La "Jungle Job"

ou

Nouvelles techniques pour la conception et la construction de beams rotatives compactes, légères et disposant d'un excellent gain

Beaucoup de nos lecteurs connaissent Dick Bird, qui, il y a quelque trente-cinq ans, mit au point la première antenne HF rotative multi-bande, la Minibeam G4ZU. Il réside actuellement dans le Sud de la France et est actif sous les indicatifs FE6IEC et C3ØLBQ. Ses travaux dans la conception des antennes font autorité.

Dick BIRD – G4ZU

Construire une antenne rotative, construire sa propre antenne, était une décision difficile à prendre. Les matériaux nécessaires pour mener à bien une telle réalisation n'étaient généralement pas faciles à trouver et l'indispensable partie mécanique rebutait les plus chevronnés. En définitive, le coût total de fabrication d'un tel aérien aurait certainement été plus élevé que celui d'un aérien acquis dans le commerce. Voilà ce qui faisait déchanter les plus optimistes.

Récemment, Dick a conçu et mis au point un certain nombre d'antennes mono et multibandes mettant en œuvre des concepts nouveaux. Avec cet article, vous pouvez oublier cette introduction au pessimisme débordant ! Les techniques qui vont être mises en œuvre dans les lignes qui suivent vous permettront de fabriquer votre propre beam facilement, simplement et, ce qui n'est pas négligeable pour le radioamateur, économiquement.

HISTORIQUE

Dans les tout premiers temps de la radiocommunication, on supposait que plus l'aérien était grand, plus le signal était fort. Etant donné les fréquences très basses utilisées à l'époque, cette supposition était probablement assez juste.

Plus tard, on découvrit que si deux aériens étaient séparés par une demie longueur d'onde environ et alimentés en phase, le signal était renforcé dans certaines directions, comme si la puissance de l'émetteur avait été doublée (diagramme 1).

Avec trois antennes, la puissance effective rayonnée était triplée et ainsi de suite.

En général, nous appelons cela le "gain" d'un système d'antennes. Le même phénomène se retrouvera en réception. Un signal faible sera augmenté proportionnellement au gain d'une antenne de réception.

Si l'émetteur et le récepteur étaient équipés d'antennes ayant un gain de 10 (10 dB), le signal en réception serait amélioré de 20 dB, c'est-à-dire 100 fois plus.

Ceci nécessiterait malheureusement, des antennes qui, de chaque côté de la chaîne, devraient êtres constituées de 10 dipôles espacés au minimum d'une demi longueur d'onde donc s'étendant sur une longueur d'au moins 5 longueurs d'ondes ! Voilà qui demanderait beaucoup de place, surtout sur les bandes HF basses. Des aériens de ce genre, qui sont connus sous le nom de Systèmes Additionnels (traduction de l'anglais Additive Systems), ne sont pour ainsi dire utilisés qu'en radiodiffusion HF.

Le radioamateur est conscient de l'importance du gain d'une antenne. On dit bien : « Ce n'est pas la puissance mais

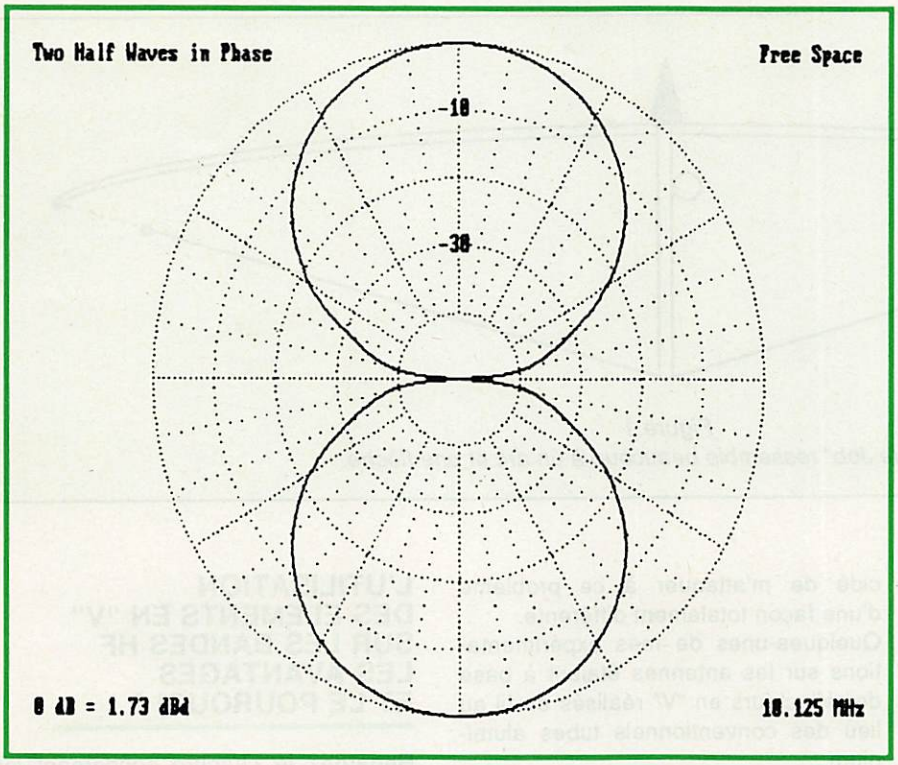


Diagramme 1

Si deux aériens sont séparés par une demie longueur d'onde environ et alimentés en phase, le signal sera renforcé dans un rapport proche de 2 dans certaines directions.

l'antenne qui compte », ou encore « Tant vaut l'antenne, tant vaut la station ». Mais encore faut-il pouvoir obtenir ce gain avec "quelque chose" qui puisse rentrer dans un petit bout de jardin !

John Kraus, W8JK, fut le premier à essayer de mettre deux dipôles en parallèle, non en phase mais en antiphase. La plupart des "experts" de l'époque auraient dit que c'était une perte de temps totale car les radiations des deux antennes s'annuleraient. Ceci était vrai dans le plan parallèle. Cependant, la puissance de l'émetteur devait aller QUELQUE PART et Kraus a trouvé qu'effectivement il y avait deux lobes relativement étroits mais à grande énergie dans un axe inattendu. Le gain était de presque QUATRE, avec seulement les deux dipôles, comparé à un gain de DEUX obtenu avec un aérien additionnel conventionnel (diagramme 2).

LA YAGI PARFAITE

La W8JK était probablement le premier aérien "supergain", pour lequel le gain était important pour un encombrement très réduit. Plus tard, on a pu prouver mathématiquement qu'avec trois éléments dans cette disposition, il était possible d'obtenir, non pas un gain de trois comme dans le cas d'un élément additionnel, mais un gain approchant les NEUF.

Le développement du concept W8JK devait mener à la conception de toute une gamme d'aériens "supergain". Gamme dans laquelle la bien connue Yagi fait partie d'une grande famille que nous allons examiner en détail.

L'antenne Yagi est largement utilisée, dans le privé comme dans les services de communications publics.

Sur VHF et UHF on utilise fréquemment un élément alimenté, associé à un certain nombre de directeurs parasites et, en plus, un ou deux éléments réflecteurs. Ainsi, la longueur totale du boom peut atteindre plusieurs longueurs d'onde sur la fréquence concernée.

Chaque élément doit être espacé de 0,2 ou 0,3 longueur d'onde, car un espacement moindre entraînerait une réduction de la largeur de bande, une faible résistance de radiation et des pertes résistives inacceptables.

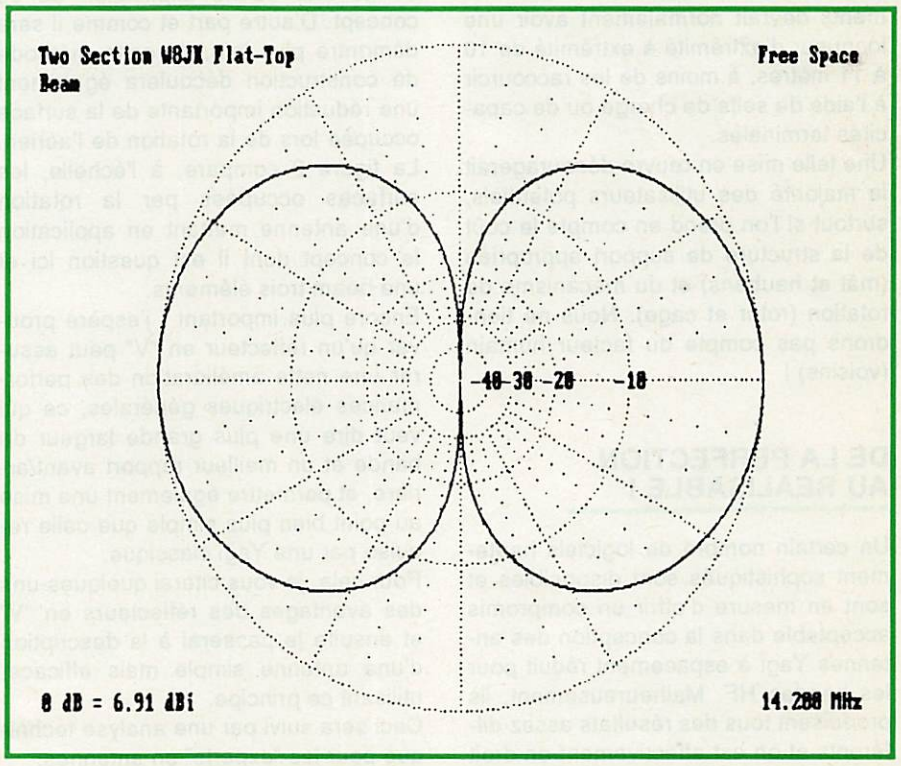


Diagramme 2

Pour des raisons historiques, diagramme de rayonnement de la W8JK, qui est bidirectionnelle.

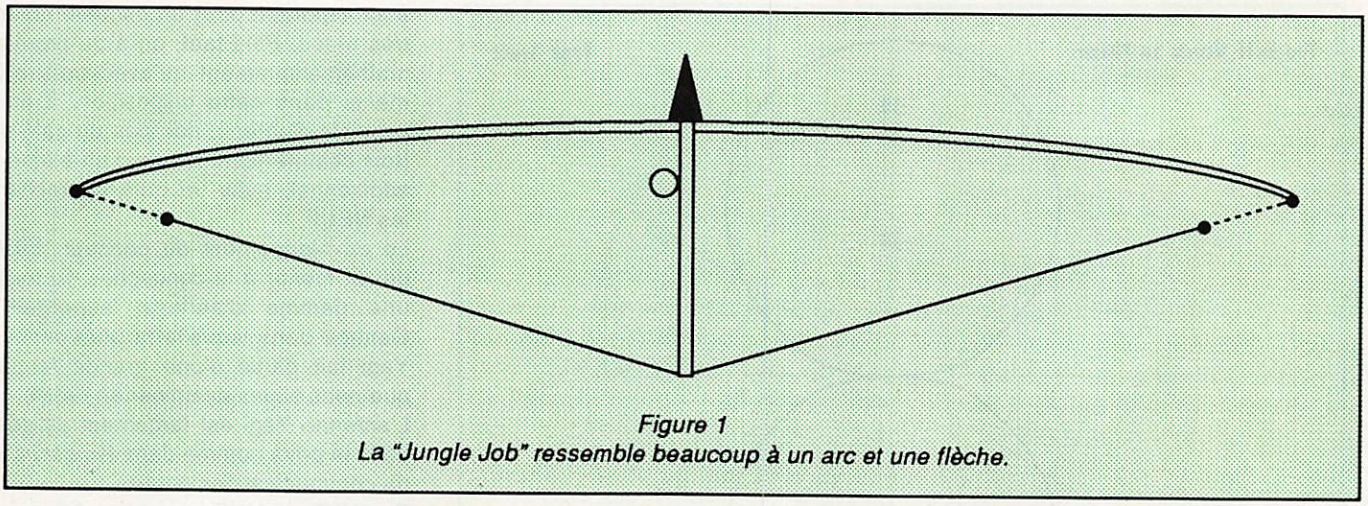


Figure 1
La "Jungle Job" ressemble beaucoup à un arc et une flèche.

En radiodiffusion HF ou sur les bandes radioamateur, tel le 20 mètres, la Yagi classique devient inutilisable, car même un réseau de trois éléments nécessiterait une longueur de boom de 8 à 12 mètres et un l'espace nécessaire à sa rotation couvrirait d'un diamètre d'au moins 15 mètres. Dans la plupart des cas, on est forcé d'utiliser un COMPROMIS, avec un espacement d'éléments bien moindre que la valeur optimale (allant quelquefois jusqu'à 0,1 de longueur d'onde).
Même dans ce cas, chacun des éléments devrait normalement avoir une longueur d'extrémité à extrémité de 10 à 11 mètres, à moins de les raccourcir à l'aide de selfs de charge ou de capacités terminales.
Une telle mise en œuvre découragerait la majorité des utilisateurs potentiels, surtout si l'on prend en compte le coût de la structure de support appropriée (mât et haubans) et du mécanisme de rotation (rotor et cage). Nous ne tiendrons pas compte du facteur humain (voisins) !

DE LA PERFECTION AU REALISABLE !

Un certain nombre de logiciels hautement sophistiqués sont disponibles et sont en mesure d'offrir un compromis acceptable dans la conception des antennes Yagi à espacement réduit pour les bandes HF. Malheureusement, ils produisent tous des résultats assez différents et on est effectivement en droit de se demander lequel offre la meilleure fiabilité.
Bien que disposant d'une installation informatique très performante, j'ai décidé de m'attaquer à ce problème d'une façon totalement différente.
Quelques-unes de mes expérimentations sur les antennes étaient à base de réflecteurs en "V" réalisés en fil au lieu des conventionnels tubes aluminium.
Un réflecteur réalisé en fil ne réduit pas seulement le poids, la résistance au vent et le coût général de l'aérien, mais il permet également l'utilisation d'un boom plus léger, ce dernier ne supportant qu'un poids très faible. La figure 1 donne une bonne explication de ce concept. D'autre part et comme il sera démontré plus loin, de cette méthode de construction découlera également une réduction importante de la surface occupée lors de la rotation de l'aérien.
La figure 2 compare, à l'échelle, les surfaces occupées par la rotation d'une antenne mettant en application le concept dont il est question ici et une beam trois éléments.
Encore plus important : j'espère prouver qu'un réflecteur en "V" peut assurer une nette amélioration des performances électriques générales, ce qui veut dire une plus grande largeur de bande et un meilleur rapport avant/arrière, et permettre également une mise au point bien plus simple que celle requise par une Yagi classique.
Pour cela, je vous citerai quelques-uns des avantages des réflecteurs en "V" et ensuite je passerai à la description d'une antenne simple mais efficace, utilisant ce principe.
Ceci sera suivi par une analyse technique pour les "experts" en antennes.
Je décrirai dans un prochain numéro quelques aériens multi-bandes compacts et légers avec quatre éléments actifs ou même plus.

L'UTILISATION DES ELEMENTS EN "V" SUR LES BANDES HF LES AVANTAGES ET LE POURQUOI ?

