

L'utilité des baluns et de la symétrie des antennes.

De grâce, pour commencer il faut prononcer « Baloun » ou plus exactement "Balen" et non « Balin » comme on peut l'entendre régulièrement sur l'air au hasard de l'un ou l'autre relais.

Balun est la contraction des mots anglais « Balanced to Unbalanced » c'est-à-dire si on traduit ce terme, « symétrique vers asymétrique ».

« Balin » est une pâle et tout à fait incorrecte francisation d'un terme Anglais transformé très maladroitement.

Bon finalement on paraît peut-être plus malin quand on fait des "Balins" après qui sait...

L'attaque des antennes en symétrique est un vaste sujet, et il n'est pas sûr qu'il y ait une réponse qui englobe tous les cas particuliers.

Article de F5AD

Quel est l'objectif ?

En fait c'est d'envoyer le même courant dans les deux bras du dipôle et de ne pas avoir de courant sur la gaine du coax (ni ailleurs).

Pourquoi ?

Parce que si on a le même courant dans les deux bras, cela permet d'obtenir un lobe de rayonnement symétrique ce qui est souhaitable pour les antennes directives. En plus, ne pas avoir de courant sur la gaine évite d'avoir des rayonnements dans des directions farfelues, ce qui se traduit aussi par des distorsions du lobe et par des risques accrus de TVI si le câble passe près de l'antenne télé ou d'un téléviseur ou encore tout autre élément susceptible d'être perturbé. Le « balun » ou la boucle de câble au point d'attaque (chocke balun) sont des solutions fréquentes contre les courants de gaine, mais elles ne l'éliminent pas obligatoirement, il faut en plus que le câble s'éloigne de manière parfaitement symétrique, sinon un des bras du doublet va induire un courant plus fort que l'autre, les deux champs ne se compenseront pas et il y aura quand même courant de gaine donc distorsion du lobe et risque de TVI !! Boucle ou pas boucle, balun ou pas balun ? C'est le piège!

N'oublions pas enfin que le boom, le mât support, les haubans, la ligne EDF, la ligne téléphonique sont aussi l'objet de courants induits.

Pour les deux premiers, mât support et haubans, ils sont en général dans un plan de symétrie des éléments actifs. Heureusement car il serait délicat de mettre un « balun » sur le mât support ou de le bobiner en « choke balun ». C'est peut-être à la suite de ces constatations que de grands constructeurs ne prévoient pas tous des symétriseurs sur leurs antennes.

Maintenant, avec une boucle coaxiale, « choke balun » l'attaque est-elle devenue symétrique ? C'est uniquement une question de vocabulaire. Quelle qu'en soit la manière, si on applique une tension au centre du doublet et si le courant de gaine est nul, le courant dans les deux bras ne peut être qu'identique. Donc tout se passe comme s'il avait été alimenté par une source symétrique. Nous supposons que le reste de l'installation est symétrique lui aussi et n'est pas l'objet de courants induits qui ne s'annuleraient pas. En outre, les « balun's » ne sont pas exempts de défauts: Introduction de pertes ou de ROS par exemple ce qui fait qu'il y a des pour et des contre. Pour les antennes pro, la tendance serait de faire confiance au constructeur. Pour les réalisations personnelles, à chacun de voir selon son approche de la question, mais la question peut être importante pour les verticales.

Dans le cas des « slopers », le mât support est l'objet de courants induits et participe au lobe de rayonnement.

Pour les haubans il y a des solutions, pour les autres éléments conducteurs à proximité c'est un peu moins évident.

Essais de balun.

Quand on pose la question "faut-il mettre un balun?", la réponse n'est parfois pas très tranchée, et on arrive souvent au compromis: "si ça ne fait pas du bien, au moins ça ne fera pas de mal"

Peut-être, mais est-on bien certain que cela ne fera pas de mal ?

Principe des mesures:

Sans charge sur le « balun », on vérifie la perte qu'il introduit grâce à un analyseur MFJ259B. Si le « balun » était parfait on devrait obtenir un ROS infini. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'il absorbe quelque part un peu d'énergie

qu'il transforme a priori en chaleur. Le ROS observé permet de calculer la perte correspondante.

Le balun est ensuite chargé par une résistance pure :

50 Ohms pour un balun 1/1

200 Ohms pour un balun 4/1, etc.

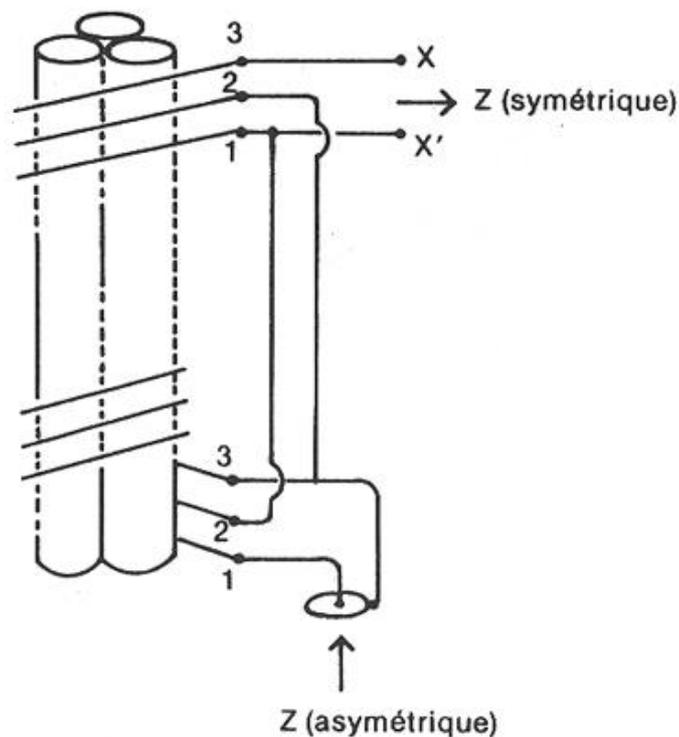
Si le balun était parfait, on devrait obtenir un ROS de 1, si ce n'est pas le cas, c'est que le balun ne produit pas le rapport de transformation annoncé ou qu'il introduit des éléments réactifs, selfiques ou capacitifs selon la fréquence.

Dans ce cas, s'il n'est pas parfait sur charge parfaite, on peut s'inquiéter de son comportement sur charge réactive, ou désadaptée.

Balun 1/1 bobiné sur ferrite.

Le balun est constitué par trois fils bobinés simultanément sur un ou plusieurs barreaux de ferrite et réunis comme indiqué sur la figure.

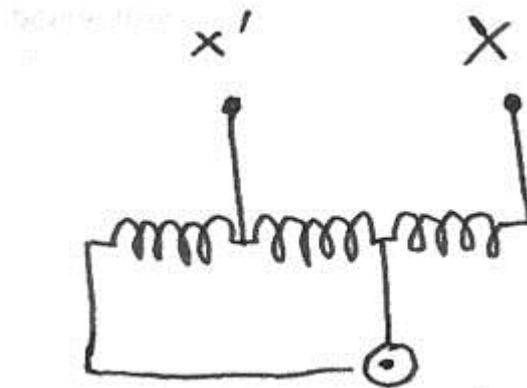
Le problème c'est que le type de ferrite, généralement récupéré sur un vieux récepteur PO-GO, est totalement inconnu, et qu'il est impossible de retrouver la même si on veut reproduire le balun.



Si on veut tenter ce type de montage, il faut construire avec le bâtonnet de ferrite dont on dispose, et vérifier que ça marche avant d'installer.

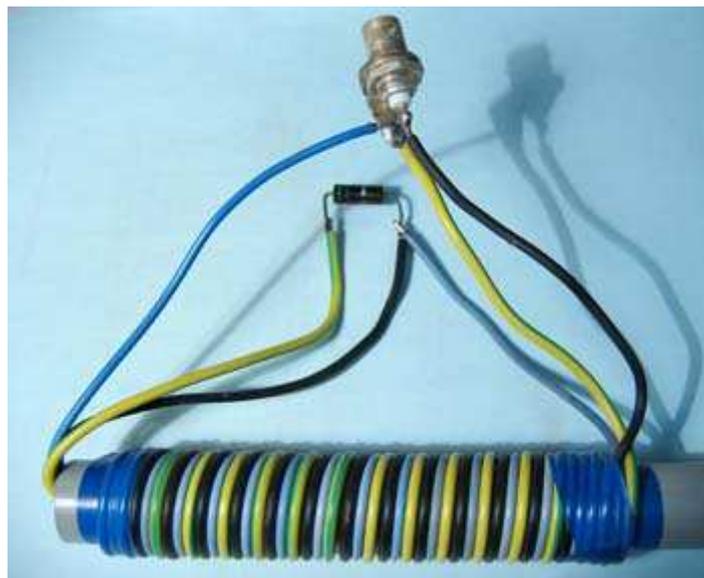
Trois essais ont été faits, ici aussi avec 15 spires 8 spires et 5 spires.

Dessiné d'une autre manière, on voit mieux l'auto-transformateur de rapport 1 et la masse du câble coaxial au centre du secondaire mais on est moins



convaincu de la symétrie du système.

