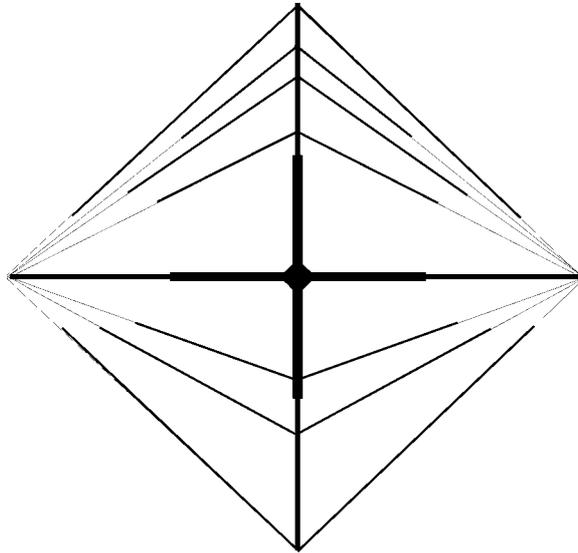


# guide de construction

---

## spider beam

20-15-10



# Sommaire

<b>1. Introduction</b>	page 2
1.1. Principe de fonctionnement de l'antenne	page 3
1.2. Liste des matériaux	page 4
<b>2. Construction de la plate-forme de fixation de l'araignée</b>	page 5
2.1. Les tâches préparatoires	page 5
2.2. L'Assemblage	page 7
<b>3. Construction de l'araignée</b>	page 8
3.1. Les tâches préparatoires	page 8
3.2. Montage du mât vertical	page 8
3.3. Montage des tiges de fibre de verre télescopiques	page 8
<b>4. Fixation des éléments réflecteurs et directeurs</b>	page 11
4.1. Les tâches préparatoires	page 11
4.1.1. Coupe des élément de fils	page 11
4.1.2. Fixation du haubanage	page 13
4.2. L'Assemblage	page 14
<b>5. Fixation des éléments alimentés</b>	page 16
5.1. Les tâches préparatoires	page 16
5.1.1. Construction des éléments alimentés	page 16
5.1.2. Construction du transformateur symétrique (balun)	page 18
5.2. L'Assemblage	page 20
<b>6. Réglage du SWR</b>	page 22
<b>7. Annexe</b>	page 23
7. 1 Longueur des éléments pour une activité uniquement pour CW ou SSB.	page 23

# 1. Introduction

En suivant ce guide de construction étape par étape vous pouvez établir votre propre antenne Spider à partir de zéro! Il a été écrit avec l'intention de le rendre aussi compréhensible que possible aux nouveaux venus. Envoyez-moi un e-mail ou une lettre s'il reste quelques points qui manquent de clarté. Toute suggestion est bienvenue.

Ce guide sera fréquemment mis à jour en fonction de vos questions et suggestions. Vous pouvez en tout temps obtenir gratuitement une copie PDF de la dernière version sur **[www.spiderbeam.net](http://www.spiderbeam.net)**!

Toutes les pièces nécessaires peuvent être trouvées sur la nomenclature (page 4).

Je me propose de rendre en cas de demande suffisante l'antenne disponible sous forme de kit.

Je me propose de vous décrire, dans les chapitres suivants, l'ordre le plus approprié pour assembler l'antenne. Naturellement il est conseillé de lire le guide une fois en entier une fois avant le début de la construction...

A chaque chapitre vous devrez faire quelques **tâches préparatoires** avant de commencer **l'assemblage**. Ces tâches préparatoires seront faites seulement une fois avant le premier assemblage de l'antenne. Les tâches d'assemblage doivent être faites chaque fois que vous voulez réinstaller l'antenne.

Vous noterez que les tâches préparatoires couvrent la partie la plus grande du guide de construction.

Une fois que vous avez accompli ces 'corvées', assembler l'antenne se fait très rapidement:

- Montez la partie centrale, introduisez les tiges en fibre de verre et les cordes, fixez les éléments de fil, et c'est fait! Tout dont vous avez besoin est deux clés de #10, quelques attache-câble, et un peu de bande collante.

Pour le premier montage de l'antenne, il faut prévoir quelques jours de bricolage. Un fois l'antenne pré-montée, avec un peu d'expérience le montage sera possible en 2 heures.

*L'usinage des pièces en métal, comme les plaques en aluminium et les tubes (forage des trous et rainures etc..) fait parti des tâches préparatoires. Dans le kit que je prépare toutes ces tâches d'usinage seront faites. Ainsi elles seront identifiées par une petite note à côté du texte:*

Déjà réalisé  
dans le kit

Au début de chaque chapitre, vous trouverez une liste de toutes les pièces dont vous aurez besoin dans le montage décrit. Avant de commencer à travailler sur un montage, il est bon de rassembler en un endroit toutes les pièces nécessaires. Ainsi, quand vous finirez le chapitre, vous saurez instantanément si vous avez utilisé toutes les pièces.

Amusez-vous bien avec la construction de l'antenne!

Bonne chance!

**Eriger des antennes, des pylônes et des mâts présente un certain danger. Soyez prudents et patients, utilisez votre bon sens, un outillage adéquat et vos moyens de protections. N'importe quelle partie du système peut tomber ou entrer en contact avec des lignes à haute tension. Lorsque l'antenne est en service, assurez-vous que personne ne puisse venir en contact avec n'importe quelle partie de l'antenne. Des tensions mortelles et des courants dangereux peuvent s'y trouver. L'utilisation de cette antenne se fait à vos risques. Agissez en responsable. Merci!**

Suivez ce guide pour établir un modèle de cette antenne pour votre usage personnel. N'importe quel genre d'utilisation commerciale est strictement interdit. Tous droits sont réservés à l'auteur. La reproduction de ce guide de construction est seulement possible avec l'autorisation écrite de l'auteur.

## 1.1. Les principes de fonctionnement de l'antenne

Le spider beam est une yagi tribande pour 20-15-10m. Il est composé de 3 yagis en fil entrelacées sur une araignée commune en fibre de verre.

Ceux-ci sont: une yagi 3-éléments pour 20m, une yagi 3-éléments pour 15m et une yagi 4-éléments pour 10m. Contrairement à une yagi standard les éléments directeurs et de réflecteurs sont pliés en forme de V.

L'élément alimenté est un dipole multibande pour 20/15/10m, c.-à-d. 3 dipôles différents reliés à leur point central d'alimentation. L'impédance de point d'alimentation est 50 Ohm

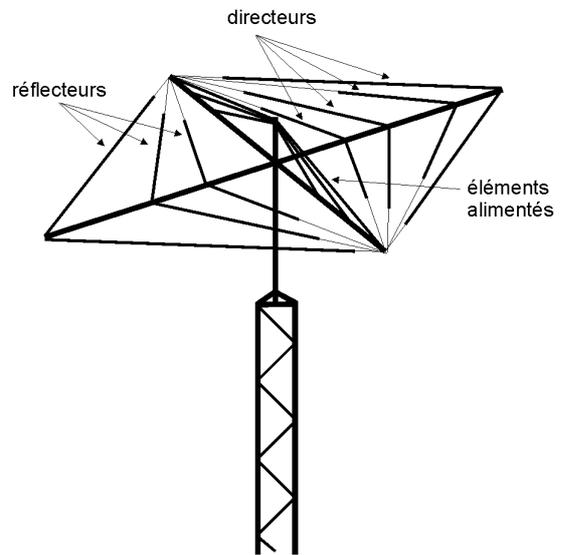
Le gain vers l'avant et le rapport de avant/arrière du spider beam est équivalent à une tribande régulière avec la longueur du boom de 6-7m.

Cette antenne a été conçue et optimisée pour l'opération en portable. C'est une construction légère avec une basse résistance au vent. Elle peut être montée par une seule personne en quelques heures – et avec seulement besoin d'un mât léger.

Le prochain objectif de la conception est d'établir une pile de 2 spider beams pour l'usage de station fixe, avec l'aide d'un système de mise en phase approprié (par exemple stackmatch de WX0B).

Le premier à établir une yagi avec des éléments pliés en forme de V était Dick Bird, G4ZU. Il l'a appelée "Bird-Yagi" ou "Bow-and-Arrow Yagi". J'ai entendu parler de ce principe pour la première fois en 1998 par W9XR. Dans la littérature, je n'ai pas pu trouver une conception multibande et j'ai décidé d'en concevoir une moi-même. Je tiens à remercier tous ceux qui ont aidé pendant la phase de développement, particulièrement W4RNL, DF4RD, DJ6LE, WA4VZQ.

En outre MNI TNX à toutes les personnes qui ont aidés à traduire ce document en d'autres langues: G3SHF (et Équipe), G3MRC, 9A6C, YU1QT, LX2AJ, F5IJT, HB9ABX, EA2AIJ, CT3EE.