Regardez le chapitre concernant les antennes directives dans presque tous les livres pour radioamateurs. Neuf fois sur dix ce chapitre commencera par la classique antenne en "V".
Il comprendra probablement un tableau donnant l'angle optimal entre les deux "branches" du "V" pour leurs différentes longueurs ainsi que le gain du signal qui augmentera d'un peu plus de 5 dB ISO pour les côtés égaux à une LONGUEUR D'ONDE, et ce, jusqu'à un impressionnant 15 dB pour des côtés de 10 longueurs d'onde !
Des gains encore plus importants peuvent être obtenus si deux antennes en "V" ou similaires sont connectées dos à dos pour former une antenne RHOMBIC.
Les beams en "V" et les Rhombics constituent certainement le choix idéal pour des usages longue distance dans le domaine COMMERCIAL et MILITAIRE.
L'utilisation de tels systèmes par les radioamateurs est limitée du fait du grand espace nécessaire à leur mise en œuvre. Il faut également considérer que ces aériens ne peuvent être rotatifs (excepté éventuellement pour les bandes UHF !).
Dans le ARRL Antenna Handbook (14ème édition, chapitre 11.16-18), on peut, bien sûr, trouver des détails concernant différents systèmes VHF/UHF en "V" donnant un gain allant jusqu'à 17 dB à la limite supérieure de la bande de fréquence, mais leur fonc-

tionnement est basé sur des principes différents.
Aucun de ces systèmes ne semble être d'une grande utilité pour les opérateurs des bandes HF, mais il pourrait y avoir une ou deux possibilités méritant d'être examinées.
Par exemple, est-ce qu'un réflecteur en "V", taillé relativement court, pourrait avoir des avantages par rapport à un réflecteur du type Yagi ?
Même si l'amélioration n'est que d'un demi à 1 dB, cela mérite d'être pris en considération.
Les DXers disent que, dans un pile-up, un décibel supplémentaire peut faire toute la différence.
Si vous êtes de ceux-là, c'est le résultat que vous pourrez espérer en ajoutant un second directeur à une TROIS éléments Yagi.
En parcourant la littérature concernant ce sujet, je me suis aperçu que je ne n'étais pas le premier à me poser une telle question.
Dans CQ Magazine d'août 1983, K4JZB écrit avoir obtenu un gain supplémentaire d'un décibel avec des éléments en "V" et affirme qu'une beam DEUX éléments utilisant cette approche améliorera nettement une Yagi monobande TROIS éléments. Vrai ou faux ?
En cherchant ailleurs, cette fois dans le ARRL Antenna Handbook, qui n'a généralement pas tendance à l'exagération, j'ai été surpris de trouver que dans le chapitre concernant les Yagi HF monobande logarithmiques, il était affirmé, quasi catégoriquement, qu'augmenter l'inclinaison du "V" pouvait entraîner une augmentation du gain de quelque 3 à 5 dB !
En dehors de cette amélioration de gain, les éléments en "V" sont un bon choix si on désire exploiter les avantages de la technique du "couplage critique", développé conjointement par VK2ABQ et G6XN, Les Moxon.
Comme il a déjà été mentionné, les éléments de ce type étant réalisés en fil, sont non seulement plus légers mais offrent également une moins grande résistance au vent et sont surtout moins visibles. De plus, ce qui n'est pas fait pour gâter la chose, il sont aussi beaucoup moins coûteux à réaliser !
On notera à nouveau que la surface libre nécessaire à la rotation d'un aérien à réflecteur en "V" sera plus faible que celle nécessaire à une Yagi classique (figure 2).
Si vous avez rencontré quelques difficultés dans la lecture de ce qui précède, vous pourriez imaginer que je suis en train de décrire une nouvelle "beam miracle" compliquée. Si tel était le cas, vous êtes dans le faux.
Au contraire, je souhaite offrir aux débutants (et aux autres par la même occasion) la possibilité de réaliser un aérien qui soit économique, simple de réalisation et donnant d'excellents résultats sans toutefois entraîner des réglages compliqués.
Celui que je propose ici, je l'ai mis au point il y a quelques années pour être utilisé en Afrique du Nord. Cette antenne a été baptisée "Jungle Job". Comment traduire cela en français dépasse mes capacités* ! Peut-être en raison de sa forme d'arc primitif !
Les performances de cette petite beam très légère dépassaient mes espoirs les plus irréalistes et je ne pouvais, à ce moment là, comprendre les raisons de son exceptionnel rapport avant/arrière. C'est seulement bien plus tard que j'ai réalisé, par pur hasard, que j'avais, sans le savoir, appliqué la technique du "couplage critique" de VK2ABQ.
Je me doute que vous êtes impatient d'avoir maintenant les détails de construction de la "Jungle Job". Je garderai donc mes considérations techniques pour plus tard.
Comme je l'ai déjà écrit, je décrirai également, en temps opportun, des beams 3, 4 et 5 éléments multibandes. Mais, chaque chose en son temps.

** Note du traducteur : celles du traducteur également !*

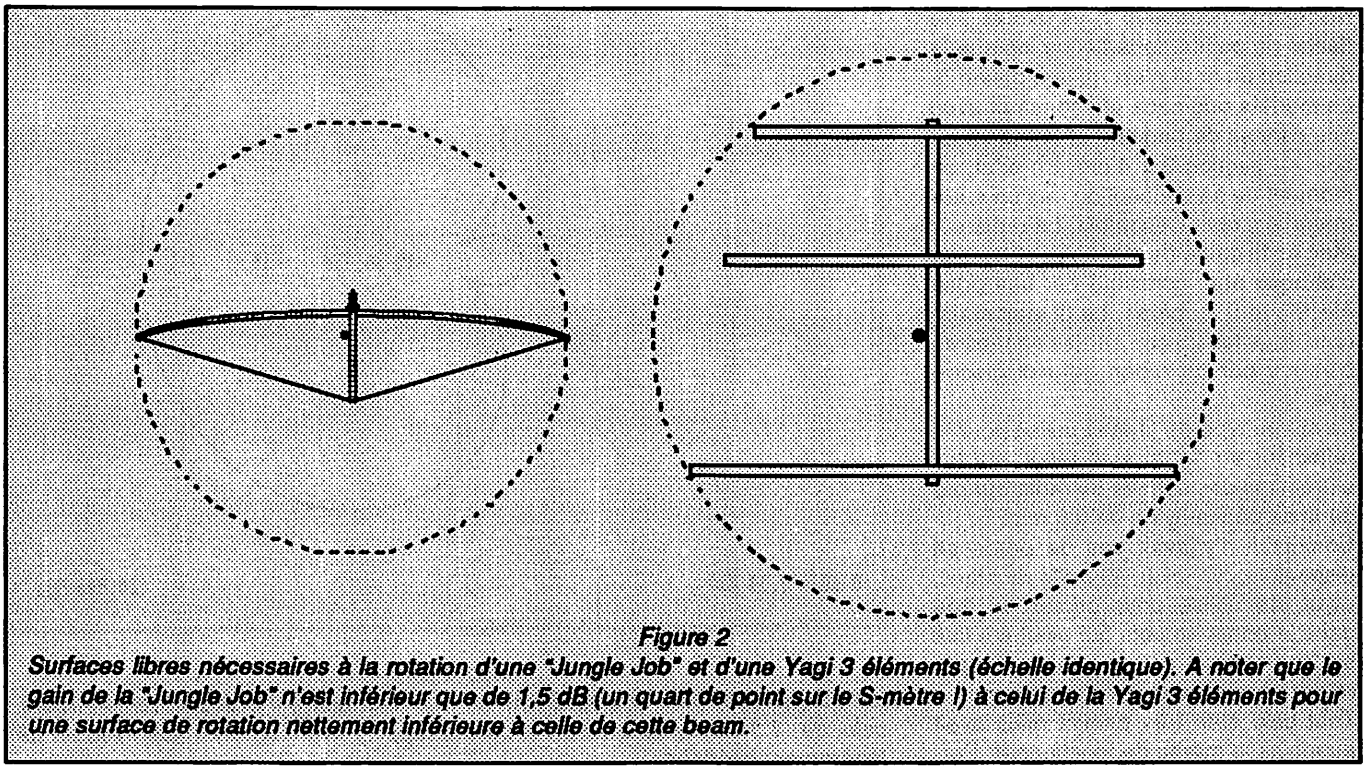


Figure 2
Surfaces libres nécessaires à la rotation d'une "Jungle Job" et d'une Yagi 3 éléments (échelle identique). A noter que le gain de la "Jungle Job" n'est inférieur que de 1,5 dB (un quart de point sur le S-mètre !) à celui de la Yagi 3 éléments pour une surface de rotation nettement inférieure à celle de cette beam.

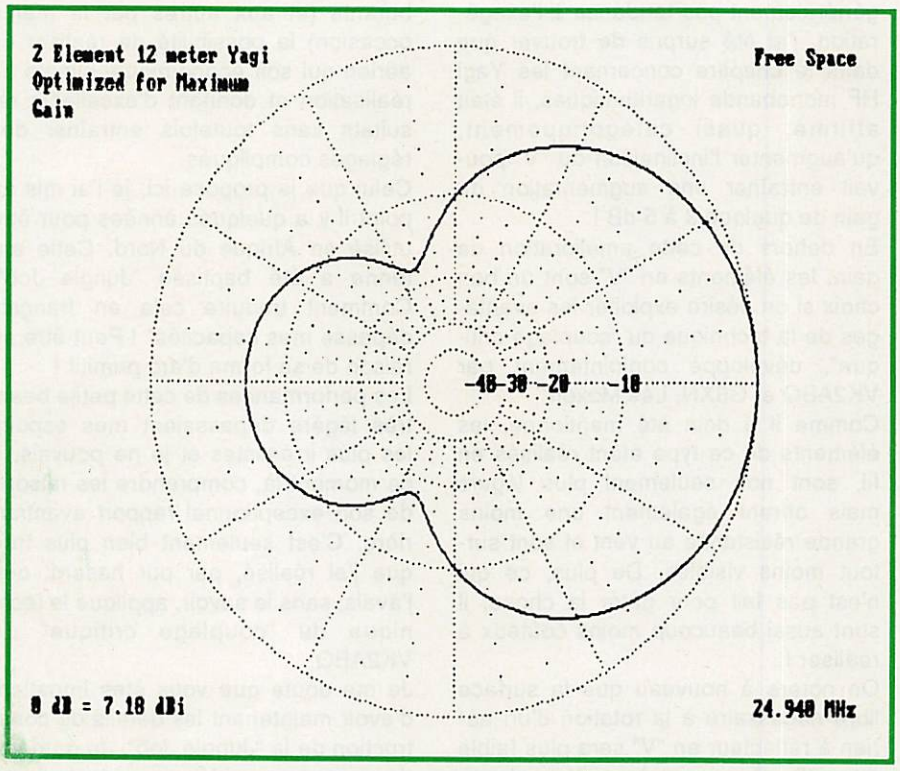


Diagramme 3
Diagramme de rayonnement d'une Yagi 2 éléments réglée pour un gain maximum.

faitement même, avec un transceiver CB modifié, d'une puissance de 10 W. Toutefois, pour obtenir un aspect agréable de l'ensemble (sinon gare aux voisins !), je vous recommande fortement d'utiliser des matériaux quelque peu plus sophistiqués !
De nombreux grands magasins disposent maintenant, dans leur rayon "loisirs", de cannes à pêche importées de Corée (entre autres) à un prix raisonnable.
Une paire de ces cannes, fixées bout à bout, aura un aspect tout à fait correct. Un fil de 2 mm de section, passé à l'intérieur de chacune d'elles, formera l'élément radiateur.
Le boom, de 1,80 à 2 m environ, pourra être en plastique ou encore en aluminium. Cette dimension est donnée pour la bande des 10 m, qui devrait encore être active pour quelques années.
N'oubliez pas que je décrirai plus tard une beam pour les 10, 15 et 20 m qui fonctionnera sur le même principe mais disposera de quatre ou cinq éléments (la plupart en fil) sur un boom très léger de 4 m.

LA "JUNGLE JOB"

Comme vous l'avez certainement déja observé, sur la figure 1, la "Jungle Job" ressemble beaucoup à un arc et une flèche (la pointe de la flèche indique la direction du tir et n'est qu'une option !).
Le modèle original a été construit avec des cannes de bambou et un boom en bois de section 3 x 4 cm. En effet, au moment de sa conception, aucun autre matériel n'était disponible. Le radiateur était en fil gainé de plastique et le point d'attaque était constitué par une prise électrique 5 ampères. Le fil était maintenu, tous les 25 cm, sur les cannes de bambou par du ruban adhésif électrique.
Le même type de fil était utilisé pour le réflecteur en "V" et était tendu sur les extrémités des cannes du radiateur par du fil de pêche nylon de 0,5 mm.
Comme il n'y avait pas de perceuse disponible, un clou, chauffé à blanc, avait été utilisé pour percer un trou dans le boom en bois qui avait été fixé sur son support par un boulon récupéré sur une voiture hors d'usage.
Tout cela était très primitif mais avait au moins le mérite de fonctionner. Par-

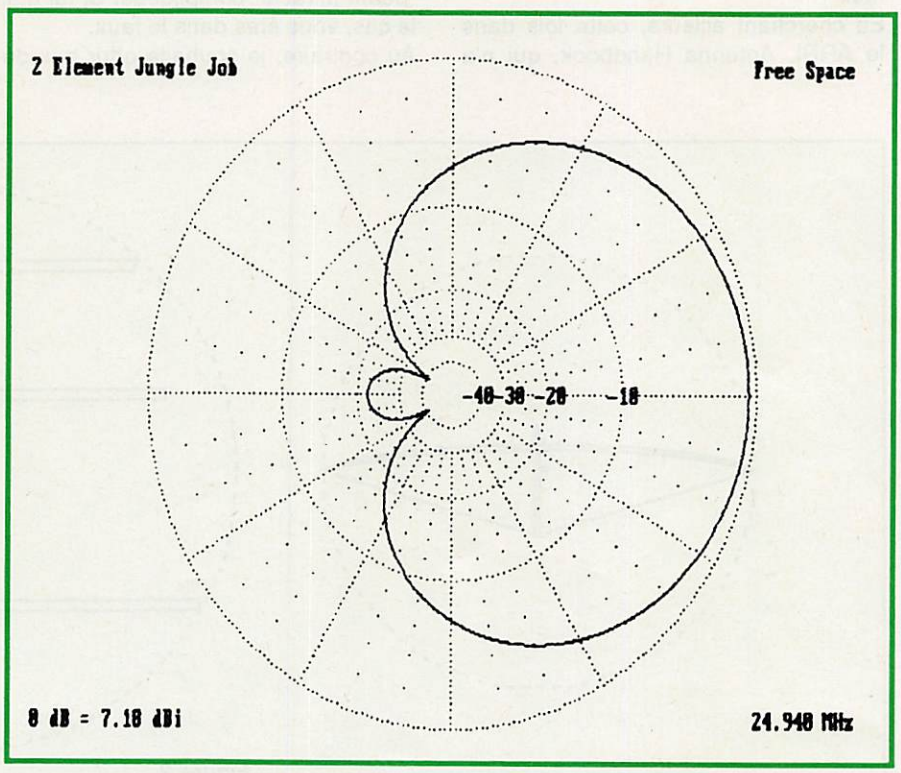


Diagramme 4
La "Jungle Job" dont le diagramme de rayonnement est pratiquement similaire à celui de la 3 éléments avec un excellent rapport avant/arrière mais avec un gain légèrement inférieur.

Le mieux est de monter en premier l'élément radiateur afin de s'assurer que le TOS est le plus faible possible autour de la fréquence habituelle de trafic. Remercions au passage le marché de la CB qui nous offre des TOS-mètres pour environ 50 à 60 Francs. L'ajustage de la fréquence du radiateur peut être nécessaire en augmentant ou en diminuant sa longueur de quelques centimètres.

Une bonne longueur de départ, pour la bande des 10 m, sera d'environ 5 mètres. Elle sera de 6,80 pour la bande des 15 m.

En théorie, le réflecteur devrait être, ô surprise, presque exactement de la même longueur. Il ne sera pas, comme dans une Yagi conventionnelle, supérieur au radiateur de 3 à 5 %. Néanmoins, laissez-lui tout de même 10 cm de plus afin de pouvoir faire le réglage final en en coupant une partie (il est toujours plus facile de raccourcir que d'allonger !).

La longueur suggérée peut surprendre quelques "experts", pour lesquels j'ai une bonne explication. En effet, les fils gainés de plastique nécessitent d'être coupés de 3 à 5 % plus court que des fils nus, en raison de la charge capacitive inhérente à la gaine plastique (et toc !).

Le réflecteur est relié à l'extrémité du radiateur, comme il a déjà été dit plus haut, par du fil de pêche nylon. L'espacement sera de 50 cm pour le 10 m et de 75 cm pour le 15 m, où la longueur de boom nécessaire sera de 2,50 m à la place des 1,80 m à 2 m requis pour la bande des 10 m.

Il ne reste plus qu'à raccorder un câble 50 Ω au centre du radiateur et vous êtes prêt pour le DX.

Le réglage de la longueur du réflecteur n'est utile que si vous recherchez un rapport avant/arrière extrêmement important.

DES DIAGRAMMMES POUR TOUT EXPLIQUER

J'ai inclus à cet article quelques diagrammes qui pourront vous donner une idée de ce que vous pouvez espérer comme résultats. Ils expliquent pourquoi une antenne du type de celle décrite dans cet article a des performances supérieures à une Yagi conventionnelle à éléments parallèles ainsi que ce que le terme "couplage critique" veut dire.

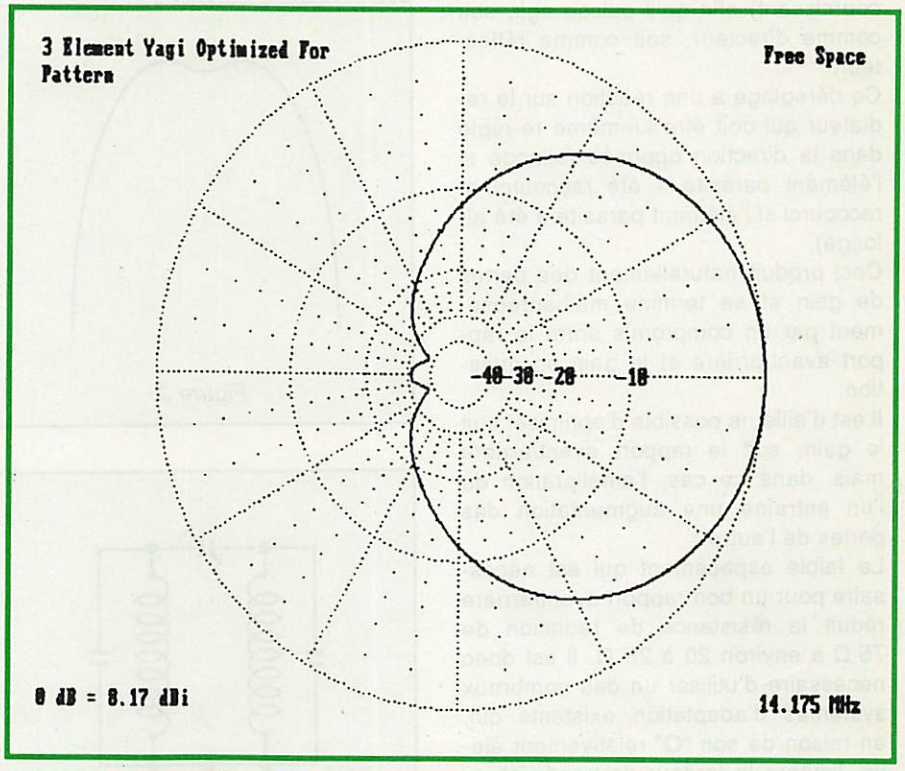


Diagramme 5

Une Yagi 3 éléments parfaitement conçue. C'est un bon choix si vous êtes riche et que vous disposez de beaucoup de place ! Pour un élément de plus, remarquez la similitude avec le diagramme 4, celui de "Jungle Job".

