

L'Antenne "Eggbeater" VHF / UHF

~ Revisitée ~

ON6WG / F5VIF

Une méthode simple et actuelle pour construire l'antenne "Eggbeater"



Introduction :

Les versions précédentes décrites dans « Antenne "Eggbeater" VHF / UHF – **Première Partie** » et dans « Antenne "Eggbeater" VHF / UHF – Première Partie - **Appendix A** » utilisent une ligne coaxiale asymétrique ou une ligne symétrique, un BALUN adaptateur et une ligne de couplage pour adapter correctement les impédances à 50 ohms. Le fait est que la version décrite dans la « Première Partie » (très utilisée à cause de sa simplicité) n'est pas la façon correcte de connecter la ligne d'alimentation à l'antenne et la version décrite dans l' « Appendix A » est un peu compliquée à assembler.

Ce document introduit une nouvelle façon plus simple de construire l'antenne "Eggbeater". Il introduit également une façon techniquement correcte d'assembler l'antenne "Eggbeater" afin d'obtenir le meilleur résultat.

Conception :

Certaines parties de ce concept ont été décrites dans l' « Appendix A ». Dès lors pour plus de détails se reporter à la partie « Antenne "Eggbeater" VHF / UHF – Première Partie - Appendix A ». Toutefois les lignes principales sont rappelées ici.

Pour éviter une asymétrie du système, l'antenne a besoin d'une ligne de couplage transportant des courants égaux de phase opposée entre les deux boucles.

Seule une ligne d'alimentation parallèle à deux conducteurs donnera ce résultat. Dans ce cas-ci, ce système appelé "ligne de déphasage" (voir "Première Partie") est simple à réaliser. Cette ligne sera donc utilisée dans cette construction. Le schéma détaillé de ce système est présenté ci-dessous sur la figure A.

Note à propos des schémas présentés ci-après :

Pour plus de clarté, la figure A et la figure B présentées ci-après montrent des boucles séparées. En réalité, elles sont montées à angle droit l'une par rapport à l'autre, et l'une des boucles est montée à l'intérieur de l'autre.

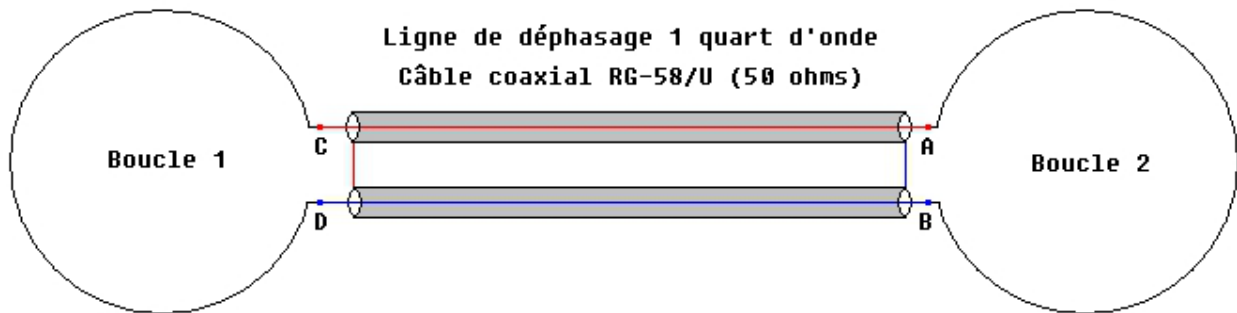


Fig. A

(Schéma hors échelle)

Les boucles sont reliées l'une à l'autre par une ligne faite de deux câbles coaxiaux RG-58 mis en parallèle. Ces deux morceaux de câble coaxial ont une longueur de 1 quart d'onde. Les tresses sont soudées ensemble aux deux terminaisons. De cette façon la ligne de déphasage a une impédance de 100 ohms (*plus d'informations sur les lignes parallèles blindées dans l' « Appendix » à la fin de cet article*). Comme les boucles sont connectées en parallèle, l'impédance aux points « C » et « D » ou « A » et « B » est de 50 ohms.