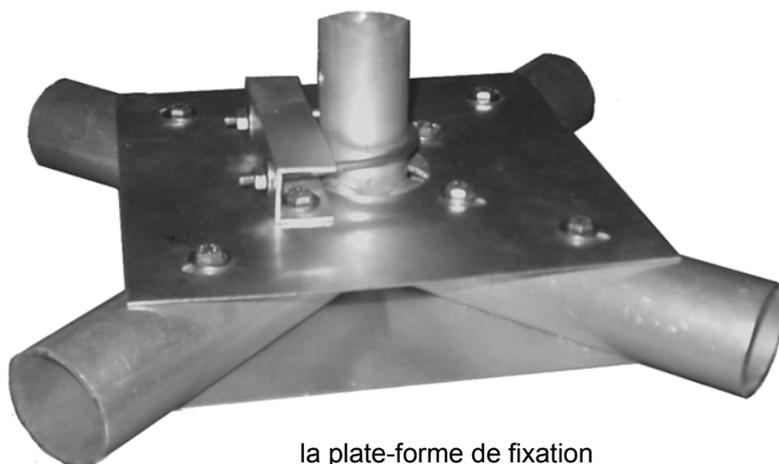
## 1.2. Liste des matériaux

Nr.	quantité	description
1	4	tiges de fibre de verre télescopique, longueur = 5.00m diamètre du segment le plus épais: approximativement 43mm diamètre du segment le plus mince: approximativement 27mm
2	4	tubes en aluminium, diamètre extérieur 48mm, épaisseur de paroi 2mm, longueur = 175mm <i>important: les tiges de fibre de verre de Nr.1 doivent s'adapter dans ces tubes!</i>
3	8	tubes en aluminium, diamètre extérieur 10mm, épaisseur de paroi 1mm, longueur = 42mm
4	2	Plaque en aluminium, épaisseur 1mm, carré de 220mm de côté
5	2	Profile en 'U' en aluminium, 25x25mm, épaisseur de paroi 2mm, longueur = 110mm
6	8	boulons, V2A, M6x60 (V2A = acier inoxydable)
7	2	boulons, V2A, M6x20 (M6x20 = diamètre de 6mm longueur d'axe de 20mm)
8	2	Boulons en U, U-diamètre 60mm, longueur 95mm, longueur 45mm d'axe de fil
9	16	M6 écrous, V2A
10	24	M6 rondelles, V2A
11	8	M6 Cosses, galvanisées, dont 2 pièces pliées de 90°
12	72m	DX-Wire®, 1mm diamètre, ou Copperweld® (fil d'acier 'copperclad')
13	46m	fil de fibre de carbone monofilament, diamètre de 1mm, par exemple fil de canne à pêche (ou monofil en nylon)
14	57m	fil, Kevlar, diamètre de 1.5mm
15	1	paquet d'attache-câble (100 PCS), noir de polyamide, UV-résistants, 200mm
16	2.2m	tuyau de polyamide, diamètre extérieur 8mm, UV-résistant avec l'épaisseur 1mm
17	1	paquet de résine époxyde ou semblable
18	1	Profile en 'U' en plastique, 30x30mm, épaisseur de paroi 2.5mm, longueur = 350mm
19	1	panneau en plastique plat, 25x2.5mm, longueur = 500mm
20	1	câble coaxial de teflon RG142 (ou RG303), longueur = 290mm
21	16	perles CST9.5/5.1/15-3S4 de ferrite (ou 50 perles Amidon FB-73-2401 de ferrite)
22	1	douille coaxiale PL SO239
23	1	vis de M3x10 V2A, avec écrou M3
24	1	M3 cosse
25	1	bobine (20cm le diamètre, peut être trouvé dans des magasins de cerf-volant)
		GAFFA® bande collante (peut être trouvé dans les magasins de musique)

## 2. Construction de la plate-forme de fixation de l'araignée

### Matériel nécessaires:

Nr.	quantité	description
2	4	tubes en aluminium, diam. ext. 48mm, épaisseur de paroi 2mm, longueur = 175mm
3	8	tubes en aluminium, diam. ext. 10mm, épaisseur de paroi 1mm, longueur = 42mm
4	2	Plaque en aluminium, épaisseur 1mm, carré de 220mm de côté
5	2	Profile en 'U' en aluminium, 25x25x25mm, épaisseur de paroi 2mm, Ingr. = 110mm
6	8	boulons, V2A, M6x60 ( <i>M6x60 = diamètre de 6mm longueur d'axe de 60mm</i> )
9	8	M6 écrous, V2A ( <i>V2A = acier inoxydable</i> )
10	16	M6 rondelles, V2A



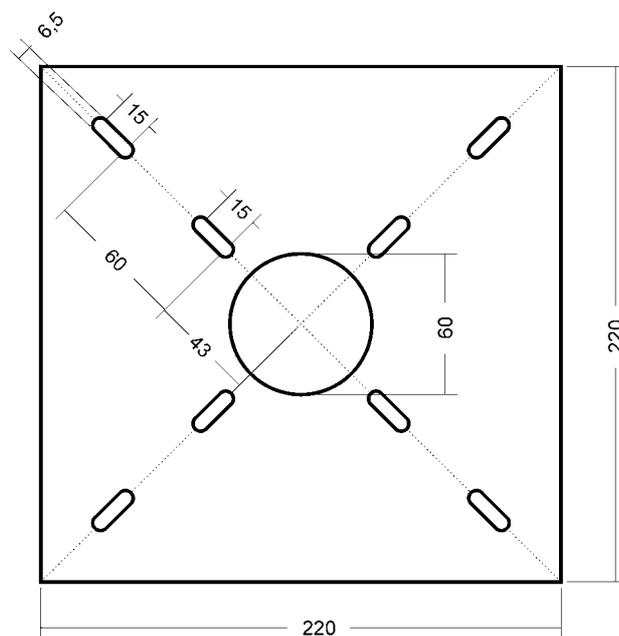
la plate-forme de fixation

### 2.1. Les tâches préparatoires

Préparez les deux plaques carré en aluminium de 1mm d'épaisseur et de 220mm de côté de la façon suivante:

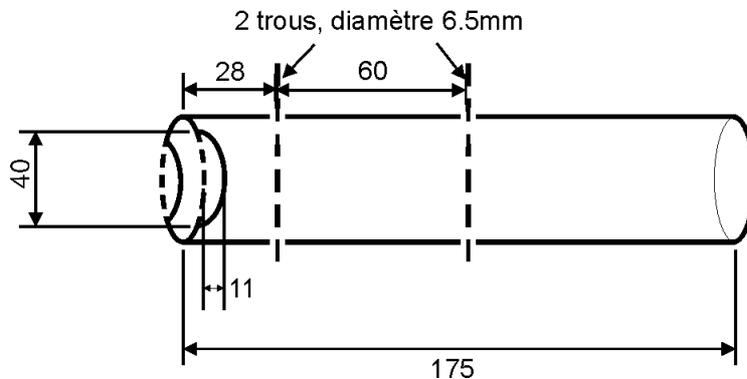
Coupez un trou de diamètre 60mm au centre. Forez 8 fentes placées symétriquement selon le schéma. Ces fentes devraient avoir une longueur de 15mm et une largeur de 6,5mm:

(toutes les dimensions sont en millimètres)



Déjà réalisé  
dans le kit

Forez 2 trous (diamètre de 6,5mm) dans chacun des 4 tubes en aluminium. Utilisez une scie pour faire 2 entailles (à moitié en rond, 11mm profond, 40mm larges) sur une extrémité de chaque tube. Ces entailles seront nécessaires pour monter les tubes comme croix plus tard. (voir la page 7)

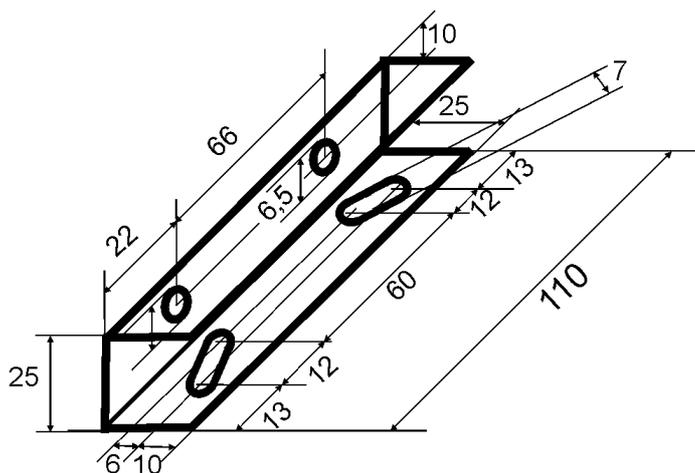


Déjà réalisé dans le kit

Selon le magasin où vous avez acheté vos tiges de fibre de verre, vous devriez également vérifier si le segment le plus épais s'accorde avec le tube en aluminium. Il peut y avoir des problèmes dus aux tolérances de fabrication. Au cas où les tiges de fibre de verre ne seraient pas bien serrés, enveloppez les de quelques tours de bande collante. Au cas où les tubes seraient trop étroits vous devrez à l'aide de papier sablé élargir le diamètre intérieur jusqu'à ce qu'il passe...

Préparez maintenant les deux profil en "U" de 110mm de longueur en aluminium:

Forez deux trous de 6.5mm dans le tube central et deux 12mm longues fentes (7mm larges) dans un tube latéral:



Déjà réalisé dans le kit

Déjà réalisé dans le kit

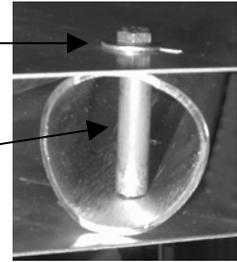
Comme dernière étape, coupez le tube de 10mm en aluminium en 8 morceaux de longueur exacte de 42mm. Ils serviront de douilles lors de l'assemblage du joint central (voir la prochaine page):



## 2.2. L'Assemblage

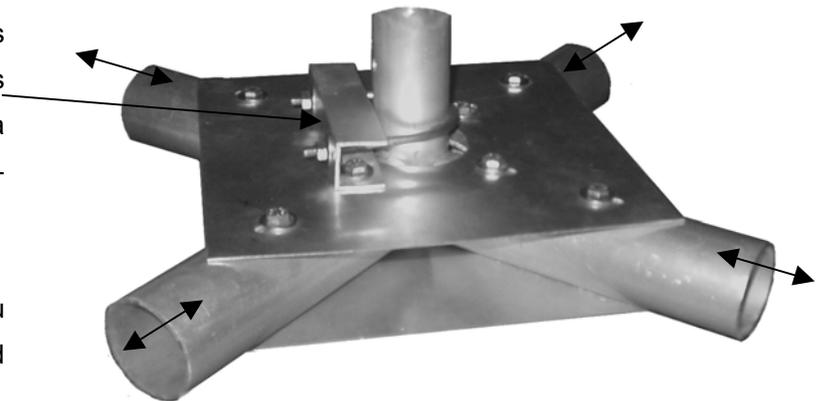
Vous êtes maintenant prêt à assembler la plate-forme de fixation de l'araignée.

