

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).

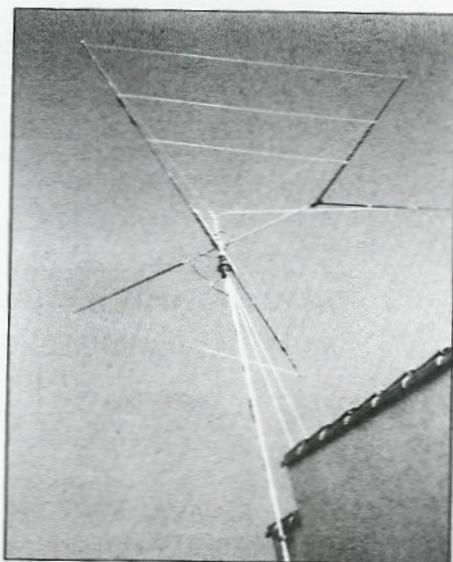
De telles caractéristiques sont souvent revendiquées pour des réseaux à deux éléments de type boucle tels que la "Cubical Quad", la "Swiss Quad", dans ses versions les plus récentes, et la "Birdcage".

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 impulsional, 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".

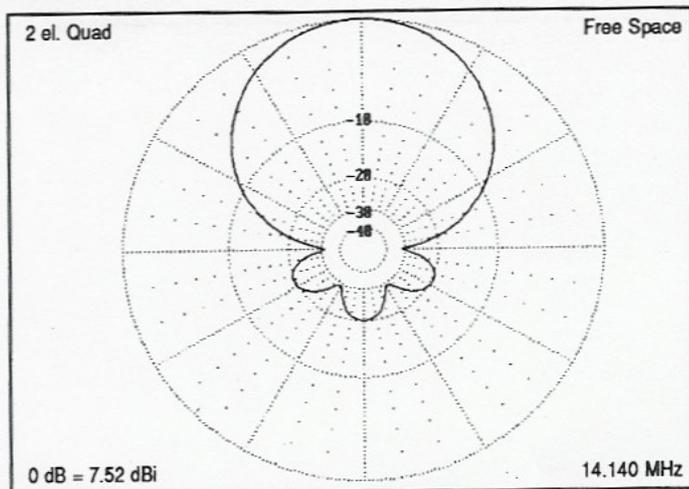


Diagramme 1

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

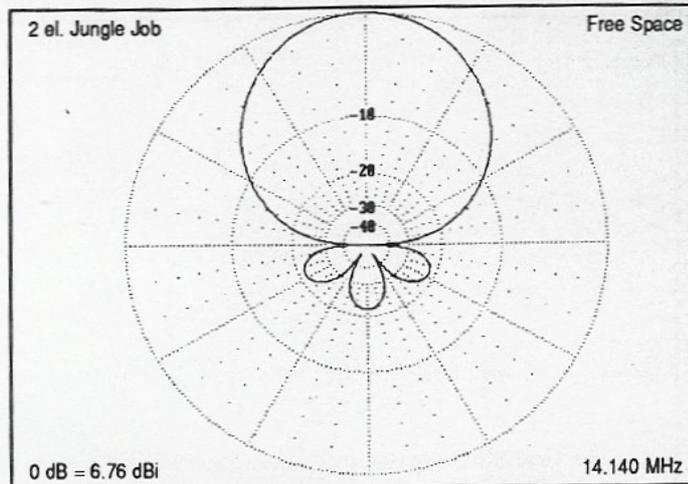


Diagramme 2

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 construction 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 mono-bande 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 son 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".

Mon épouse ne sembla pas affectée par ces modifications, au contraire ! Le résultat avait l'air tellement plus

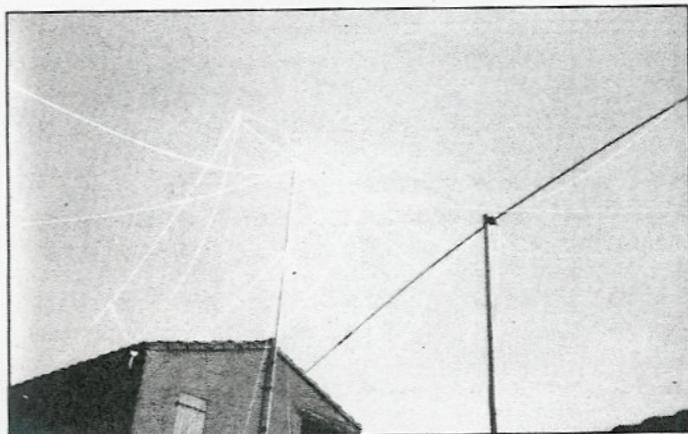
propre que je fis don à mon voisin des cannes de feu ma Quad afin qu'il en fasse des tuteurs pour ses tomates !

