

LES réalisations de la » ligne bleue »
Le savoir-faire radioamateur

Antenne beam 2 éléments multibande de 10 à 30 MHz

F6BCU Bernard Mourot

Présentation de l'antenne

La description de l'antenne se compose de quatre parties bien précises qui feront chaque fois l'objet d'un commentaire technique et pratique. Ce sont :

- Le boom et le système de fixation et d'isolation des brins d'antenne.
- Les brins de l'antenne.
- La ligne d'inversion de phase et ses fixations.
- La ligne de transmission.

Ces différentes parties seront développées et commentées dans les lignes qui vont suivre à l'aide de figures détaillées de plan et dimensions et de photographies récentes.

Faire preuve de pragmatisme

Le radioamateur adepte du trafic décennal peut-il en cette fin de siècle se poser quelques questions sur son identité et sa raison d'être ? Pratiquement que lui reste-t-il à découvrir, encore mieux à construire ? Tout ce qu'il désire n'est-il pas disponible dans les catalogues ?

La station radioamateur (émetteur-récepteur, antenne, accessoires) n'est-elle pas fournie clé en main, il suffit de lire les publicités prometteuses de certains annonceurs, qui vous proposent le seul, l'unique, le vrai matériel normalisé réglementaire capable de concrétiser d'hypothétiques liaisons lointaines, affichant ainsi une triste image du radioamateur simple consommateur de radio. Lequel moyennant une redevance, pour accéder au droit d'émettre, possède désormais un titre virtuel, celui de : RADIOAMATEUR.

Nous ne manquerons pas d'évoquer en passant une certaine histoire, celle de la Citizen Band, qui a déchaîné tant de passions par médias interposés, jusque dans la confusion de l'attribution de la véritable qualité du titre de radioamateur. Tout cela commença il y a plus de vingt ans. Certains voulurent imiter les vrais radioamateurs, faire du DX ou de la « longue distance » gratuitement, sans licence d'émission, en toute illégalité. Grands consommateurs de « TX », du tout fait clé en main, combien restent-ils aujourd'hui ? « L'ombre d'un souvenir », ils ont quasiment disparu, seuls subsistent quelques rescapés.

Si nous observons attentivement l'environnement commercial de la distribution de CB, les belles boutiques, les stations services, vivant de ce matériel, faute de clients innovent dans de nouveaux produits.

Tous ces événements risquent-ils de frapper le monde radioamateur ? Personnellement nous sommes rassurés. Il reste encore et nous

pouvons l'affirmer, pour les connaître, les avoir contactés, quantité de radioamateurs qui construisent par plaisir. Ce ne sont pas les plus bavards sur les ondes et, à ces inconditionnels du bricolage, qui bien souvent réalisent des « chefs d'œuvre » de technique agrémentés d'une note personnelle, ces silencieux qui perpétuent la tradition, ces béné-

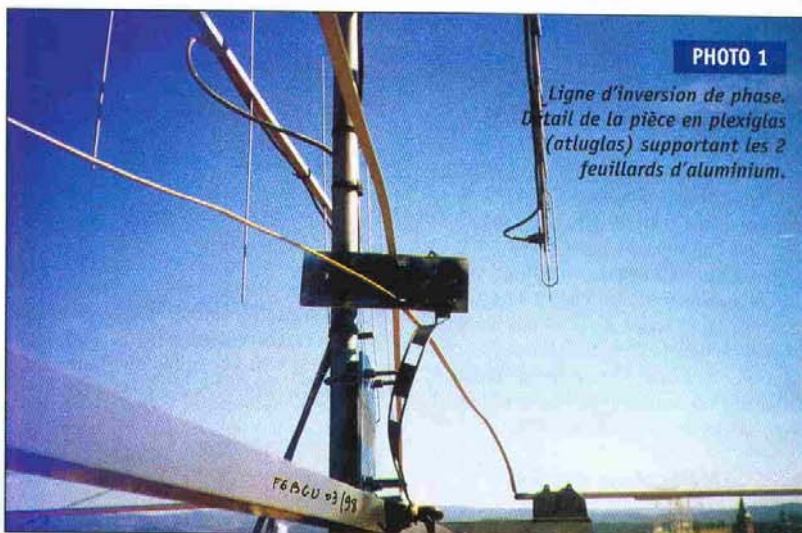


PHOTO 1

Ligne d'inversion de phase. Detail de la pièce en plexiglas (atylglas) supportant les 2 feuillards d'aluminium.

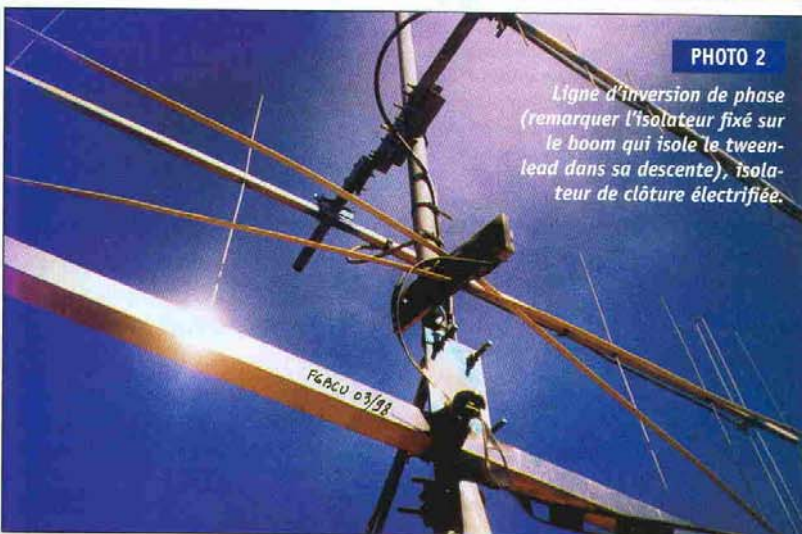


PHOTO 2

Ligne d'inversion de phase (remarquer l'isolateur fixé sur le boom qui isole le tweener lead dans sa descente), isolateur de clôture électrifiée.

voles de la formation dans les clubs, desquels prétendre qu'ils ne sont pas les vrais gardiens de l'esprit radioamateur ? serait une absurdité.

Nous leur dédions cette série d'articles consacrés à une antenne directive construite par un amateur pour les radioamateurs.