Pour les mesures ci-dessous, le balun a été bobiné sur un diamètre de 20mm (tube PVC gris électricien) en fil VOB 1,5² (son isolant a été conservé) et un bâtonnet de ferrite a été placé au centre du tube support.



Balun 1/1 sur ferrite, 11 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0.1	0.4	...
ROS en charge	1.2	1.3	1.6	2	2.4	3.5	4.4	...

Avec plus de spires on n'améliore pas les performances sur les bandes basses et on les dégrade sur les bandes hautes.

Balun 1/1 sur ferrite, 9 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0.1	0.3	...
ROS en charge	1.3	1.3	1.6	1.8	2.3	3.2	4.3	...

Balun 1/1 sur ferrite, 7 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0.1	0.2	0,5
ROS en charge	1.4	1.3	1.5	1.7	2	2.7	3.4	5

Balun 1/1 sur ferrite, 6 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0.1	0.1	0,3
ROS en charge	1.5	1.3	1.4	1.6	1.9	2.5	3.1	4.7

Balun 1/1 sur ferrite, 5 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6

Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,3
ROS en charge	1.7	1.4	1.5	1.6	1.8	2.3	3	4.8
Balun 1/1 sur ferrite, 4 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,3
ROS en charge	2.1	1.6	1.5	1.6	1.8	2.2	2.8	4.5

Impossible d'obtenir quelque chose de correct sur les bandes hautes, certainement dû à la qualité de la ferrite utilisée.

La ferrite semble apporter peu de pertes, elle devrait donc supporter de la puissance, mais combien ? Il faut faire l'essai et voir si elle chauffe, ou explose ! Hé non ce n'est pas sans danger.

Balun bobiné sur air.

On voit parfois des descriptions de balun bobiné sur air, c'est a priori intéressant car il n'y a plus de ferrite à chercher avec le doute sur ses possibilités en fréquence et en puissance.

Les essais ont été faits avec le balun précédent, sans le bâtonnet ferrite.

Balun 1/1 sur air, 16 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0.2	0.7	...
ROS en charge	2.9	2.2	2.3	2.6	3.3	4.5	5.3	...
Balun 1/1 sur air, 15 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6

Pertes à vide (dB)	0,2	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	...
ROS en charge	3.1	2.2	2.2	2.5	3.1	4.2	5	...
Balun 1/1 sur air, 13 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,4	...
ROS en charge	3.5	2.3	2.2	2.4	2.9	3.9	4.6	...
Balun 1/1 sur air, 11 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,2	0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,3	...
ROS en charge	4.3	2.5	2.2	2.4	2.8	3.7	4.6	...
Balun 1/1 sur air, 9 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	...
ROS en charge	5.5	2.9	2.4	2.4	2.7	3.5	4.6	...
Balun 1/1 sur air, 7 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
ROS en charge	7.3	3.5	2.5	2.4	2.5	3	3.7	5.1

Balun 1/1 sur air, 6 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	...	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1
ROS en charge	...	4.2	2.7	2.5	2.5	2.9	3.4	4.8

Balun 1/1 sur air, 5 spires, diamètre 20mm								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	...	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
ROS en charge	...	5.4	3.2	2.7	2.6	2.9	3.5	5.1

Pas moyen d'obtenir des résultats corrects, l'effet positif de la ferrite sur les bandes basses a disparu.

Des essais ont été faits sur un diamètre de 60mm, mêmes conclusions, résultats médiocres. L'insertion d'un bâtonnet de ferrite dans le balun de 6cm de diamètre est quasi sans effet, il en faut un grand nombre pour remplir le tube, et le résultat n'est pas probant.

Balun bobiné sur tore Amidon T200-2.

Toujours le même principe de balun, mais bobiné dans un tore



Balun 1/1 T200-2 9spires								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0.1	0.1	0,6
ROS en charge	2.1	1.7	1.8	2.1	2.6	3.7	4.8	5.1
Balun 1/1 T200-2 4,5spires								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0.1	<0.1	0,2
ROS en charge	5.6	2.8	2.1	2.1	2.2	2.7	3.5	5.7

Comme on peut le voir, en jouant sur le nombre de spires on peut le centrer bandes hautes ou bandes basses, mais c'est médiocre et impossible quand même d'aller sur 28 MHz.

Ce qui est étonnant pour un tore qui, théoriquement, est prévu pour fonctionner de 2 à 30 MHz, quoi que certaines documentations le limitent à 10 MHz.

Dimensions des tores Amidon (mm)			
	Diamètre extérieur	Diamètre intérieur	Epaisseur
T12-x	3,18	1,57	1,27
T20-x	5,08	2,24	1,78
T25-x	6,35	3,2	1,9
T37-x	9,35	5,21	3,25
T50-x	12,7	7,7	4,83
T68-x	17,5	9,4	4,83
T80-x	20,6	12,7	6,35
T200-x	50,8	31,8	14

Fréquences de fonctionnement (MHz)	

Txx-0	Marron	100-300
Txx-1	Bleu	0,5-5
Txx-2	Rouge	2-30
Txx-3	Gris	0'05-0,5
Txx-6	Jaune	10-50
Txx-7	Blanc	3-35
Txx-10	Noir	30-100
Txx-12	Vert et blanc	50-200
Txx-15	Rouge et blanc	0,1-2
Txx-17	Bleu et Jaune	20-200

Conclusion.

Dans pratiquement tous les cas, on constate une impossibilité de monter sur 28 MHz, certainement due aux capacités parasites du montage et aux fuites et résonances qu'elles entraînent. Alors attention avant d'installer un balun, bien le tester au préalable!

Micro balun.

Pour limiter les capacités parasites, il faut faire petit, ici, quatre spires sur une chute de bâtonnet de ferrite, et du fil de câblage!



Microbalun 4 spires								
Bande	160	80	40	30	20	15	17	10
ROS	1,7	1	1	1	1	1,1	1,3	1,6

Filtre de gaine (ou choke balun).

La solution des boucles de câble coaxial au niveau de l'antenne, qui bloquent le mode commun sur la ligne, peut aussi être retenue dans le cas 1/1. Elles bloquent le courant de gaine sur le câble et on a le même effet qu'avec un balun, sans les risques du ROS ou des pertes dans la ferrite.

On admet que l'impédance de la bobine ainsi formée doit être de l'ordre de 500 Ohms à la fréquence la plus basse à utiliser. Avec 10 spires sur un diamètre de 20 cm, cette condition est quasiment remplie de 3,5 à 29,7 MHz. (Câble 10-11 mm)



Pour les bandes hautes on peut opter pour 4 spires sur un diamètre de 20 cm ou 5 spires sur un diamètre de 15 cm ou bien encore 8 spires sur un diamètre de 10 cm.

Ci-dessus en photo le balun de G4APL et ici le nombre de spires pour les différentes bandes.

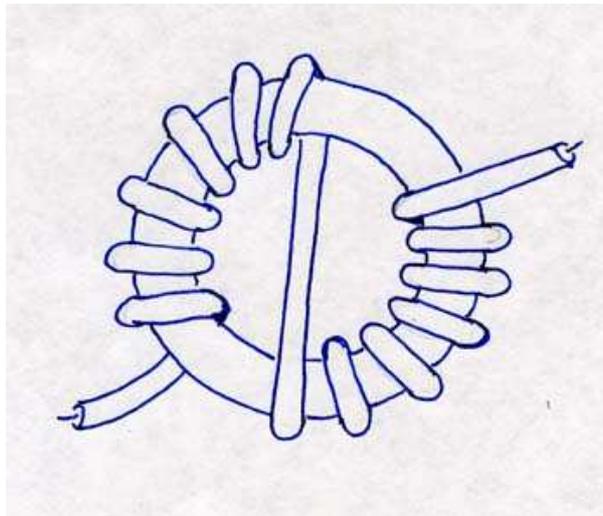
Avec ces baluns il faut faire attention à la capacité parasite entre spires qui leur confère une fréquence de résonance facile à voir au grid dip, au-delà de laquelle ils deviennent capacitifs et perdent leur effet de bouchon selfique. Par exemple 4 spires de câble 10-11 mm sur un diamètre de 20 cm résonnent vers 24 MHz, ce qui limiterait à une utilisation de 14 à 24 MHz. Il en faudrait théoriquement un autre en série pour le 28 MHz pour une utilisation bandes hautes.

Si le câble est assez souple et de petit diamètre, on peut même le bobiner sur une ferrite de récupération.



ou à l'intérieur d'un gros tore comme indiqué à droite. On en met le plus possible en deux fois, comme indiqué afin de limiter la capacité parasite entre entrée et sortie

Le but est d'obtenir une self produisant une impédance d'au moins 500 Ohms à la fréquence de travail, ce qui empêchera l'établissement d'un ventre de courant sur la gaine au niveau de l'antenne.



Ce choke balun à 2x5 spires réalisé avec une rallonge BNC et un tore T200-2 présente une self induction de 2,5 micro henrys ce qui fait seulement 440 Ohms sur 28 MHz. Attention à bien choisir le tore quand il s'agit de fonctionner sur des fréquences basses.