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 extrapolée pour aboutir à un aérien rotatif très léger destiné à la bande des 15 mètres et même à la bande des 20 mètres.



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

TECHNIQUE DES AÉRIENS

Avec l'aimable autorisation de K6STI

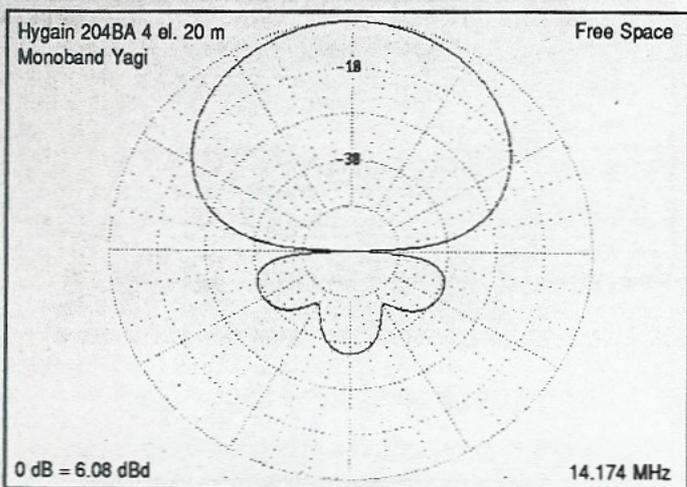


Diagramme 3

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

Avec l'aimable autorisation de K6STI

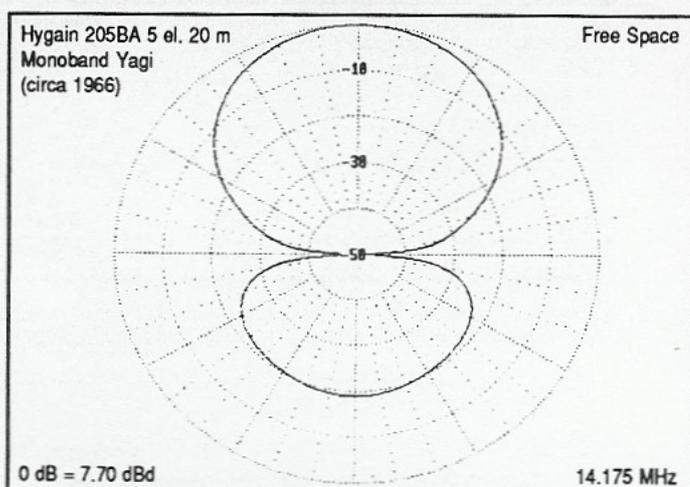


Diagramme 4

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 syndicats 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.