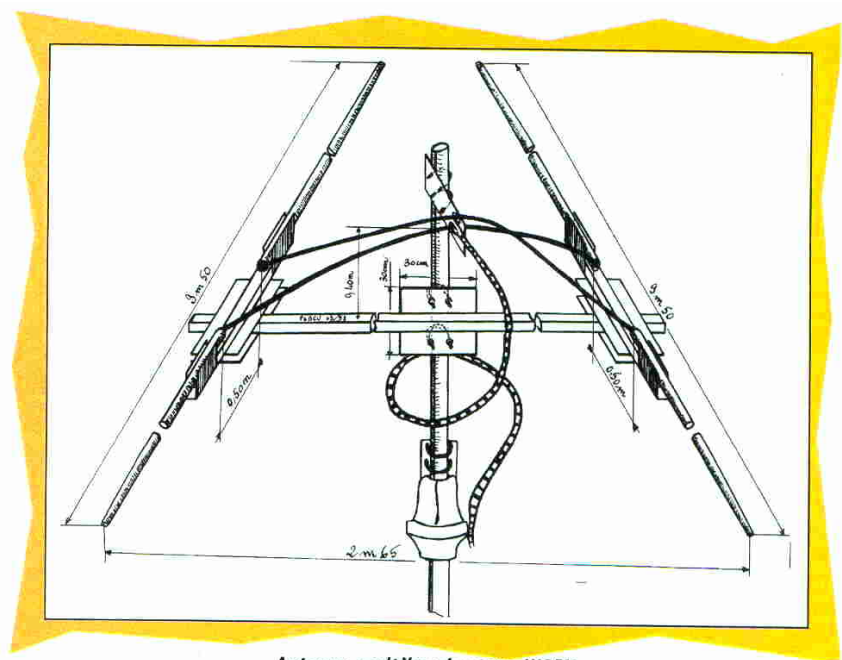
Un peu de théorie

L'antenne Lévy ou « Center Feed » offre la propriété de s'accorder sur toutes les bandes et conserve une certaine efficacité dans son rayonnement, si toutefois, la partie rayonnante n'est pas inférieure au 1/4 de la fréquence la plus basse à exploiter. La particularité de cette antenne est son fonctionnement spécifique, basé sur la théorie des ondes à résonances stationnaires.

Actuellement l'ouvrage intitulé « Radioamateur Handbook » fait autorité dans les sphères radioamateurs et nous le citerons en référence dans nos sources bibliographiques. Son édition 1988 remet en évidence l'antenne bien connue sous le nom de W8JK M. Kraus. Composée d'origine de deux brins rayonnants 1/2 onde travaillant en opposition de phase dont l'espacement, s'il n'est critique se caractérise par une dimension optimum, compatible avec une pointe dans le gain mesuré. L'observation de la courbe spécifique, pour une longueur de 1/8 d'onde situe le seuil du maximum de gain.

Notre choix est centré sur la bande des 14 MHz la longueur du boom est définie à 2,60 mètres. Théoriquement l'antenne 1/2 onde ou dipôle possède un gain de 2,2 dB par rapport à l'antenne isotrope (de rayonnement sphérique), une précision importante, c'est le gain de chaque faisceau directif, symétrique pris individuellement, celui non utilisé étant considéré comme inactif dans la mesure.

Le gain d'un faisceau d'ondes d'une antenne W8JK composée de 2 dipôles distants de 1/8 de longueur d'onde, avoisine les 4,3 dB ce qui est remarquable. L'angle de départ DX est compris entre 20° et 30° dans les plus mauvaises conditions, ce qui néanmoins laisse supposer que le fonctionnement en DX est correct (la pratique ne fera que confirmer la théorie, les résultats sont remarquables sur le « long pass et short pass » étant bidirection-



Antenne multibandes type W8JK.

FIGURE 1

nelle, « ça passera toujours du meilleur côté ! »).

Sur les fréquences supérieures à 14 MHz

Particularité sur fréquence harmonique 2 (double de la fréquence de base), cette antenne possède le privilège rare de mieux fonctionner encore, le gain s'élève à 6 dB, et la directivité augmente.

Sur 28 MHz ces performances sont comparables à une Yagi 3 éléments monobande bien construite ; autre avantage, quand ça passe avec une propagation « Nord/Sud » par exemple, l'action bidirectionnelle facilite les liaisons sur cette bande, où le QRM est rare.

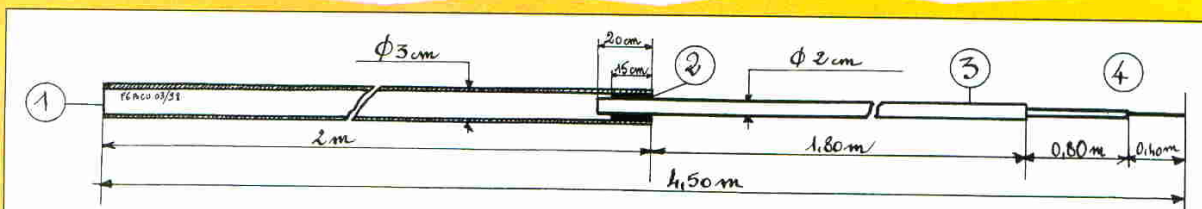
L'effet directif d'une antenne augmenté d'un fort rapport avant arrière important n'est plus un critère impératif pour établir des liaisons exceptionnelles en DX.

Un exemple pratique

Nous vous citerons pour l'exemple une réalisation pratique de la W8JK, appliquant la théorie des antennes colinéaires travaillant en opposition de phase cf (Handbook ARRL 1992). Il s'agit de la « Double ZEPP » construite par K7KGP, décrite dans QST en 1987 et 1988. Si l'espacement des brins rayonnants est invariablement fixé à 1/8 de longueur d'onde ou lambda, les dimensions des brins rayonnants ne sont plus d'une demi lambda, mais allongés à 2 fois 0,64 lambda. L'antenne décrite fonctionne sur 24 MHz. Sans trop s'approfondir sur les détails, le gain est supérieur à +3 à 4 dB par rapport à la W8JK de référence. (Deux brins de 1/2 onde.) Physiquement cette antenne sur 24 MHz fait 13 mètres de largeur, l'espacement entre les brins 1,2 mètre. Le gain par faisceau est de +8 dB par rapport au dipôle, à entendre les confirmations des radioamateurs américains utilisateurs de la double Zepp, le gain, les performances sont équivalentes à une Yagi 4 éléments monobande.

FIGURE 2

Brin d'antenne.



- ① Élément en aluminium long. 2 m \varnothing 3 cm.
- ② Bague fendue, \varnothing à déterminer au montage, long. 15 cm.
- ③ Élément de 2 m de long en aluminium.
- ④ Élément d'un \varnothing 1,4 cm en alu, prolongé de 40 cm d'alu. plein \varnothing 5 mm (utilisé pour les brins d'antennes VHF) vendu en élément de 2 m.

PHOTO 3

Détail de la fixation des brins de l'antenne sur le boom.