Calcul de la ligne de déphasage 90° :

1) Impédance :

Après calcul l'impédance de la ligne est de 100 ohms.

(Formule de calcul pour la section de la ligne de déphasage :

$$Z_0 = \sqrt{(Z_L \times Z_i)} \rightarrow \sqrt{(100 \times 100)} \rightarrow \sqrt{10000} = 100 \Omega$$

2) Longueur (antenne VHF) :

$$[(300 / F(\text{in MHz}) : 4] \times \text{facteur vitesse coax.} \rightarrow [(300 / 145) : 4] \times 0,66 \Rightarrow 34,15 \text{ cm.}$$

N.B. Facteur de vitesse pour le câble coaxial RG-58 : 0,66 est une valeur usuelle.

3) Longueur (antenne UHF) :

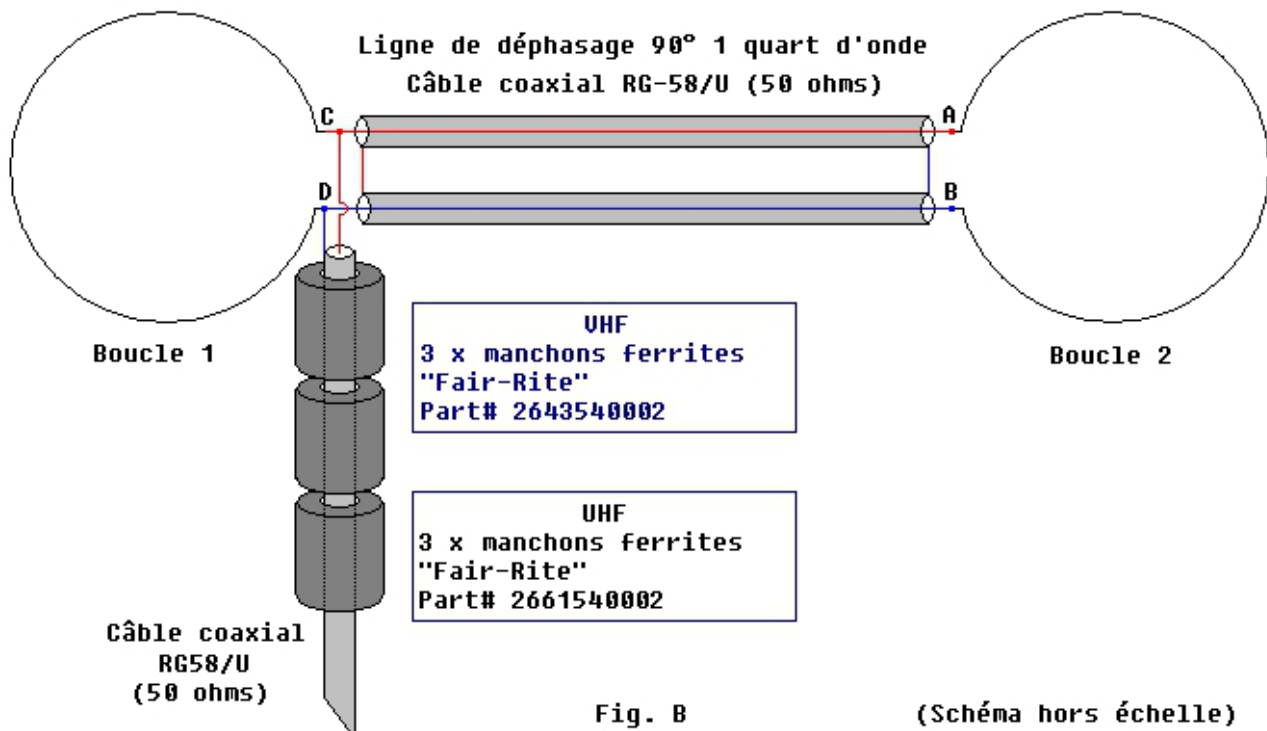
$$[(300 / F(\text{in MHz}) : 4] \times \text{facteur vitesse coax.} \rightarrow [(300 / 435) : 4] \times 0,66 \Rightarrow 11,38 \text{ cm.}$$

Nous sommes maintenant en présence d'un système symétrique. Pour éviter l'apparition de courants sur le blindage de la ligne d'alimentation et, par conséquent, une distorsion du diagramme de rayonnement, une perte de radiation et une polarisation elliptique, ce système requiert une alimentation symétrique pour fonctionner correctement. Un tel système, comprenant un "balun" et une ligne de déphasage parallèle appelée « Q-Section » est décrit dans l' « Appendix A ».

