

L'antenne G5RV utilisée en multi-bandes

Robert BERRANGER, F5NB

L'antenne "G5RV" est très populaire. Il en existe de nombreuses versions dérivées correspondant à des mises en œuvre très diverses (mono bande, multi bandes, avec ou sans coupleur symétrique, etc.). Il en résulte que lorsque l'on parle de la G5RV, personne ne sait de quoi il parle réellement. Dans cet article, je vais aborder l'utilisation multi bandes qui peut en être faite en fonction du choix de certains paramètres (aidé en cela par un simulateur professionnel à cœur NEC2D).

Si un ROS élevé n'a jamais empêché une antenne de rayonner sans diminution de son rendement, il n'en va pas de même pour l'émetteur et la ligne d'alimentation. En effet, un émetteur HF large bande a besoin d'être chargé par son impédance nominale, sinon son système de sécurité diminue la puissance de sortie, en général en $1/\text{ROS}^{(1)}$. Quant à la ligne, si elle est à fils parallèles dans l'air, elle accepte des ROS importants sans pertes significatives, mais si elle est coaxiale, elle n'accepte que des ROS inférieurs à une valeur de 3 à 5 selon la qualité du coaxial (et son prix).

Un peu d'histoire

Tout d'abord un peu d'histoire, ou "quand le présent rejoint le passé".

Du temps des lampes, les émetteurs avaient un étage de sortie accordé. Celui-ci permettait généralement de rattraper un ROS inférieur à 5. C'était bien utile mais peu pratique car il fallait accorder le PA à chaque changement de fréquence.

Avec les amplis transistorisés à large bande, plus besoin d'accorder le PA à condition d'avoir un système antenne à très faible ROS. Ceci explique l'acharnement que mettent tous les constructeurs d'antennes pour obtenir un ROS de 1, même si cela se fait au détriment du gain utile de celles-ci...

Avec les progrès de l'informatique, les émetteurs modernes disposent maintenant presque tous d'un système d'accord automatique à la sortie du PA. Celui-ci n'est en général pas dimensionné (coût et encombrement) pour rattraper des ROS supérieurs à 3 ou 4.

Nous sommes revenus à la même situation technique qu'avec les lampes, mais maintenant, l'accord est automatique.

Cela relance l'intérêt pour des systèmes antennaires multi-bandes simples et bon marché, capables de contenir le ROS dans des limites raisonnables.

L'antenne G5RV.

La G5RV d'origine était constituée d'un doublet de 31,1m alimenté au centre par une ligne bifilaire d'impédance quelconque de 10,36m de longueur. La ligne bifilaire peut être suivie par un câble coaxial d'impédance 75Ω , de longueur quelconque.

Dans l'esprit de son créateur, la G5RV était une antenne mono bande 20m. Sa longueur de $3\lambda/2$ lui procure un diagramme de rayonnement à six lobes, beaucoup plus omnidirectionnel qu'un doublet demi-onde. La descente en ligne bifilaire ne joue aucun rôle particulier autre que d'éloigner le coaxial de l'antenne et peut avoir une impédance quelconque, ayant une longueur électrique de $\lambda/2$.

Ainsi utilisée, le ROS dans le câble coaxial est faible et celui dans la ligne d'autant plus élevé que son impédance est grande, mais elle a peu de pertes.
La G5RV est prévue pour être montée horizontalement à une hauteur d'au moins 12 mètres.

N-B : La G5RV n'est qu'un cas particulier de l'antenne "center-fed" alimentée par ligne symétrique, comme l'antenne LEVY⁽²⁾.

La G5RV utilisée en multi-bandes⁽³⁾

La G5RV ne serait sans doute pas restée dans les annales du radioamateur, si elle n'avait révélé des propriétés particulières (faible ROS) en utilisation multi-bandes, **si l'on prend pour le doublet le bon diamètre de fil et pour la ligne et le câble coaxial des impédances adéquates**. Le ROS étant contenu dans des limites raisonnables pour un coaxial, l'accord peut se faire au niveau de l'émetteur avec des boîtes d'accord simplifiées, comme celles incluses dans les transceivers modernes.

Plusieurs OM ont décrit leurs "recettes" et ici, je ne fais qu'ajouter la mienne. Elle consiste à utiliser un doublet de diamètre 3mm (env. 6mm²) et une ligne bifilaire 300 Ω⁽⁴⁾ prolongée par un câble coaxial 50 Ω⁽⁵⁾. Personnellement, j'insérerais un (bon) symétriseur (balun 1/1) entre la ligne et le coaxial. Nous avons le système sur la figure 1.

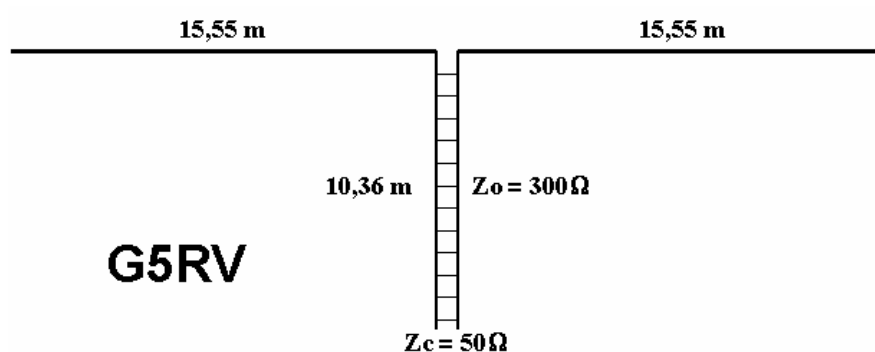


Figure 1

Rappel général sur les dipôles symétriques du type "doublet".

Les doublets résonnent avec une impédance faible sur les fréquences pour lesquelles leur demi-longueur électrique contient un nombre **impair** de quarts d'ondes. Pour ces fréquences, l'alimentation pourra se faire avec un câble coaxial de 50 ou 75Ω avec un ROS acceptable ($L_{ant} < 3\lambda$).