PHOTO 4

Détail de la fixation et de l'isolation des brins et ligne d'inversion de phase (à l'horizontale, en arrière plan, la Tour de la liberté à St-Dié).



Limite de fréquence supérieure de travail de l'antenne W8JK construite sur 14 MHz

Revenons à notre antenne calculée et optimisée sur 14 MHz, qui précisons-le encore s'accorde sans pertes avec un ROS minimum sur 18, 21, 24, 28 MHz ; sur 10 MHz elle s'accorde aussi, mais ses performances celles d'un simple dipôle rotatif. Son gain, comme précédemment évoqué, progresse avec la fréquence. Consultons le Handbook (édition 88) et référons-nous au diagramme de rayonnement des antennes. Le gain maximum avec un effet directif prononcé, sans naissance de lobes parasites exagérées, sont pour l'antenne isolée dans l'espace, alimentée au centre (peu importe l'impédance nous fonctionnons en ondes stationnaires), les dimensions de $1,28 \lambda$ ou $2 \times 0,64 \lambda$ ($\lambda =$ onde entière). Cette antenne, c'est la Double Zeppelin dont le gain théorique est de + 3 dB supérieurs au dipôle ($1/2$ onde). Notre principe étant la simplicité, dépasser les dimensions de la double Zeep, c'est se trouver avec une nouvelle antenne qui génère des lobes parasites, dont l'effet directif s'amenuise. Pour conclure, au lieu de gagner on perd du gain. Sur ces considérations après quelques simples

calculs, où il faut tenir compte de l'air ambiant et de la bonne vieille formule

$L = 143/F$, la fréquence maximum de travail de notre antenne, est proche de 39 MHz, malgré un espacement de $1/3$ de λ qui laisse encore présumer d'un gain de 7 dB minimum par rapport au dipôle de référence.

Retour sur la première version de l'antenne

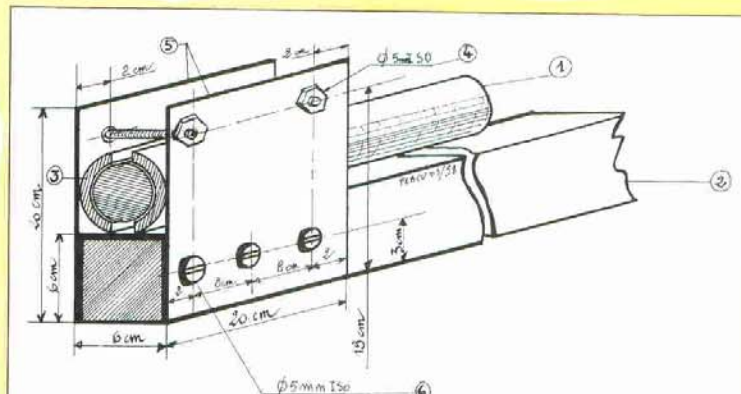
Un précédent article paru dans la revue en janvier 1990 décrivait une antenne similaire, plus petite en dimensions et plus légère, nous nous étions, à l'époque, inspirés d'une réalisation déjà tirée du Handbook, mais avec les conseils de Dario F6CST (+ « silent key ») qui avait modifié sa F8DR dont nous reparlerons pour en faire une W8JK. Très catégorique dans ses affirmations, l'antenne F8DR (version commerciale décimétrique de la HB9CV) conçue pour 14 MHz en version monobande, ne lui avait pas donné de résultats supérieurs à la W8JK. Autre particularité de notre antenne plus petite en dimensions, largeur de 7,50 mètres, espacement de 1,8 mètre entre brins spécialement centrée sur 18 MHz, nous a permis l'écoute du 50 MHz ouvert depuis peu à l'époque à certaines régions privilégiées de France. Dans un prochain chapitre nous décrivons la construction pratique et mécanique de cette antenne. Afin d'illustrer ce premier chapitre, vous avez en communication les photos 3 et 4 qui seront traitées au suivant. L'antenne est située au centre ville de Saint-Dié des Vosges sur un immeuble à 17 mètres de hauteur.

Considérations générales sur l'antenne

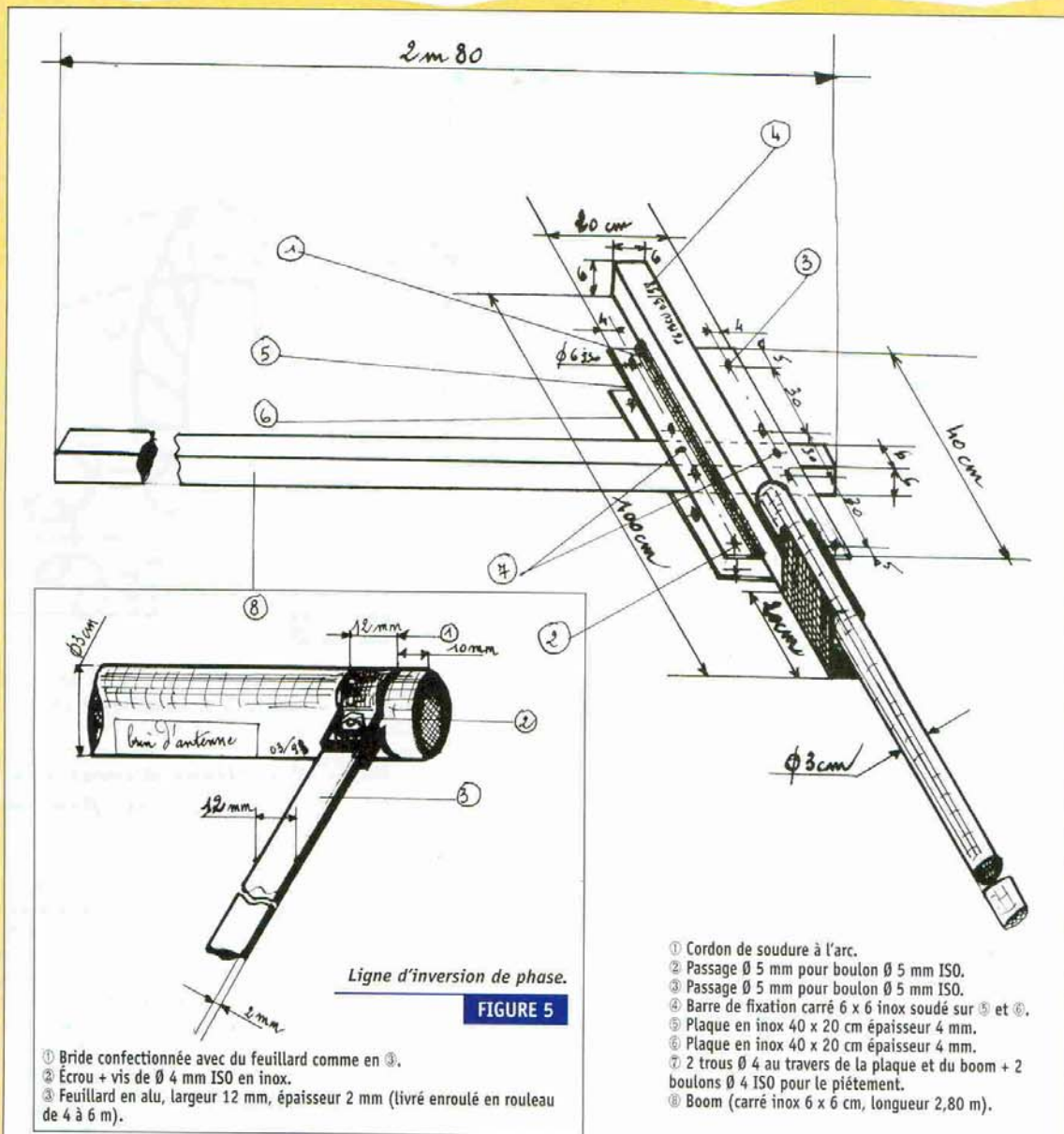
Nous avons eu possibilité après quelques années d'installation, d'apprécier l'état géné-