Mettez les quatre tubes entre les deux plaques en aluminium, puis mettez un boulon par chaque fente et montez-les. Utilisez de chaque côté une rondelle pour que les boulons aient une meilleure tenue. Introduisez les boulons par les douilles de 10mm à l'intérieur des tubes de 48mm. Ces douilles sont importantes parce que sans elles les tubes seraient écrasés quand les boulons seront fermement serrés.



D'un côté du trou de 60mm, les mêmes boulons servent également à monter les profils en U. Montez un angle sur la plaque supérieur et l'autre directement en-dessous sur la plaque inférieure.

Les profils en U qui fixeront l'antenne au mât, seront montées à ces angles plus tard (voir le chapitre 3.2).



Déplacer les tubes pour les adapter au mât

Maintenant vous comprenez la raison de forer les longues fentes au lieu des trous ronds justes: Glisser les tubes en aluminium dans et hors des marques rend possible de changer le diamètre du mât vertical d'antenne de 30-60mm. Avec les longues fentes les tubes peuvent toujours être placés d'une manière que le mât soit parfaitement pincé entre elles. Par conséquent la majeure partie de la charge normalement soumis aux boulons en U est transférée aux tubes. Les profils en U sont seulement nécessaires pour empêcher l'antenne de tourner sur le mât.

Avec cette construction il est possible d'utiliser des diamètres différents de mâts verticaux sans compromettre la stabilité de l'antenne. Le grand choix de diamètre signifie plus de flexibilité pour fixer l'antenne.

Maintenant vous comprendrez également la raison de la coupe faite à l'extrémité de chaque tube. Sans cette coupe la gamme de variation du diamètre de mât d'antenne serait seulement possible pour des mâts de diamètre de 48-60mm. Beaucoup de mâts ont des sections supérieures plus petites que 48mm.

La plupart des antennes ne sont pas fixées au centre de gravité mais à coté du mât.

La plate-forme de fixation étant décrit ici passe bien par le centre de la gravité du mât. Le poids de l'antenne et les coups de vent sont, de façon optimale, se répartir sur le mât et le moteur d'antenne, ce qui signifie que la charge sur ces pièces est réduite..

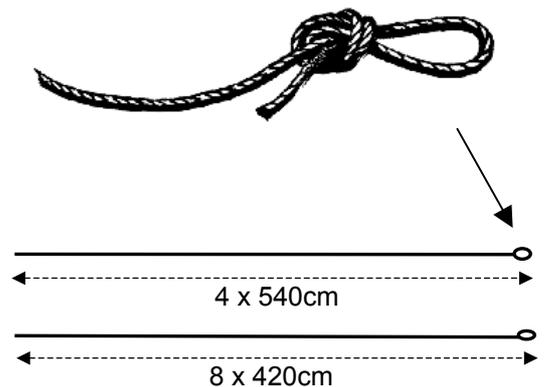
### 3. Construction de l'araignée

#### Matériel nécessaires:

Nr.	quantité	description
		La plate-forme de fixation de l'araignée (chapitre 2)
		Mât d'antenne vertical
1	4	tiges de verre de fibre télescopique, longueur = 5.00m
8	2	Boulons en U, U-diamètre 60mm, longueur 95mm, longueur 45mm d'axe de fil
9	4	M6 écrous, V2A
10	4	M6 rondelles, V2A
14	57m	fil, Kevlar, diamètre de 1.5mm
15	30	attache-câbles, noir de polyamide, UV-résistants, 200mm
		bande collante (par exemple bande GAFFA® -Tape)

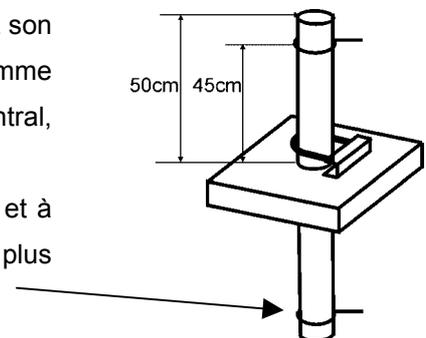
#### 3.1. Les tâches préparatoires

Coupez la corde de Kevlar en 4 morceaux de 550cm et 8 morceaux de 430cm. Pliez en arrière 10cm de la corde et employez le noeud décrit ici pour nouer un petit oeil (diamètre 10mm) sur une extrémité de chaque corde:



#### 3.2. Montage du mât vertical

Montez la plate-forme de fixation centrale sur le mât vertical. Ajustez son trou pour qu'il convienne avec le diamètre de votre mât vertical (comme décrit en chapitre 2.2). Passez le mât vertical par la plate-forme central, laissez-le sortir approx. 50cm au dessus et serrez les boulons en U. Attachez deux attache-câble au mât vertical, un à 45cm au-dessus et à un 45cm en-dessous de la plate-forme centrale. Ils serviront d'ancre plus tard, lors de l'installation du haubanage vertical (voir le chapitre 3.3).

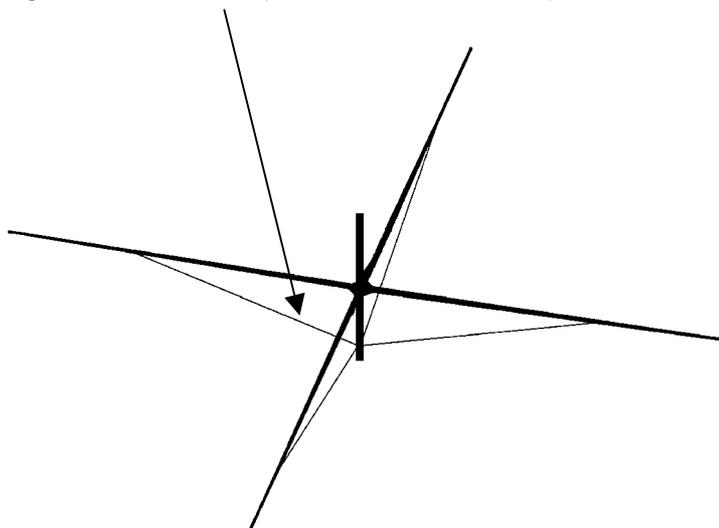


#### 3.3. Montage des tiges de fibre de verre télescopiques

Sortez les éléments des tiges de fibre de verre télescopique à leur pleine longueur de 5m. Tordez soigneusement les sections dans les joints télescopiques afin qu'elles ne peuvent pas glisser en arrière. Mieux encore est d'envelopper les joints avec de la bande de haute qualité (GAFFA®) et de mettre une attache-câble autour. Ceci assurera un raccordement résistant pendant des années. (il est mieux de mettre une attache-câble sur le joint du tube le plus mince). Si vous assemblez et démontez l'antenne souvent vous devriez effacer tout résiduel de colle de temps en temps. Pour une installation fixe vous pourriez employer une résine époxyde pour coller les joints ensemble de manière permanente.

Insérez les tiges de 5m dans les tubes de la plate-forme centrale.

Fixez d'abord le haubanage vertical inférieur (les morceaux de 4.20m):

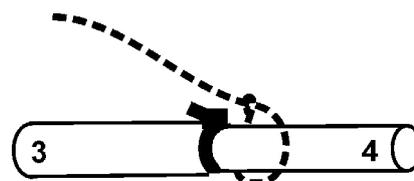


Pour faire ainsi, tirez une courte longueur de la corde de Kevlar par l'oeil, formant un noeud variable:



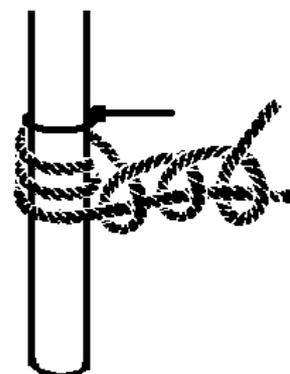
Glissez ce noeud au-dessus de la tige de 5m jusqu'à ce qu'il repose au joint entre le troisième et quatrième segment du tube.

Tirez-le fortement ici. Le attache-câble installé ici sert d'ancre et empêche le noeud de glisser plus loin vers l'intérieur:



Attachez l'autre extrémité de la corde sur le mât, juste en-dessous de l'attache-câble que vous avez fixé ici (45cm en-dessous de la plaque centrale). Le noeud marin, montré ici, est le plus approprié; Il est très facile, plus tard, à délier et est formé comme suit:

tournez au moins 3 fois (ou plus) autour du mât et puis fixez l'extrémité avec un certain noeud "half hitches" (comme montré dans l'image). Il est très facile de délier ce noeud parce que les tours prennent la force hors de la corde, ainsi le noeud ne se ferme pas et vous pouvez le défaire facilement.