Par contre, atténuation non mesurable et ROS de 1.

En bobinage sur air, sur un diamètre de 45mm, huit spires produisent environ 3 micro henrys soit 530 Ohms sur 28 MHz.

Baluns du commerce.

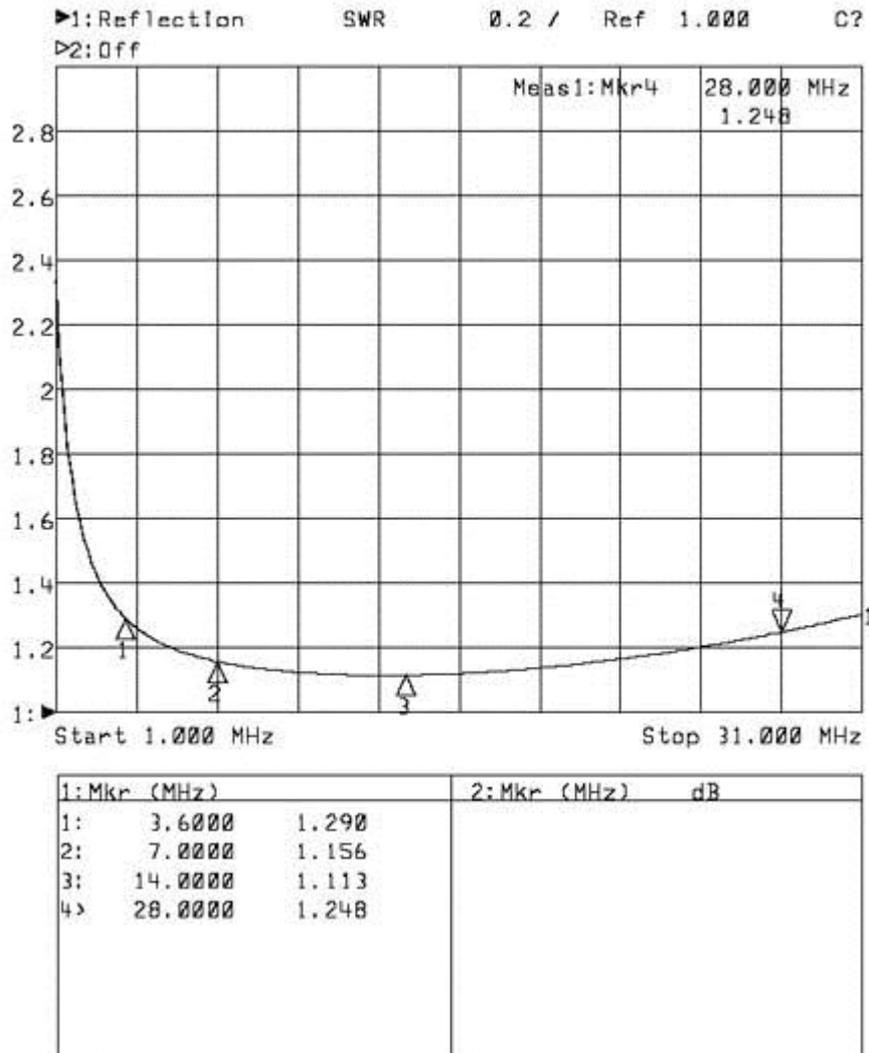
BN86 HighGain 1/1

Modèle trois fils, âme et tresse réunis en continu.



Balun BN86 HighGain 1/1 trois fils								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
ROS en charge	1.6	1.25	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3	1.5

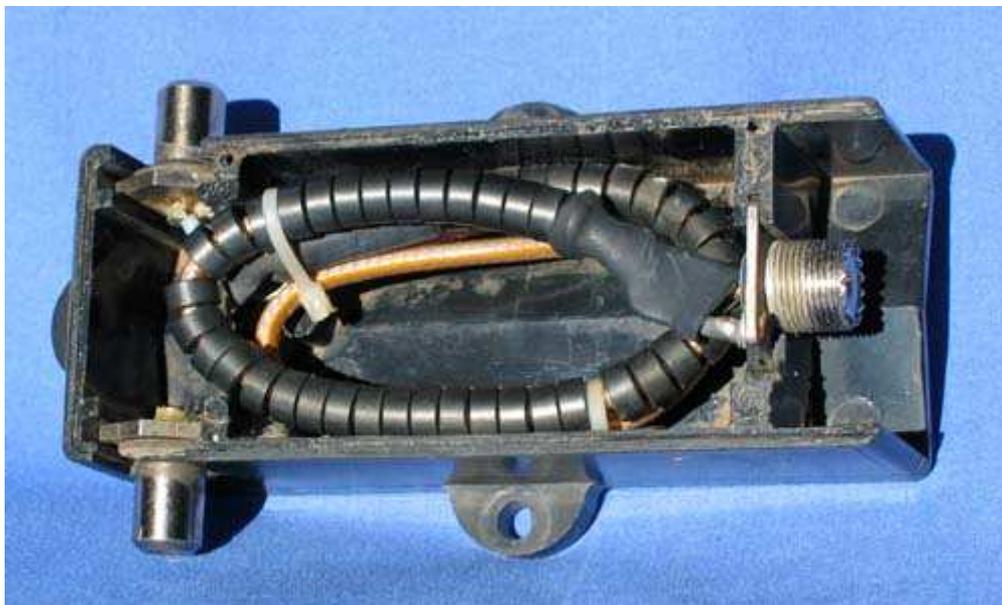
Ci-dessous le résultat de mesures effectuées à l'analyseur de réseau, la précision est meilleure et confirme les mesures du MFJ259B.



- Attention aux boîtiers avec trou d'aération par lequel des insectes pourraient s'infiltrer !



Modèle avec la même référence. Même aspect extérieur mais âme et tresse non réunis en continu. Il s'agit d'un choke balun sur bagues en ferrite plus un condensateur d'une trentaine de picofards réalisé avec un bout de câble coaxial.



.Balun BN86 HighGain 1/1 choke balun								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	50
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
ROS en charge	1	1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6

Create CB-2F 1/1

Annoncé pour 3-30 MHz

50-75 Ohms

1 kW



.Balun Create CB-2F 1/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
ROS en charge	1.8	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7

JA400 1/1

Annoncé pour 1 kW PEP



Balun JA400 1/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
ROS en charge	1.2	1.2	1.4	1.6	1.85	2.5	3.1	4.2

LDG 1/1

Annoncé pour 200W



Balun LDG 1/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,4
ROS en charge	1	1.1	1.25	1.4	1.6	1.9	2.2	2.2

BL50 1/1



Balun BL50 1/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	50
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,3
ROS en charge	1.6	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	2.8

Sagant BL-7X 4/1

Annoncé pour 500W



Balun Sagant BL-7X 4/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2
ROS en charge	3.3	1.8	1.3	1.1	1	1	1.1	1.4

A signaler que ce balun est livré avec sa courbe de ROS, ce qui est assez sérieux pour être signalé.

La courbe livrée correspond exactement aux mesures faites ici.

LDG 4/1

Annoncé pour 200W



Balun LDG 4/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7
ROS en charge	1.5	1.2	1.1	1	1	1	1.1	1.5

JA200 6/1



.Balun JA200 6/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4
ROS en charge	1.3	1.1	1	1	1	1.1	1.3	2.

ZX YAGI 10/1

C'est un transformateur d'impédances, certainement pas un balun comme l'annoncent certains sites et certaines revue amateurs dithyrambiques

Peut être mis à la base d'un long fil ramenant une impédance élevée. Une mise à la terre est conseillée, ou à un radian quart d'onde, réunis à la masse de la fiche PL pas au blindage du transfo.