Ils résonnent aussi sur les fréquences pour lesquelles leur demi-longueur contient un nombre **pair** de quarts d'onde (antirésonance). Pour ces fréquences, l'impédance est très élevée, de l'ordre de quelques kΩ. Il faut impérativement un transformateur pour l'adapter à un coaxial. Prenons l'exemple d'un doublet demi-onde pour la bande des 7 MHz. Pour celle-ci, son impédance théorique est de 73Ω. Sur 21 MHz, son impédance aura très peu augmenté. Par contre sur 14 et 28 MHz, son impédance sera très élevée et inadaptée à la ligne coaxiale. En dehors de ses fréquences de résonances, le doublet rayonne avec un **aussi bon rendement**, mais il a besoin d'une adaptation pour neutraliser la réactance et ramener l'impédance à celle de l'émetteur.

La partie doublet de la G5RV

Le doublet constitue l'antenne proprement dite, la partie qui rayonne.

Pour nos bandes amateurs, le doublet est en résonance harmonique 3 sur 14,3 MHz, et en antirésonance harmonique 6 sur 28,8 MHz. Nous avons sur la figure 2, l'allure du ROS dans la bande 3-30 MHz pour un fil de diamètre 3mm.

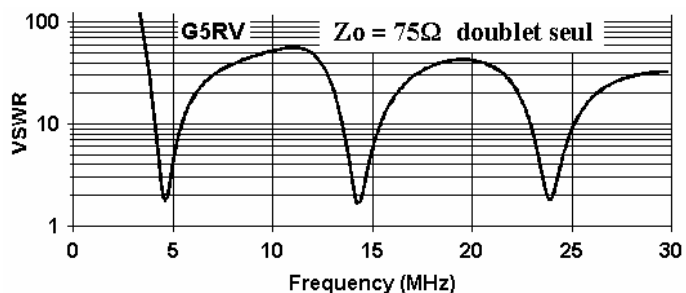


Figure 2

Noter que le ROS maxi aux antirésonances est d'autant plus faible que le fil a un diamètre élevé (relativement à la longueur d'onde).

Nous avons maintenant sur la figure 3 les diagrammes de rayonnement pour toutes nos bandes principales.

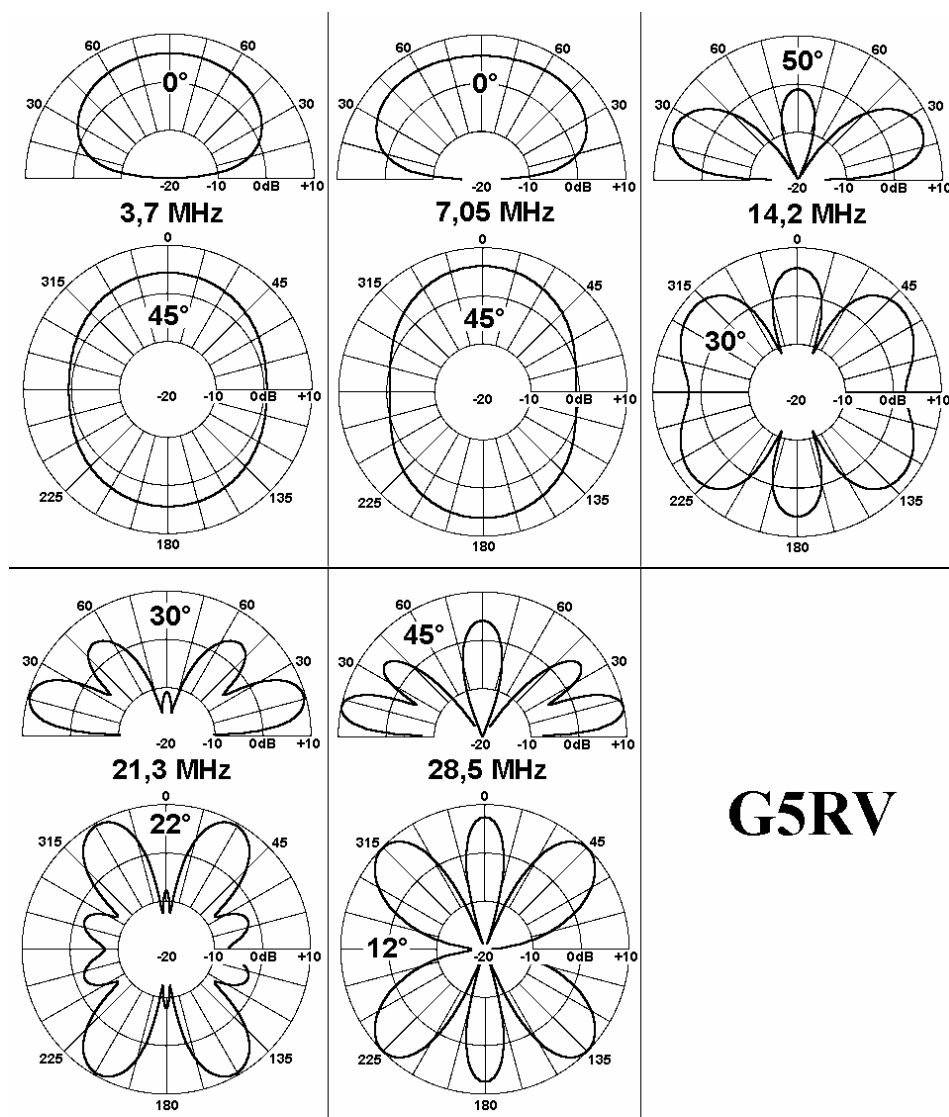


Figure 3

Important : Ces diagrammes ne sont pas spécifiques à la G5RV. Ils sont valables pour **tous les doublets** (dipôles symétriques) de 31,1 m. Ils correspondent à une antenne disposée horizontalement à 12 m de hauteur au dessus d'un sol moyen (jardin). Se souvenir que dans le cas d'une antenne horizontale, le diagramme vertical est fonction de sa hauteur exprimée en longueurs d'ondes.

N-B : Les diagrammes *V* correspondent à un axe de plus grand gain *H*, et les diagrammes *H*, au maxi du gain du premier lobe *V*, sauf pour le 80m, où il est pris un angle de 45°. Le gain est exprimé en dBi.