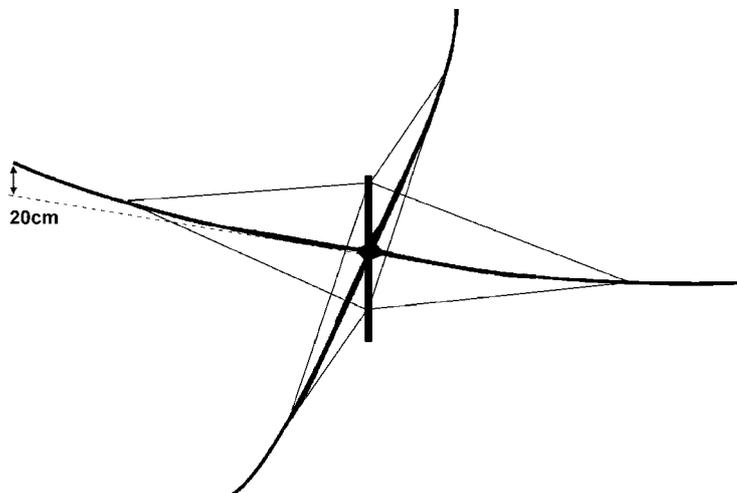
Le attache-câble installé ici sert d'ancre et empêche le noeud de glisser vers le haut.

Tendez ces cordes seulement légèrement, c.-à-d. ne plient pas les écarteurs en bas, rendez-les seulement droit. Ces cordes seront tendues plus tard ensemble avec le haubanage vertical supérieur

Maintenant, attachez le haubanage vertical supérieur (morceaux de 4.20m).

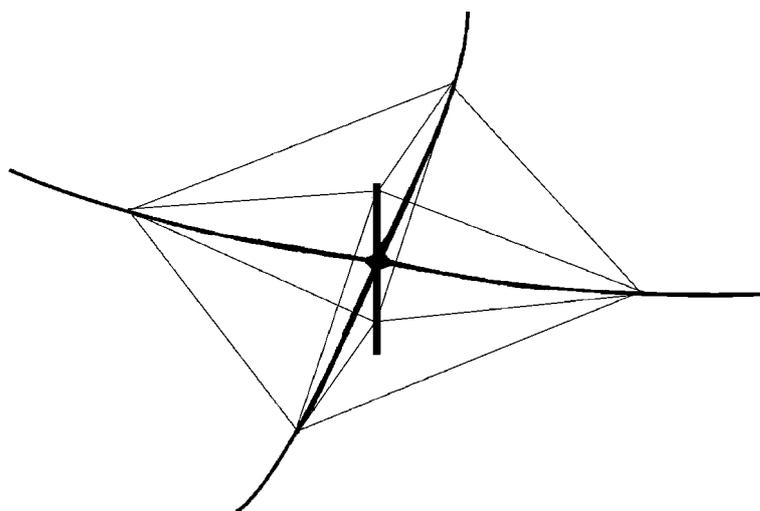
Le procédé est le même qu'avec les cordes verticales inférieures: faites un noeud à une extrémité de la corde et tirez-le fortement au joint télescopique entre le troisième et quatrième élément de tube.

Attachez l'autre extrémité de la corde sur le mât, juste au-dessus du attache-câble que vous avez fixé ici (45cm au-dessus de la plaque centrale). Employez le même noeud de marin ici, c.-à-d. enroulez la corde plusieurs fois autour du mât et fixez alors l'extrémité comme décrit ci-dessus. Tirez ces cordes aussi serrées que vous pouvez! Les écarteurs se plieront légèrement vers le haut, selon combien de mou a été laissé dans les cordes verticales inférieures. Les extrémités des écarteurs ne devraient pas plier vers le haut de plus de 20cm, autrement vous devez réaligner les cordes verticales inférieures :



Attachez maintenant le haubanage horizontal (les morceaux de 5.40m), en utilisant les mêmes noeuds et le même procédé qu'au paravent: faites un noeud à une extrémité de la corde et tirez-le fortement au joint télescopique entre le troisième et quatrième élément de tube. Attachez l'autre extrémité de la corde à la tige de fibre de verre suivante (aussi au joint entre le troisième et quatrième segment du tube).

Installez maintenant les 3 cordes suivantes. Tendez les 3 premières cordes seulement légèrement, c.-à-d. jusqu'au moment où les tiges commencent à se plier. Seulement en installant la dernière corde, tirez-la vraiment fortement, ainsi les 4 cordes se tendent chacune.



Il sera très facile de délier toutes les cordes quand vous démontez l'antenne, comme vous avez utilisé les noeuds marin pour les attacher. Les noeuds sur les joints télescopiques se délieront également bien.

L'araignée de base est maintenant assemblée. Notre prochaine étape est d'attacher les éléments de fil de l'antenne...

## 4. Fixation des éléments réflecteurs et directeurs

### Matériel nécessaires:

Nr.	quantité	description
		assembled spider from chapter 3
12	49m	DX-Wire®, 1mm diamètre, ou Copperweld® (fil d'acier 'copperclad')
13	41m	fil de fibre de carbone monofilament, diamètre de 1mm (ou monofil en nylon)
15	7	attache-câbles, noir de polyamide, UV-résistants, 200mm
16	1.3m	tuyau de polyamide, diamètre extérieur 8mm, UV-résistant avec l'épaisseur 1mm
17	1	paquet de résine époxyde ou semblable
25	1	bobine (20cm le diamètre, peut être trouvé dans des magasins de cerf-volant)

### 4.1. Les tâches préparatoires

Coupez le tuyau de polyamide en 14 morceaux de 4cm et 7 morceaux de 10cm.

#### 4.1.1. Coupe des éléments de fil

Quelques mots concernant le fil d'antenne utilisé avant de le couper:

Copperweld® est une marque de fabrique américaine pour le fil d'acier recouvert de cuivre. Récemment ce genre de fil a été également vendu en Allemagne sous le nom du DX-Wire®.

Ce fil a les propriétés de conduite sur les fréquences HF du fil de cuivre combinées avec la stabilité du fil d'acier. Au début il est probablement un peu difficile de travailler avec ce fil parce qu'il se comporte un peu inflexible et n'est pas aussi lisse comme le fil de cuivre.

Vous devez vous habituer à l'utiliser, ouvrez seulement une bobine à la fois, soyez soigneux et calme quand vous la déroulez, pour ne pas faire de replis ou ne pas l'embrouiller.

Quoi qu'il en soit, ce genre de fil a les propriétés très bonnes suivantes, qui peuvent vous aider à oublier les ennuis que vous pouvez avoir en utilisant ce fil pour la première fois:

- il ne s'étire pas

Cette caractéristique (élongation presque nulle) est très importante, parce que les longueurs d'élément doivent être gardées exactement aux longueurs indiquées (même au cm près!).

Les premières versions du spider beam ont été établies en utilisant le fil de cuivre normal (mou). Chaque fois après l'assemblage et le démontage de l'antenne, quelques éléments avaient été étirés jusqu'à 10cm. Ceci a comme conséquence un changement de la fréquence de résonance des éléments et ainsi une détérioration du modèle de rayonnement, en particulier du rapport avant arrière.

- le poids réduit
- basse résistance au vent
- très mince et lisse, rendant difficilement la formation de givre
- le facteur de réduction négligeable

ce dispositif est tout à fait utile pendant la phase de développement parce qu'il garantit une très bonne simulation sur l'ordinateur de la réalité. Ainsi les longueurs dérivées du modèle d'ordinateur peuvent être employées directement dans le vrai monde. Ce n'est pas le cas pas en utilisant un genre de fil isolé. L'isolation présente un certain genre de facteur de réduction qui est difficile à déterminer et qui est différente pour chaque genre d'isolation (approximativement 1 – 5%). Ainsi

nous ne pouvons pas directement employer les longueurs calculées dans le modèle d'ordinateur mais devons passer par une phase de correction. Par conséquent je voudrais préciser de nouveau que les longueurs indiquées dans les tables ci-dessous sont seulement correctes en utilisant le fil indiqué ici! En utilisant un autre genre de fil (particulièrement isolé) vous devez déterminer son facteur de vitesse et ajuster les longueurs en conséquence! Autrement le modèle de rayonnement sera affecté de manière mauvaise, comme mentionné au-dessus.

Un dernier avantage du fil est un niveau plus bas de bruit. Le fil normal semble avoir un niveau inhérent plus élevé de bruit, en raison de l'oxydation menant à l'action de diode entre les petites différentes rives du fil.

Normalement ces explications vous aideront à accepter ce fil quelque peu 'têtu'. ☺

La même chose compte pour le fil de canne à pêche de monofilament. Quoi qu'il en soit, une fois que vous êtes habitués aux particularités de ces matériaux, la manipulation ne présentera désormais aucun problème pour vous.

Coupez maintenant les longueurs de fil:

**ATTENTION! LES FILS DOIVENT ÊTRE COUPÉS AVEC  
UNE GRANDE PRÉCISION!**

**Même une variation d'un centimètre (!!)** fera une différence. Un décamètre pliable n'est pas appropriée à cette tâche parce que vous pouvez seulement mesurer des longueurs partielles et devez les ajouter ensemble. Ce procédé présentera facilement une erreur cumulée de  $\pm 10\text{cm}$  ou encore plus. Les mesures doivent certainement être faites dans l'une seule pièce! Une mesure bande en plastique (minimum 11m) est plus adaptée pour le travail.

Effectuez la mesure et la coupure sur une surface lisse et même droite (minimum 11m de long) comme par exemple une rue ou place de parking. Tirez le fil droit et tendez-le pour mesurer avec précision. Faites vous aider par quelqu'un qui tire le fil, ou fixez au moins la mesure de bande et le fil quelque part et tirez.