Annoncé pour 150W

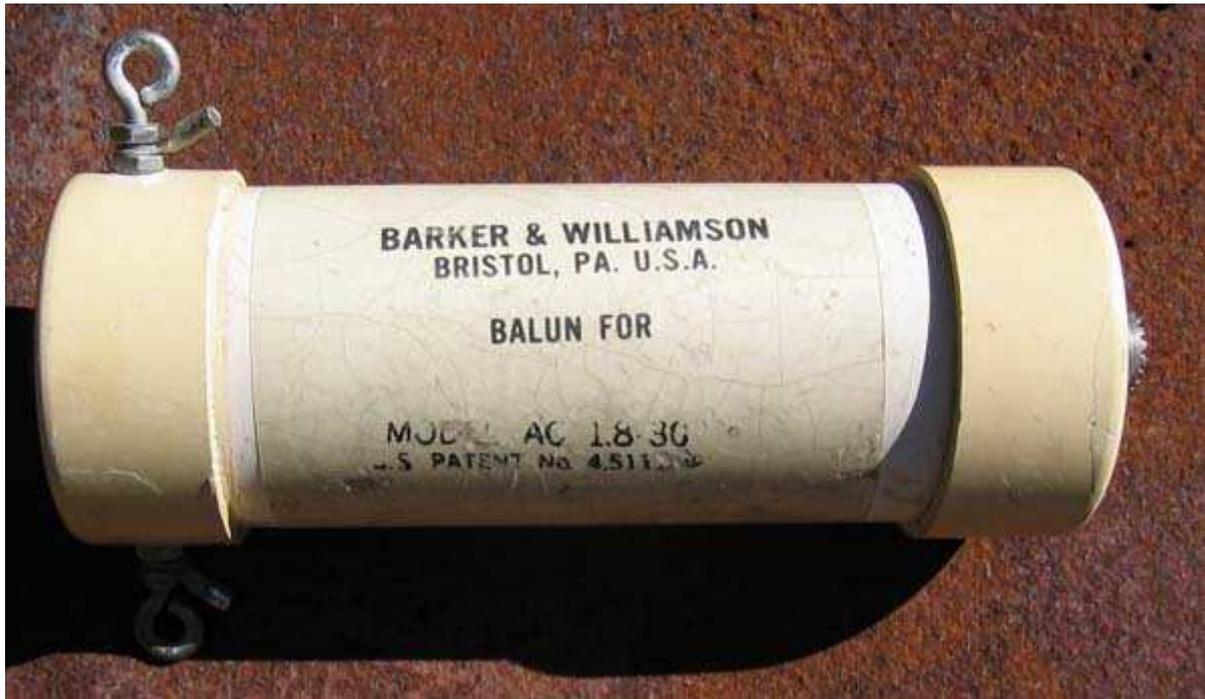


Pour rappel la terre au point de vue HF n'est pas la terre du bâtiment, elle sera idéalement raccordée au moyen d'un plat de cuivre et sera isolée de la terre électrique.

.Transformateur ZX YAGI 10/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
ROS en charge	1	1	1	1	1	1.1	1.2	2.3

Barker et Williamson 12/1

Annoncé pour 1 kW PEP



Balun Barker et Williamson 12/1								
Bande	160	80	40	30	20	15	10	6
Pertes à vide (dB)	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4
ROS en charge	2.2	1.5	1.3	1.2	1.2	1.2	2	8

Remarque

Que ce soit avec des baluns classiques ou avec des choke balun, on interdit bien à la gaine de résonner avec un ventre de courant en haut, mais on ne lui interdit pas de résonner avec un ventre de tension ! En fait, si on voulait vraiment l'empêcher de résonner, il faudrait en plus installer un choke balun tous les $\lambda/4$ le long de la ligne, ce qui ne se fait jamais.

De toute façon, la plupart du temps cette ligne descend collée à un mât ou à un pylône métallique, et c'est lui qui va se mettre en résonance suivant sa longueur et dans ce cas, pas question de lui mettre un choke balun... On peut se rattraper sur les haubans.

Doit-on utiliser un balun sur une Verticale ?

En général, la réponse à cette question est:

"Comme l'antenne est asymétrique, on peut l'attaquer avec une ligne asymétrique, donc avec un simple câble coaxial, sans balun".

Mais est-ce bien sûr ?

Comme son nom le laisse deviner, un balun sert à équilibrer les courants dans les deux bras d'une antenne. Ce qui est bien en soi mais le véritable intérêt se trouve dans la conséquence. A savoir qu'une partie de ces courants ne circule pas sur la gaine du câble coaxial.

Et c'est valable aussi sur les verticales ? Par exemple sur une Ground Plane. Si on envoie un courant i dans le fouet vertical, il faut que parte aussi un courant i dans le plan de sol et plus précisément $i/4$ dans chaque radian s'il y en a quatre.

Or avec une GPA il n'y a pas quatre radian mais cinq ! Le cinquième ? C'est la gaine du câble coaxial.

Il faut éliminer ce cinquième radian et faire attention qu'il n'y en ait pas un sixième avec le mât ou le pylône supportant la verticale.

Donc, pour avoir une vraie verticale, une GPA par exemple, il faut a priori:

- Réunir l'âme du câble coaxial à la base du fouet vertical.
- Réunir la gaine du câble coaxial aux radians.
- Installer un choke balun sur le câble au niveau de l'antenne.
- Ne pas réunir les radians ni la gaine au mât support.

Et cela peut ne pas suffire, car le mât vertical même non réuni aux radians, peut très bien résonner sur la fréquence de travail et se retrouver parcouru par des courants importants, pareil pour les haubans.

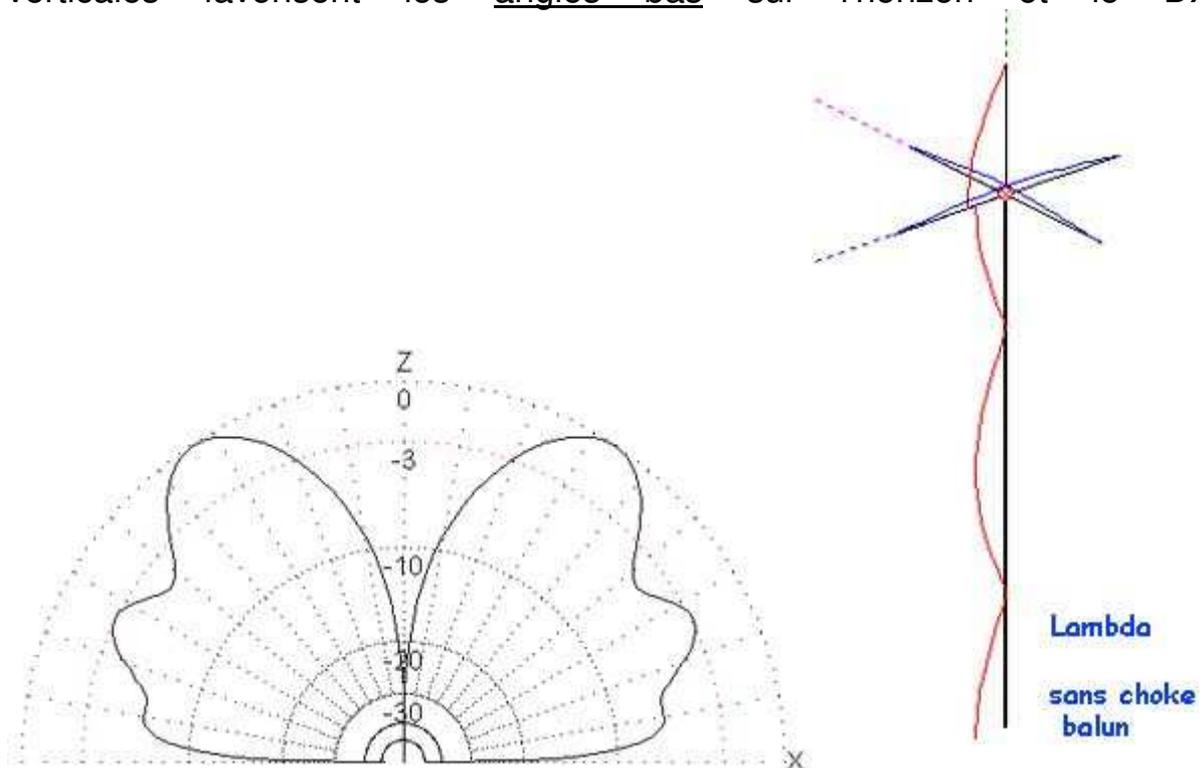
En outre, ce n'est pas un balun qui empêchera un câble coaxial de rayonner, et il pourra même l'aider dans certains cas. Alors, comment faire pour avoir une vraie ground plane, avec du courant dans le brin vertical, dans les radians et nulle part ailleurs, ou presque ?

Longueur de gaine = lambda:

Prenons le cas d'une antenne placée à une longueur d'onde au-dessus d'un sol médiocre, avec la station au pied du mât, bien réunie à la terre du point de vue HF .