De nos jours, avec le développement de nouvelles technologies dans le domaine des matériaux ferrites, remplacer un "balun" fait de câble coaxial par des manchons ferrites est devenu facile.

Ceci va simplifier grandement le système d'alimentation.

Pour réaliser ce système d'alimentation, un câble coaxial 50 ohms est utilisé. Ensuite un "balun d'arrêt" est ajouté en glissant des manchons ferrites sur l'extérieur du câble coaxial et en les plaçant aussi près que possible du point de connexion à l'antenne. Ces manchons ferrites vont stopper toute radiation du câble. Le câble coaxial sera ensuite connecté aux points « A » et « B » ou « C » et « D ». Un tel système est montré ci-dessous sur la Fig. B.



Il est hors du cadre de cet article d'expliquer comment un "balun d'arrêt" fait de noyaux ferrites fonctionne. Toutefois, on trouvera de la documentation sur le sujet parmi les références listées à la fin de ce document. Le développement du "balun d'arrêt" décrit ici est basé sur les informations trouvées dans ces articles et dans les informations techniques publiées par "Fair-Rite Products Corp". Ce "balun d'arrêt" requiert trois manchons ferrite.

Utilisation de câble RG-58 pour alimenter l'antenne :

Des manchons ferrite pour câble PN 2643540002 ont été sélectionnés pour la conception de l'antenne VHF et des manchons ferrite pour câble PN 2661540002 ont été sélectionnés pour le modèle UHF, ces deux références provenant de "Fair-Rite Products".

Utilisation de câble coaxial RG-213 pour alimenter l'antenne :

Des manchons ferrite pour câble PN 2643102002 ont été sélectionnés pour la conception de l'antenne VHF et on peut utiliser des manchons ferrite pour câble PN 2661102002 pour le modèle UHF, ces deux références provenant aussi de "Fair-Rite Products".



Fig. C

La figure C montre trois noyaux ferrite pour câble PN 2661540002 glissés sur un câble coaxial RG-58. Les noyaux ferrite sont fixés près de l'extrémité du câble. L'extrémité du câble sera ensuite connectée à l'antenne UHF.

Puissance supportée :

La puissance qui peut être supportée par l'antenne est limitée par l'utilisation des manchons ferrite. Avec l'emploi de trois manchons ferrite l'antenne peut supporter aisément 40 à 50 watts. Si on veut utiliser une puissance supérieure, on devra contrôler la température des manchons ferrite. La température doit rester à un niveau bas. Si la température monte trop, un ou plusieurs manchons de ferrite doivent être ajoutés. L'ajout de noyaux ferrite augmentera l'impédance présentée par le "balun d'arrêt" et par conséquent réduira le *courant de mode commun* (voir lien " Les courants de gaine" par F5ZV à la fin de ce document). Ce courant de mode commun doit être réduit à un niveau tel que le "balun d'arrêt" ne puisse pas surchauffer et dès lors perdre ses propriétés, endommager les noyaux ferrites ou le câble coaxial.

Essais pratiques et résultats :

Des essais ont été réalisés sur un prototype d'antenne "Eggbeater" UHF spécialement construit dans ce but (voir Fig. D). Un réflecteur a aussi été ajouté à l'antenne. Comme on le voit dans le tableau ci-dessous, l'antenne équipée d'une ligne de déphasage à deux conducteurs parallèles et un système d'alimentation comme décrit ci-dessus fournit un excellent ROS sur l'entièreté de la bande 70 cm.