Puisque le fil est livré sur une petite bobine il se comporte un peu comme un ressort en spirale et se roule dans un enroulement immédiatement. Fixez cet enroulement avec un morceau de bande collante et marquez-le avant que vous coupiez le prochain, pour ne pas avoir une confusion plus tard! (Après exécution tous les éléments de fil et les fils sont enroulés sur une bobine pour le stockage et le transport (voir la page 14)).

Coupez les morceaux suivants de fil pour les 3 éléments de directeur et les 4 éléments de réflecteur:

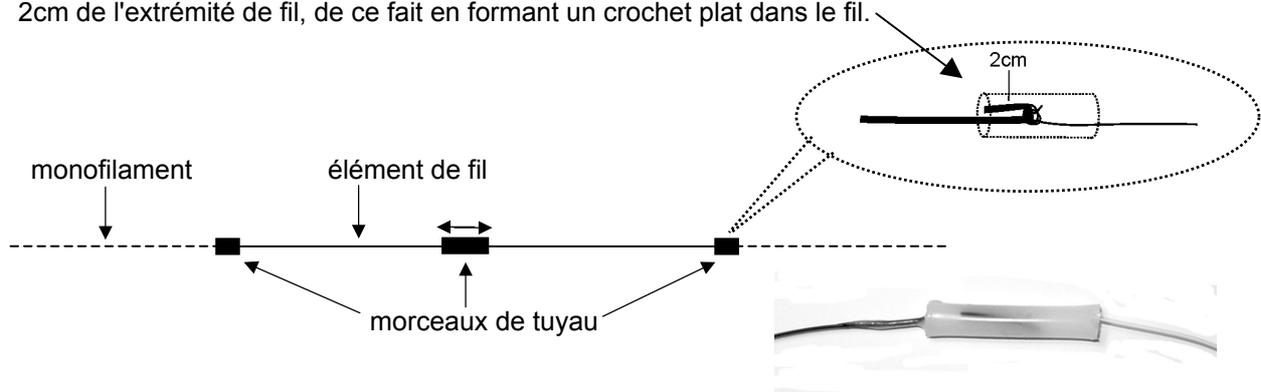
Bande	Reflecteur	Directeur 1	Directeur 2
20m	1051 cm	979 cm	---
15m	700 cm	647 cm	---
10m	527 cm	489 cm	489 cm

**Note importante:** Dans la prochaine étape vous nouerez ensemble les fils et les fils de type monofilament. Pendant ce procédé vous plierez en arrière 2cm de fil aux deux extrémités de l'élément. Ces 4cm supplémentaires sont déjà inclus dans les longueurs indiquées ci-dessus. C.-à-d. après l'ensemble, la longueur électriquement utile du réflecteur de 20m devrait être 1047cm, par exemple.

## 4.1.2. Fixation du haubanage

Après avoir découpé tous les éléments de fil à leur longueur correcte, attachez les haubans aux deux extrémités du fil:

Tirez d'abord l'extrémité de fil par un morceau de 4cm de tuyau de polyamide. Pliez alors en arrière 2cm de l'extrémité de fil, de ce fait en formant un crochet plat dans le fil.



A l'oeil on noue le fil selon les longueurs indiquées dans le tableau suivant. (Pour ces noeuds 10cm de fils sont déjà inclus dans le tableau). Après le nouage on élimine les restes, on glisse le tuyau au dessus du noeud et on le remplit avec l'époxyd. Avant que vous fassiez la même chose à l'autre extrémité du fil, tirez le fil par un morceau de 10cm de tuyau de polyamide. Ce morceau reste lâche et glissera plus tard dans le milieu de l'élément de fil. Il sert de dispositif de détente en montant l'élément de fil au écarteur de fibre de verre.

Les fils de type de monofilament doivent être coupés aux longueurs suivantes:

Bande	Reflecteur	Directeur 1	Directeur 2
20m	2 x 207 cm	2 x 240 cm	---
15m	2 x 242 cm	2 x 301 cm	---
10m	2 x 292 cm	2 x 325 cm	2 x 423 cm

Comme dernière étape nouez un petit oeil à l'extrémité de chaque fil. Pliez en arrière 10cm de la fil, puis employez le noeud décrit ici pour faire un petit oeil (diamètre 10mm) sur chaque extrémité:



Comme déjà évoqué auparavant les 20cm supplémentaires pour les 2 noeuds sont déjà inclus dans les longueurs indiquées dans la tableau ci-dessus. Par exemple cela signifie pour le hauban du directeur de 20m: après assemblage le hauban doit être 220cm, mesuré à partir de l'oeil au joint avec l'élément de fil.

Le 5-Minute-Epoxy durcit tout à fait rapidement (dans approximativement 5 minutes ☺). Par conséquent vous ne pouvez pas mélanger une grande quantité et remplir tous les morceaux de 4cm de tuyau immédiatement. Au lieu de cela mélangez un peu séparément chaque fois, remuez-le correctement pendant au au moins 1 minute et remplissez-le dans le morceau de tuyau à partir du dessus. L'époxyde coule lentement dans le tuyau Employez au besoin le noeud pour le bourrer. Si il y a des écoulements d'époxyde de l'autre côté du tuyau, retourner le et laisser couler l'époxye dans le tuyau. Assurez-vous que le noeud est d'une façon ou d'une autre au centre du tuyau quand les traitements avec l'époxy seront terminés. Il deviendra chaud après quelques minutes et deviendra

très collant peu après. Maintenant vous pouvez mettre ce joint de côté et commencer par le prochain. 10 minutes plus tard le joint a totalement durci.

**(Note Importante:** Même ces morceaux courts de gaine remplie d'époxyde affectent la fréquence de résonance de l'élément de fil: il descend approximativement 100-200kHz! Tenez compte de ceci, si vous voulez employer une manière différente pour l'assemblage des éléments de fil, et corriger les longueurs de fil en conséquence!)

Dès que vous avez terminé chaque élément de fil, marquez-le (par exemple écrivez "20m REF" sur les morceaux de gaine) et enroulez-le sur la bobine. Attachez le commencement et la fin de l'élément à la bobine avec un morceau de bande collante.

Alors vous pouvez enrouler le prochain élément sur lui, sans aucun problème de les embrouiller ou de mélanger. En transportant l'antenne vous pouvez même enrouler sur la même bobine les fils, les éléments alimentés et également le Kevlar.



En fait, la meilleure façon d'enrouler les éléments de fil et les haubans sur la bobine est dans l'ordre suivant:

- d'abord les éléments alimentés 10m, 15m, 20m
- puis 10m ref, 10m dir1, 15m ref, 15m dir, 10m dir2, 20m ref, 20m dir.
- enfin les haubans Kevlar

Ceci c'est parce qu'en assemblant l'antenne plus tard, vous allez commencer par les haubans, puis installer les éléments 20m parasites, puis vous procédez aux éléments parasites des bandes plus élevées, puis installez les éléments alimentés pour 20m, 15m et 10m (voir les pages suivantes). Le démontage de l'antenne est fait dans l'ordre opposé.

## 4.2. L'Assemblage

Une fois que les éléments de fil sont terminés comme décrit dans 4.1. l'attachement est très facile. D'abord vous décidez quelle paire de poteaux de fibre de verre formera le boom et laquelle formera les écarteurs latéraux. Marquez sur la perche les points d'attache pour les éléments (voir la prochaine page de dessin). À l'extrémité de chaque poteau écarteur installez un attache-câble à exactement 5m de la croix centrale. Elle sert d'ancre empêchant les haubans de glisser vers l'intérieur. Avant d'attacher et d'étirer les éléments de fil, il est très utile de soulever l'araignée approximativement de 50cm au-dessus du niveau du sol, par exemple en le montant sur un pieu court enfoncé dans le sol.

### Montage d'un élément de fil:

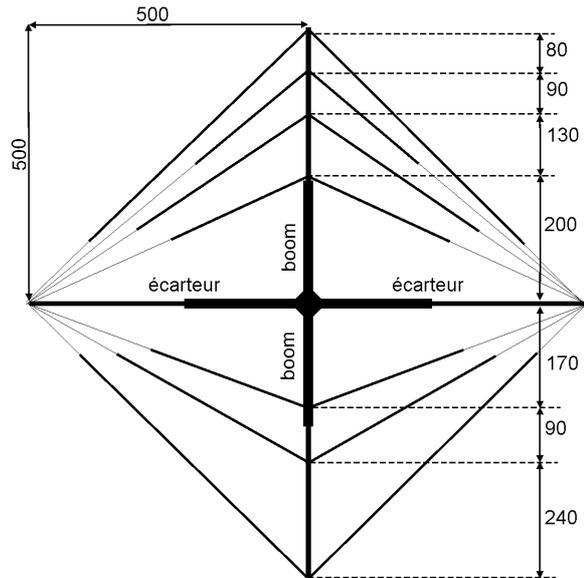
**1.** Comme vous avez maintenant souvent fait au-paravent, faites un noeud à l'extrémité du hauban tirant une partie de l'extrémité par l'oeil que vous avez noué là.

Poussez ce noeud au-dessus de l'extrémité de l'écarteur jusqu'à ce qu'il se repose d'une manière ordonnée contre le serre-câble et tirez fortement.