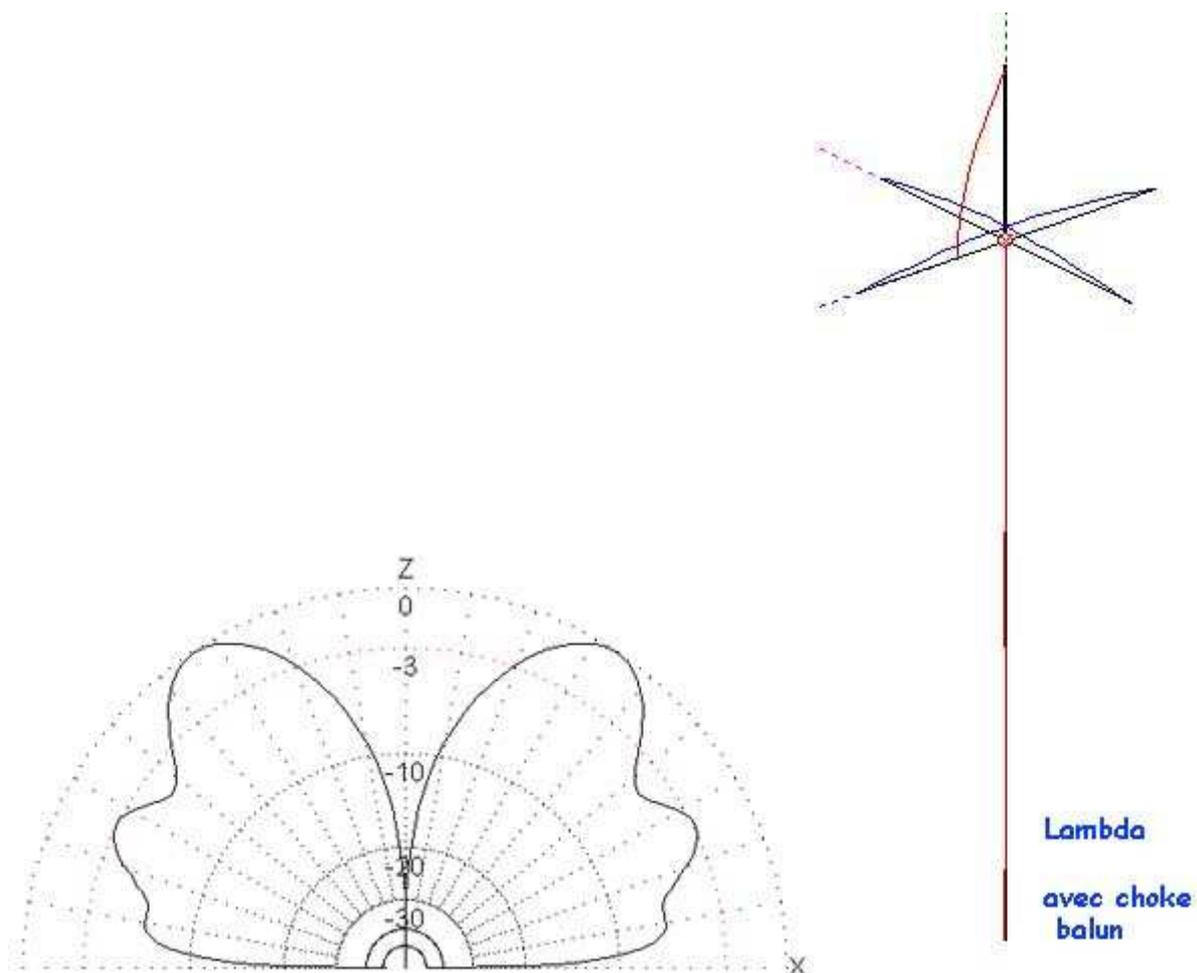
Sans choke balun, on peut voir les courants sur la figure de droite, et les lobes de rayonnement sur la figure de gauche.

La gaine rayonne plus que l'antenne elle-même, et tire les lobes de rayonnement vers le ciel. On est loin de la renommée selon laquelle les verticales favorisent les angles bas sur l'horizon et le DX.



Dans les mêmes conditions, même hauteur, même sol, un doublet demi-onde apporterait plus de 7 dB de gain sur cette GPA pour des angles de départ de l'ordre de 15°

Avec le choke balun, on peut voir sur la figure de droite que le courant de gaine a été quasiment annulé, et que le lobe de rayonnement produit ses maximums dans des directions plus favorables au DX. Sur mauvais sol, le doublet demi onde reste cependant supérieur de 3,7 dB pour un angle de départ de 10°.



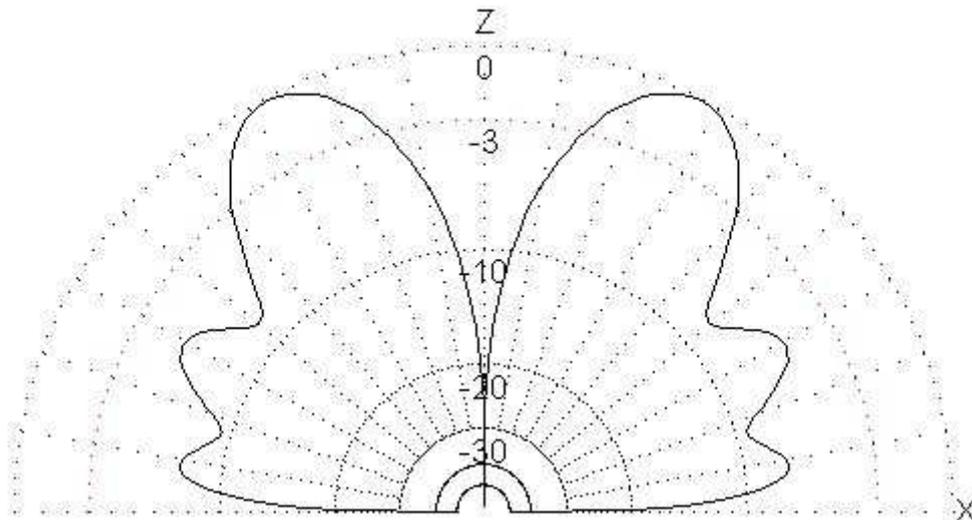
Longueur de gaine = $3 \times \text{lambda}/4$:

Avec l'antenne placée à $3 \times \text{lambda}/4$ et sans choke balun, on ne trouve pas de courant de gaine (figure de droite), il en résulte un diagramme de rayonnement correct sur la figure de gauche.

Cela s'explique (heureusement), car avec une longueur de $3 \times \text{lambda}/4$ et un ventre de courant à la base, il faut un ventre de tension en haut et la faible impédance imposée en ce point par les radians l'interdit. La gaine ne peut établir son régime d'ondes stationnaires.

Mais il n'en est plus de même si on installe un choke balun en haut, le haut du câble se retrouve à haute impédance, un ventre de tension peut s'y produire et il ne s'en prive pas.

Le résultat sur le lobe de rayonnement est désastreux, tout au moins pour le DX.

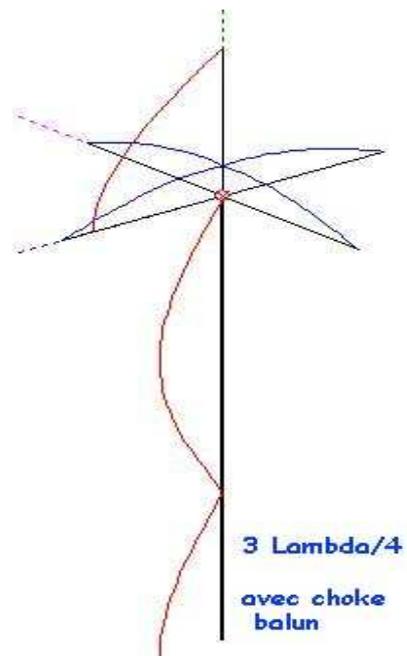
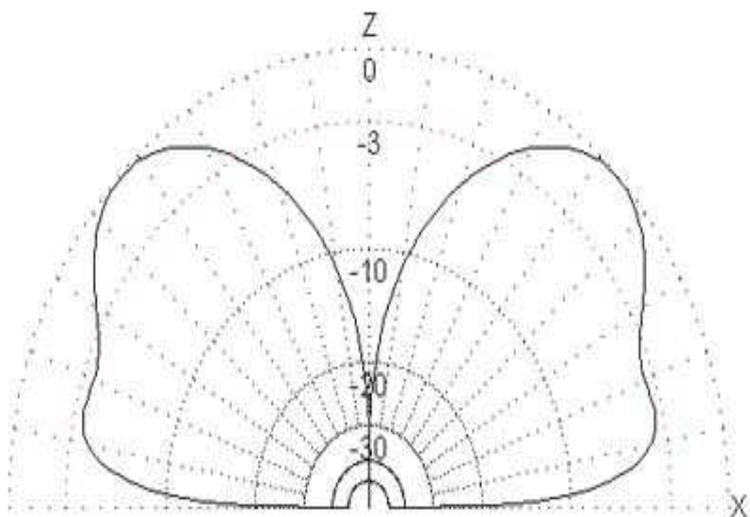


On voit déjà que selon la hauteur de la ligne un balun peut être néfaste et qu'il va falloir en utiliser un dans certains cas et pas dans d'autres. Ça risque de ne pas être simple.

