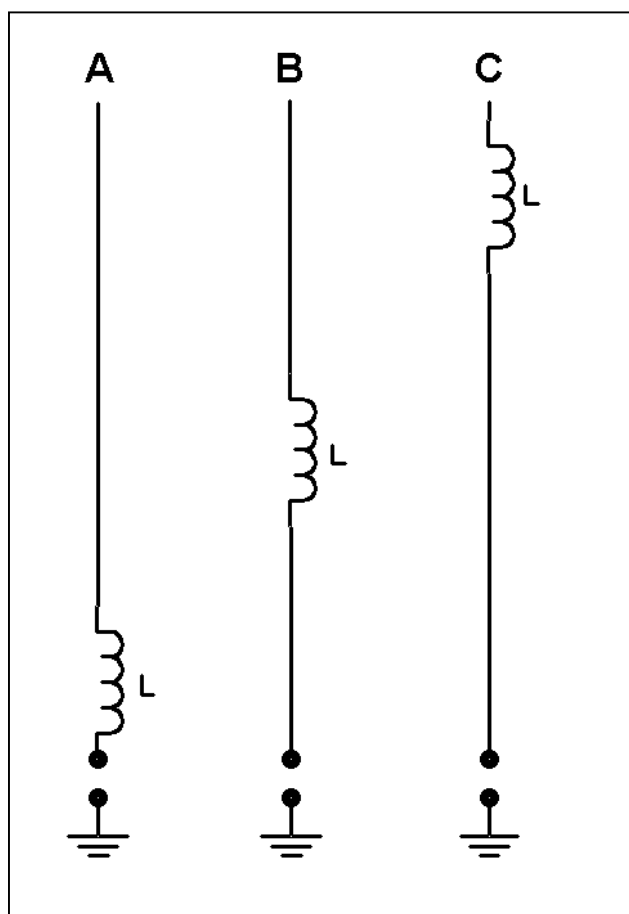


Les antennes verticales

Cet article n'a rien de révolutionnaire : il collationne les données publiées par les OM depuis plus de 50 ans. Cela devrait vous permettre de restaurer une ancienne antenne ou d'en réaliser une sur base d'une canne à pêche ou d'une ancienne antenne CB. Il décrit des antennes simples, performantes et facilement réalisables par l'amateur non outillé.



Ces antennes sont parmi les plus anciennes et portent le nom de "Marconi". On trouve des longueurs que la coutume à plus ou moins standardisées : 5,50m (1/2 onde CB), 6,90m (23'), 10,50m (35') et 12,90m (43'). Elles se montent généralement au sol lorsqu'elles sont multibandes car il faut alors un nombre important de radiales incompatible avec un haubanage simple et une prise au vent réduite (sans parler du givre en hiver).

Fonctionnement

Les antennes de 5,50m et 6,90m sont destinées à un usage du 80 au 10m. Les autres sont utilisables sur le 15 et 10m, bien entendu mais l'angle de départ est trop élevé que pour faire

des contacts DX valables. L'antenne de 12,90m convient particulièrement bien au 80 et même au 160m. Sans parler du 40m où elle résonne en 1/4 d'onde. Sur les bandes où leur quart d'onde est plus long que la hauteur de l'antenne, il faut ajouter de l'inductance en série (d'où le bobinage bien connu). Et sur les bandes où l'antenne est un peu plus longue que le quart d'onde, il faut ajouter de la capacité en série ; exactement comme pour le bobinage. En effet lorsqu'une antenne est inférieure à un 1/4 d'onde, elle se comporte principalement comme un condensateur et lorsqu'elle est supérieure à un 1/4 d'onde, elle se comporterait plutôt comme une self. Lorsqu'une antenne est accordée, elle constitue un circuit accordé LC. Un circuit est résonnant sur une fréquence lorsque la réactance de sa self est égale à la réactance de son condensateur. C'est pour arriver à cela qu'un des éléments est réglable : soit le noyau de la self peut être plus ou moins enfoncé, soit le condensateur est ajustable ou même variable. Dans le cas d'une antenne, tout ce qu'on peut faire est de l'allonger ou la raccourcir pour l'amener à ce point d'équilibre entre capacité et inductance et donc à la résonance.

Les trois principaux types d'antennes raccourcies :

A : self à la base. Convient pour les antennes très courtes

B : Self au centre. Le cas le plus courant des antennes mobiles

C : self au sommet. Etait utilisé pour certaines antennes CB « discrètes » qui avaient alors l'aspect d'une antenne d'autoradio.

Exemple : la fameuse DV-27.