Comme pour toutes les antennes à polarisation horizontale, l'angle de départ *V* remonte significativement dès que sa hauteur électrique descend en dessous de $\lambda/2$. Pour le DX 80m, la G5RV ne concurrence pas une antenne verticale bien installée et bien dégagée, à moins de la monter à une trentaine de mètres.

La partie ligne.

Tout d'abord quelques rappels sur les propriétés des lignes.

a) Ligne $\lambda/4$.

Une ligne $\lambda/4$ chargée par une impédance à une extrémité présente à l'autre une impédance "image" en rapport géométrique avec son impédance caractéristique. Image géométrique veut dire que le rapport entre l'impédance de charge (Z_c) et l'impédance caractéristique (Z_o) est égal au rapport de celle-ci avec l'impédance d'entrée (Z_i). Soit $Z_c/Z_o = Z_o/Z_i$.

En conséquence :

- Une ligne $\lambda/4$ ouverte présente un court-circuit à son autre extrémité
- Une ligne $\lambda/4$ fermée présente une impédance infinie à son autre extrémité
- Si l'impédance est selfique, l'image sera capacitive, et inversement.
- Si l'impédance purement résistive est inférieure à l'impédance caractéristique de la ligne, l'impédance image sera supérieure, et inversement.

La transformation d'impédance avec une ligne quart d'onde n'est simple que pour quelques cas particuliers. Par exemple si Z_i est résistif pur, Z_c le sera également et si Z_i est égal à Z_o , la partie réactive (X) sera égale à $(-1/X)$.

b) ligne $\lambda/2$.

Une ligne $\lambda/2$ est obtenue par la mise en série de deux lignes $\lambda/4$. Les transformations d'impédance par les lignes $\lambda/4$ étant réversibles, l'impédance de sortie d'une ligne $\lambda/2$ recopie l'impédance d'entrée, et ceci, quelle que soit l'impédance de la ligne.

c) ligne de longueur quelconque.

Avec des lignes de longueurs différentes, les transformations d'impédances sont toujours complexes. On peut les calculer grâce à des formules compliquées qu'on ne retient jamais, ou utiliser un abaque spécial appelé « abaque de Smith ». Celui-ci est valable pour toutes les longueurs de lignes.

Adaptation d'impédance à l'aide d'une ligne.

On peut toujours passer d'une impédance complexe quelconque à une impédance voulue en utilisant un morceau de ligne d'une impédance précise et d'une longueur adéquate. On peut les calculer avec des formules compliquées dérivées des formules de transformation d'impédance, mais cela ne fonctionnera que pour une seule fréquence. Dans le cas qui nous

préoccupe, on part d'une impédance de 300Ω et d'une longueur de 10,36 m. Il ne nous reste plus qu'à contrôler que l'impédance du dipôle et sa transformation par la ligne amène un ROS "acceptable" par un câble coaxial, et ce, pour un maximum de bandes radioamateurs.

Application à la G5RV.

Nous avons sur la figure 4 le ROS (VSWR en anglais) résultant de la mise en série de la ligne avec le doublet.

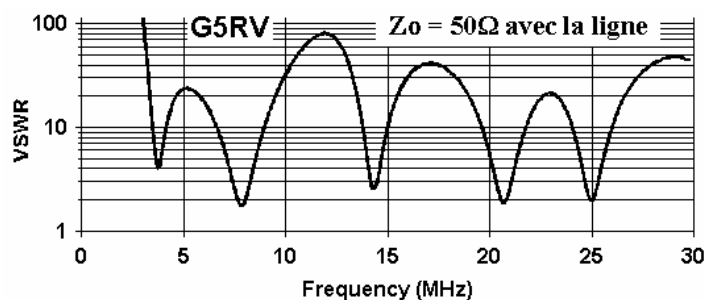


Figure 4

Nous voyons *a priori* que le résultat n'est pas mauvais, à part la bande des 10 mètres. Nous avons sur la figure 5 le détail du ROS pour les bandes amateurs couvertes ($Z_0 = 50\Omega$).

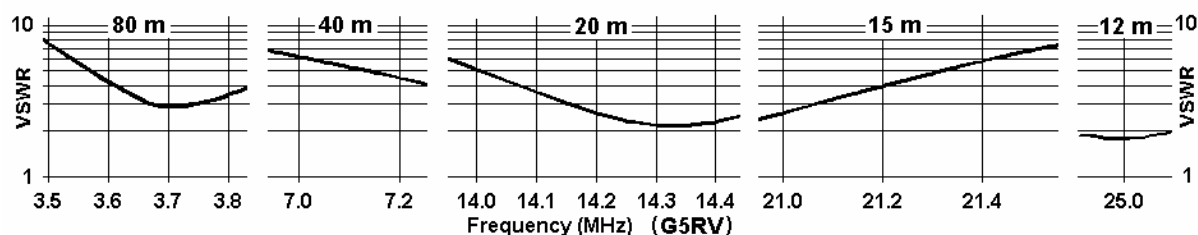


Figure 5

Fonctionnement succinct, bande par bande.

- Bande 80m. Le dipôle est plus court que $\lambda/4$. Electriquement il est rallongé par la longueur de la ligne pour présenter une résonance au niveau du coaxial. Le ROS n'est dû qu'à la partie réelle de l'impédance ramenée.
- Bande 40m. Par principe, elle ne peut pas résonner sur 40m car la ligne a une longueur pratiquement égale à $\lambda/4$, et le dipôle a une longueur de $0,73\lambda$. La résonance de l'ensemble a lieu vers 7,8 MHz. A cette fréquence, le doublet présente une impédance capacitive et la ligne a un comportement selfique. Les deux réactances se compensent. Le doublet étant proche de l'antirésonance a une impédance élevée qui est transformée en basse impédance par la ligne qui est proche du quart d'onde. Comme les effets dans la ligne se compensent, le ROS reste encore acceptable pour la bande des 40 m.
- Bande 20m. Ici, tout est clair. Le doublet résonne en harmonique 3 et la ligne ayant une longueur de $\lambda/2$ recopie l'impédance du doublet.
- Bande 15m. Ici, nous avons une situation inverse à celle trouvée sur la bande 40m. La résonance a lieu un peu en dessous, à 20,7 MHz, mais dans la bande, le ROS reste inférieur à 5.
- Bande 12m. Nous retrouvons une situation similaire à celle du 40 m. Ici, par chance, la résonance tombe dans la bande. Noter que plus on monte en fréquence, et plus l'antenne et la ligne développent un nombre important de quarts d'onde, ce qui fait que les occasions de compensation se multiplient.