Longueur de gaine = $\lambda/2$:

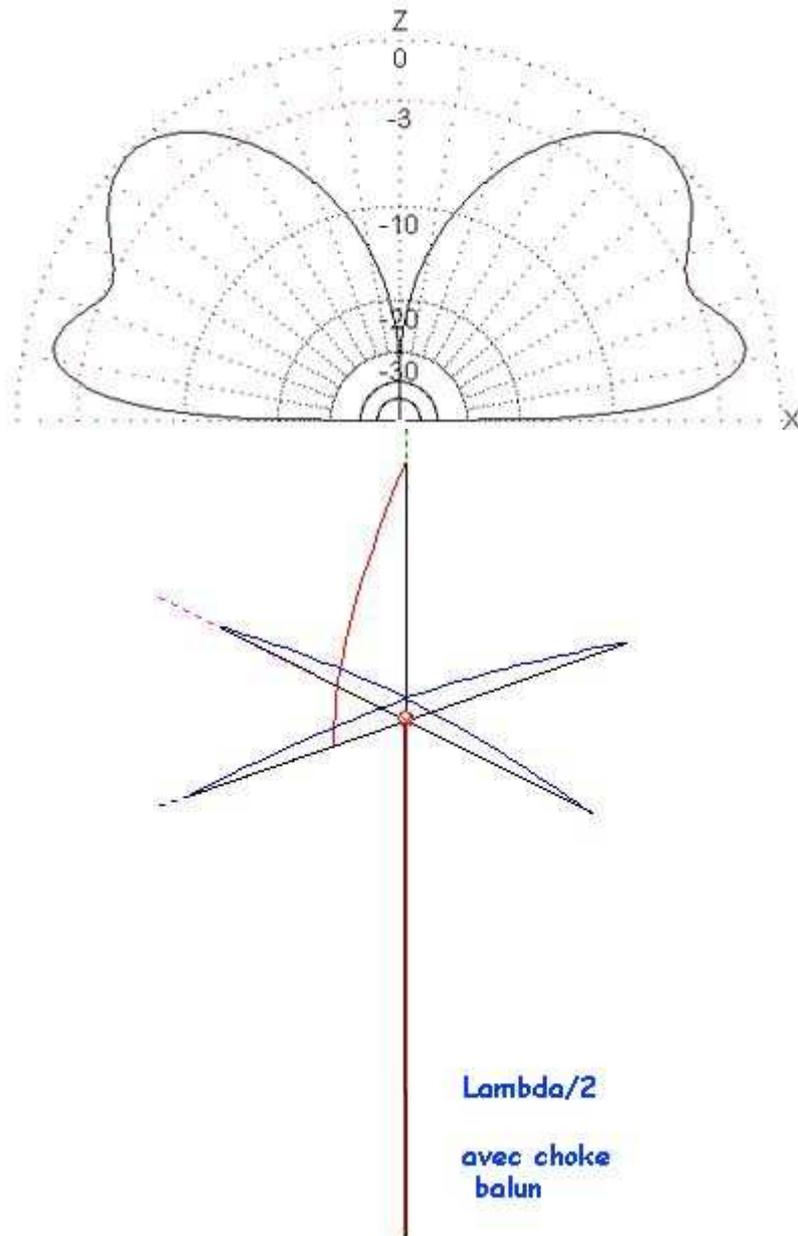
Avec l'antenne placée à $\lambda/2$ et sans choke balun, on retrouve de forts courants de gaine. C'est normal, on a une demi-onde avec un ventre de courant en bas et une faible impédance en haut, cela ne demande qu'à résonner.

Le lobe est détérioré en conséquence pour le DX



En toute logique, l'insertion du choke balun va interdire le ventre de tension en haut et casser la résonance.

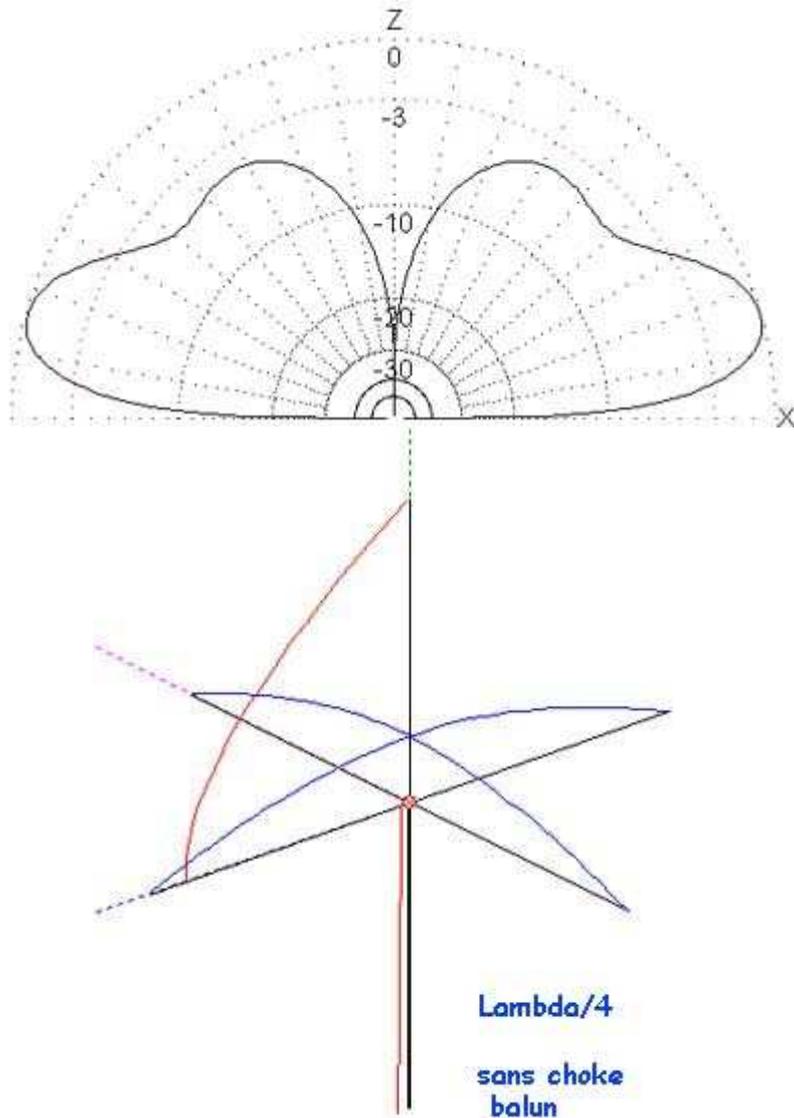
Ce que nous confirme l'image de droite pour les courants, et celle de gauche pour les lobes de rayonnement.



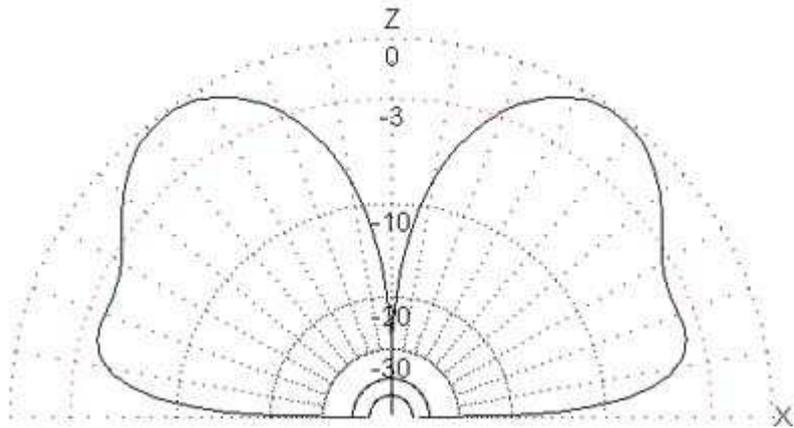
Sur mauvais sol, le doublet demi-onde placé à la même hauteur bat cette GPA de 4 dB à un angle de départ de 14°.

Longueur de gaine = $\lambda/4$:

A une hauteur de $\lambda/4$, le bas du câble étant à basse impédance, il lui faut une haute impédance en haut pour que puisse s'établir une onde stationnaire. Sans choke balun ce n'est pas le cas et le lobe de rayonnement est normal.

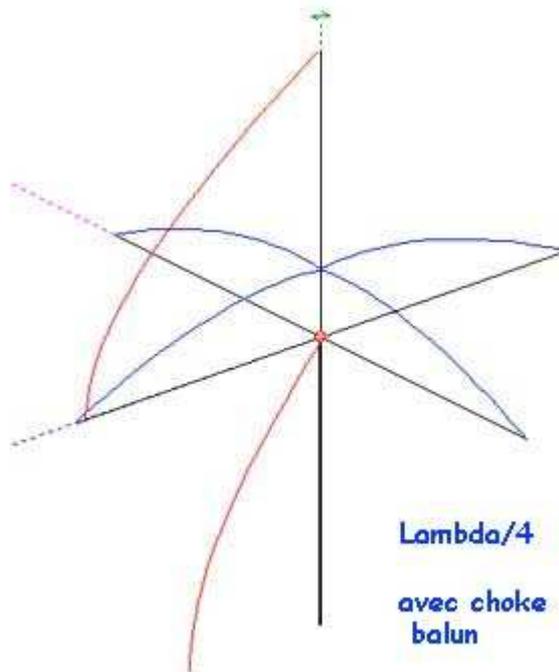


Et bien sûr l'arrivée du choke balun détruit tout en permettant au ventre de tension de s'établir en haut de la gaine.