Tous les diagrammes de rayonnement sont donnés par rapport à un dipôle en espace libre. La représentation en gain ISO a été choisie car elle est utilisée par la plupart des fabricants d'antennes commerciales.

Avec une antenne montée à hauteur normale, un gain supérieur de 6 dB peut être espéré pour les communications utilisant les ondes ionosphériques en raison de la combinaison favorable avec les ondes réfléchies par le sol.

COMPARAISON ENTRE YAGI CONVENTIONNELLE ET "JUNGLE JOB"

On pourrait également écrire "Comparaison entre une beam conventionnelle de type Yagi et une beam équipée d'un réflecteur en "V" et utilisant la technique du "couplage critique" pour assurer sa mise en phase correcte".

Regardez le diagramme 3 qui donne le rayonnement d'une Yagi 2 éléments commerciale utilisant des brins en aluminium et comparez avec le diagramme 4 qui est celui d'une beam 2 éléments avec réflecteur en "V" dont la phase a été sérieusement contrôlée.

La déduction, qui découle logiquement de ce coup d'œil, vaut beaucoup mieux que des milliers de mots ou de nombreuses formules mathématiques.

Pour tenter d'exprimer la chose en des termes simples, une beam deux éléments idéale devrait avoir des pertes résistives nulles, des courants identiques dans chaque élément et une phase correcte, de façon à ce que toutes les radiations soient dirigées dans une direction donnée et qu'aucune ne soit transmise vers l'arrière. En d'autres mots, la beam idéale devrait avoir un rapport avant/arrière infini !

Du rêve, essayons de passer à la réalité en nous demandant comment tendre vers ce cas idéal ?

Avec une beam conventionnelle, il est indispensable d'avoir un espacement entre les éléments réduit de façon à approcher l'égalité des courants.

De façon à approcher également de la phase correcte, il est indispensable de décaler l'élément parasite de la résonance (en l'allongeant ou en le rac-

courcissant) afin qu'il puisse agir, soit comme directeur, soit comme réflecteur.
Ce déréglage a une réaction sur le radiateur qui doit être lui-même re-réglé dans la direction opposée (allongé si l'élément parasite a été raccourci et raccourci si l'élément parasite a été allongé).
Ceci produit naturellement des pertes de gain et se termine malheureusement par un compromis entre le rapport avant/arrière et le gain en question.
Il est d'ailleurs possible d'optimiser soit le gain, soit le rapport avant/arrière mais, dans ce cas, l'amélioration de l'un entraîne une augmentation des pertes de l'autre !
Le faible espacement qui est nécessaire pour un bon rapport avant/arrière réduit la résistance de radiation de 75 Ω à environ 20 à 25 Ω. Il est donc nécessaire d'utiliser un des nombreux systèmes d'adaptation existants qui, en raison de son "Q" relativement élevé, limitera la largeur de bande et introduira des pertes résistives additionnelles.
Pour un moment, oublions donc la Yagi conventionnelle et regardons ce qui découle de l'utilisation d'un réflecteur en "V" avec couplage critique. En tout premier lieu, les deux éléments peuvent rester en résonance (donc pas de réglage nécessaire). La phase correcte est obtenue par l'ajustage à la bonne longueur de l'espace existant entre les extrémités du radiateur et du réflecteur, soit environ 1 m pour la bande des 20 m et au prorata pour les autres bandes.
Le centre du radiateur et le point de courant maximum du "V" peuvent avoir un grand espacement (environ 0,2 de la longueur d'onde). A de tels espacements, il n'existe qu'une faible réduction de la résistance de rayonnement, aucun système d'adaptation n'est alors nécessaire et les pertes résistives deviennent relativement insignifiantes. Voilà qui permet de constater que même des fils de faible section seront suffisants pour assurer une largeur de bande permettant la couverture de la plupart des portions qui sont affectées aux radioamateurs, et ce, avec un TOS tout à fait raisonnable, même aux extrémités desdites bandes.
Les analyses mathématiques indiquent, en théorie bien entendu, que sur une fréquence donnée et pour un angle d'émission donné, il est possible d'obtenir un rapport avant/arrière infini. En pratique, il est tout à fait possible d'obtenir un rapport avant/arrière de 25 dB ou plus et d'obtenir jusqu'à 30 et même 35 dB sur des sites parfaitement dégagés. Etablir une comparaison favorable à une telle antenne, opposée à une Yagi non pas 2 mais 3 éléments, devient aisé. En effet l'aérien proposé ici aura des caractéristiques pratiquement identiques à une beam 3 éléments mais pour un encombrement bien inférieur. Pour vous en convaincre, il suffit que vous compariez les diagrammes 4 et 5 pour le rayonnement et consultiez à nouveau la figure 2 pour l'encombrement.
La technique utilisée pour la conception des beams à réflecteur en "V" est appelée, comme nous l'avons déjà vu, "couplage critique", par ses auteurs G6XN et VK2AOU. Elle mérite d'être mieux connue. Il n'y a rien de vraiment "critique" dans l'utilisation pratique de cette théorie et j'ai adapté ce système dans la plupart de mes récentes conceptions d'antennes multi-bandes en raison des excellentes caractéristiques qui viennent d'être décrites.

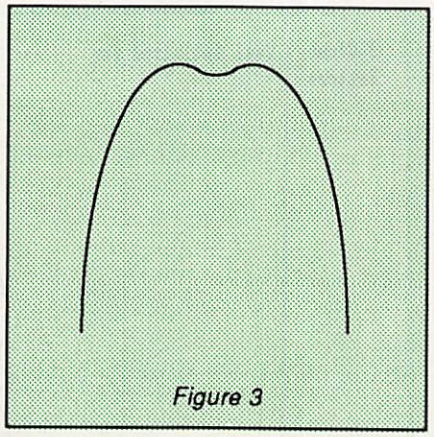


Figure 3

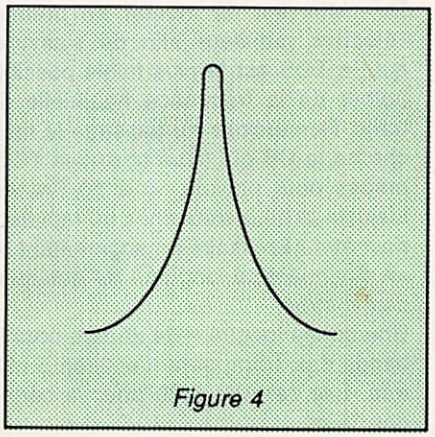


Figure 4

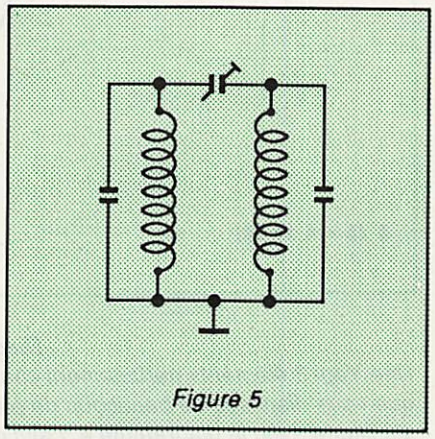


Figure 5

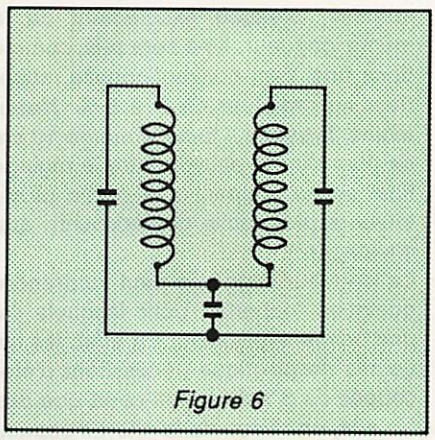


Figure 6

UN PEU DE THEORIE

La technique du "couplage critique"

La majorité des lecteurs, même s'ils sont concepteurs, ne montre que très peu d'intérêt pour les mathématiques compliquées, et j'en suis ! C'est une des raisons pour lesquelles je confie le travail de calcul à mon ordinateur ! Je propose donc de traiter cette partie théorique en prenant pour base deux dipôles résonants et relativement proches l'un de l'autre. Ils sont ainsi très similaires à deux circuits accordés et couplés et peuvent y être comparés.
Parce qu'il est nécessaire de disposer d'une certaine largeur de bande, les transformateurs de fréquence intermédiaire utilisent normalement une paire de circuits accordés, plutôt qu'un simple circuit self et condensateur, afin d'obtenir une courbe de réponse en dos de chameau (voir figure 3), ce qui serait impossible avec un simple circuit accordé (voir figure 4).
De nombreuses personnes imaginent que, pour obtenir une courbe à dôme relativement plat, il est nécessaire de

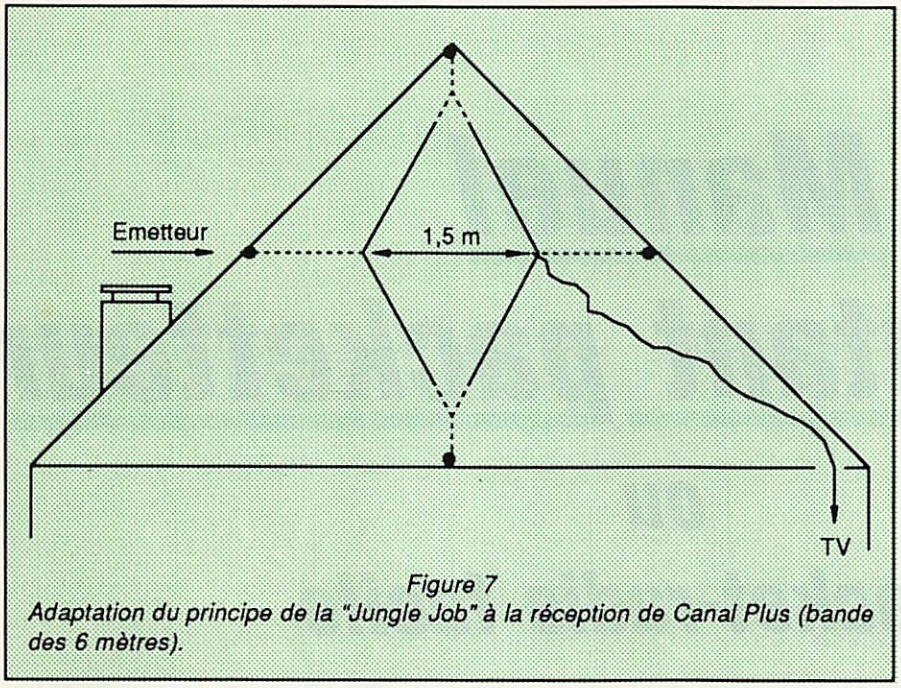
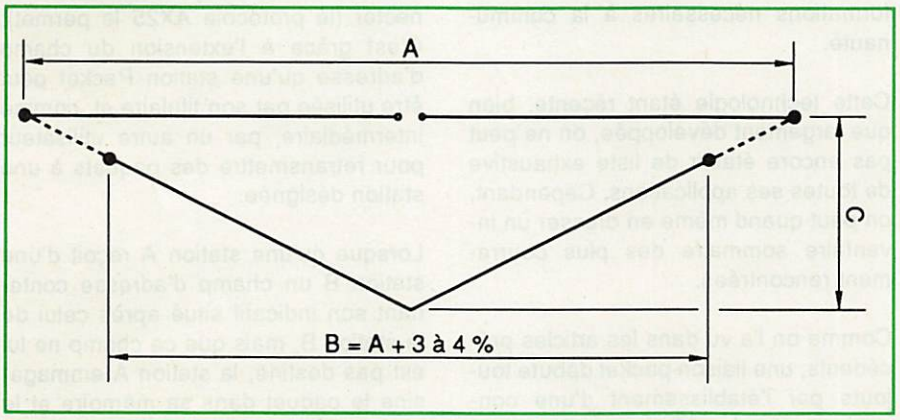


Figure 7
Adaptation du principe de la "Jungle Job" à la réception de Canal Plus (bande des 6 mètres).

régler un des circuits sur la fréquence haute et l'autre légèrement plus bas, mais cela n'est pas exact. En effet, si le couplage entre les deux circuits est réalisé à un certain point critique, la courbe de réponse à dôme plat peut être obtenue avec les deux circuits réglés exactement sur la même fréquence !

Par le passé, il était courant de régler le couplage en faisant coulisser les selfs de haut en bas sur un support commun mais une approche plus sophistiquée consiste en l'usage de capacités de couplage "hautes" ou "basses" (voir figures 5 et 6).
La figure 5 représente très approximativement ce qui se passe lorsque les extrémités de deux éléments rayonnants sont reliées ensemble. De nombreux experts peuvent être surpris d'apprendre que la largeur de bande d'une beam à deux éléments utilisant cette technique peut souvent être plus importante qu'un simple dipôle résonant. Cette caractéristique peut devenir très importante lorsqu'il est nécessaire de couvrir une gamme de fréquence large, telle que la gamme 28-30 MHz. Encore plus surprenante est la découverte que la résistance de rayonnement d'une beam 2 éléments utilisant le "couplage critique" est la somme des résistances de rayonnement des deux éléments pris individuellement. Cela éliminera généralement le besoin d'une adaptation spéciale par un système tel que "Beta Match", "Hairpin-Loop", "Gamma-Match", etc. et permettra l'attaque directe par le câble 50 Ω (par l'intermédiaire toutefois d'un balun de rapport 1/1 si vous le jugez nécessaire). Je reparlerai de cela dans un autre article !



FREQ. (MHz)	A = long. radiateur (m)	C = long. boom
14,150	10,06	3,50 – 4,00
21,200	6,70	3,00
24,900	5,73	2,50
27,200	5,24	2,20
28,500	5,00	2,00
50,000	2,85	1,20

Réduire la long. du radiateur de 3 à 5 % en cas d'utilisation de fil gainé plastique ou de tube aluminium.
Réduire la long. du réflecteur (B) de 3 à 4 % par rapport à A.

Figure 8
Cotes pour la réalisation de la "Jungle Job" sur différentes fréquences.

POUR PROFITER A TOUS...

Les radioamateurs déjà équipés d'une beam tribande pour les 10, 15 et 20 m peuvent utiliser la technique décrite ici pour augmenter leur couverture à la bande WARC des 12 m (longueur des éléments d'environ 6 m) ou à la nouvelle bande des 50 MHz (longueur des éléments d'environ 2,4 m).

Les DXers cébistes peuvent également trouver ici une approche intéressante pour la réalisation de leur aérien dont les éléments auront une longueur d'environ 5,4 m. Ceux qui ont déjà un dipôle demi-onde en tube alu pourront y ajouter un réflecteur en "V" en fil. Cette adjonction augmentera la puissance effectivement rayonnée de 300 à 400 %.

Finalement, dans le cadre des applications possibles de la "Jungle Job", une antenne de réception Canal+ économique peut être réalisée entièrement en fil et placée à l'intérieur de la maison (voir figure 7). Toutefois, l'espacement entre les centres des éléments devra être de 0,25 de la longueur d'onde, soit 1,5 m, de façon à obtenir une impédance raisonnable pour l'attaque d'un câble TV de 75 Ω. L'espace réduit est prévu pour une alimentation en 50 Ω.

A suivre... ...☆

Les antennes "Supergain"

La "Jungle Job" ouvrait la voie aux antennes "Supergain". Sa réalisation très simple et son faible prix de revient comparés aux résultats obtenus ont rencontré la faveur, pour ne pas dire la ferveur, d'un grand nombre de lecteurs. Nous vous proposons, ce mois-ci, la suite de l'article paru dans le numéro 82 de décembre 1989.

Dick BIRD – G4ZU

Le succès remporté par la publication du premier article de cette série sur les antennes "Supergain" de G4ZU est extrêmement encourageant pour l'auteur (et pour la rédaction !).

Toutefois, bien qu'il parle très correctement le français, Dick écrit en anglais et les impératifs de la traduction ne nous permettent pas, hélas, de publier régulièrement chaque mois ses articles. En effet, G4ZU réalise cette série spécialement pour les lecteurs de MEGAHERTZ Magazine ! Soyez patients, par avance, nous vous remercions.

EN FORME DE PREFACE

Dans la première partie de cette série d'articles, j'ai présenté un certain nombre de diagrammes, en coordonnées polaires, indiquant qu'un réseau à deux éléments comme la "Jungle Job" pouvait donner des performances globalement meilleures, sans conteste, qu'une Yagi conventionnelle à deux éléments. Performances très proches de ce que l'on peut normalement attendre d'un aérien, de type Yagi, à trois éléments grand espacement (tout en ayant un encombrement inférieur).