Bande 70 cm / MHz	430	432	435	436	437	438	440
ROS	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1

Réception de signaux :

Un essai a été réalisé pour comparer l'antenne prototype avec une antenne "Eggbeater" équipée d'une ligne de déphasage coaxiale de 90 ohms et ne possédant pas de noyaux ferrite au point d'alimentation. Il n'a pas été constaté de différence significative entre les deux signaux (à noter que ce type d'essai nécessite un appareillage de mesure plus performant qu'un simple récepteur).

Transmission de signaux :

Un test similaire a été conduit pendant la transmission de signaux. Ici encore aucune différence significative n'a été relevée entre les deux signaux.

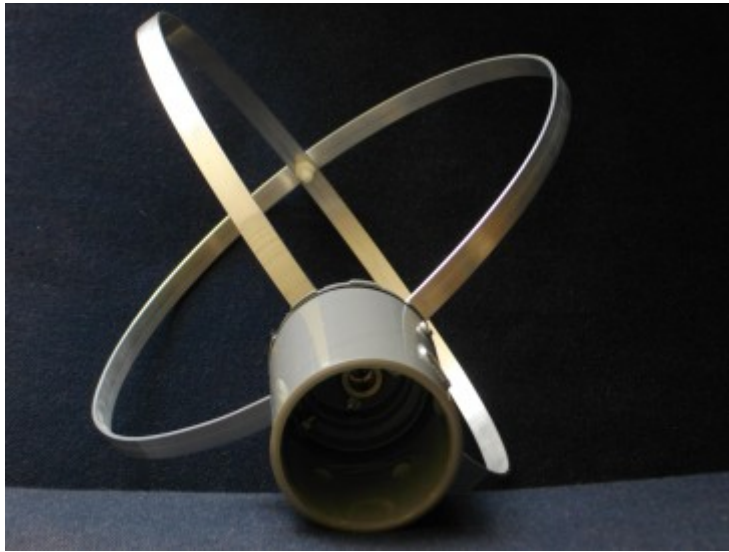


Fig. D

La figure D montre l'antenne "Eggbeater" UHF utilisée pour réaliser les différents tests nécessaires avant la parution de cet article. Ce prototype est réalisé en tige plate d'aluminium de 10 mm de largeur.

Test de circularité :

Un test réussi de la circularité de la polarisation pourrait démontrer l'efficacité des noyaux de ferrite ainsi que l'ensemble du schéma.

Ce test est quelque peu complexe à réaliser. Il nécessite un endroit bien dégagé autour de l'antenne. De plus, l'antenne 'Eggbeater' est polarisée horizontalement aux angles bas de rayonnement et la polarisation circulaire n'est apparente que si l'on se place au-dessus de l'antenne.

Dans le cas qui nous occupe, pour déterminer si la polarisation est circulaire, nous avons besoin d'une mesure comparative entre polarisation horizontale et polarisation verticale. Une mesure *relative* est dès lors suffisante. Cette mesure *relative* peut être fournie par le S-mètre du récepteur utilisé pour faire la mesure. Ce récepteur possède un S-mètre calibré au standard VHF ($S9 = 5\mu V$). Une première mesure sera effectuée pratiquement à la verticale de l'antenne à tester. Pour que la mesure de circularité prenne toute sa valeur nous avons cependant besoin d'une mesure de référence qui sera effectuée sur un *dipôle de référence*.

Le procédé de la mesure :

Mesure effectuée en milieu de bande UHF 70 cm.

Une antenne dipôle en polarisation horizontale est connectée au récepteur chargé de faire la mesure.

Elle est placée à environ 20 mètres en hauteur et à un angle de 87 degrés (c'est-à-dire pratiquement à la verticale) par rapport à l'antenne 'Eggbeater' à tester.

Une antenne dipôle de référence en polarisation horizontale et alimentée par un générateur de signaux (porteuse non modulée) de quelques milliwatts est mise en place, à côté de l'antenne 'Eggbeater' à tester.

La mesure de référence est effectuée entre les deux dipôles en polarisation horizontale.

