). ►

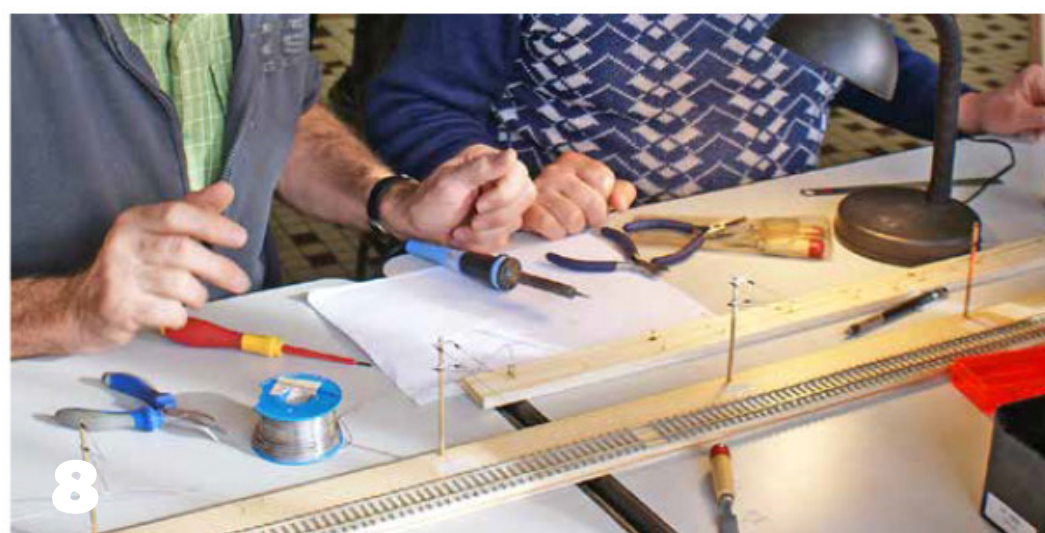
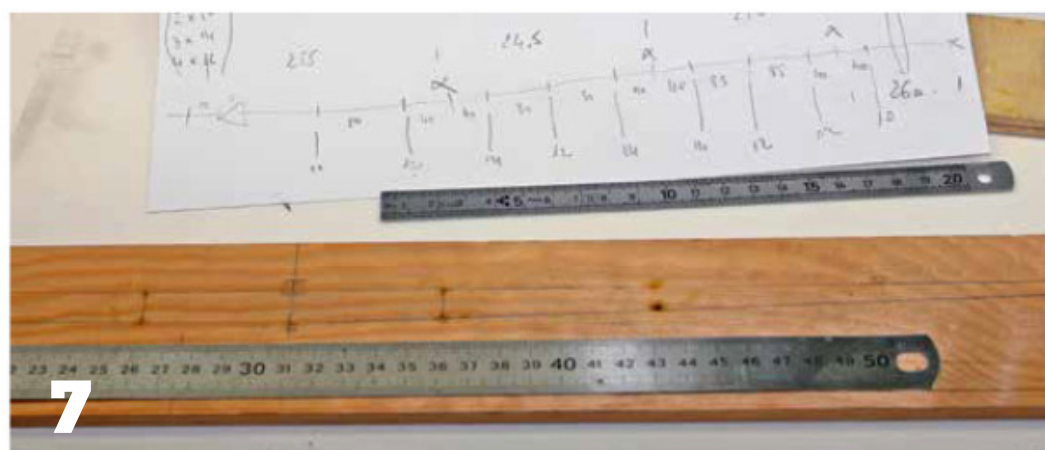


FIGURE 4. Méthode de préparation du montage de la caténaire.