FIGURE 3

Détail de la fixation du brin.



- ① Brin d'antenne \varnothing 3 cm en aluminium.
- ② Carré en inox de 6 x 6 cm.
- ③ Entretoise en PVC tuyau d'eau noir, longueur 20 cm pour caler et isoler le brin.
- ④ Boulon \varnothing 5 mm (vis + écrou) de serrage.
- ⑤ 2 flasques épaisseur 2 mm en inox.
- ⑥ 3 vis \varnothing 5 mm solidariser la flasque au carré inox de 6 x 6 cm. Les 3 vis sont, après taraudage, vissées dans le carré.



Boom et fixation des brins.

FIGURE 4

ral de notre antenne « Beam TH3 Junior de Hy-gain » en pleine agglomération. Soumise aux intempéries, et autres amplitudes de température, le facteur de vieillissement des matériaux était très prononcé. Oxydation généralisée et une visserie traitée et garantie anti-rouille bonne à changer. Ultérieurement, l'inspection et l'entretien annuel devenant une nécessité de premier ordre.

Nous évoquerons une maxime propre à HB9CV M. Rudolph Baumgartner : « Les radioamateurs suisses, s'ils construisent c'est pour 100 ans ! ». Sans prendre à la lettre, les termes de

cette maxime, il faudra bien convenir que pour durer et résister, il faut choisir les meilleurs matériaux, meilleurs ne veut pas dire les plus onéreux (visserie marine en inox, ou en laiton).

Le boom et le système de fixation et d'isolation des brins d'antenne

Le boom

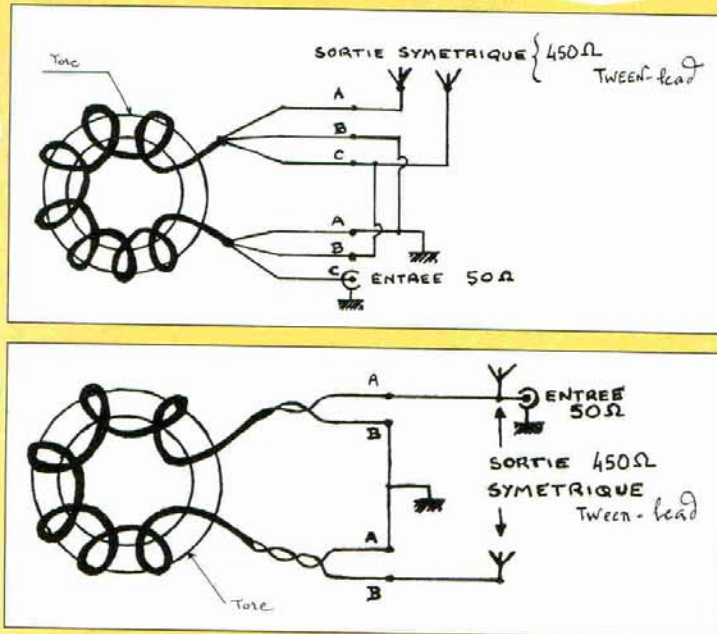
Photos 3 et 4 et figure 4. Nous avons choisi

si comme matériaux pour élaborer le boom de l'antenne, un profilé carré en inox de section 6 x 6 cm qui est creux et dont l'épaisseur intérieure est d'environ 3 mm. La longueur totale du boom est de 2,80 m.

Remarque : nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que volontairement, certains détails sont différents sur les photos, comparativement aux plans dessinés (modifications mineures). Nous nous sommes efforcés d'introduire un critère de reproductibilité avec les matériaux du commerce, et ainsi se main-

FIGURE 8

Balun symétriseur rapport 1/1, 7 spires trifilaire 8/10^e sous plastique, sur tore 4C6 violet ou T200 amidon.



Balun symétriseur rapport 4/1, 7 spires trifilaire 8/10^e sous plastique, sur tore 4C6 violet ou T200 amidon.

FIGURE 9

ligne d'inversion de phase n'est pas construite en fil métallique, mais avec un large et épais feuillard d'aluminium. Celui-ci est disponible dans les magasins d'accessoires et de matériel agricole. Commercialisé en rouleaux de 4 à 6 mètres de longueur.

1) Plaque support : La figure 6, d'un seul coup d'œil est explicite de la fonction de la plaquette en altuglas (4) que traverse la ligne d'inversion de phase par deux lumières ovales superposées. Cette plaquette en altuglas dont l'épaisseur est variable, d'une seule condition la rigidité et la disponibilité du matériaux. Pour illustrer l'exemple de fabrication, nous avons contrecollé deux plaquettes l'une sur l'autre. La plaquette support, ainsi construite, est fixée à 40 cm au-dessus du boom. La liaison ligne d'alimentation en « twin-lead » 450 ohms et la ligne en feuillard d'aluminium s'effectue par de la visserie en inox serrant des cosses en laiton copieusement étamées (ou de la cosse électrique automobile). L'ennemi n° 1 est l'oxydation due au couple électrique cuivre/aluminium. Une partie du « twin-lead » se trouve relayé sur la plaque support par le passage de liens en plastique au travers de trous percés dans la plaque. La plaque support, de laquelle la ligne d'alimentation est pendante, surplombe comme une potence le boom (photo 1).