Le niveau du signal est noté : S 9 +5db environ.

Le dipôle de réception est ensuite placé en polarisation verticale.

Le niveau du signal est noté : S 5

La différence est donc de plus de 4 points S.

Le générateur de signaux est ensuite connecté à l'antenne 'Eggbeater' en test.

Le dipôle de réception est toujours placé en polarisation verticale.

Le niveau du signal est noté : S 9

Le dipôle de réception est ensuite placé en polarisation horizontale.

Le niveau du signal est noté : S 9

Conclusion du test de circularité : L'antenne 'Eggbeater' est parfaitement polarisée circulairement. On peut aussi en déduire que les manchons de ferrite remplissent bien leur rôle.

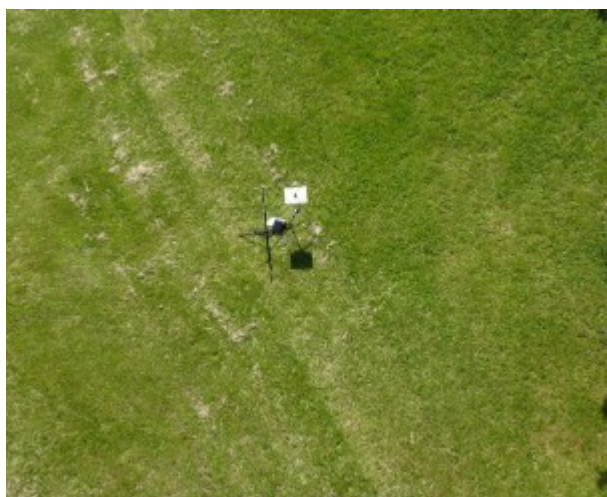


Fig. E

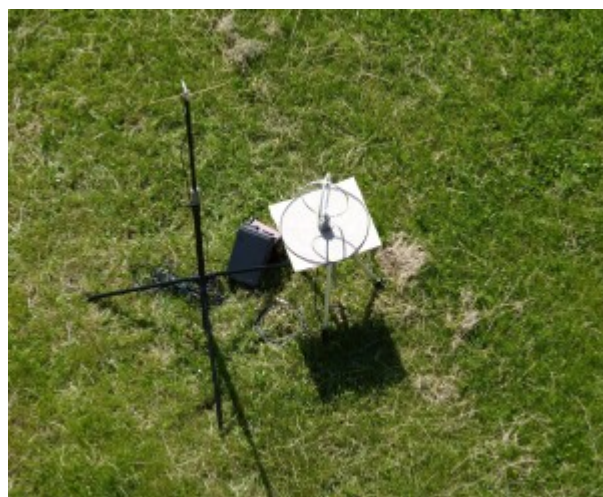


Fig. F

Les figures E et F montrent le matériel (dipôle de référence et antenne "Eggbeater") en place lors du test de circularité. La photo est prise en hauteur depuis la position du dipôle récepteur de signaux lors des tests à 45 degrés par rapport à l'antenne 'Eggbeater'.

Une mesure supplémentaire a également été effectuée à un angle de 45 degrés par rapport à l'antenne 'Eggbeater' en test. Pour faire cette mesure l'antenne dipôle de réception a aussi été inclinée à un angle de 45 degrés. Les antennes sont à une distance de 28 mètres environ. La même procédure que ci-dessus a été employée pour la mesure et a donné les mêmes résultats. Cette mesure confirme la conclusion précédente.

Une mesure inverse a aussi été effectuée (le RX est connecté à l'antenne 'Eggbeater' en test qui est au sol et qui devient l'antenne de réception, le générateur de signaux est connecté au dipôle de réception placé en hauteur et qui devient l'antenne d'émission).

On note également qu'il n'y a pas de différence entre le signal reçu sur l'antenne 'Eggbeater' lorsque le dipôle émet en polarisation verticale ou en polarisation horizontale.

Cette mesure a été effectuée à un angle de 45 degrés.