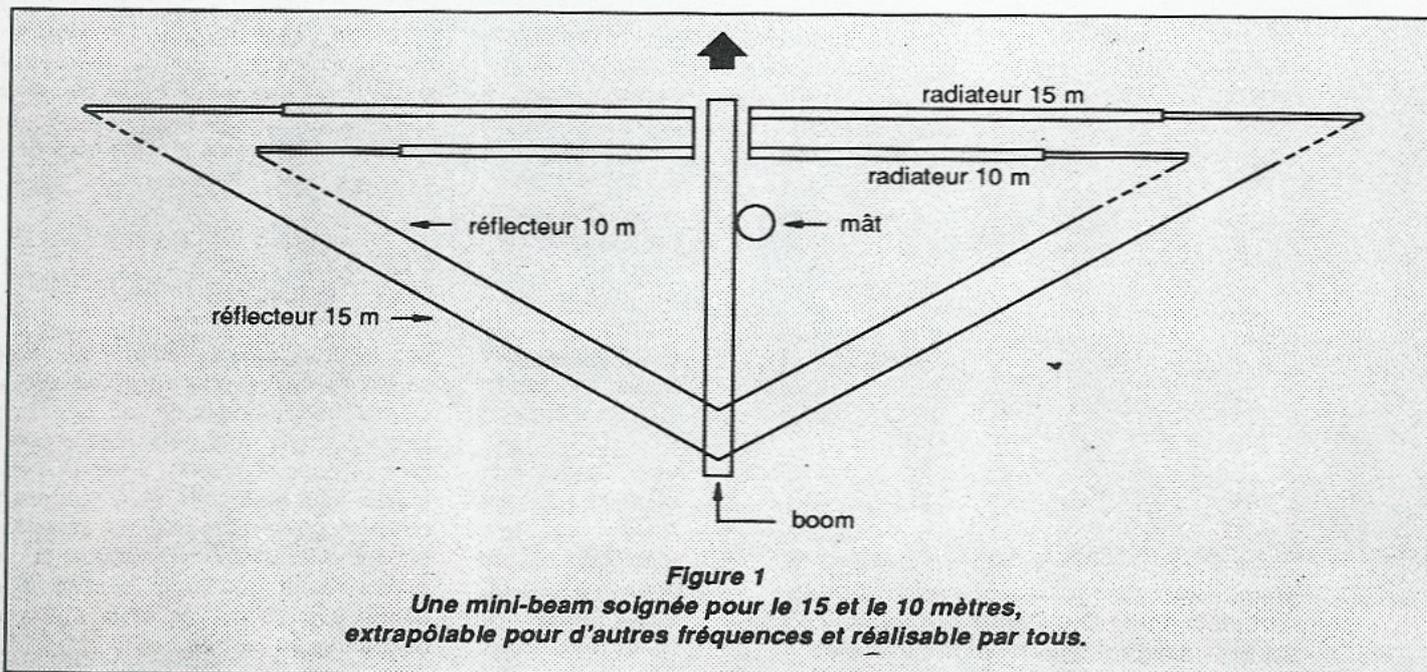
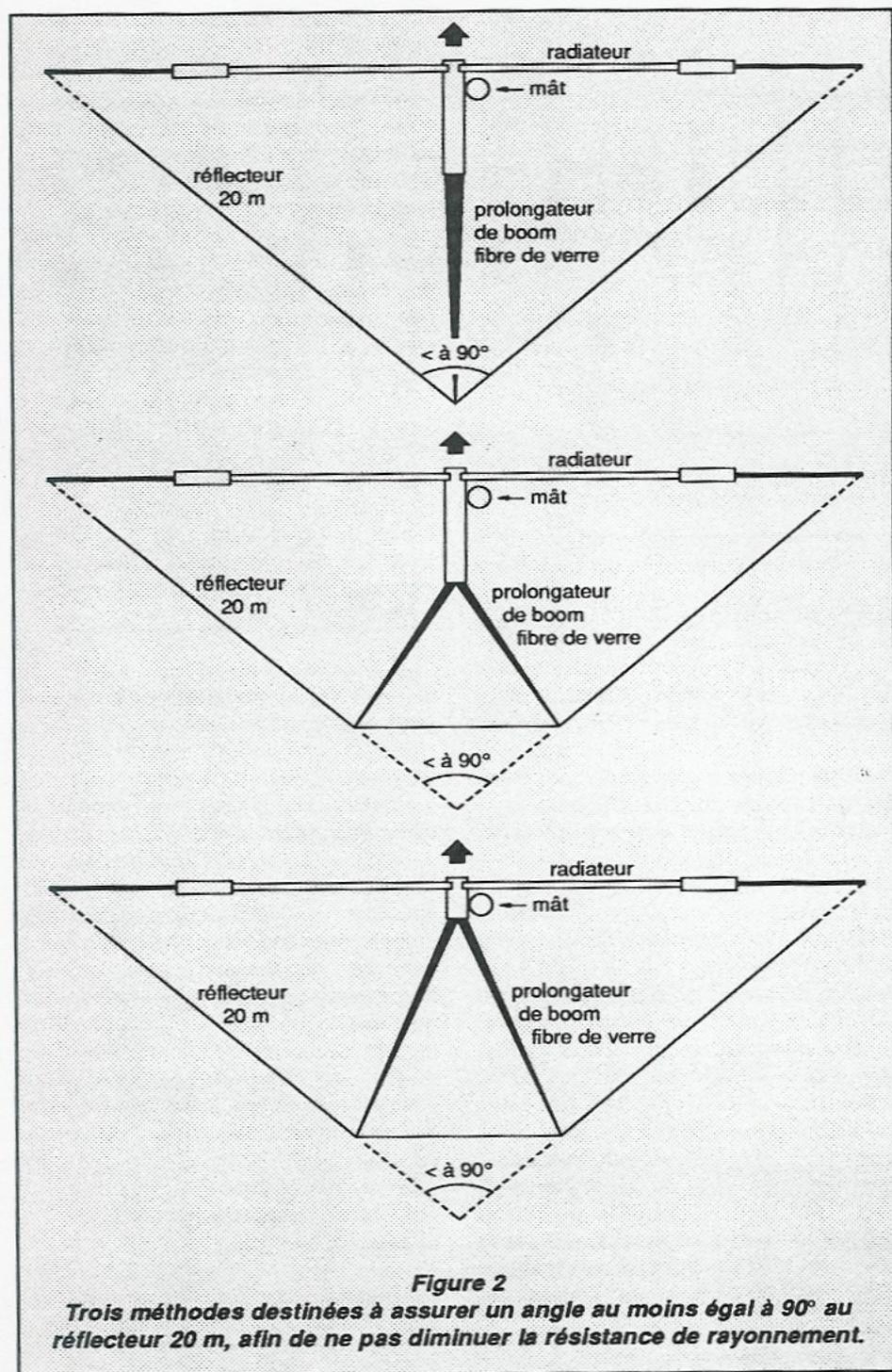