- Bande 10m. Là, pas d'espoir. Le doublet est en antirésonance en développant deux fois trois demi-ondes, donc à haute impédance. Et la ligne ayant une longueur d'onde entière (2 fois $\lambda/2$), recopie cette impédance.

Fonctionnement détaillé sur la bande 80m.

Nous allons montrer l'adaptation d'impédance à l'aide de l'abaque de Smith. Cela nécessite de connaître la valeur de l'impédance ramenée par le doublet pour la fréquence considérée, que nous choisirons ici à la résonance obtenue, soit $35,7\Omega -j320$ à 3,75 MHz (impédance fournie par le simulateur). La figure 6 nous montre les opérations faites sur l'abaque de Smith.

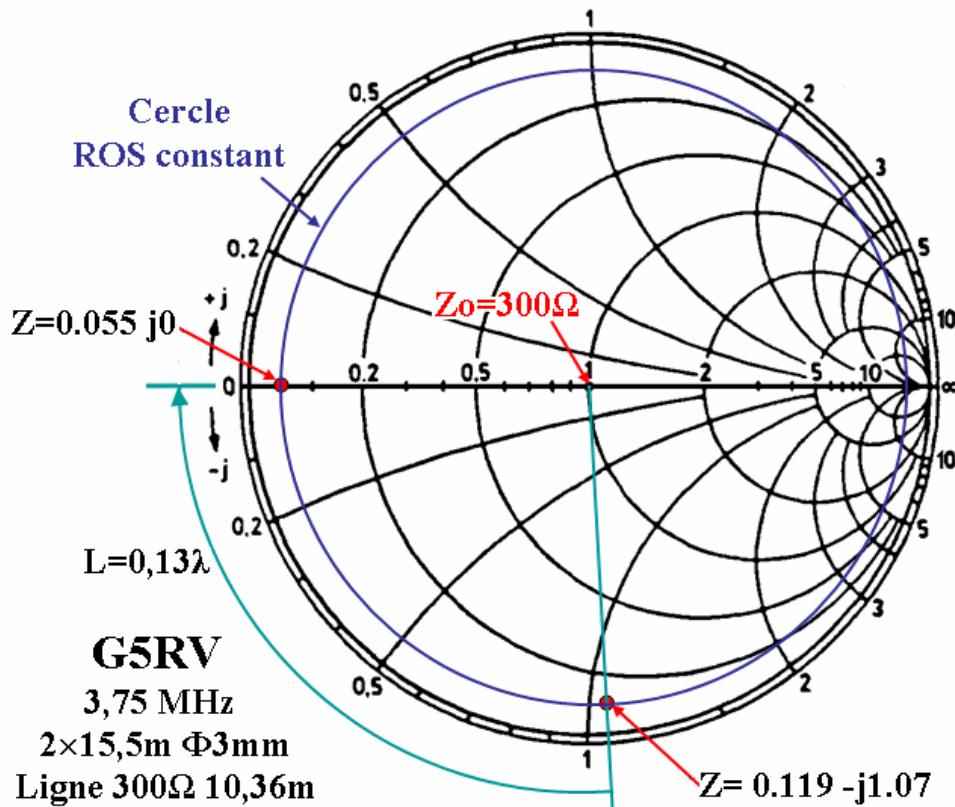


Figure 6.

Il nous faut d'abord normaliser notre impédance en la divisant par l'impédance de la ligne (300Ω), soit $Z_i = 0.119 - j1.07$, et reporter ce point sur l'abaque.

Ensuite on fait passer par ce point le cercle de ROS constant (centre = 1 = ligne de 300Ω).

Toutes les impédances situées sur ce cercle amènent le même ROS dans la ligne.

Ensuite, on se déplace sur le cercle avec un arc égal à la longueur électrique de la ligne, soit ici $0,13\lambda \{10,36 / (300/3,75)\}$. Noter que le cercle complet représente $0,5\lambda$ (voir ci dessus les propriétés d'une ligne $\lambda/2$), et qu'en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, nous allons de la charge vers la source (de l'antenne vers l'émetteur), comme ici.

Nous obtenons une impédance de $0,055 + j0$, c'est-à-dire que nous sommes à la résonance (avec $Z < Z_o$). En dé normalisant, nous obtenons une impédance de $16,5 \Omega + j0$ ($0,055 \times 300$).

Si nous connectons un câble coaxial de 50Ω , nous aurons un ROS de $50 / 16,5 = 3,03^{(6)}$.

Nous pouvons refaire la même opération pour toutes les autres bandes. Si nous obtenons une impédance complexe (en dehors de la résonance), alors, pour connaître le ROS, il suffit d'utiliser le point P où le cercle de ROS constant coupe l'axe des réels ($X=0$) pour calculer $\{Z_o / P\}^{(7)}$, et multiplier par $\{Z_{\text{coax}} / Z_o\}^{(7)}$ pour avoir le ROS dans le coaxial.

Noter que le ROS minimum n'a pas forcément lieu à la résonance. Cela dépend du sens et de la vitesse de variation de la partie résistive autour de la résonance, et de son rapport avec l'impédance caractéristique choisie (Z_0). Par exemple, pour le 80m, la résonance a lieu à 3,75 MHz, mais le ROS mini (2,9) a lieu à 3,7 MHz.