Test de linéarité n° 1 : (Antenne "Eggbeater" avec réflecteur)

Le test réalisé vise essentiellement à mettre en évidence la polarisation horizontale de l'antenne 'Eggbeater' dans le plan horizontal.

Le procédé de la mesure :

Pour la mesure de référence, un dipôle est raccordé au récepteur. Un dipôle en polarisation horizontale connecté au générateur de signaux est placé à une certaine distance de l'antenne "Eggbeater" de façon à ce que le signal reçu ne dépasse pas S 9 au S-mètre du RX (dans ce cas-ci environ 30 mètres).

L'antenne "Eggbeater" en test munie du réflecteur est placée à côté du dipôle de référence.

Les trois antennes sont placées à la même hauteur (env. 1,6 m).

La mesure de référence est effectuée entre les deux dipôles en polarisation horizontale.

Le niveau du signal est noté : S 9

Le dipôle de référence est ensuite placé en polarisation verticale.

Le niveau du signal est noté : S 5

Le récepteur est alors connecté à l'antenne "Eggbeater" en test et le générateur de signaux est mis en polarisation horizontale.

Le niveau du signal est noté : S 8

Le dipôle connecté au générateur de signaux est placé en polarisation verticale.

Le niveau du signal sur l'antenne "Eggbeater" est noté : S 1

Test de linéarité n° 2 : (Antenne "Eggbeater" sans réflecteur)

Le procédé de la mesure :

Le procédé utilisé est le même que ci-dessus. Voici le résultat.

La mesure est effectuée entre le dipôle en polarisation horizontale connecté au générateur de signaux et l'antenne "Eggbeater" en test.

Le niveau du signal est noté : S 9

Le dipôle connecté au générateur de signaux est ensuite placé en polarisation verticale.

Le niveau du signal est noté : S 1

Le fait d'enlever le réflecteur abaisse l'angle de départ de l'antenne et le signal reçu est alors supérieur.

Conclusion du test de linéarité : La polarisation est parfaitement linéaire et horizontale dans le plan horizontal.

A noter également : le niveau du signal polarisé verticalement reçu sur l'antenne "Eggbeater" est pratiquement inexistant par rapport au signal relevé sur le dipôle de référence (S 5). La polarisation tournante horizontale est donc beaucoup plus efficace.

Lors des tests, il a été constaté aussi que les signaux reçus sur le dipôle de référence étaient sujet à des fluctuations dues à des réflexions parasites. Ces fluctuations sont absolument inexistantes sur les signaux reçus par l'antenne "Eggbeater" rendant ceux-ci particulièrement stables.

La figure G représente les antennes utilisées lors des mesures. Le dipôle de gauche est raccordé au générateur de signaux UHF. Le dipôle de droite est le dipôle de référence.



Fig. G

L'antenne 'Eggbeater' en propagation terrestre :

L'antenne 'Eggbeater' n'a pas un diagramme de rayonnement très intéressant en propagation terrestre. Comme expliqué précédemment, elle peut s'avérer très utile lorsque des contacts ne sont possibles que par réflexion sur des parois ou des objets plus ou moins distants. Elle peut évidemment être utilisée en onde directe mais sans grande performance comme le laisse apparaître le diagramme de rayonnement. Dans ce cas, on enlèvera le réflecteur ce qui aura pour effet d'aplatir le lobe de rayonnement et d'abaisser l'angle de départ ("Test de linéarité n° 2") mais au détriment du gain.

Conclusion :

Le remplacement de la ligne de déphasage coaxiale 90 ohms par un système de déphasage à deux conducteurs et à faible perte, un excellent ROS sur l'entièreté de la bande, l'utilisation de noyaux ferrites pour empêcher des pertes de radiation et la distorsion du diagramme de rayonnement, un diagramme de rayonnement omnidirectionnel favorisant les angles hauts avec un gain de 6 dBi, une polarisation circulaire, font de cette antenne, et dans sa catégorie, un des meilleurs choix pour la réception, et l'émission vers des satellites de communication en orbite basse (*Low Earth Orbit* satellites).