Lorsque l'antenne est plus longue qu'un quart d'onde, on peut néanmoins l'accorder avec une self en série, généralement placée entre l'antenne et la terre. Le mode de fonctionnement est différent.

Et parfois on trouve de grosses inductances sur des antennes déjà bien longues... Ce qu'on a fait, c'est tout simplement de forcer l'accord sur le quart d'onde suivant. Exemple : une antenne de 12m à une longueur de 2,5 quarts d'onde (ou presque) sur 20m (2x5m plus 2m). Elle est devenue capacitive. Il faut donc ajouter de l'inductance pour compenser l'excès de capacité qui est apparu dès qu'on a dépassé la demi-onde. CQFD.

L'accord de la verticale

Il ne diffère pas de celui du dipôle. Seul le mode d'exploitation de l'antenne diffère ; mais cela vous le savez déjà. Alors comment faire ? Deux solutions : ajouter ce qui manque de réactance - inductive ou capacitive- ou y brancher une boîte de couplage. Si celle-ci est du genre automatique, cela devient tout bonnement génial car il suffit de passer en émission pendant quelques secondes pour être accordé ! Et en prime, n'importe quelle longueur d'antenne convient ; et donc d'une canne à pêche sur laquelle on a bobiné un long fil à très larges spires.



Le coupleur automatique SGC-230 prévu pour un fonctionnement dans les pires conditions. Il équipe bon nombre de bateaux.

Sinon, c'est une self sur air, de grand diamètre et à gros fil, qu'on y installera. Un fil souple muni d'une pince crocodile permettra de court-circuiter les spires en excès et, parfois, dans le cas où la self est branchée entre l'antenne et la terre, un autre fil, muni également d'une pince crocodile et venant de l'âme du coaxial, se branchera à la spire donnant le ROS le plus faible. La self fonctionnera alors comme un autotransformateur.

On peut aussi placer la self au centre de l'antenne ou, du moins, à une hauteur confortable (de 1,50 à 2m du sol). C'est le principe des antennes mobiles. Il y a deux avantages à cela : il ne faut pas se baisser pour régler la self et lorsqu'elle est positionnée au milieu, le rendement de l'antenne est un peu meilleur. Cela se fait principalement pour les antennes mobiles qui sont très courtes (+/- 2,50m de haut).

Rendement en fonction de la self et de sa position dans l'antenne

Le rendement d'une antenne comportant une self est au prorata de la qualité de cette self. Nous ne parlons pas de la qualité mécanique (encore que...) mais du "Q". Pour un Q élevé, il faut un grand diamètre, une faible longueur, du gros fil et un bobinage sur air. Exemple : les selfs des Butternut HF6V et HF9V ont un Q de 350 et les selfs encapsulées dans un tube en alu

comme en trouve sur la 14AVO et les beams qui ont un Q souvent inférieur à 100.

L'autre facteur de rendement est sa position dans l'antenne. Le meilleur est au centre. C'est un compromis. En voici l'explication. Le rayonnement d'une antenne est proportionnel au courant qui la traverse. C'est le courant et non la tension qui fait le rayonnement. L'impédance au point d'alimentation est de (théoriquement) 50Ω. A l'extrémité, l'impédance est infinie (toujours théoriquement). Si vous reprenez la loi d'ohm, vous verrez que le courant est maximum à l'impédance minimum et nul pour une impédance infinie. Entre les deux, le courant varie proportionnellement à la distance le long du fil. Une self de raccourcissement compense la longueur de fil manquante. Si la self est à la base, c'est la longueur où le courant est le plus fort qui sera remplacée. Et comme une self ne rayonne pas vraiment, c'est de l'efficacité qui est perdue. Quand on place la self au centre, la plus grande partie de l'antenne à courant élevé est active. Mais, me direz-vous, pourquoi alors ne pas la mettre en haut, là où il y a si peu de HF qui sort ? La réactance de la self à mettre (donc son impédance) pour un raccourcissement donné est proportionnelle à la réactance de l'endroit où cette self est intercalée. Ainsi, en bas, il faut peu de réactance -donc une petite bobine- et en haut, il faut une très grande réactance, donc une énorme bobine. Ce n'est pas une question de mécanique -ou peu- mais de Q. Une très longue self a un Q bien plus faible qu'une bobine "carrée". Et le gain en rayonnement est perdu en chaleur dans la self... Au centre, il faut bien entendu une self plus grande qu'à la base mais cela reste dans des proportions acceptables. C'est pourquoi une antenne mobile de 2,5m comme celles décrites dans les vieux bouquins (cfr le Raffin F3AV, par exemple) ou la Texas Bug Catcher, ont un rendement bien plus élevé que les systèmes plus discrets (antennes tournevis ou à selfs interchangeables de la taille d'un (gros) cigare). La self de la Texas Bug Catcher a un Q de +/-400 ; celle des antennes discrètes ont un Q qui est parfois inférieur à 60 ! Ceci explique les différences de puissance à la réception. Entendons nous bien : nous ne disons pas que ces antennes ne fonctionnent pas, loin de là, mais que le rendement est nettement moindre et peut atteindre 2 points S et même moins encore.