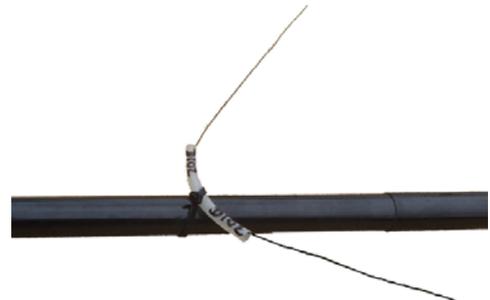
**2.** Déroulez l'élément de fil.

**3.** Montez l'autre extrémité de l'élément de fil à l'écarteur opposé juste comme décrit sous **1.**

**4.** Attachez le point central de l'élément au boom. C.-à-d. attachez la gaine lâche de 10cm avec un ou deux attache-câble fermement. La gaine forme un passe-fils pour assurer l'élément de ne pas se plier trop brusquement au attache-câble:



Maintenant l'élément devrait être étiré sous forme de V ou de triangle. (au moins ils devraient, si les éléments de fil et les haubans étaient faits comme décrit dans la dernière section.) Si les fils ont besoin d'un ajustement lors du premier assemblage, la symétrie devrait être maintenue en s'assurant que les longueurs des fils soient conservées égales des deux côtés.



Les points d'attache d'élément sur la perche sont mesurés à partir du centre:

Bande	Reflecteur	Directeur 1	Directeur 2
20m	500 cm	500 cm	- - -
15m	260 cm	330 cm	- - -
10m	170 cm	200 cm	420 cm

Ces distances ne sont pas aussi critiques que les longueurs des éléments de fil!  $\pm 5$ cm, ou peut-être plus, est acceptable.

Les éléments sont installés de l'extérieur vers l'intérieur, c.-à-d. le réflecteur 20m et directeur d'abord, suivi de 15m etc... Le soin devrait être pris à la tension des éléments de l'intérieur pour éviter de dégager les éléments externes!!

## 5. Fixation des éléments alimentés

### Matériel nécessaires:

Nr.	quantité	description	
7	2	boulons, V2A, M6x20	(M6x20 = diamètre de 6mm longueur d'axe de 20mm)
9	4	M6 écrous, V2A	(V2A = acier inoxydable)
10	4	M6 rondelles, V2A	
11	8	M6 Cosses, galvanisées, dont 2 pièces pliées de 90°	
12	23m	DX-Wire®, 1mm diamètre, ou Copperweld® (fil d'acier 'copperclad')	
13	5m	fil de fibre de carbone monofilament, diamètre de 1mm,	(ou monofil en nylon)
15	20	attache-câbles, noir de polyamide, UV-résistants, 200mm	
16	90cm	tuyau de polyamide, diamètre extérieur 8mm, UV-résistant avec l'épaisseur 1mm	
17	1	paquet de résine époxyde ou semblable	
18	1	Profile en 'U' en plastique, 30x30mm, l'épaisseur de paroi 2.5mm, 350mm	
19	1	panneau en plastique plat, 25x2.5mm, longueur = 500mm	
20	1	câble coaxial de teflon RG142 (ou RG303), longueur = 290mm	
21	16	perles CST9.5/5.1/15-3S4 de ferrite (ou 50 perles Amidon FB-73-2401 de ferrite)	
22	1	douille coaxiale PL SO239	
23	1	vis de M3x10 V2A, avec écrou M3	
24	1	cosse M3	

### 5.1. Les tâches préparatoires

#### 5.1.1. La construction des éléments alimentés

Coupez le tuyau de polyamide en 6 morceaux de 10cm, 6 morceaux de 4cm et 2 morceaux de 2cm. L'élément conducteur se compose d'un dipole multibande, c.-à-d. 3 différents dipôles reliés à leurs points centraux d'alimentation. Ces éléments de dipôle sont coupés selon la table ci-dessous:

Bande	Élément alimenté
20m	2 x 502 cm
15m	2 x 352 cm
10m	2 x 266 cm

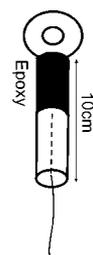
Marquez chaque longueur comme auparavant pour éviter la confusion plus tard. En plus, en coupant ces éléments rappelez-vous les consignes du chapitre 4.1 concernant le degré de précision.

Après la découpe de tous les éléments de fil, enlevez soigneusement approximativement 1 cm de l'isolement d'une fin de chacun des fils et soudez-le à une cosse.

Les 2 cosses pliées de 90° sont pour le élément alimenté 15m.

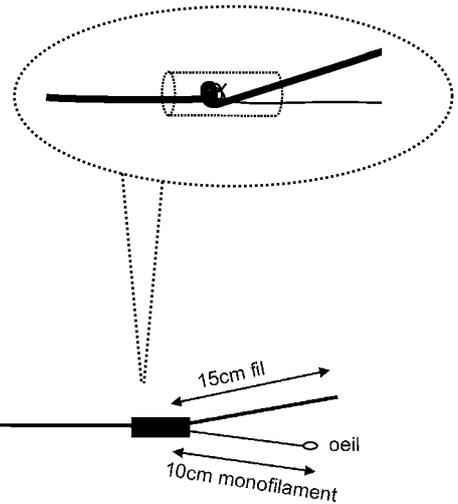
Le meilleur sont des cosses en V2A, mais le soudage a provoqué des problèmes chez la plupart des utilisateurs. Des cosses en cuivre galvanisées sont faciles à souder (avec un fer à souder de 100W) et sont également résistant aux intempéries à cause de leur surface galvanisée.

Glissez sur chaque fil une gaine de 10cm de polyamide jusque`à la cosse laissant seulement le disque rond de l'étiquette évident. Employez maintenant l'époxyde pour sceller la cosse de fil et de soudure dans la douille. Ceci est mieux réalisé en remplissant la gaine d'époxyde avant de glisser finalement la cosse dans la douille. Remplissez seulement la moitié de la douille d'époxyde en laissant le reste du fil flexible, en formant un passe-fil efficace .



Après fixation de toutes les cosses, reliez les haubans aux éléments. En premier lieu, prenez les extrémités libres de l'élément conducteur pour 20m :

15cm avant la fin du fil nouez avec un morceau de fil de monofilament (voir le dessin de détail). Disposez les douilles de polyamide de 4cm au-dessus des noeuds et remplissez-les d'époxyde. Comme vous avez souvent fait au-paravent, nouez un petit oeil (diamètre approximativement 10mm) à l'extrémité du fil, ainsi la distance de l'oeil au joint avec le fil est 10cm :

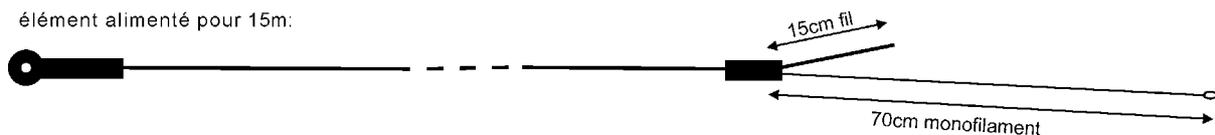


élément alimenté pour 20m:

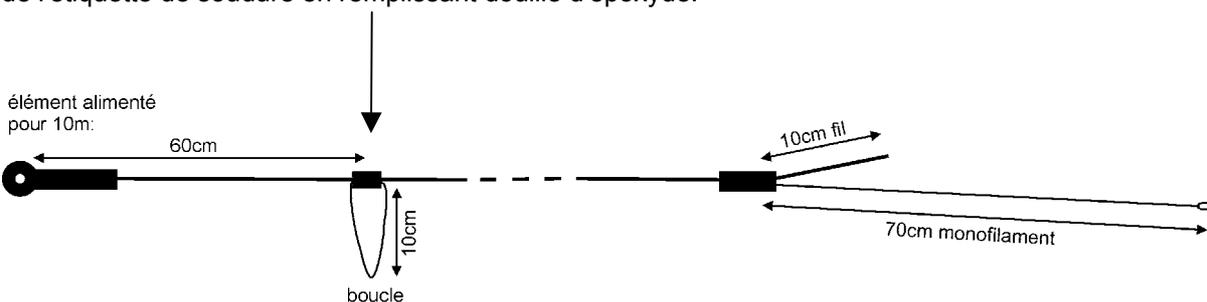


Attachez tout à fait pareillement un morceau de 70cm du fil monofilament aux extrémités de l'élément conducteur pour 15m:

élément alimenté pour 15m:



Avant de relier les haubans aux extrémités de l'élément pour 10m tirez le fil par une gaine de polyamide de 2cm. Tirez un fil monofilament de 30cm par cette douille et nouez les extrémités ensemble, en formant une longue boucle de 10cm. Fixez alors la douille et la boucle à l'élément 60cm de l'étiquette de soudure en remplissant douille d'époxyde:



Attachez maintenant un morceau de 70cm de fil monofilament aux extrémités, d'une manière semblable comme pour le 20 et le 15m.

Les morceaux courts saillants de fil à l'extrémité de chaque élément rendront facile l'ajustement de la fréquence de résonance des éléments conducteurs plus tard, de ce fait optimiser le SWR à chaque bande.

### 5.1.2. Construction du transformateur symétrique (Balun)

L'impédance au point d'alimentation de l'antenne est déjà très près de 50 Ohm. Par conséquent aucune transformation d'impédance n'est nécessaire, mais seulement le câble coaxial a-symétrique doit être assorti à l'antenne symétrique (antenne équilibrée – coaxial non équilibré).