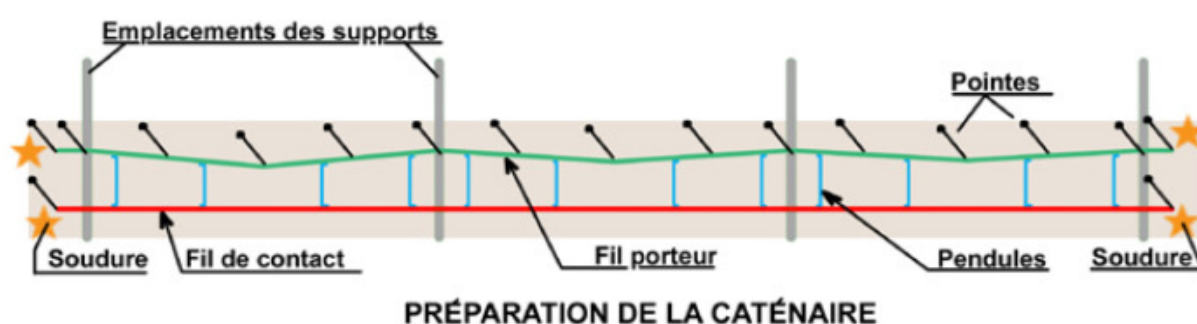
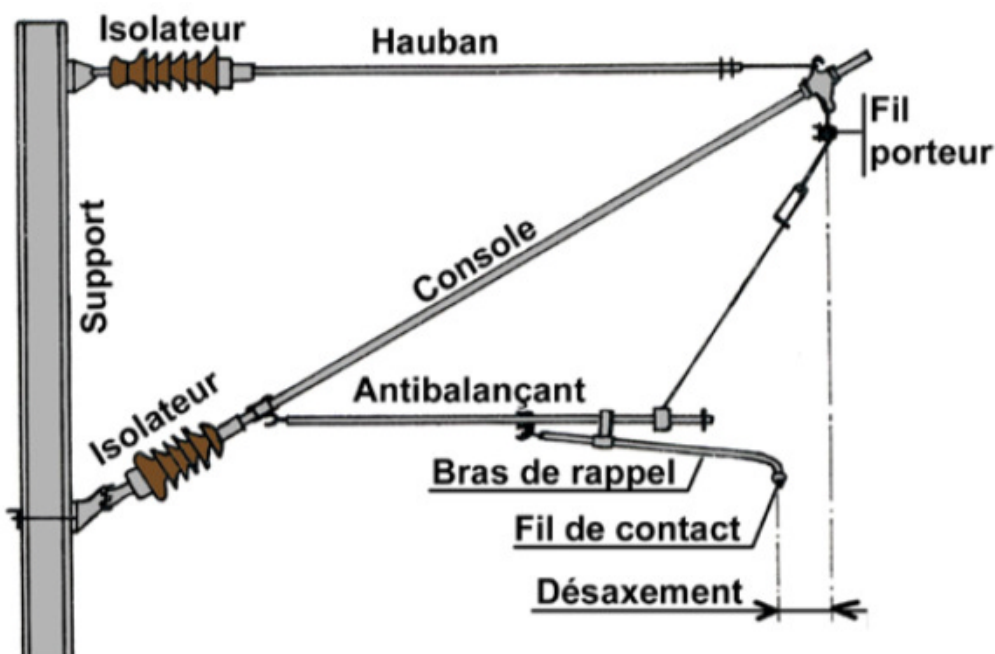