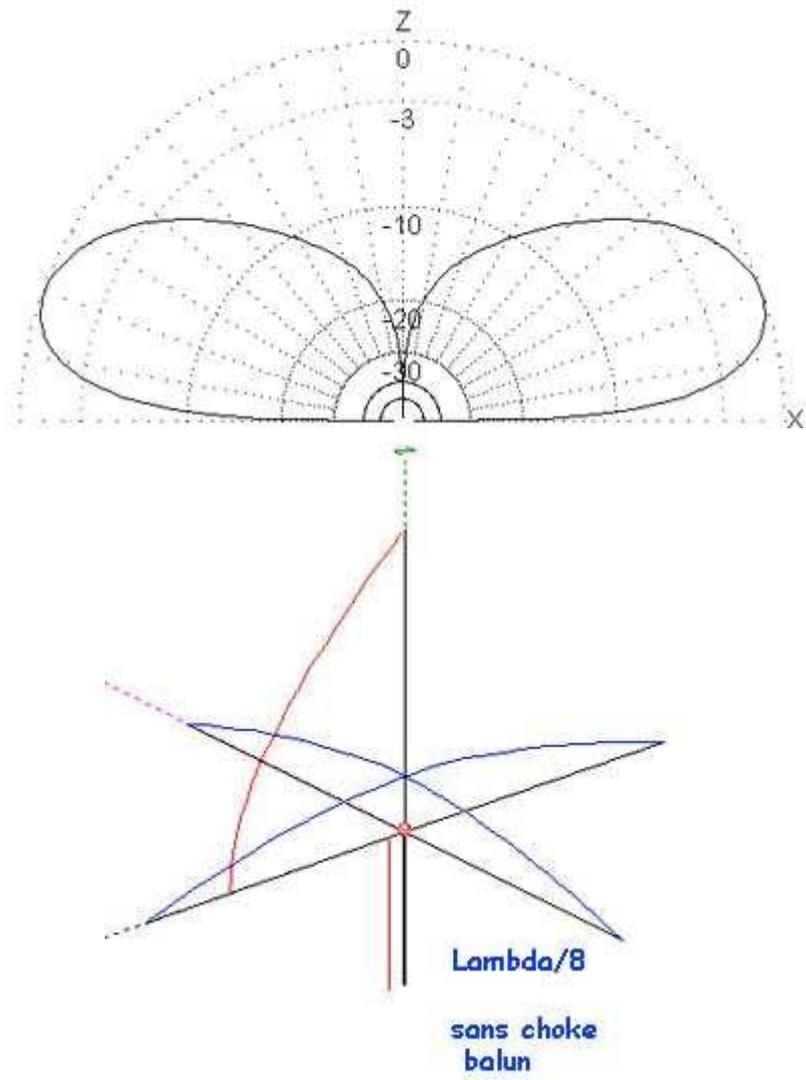


Longueur de gaine = $\lambda/8$:

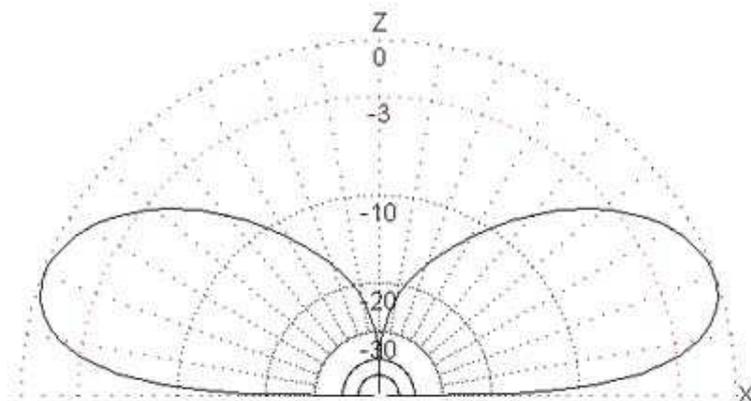
Avec une hauteur de $\lambda/8$ aucune résonance ne peut s'installer, que le sommet soit à haute ou basse impédance, cela ne veut pas dire qu'il n'y aura pas de courant sur la gaine, mais simplement qu'il sera plus faible.

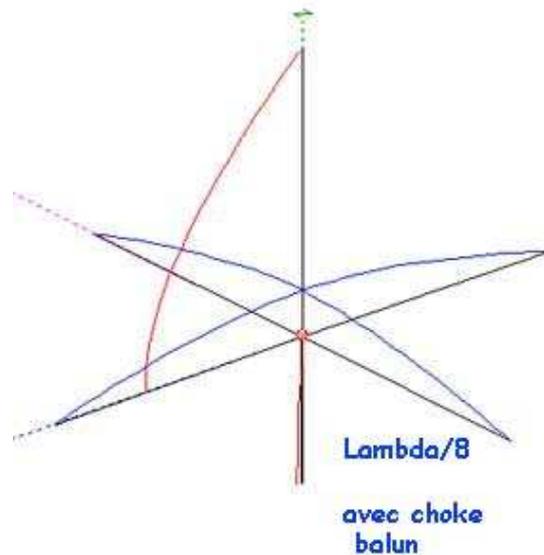


Le voici sans choke balun, le courant est faible et quasiment constant sur la gaine.



Avec le choke balun le courant devient négligeable.





A cette hauteur, et sur ce sol, le gain de la GPA et du doublet demi-onde sont identiques pour l'angle de départ de 20°. Par contre le doublet devient moins performant en dessous et plus performant au-dessus de 20°.

Ceci explique l'intérêt des verticales au sol, ou quasi au sol avec plan de radians surélevés sur les bandes basses.

Sur les bandes hautes, il faut être prudent, sous peine de déception sur mauvais sol.

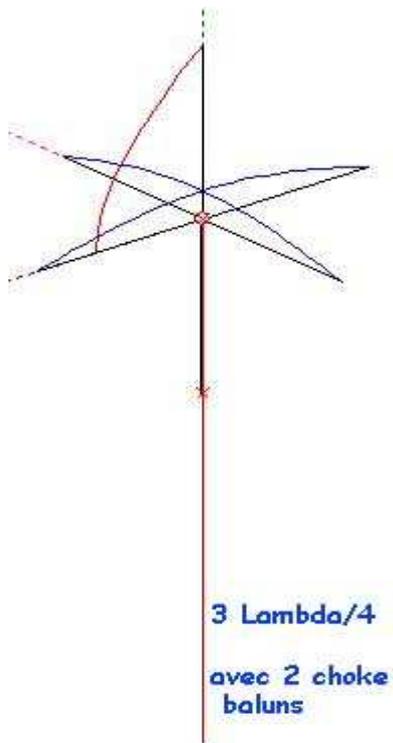
Alors, balun ou pas balun ?

Vu les masses environnantes, il est difficile de savoir comment se comporte la gaine du câble coaxial, et pourtant la présence ou non du balun peut détruire les performances de l'antenne.

Si l'on veut "casser" toute résonance sur la gaine, l'astuce est de mettre un choke balun en haut pour qu'il ne puisse y avoir qu'un ventre de tension à cet endroit, puis d'interdire un ventre de courant un quart de longueur d'onde plus bas en y insérant un second choke balun. On pourrait penser qu'il faudrait continuer comme ça tous les $\lambda/4$ mais ça risque d'être un peu consommateur en câble coaxial et en fait, l'éloignement faisant, deux choke baluns suffisent.



Ci-dessus l'antenne avec une ligne 3 x lambda/4 et un choke balun en haut et ci-dessous la même avec un second choke balun placé lambda/4 plus bas



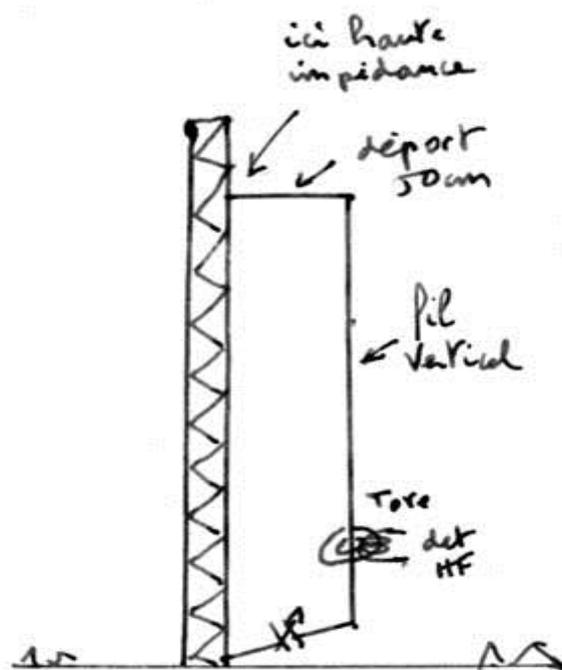
Résonance du mât support.

Tout ceci est bien dans la mesure où le mât support est isolant. S'il est métallique, c'est lui qui va être l'objet de courants induits et tout ce qui a été dit sur la gaine peut être répété pour le mât sauf qu'il sera dur de le bobiner pour en faire un choke balun.

En évitant de le réunir électriquement aux radars, tout se passe comme s'il y avait un choke balun parfait en haut. Il reste alors deux possibilités défavorables: Un mât qui voudrait résonner soit en $\lambda/4$ soit en $3 \times \lambda/4$, ce qui peut se produire si on n'a pas de chance.

Si l'on pense être proche de ces valeurs non fréquentables, on peut adopter la méthode G6XN, connu pour son antenne "Moxon" et reprise par ON4UN dans son livre "Low band DXing", mais que je n'ai pas encore expérimentée.