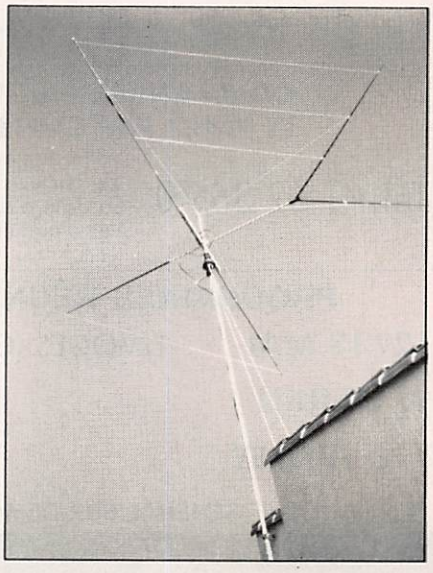
De telles caractéristiques sont souvent revendiquées pour des réseaux à deux éléments de type boucle tels que la "Cubical Quad", la "Swiss Quad", dans ses versions les plus récentes, et la "Birdcage".

Avant d'adopter mon réseau actuel en "V", j'utilisais couramment une Quad deux éléments. Avant d'y apporter la moindre modification, j'ai entrepris un certain nombre de mesures comparatives.

Les **diagrammes 1** et **2** en sont des exemples typiques. On peut y remarquer que la Quad présente un gain légèrement supérieur à celui de la "Jungle Job" mais un lobe moins bon, en raison de la remontée des signaux "hors faisceau" au niveau des côtés verticaux des deux boucles.

Je me suis aperçu que le réseau horizontal amenait **véritablement** une meilleure réjection du QRM impulsionnel, plus particulièrement dans la bande très encombrée des 20 mètres.

La Quad jouit d'une grande popularité en raison de sa facilité de construction par l'amateur. En effet, les matériaux qu'elle nécessite sont d'un prix tout à fait abordable (essentiellement composés par du fil de cuivre et des cannes en bambou ou en fibre de verre), mais



La "V5" réalisée par F5HZ est une forme 5 bandes de la "Jungle Job". Les trappes sont "Home Made".

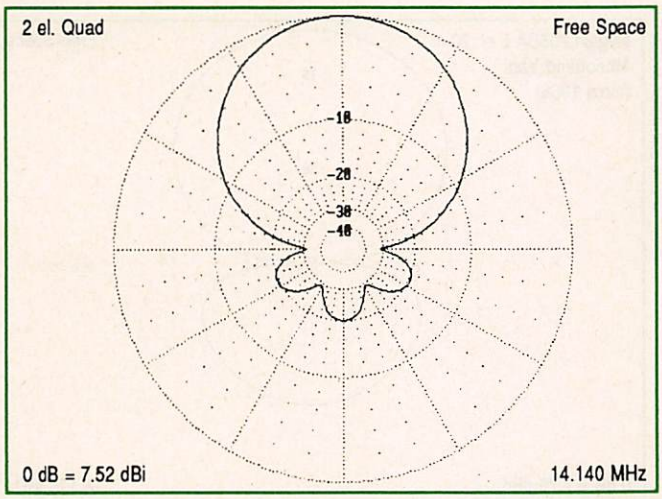


Diagramme 1
Le diagramme de rayonnement de la Quad présente un gain légèrement supérieur à celui de la "Jungle Job".

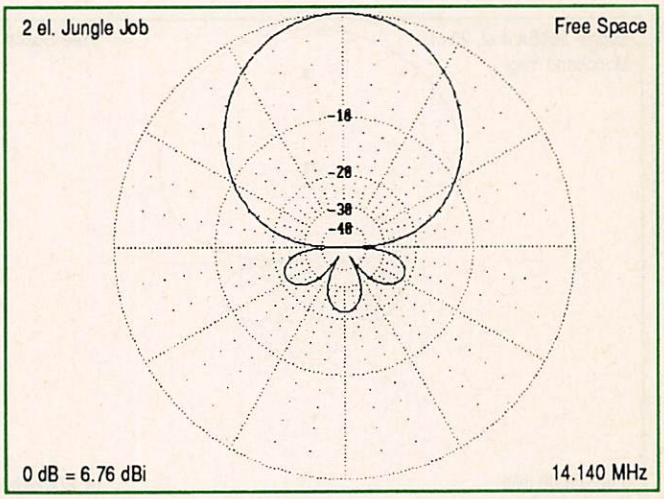


Diagramme 2
Le lobe de la "Jungle Job" est meilleur que celui de la Quad et compensera la légère perte de gain.

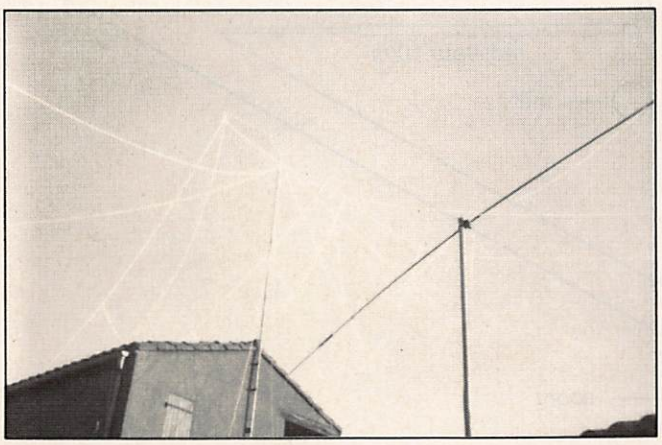
cette antenne a comme principal inconvénient un volume très important. En outre, et malheureusement, la Quad présente aussi un poids et une prise au vent quatre fois supérieurs à la "Jungle Job".

Le petit réseau horizontal prend un net avantage quant à son aspect visuel, moins impressionnant que celui de la Quad. Par ailleurs, et ce n'est pas négligeable, le prix des matériaux entrant dans sa contruction est également très faible.

Pour ces différentes raisons, j'étais tout à fait prêt à accepter une perte de 0,6 dB, qui ne représente, après tout, qu'une faible fraction de point "S", (1 point "S" = 6 dB) compensée toutefois par une amélioration de plus de 10 dB de la réjection des signaux parasites.

J'ai démarré avec une version monobande composée uniquement d'un élément rayonnant et d'un réflecteur filaire en "V". Cependant, ayant l'intention d'étendre ultérieurement la gamme des bandes pour accéder aux 15 et 10 mètres, j'ai décidé d'utiliser, pour la partie rayonnante, un dipôle trois bandes à trappes.

L'abandon définitif de la Quad pour la "Jungle Job" me fut finalement imposé par un cas de force majeure ! Lors d'une tempête de neige, les cannes de ma Quad furent arrachées et s'envolèrent pour atterrir dans le jardin de mon voisin, à quelque distance de là. La "Jungle Job" y perdit sont réflecteur filaire mais la partie rayonnante demeura, heureusement, intacte. Je démontai ce qu'il restait de la Quad et installai à sa place la "Jungle Job".



Cette magnifique toile d'araignée fut tout ce qui subsista d'une Quad deux éléments après le passage d'une tempête de neige !

Mon épouse ne sembla pas affectée par ces modifications, au contraire ! Le résultat avait l'air tellement plus propre que je fis don à mon voisin des cannes de feu ma Quad afin qu'il en fasse des tuteurs pour ses tomates !

Pour vous donner une idée de ce qu'il est possible de réaliser comme contacts avec un système d'antenne aussi simple, je vous dirai simplement qu'en trois mois, j'ai établi la liaison avec plus de 200 stations VK et ZL à l'aide de ma "V5" actuelle. Cet aérien est véritablement une "Jungle Job" à deux éléments pour la bande des 20 mètres, augmentée de quelques éléments permettant l'accès aux bandes des 15 et 10 mètres.

Plus loin, dans cet article, j'explique comment il est possible d'ajouter les bandes WARC de 12 et 17 mètres ainsi que celle des 6 mètres, si on le désire. Par ailleurs, je suggère quelques types de montages mécaniques adéquats.

LES SYSTEMES MULTIBANDES

Les lecteurs ayant étudié la première partie de cette série d'articles apprécieront certainement le fait que l'antenne "Jungle Job", qui était d'abord conçue pour 10 mètres, équipée d'éléments auto-résonants et à "couplage critique", puisse être presque immédiatement extrapôlée pour aboutir à un aérien rotatif très léger destiné à la bande des 15 mètres et même à la bande des 20 mètres.

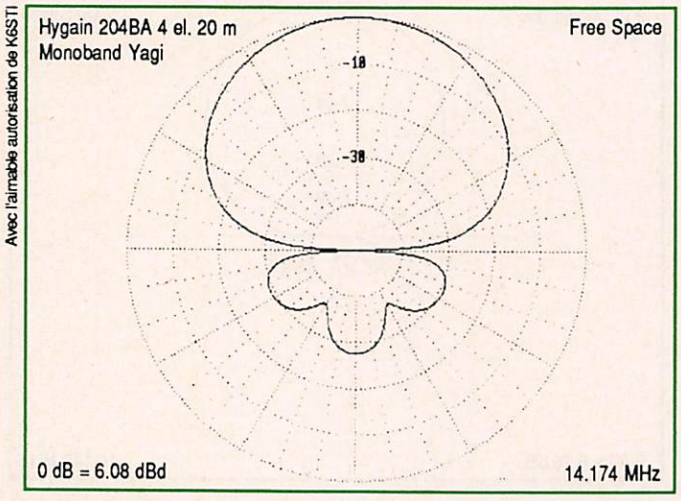


Diagramme 3
Le diagramme de rayonnement de la 204BA de Hy-Gain. Beam monobande 20 mètres à 4 éléments.

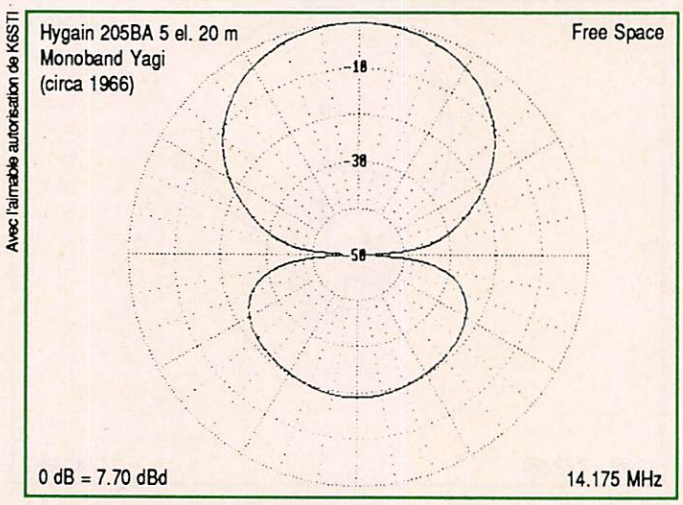


Diagramme 4
Le diagramme de rayonnement de la 205BA de Hy-Gain. Beam monobande 20 mètres à 5 éléments.

Cela donnera, pour un coût très modéré, des performances globales bien supérieures à une Yagi monobande, et ce, avec une bande passante plus large et un rapport avant-arrière proche de celui d'un réseau à trois éléments. Pour vous en convaincre, si cela est encore nécessaire, je vous invite à comparer les **diagrammes 3** et **4** à celui de la "Jungle Job" deux éléments donné à la page précédente.

S'il était possible de poursuivre l'étude pour aboutir à une antenne fonctionnant en trois et même **six** bandes amateurs différentes, le résultat n'en serait que plus intéressant. Eh bien, je suis heureux de vous apprendre que cela est **possible** et peut même être réalisé de plusieurs façons, chacune ayant ses propres avantages.

Nous allons donc passer en revue les diverses possibilités et essayer de déduire laquelle est la mieux adaptée à des conditions données. Nous prendrons en considération non seulement les résultats électriques mais aussi d'autres facteurs importants tels que le prix de revient, le poids, la prise au vent et l'aspect visuel. Ce dernier facteur devient particulièrement important dans les quartiers où il est nécessaire de ménager le voisinage ou de respecter certaines règles édictées par les syndics de lotissements. Du point de vue des éléments parasites, la meilleure solution serait, et de loin, un réflecteur en "V" indépendant pour chaque bande. Les réflecteurs étant espacés à peu près "logarithmiquement" (système L-P, "log-periodic").

A la différence d'un système L-P normal, cette solution **ne** nécessite **pas** un boom très long et très lourd car le poids et la prise au vent des réflecteurs sont négligeables.

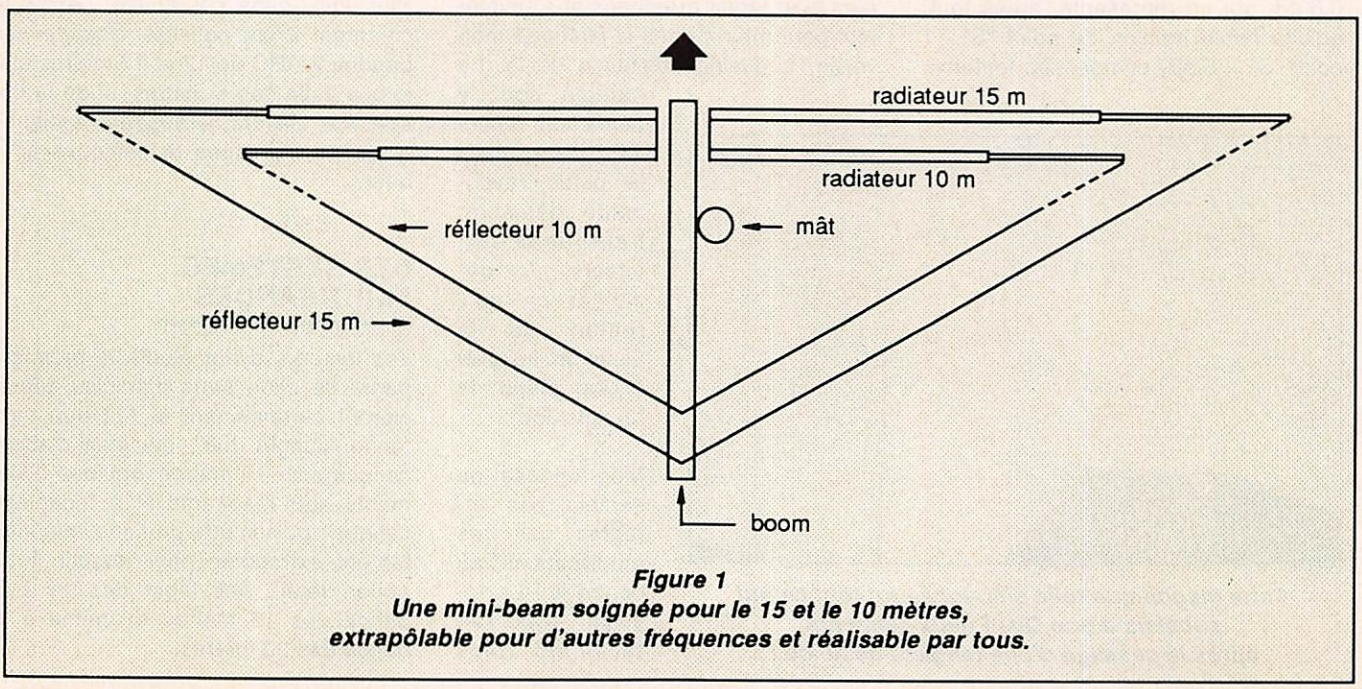


Figure 1
Une mini-beam soignée pour le 15 et le 10 mètres, extrapôlable pour d'autres fréquences et réalisable par tous.