2) Fixation de l'extrémité des brins du feuillard : La figure nous indique qu'une chute (morceau de 20 cm) de feuillard pré-

cintré s'enroule autour de l'extrémité d'un brin d'antenne de diamètre de 30 mm côté du boom. Il est ainsi confectionné une bride ronde dont les extrémités plates, pincet en sandwich le feuillard d'aluminium. Un trou percé et un boulon (vis + écrou) assure la fixation et l'immobilisation du feuillard et de la bride.

3) Méthode d'assemblage de l'antenne : L'antenne a été au préalable assemblée au sol par morceaux, fixée sur un tronçon de mât planté en terre. Accessoirement nous évoquerons la fixation du boom de l'antenne sur le mât vertical d'un diamètre de 40 mm, 50 mm ou plus (voir figure 1).

Une plaque en inox de 30 x 30 cm, de 4 mm est soudée au boom par deux cordons de soudure à l'arc électrique. Des brides demi-rondes pour diamètre 50 mm passant dans des trous percés au travers de la plaque et fixent l'antenne au mât (fixation généralisée sur toutes les antennes).

Remarque : à titre purement indicatif nous vous donnons la procédure de montage de l'antenne sur le mât au-dessus de notre toit :

- Tous les éléments ont été, après assemblage, démontés dans l'ordre et numérotés.
- Le montage s'effectue dans l'ordre inverse pièce par pièce (des vis de rechange étant prévues).
- En 2 heures à deux personnes tout est en place (poids de l'antenne 15 kg).

La ligne de transmission de la HF

Depuis quelques années, venant des USA le « twin-lead » 450 ohms « amphenol » est disponible chez tous les spécialistes revendeurs de matériel pour radioamateurs. Son coût reste raisonnable. Celui que nous possédons vient du salon d'Auxerre 1994.

Présenté sous la forme d'un câble deux conducteurs plat d'environ 4 cm de largeur de couleur brun foncé (une échelle). Les deux conducteurs métalliques sont monobrin d'un diamètre de 8/10^e de mm, très résistants sous la coupe d'une pince d'électricien, très dures, d'une belle couleur cuivre, se soudent facilement. Renseignement pris, ces conducteurs seraient composés de bronze au béryllium. Cette dureté spécifique confère un avantage certain au « twin-lead », la rigidité et un effet de ressort exploité avec succès permet la comparaison avec du câble coaxial.

En effet, pour faire tourner un aérien, une certaine boucle de rotation autour du moteur ou du mât est nécessaire au niveau de la ligne d'alimentation. Si celle-ci ne pose aucune contrainte avec du câble type KX4 de 11 mm ou autres similaires, l'ancien câble plat bifilaire 300 à 400 ohms posait un problème pour la rotation de l'aérien (ligne haute impédance venant lécher le moteur ou le mât, phénomène désaccordant systématiquement l'aérien par effet capacitif de masse environnante ; perturbant les transmissions et obligeant à des contraintes souvent insoutenables).

La solution

Elle se trouve dans le nouveau câble « amphenol ». Son effet de ressort est remarquable et il vous permettra de faire tourner votre antenne. Mais attention, cette qualité est dévolue uniquement au monobrin ; celui à multibrins est trop souple (sous la même présentation les deux modèles sont disponibles).

Remarque : l'antenne étant naturellement bidirectionnelle dans son rayonnement HF, pour une couverture totale de 360°, elle ne nécessite qu'une demi rotation de 180°.

D'autres explications restent nécessaires pour bien comprendre le fonctionnement de la ligne de transmission parcourue par les ondes stationnaires. Il restera à fixer sa longueur depuis l'antenne jusqu'à l'émetteur, étudier le système de couplage nécessaire pour optimiser les impédances rencontrées, etc.

Tout ceci sera développé et expliqué dans un troisième chapitre. Vous y trouverez aussi la description et les commentaires sur quelques essais réalisés avec cette antenne devenue une HB9CV décimétrique, moyennant quelques petites modifications mécaniques, les réflexions et considérations à tirer de l'alimentation d'une antenne HB9CV en ondes stationnaires.

Fonctionnement de la ligne de transmission

1) La différence entre ondes stationnaires

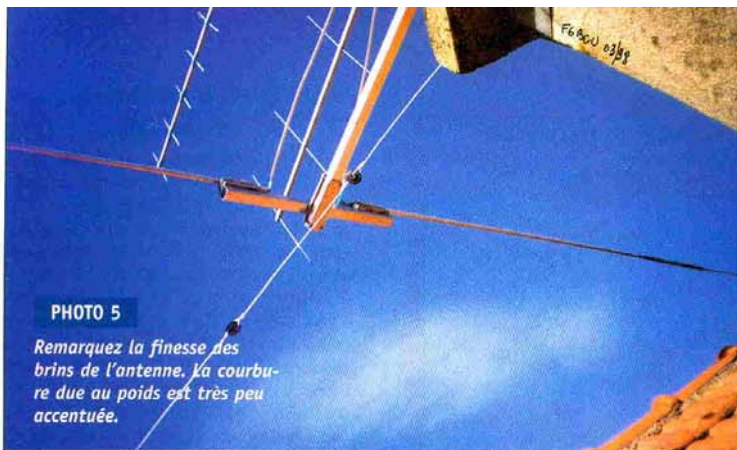


PHOTO 5

Remarquez la finesse des brins de l'antenne, la courbure due au poids est très peu accentuée.



PHOTO 6

Vue quasi complète de la ligne d'inversion de phase dans le soleil.

et ondes progressives : Nous rappellerons que la ligne de transmission résonne en ondes stationnaires, qu'elle forme avec l'antenne un ensemble indivisible accordé sur la fréquence de travail. Contrairement aux antennes alimentées en ondes progressives, où théoriquement l'impédance est maintenue constante tout au long du câble coaxial, avec une impédance typique de 50 ohms, où il est toujours question d'une part de l'antenne et d'autre part de la ligne de transmission, la distinction entre antenne et ligne est confirmée. La ligne de transmission de l'antenne Lévy composée de deux conducteurs espacés de quelques centimètres (4 à 10 cm) véhicule des ondes en opposition qui s'annulent sur la ligne de transmission. Le rayonnement est théoriquement nul (mais détectable en pratique). La ligne s'ouvrant elle devient une antenne qui rayonne pleinement la haute fréquence.

Exemple pratique : admettons que l'impédance typique à l'ouverture de la ligne soit 50 ohms, ceci sur une fréquence connue, sans nous tromper notre antenne sera 1/2 onde ou 3/2 onde, etc., et se comportera exactement comme la même antenne alimentée en ondes progressives avec un diagramme de rayonnement identique.