Figure 1

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

TECHNIQUE DES AÉRIENS



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 une 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.

TECHNIQUE DES AÉRIENS

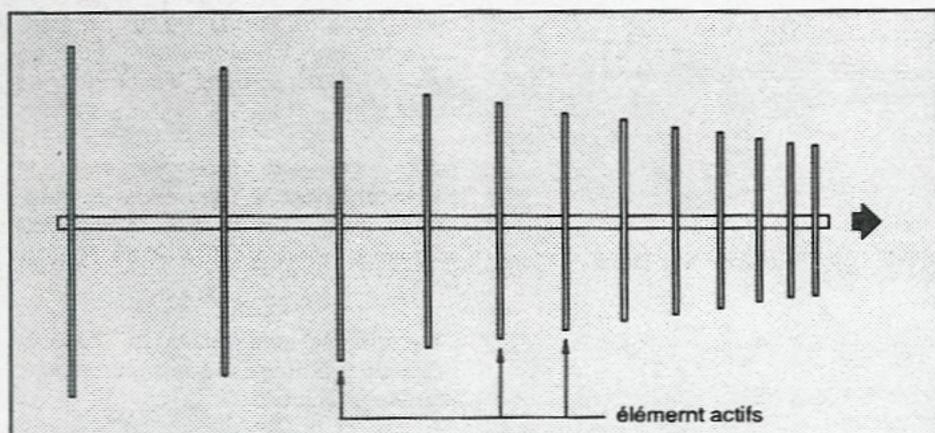


Figure 3

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".

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.

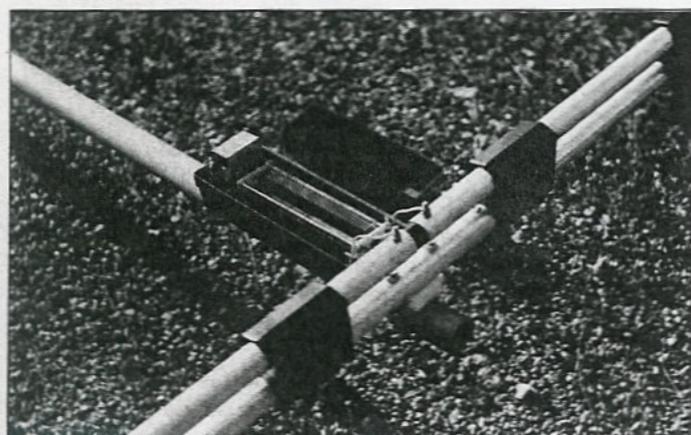
L'intérêt principal de cette méthode est, avant tout, le coût relativement faible et l'aspect visuel ; mais en plus, en utilisant un organe de réglage implanté à l'extrémité inférieure de la source, on peut faire travailler l'émetteur sur une charge d'exactement 50 Ω pour chacune des bandes et ce, jusqu'aux 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 attachables 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.