Utilisation

On peut brancher directement le câble coaxial à la sortie d'un émetteur à tubes ou à celle d'un émetteur avec boîte d'accord intégrée pour les bandes couvertes. Avec les émetteurs large bande, on peut utiliser une boîte d'accord standard pour coaxial, avec un montage spécial pour le 10m si la boîte est directement connectée à la ligne 300 Ω . Sinon, dans tous les autres cas, il faudra télécommander la transformation d'impédance pour le 10m (transfo accordé). A la réception, le coaxial pourra être branché directement à l'entrée du récepteur pour les bandes couvertes.

Optimisation de la G5RV ?

Ce n'est pas un exercice facile. En effet, nous pouvons modifier plusieurs paramètres.

D'abord les paramètres fondamentaux :

- La longueur totale du doublet
- L'impédance de la ligne
- La longueur de la ligne
- L'impédance du coaxial

Ensuite les paramètres moins influents :

- Le diamètre du fil du doublet
- La disposition du doublet
- La hauteur du doublet
- La qualité du sol

Noter que certains paramètres mineurs, voire négligeables avec un dipôle résonnant (demi-onde) et ligne adaptée, prennent ici de l'importance à cause du rôle de transformation d'impédance de la ligne.

Certains radioamateurs se sont confrontés au problème avec des résultats mitigés. Pour ma part, je pense que l'optimisation de la G5RV d'origine, en essayant de diminuer le ROS moyen dans les bandes couvertes autrement qu'avec des pertes dans la ligne, peut se faire en augmentant le diamètre des brins rayonnants, et en retouchant les dimensions. Le diamètre devenant vite prohibitif pour un fil seul, il conviendrait d'utiliser la technique de fabrication des antennes épaisses, décrite dans l'annexe 2.

Maintenant, si l'on se contente d'un plus petit nombre de bandes, l'optimisation est plus facile. En particulier, si l'on abandonne la bande des 15m.

Disposition en V inversé.

J'ai regardé avec le simulateur les conséquences de la disposition en V inversé de l'antenne décrite ci-dessus. L'alimentation est toujours à 12m de hauteur, mais les extrémités ne sont qu'à 3m de hauteur (dipôle toujours dans le même plan).

Comme l'on peut s'y attendre, les effets se feront d'autant plus sentir que la fréquence de travail sera basse. Ainsi sur 80m, la résonance diminue de 100 kHz, et l'impédance passe d'une quinzaine d'ohms à moins de neuf ohms. Sans transformateur, le ROS passe alors de 3 à 6. Sur 40m l'impédance change un peu, mais quasiment pas le ROS. Pour les bandes supérieures, peu de changement.

Les diagrammes de rayonnement ont des lobes moins prononcés, avec l'ajout d'une composante verticale dans la polarisation. En conséquence, le gain chute un peu, mais le diagramme vertical descend plus bas.

Globalement, à part le ROS sur la bande 80m, la disposition en V inversé est plutôt favorable à un trafic varié (local / DX).

Variante.

S'il y avait quelque chose à reprocher à la G5RV, ce serait de ne pas avoir de résonance sur 28 MHz. Ceci oblige à avoir une commutation ou un coupleur symétrique à haute impédance. Une solution consisterait à reprendre le problème à partir de la bande 10m, en cherchant un moyen pour avoir la résonance puis regarder les conséquences pour les autres bandes. Et... j'ai trouvé celui-ci :

Sur 28 MHz, la G5RV développe 12 quarts d'onde. Il suffit d'en disposer 5 d'un côté de l'alimentation et 7 de l'autre côté. Dans ce cas, nous aurons des nombres impairs de quarts d'onde et nous serons en résonance avec une impédance faible. La ligne développant une onde entière recopiera cette impédance.

Nous rencontrons un nouveau problème, car avec un dipôle dissymétrique, la ligne va rayonner, et modifier le système. Il convient alors de mettre un balun 300Ω (1/1) entre la ligne et l'antenne. La fabrication de ce balun est délicate du fait du ROS important qu'il devra subir, et les résultats dépendront beaucoup de sa qualité. Pour la simulation, on considère qu'il est parfait. Alors le simulateur nous montre, que non seulement cela se passe bien pour le 28 MHz, mais aussi pour les autres bandes, il faut simplement augmenter un peu les dimensions pour se recentrer. Nous avons gagné, outre la bande des 10m, la bande des 30m et celle des 17m, mais perdu la bande des 12m. On ne peut pas tout avoir.

Nous avons sur la figure 7 les dimensions de la nouvelle antenne.

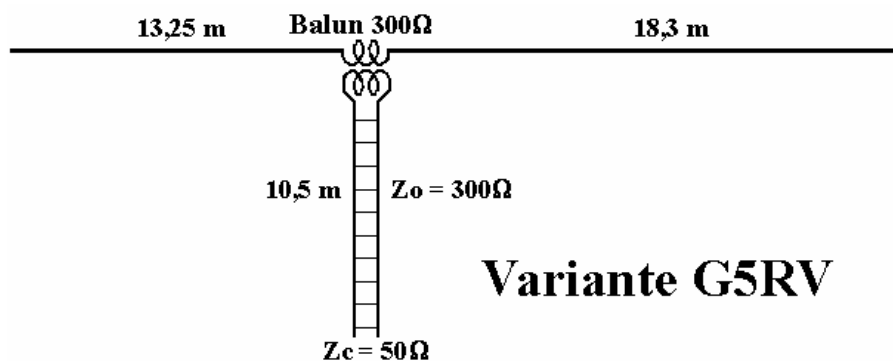


Figure 7

La figure 8 nous montre le ROS dans la bande 3-30 MHz du dipôle seul.

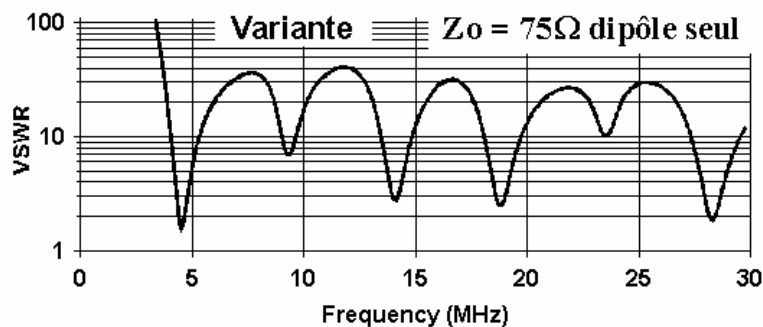


Figure 8

Nous constatons la multiplication des fréquences de résonance apportée par la dissymétrie.