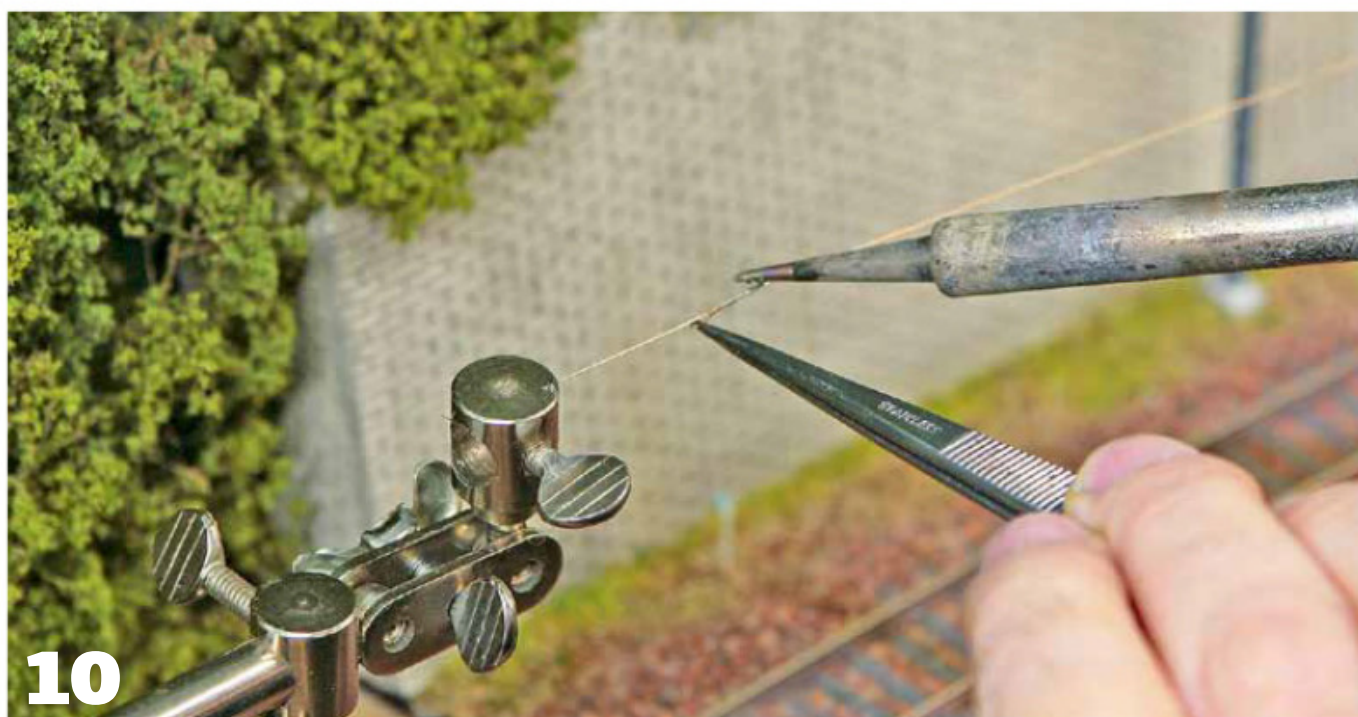
FIGURE 5. Désignation des éléments d'une armature.



© CFFC



© CFFC



9: Soudage de pendules : les pièces sont petites et les soudures doivent rester discrètes.

10: Une troisième main est indispensable pour intervenir sur une caténaire en cours de pose.