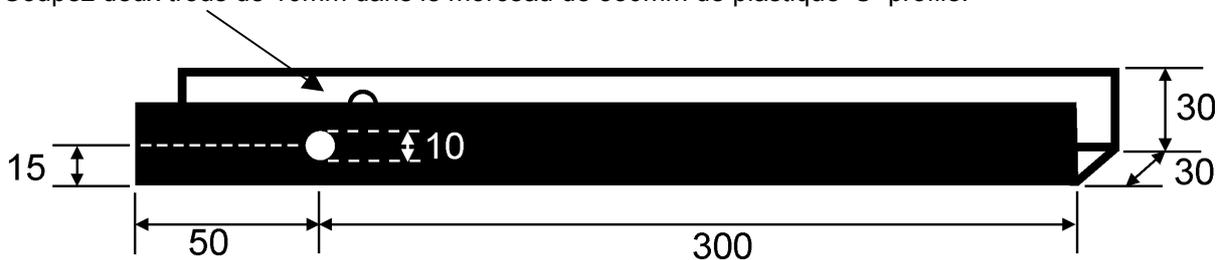
Ainsi, au lieu d'enrouler par un seul ferrite (avec tous les problèmes et pertes qui peuvent surgir alors) il est possible d'employer une bobine coaxiale simple. La version la plus simple d'une bobine coaxiale est construite en faisant quelques tours (5-10) de câble coaxial au point d'alimentation. Quoiqu'il en soit, l'exécution d'une telle bobine dépend fortement de la fréquence de fonctionnement, du câble coaxial utilisé, du diamètre et de la taille de l'enroulement. Un autre problème est, si on emploie un diamètre d'enroulement trop petit, le câble pourra se détériorer avec le temps.

Une solution bien meilleure est la bobine coaxiale développée par W2DU (QST 3/1983): prenez un morceau de câble coaxial mince et glissez un certain nombre de perles de ferrite au-dessus du manteau en plastique externe, ce qui augmente efficacement l'impédance de la douille coaxiale. Ceci empêche le courant de circuler sur la douille (conducteur externe), ayant pour résultat un bon couplage de l'antenne équilibrée avec le câble coaxial non équilibré. Utilisant un morceau de coaxial de teflon rend la bobine coaxiale facilement capable de manipuler la puissance continue de 2KW.

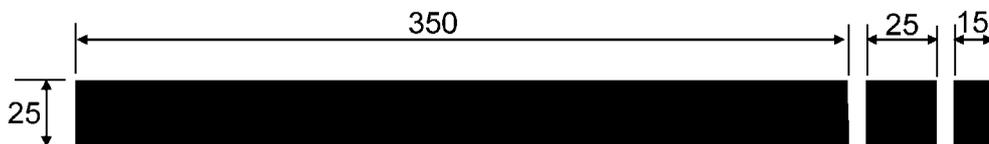
La bobine coaxiale décrite en détail ci-dessous est approprié non seulement à cette antenne, mais à beaucoup d'antennes dans la gamme de fréquence entre 1,8 – 30MHz, comme par exemple pour tout genre de dipôles.

Préparez d'abord le logement pour le transformateur symétrique (balun).

Coupez deux trous de 10mm dans le morceau de 350mm de plastique 'U'-profile:



Coupez le panneau de plastique de 25x2.5mm en une seule pièce de longueur de 350mm, de 4 morceaux de longueur de 25mm, et de deux morceaux de longueur de 15mm:



Utilisez la vis M3x10 et l'écrou pour monter la cosse M3 à un des 4 petits trous dans la douille SO239 coaxiale. Vous souderez plus tard la tresse coaxiale à cette étiquette.

Préparez maintenant le câble coaxial. Adhérez soigneusement aux dimensions indiquées parce qu'autrement le coaxial ne pourrait pas s'adapter dans le logement de transformateur symétrique.

Enlevez 20mm de la veste en plastique externe sur une extrémité du coaxial. Séparez soigneusement le conducteur intérieur et la douille. Tordez la tresse coaxiale ainsi qu'elle forme un grand conducteur échoué. Enlevez soigneusement 10mm de l'isolation du conducteur intérieur. Soudez alors les étiquettes aux conducteurs intérieurs et externes.

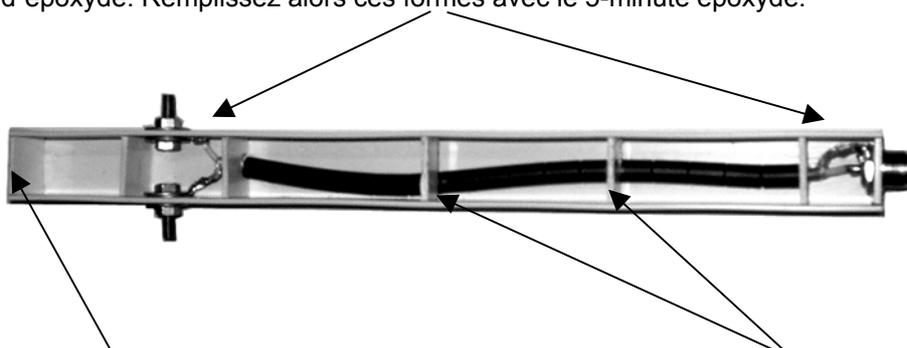
Enlevez 20mm de la veste en plastique externe sur l'autre extrémité du coaxial. Glissez l'excédent de 16 perles de ferrite le coaxial, puis séparez le conducteur intérieur et la douille. Tordez la tresse coaxiale ainsi qu'elle forme un grand conducteur échoué. Enlevez soigneusement 10mm de l'isolation du conducteur intérieur. Soudez alors cette extrémité du coaxial à la douille coaxiale de PL:



Maintenant vous pouvez introduire la bobine coaxiale dans son logement.

Utilisez une vis M6x20, 2 rondelles et un écrou M6 pour monter chaque étiquette de soudure au profil en 'U'. Serrez ces vis très fermement. Elles deviendront plus tard le point d'alimentation pour les éléments conducteurs. (les vis sont un peu difficile à s'insérer, donc nous avons foré 10mm au lieu des trous de diamètre juste de 6.5mm, pour fournir un peu de place supplémentaire.)

Il n'est pas nécessaire de remplir complètement transformateur symétrique d'époxyde, seulement la douille et la prise coaxial doit être 100% résistant à l'eau. Ainsi prenez 3 des morceaux de 25x25mm du panneau en plastique plat et faites une coupe pour le câble coaxial sur 2 d'entre eux. Employez ces morceaux pour faire des formes autour du point d'alimentation et la douille coaxiale qui peuvent être remplis d'époxyde. Remplissez alors ces formes avec le 5-minute époxyde:



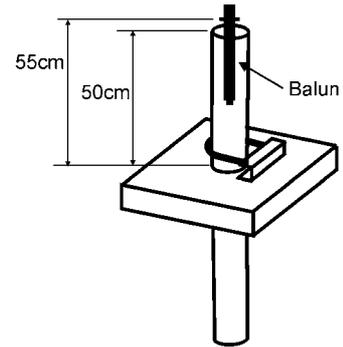
Collez encore le morceau de 25x25mm à l'extrémité gauche. Les deux morceaux de 15x25mm peuvent être employés pour raidir le logement. Le panneau de plastique de 350x25mm sert de couvercle de la boîte. Employez encore plus d'époxyde pour le coller au-dessus du transformateur symétrique. Ce raccordement n'a pas besoin d'être résistant à l'eau, il est même une bonne idée de laisser un petit espace où l'eau de condensation peut s'échapper.

Maintenant le transformateur symétrique (bobine coaxiale) est terminé. Veuillez laisser sécher l'époxyde pour un jour (en raison de la grande quantité).

## 5.2. L'Assemblage

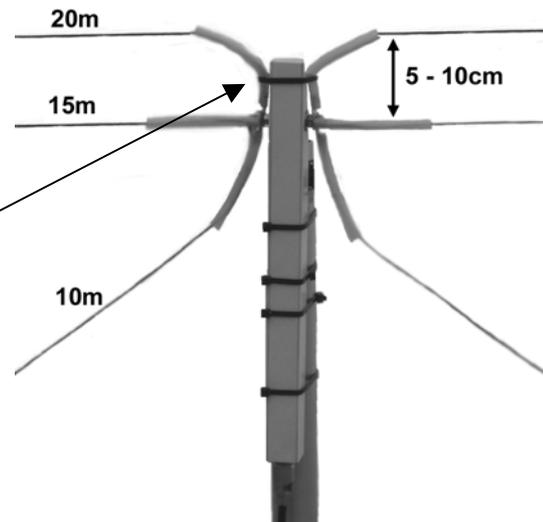
L'attachement des éléments alimentés est très facile. Nous avons uniquement besoin de quelques attache-câble.

Dans le chapitre 3.3. vous avez monté le mât vertical d'antenne en laissant dépasser 50cm au dessus de la croix. Attachez le transformateur symétrique (balun) au mât d'antenne avec quelques attache-câble ou bandes collantes, ainsi le point d'alimentation est situé approx. 55cm au-dessus de la plaque centrale:

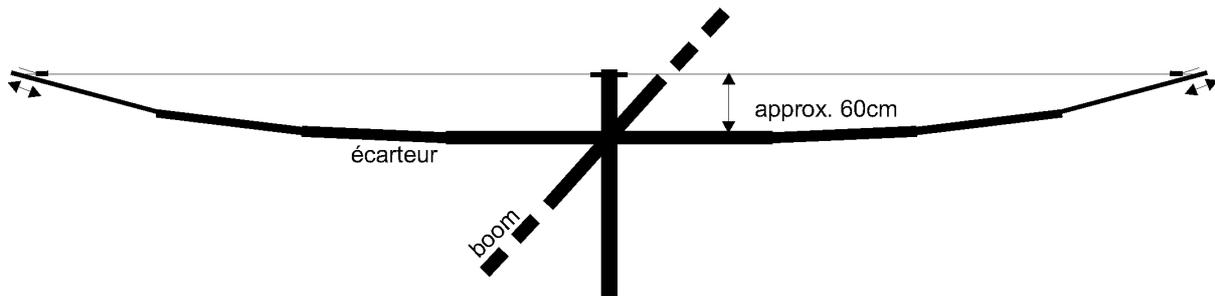


D'abord attachez les cosses du dipole de 20m au point d'alimentation et attachez-les avec les écrous M6.