Les bobinages à employer

Souvent, les selfs sont tirées de "bobinages au mètre", ces selfs sur air bien connues, rigidifiées par 4 barrettes de polystyrène et qui étaient fabriquées par B&W. Actuellement, National et MFJ en commercialisent. Vous pouvez les construire sur une chute de tube en PVC employé pour les canalisations d'égouttage. Evitez le gris qui contient de sels de zinc et préférez le blanc ou le brun si possible. Le PVC n'est pas le meilleur matériau, le plexiglas est déjà supérieur mais le summum

est le polystyrène. On ne peut malheureusement pas le trouver en tube de grand diamètre.

Ci-contre, la Mini Bug catcher. Elle est maintenant fabriquée par MFJ. La Bug-Catcher est probablement la meilleure antenne mobile. Celle représentée ici est la "mini". En fait, c'est une Bug normale sans l'élément du dessous. C'est une antenne avec self à la base alors que la Bug-catcher est une antenne avec self au centre.

Voici quelques tableaux qui pourront vous servir de base à la réalisation d'une antenne verticale multibande.

Antenne de 2,5m

Self au centre de l'antenne
Caractéristiques de la self :
diamètre du mandrin = 70mm.

Longueur du bobinage : 13cm
60 spires de fil de 1,2mm argenté.

Un fil souple muni d'une petite pince crocodile est soudé en haut de la bobine. Il servira à court-circuiter des spires.



Bande	Prise	
80	toute la bobine en service	
40	21	Spires
20	6	
15	4	
10	self entièrement court-circuitée	

Il faudra ajuster le nombre de spires en service pour le minimum de ROS. On peut aussi employer une antenne télescopique pour le brin supérieur et ajuster la hauteur de celui-ci pour le ROS minimum sur la portion de bande où on compte travailler. Très pratique et précis.

Ci-après : Deux antennes typiques des antennes verticales commerciales.

A gauche la 12AVQ de High-Gain. C'est une antenne à trappes typique. Les trappes isolent les parties résonnantes et raccourcissent électriquement ce qui est au-dessus. Cette antenne est fabriquée depuis plus d'un demi-siècle !

A droite ; la AV-18VS, un autre dinosaure. Celle-ci est accordée par une self à la base. Son rendement est pourtant excellent car,



contrairement à la 12 et à la 14AVQ, elle fait résonner toute la hauteur de l'antenne alors que les autres sont des quarts d'onde raccourcis (sauf sur le 10m). Avec la 18VS, sur 21MHz et au-dessus, on a du gain par rapport à une marconi. De plus, on peut la faire résonner sur n'importe quelle fréquence comprise entre 3 et 30MHz (voir plus haut encore !)

High-Gain est maintenant fabriquée par MFJ.

<http://www.hy-gain.com>

<http://www.mfjenterprises.com>

Les illustrations sont tirées de leurs catalogues

Antenne de 6.9m.

Self raccordée entre la base de l'antenne et la terre.

Caractéristiques de la self : diamètre du mandrin = 63mm. Longueur du bobinage : 12cm. 28 spires de fil de 2mm espacées du diamètre du fil.

Un fil souple muni d'une petite pince crocodile est soudé au point de jonction de l'antenne et de la self. Il ira au point A

Un fil souple muni d'une petite pince crocodile est soudé à l'âme du coaxial. Il ira au point B

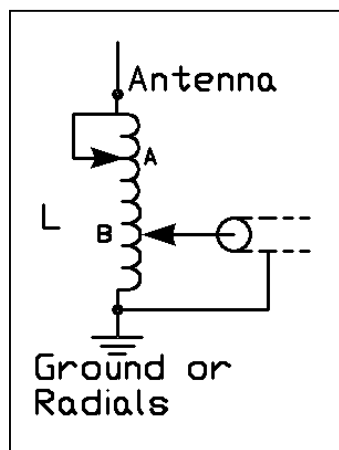
Points	A	B	Spires
Bande			
80	7	24	
40	5	12	
20	3	6	
15	2	3	

10m : la bobine est déconnectée de la terre et le fil allant au point B ira en haut de la self car l'antenne résonne en 3/4 d'onde.