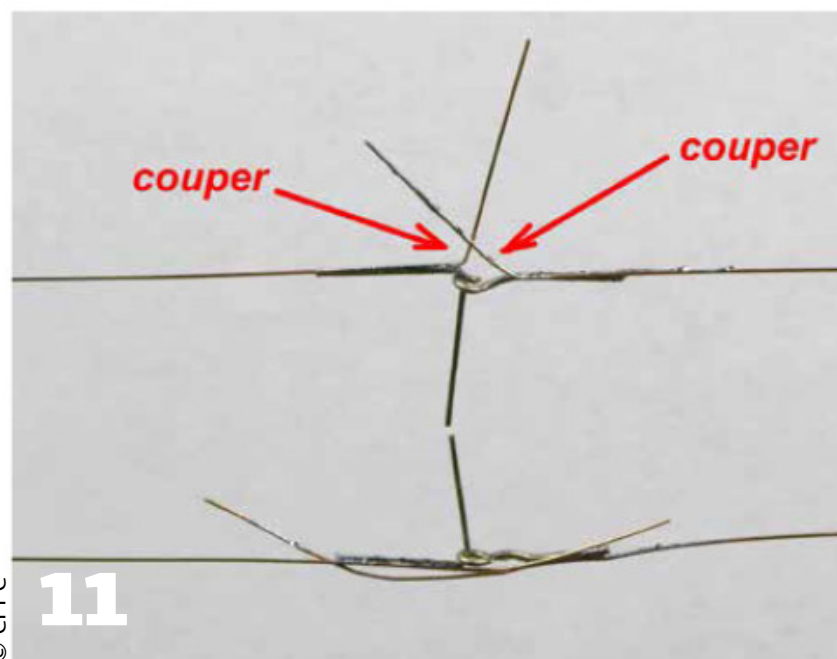
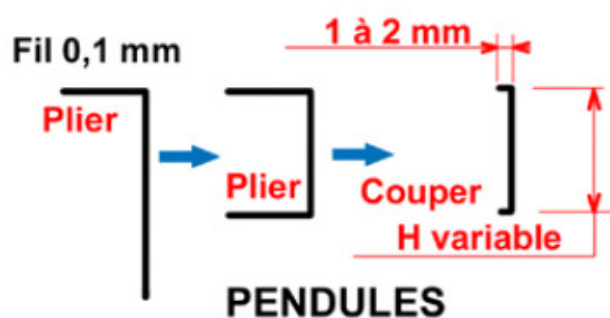
LA DÉLICATE ALCHIMIE DU COUPLE PANTOGRAPHE/CATÉNAIRE.

L'énergie électrique est la seule pouvant être transmise par un contact glissant. Cette faculté est à la base de nombreux dispositifs : frotteurs sur un rail, sur un conduit souterrain, d'archets, de perches ou d'antennes sur des fils aériens. L'expérience montre que les fortes puissances associées à de grandes vitesses s'accommodent bien d'un pantographe frottant sur un fil de contact. Faire passer une intensité dépassant 4000 ampères par une surface presque ponctuelle tient du miracle. Le déplacement de la motrice évite que la chaleur générée par ce passage ne fasse fondre la caténaire et détruise l'archet. Un second problème est posé par la nécessaire stabilité de l'archet. La motrice bouge dans les trois axes en se déplaçant et la pression exercée sur le fil de contact croît avec la vitesse. L'utilisation de pantographes unijambistes résout en partie ces problèmes. Sa prise au vent est réduite comme son inertie mécanique pour suivre les mouvements verticaux. Le pantographe à deux étages utilisé sur les premiers TGV (**voir ci-contre**) est une solution limitant les déplacements des parties les plus lourdes. Aujourd'hui, grâce à l'informatique, le contact est géré avec la plus grande précision.



Prototype du pantographe AX monté sur la rame TGV 79 : le double archet possède des palettes indépendantes.

● **FIGURE 6.** Mode de préparation des pendules (J. Cuynet).