La figure 9, nous montre le ROS pour toutes les bandes amateurs couvertes pour l'ensemble dipôle plus ligne ($Z_0=300\Omega$ et $Z_c = 50\Omega$).

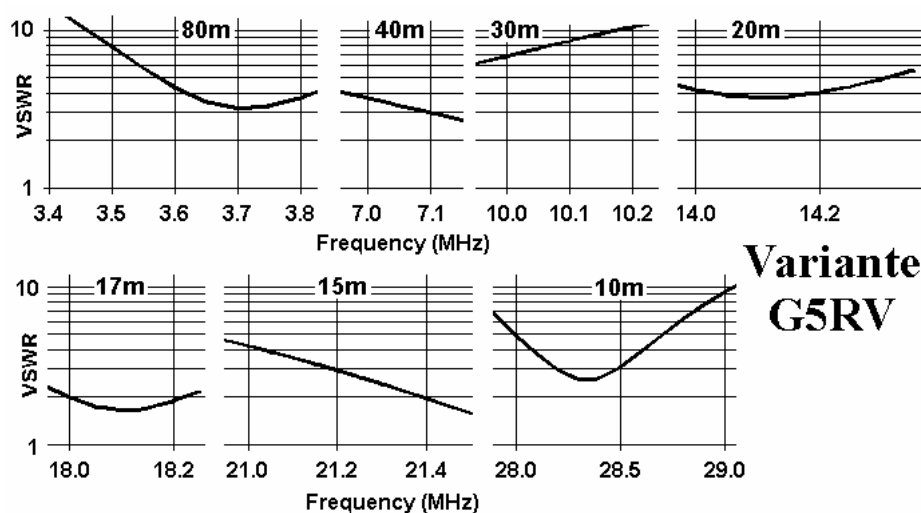


Figure 9

Concernant les diagrammes de rayonnement, par rapport à ceux de la G5RV de la figure 3, nous obtenons une légère dissymétrie axiale, occasionnée par la dissymétrie du dipôle. L'autre différence concerne les bandes 15m et 10m, où l'antenne est beaucoup plus omnidirectionnelle.

N-B : Les courbes ci-dessus correspondent à une antenne réalisée en fil souple spécial antenne filaire, d'un diamètre de 3mm, montée horizontalement à 12 m de hauteur, et bien dégagée. Si quelqu'un fabriquait cette antenne, et trouvait des résultats loin de la simulation, cela résulterait sûrement de la mauvaise qualité du balun (peut-être impossible à réaliser parfaitement).

Q : Et si l'on ne met pas de balun entre la ligne et l'antenne ?

R : C'est une expérimentation à essayer. Mais ça change tout, et cela risque d'être long pour trouver un compromis acceptable⁽⁸⁾. En effet, aux huit paramètres listés précédemment, il faut ajouter le rapport de dissymétrie du doublet.

Autrement, on pourrait aussi utiliser un transfo avec un rapport différent de l'unité, ou mettre deux lignes en série, d'impédances et de longueurs différentes.

Conclusions

C'est fou ce que l'on peut faire avec quelques bouts de fils. Le tout est de les couper à la bonne longueur. Merci à G5RV pour avoir imaginé une antenne qui cachait un tel potentiel pour le radioamateur. Maintenant, il ne faut pas lui demander plus qu'elle ne peut donner. C'est sans doute une méconnaissance de son fonctionnement qui amène certains OM à la critiquer. C'est quand même l'un des meilleurs moyens **bon marché** pour fabriquer un système antenne multi-bandes à ROS raisonnable et conservant tout son rendement. Pour finir, si vous avez réalisé l'une des antennes décrites ici, et que vous trouvez un meilleur ROS moyen, cela ne signifie pas que votre antenne fonctionne mieux. Au contraire, cela veut dire qu'elle a des pertes, probablement celles d'une ligne "twin-lead 300 Ω " de mauvaise qualité, et/ou celles du câble coaxial.

Il ne faut pas s'émouvoir pour quelques pertes. Un rendement de 80% correspond à des pertes de seulement 1 dB (1/6^{ème} de point S). Mais cela suffit pour abaisser un ROS de 4 à 2,83 et ainsi pouvoir entrer dans la plage d'une boîte d'accord automatique. Les pertes dans le câble sont aussi souvent la raison pour laquelle les antennes VHF semblent bien meilleures qu'en réalité.

On peut alors se demander si cela sert à quelque chose de se décarcasser pour obtenir une antenne multi bandes sans trappes ni bobines, en espérant diminuer les pertes, si finalement on est quand même obligé d'utiliser un coupleur, objet de pertes, auxquelles s'ajoutent éventuellement celles du câble coaxial. C'est souvent le cas pour une antenne du type G5RV, mal conçue et/ou mal montée.

Ce genre d'antenne se justifiait du temps des émetteurs à lampes. Avec les transceivers modernes, l'emploi d'une antenne « large bande » du type « trombone chargé au centre » (genre W3HH) me semble beaucoup plus judicieux, si l'on sait fabriquer un bon balun 600/50Ω⁽⁹⁾. Sinon, ce transfo étant très répandu, on en trouve de bonne qualité dans le commerce, si l'on y met le prix. Bien sûr l'expérimentation est plus dans l'esprit du radioamateur. Le problème, avec les antennes HF, c'est qu'il a rarement les moyens de contrôler son travail⁽¹⁰⁾.

F5NB.

Annexe 1. Fabrication d'une ligne bifilaire.

L'impédance d'une ligne bifilaire dépend du diamètre des fils, de l'espacement et du type de diélectrique entre eux. Dans l'air, la formule de calcul de l'impédance se réduit à :

$$Z_0 = 276 \text{Log} \left(\frac{2D}{d} \right)$$

avec : D = espacement (centre à centre), d = diamètre des fils (mêmes unités), et Log = logarithme décimal.