Antenne de +/- 12m

Celle-ci ne convient vraiment bien que pour le 80 au 20m. Au dessus, l'angle de départ est trop élevé et un dipôle sera supérieur pour le DX Self raccordée entre la base de l'antenne et la terre.

Caractéristiques de la self : diamètre du mandrin = 150mm. Longueur du bobinage : 15cm. 9 spires de tube de cuivre de 6mm espacées pour atteindre une longueur de 150mm.



La self de base d'une antenne verticale multibande.

La self centrale d'une antenne mobile se présente de la même manière.

L'âme du coaxial est raccordé à une prise sur la self pour le 80 et le 40m. 80m : 3^{me} spire à partir du bas. 40m : 3^{me} spire à partir du haut. 20m : raccordé au point de jonction de l'antenne et de la self via un condensateur ajustable ou variable de 250pF ou un condensateur variable de 100pF avec un condensateur fixe de 150pF haute tension en parallèle.

La commutation peut de faire à l'aide d'un fil souple muni d'une fiche banane, les prises étant reliées à des douilles bananes sur une planchette quelconque, d'un commutateur en stéatite à 3 position ou de relais télécommandés depuis le shack.

Les valeurs données pour toutes ces antennes ne sont pas garanties car cela dépend de plusieurs facteurs ; notamment la présence de masses métalliques.

Pour les réglages, basez-vous sur le manuel de la Hi-Gain AV-18VS. Il est disponible ici :

<http://www.qrz.ru/schemes/redirect.phtml?id=1904>

Pour des hauteurs d'antenne intermédiaires à ce qui est donné ci-dessus, réalisez la self pour le modèle plus petit.

Le MB (magnetic balun)

Les fameux "magnetic baluns" sont à proscrire pour les antennes d'une hauteur inférieure à 1/2 lambda ! D'abord, ce ne sont pas des baluns mais des "ununs" ; d'un rapport de 9 à 1. Ca veut dire qu'en émission, ils doivent être chargés par une Z de 450Ω (50Ω x 9). Mais voilà, une antenne 1/4 d'onde au sol a une Z de 35Ω. Divisé par 9, ça n'en fait plus que 4Ω. Avec 100W, ça fait un courant de 5A...

Mais nos antennes sont raccourcies. De ce fait, leur Z à la base est inférieure à 15Ω, souvent de 7 à 10. Prenons le pire des cas : une antenne demi-onde CB, soit 5,5m, et 7Ω à la base sur 80m. Ca nous fait 0,8Ω en sortie de magnetic balun et un courant de 11A. Vous imaginez ce que fait un tel courant dans un fil de 0,8 à 1mm de diamètre ?

Mais alors, comment obtient-on un ROS acceptable avec ce système ?

Avez-vous remarqué que les fabricants de ce type d'antenne déconseillent l'emploi de radiales ? Ou, du moins, annoncent leur antenne comme "fonctionnant sans radiales" tout en conseillant éventuellement un simple piquet de terre.

L'impédance vue par le coaxial à la base d'une antenne verticale est égale à la résistance de rayonnement de l'antenne (son impédance) augmentée de la résistance du sol. Un ROS est de 1:1 lorsque l'impédance vue est non réactive et égale à l'impédance du coax. Donc, l'ensemble doit faire 50Ω pour nos installations. Un piquet de terre de 1m a, dans un sol moyennement bon conducteur, une résistance HF de l'ordre de 80Ω. 80Ω (la terre) plus 0,8Ω (l'antenne après le MB) divisé par 50Ω (la Z du coax et du TX à l'autre bout) donne un ROS de 1,6:1. CQFD. Nota : le coax = une radiale

Rendement d'une antenne

Maintenant, calculons le rendement en % dans ces conditions. La formule est : $(Z \text{ antenne} / (Z \text{ antenne} + R \text{ terre})) \times 100$. Traduisons cela en chiffres : $(7 / (7 + 80)) \times 100 = 8\%$. Autrement dit, 92% de l'énergie produite par l'émetteur sert à chauffer le gazon. Et vous passerez 3 points S en dessous de ce que donnerait une antenne convenable ! Nous avons pris 7Ω car c'est l'impédance réelle de l'antenne qui compte, pas celle après le unun. Les pertes dans le MB sont parfois assez importantes et sont à ajouter.