Alignez la gaine de polyamide ainsi il se dirige vers le haut et qu'elle emploie le attache-câble pour l'attacher au transformateur symétrique (au moins 5cm au-dessus des vis):

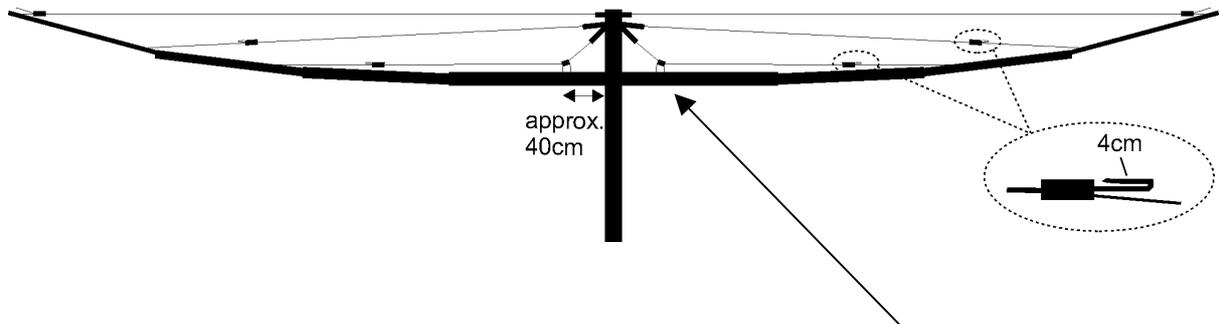


Étirez maintenant le dipole de 20m à travers les tubes de l'écarteur. Insérez l'attache-câble par l'oeil à l'extrémité du hauban et l'attachez à l'extrémité de l'écarteur. En déplaçant ce attache-câble le dipole peut être ajusté jusqu'à ce qu'il soit étiré entièrement horizontale. Ceci aura comme conséquence que l'extrémité du poteau de écarteur fléchi vers le haut de 50-60cm:



Installez de la même manière d'abord le dipole de 15m, puis le dipole de 10m.

Comme on le voit sur le croquis les différents dipôles de l'élément alimenté doivent être montés avec un écart défini. Les interférences mutuelles se réduisent avec l'augmentation de l'écart comme c'est le cas pour tout dipole multibande. Entre le dipole supérieur (20M) et el dipole inférieur (10M) l'écart devrait être de 50cm. Le dipole pour 20M et le dipole pour 15M doivent être distants de 5-10cm au point d'alimentation, comme indiqué sur le croquis. Sinon il y a décalage de la fréquence de résonance sur 15M vers le haut (22MHz). Il est également important qu'il y ait un certain écart entre le dipole de 10M et les tiges en fibre de verre. Sinon le SWR est fortement modifié en cas de pluie à cause de l'humidité sur les tiges de fibre de verre:



En préparant l'élément alimenté pour 10m, nous avons monté une boucle additionnelle de fil à approximativement 50cm de la cosse. Cette "boucle" sert également pour augmenter l'écart entre le dipole pour 10M et 15M au point d'alimentation. Insérez une attache-câble par cette boucle et l'attachez au tube d'écarteur à approximativement 40cm du mât. Reproduisez le plus fidèlement possible ce montage décrit ci-dessus car une modification de sa géométrie, non loin du point d'alimentation, peut avoir une forte influence sur le SWR 10m. Employez alors une attache-câble pour attacher l'oeil à l'extrémité du fil à l'écarteur et pour étirer le dipole, juste comme vous l'avez fait avec 20 et 15m.

Le fil excessif aux fins du 15m et du 10m-dipoles devrait être plié en arrière approximativement 4cm, comme présenté dans le détail en haut.

### **Félicitations!**

L'assemblage est – complet; le spider beam est prêt à aller sur les ondes!

Reliez rapidement un câble coaxial et montez vers le haut. Un conseil concernant la protection du raccordement coaxial contre l'humidité et la pluie: Coupez un morceau de 20 centimètres d'un boyau de pneu de bicyclette et en tirez une partie au-dessus de l'extrémité inférieure du transformateur symétrique (balun). Alors reliez le coaxial et laissez le reste accroché au-dessus du câble coaxial. Au besoin, fixez-l'avec un serre-câble – Voilà! Cela protège mieux contre la pluie que n'importe quelle bande collante et est beaucoup plus facile à enlever.

## 6. Réglage du SWR

Comme relevé précédemment il pourrait être nécessaire de placer les dipôles alimentés à la résonance au centre de chaque bande: pour faire cela vous reliez un pont de SWR entre votre émetteur récepteur et l'antenne et trouvez la fréquence avec l'SWR le plus bas pour chaque bande. C'est la fréquence de résonance et vous voulez qu'elle soit au centre de votre bande opérante.

Quoi qu'il en soit, en utilisant les longueurs de dipôle indiquées, la résonance DEVRAIT être au centre de chaque bande.

Si cela n'est pas le cas, dévoilez les morceaux courts de fil excessif à l'extrémité de chaque élément conducteur: si la résonance est trop basse vous devez retourner du fil supplémentaire, de ce fait raccourcissant l'élément. Si elle est trop haute, vous devez rallonger l'élément.

En raison de l'accouplement mutuel l'élément conducteur du 20m devrait être ajusté d'abord, suivi du 15m et puis du 10m.

Pour vérifier l'alignement de SWR, il est suffisant de soulever le beam de 5m. Quand finalement vous érigez l'antenne à la pleine taille, la fréquence de résonance changera légèrement encore mais ceci n'affectera pas l'exécution de manière significative, particulièrement pour l'usage à court terme. Un SWR de 2:1 est certainement assez bon de toute façon! L'alignement de SWR de l'antenne est normalement une opération rapide et il devrait être suffisant d'ériger l'antenne seulement une fois ou deux fois pour accomplir la tâche.

Thats it.

Et maintenant, ayez l'amusement sur l'air!



Where do we go next?

Spider beam sur mât télescopique en aluminium

### **Davantage d'expérimentations sont vivement recommandées:**

Un avantage de ce modèle de construction est qu'il n'est pas limité à une antenne tribande décrite ici. Une fois que la structure porteuse a été établie, d'autres conceptions d'antenne filaire peuvent être essayées facilement et à bon marché. Hormis les éléments de fil tout reste le même. Selon le but désiré du moment vous pouvez toujours optimiser l'antenne pour convenir à vos besoins. Par exemple, que diriez-vous de certains projets: une 6 éléments pour 6m, 5 éléments pour 10m dans concours de 10m prochain, un WARC-Beam, 2 éléments pour 40m...? Il y a également différents concepts concernant le recourbement des éléments. Par exemple, sur la même croix de support, un faisceau de Moxon, un X-Faisceau ou une HB9CV coudé peuvent être construites. Tout dont vous avez besoin est un logiciel de simulation d'antenne et quelques idées!

## 7. Annexe

## 7.1. Longueur des éléments pour une activité uniquement pour CW ou SSB

Les longueurs indiquées dans le chapitre 4.1.1 sont prévues pour une activité sur la bande entière (CW et SSB).

Pour une activité mono-mode, il est naturellement très facile d'optimiser un set d'éléments de fil seulement pour CW ou SSB.

Ainsi on aura un meilleur rapport avant/arrière pour CW ou SSB.

Le gain et le SWR de l'antenne varient moins et restent utilisable pour la bande entière.

Les longueurs suivantes sont optimisées pour une activité **uniquement en CW**:

Bande	Reflecteur	Directeur 1	Directeur 2
<b>20m</b>	1056 cm	984 cm	---
<b>15m</b>	703 cm	650 cm	---
<b>10m</b>	530 cm	492 cm	492 cm

Si l'on compare avec le tableau du chapitre 4.1.1 on remarque que l'élément pour 20M a été **allongé** de 5cm, celui pour 15M et 10M de 3cm. Les éléments de fil pour l'haubannage devront ainsi aussi être optimisées. La distance entre les éléments (croquis page 15) reste inchangée.

Les longueurs suivantes sont optimisées pour une activité **uniquement en SSB**:

Bande	Reflecteur	Directeur 1	Directeur 2
<b>20m</b>	1043 cm	971 cm	---
<b>15m</b>	696 cm	643 cm	---
<b>10m</b>	523 cm	483 cm	483 cm

Si l'on compare avec le tableau du chapitre 4.1.1 remarque que l'élément pour 20M a été **raccourcis** de 8cm, celui pour 15M de 4cm et celui pour 10M de 4cm resp. de 6cm. Les éléments de fil pour l'haubannage devront ainsi aussi être optimisées. La distance entre les éléments (croquis page 15) reste inchangée.

Dans les 2 tableaux sont déjà inclus les 4cm de fil pour les noeuds pour le haubannage comme déjà décrit dans le chapitre 4.1.1. Ce qui veut dire qu'après le montage la longueur effective du réflecteur pour 20M pour CW aura 1052cm ou 1039cm pour SSB.