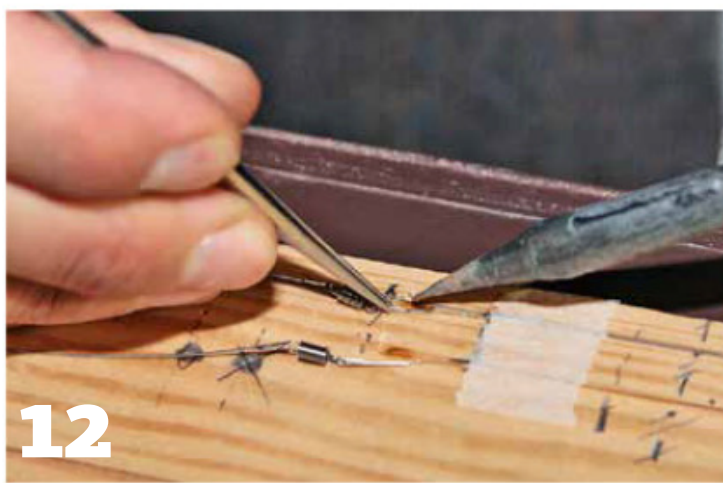


© CFFC

11

Préparer des coupons

Un coupon de 2 m ne fera qu'une partie du réseau. Il faut donc le raccorder au suivant. Une simple soudure sur chaque fil suffit en veillant toujours à ne pas créer de point d'accrochage. Pour les réseaux démontables, le problème est plus délicat. Une liaison amovible est indispensable (**photo 11**). Voici la solution adoptée par le CFFC pour le réseau de la Bosse. Deux tiges de maillechort de 0,4 mm avec un anneau sont soudées sur la partie droite. Celle du fil de contact est soudée SUR le fil. Pour le porteur, cela n'a pas d'importance. Du côté gauche, deux crochets sont soudés sur les deux fils avec la même précaution pour le fil de contact. Le crochet du fil porteur va vers le bas, celui du fil de contact vers le haut. Après assemblage, cela ressemble à un pendule (**figure 6**). Cette liaison démontable est très résistante. Pour éviter un éventuel accrochage, de chaque côté du fil de contact, deux petits brins en 0,1 mm sont soudés ; ils se croisent et passent juste sous la liaison. Une précaution d'importance est à prendre avant tout démontage du réseau : décrocher ces liaisons avant de séparer les éléments, sinon : crac ! (expérience vécue).

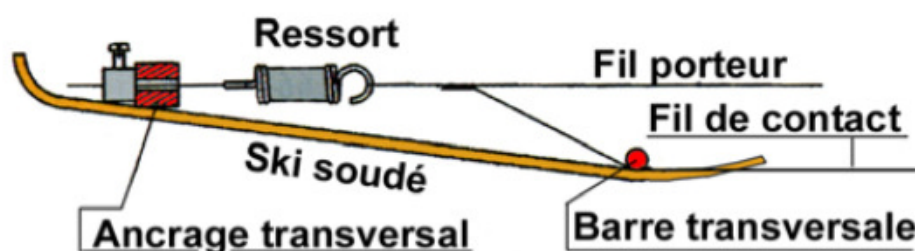


© CFFC

11: Raccord démontable de deux portions de caténaire tendue.

12: Soudure de ressorts en bout de portion de caténaire.

● **FIGURE 7.** Mode de fixation de la caténaire tendue à l'intérieur d'un tunnel.



Tendre réellement

La tension va donner toute la résistance à cette caténaire. Le fil de bronze est beaucoup plus résistant que la force nécessaire qui ne dépasse pas 5 N (500 g). En alignement 3 N (300 g) sont souvent suffisants et un peu moins en courbe. Il ne faut pas que les supports fléchissent sous ces efforts transversaux. Pour de faibles longueurs, il n'est pas nécessaire de « régulariser » les fils, c'est-à-dire de conserver une tension même en cas de dilatation et d'éviter un excès en cas de retrait. L'emploi de ressorts est une sage précaution dès que les distances



MISSION IMPOSSIBLE ? CERTES NON.

Nous avons organisé un stage pour faire des poteaux avec leurs armatures et une caténaire tendue. Le montage de poteaux à armatures simple ou double ont occupé la majeure partie du temps. Certains stagiaires n'avaient qu'une pratique très élémentaire de la soudure, mais avec quelques conseils, tout s'est bien déroulé. Puis ils ont préparé des longueurs de caténaire par tronçons de 2 m. C'est assez rapide. Le montage avec des zones de raccord (d'où les poteaux doubles) a précédé la mise en tension mécanique. Certes, la voie était en alignement, mais après quelques heures d'activité, des machines ont circulé sous cette caténaire. Pari gagné !



13

© CFFC



14

© CFFC

13: Fixation du dispositif de tension avec deux lignes caténaire et quatre ressorts réglables : le ski incliné prendra plus tard sa place définitive.