Appendix

Les lignes parallèles blindées (d'après une information de † Etienne Isaac ex-ON4KCX)

Utilisation de deux câbles coaxiaux fixés l'un contre l'autre. Les tresses sont reliées aux deux extrémités et les deux âmes sont les conducteurs de la ligne blindée. Du côté TX, les tresses communes sont reliées ou non à la masse de la station.

Caractéristiques

- L'impédance est doublée par rapport à un seul câble coaxial.
- Le diélectrique est doublé en dimension.
- La capacité entre les âmes est divisée par deux.
- L'atténuation est divisée par 1,4 (en dB) par rapport à un seul câble coaxial.
- Le rayonnement est nul en émission et les parasites en réception sont supprimés.
- L'installation ne demande aucune précaution particulière.
- Le rayon de courbure doit être de l'ordre de 3 à 5 centimètres.

Fixation des deux câbles coaxiaux

- Par bottage avec ficelles goudronnées.
- Par serre-câble en nylon.
- Par bande adhésive (pas très fiable à la pluie ou au soleil).



ON6WG – F5VIF/P ~ Antennes "Eggbeater" UHF / VHF

Bibliographie :

Les travaux suivants ont été utiles à l'élaboration de cette Antenne "Eggbeater".

Cliquez sur le [lien bleu](#) pour atteindre l'article ou le document.

A Ham's Guide to RFI, Ferrites, Baluns, and Audio Interfacing by Jim Brown K9YC :

Lien : <http://www.audiosystemsgroup.com/RFI-Ham.pdf>

Common-Mode Chokes by Chuck Counselman, W1HIS :

Lien : <http://www.yccc.org/Articles/W1HIS/CommonModeChokesW1HIS2006Apr06.pdf>

Balun and Transformer Core Selection by W8JI :

Lien : http://www.w8ji.com/core_selection.htm

How to Choose Ferrite Components for EMI Suppression. Fair-Rite Products Corp.

Lien : <https://www.fair-rite.com/wp-content/uploads/2015/08/CUP-Paper.pdf>

Baluns et Ferrites ~ Jacques Audet VE2AZX (texte en français) :

Lien : <http://ve2azx.net/technical/BALUNS2013.pdf>

Les courants de gaine ~ Roland Guillaume F5ZV (texte en français) :

Lien : <http://pagesperso-orange.fr/f5zv/RADIO/RM/RM07/RM07j/RM07j07.html>

Informations techniques sur les noyaux de ferrite :

Fair-Rite Products Corp.

Lien : <http://www.fair-rite.com/newfair/index.htm>

Où commander les noyaux ferrite :

On peut obtenir les noyaux ferrite "Fair-Rite" chez Mouser Electronics, Inc.

Cliquer sur le lien et en premier lieu choisir son pays : <http://www2.mouser.com/localsites/>

Mémo : liste des numéros de référence des noyaux ferrites :

Câble coaxial RG 58 : VHF : Fair-Rite PN 2643540002 = Mouser 623- 2643540002

UHF : Fair-Rite PN 2661540002 = Mouser 623- 2661540002

Câble coaxial RG 213 : VHF : Fair-Rite PN 2643102002 = Mouser 623- 2643102002

UHF : Fair-Rite PN 2661102002 = Mouser 623- 2661102002



Photographies et schémas : de l'auteur ON6WG / F5VIF

Traduction anglaise de cet article :

<http://on6wg.pagesperso-orange.fr/Page%201.html>

ON6WG / F5VIF Web Site : <http://pagesperso-orange.fr/on6wg/>

73's[mailto:f5vif@amsat.org](mailto:f5vif@amsat.org)

Usage des fichiers PDF ON6WG / F5VIF :

Les fichiers PDF peuvent être copiés ou distribués sans autorisation préalable pour un usage non commercial. Si une partie de document (texte, image, photographie, schéma) est utilisée séparément, l'utilisateur s'engage à indiquer la source de celui-ci ou l'accréditation de l'auteur, excepté si la partie de document contient déjà cette information.

Pour une image, la phrase d'accréditation peut être simplement "Image:ON6WG/F5VIF".