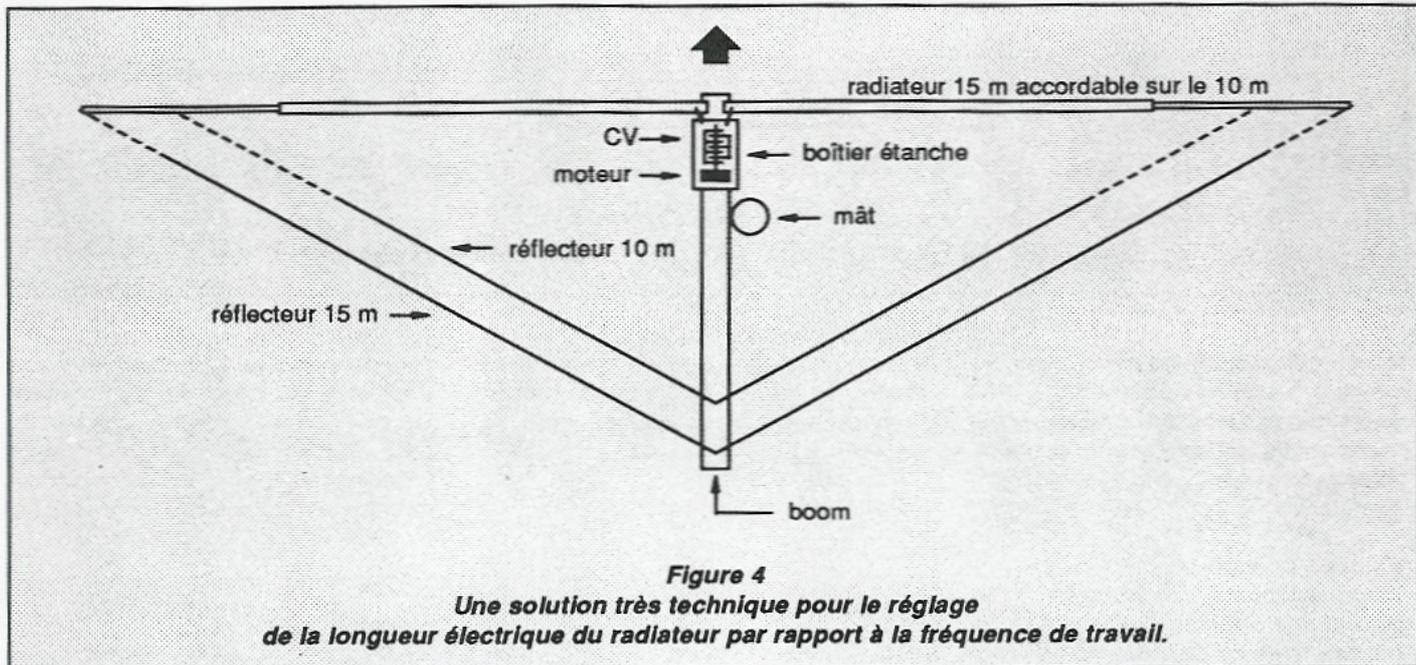
En raison du TOS élevé aux extrémités de bande présenté par la majorité des antennes du commerce, plus spécialement par les antennes tribandes, on est obligé d'utiliser un moyen de réglage en partie basse de la source de HF (au niveau de la station) ou bien de faire l'achat d'un transceiver contenant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

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



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.

TECHNIQUE DES AÉRIENS



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 !