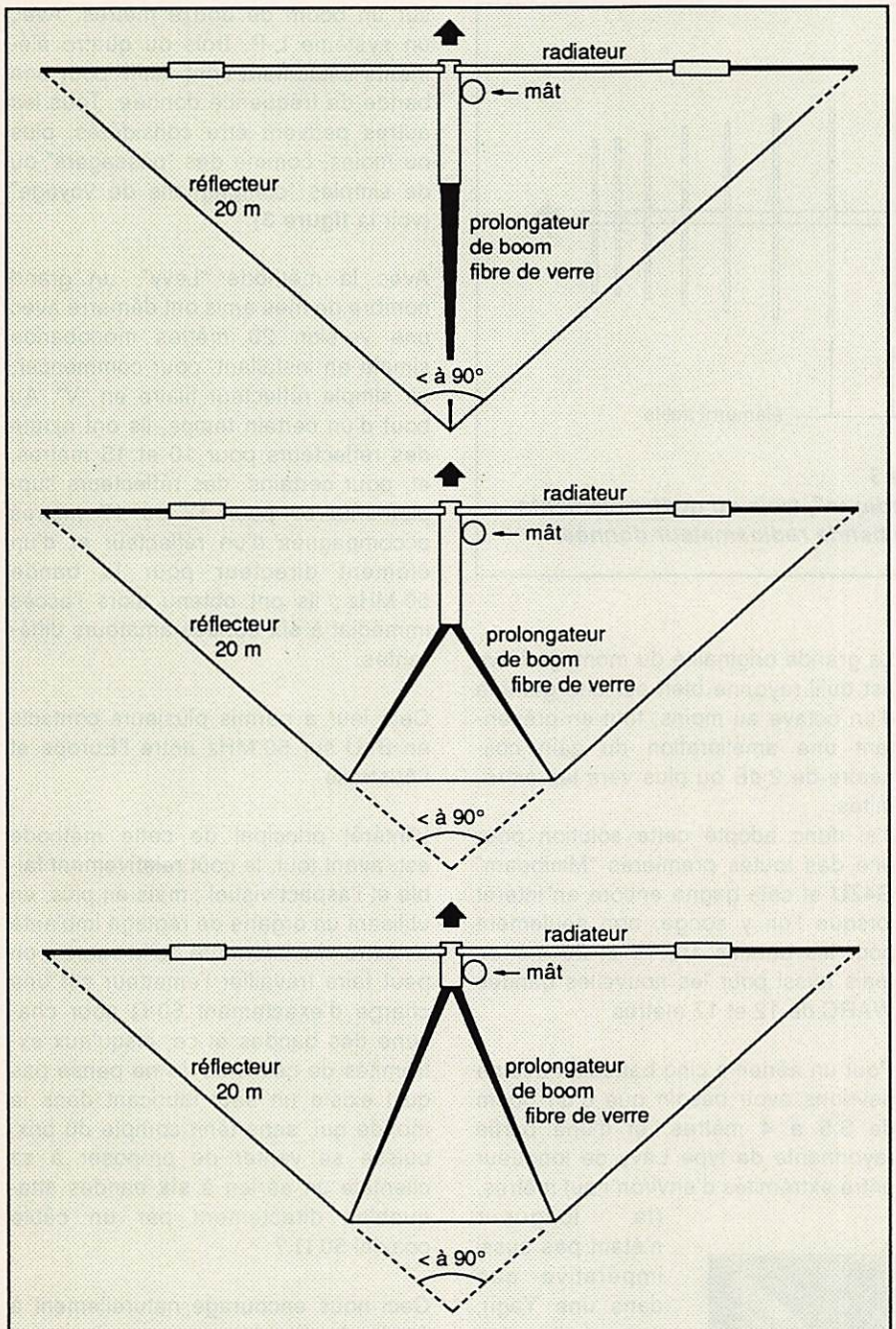


Figure 2
Trois méthodes destinées à assurer un angle au moins égal à 90° au réflecteur 20 m, afin de ne pas diminuer la résistance de rayonnement.

L'espacement typique entre les réflecteurs et la partie rayonnante sera d'environ 2, 3 et 4 mètres respectivement pour les bandes 10, 15 et 20 mètres. Toute interaction entre les éléments est plus favorable que l'inverse (voir l'Annexe Technique).

Pour la partie rayonnante, réalisée de préférence en tubes de dural, il est possible d'employer :

(a) Des dipôles multiples, un pour chaque bande, alimentés en parallèle à partir d'une source commune.

(b) Un dipôle trois bandes à trappes, du commerce ou de construction maison.

(c) Un montage de type "Levy" ou "Zepp à alimentation centrale". Cette alimentation sera réalisée à l'aide d'un câble bifilaire 300 Ω ou d'une ligne ouverte, par l'intermédiaire d'un organe de réglage (boîte d'accord ou de couplage).

(d) Un nouveau type de montage rayonnant dont la fréquence de résonance peut être ajustée à distance depuis le poste de travail de l'opérateur.

Chacune de ces solutions présente certains avantages que nous allons détailler maintenant.

(1) Pour un aérien à **deux** bandes, fonctionnant en 10/15 mètres, l'utilisation de dipôles en parallèle réalisés en tubes de dural et associés à une paire de réflecteurs filaires en "V" montés sur un boom de 3 mètres constituerait une bonne solution. Si on le souhaite, une partie rayonnante et un réflecteur filaire sont faciles à ajouter pour travailler dans la bande des 6 mètres ; cela n'implique qu'une faible augmentation de coût et de poids pour obtenir un aérien rotatif d'un bon aspect visuel et couvrant les bandes 6/10/15 mètres (voir **figure 1**).

(2) Si l'on s'intéresse surtout aux bandes classiques, 10,15 et 20 mètres, l'utilisation d'un dipôle multibande à trappes semble être la meilleure solution. Les extrémités des brins peuvent être allongées à l'aide de petites tiges de fibre de verre pour obtenir un angle au sommet de 90° pour le réflecteur 20 mètres ; ou bien, on peut allonger la perche en fibre de verre (comme indiqué **figure 2**) pour éviter un angle au sommet trop aigu qui diminuerait la résistance au rayonnement (voir l'Annexe, la figure 2 et la photo de la première page de cet article).

(3) Le montage "Levy". Si j'écrivais cet article pour tout autre pays que la France, j'hésiterais vraisemblablement à suggérer la réalisation d'un aérien rotatif utilisant une partie rayonnante de type "Levy", alimenté par un source à circuit ouvert de 300 Ω ou 600 Ω.

En effet, je craindrais par trop que la plupart des autres éditeurs techniques européens ne jettent mon manuscrit directement à la poubelle à la lecture de cette "hérésie"! Cette solution présente néanmoins de nombreux avantages si l'on est prêt à se pencher sur le sujet sans idées préconçues.

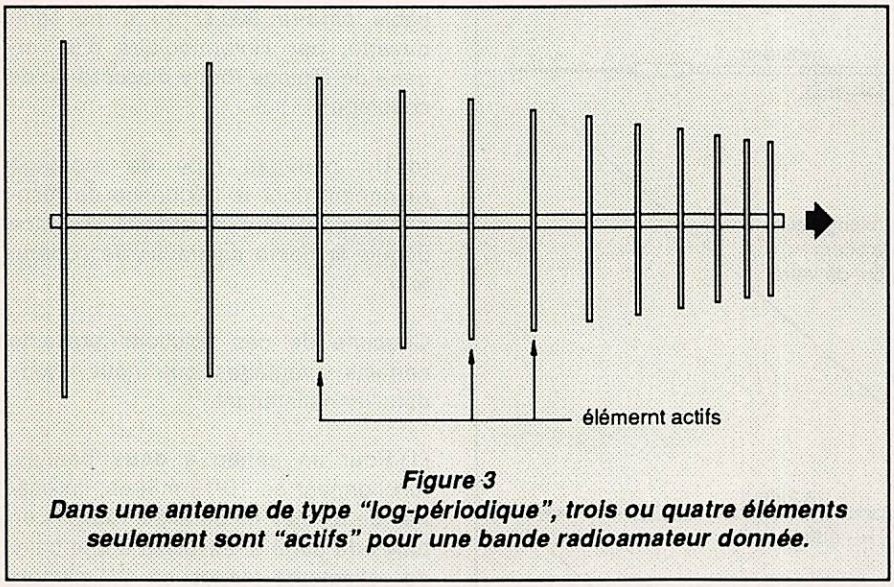


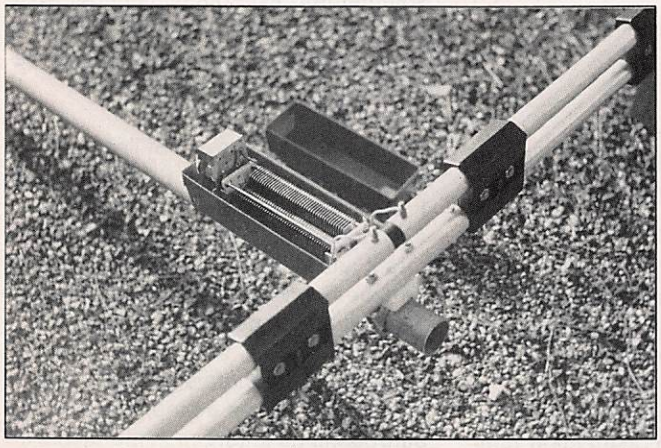
Figure 3
Dans une antenne de type "log-périodique", trois ou quatre éléments seulement sont "actifs" pour une bande radioamateur donnée.

En raison de ses performances reconnues en fonctionnement multibande, le montage "Levy" est encore très répandu pour le trafic sur 40 et 80 mètres.

Au Royaume-Uni, il est généralement connu sous le nom "G5RV" tandis qu'en Amérique du Nord la plupart des livres emploient plus souvent le terme "Zepp à alimentation centrale". Pendant la Première Guerre Mondiale, le Comte Zeppelin fut certainement le premier à imaginer l'utilisation d'un moyen de communication "sans fil" avec ses engins volants, mais **son** antenne "Zepp" avait la forme d'un long fil à la traîne. Ce fut Levy qui, quelques années plus tard, utilisa une ligne de transmission ouverte.

La grande originalité du montage Levy est qu'il rayonne bien sur une gamme d'un octave au moins, tout en présentant une amélioration du gain colinéaire de 2 dB ou plus vers les extrémités.
J'ai donc adopté cette solution pour une des toutes premières "Minibeam" G4ZU et cela gagne encore en intérêt lorsque l'on y songe, non seulement pour les bandes 10, 15 et 20 mètres mais aussi pour les nouvelles bandes WARC de 12 et 17 mètres.

Pour un aérien à cinq bandes, nous ne devrions avoir besoin que d'un boom de 3,5 à 4 mètres, et d'une partie rayonnante de type Levy de longueur entre extrémités d'environ neuf mètres, (la longueur n'étant pas aussi impérative que dans une Yagi), associés à une série de réflecteurs filaires en "V".



Le condensateur variable du dispositif de réglage est actionné au moyen d'un petit moteur bidirectionnel à courant continu, suivi d'un train d'engrenages et alimenté au travers du câble coaxial. Ainsi, il permettra l'accord du radiateur sur la fréquence de travail.

On pourrait également appeler cette structure la "Log-périodique du Pauvre". Il y a toutes les raisons de croire que le gain, sur la plupart des bandes, ne sera pas si loin que ça d'un réseau L-P à sept éléments sur un boom de douze mètres. Avec un système L-P, trois ou quatre éléments seulement sont actifs pour une bande de fréquence donnée. Tous les autres peuvent être considérés, plus ou moins, comme des "passagers" ou de simples "compagnons de voyage" (voir la **figure 3**).

Avec la méthode "Levy", un grand nombre de mes amis ont démarré avec une version 20 mètres monobande simple en installant, pour commencer, un simple réflecteur filaire en "V". Au bout d'un certain temps, ils ont ajouté des réflecteurs pour 10 et 15 mètres, et, pour certains, des réflecteurs supplémentaires pour 12 ou 17 mètres accompagnés d'un réflecteur **et** d'un élément directeur pour la bande 50 MHz ; ils ont obtenu alors l'accès immédiat à **six** bandes amateurs différentes.

Cela leur a permis plusieurs contacts en BLU sur 50 MHz entre l'Europe et l'Australie.

L'intérêt principal de cette méthode est, avant tout, le coût relativement faible et l'aspect visuel ; mais en plus, en utilisant un organe de réglage implanté à l'extrémité inférieure de la source, on peut faire travailler l'émetteur sur une charge d'exactement 50 Ω pour chacune des bandes et ce, jusqu'aux extrémités de celles-ci. Je ne pense pas qu'il existe un seul fabricant dans le monde qui, sans tenir compte du prix, puisse se vanter de proposer à sa clientèle un aérien à **six** bandes attaquables directement par un câble coaxial 50 Ω ?

Ceci nous encourage naturellement à étudier l'option (d).

(4) Réglage commandée à distance d'un élément rayonnant de type Levy.

En raison du TOS élevé aux extrémités de bande présenté par la majorité des antennes du commerce, plus spécialement par les antennes tribandes, on est obligé d'utiliser un moyen de réglage en partie basse de la source de HF (au niveau de la station) ou bien de faire l'achat d'un transceiver contenant une boîte d'accord automatique en option.

J'ai toujours pensé que ces solutions étaient comparables à "cacher la pous-

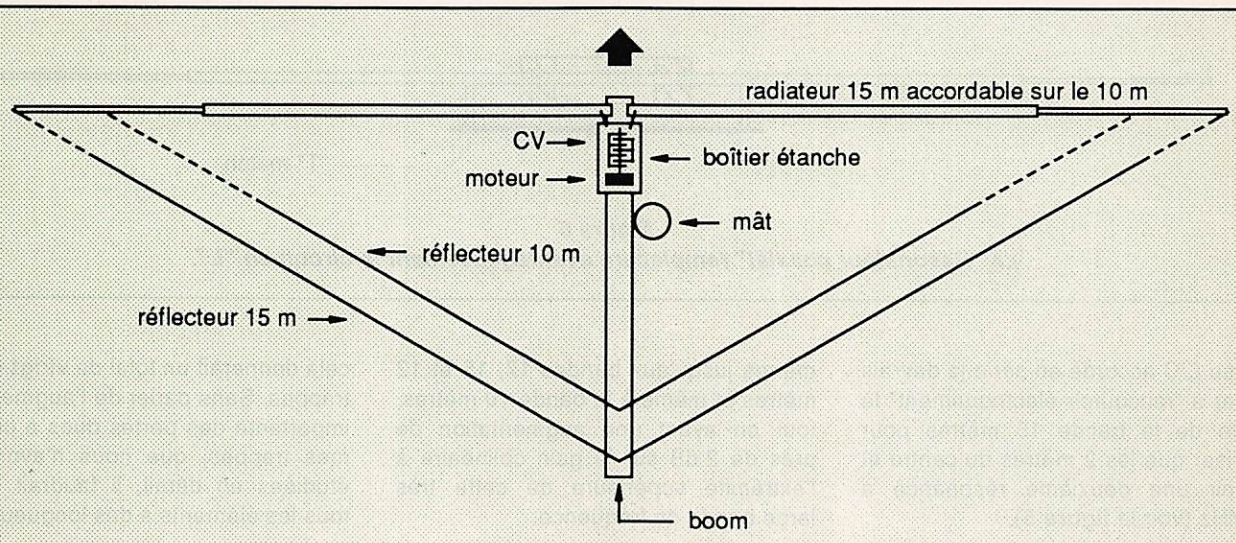


Figure 4
Une solution très technique pour le réglage de la longueur électrique du radiateur par rapport à la fréquence de travail.

sière sous le tapis". En effet, elles ne suppriment **pas** le TOS dans le coaxial d'alimentation et provoquent quelquefois des pertes allant jusqu'à 50 % de la puissance de sortie de l'émetteur (pour plus de détails, se reporter à l'Annexe). Le seul avantage que représente l'élément de réglage dans la station, c'est de présenter une impédance acceptable à la sortie de l'émetteur !

Je me suis longuement penché sur ce problème pour trouver que la seule solution réaliste, si l'on **doit** utiliser un coaxial d'alimentation 50 Ω, était d'installer un dispositif de réglage, **commandable à distance**, exactement au point d'alimentation de l'antenne elle-même. De cette façon, on est sûr que le TOS du canal réception est faible, tout en limitant les pertes de puissance rayonnée.

Le condensateur variable du dispositif de réglage doit pouvoir être actionné au moyen d'un petit moteur bidirectionnel à courant continu suivi d'un train d'engrenages ; la tension continue de commande doit circuler sur l'âme du câble coaxial, grâce à un mélangeur continu/HF (voir la **figure 4** et la photo d'un de mes derniers prototypes, en bas de la page précédente).

Un montage de ce type a déjà été installé par la firme Collins sur les Boeing 747 de la compagnie aérienne Qantas, associé à une partie rayonnante de type Levy arrimée le long du bord de fuite de chacune des ailes principales. Ce dispositif est actuellement fabriqué par une entreprise allemande, Hennig, dans une version simplifiée à l'usage des amateurs. Si tout cela vous semble un peu compliqué, je dois vous préciser qu'un simple et unique réseau L/C permet de faire résonner n'importe quelle longueur de fil et de lui donner "un air de 50 Ω". Ce dispositif est généralement appelée le réseau d'adaptation de type "L".

J'ai commencé à expérimenter ce genre de lignes en 1956. Il était alors nécessaire de disposer d'un aérien compact dans les bandes 10 et 15 mètres alimenté par un coaxial 50 Ω. Pour la partie rayonnante, j'aurais pu utiliser une paire de dipôles en parallèle (un pour 10 mètres, un pour 15 mètres) mais, l'aérien étant destiné à être commercialisé, nous recherchions une solution un peu plus sophistiquée. Un dipôle pour 15 mètres implique une longueur d'environ 7 mètres et un dipôle pour 10 mètres un peu plus de 5 mètres. Il me vint à l'esprit qu'avec un

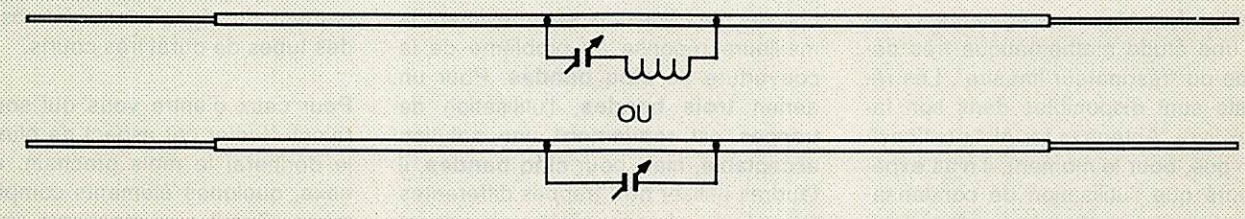


Figure 5
Voici la solution pour raccourcir électriquement de deux mètres un dipôle prévu à l'origine pour le 15 mètres et le faire ainsi résonner sur 10 mètres.