Avec une Z de 35Ω (soit une quart d'onde réelle), cela donnera un rendement de 30% soit près d'un point S perdu. 8 radiales de 10m donneront une R de terre de l'ordre d'une dizaine d'ohms sur 80m (valeur empirique car dépendant de votre sol). Le rendement de cette antenne sera alors de 78%. Si vous placez 64 radiales de 20m, la R de terre (en HF) sera

inférieure à 1Ω , ce qui donnera un rendement de 97%.

Maintenant, la Butternut a une Z de 60Ω sur 20m car la hauteur est supérieure à $1/4$ d'onde (6,9m). Avec 8 radiales de 10m enterrées, bien entendu, pour une Z de moins de 10Ω , le rendement sera de 85%. Voilà pourquoi cette antenne est une des meilleures verticales multibandes au monde.

Pour tous ces calculs, données et abaquages, voyez l'Antenna Book de l'ARRL

Le coupleur

Sinon, il vous reste le coupleur. Tellement pratique et efficace, surtout lorsqu'il est automatique ! Mais c'est assez cher et les pertes sont nettement supérieures à un bon bobinage à la base. D'un autre côté, vous ne devez pas sortir sous la pluie pour changer de bande... Et, en plus, il accordera votre antenne multibandes sur les bandes où elle n'est pas résonnante ; soit, par exemple, les bandes WARC ou le 160m. Le coupleur servira aussi à atténuer le TOS aux extrémités du 80m avant le coax. C'est fortement conseillé car le TOS multiplie les pertes dans le coaxial.

Le coupleur automatique est idéal en mobile où une simple perche en fibre de verre contenant un fil de cuivre vous donnera une bonne antenne réellement multibande.

Les verticales montées en beams

Lorsqu'on raccorde des verticales en opposition de phase (déphasage de 180°) avec un espacement de $0,12$ lambda, on a un effet directionnel dans le sens des antennes avec un gain de 4,3dB. A $0,06$ lambda, le gain est encore légèrement supérieur à 4dB. A $0,24$ lambda, il est de 3,7dB, à $0,36$ lambda, il est de 3dB et à $0,48$ lambda, il est encore de 2,3dB

En les raccordant en phase avec un espacement de $0,65$ lambda, on a toujours un effet directionnel et un gain encore plus important : 4,9dB ! Malheureusement le gain chute très vite pour les bandes de part et d'autre de la fréquence centrale. Ce mode de raccordement ne convient donc pas pour le multibande. Problème : vous n'avez que deux directions possibles.

Gain en fonction de l'espacement des antennes alimentées en opposition de phase

Basé sur les abaquages de l'Antenna Book de l'ARRL. L'opposition de phase se fait à l'aide d'un transfo HF large bande avec deux

secondaires en sens opposé. Nous donnons les valeurs de gain pour deux espacements : 5m et 2,5m. C'est peu et c'est suffisant. Bon nombre de radiales de l'une conviennent pour l'autre : chaque antenne a son segment de radiales (= sa demi circonférence) et elles sont raccordées entre elles par un fil enterré.

Espacement	5m	2,5m
Bande	Gain en dB	
80	4	3,5
40	4,3	4
20	3,7	4,3
15	3,4	4,2
10	2,1	3,7

Gain en fonction de l'espacement des antennes alimentées en phase

Basé sur les abaquages de l'Antenna Book de l'ARRL. Nous donnons les valeurs de gain pour un espacement de 5m. Cela n'est utilisable que pour le 20m et au dessus. Sur 40 et 80m, le gain est à peine supérieur à 0dB ; mais ça fonctionne tout de même correctement et on a au moins le bénéfice d'une certaine atténuation en sens opposé, ce qui peut être utile en cas de QRM.

Espacement	5m
Bande	Gain en dB
20	1
15	2,2
10	3,8

Références :

- L'ARRL Antenna Book qui est assez accessible moyennant une connaissance acceptable en la matière
- L'excellent mais assez théorique "Low Band DXing" de ON4UN édité aussi par l'ARRL*
- Vertical Antennas de W6SAI et W2LX édité par le Radio Amateur Callbook : la bible de l'antenne verticale
- La documentation Butternut :
- MFJ a publié un livre sur la réalisation d'antennes de tout type basées sur des tubes en PVC : Easy-up Antennas de W3FQJ, ref : MFJ-38. Il y a pas mal d'antennes verticales pour OM et pour broadcast.

* Pour vous le procurer si vous ne le trouvez pas en librairie spécialisée, vous pouvez envoyer un mail à John : on4un@uba.be

ON5FM