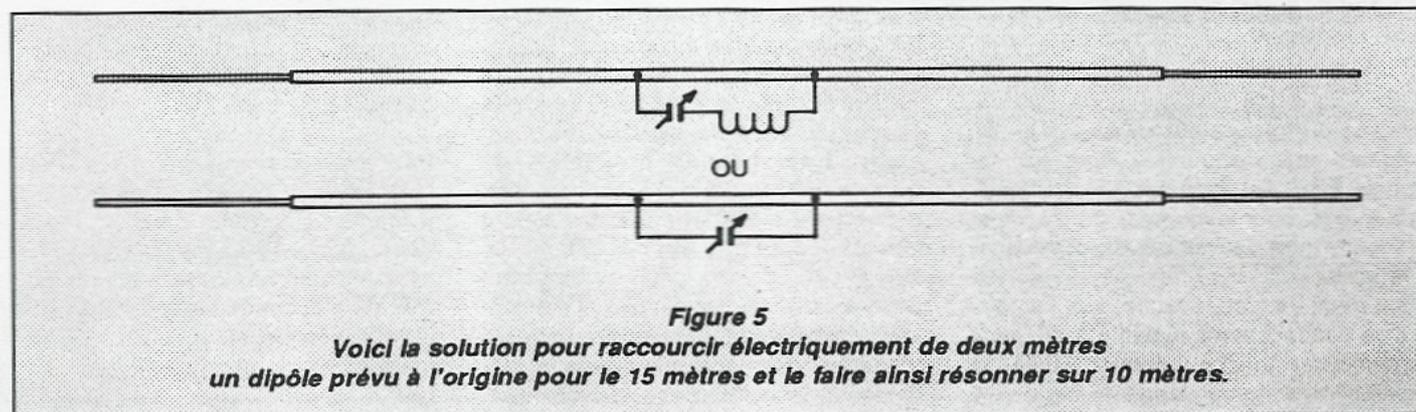
Je me suis longuement penché sur ce problème pour trouver que la seule solution réaliste, si l'on doit utiliser un coaxial d'alimentation 50 Ω, était d'installer un dispositif de réglage, commandable à distance, exactement au point d'alimentation de l'antenne elle-même. De cette façon, on est sûr que 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 pré-

ciser 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



TECHNIQUE DES AÉRIENS



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).

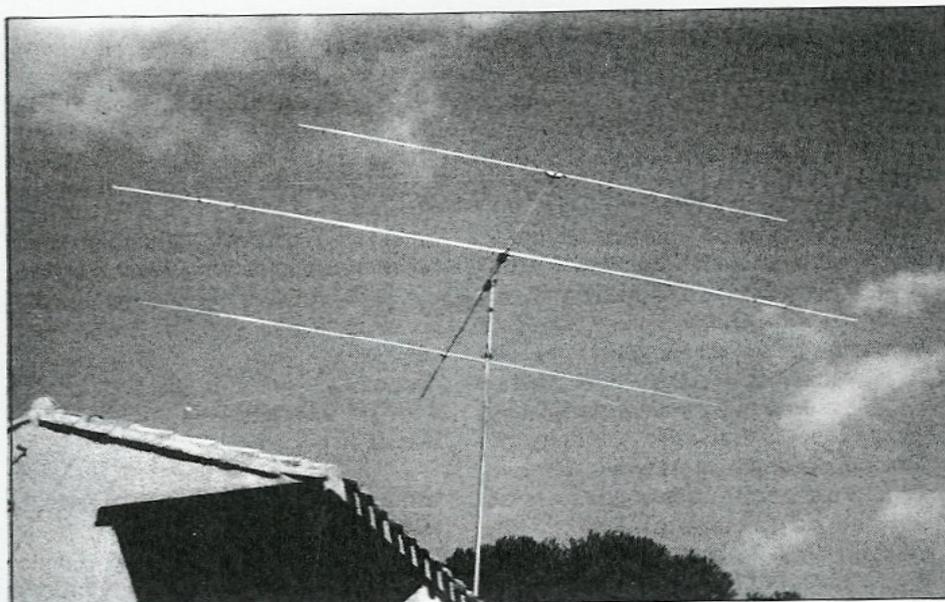
Il s'avéra qu'avec un condensateur de valeur adéquate, l'inductance totale pouvait être éliminée, l'inductance propre des tiges de raccordement restant seule nécessaire. Nous avons encore le problème de rendre le condensateur véritablement étanche. Dans la dernière version, la partie inductive avait 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 une 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.

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



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),

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 impatientes, ils pourront déjà commencer à construire leur première beam tribande de type "Jungle Job".

A suivre... ☆