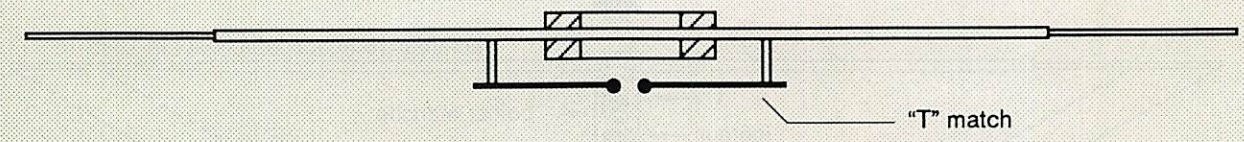


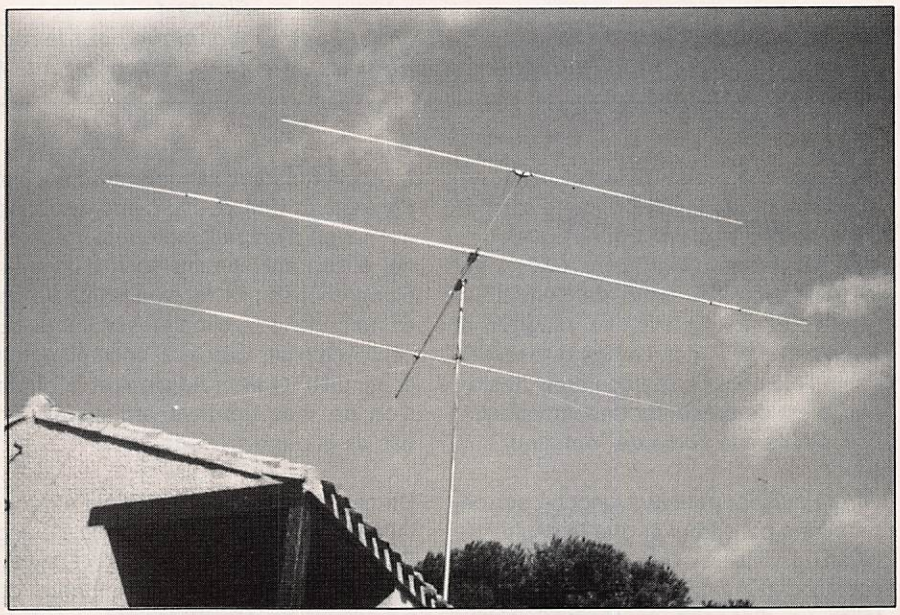
Figure 6
Le "Résonateur coaxial" remplacera avantageusement le circuit en "L".

réseau L/C accordé en série je devrais arriver à "raccourcir électriquement" le dipôle de la bande 15 mètres pour n'utiliser que les 2 mètres du centre et obtenir une deuxième résonance à 28 MHz (voir la **figure 5**).

Il s'avéra qu'avec un condensateur de valeur adéquate, l'inductance totale pouvait être éliminée, l'inductance propre des tiges de raccordement restant seule nécessaire. Nous avions encore le problème de rendre le condensateur véritablement étanche. Dans la dernière version, la partie inductive avait la forme d'un manchon en dural entourant la partie rayonnante, la composante capacitive indispensable étant donnée par deux manchons en plastique montés en force à chaque extrémité pour servir de diélectrique entre le tube intérieur et le manchon extérieur (voir la **figure 6**).

Ce dernier système, que nous appelons le "Résonateur Coaxial", fut breveté au Royaume-Uni sous le numéro de série 31012/57 et en France sous le numéro 775,955. L'aérien complet fut commercialisé par Minimitter Co. à Londres et par S.P.I.R.E. à Paris. Quelque temps plus tard, DL1FK en Allemagne utilisa la forme la plus simple de la figure 5 pour construire une gamme d'aériens multibandes équipés de "résonateurs linéaires" à la fois sur la partie rayonnante et sur les éléments directeur et réflecteur.

G6XN, à Les Moxon, a également réalisé une étude mathématique très détaillée du "résonateur linéaire". Les résultats sont disponibles dans son fameux livre "Antennas for All Locations". Bien que, pour le moment, il n'ait expérimenté que l'utilisation de condensateurs fixes pour obtenir un résonance sur deux bandes, il admet que l'emploi d'un condensateur réglable à distance permettrait théoriquement d'ajuster la partie rayonnante depuis la bande 20 mètres jusqu'aux bandes 17, 15 et 12 mètres et même à la bande 10 mètres, tout en ayant une augmentation de près de 2 dB sur le gain colinéaire à l'extrémité supérieure de cette très large bande de fréquence.



Une des version de la "V5" conçue pour une production commerciale. Surface de rotation à peine supérieure à celle d'une monobande 10 m.

Si vous ne pouvez pas vous faire à l'idée d'utiliser un montage Levy avec des sources accordées, je crains de vous décevoir en affirmant que l'approche décrite ci-dessus est quasiment la meilleure réponse au problème de la couverture de **cinq bandes**. Pour un aérien **trois bandes**, l'utilisation de trappes est **réellement** une solution acceptable, mais pour **cinq bandes**, il faudrait utiliser **huit** trappes différentes (quatre de chaque côté) uniquement pour la partie rayonnante, et si l'on suivait la démarche traditionnelle pour les tribandes (éléments directeurs et réflecteurs associés à des séparateurs), cela donnerait un total de **vingt-quatre** trappes. Sans parler de l'augmentation importante des pertes dues à ces mêmes trappes, que nous n'avons pas étudiées en détail, il faudrait couper tous les éléments à des longueurs bien inférieures à cause de l'augmentation de la charge inductive. Cela diminuerait sérieusement la bande passante et on en arriverait à utiliser, pour le rayonnement du signal dans l'atmosphère, des tubes de dural très courts.

Pour ceux d'entre vous qui souhaiteraient étudier cet aspect de plus près, je donnerai le mois prochain, en annexe, quelques éléments complémentaires. Quant aux impatients, ils pourront déjà commencer à construire leur première beam tribande de type "Jungle Job".

A suivre... ☆

Les antennes "Supergain"

Le mois dernier, nous avons détaillé le fonctionnement des antennes "Supergain". Pour que le lecteur-constructeur puisse assouvir son désir de réalisation, nous donnons aujourd'hui l'annexe, déjà promise, et les premiers éléments de fabrication.

Dick BIRD – G4ZU

L'amateur-constructeur, déjà entraîné à la fabrication d'aériens pourra, dès ce mois-ci, réaliser sa propre antenne "Supergain". Le moins chevronné attendra la publication de la suite de cette série pour se lancer.

POUR LES IMPATIENTS !

Nous savons combien il est difficile de patienter pour commencer la réalisation d'un aérien dont la description nous a séduits. En avant première de la troisième grande partie de cette série, j'offre aux lecteurs, qui ont déjà quelque expérience dans la construction des antennes, un schéma qui se suffit à lui-même pour la construtions d'une "V5" à base d'un dipôle rotatif. Croyez-moi, l'essai vaut la chandelle ! La photo de la page 56 du précédent numéro de ***MEGAHERTZ*** *MAGAZINE* (n° 87 de mai 90), est assez explicite pour vous convaincre que cette réalisation n'a rien de compliqué. Pour la réalisation proprement dite, reportez-vous donc sans tarder à la **figure 1** et armez-vous de votre mètre ruban et de vos pinces coupantes !

ANNEXE TECHNIQUE

Pour amateurs expérimentés uniquement !

Je voudrais insister sur le fait que si certains des systèmes multibandes décrits ci-avant ressemblent, au premier abord, à des réseaux à espacements logarithmiques (systèmes L-P), il existe en réalité des différences très nettes.

Un système L-P est normalement conçu pour assurer une couverture **continue** sur plus d'un octave. Cela implique un grand nombre d'éléments, tous reliés à une ligne d'alimentation commune et fixés sur un boom plutôt long !

Si ce système sert à une utilisation de type radioamateur, seul un ensemble de trois ou quatre éléments est "actif" dans chacune des bandes, relativement étroites, qui nous sont affectées.

Les éléments les plus longs, plus ou moins "inactifs", situés à l'arrière, peuvent améliorer un peu le rapport avant-arrière vers le haut de la gamme de fréquences couvertes, mais le gain vers l'avant, pour n'importe qu'elle bande amateur, ne dépasse jamais celui d'une Yagi monobande à trois éléments. Ceci est le prix à payer pour avoir un couverture continue. Cette caractéristique est essentielle dans un usage militaire ou pour un réseau destiné à la presse commerciale, par exemple, mais pas pour un radioamateur.

Pour le type de réseau multiréflecteur que nous avons examiné, une analyse sur ordinateur montre que, dans les bandes 10 et 15 mètres, le réflecteur 20 mètres, "inactif" en apparence, apporte en fait une légère amélioration sur le gain et sur le rapport avant-arrière. Vraisemblablement, à peine 1 dB sur le gain et 2 dB sur le rapport avant-arrière. En tous cas, nous pouvons être sûrs qu'il n'exerce ni d'influence néfaste ni d'interaction défavorable.

Cela ne serait pas le cas si nous essayions d'introduire un certain nombre d'éléments directeurs taillés pour les différentes bandes. Un élément directeur pour 20 mètres interférerait sérieu-

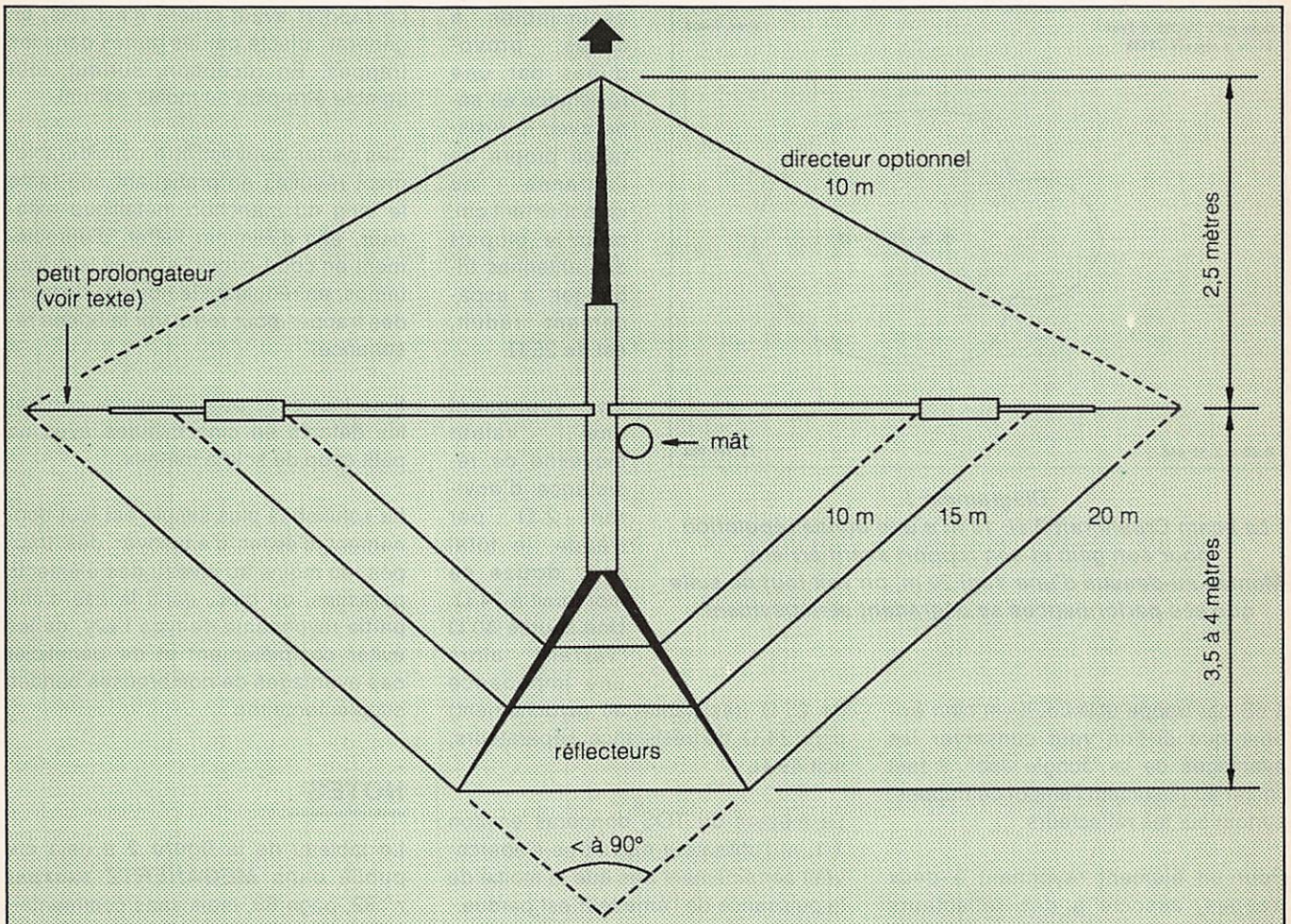


Figure 1
Une beam tribande à partir d'un simple dipôle rotatif.
Une solution de choix, pour petit budget. Rendement au moins équivalent à celui d'une beam trois éléments.

sement avec le signal rayonné vers l'avant dans les bandes 10 et 15 mètres. On pourrait cependant tolérer l'emploi d'un seul élément directeur pour les bandes 10 et 6 mètres. Il serait trop court pour avoir un effet notable dans les bandes de fréquences les plus basses.

Des tentatives pour, soit entrelacer des aériens de type Yagi de différentes bandes sur le même boom, soit les "empiler" les uns sur les autres ne donnent aucun résultat (voir le **diagramme 1**).

PERTES RESISTIVES

Il existe une formule classique permettant de calculer le gain de directivité d'une antenne en fonction de sa largeur de lobe. Plus le lobe est étroit, plus grand est le gain. Ceci guide utilement les fabricants dans la présentation des diagrammes de gain à des fins publicitaires.

Cette méthode ne prend malheureusement pas en compte les pertes résistives, soit dans l'antenne elle-même, soit dans la source raccordée à l'émetteur.

La plupart des antennes, sauf les tribandes à trappes, que nous examinerons une par une, présentent habituellement de faibles pertes résistives et les diagrammes de pertes de la source sont disponibles pour la plupart des modèles courants.

Par exemple, une longueur de 40 m de câble coaxial RG58U donnera une perte de 3 dB à 28 MHz, même en cas d'adaptation parfaite (la moitié de la puissance est perdue).

La même longueur de câble d'alimentation 300 Ω n'entraînera une perte que de 0,5 dB et une ligne ouverte, une perte de seulement 0,1 dB environ.

PERTES DANS LES TRAPPES

Les lecteurs auront remarqué que je n'ai suggéré l'emploi d'un dipôle tribande à trappes du commerce que dans un seul cas : pour remplir la fonction de partie rayonnante (option d). Cela est dû aux pertes résistives impliquées par l'emploi des trappes que la plupart des experts estiment à environ

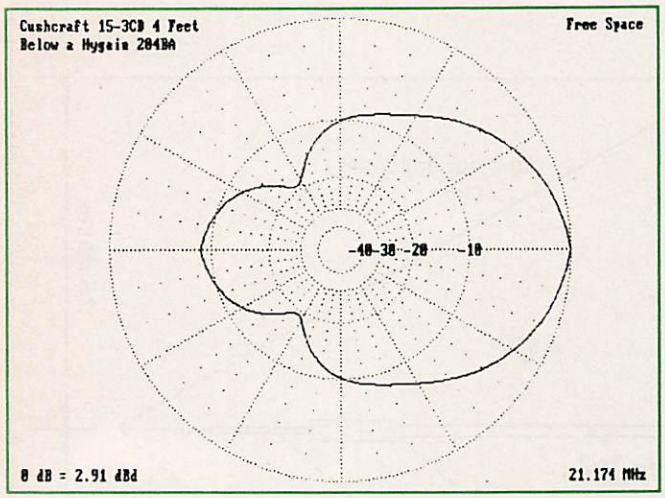


Diagramme 1
La beam Crushcraft 3 él. 15 m a une bonne réputation pour son gain et son rapport avant-arrière. Montée au-dessus d'une Yagi 20 m, on voit tout de suite que ses performances se dégradent sérieusement.

1 dB par trappe utilisée. Il est bien évident que si l'on veut conserver les avantages de la "Jungle Job", il faut limiter au maximum l'empoi de trappes, surtout sur les réflecteurs.

Pour un élément rayonnant à deux trappes, associé à des réflecteurs pleine longueur, les pertes résistives seraient quantités négligeables.

Si l'on décidait d'ajouter un élément directeur et un élément réflecteur, tous deux équipés de trappes, un aérien tribande nécessiterait donc **douze** trappes. Les pertes induites pas ces trappes devraient alors être prises en considération dans le calcul du gain véritable de l'antenne.