14: Du soin et de l'attention sont indispensables pour réussir sa caténaire.



LA CATÉNAIRE SUR INTERNET

Les multiples informations précises liées à l'établissement d'une caténaire ne sauraient trouver leur place dans cette série d'articles d'initiation. En complément, le forum LR Presse permet d'accéder à une abondante documentation, tant en 1500 V qu'en 25 kV. Consulter les fils :

La caténaire 25 kV (Forums LR PRESSE e-train.fr)

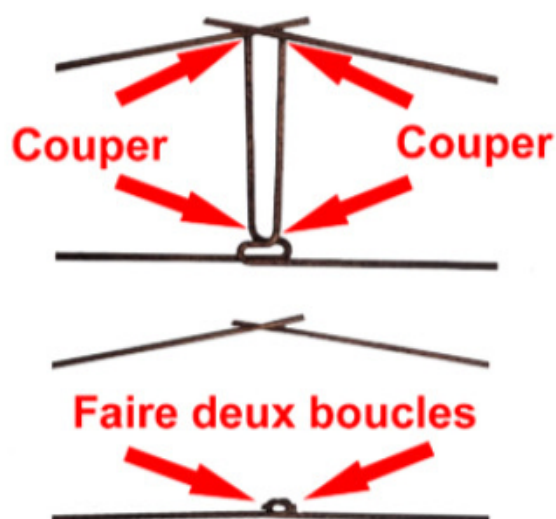
LE sujet sur la caténaire 1500v (Forums LR PRESSE (e-train.fr))

Le site de Decapod (www.decapod.fr) met aussi à disposition une excellente présentation de la caténaire 25 kV.



FIGURE 8. Mode d'allègement d'une caténaire commerciale.

Allègement des pendules



s'allongent (**photo 12 et figure 7**). S'ils restent visibles, de petits ressorts avec un coup de peinture peuvent être assimilés à des isolateurs. Placés sous un tunnel ou un pont assez large, ils sont invisibles. Quand tout est en place, la caténaire est peinte en gris (ou vert-de-gris) un peu foncé. Un tunnel est l'endroit idéal pour placer notre dispositif de tension des fils (**photo 13**). Il faut en prévoir l'implantation dès la construction du réseau. Il est possible d'utiliser un seul ressort pour les deux fils. Un ski en fil rigide assure l'abaissement du pantographe pour franchir ce point singulier. Un ressort par fil est également possible. L'arrivée de plusieurs coupons de caténaire sous un tunnel peut donner une situation un peu encombrée. Dans notre cas, une aiguille est placée juste au niveau de l'entrée du tunnel. Les coupons y aboutissant sont de grande longueur, environ 5 m. Les écrous permettent un

ajustage fin de la tension des fils. Le ski n'est pas encore dans sa position définitive.

Le jeu en vaut la chandelle

Les tenants de coupons courts préfabriqués peuvent améliorer l'aspect général en allégeant les modèles proposés. Les extrémités se terminent sur un fil vertical qui n'existe pas en réalité. Et comme deux coupons arrivent au même endroit, cela donne au final un montage « lourd ». La solution est simple, quatre coups de pince coupante éliminent ces parties en trop. En formant deux petites boucles, les coupons peuvent facilement être fixés aux armatures des supports. Néanmoins, et malgré le soin à apporter à toute installation de caténaire, le résultat est au bout de nos efforts. Un beau train, dans un beau décor, circulant pantographe levé, ça a une sacrée gueule ! Le mois prochain, nous découvrirons les détails et équipements. ■

DÉCOR

© réseau de la Bosse, photo CFFC

15

LA CATÉNAIRE
LA PLUS FINE DU
MONDE (PUBLICITÉ
D'ÉPOQUE) NE DÉPARE
PAS CE PAYSAGE
DE MONTAGNE.