2) La ligne de transmission et la tradition radioamateur : Il est exact que des longueurs définies de ligne de transmission (échelle à grenouille) ont été préconisées par certains auteurs d'articles traitant des antennes Lévy, également dans certains ouvrages de vulgarisation radio bien connus du monde radioamateur.

Nous prendrons en référence ce que nous écrivions en 1990 dans la revue concernant cette

antenne : « Depuis une vingtaine d'années que nous travaillons sur les antennes Lévy, nous avons toujours construit des échelles à grenouille ou utilisé du « twin-lead » d'une longueur quelconque. Cette règle étant confirmée par l'expérimentation ».

Conclusion

Entre votre antenne et la boîte de couplage, vous pouvez disposer d'une longueur quelconque de « twin-lead » compatible avec vos besoins.

La boîte de couplage (coupleur d'antenne)

Il existe toujours la solution, pour faire résonner une antenne du type Lévy, d'utiliser les traditionnels coupleurs Mac Coy-USA ou F3LG. Nous aurons l'occasion d'y revenir en fin de chapitre.

1) Boîte de couplage sortie symétrique : Certaines fabrications commerciales de coupleurs sont pourvus de sorties symétriques pour antenne Lévy ou « center-fed ». Un balun symétriseur à tore ferrite est incorporé par le constructeur, mais il faut bien s'assurer de l'existence d'un tore et d'un balun de rapport 4/1 en s'informant avec la notice technique d'origine.

Tout autre système pseudo-symétrique est déconseillé. L'antenne fonctionnera mal, le rayonnement sera asymétrique (attention au QRM TV) et au mauvais diagramme de rayonnement.

Pour ce type de coupleur à balun symétriseur, aucune question à se poser. Il suffit de brancher le « twin-lead » aux bornes spécifiées, faire la procédure d'accord pour un ROS minimum (voisin de 1) sur chaque bande. A priori tout semble correct, bon trafic !

2) Boîte de couplage type L ou TT sortie asymétrique : Ce type de coupleur est de loin le plus répandu et le plus populaire. Certains sont à réglage manuel, d'autres automatiques, même intégrés dans l'émetteur-récepteur. Par contre leur plage d'accord est relativement étroite.

Pour remédier à cette étroitesse, augmenter la plage d'accord, et bénéficier d'une sortie symétrique, un balun symétriseur « home made » est construit autour d'un tore 4C6 vio-

let ou T200 amidon rouge (Cholet composants), (figures 7, 8, 9).

Remarque : En règle générale, l'accord avec le balun 4/1 s'avère le plus courant (figure 9). L'accord parfait se confirme toujours au minimum de ROS, que l'appareil de mesure soit incorporé au coupleur ou extérieur (figure 7). Dans certains cas d'accord spécifique, de situations particulières, quelques radioamateurs nous ont signalé que le balun symétriseur 1/1 est préférable, accord plus facile (figure 8), mais ces cas restent rares.

3) Le coupleur F3LG : L'auteur de ce coupleur, dont nous possédons un modèle fabriqué par un radioamateur, a le mérite d'avoir simplifié le système de couplage inhérent aux antennes Lévy, selon le principe d'une bobine unique accordée, cumulant les fonctions d'autotransformateur d'impédance. Seul inconvénient, ce coupleur est encombrant, les bobines sont enroulées sur air et nécessitent une fabrication spéciale qui, à elle seule, est une oeuvre d'artiste « l'art de l'OM », c'est ce coupleur qui nous rappelle nos premiers QSO DX avec l'antenne « Maria Malucca » en 1973. Nous vous laissons le soin de vous reporter aux descriptions et commentaires de l'auteur F3LG, ou à d'autres descriptions similaires qui ne manquent pas dans la revue.

Conclusion

Des essais que nous avons effectués, avec de multiples correspondants nationaux et DX, avec les coupleurs A, B, C, du présent chapitre, lorsque l'accord est correct les performances de l'antenne, sont identiques. Ne résonnant qu'en ondes stationnaires vous ne risquez pas de fonctionner en ondes progressives, la conception antenne + coupleur écartent cet aléa, l'accord est impossible. D'ailleurs, il existe un test simple pour visualiser l'onde stationnaire, si vous prenez une boucle de Hertz (ampoule de lampe de poche sous 4.5 volts dont les bornes du culot sont soudées sur un rectangle de fil de cuivre de diamètre 5/10 de mm de 4 x 10 cm) que vous déplacez cette boucle de Hertz parallèlement à la ligne de transmission, vous mettez en évidence des zones lumineuses très courtes passant par un maximum de luminosité et l'extinction progressive de la lumière. Vous venez de passer sur les ventres de tension et de courant :

- Ventre de tension → zone de haute impédance, centaines à milliers d'ohms.
- Ventre de courant → zone de basse impédance, 50 ohms et moins.

En dehors de ces zones lumineuses (il faut au moins 50 watts HF disponibles en continu) la lampe est quasiment éteinte, éventuellement un léger rougeoiement. Ceci étant la preuve de la condition de fonctionnement en résonance d'ondes stationnaires.

L'attaque et le rayonnement étant symétriques, le QRM TV est inexistant.

Nous avons modifié cette antenne pour en faire une HB9CV alimentée en ondes stationnaires. Ce sera la suite de cet article.

LES réalisations de la « ligne bleue »
Le savoir-faire radioamateur

Modification de l'antenne bidirectionnelle W8JK

en monobande directionnelle à réflecteur piloté

F6BCU Bernard Mourot

Dans l'article paru dans Radio-REF, en novembre 1998, sous le nom de « Beam 2 éléments multibandes », nous avons exploité les caractéristiques de deux dipôles en opposition de phase selon « la théorie W8JK », permettant l'accession sous certaines conditions à la fonction multibandes, avec un effet directif prononcé bidirectionnel. Le fruit de quelques modifications transforme cette antenne en une « beam » à deux éléments, très directive, mais spécifiquement monobande, avec un rapport avant-arrière important, réel et mesurable.

Un peu de théorie

1. Si nous considérons les 2 brins dipôles (1/2 onde) rayonnants, formant la « beam » deux éléments décrite, dont la fonction est d'être multibande, il faudra bien convenir que cette fonction n'est possible qu'en ondes stationnaires. D'ailleurs nous ne reviendrons pas sur cette théorie qui est largement expliquée dans l'ouvrage de Rothammel en Allemagne ou dans les différentes éditions du Radioamateur Handbook de l'ARRL¹ ou l'Antennabook de la RSGB². Par contre, rien n'empêche d'alimenter ces deux dipôles en ondes progressives. Les applications sont nombreuses :

- Antennes « yagi » en nappes.
- Groupement de 2 ou 4 antennes « yagis » pour contacter la Lune (F3VS et ses « yagis » par exemple).
- Et sur d'autres fréquences supérieures à 432 ou à 1296 MHz.