DONNEES

Nous savons tous ce qui se passe lorsqu'il y a un enroulement en court-circuit dans un transformateur. Il chauffe de façon excessive et peut éventuellement brûler. Pour leur protection vis-à-vis des intempéries et leur rigidité mécanique, la plupart des trappes des antennes du commerce sont entourées par un manchon métallique relativement étroit. Ce tube produit l'effet d'un "enroulement en court-circuit" et, associé à la résistance réelle en HF des bobinages des trappes, il est responsable de la majeure partie des pertes imputées à ces dernières. Ces pertes sont assimilables à celles provoquées par une résistance en série avec la résistance propre de l'antenne au rayonnement qui, pour la plupart des antennes tribandes à espacement réduit, est de 25 Ω.

En supposant une valeur moyenne de résistance d'environ 2 Ω par trappe, le total pour **douze** se monterait à 24 Ω. Une source 50 Ω "verrait" alors une impédance de 25 Ω (résistance au rayonnement) plus 24 Ω de résistance séparateurs, soit 49 Ω.

La mesure du TOS donnerait environ 1/1, et l'utilisateur distrait ne s'apercevrait certainement pas que la moitié de la puissance de l'émetteur est perdue.

Autrement dit, une antenne de 6 dB de gain, calculé en fonction de la largeur de lobe, présenterait un gain **véritable** de seulement 3 dB.

En ajoutant 3 dB de perte dans la source, en prenant comme exemple les 40 mètres de câble RG58U et en ne considérant que le gain, le résultat ne serait pas meilleur qu'avec un dipôle demi-onde !

Le rapport avant-arrière n'est pas, en général, affecté par les pertes dans les trappes. En réception, surtout, tout semble être plus ou moins normal.

Ces pertes peuvent être considérablement réduites en pratiquant une fente le long du manchon métallique extérieur, afin d'éliminer l'effet "d'enroulement en court-circuit" et dans le même temps, en réduisant le nombre de tours des trappes pour retrouver la bonne résonance.

Il ne faut donc pas s'imaginer corriger les défauts en cinq minutes avec un petit coup de scie à métaux.

La solution la plus simple est tout bonnement d'éviter d'employer des trappes, au moins au niveau des éléments parasites, ou bien, dans le cas d'une partie rayonnante de type Levy, de les éviter complètement et de bénéficier des avantages de nombreuses bandes supplémentaires.

NOTES

Le tableau de la **figure 2** a déjà été publié dans ***MEGAHERTZ*** *MAGAZINE* n° 82, page 63, mais sans commentaires d'accompagnement. Nous vous le redonnons ici, accompagné des explications nécessaires à sa bonne utilisation.

Les dimensions conseillées dans ce tableau ne sont que des bases de travail. Si, pour des raisons de facilité, le réglage initial est réalisé à une hauteur faible, 3 ou 4 mètres, l'effet de capacité avec le sol **diminuera** la fréquence de résonance. Il faudra s'attendre à

LONGUEUR D'UN DIPOLE DEMI-ONDE EN FIL POUR LES BANDES AMATEUR DE 14 à 50 MHZ						
FREQ. CENTRALE (MHz)	14,15	21,2	24,9	27,2	28,5	50
LONG. RADIATEUR (m)	10,06	6,7	5,73	5,24	5,0	2,85
LONGUEUR BOOM (m)	3,5 à 4	3	2,5	2,2	2	1,2
LONG. REFLECTEUR *	idem ligne "long. radiateur" plus 3 à 4 %					
(pour du fil gainé de plastique ou du tube dural, diminuer les longueurs de 3 à 5%)						
* = voir explications dans le texte des notes						

Figure 2
Base de travail pour la réalisation d'une antenne de type "Jungle Job".

une **augmentation** de 100 à 200 kHz de cette fréquence lorsque l'antenne sera installée à sa hauteur définitive.

Commencer par une longueur de réflecteur sensiblement plus importante que celle indiquée dans le tableau puis réduire progressivement cette longueur pour obtenir le meilleur rapport avant-arrière (rayonnement minimum vers l'arrière de l'antenne). Il n'est pas nécessaire de **couper** le fil ; il suffit de le plier vers l'arrière par pas de deux centimètres.

De légères modifications de longueur de **l'élément actif** n'auront qu'un effet très réduit sur le gain ou sur le rapport avant-arrière. Cependant, l'effet sera plus sensible sur la résistance au rayonnement et sur le TOS. Un TOS ne dépassant pas 1,5/1 est généralement considéré comme acceptable.

Dans les antennes du commerce, les fabricants ne garantissent pas mieux que 2/1.

A propos de la **longueur du réflecteur**, certains lecteurs pourraient se montrer plutôt surpris que, dans les explications sur les techniques de couplage critique, j'ai insisté sur le fait que les **deux** éléments devaient être autorésonants alors que dans le tableau ci-contre, j'indique que le réflecteur est **plus long** que la partie rayonnante !

La raison de cette incohérence apparente est qu'un élément plié en "V" présente une fréquence de résonance plus élevée qu'un élément droit, ce qui oblige à augmenter légèrement la longueur pour retrouver la bonne fréquence de résonance. Il est important que l'angle au sommet du "V" soit supérieur à 90° (110° ou plus de préférence), autrement, on risque une sérieuse diminution de la résistance au rayonnement. Ceci vaut aussi pour les dipôles en "V inversé" qui tendent plutôt vers 50 Ω que vers 75 Ω. Même un dipôle "droit" peut voir sa résistance varier entre 30 et 100 Ω selon sa hauteur par rapport au sol. Le maximum théorique est donné pour une hauteur d'environ 0,42 fois la longueur d'onde.

UN PEU DE PATIENCE !

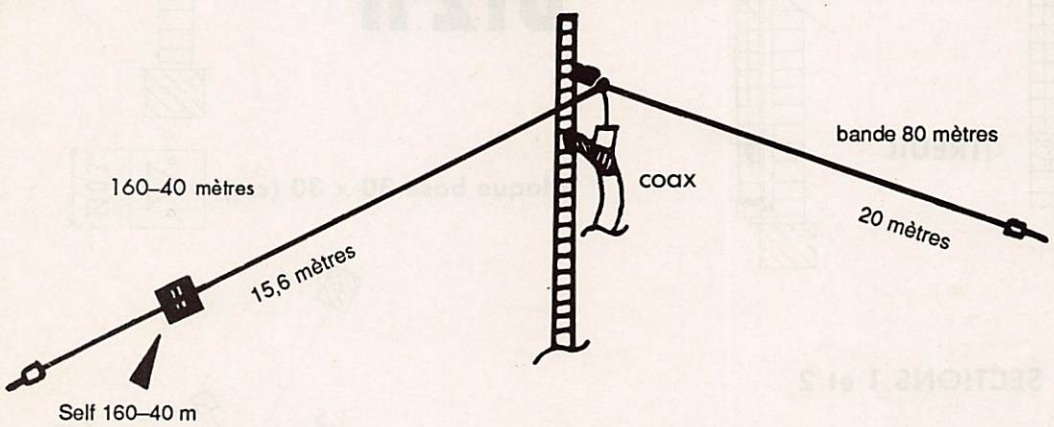
Dans le quartrième article de cette série consacrée aux antenne "Supergain", nous aborderons la construction pas à pas de sa propre beam. Commencez par vous procurer un dipôle rotatif et un moteur pour antenne de télé. Si vous disposez d'un moteur d'essuie-glace et que vous êtes bricoleur, il sera assez puissant pour tourner votre aérien dont le gain sera inversement proportionnel au poids !

CONCLUSION A LA DEUXIEME PARTIE

Voilà déjà les théoriciens et les constructeurs chevronnés satisfaits. Le prochain article permettra à **tous** les autres de construire leur propre antenne "Supergain". ★

Nouveau

La célèbre ALPHA DELTA DXA disponible en France



Le sloper DXA permet un excellent trafic sur les bandes 160, 80 et 40 mètres.
De réputation mondiale cette antenne est utile aussi bien en fixe qu'en expédition ou pour les concours.

L'antenne complète : **470F.** + port et emballage

Utilisez le bon de commande SORACOM page

Nouvelles techniques pour la construction de beams rotatives multibandes en HF

Construisez pas-à-pas votre beam

Une simple antenne monobande, comme la "Jungle Job"*, peut constituer un investissement valable mais, si vous pouviez disposer, pour un prix de revient légèrement supérieur, d'une couverture de trois ou cinq bandes, je suis convaincu que vous feriez l'effort.

Je vous propose donc de limiter cet exposé à la construction pratique de deux aériens différents. Le premier est un modèle tri-bandes, utilisant un radiateur conventionnel à dipôle et trappes ; les second, utilisera un radiateur de type Levy et sera capable de couvrir de cinq à sept bandes avec un gain correct, un bon rapport avant/arrière et un TOS de 1:1, même aux extrémités de bandes.

MODÈLE 1 : ANTENNE TRI-BANDES (AUSSI APPELÉE "V5")

Vous gagneriez certainement beaucoup de temps en achetant dans le commerce, ou d'occasion, un ensemble dipôle et trappes tri-bandes avec son kit de montage et les éléments de raccordement à une ligne d'alimentation coaxiale 50 Ω. Bien sûr, vous pouvez également adapter une paire de trappes du commerce aux extrémités d'un dipôle 10 mètres ordinaire. Vous pouvez aussi bobiner vos propres trappes. Les détails, pour ce faire, sont donnés en annexe.

Vérifier que l'ensemble dipôle-trappes présente un TOS correct au centre des bandes 10, 15 et 20 mètres (voir figure 1 de la page 57 du numéro de juin 90 de ***MEGAHERTZ MAGAZINE***).

Le boom n'a pas besoin d'être très robuste car les éléments réflecteurs ont un poids et une prise au vent pratiquement négligeables. Pour ma propre beam, j'ai utilisé un tube en dural de 30 mm de diamètre et 3,5 mètres de long, prolongé à l'une de ses extrémités, par un tronçon de canne à pêche en fibre de verre d'environ 1,6 mètre de long (certains de mes amis ont même utilisé un tube d'acier prolongé d'un manche à balai venant de la quincaillerie la plus proche !).

L'utilisation d'un fil de cuivre émaillé entraînerait, pour un élément réflecteur 20 mètres, une longueur d'environ 10,60 mètres ! Pour cet élément particulier, il vaut mieux utiliser un fil de 1 à 1,5 mm gainé de plastique. La capacité induite par la gaine permettra la réduction de la longueur à 10,10 mètres.

Les extrémités de l'élément réflecteur sont reliées aux extrémités du radiateur par un fil de nylon de 50 à 60 cm. Selon la longueur exacte de l'ensemble dipôle-trappes, il peut être nécessaire de le prolonger de chaque côté par une tige en fibre de verre afin que la longueur totale soit de 8 mètres (la plupart des ensembles dipôles-trappes du commerce font environ 7,6 à 7,8 mètres). On obtient ainsi un élément réflecteur dont l'angle, au sommet, est d'exactement 90°.

Pour l'installation des éléments réflecteurs des bandes 15 et 10 mètres, la

** Voir bibliographie.*

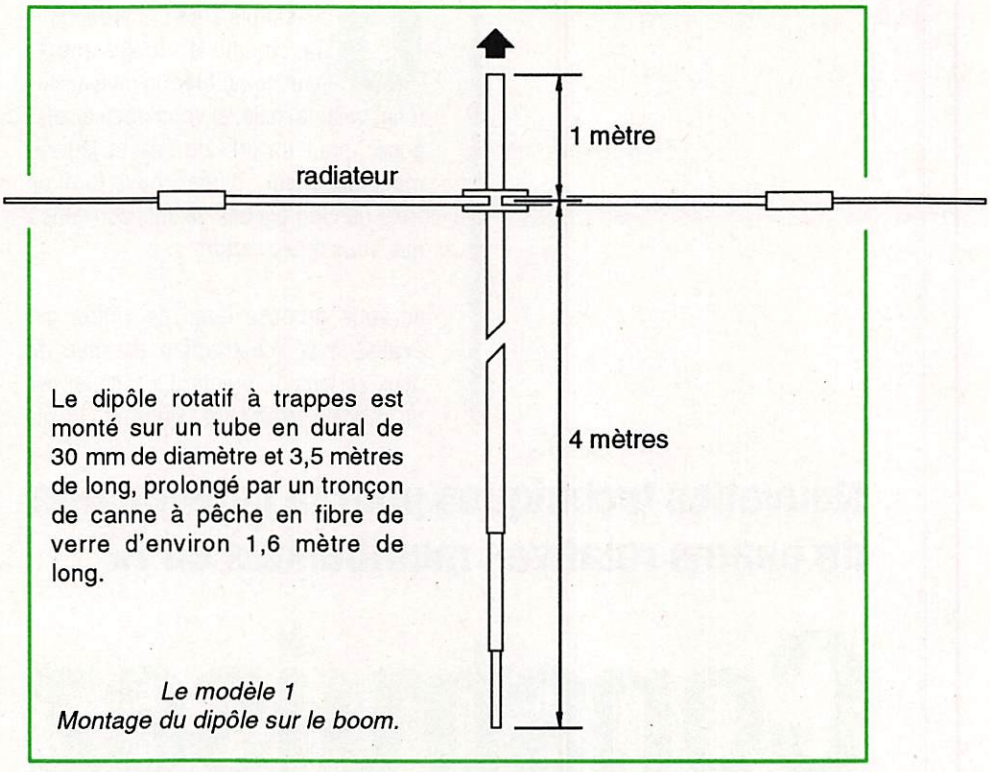
méthode la plus confortable est de faire le montage à plat sur le sol.

L'élément réflecteur pour la bande de 15 mètres peut être aisément fait de fil émaillé d'une longueur légèrement inférieure à 7 mètres. A l'aide d'un fil de nylon, rejoindre les extrémités et les points adéquats du radiateur pour que le fil soit plus ou moins parallèle à

Il y a quelque temps, je demandais à l'un de mes amis de lire la première partie de cette série d'articles*. Il me dit que tout cela semblait très convaincant mais que, malheureusement, je proposais trop de choix, si bien que, malgré son intention de construire une antenne, il n'arrivait pas à se décider pour l'une de celles proposées. D'autres lecteurs peuvent-ils également se trouver dans cette situation ? Certainement.

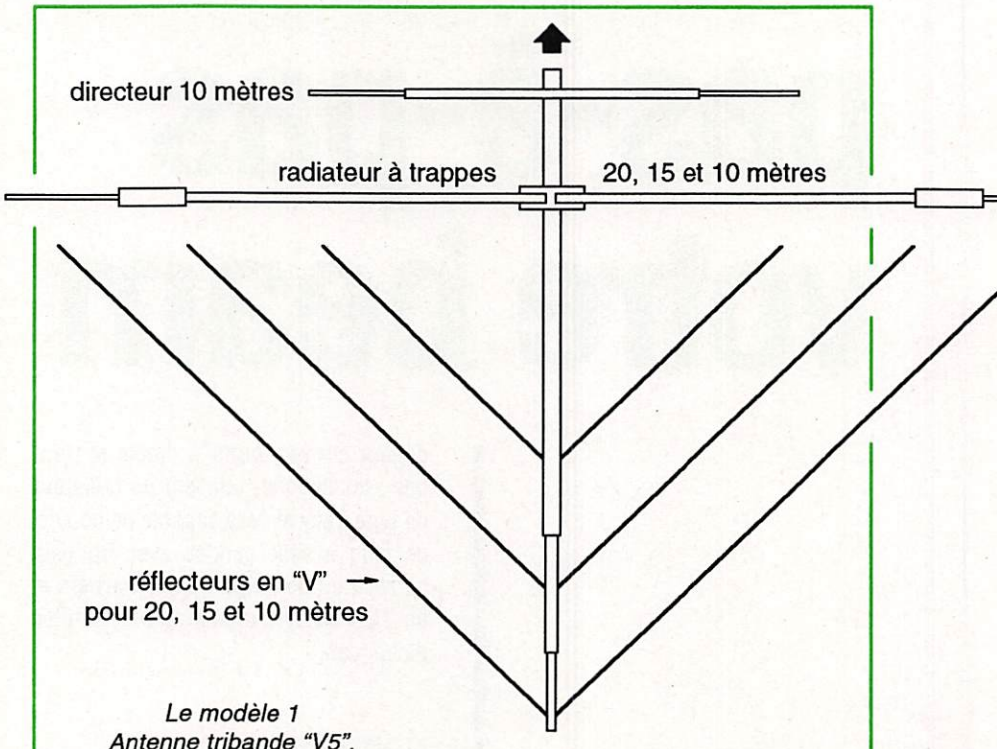
l'élément réflecteur pour la bande des 20 mètres en s'assurant que la distance entre l'angle au sommet et le radiateur soit d'environ 3 mètres.

Enfin, vous pouvez installer l'élément réflecteur pour la bande de 10 mètres



Le dipôle rotatif à trappes est monté sur un tube en dural de 30 mm de diamètre et 3,5 mètres de long, prolongé par un tronçon de canne à pêche en fibre de verre d'environ 1,6 mètre de long.

Le modèle 1
Montage du dipôle sur le boom.