Pour une ligne 300Ω, avec du fil électrique de 2,5mm², le diamètre d est de 1,78mm et l'espacement D est de 11mm. Avec du fil souple genre fil d'antenne d'un diamètre 3mm, l'espacement passe à 18mm.

Pour une ligne 600Ω, l'espacement est de 133 mm pour du fil de 2,5mm² et de 225 mm pour du fil de diamètre 3 mm.

Pour maintenir les fils bien parallèles, on utilisera des écarteurs isolants, genre PVC, tous les 30cm environ. Ces écarteurs peuvent avoir une section droite, en L, en U, carrée ou circulaire. Ils ne doivent pas être trop épais pour diminuer le poids et l'effet diélectrique. Les écarteurs seront maintenus en place avec des œilletons soudés ou sertis sur les fils. Nous trouvons facilement les matériaux nécessaires dans les magasins de bricolage. Voir sur la figure 11 la mise en dessin de tout ceci.

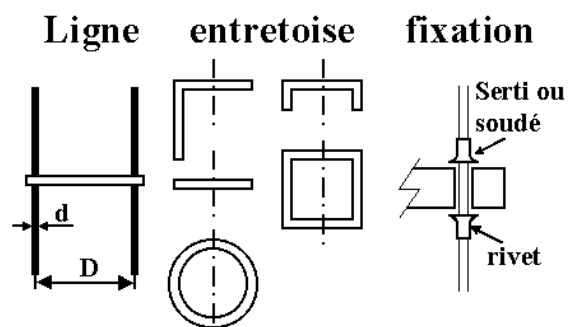


Figure 11

Annexe 2. Fabrication d'une antenne filaire épaisse.

Ceci s'adresse à ceux qui préfèrent faire un peu de mécanique plutôt que de fabriquer une boîte d'accord antenne.

Le principe consiste à remplacer un tube plein qui serait trop lourd par trois fils disposés sur le diamètre d'un cercle de diamètre équivalent et reliés entre eux. Au centre est disposé un câble (filin) métallique de diamètre suffisant pour supporter la traction exercée sur l'antenne une fois installée. Ainsi, les fils peuvent être en fil de cuivre ordinaire. L'ensemble est maintenu en place par des écarteurs tous les 30 à 50 cm, de préférence soudés aux fils. Là aussi, nous trouvons le matériel dans les magasins de bricolage. Tous les détails de construction sur la figure 12. Naturellement, ce n'est pas la seule méthode possible. Attention, le dessin n'est pas à l'échelle.

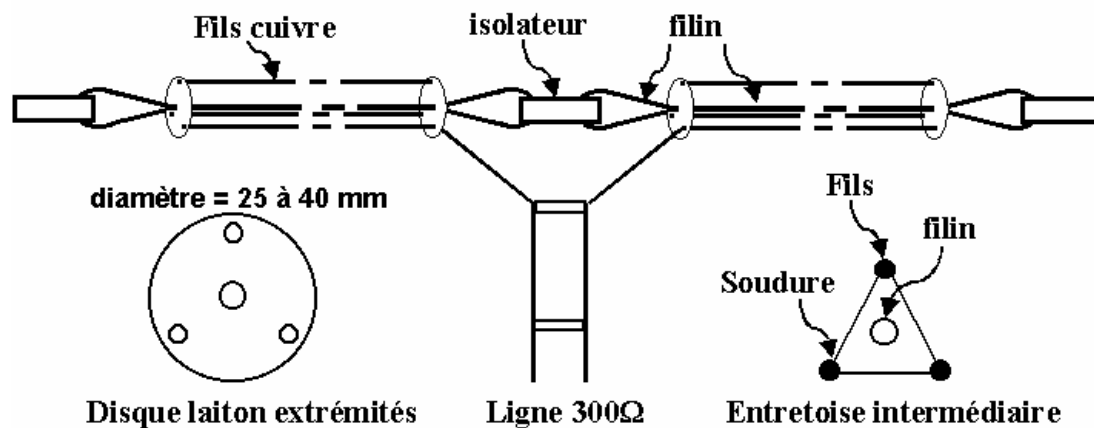


Figure 12

Les deux disques des extrémités sont fixés au filin. Les fils sont soudés à tous les disques.

Méthode de fabrication :

- enfiler les disques sur les filins mis à la bonne longueur. Attacher les isolateurs en sertissant les extrémités des filins.
- tendre l'antenne au niveau du sol.
- enfiler les fils de cuivre
- coincer sur le filin (entre deux serre-câbles) les disques des extrémités, tendre les fils de cuivre et les souder.
- répartir et souder les entretoises intermédiaires.
- fixer mécaniquement la ligne

Le filin peut avoir un diamètre de 2 à 3 mm et les fils peuvent être du simple fil électrique 2,5 mm². On peut remplacer l'isolateur central par un type à trous imbriqués (comme deux maillons de chaîne). L'ajustage de la longueur pourra se faire avec des petits bouts de fil qu'on laisse pendre aux extrémités.

Si l'on veut augmenter encore le diamètre, il faut augmenter le nombre de fils, et l'antenne devient lourde.

Le diamètre équivalent obtenu dépend du nombre de fils ainsi que du rapport entre le diamètre des fils et le diamètre du cercle inscrit, conformément à l'abaque de la figure 13.