Cela consiste à transformer tout ou partie du mât vertical en circuit accordé sur la fréquence d'émission. Un bras de déport conducteur de 50 cm supporte un fil vertical comme sur le dessin qui vient se refermer sur la base du pylône à travers un condensateur variable. On obtient un circuit accordé que l'on règle sur la fréquence avec le condensateur variable au maximum de courant détecté à travers le tore.



Le sommet de ce circuit accordé crée une haute impédance sur la fréquence de travail. On choisit la hauteur de ce point pour que la partie supérieure du pylône mesure entre zéro et $\lambda/4$ afin qu'elle ne puisse pas résonner.

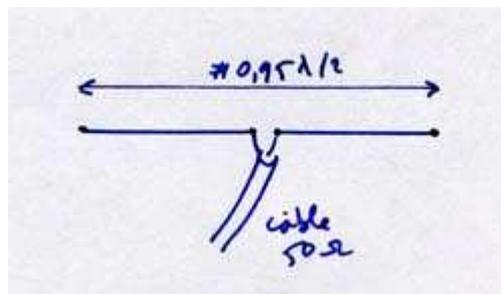
L'antenne et les radars placés au sommet ne sont pas réunis électriquement au pylône, sauf éventuellement par une self de choc type R100 ou autre pour écouler les charges statiques. Une résistance convient aussi, on peut utiliser par exemple 100k 2W.

La valeur du condensateur est à trouver expérimentalement.

Doublet demi onde à accord déporté.

Le doublet demi-onde est une antenne simple et très efficace. Une partie rayonnante longue d'une demi-longueur d'onde alimentée en son centre par un câble coaxial, 50 Ohms en général.

Il doit être placé à au moins une demi-longueur d'onde du sol comme toute antenne horizontale d'ailleurs sauf désir de favoriser le trafic à courte distance. Cette hauteur d'une demi-longueur d'onde reste malheureusement et souvent un vœu pieux sur les bandes basses.



La longueur réelle du fil est égale à environ 0,95 fois la demi-longueur d'onde mais ce facteur 0,95 dépend du type de fil, isolé ou non, de son diamètre, des types de supports en extrémité et des masses environnantes. Bref, à la fin, la longueur du fil doit être ajustée à la pince coupante pour centrer le minimum de ROS au centre de la bande choisie.

Premier inconvénient.

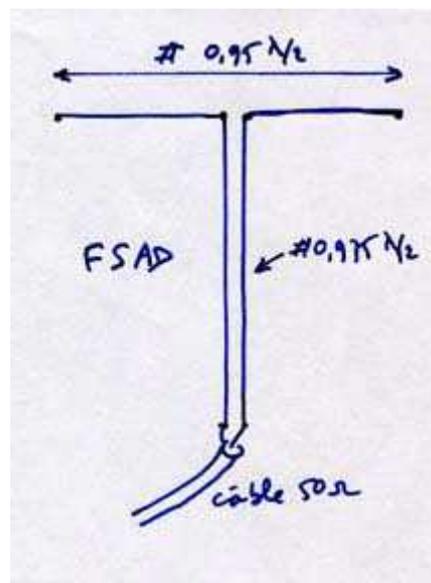
Il faut descendre et remonter l'antenne plusieurs fois avant d'arriver au réglage parfait. C'est facile si le doublet est tendu entre deux poteaux munis de poulies, c'est moins évident s'il faut grimper à chaque fois sur le poteau ou à un arbre.

Deuxième inconvénient.

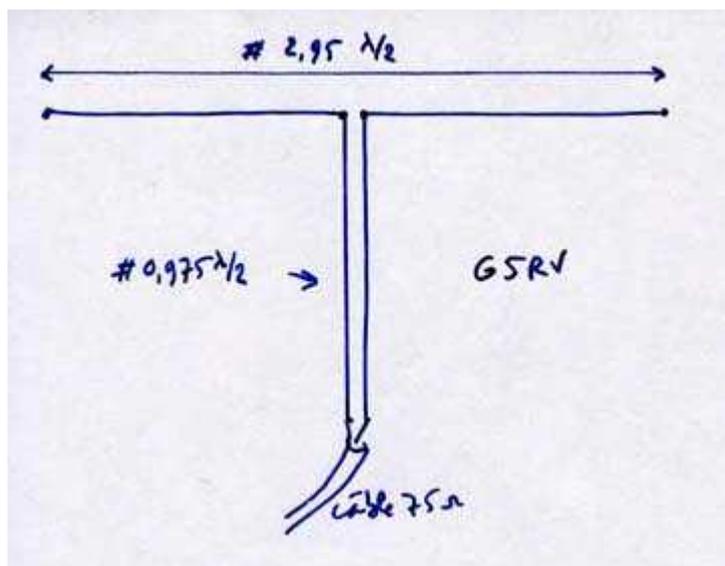
Dix ou quinze mètres de câble coaxial, c'est lourd, très lourd. Si le doublet est tendu entre deux supports, le câble exerce une traction vers le bas et l'antenne a la forme d'un V, ce qui n'est pas grave en soi à condition d'avoir prévu du fil suffisamment résistant mais la partie où circule le ventre de courant se trouve un peu moins haut que souhaité. Pour éviter ce phénomène, il faut un troisième mât central ou opter pour le V inversé avec un seul mât central et deux mâts plus courts aux extrémités.

La solution .

La solution c'est d'alimenter le doublet avec une ligne bifilaire. Ce type de ligne est assez léger et ne tire pas le doublet vers le bas. Si en plus on lui donne une longueur égale à une demi longueur d'onde, elle ramène en bas exactement ce qu'il y a en haut.



Si cette solution ramène 50 Ohms en bas, on peut y brancher directement un câble coaxial avec ou sans symétriseur, suivant ses convictions, pour raccorder l'émetteur.



C'est la solution retenue par G5RV. Sur son antenne prévue à l'origine pour la bande des 20m, la partie horizontale mesure trois lambdas/2 ce qui produit en son centre une impédance de l'ordre de 100 Ohms qui est ramenée en bas par la ligne bifilaire lambda/2, d'où le câble 75 Ohms. On constate après, ou on ne constate pas, que la longueur du fil et de la ligne permettent d'obtenir des résonances sur d'autres fréquences et on l'utilise éventuellement en multi bandes, moyennant boîte d'accord quand nécessaire.

Les avantages.

Mais revenons au projet de doublet demi-onde et mono bande. La ligne bifilaire règle la question du poids mais elle facilite aussi les réglages car il n'est plus nécessaire d'intervenir sur le doublet lui-même. On le taille à 0,95 lambda/2, on taille la ligne bifilaire à 0,975 lambda/2 et on installe. Voilà tout.

A partir de là, les réglages se font en bas.

Si on a la possibilité d'installer l'antenne plus haut, on taille la ligne à deux lambdas/2, trois lambdas/2, etc de manière à avoir accès à sa partie inférieure.

Câble coaxial branché on procède alors au réglage de l'ensemble ligne + antenne, pour cela on recherche la fréquence du minimum de ROS et on allonge ou raccourcit la ligne, et elle seule, de la longueur nécessaire pour amener ce minimum là où l'on veut.

Essai sur 10 MHz.

On se donne 10.120 comme objectif, soit une partie horizontale de $0,5 \times 0,95 \times 300 / 10,12 = 14,08\text{m}$ à couper en son centre.

La ligne bifilaire est taillée à $0,5 \times 0,975 \times 300 / 10,12 = 14,45\text{m}$.

A ce sujet, afin de vérifier ce coefficient 0,975, la ligne est court-circuitée à une extrémité et passée au MFJ 259 pour voir sa fréquence de résonance. La mesure donne 10,090 MHz. Avec le fil utilisé, gainé, le facteur de vitesse réel est donc de 0,972. Bon à savoir non ?

Ceci fait, la ligne est branchée sur le doublet et le tout est installé à sa position définitive pour n'en plus bouger et les réglages au ROS peuvent démarrer.

La mesure donne le creux de ROS sur 10,080. Chance il va falloir couper du fil, pas en rajouter 😊.

10,080 correspond à une demi-longueur d'onde de 14,88m.

10,120 correspond à une demi-longueur d'onde de 14,82m.

Il y a donc $0,972 \times 6 = 5,8\text{cm}$ à couper. Par prudence on en coupe 5 et on refait la manip pour figurer si nécessaire.

Symétrique ou pas.

Le câble coaxial a été raccordé à la ligne bifilaire sans autre forme et sans balun résultat ROS de 1,2 au centre de la bande.

Mais, la disposition des lieux fait que le doublet n'est pas horizontal, il a une extrémité à 19 m de haut et l'autre à 11 m. L'extrémité à 19m est plus proche d'un pylône que celle à 11m. Difficile d'imaginer que cette antenne est symétrique. Par curiosité, j'inverse l'âme et la gaine du câble au niveau du branchement sur la ligne bifilaire. Résultat, la fréquence ne change pas mais le ROS passe de 1,2 à 1,6 aïe!

L'utilisation d'un balun se fait sentir. Premier essai avec un balun 1/1 LDG, ROS obtenu 1,4. Deuxième essai avec un balun 1/1 JA400, ROS obtenu 1.6.



Conclusion, c'est sans balun avec la position qui donne un ROS de 1,2.