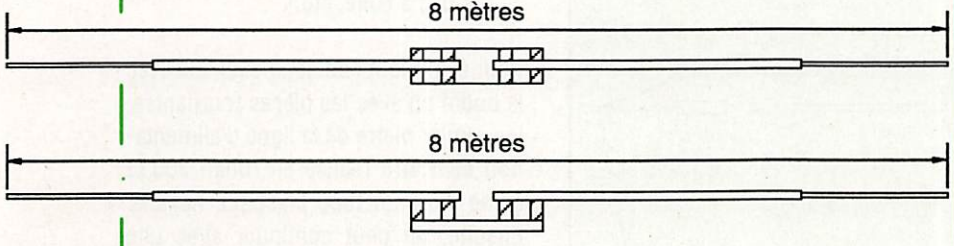


Le modèle 1
Antenne tribande "V5".

de la même façon. Cela aboutira vraisemblablement à une longueur inférieure à 5,2 mètres, tout en laissant une certaine longueur pour les réglages fins ; ainsi vous pourrez optimiser les performances dans la partie de la bande qui vous concerne le plus.

A ce stade, la structure complète peut paraître fragile et instable mais si vous tendez une paire de fils de nylon depuis les extrémités du radiateur jusqu'à l'extrémité avant du boom, vous verrez que tout cela marche merveilleusement. La "triangulation" ainsi

** Voir bibliographie.*



Le modèle 2
La Levy rotative vue de dessus et de côté, rien de plus simple !

réalisée et l'équilibrage des contraintes rendront l'assemblage net et "à la mode de la Navale" (expression utilisée lorsque le gréement d'un bateau est parfaitement réglé ; les marins britanniques disent "à la mode de Nelson").

Le gain dans la bande des 10 mètres va probablement chuter vers l'extrémité supérieure de la bande (au-dessus de 29 MHz) mais cela peut se corriger en fixant un directeur filaire relativement court sur le fil de nylon avant afin d'obtenir, dans cette bande, trois éléments actifs (un élément directeur en tube de dural élargirait encore davantage la bande au prix d'un coût légèrement supérieur).

Vous pouvez vous apercevoir que nous avons maintenant un total de cinq éléments (un radiateur, trois réflecteurs en "V" et un élément directeur) d'où le nom "V5". Par rapport à un système tribandes à trappes classique, ce montage présente les avantages suivants :

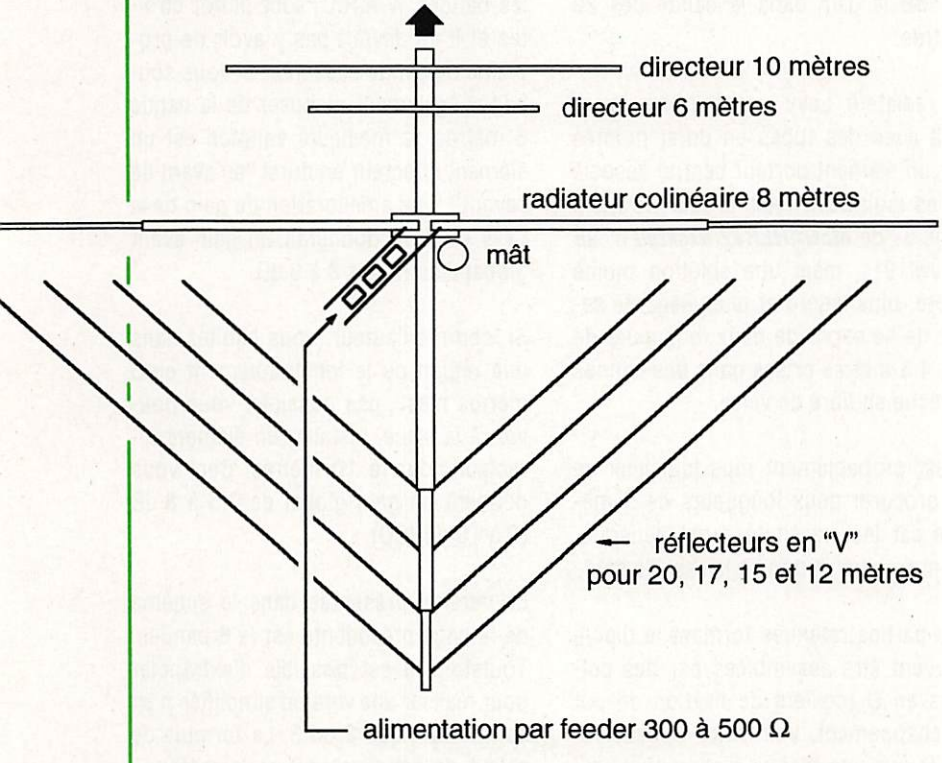
- Coût des matériaux très inférieur.
- Poids et prise au vent beaucoup plus faibles et meilleur aspect visuel.
- Espacement optimal des éléments avec possibilité d'un réglage indépendant pour chaque bande (chose pratiquement impossible avec un système classique tribandes à trappes !)

Les longueurs conseillées pour les éléments ne doivent servir que de point de départ et elles doivent être modifiées en fonction de la position par rapport au sol et aux objets voisins.

Vérifier, à l'aide d'une lampe néon tenue près des extrémités, que chaque élément réflecteur fait son travail et, si nécessaire, régler la longueur pour améliorer la brillance de la lampe.

Je ne vais pas vous garantir, pour cette antenne, un T.O.S. de 1:1 dans toutes les bandes. L'ensemble dipôle-trappes, à lui seul, est proche de 1,2:1 ou plus. La beam complète doit être considérée comme satisfaisante si elle présente un TOS inférieur à 1,5 ou 1,6:1.

Cependant, les puristes seront heureux d'apprendre que l'antenne décrite dans la suite de cet article peut se présenter, depuis l'émetteur, comme une charge résistive de 50 Ω exactement sur l'ensemble des bandes 10, 15 et 20 mètres et même, si l'on veut, sur les bandes 17, 12 et 6 mètres.

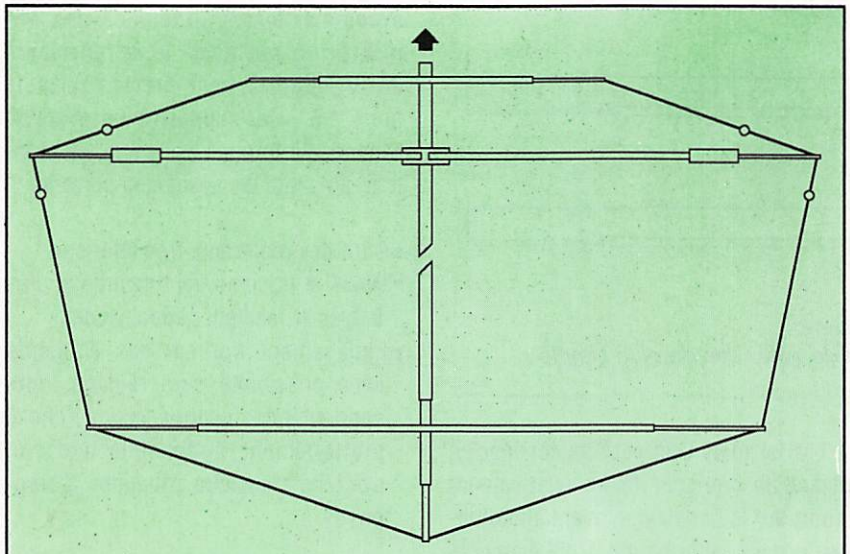


Le modèle 2 : Levy rotative en version la 6 bandes.
Espacement entre radiateur et réflecteur : 0,2 l au point de fixation sur le boom (pour un gain et une bande passante maximum).
Longueur du réflecteur : 300 / F(MHz) x 0,95 / 2. Ajouter 3 à 4 % pour du fil de cuivre émaillé et retirer 3 à 5 % pour du fil gaîné plastique.

MODÈLE 2 : LEVY ROTATIVE

La structure mécanique de ce deuxième modèle d'aérien est très proche du premier, à l'exception du radiateur uti-

** Voir bibliographie.*



Pour les expérimentateurs :
une autre possibilité de montage, peut-être plus esthétique ?

lisé qui est un Levy "fait maison" au lieu d'un ensemble dipôle-trappes.

Le coût des matériaux est donc réduit (cependant, comme avec tous les radiateurs de type Levy, vous devrez utiliser un organe de réglage à l'extrémité inférieure de l'alimentation HF).

De nombreux lecteurs doivent déjà posséder une boîte d'accord utilisable ici et les différentes techniques d'alimentation d'une Levy ont, fort heureusement, été complètement détaillées dans les récents numéros de la revue par notre bon collègue Pierre Villemagne, F9HJ*.

Les seuls inconvénients induits par une Levy sont que, pour la fréquence la plus basse, la partie dipôle ne devrait pas être inférieure à 0,4 longueur d'onde, et, pour la fréquence la plus haute, la longueur totale ne devrait pas dépasser 1,3 longueur d'onde. Dans le cas contraire, le diagramme de rayonnement présenterait de multiples lobes avec une perte de directivité.

Pour la bande des 20 mètres, notre radiateur Levy ne doit donc pas être inférieur à 8 mètres d'une extrémité à l'autre, ce qui met la limite supérieure de la bande utile à 8/1,3, soit 6,15 mètres. Cette longueur est juste suffisante pour s'adapter à la bande des 6 mètres. Si cette bande ne vous est pas utile, vous pouvez envisager d'allonger le radiateur jusqu'à 9 mètres, par exemple. Ceci augmenterait d'environ 0,5 dB le gain dans la bande des 20 mètres.

Le radiateur Levy *pourrait* être construit avec des tubes en dural montés sur un élément porteur central associé à des isolateurs (voir le tour de main page 67 de ***MEGAHERTZ*** *MAGAZINE* n° 98 d'avril 91), mais une solution moins chère, plus légère et plus élégante serait de se servir de deux longueurs de 4 à 4,5 mètres prises dans des cannes à pêche en fibre de verre.

Il est probablement plus judicieux de se procurer deux longueurs de 5 mètres car les extrémités sont généralement fragiles et donc à laisser de côté.

Les parties retenues formant le dipôle peuvent être assemblées par des colliers en U (colliers de fixation de pot d'échappement, voir votre Speedy local !) sur une plaque d'aluminium qui sera elle-même fixée sur le boom. Pour la partie rayonnante, les fils de section importante, ou les bandes de cuivre, peuvent être enroulés sur l'extérieur des cannes, ou mieux, passés à l'intérieur de chacune d'elles et fixés aux extrémités par collage (à la résine, au silicone, au pistolet à colle, etc.).

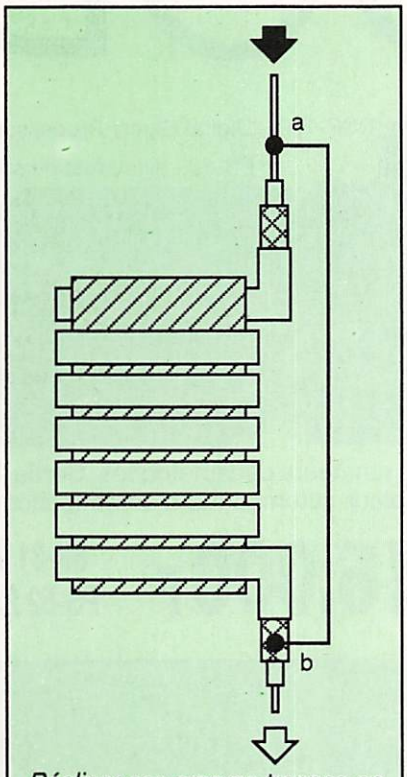
Pour éviter tout contact métallique avec le boom ou avec les pièces tournantes, le premier mètre de la ligne d'alimentation peut être réalisé en ruban 300 Ω gainé dans un tube plastique flexible. Ensuite, on peut continuer avec une "échelle de grenouille" classique (ou un ruban 300 Ω pour des niveaux de puissance ne dépassant pas 150 à 200 W. Voir le catalogue Soracom à ce sujet).

Les réflecteurs pour les bandes des 10, 15 et 20 mètres seront de longueurs identiques et disposés comme pour le modèle 1, le "V5".

On peut cependant, si on le désire, ajouter un réflecteur 12 mètres entre les réflecteurs 10 et 15 mètres ainsi qu'un autre réflecteur pour 17 mètres environ à mi-distance entre les réflecteur 15 et 20 mètres. Un fil de 10/10èmes paraît correct car ces nouvelles bandes W.A.R.C. sont plutôt étroites et il ne devrait pas y avoir de problème de bande passante. Si vous souhaitez également disposer de la bande 6 mètres, la meilleure solution est un élément directeur en dural "en avant de l'avant". Une amélioration du gain de la Levy de 3 dB donnerait un gain avant global d'au moins 8 à 9 dB.

Si, comme l'auteur, vous habitez dans une région ou le fonctionnement en 6 mètres n'est pas possible, vous pouvez, à la place, installer un élément directeur pour le 10 mètres. Ceci vous donnera un gain global de 7,5 à 8 dB (9 à 10 dB ISO).

La version présentée dans le schéma de la page précédente est la 6 bandes. Toutefois, il est possible d'extrapoler pour réaliser une version simplifiée n'en comportant que 2 ou 3. La formule de calcul de l'espacement et la méthode de fabrication restent identiques. Bien entendu, la longueur du boom variera en fonction du nombre de réflecteurs mais il sera judicieux de le prévoir plus long au cas ou l'on désirerait ajouter de nouvelles bandes.



Réaliser ses propres trappes en coaxial : rien de bien compliqué. L'âme du câble de l'entrée (a) est raccordée sur la gaine de la sortie (b).

Espacement entre radiateur et réflecteur : 0,2 λ au point de fixation sur le boom (pour un gain et une bande passante maximum).

Longueur du réflecteur : 300 / F(MHz) x 0,95 / 2. Ajouter 3 à 4 % pour du fil de cuivre émaillé et retirer 3 à 5 % pour du fil gainé plastique (il est judicieux de partir d'une longueur légèrement supérieure, car le fil est toujours plus facile à raccourcir qu'à rallonger !).

Alimentation par feeder 300 à 500 Ω.

CONCLUSION

Pour terminer, je voudrais insister sur le fait que vous n'êtes pas obligé de construire toute cette antenne en une seule fois. Vous pouvez commencer avec juste deux bandes et, plus tard, étendre votre couverture en fréquence bande par bande, au gré de votre temps libre (et de la météo !).

Encore une petite chose intéressante. Les utilisateurs des modèles Levy m'ont assuré que dans les bandes 30 et 40 mètres, bien que ce type d'aérien ne soit pas, dans ces bandes, réellement prévu pour le DX, ce montage est tout à fait adapté aux contacts à distance moyenne. Dans ces deux bandes, il n'y aura qu'un faible rapport avant/arrière mais les nœuds, au-delà de l'extrémité des radiateurs, sont très creux ce qui peut être très utile pour éviter le QRM.

J'avais l'habitude d'appeler ces réseaux à sept éléments V.6/20 (entre 6 et 20 mètres) mais les modes changent et certains utilisateurs semblent préférer V.7/50 (7 à 50 MHz). A vous de choisir.

ANNEXE

Construction des Trappes

La plupart des lecteurs préfèreront vraisemblablement des trappes du commerce. Si vous voulez bobiner vos propres trappes, je peux vous conseiller de NE PAS essayer de copier les modèles du commerce. Pour éviter les risques de dispersion de fabrication, ces derniers sont généralement bobinés sur des cadres plastique cannelés et la résonance est obtenue au moyen de manchons métalliques.

Pour construire les trappes chez soi, les trappes de type "bifilaire" ne sont pas seulement plus efficaces mais aussi plus faciles à mettre au point.

Elles peuvent être bobinées avec un coaxial ou des paires de fils de haut-parleur. Le nombre de tours pour chaque bande peut être trouvé par tâtonnements à l'aide d'un grip-dip ; sinon, il existe un certain nombre de programmes simples tournant sur ordinateur permettant de déterminer le nombre exact de tours requis pour chaque bande. L'un des meilleurs programmes est celui expérimenté par W1HUE, publié à la page 100 du Volume 2 du ARRL Hand Book récemment sorti. Pour éviter un travail fastidieux de copie du programme, l'auteur, Larry East, a signalé qu'il était prêt à le fournir sur disquette pour IBM PC ou Apple 2. Ce programme est également disponible au prix de 10 $ auprès de l'ARRL.

BIBLIOGRAPHIE

Relire avec intérêt :

MEGAHERTZ MAGAZINE

"L'antenne Levy (1)" par F9HJ, n° 76, juin 89, pages 24 à 26 ;
"L'antenne Levy (2)" par F9HJ, n° 77, juillet 89, pages 32 à 34 ;
"Boîtes d'accord pour antennes de type Levy (1)" par F9HJ, n° 81, novembre 89, pages 32 à 34 ;
"Boîtes d'accord pour antennes de type Levy (2)" par F9HJ, n° 82, décembre 89, pages 32 à 34 ;
"La Jungle Job" par G4ZU, n° 82, décembre 89, pages 56 à 63 ;
"Les antennes Supergain (1)" par G4ZU, n° 87, mai 90, pages 56 à 62 ;
"Les antennes Supergain (2)" par G4ZU, n° 88, juin 90, pages 56 à 59.

Editions SORACOM

"Antennes, Théorie et pratique" par André Ducros, F5AD ;
"Antennes, Bandes basses, 160 à 30 mètres" par Pierre Villemagne, F9HJ.

Dick BIRD, G4ZU, F6IDC

3615 ARCADES

Les meilleurs logiciels PC du domaine public en téléchargement

Découvrez les logiciels pour radioamateurs