Tout cela fonctionne très bien, mais dans la seule version monobande, bien qu'il serait envisageable (moyennant quelques adaptations supplémentaires au niveau des impédances) d'avoir une fonction en 3/2 onde. Méthode de travail concrétisée jadis par les pionniers du 144 MHz pour leurs premiers essais sur 432 MHz (nos premières intrusions avec F6GJZ alors F1DOU dans les années 80).

2. Nous retiendrons des lignes précédentes que rien ne s'oppose à alimenter en ondes progressives deux dipôles en phase, ou en opposition de phase, ou complémentaiement même déphasés en avance ou en retard (cas de la polarisation circulaire droite ou gauche).

Ce qui nous amène indubitablement à redécouvrir une célèbre antenne décrite dans les années 51 par W8MGP, M. H.J. Gruber, radioamateur américain très connu à l'époque pour ses études et ses expérimentations sur une antenne directive à 2 éléments (2 dipôles d'identiques longueurs repliés), connue sous le nom de « ZL-spéciale », ou double antenne trombone.

La particularité du trombone est son impédance caractéristique de 250 à 300 ohms pour

une alimentation en ondes progressives par un câble bifilaire plat dénommé twin lead, de même impédance, avec réinjection sur le réflecteur (2^e trombone), à l'aide d'un même câble bifilaire, d'une partie de l'énergie HF rayonnée en prenant bien soin d'inverser la phase d'injection de la HF et en croisant les connexions comme sur la W8JK.

Afin d'illustrer l'importance de cette réalimentation, nous retiendrons les arguments développés par F8DR, M. Guy du Bourg de Bozas, relatifs à cette famille d'aériens, dont il commercialisa ultérieurement un modèle avec succès sous le nom de « Antenne F8DR », dans les années 70.

La particularité de cet aérien réside dans le fait que contrairement à la plupart des antennes dont l'effet directif est obtenu par un élément réflecteur dit « parasite », dans le cas présent, cet élément réflecteur est « piloté » par la même source d'énergie que celle qui alimente l'élément radiateur (dipôle rayonnant) et ceci avec un déphasage convenable.

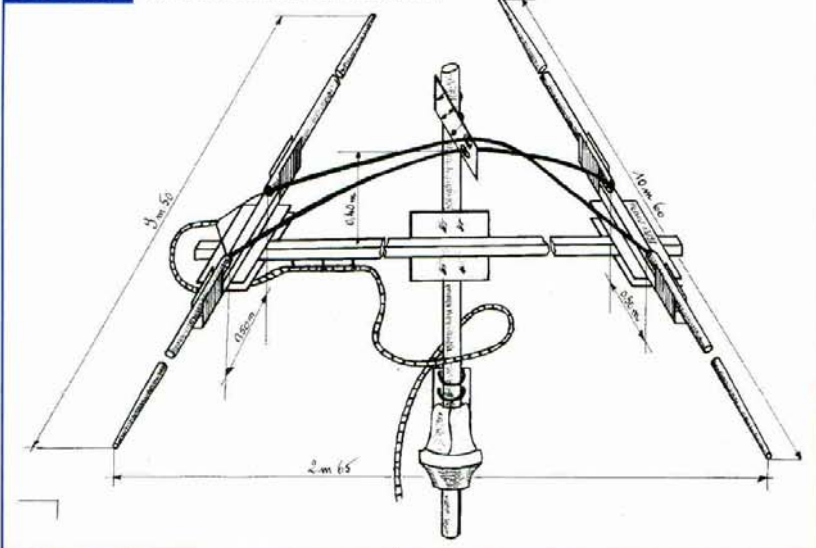
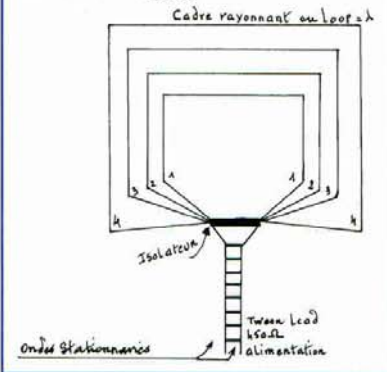
Ainsi est obtenue une poussée considérable du signal vers l'avant, donnant un gain au moins égal à 15 dB, et de ce fait cet aérien est supérieur à toutes les antennes connues actuellement.

Nous pouvons conclure, sans prendre en considération le gain signalé par F8DR, que réalimenter le deuxième dipôle est d'une incidence non négligeable.



¹ ARRL : American Radio Relay League.

² RSGB : Radio Society of Great Britain.

FIGURE 1 Antenne 14 MHz à réflecteur piloté.**FIGURE 2** Cadre rayonnant alimenté en 450 Ω.

directive HB9CV joint les avantages électriques de deux éléments directement alimentés aux avantages de l'antenne yagi ».

Les critères de l'antenne

L'écartement des dipôles fut fixé au $1/8^e$ de la longueur d'onde. Avec cet écartement le meilleur effet directionnel se produit, lorsque l'élément placé derrière le dipôle (réflecteur) a sur celui-ci un retard de phase de 225 degrés ($180^\circ + 45^\circ$), respectivement une avance de ($180^\circ - 45^\circ$) = 135°.

Dans ces conditions, la poussée vers l'avant est maximum, et le rapport avant arrière supérieur à 20 dB.

Le but de cet article n'est pas de revenir sur l'antenne HB9CV, nombreux sont les articles

qui l'illustrent dans la revue *Radio-REF*, dont certains sous notre signature, par exemple « HB9CV - 3/4 éléments 432 MHz » en décembre 1998. Nous y voilà ! Cette antenne F8DR ou HB9CV n'est en fait qu'une variante de la W8JK, qui est alimentée en ondes progressives par un câble coaxial de 50 ou 75 ohms, exclusive pour les performances que nous lui connaissons. D'ailleurs, dans son ouvrage « Émission/réception radioamateur », M. R. Raffin F3AV explique clairement, dans le chapitre traitant des antennes, le pas à franchir pour passer de l'une à l'autre.

Notre expérience

Figure 1. Ayant à disposition la « beam » type W8JK, moyennant quelques modifications, le brin rayonnant fut réglé à 9,50 m et l'autre dipôle rallongé à 10,65 m pour faire office de réflecteur. Si nous comparons les dimensions par rapport à la F8DR, ou la HB9CV, elles sont identiques, le boom mesurant aussi 2,65 m. Réglons l'accord de l'antenne sur 14 MHz, comme la W8JK, tout s'accorde aux essais. L'antenne apparaît très directive accompagnée d'un rapport avant arrière supérieur à 20 dB, en tout point comparable aux performances de notre HB9CV 144/146 MHz.