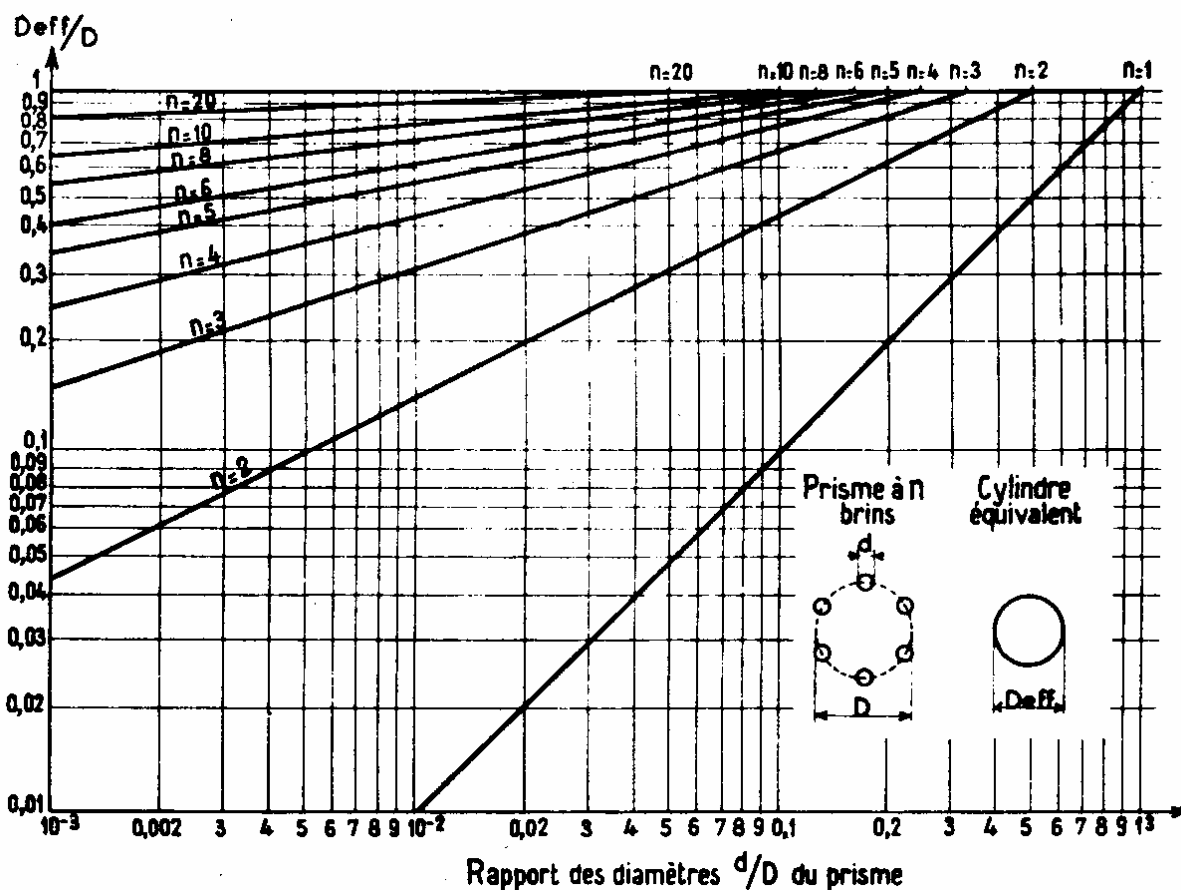


Figure 13

Bibliographie.

Elle est importante. Il n'y a qu'à taper « antenne G5RV » dans un moteur de recherche pour le constater. On constatera aussi que très peu de gens savent comment fonctionne cette antenne. Par exemple, personne ne parle de l'importance du diamètre du fil utilisé, et pire, seulement quelques-uns parlent de la grande importance de l'impédance de la ligne. La plupart des gens se contentent de généralités, glanées çà et là, et bien sûr, ils ne risquent pas de se tromper beaucoup en restant dans le vague.

Moi-même, j'ai déjà publié dans Radio-REF de juin 2004, un article sur la G5RV, où je n'avais qu'incomplètement parlé des conséquences liées au diamètre du fil. Par ailleurs, j'avais émis au sujet du rayonnement des lignes symétriques connectées à un dipôle asymétrique, une opinion très contestable. C'est pourquoi, j'ai réécrit l'article, et bien qu'une grande partie ait été empruntée à l'ancien, je pense qu'une nouvelle publication s'imposait. Je prie les lecteurs et la rédaction de Radio-REF de bien vouloir m'excuser.

Notes :

- (1) Voir l'article "Echange de puissances entre un générateur et une charge..." paru dans R-REF de septembre 2003
- (2) Les OM qui utilisent leur G5RV avec un coupleur symétrique pour ROS élevés à l'extrémité de la ligne, devraient parler "d'antenne G5RV utilisée en Lévy (ou center fed)", et non d'antenne G5RV tout court.
- (3) Différences entre l'antenne large bande (dite quelquefois "apériodique") et l'antenne multi bandes :
 - L'antenne large bande a été optimisée pour avoir un ROS moyen minimum sur toute la bande de fréquence.

- *L'antenne multi-bandes est une antenne optimisée pour avoir un ROS moyen minimum uniquement sur les portions de bande utilisées. Elle peut être une optimisation d'une antenne large bande, ou être une antenne à accords multiples comme les antennes à trappes.*
- (4) *Attention à appliquer le coefficient de vitesse si la ligne utilise un diélectrique autre que l'air (Longueur électrique = longueur mécanique divisée par le coefficient). Noter que les transformations d'impédance effectuées par la ligne dépendent de son impédance caractéristique, cette dernière ne peut donc pas être quelconque.*
- (5) *Si l'on peut brancher la ligne directement à la boîte de couplage (sans changer sa longueur), le problème du ROS dans le câble coaxial est résolu. Mais en toute rigueur, on ne doit plus parler d'antenne G5RV, mais d'une variante d'antenne Lévy.*
- (6) *Si l'on se contentait de la bande 80 m, un simple balun 1/3 ferait une excellente adaptation.*
- (7) *Ou l'inverse, selon la position du point sur l'axe des réels.*
- (8) *La plupart des simulateurs basés sur la méthode des moments, comme tous les dérivés de NEC, sont impuissants à simuler exactement ce système. Le mien, qui a pourtant une option pour les cas de fils rapprochés, donne des résultats différents de l'expérimentation.*
- (9) *Les pertes dans la résistance varient entre 0 et 2,5 dB. Il suffit de prendre pour l'antenne des dimensions telles qu'en moyenne, les pertes soient minimum pour les bandes amateur (relire mon article sur la W3HH/T2FD dans le Radio-REF de janvier 2003).*
- (10) *Sans moyens sophistiqués, on n'est à peu près sûr du résultat qu'avec les doublets demi-onde (mono bande) si on les fabrique soi-même (la mesure du ROS n'est pas suffisante).*