Pour répondre à la question : pourquoi cela fonctionne-t-il ?

Il semble a priori que l'impédance au centre du dipôle rayonnant est bien de 50 ohms, impédance caractéristique déterminée par les dimensions spécifiques à l'antenne pour cette bande de fréquence (14 MHz). En fait l'ensemble rayonnant se comporte comme s'il était alimenté en ondes progressives.

Remplacement du mode ondes progressives par le mode ondes stationnaires

Nous avons retrouvé dans l'édition du *Hand-*

Nous tenons à ouvrir une parenthèse (F8DR nous a longuement entretenu, sur l'air en QSO, de ses essais sur son antenne avant de la commercialiser, car nous étions à l'époque pour lui « Le vosgien de St-Dié » et où il avait séjourné entre 1914 et 1918 comme officier de transmissions au lieu dit « l'Étang Piller » à St-Roch sur les hauteurs de St-Dié, non loin de notre QRA).

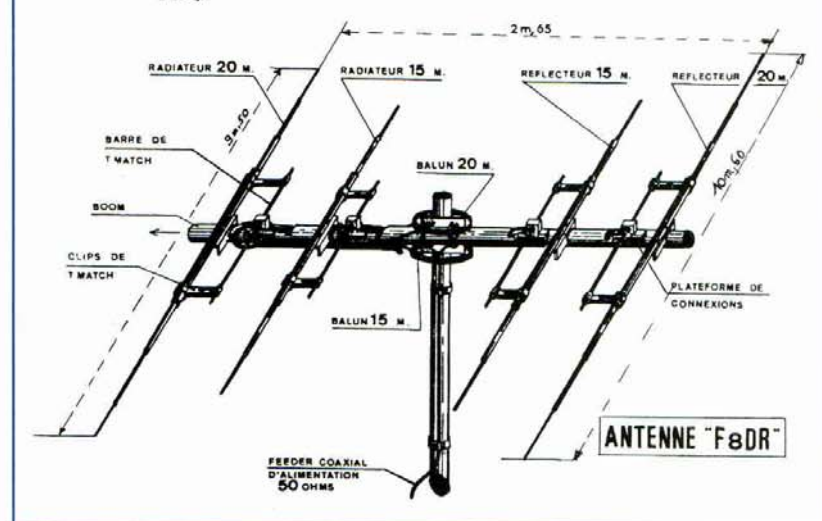
Indiscutablement la ZL-spéciale était une nouveauté. Elle fut d'abord construite en fil, tendue entre des piquets ou des pylônes fixes, dans des directions privilégiées sur les bandes basses, car très délicate à construire, avec ces 2 trombones encombrants. Mais nous retiendrons l'usage du twin lead pour l'alimenter en ondes progressives.

Évolution de l'antenne

Nous n'arriverons certainement pas à départager lequel des deux radioamateurs F8DR ou HB9CV fit évoluer l'antenne pilotée vers ses performances, sa forme simplifiée actuelle et ses dimensions réglementaires pour les bandes radioamateurs.

Mais nous avons retrouvé, datant des années 1980, un article de l'auteur HB9CV paru dans la revue *Radio-REF* où il écrivait : « L'antenne

FIGURE 3 Version commerciale française de l'émetteur type HB9CV appelée F8DR. Cette antenne commercialisée dans les années 1970 existait en plusieurs versions mono-bande de 15 et 20 mètres et en bi-bandes (modèle ci-dessous). La documentation trop optimiste donnait un gain commercial au « moins égal 15 dB, et de ce fait, supérieur à toutes les antennes connues actuellement » (extrait de la notice de 1970).



book 96 (chapitre 20, pages 20-37), cet article de NE2Q M. Jay Kolinsky qui, entre sa station et sa « cubical quad » couvrant 4 bandes pour radioamateurs jusqu'à présent, utilisait du câble coaxial de 50 ohms, genre KX4, et se plaignait d'une perte de plus de 3 dB sur 28 MHz. Bien entendu la longueur de câble coaxial excédait 80 m.

Afin de réduire les pertes, il alimenta la « cubical quad » par un bifilaire « amphénol » d'impédance 450 ohms (**figure 2**); les résultats furent positifs et le ROS égal à 1/1 à l'accord. L'explication est simple, toutes les « loops » du cadre rayonnant sont taillées à la bonne dimension pour avoir en service en ondes progressives environ 50 à 100 ohms sur la bande de travail aux bornes de la « loop » choisie ; impédance spécifique pour obtenir le fonctionnement ad hoc du cadre « loop » sur sa fréquence (au mieux le cadre 28 MHz ne pourra résonner que sur cette bande à l'impédance comprise entre 50 à 100 ohms, idem pour les autres bandes). Les cadres « loop » étant fermés, seule une onde stationnaire d'impédance 50 à 100 ohms pourra s'établir réellement sur la fréquence de travail du cadre correspondant. Dans ces conditions, il est possible de faire fonctionner la « cubical quad » en alimentation par ondes stationnaires, sans pertes, avec un ROS minimal par bande, considérant que l'on est maître de l'accord depuis la station sur une certaine partie de la bande.

Conclusion

Faire fonctionner l'antenne type HB9CV ou F8DR en ondes stationnaires, comme l'antenne « cubical quad » est bien confirmé.

Une idée à creuser

Serait-il possible d'envisager la fabrication d'une antenne HB9CV multibande, alimentée en ondes stationnaires par un unique câble plat « amphénol » de 450 ohms (14, 21, 28 MHz) ou (28, 50, 144 MHz) ?

Nous avons personnellement une idée pratique sur la possibilité d'une telle conception d'antenne. F8DR, en avance sur son temps, avait déjà résolu une partie du problème, avec une descente par un câble coaxial unique.

En hommage au souvenir de F8DR, un ami, nous publions le schéma de l'antenne qu'il avait fabriquée et commercialisée (**figure 3**).

Dimensions de la HB9CV ou F8DR

Afin de satisfaire la curiosité de certains voici les dimensions de l'antenne :

Bande	Dipôle	Réflecteur	Boom
20 m	9,50 m	10,60 m	2,65 m
17 m	7,90 m	8,69 m	2,07 m
15 m	6,27 m	6,89 m	1,77 m
12 m	5,83 m	6,42 m	1,53 m
10 m	4,78 m	5,20 m	1,31 m

Si cet article vous donne des idées, c'était son but... La radio reste encore un domaine, notamment la HF, où le radioamateur a encore une place à tenir.

N° 710 AVRIL 1999