

CHRONIQUE DES ANTENNES

I. — REALISATION ET MISE AU POINT D'UNE ANTENNE DIRECTIVE A 2 ELEMENTS (21 MHz)

EN abordant cette description, nous savons répondre aux désirs de nombreux lecteurs pour lesquels la réalisation d'une antenne pose des problèmes tant sur le plan du choix du matériel que sur celui des connaissances nécessaires. La réalisation que nous avons faite va être décrite dans le détail de façon à ne rien laisser dans l'ombre.

Pourquoi une antenne directive ? Il faudrait peut-être que nous nous expliquions là-dessus. Chacun sait que lorsqu'un signal est appliqué à une antenne demi-onde, il est rayonné pour la plus grande partie dans un plan perpendiculaire au dipôle, ce qui se traduit par un diagramme en forme de huit de chiffre avec un rayonnement très atténué dans

la direction du dipôle. C'est ce qui explique que lorsqu'on utilise un seul élément rayonnant, il y a intérêt à le rendre orientable mais sur 90° seulement. Par voie de conséquence, un brin demi-onde, vertical, constitue une antenne omnidirectionnelle.

Si d'une antenne demi-onde alimentée on approche un autre brin de même longueur, isolé dans l'espace, il va capter une partie de l'énergie rayonnée par la première, diminuant ainsi le champ produit au-delà de lui. Si l'absorption était totale nous aurions une antenne unidirectionnelle mais ce n'est jamais le cas. L'effet dissymétrique est cependant très net. A cela s'ajoute un report d'une partie de l'énergie captée par le deuxième élément sur le premier il en résulte une augmentation sensible du champ rayonné ce qui se traduit par un gain supplémentaire dans la direction privilégiée. Ce gain peut être porté au maximum en

jouant sur l'espacement des éléments ainsi que sur leur longueur. Une telle antenne convenablement réglée est susceptible de procurer un gain de 5,5 dB, c'est-à-dire un point S en plus, ce qui ne peut s'obtenir avec une antenne donnée qu'en multipliant la puissance par 4. On voit d'ici combien la solution est rationnelle d'une part et, de plus, économique. L'élément alimenté, chargé de rayonner l'énergie qui lui est appliquée porte le nom de **radiateur**, celui qui vient créer une distorsion du champ vers l'avant s'appelle le **réflecteur**. Une autre combinaison portant sur un élément plus court que le radiateur donnerait le même résultat, mais à l'inverse, le champ maximum se produirait dans sa direction, c'est pourquoi il porterait alors la dénomination de **directeur**. Certaines antennes élaborées (TA33 par exemple) comportent simultanément un directeur et un réflecteur dont

les gains s'ajoutent tout naturellement, mais le poids et l'encombrement aussi ! Par contre, en VHF, il est courant de travailler avec des antennes à 10 ou 15 éléments directeurs ou réflecteurs car les dimensions géométriques sont plus favorables.

Nous avons pensé qu'une antenne à deux éléments sur 15 m (21 MHz) était parfaitement réalisable par l'amateur et nous l'avons vérifié par la suite ! Les deux éléments ont été choisis espacés de $0,18 \lambda$. C'est cet écartement qui donne le meilleur gain.

Réalisation pratique : L'ensemble terminé se présente comme le montre la figure 1, sous la forme d'un H dont la barre transversale constitue la potence ou boom et les deux brins, longs d'environ une demi-onde, les montants. La potence est constituée par un tube de duralinox de 2,60 m et 36 mm de diamètre au milieu duquel on prévoira une

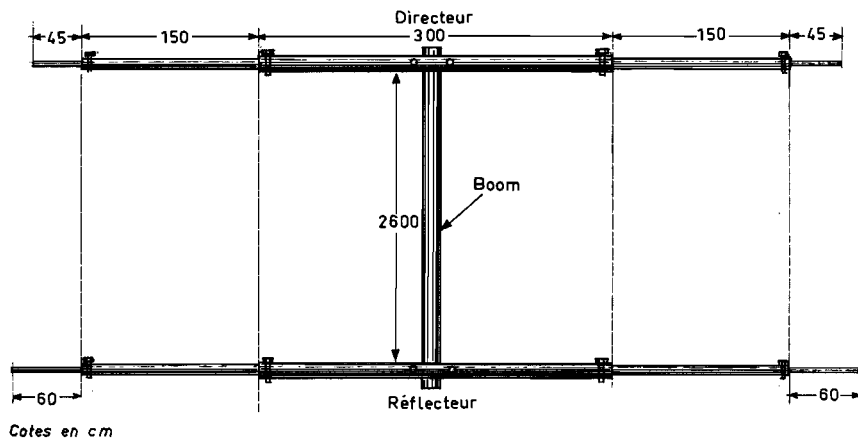


Fig. 1

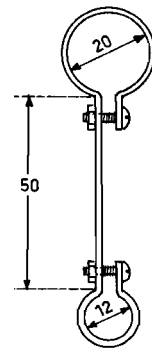


Fig. 4

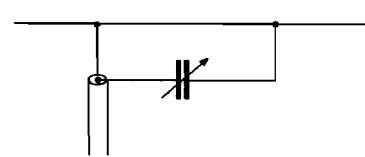


Fig. 2

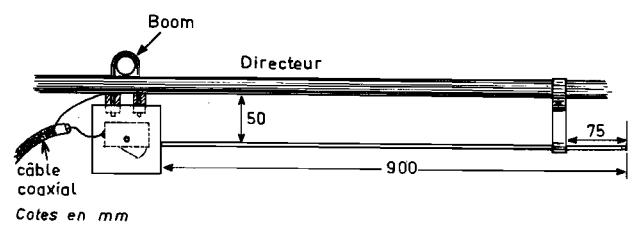


Fig. 3

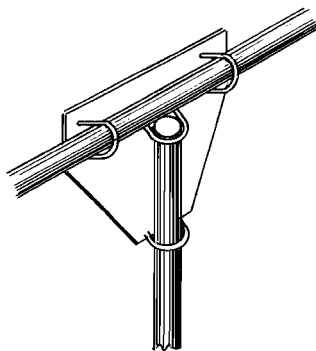


Fig. 5

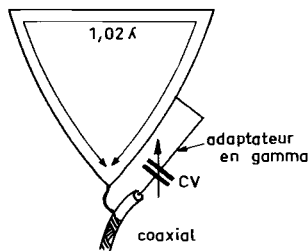


Fig. 6

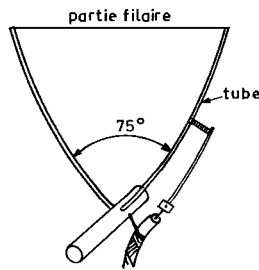


Fig. 7

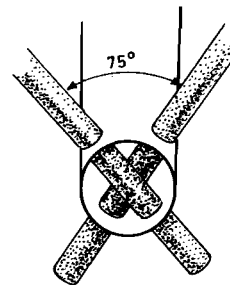


Fig. 8

fixation pour le mât-support tournant sur laquelle nous reviendrons plus loin. Les brins sont constitués par du tube en duralinox également, de trois diamètres différents, télescopés pour permettre une meilleure rigidité en même temps qu'un ajustage aisé de la longueur et donc de la mise au point. Chaque brin comporte une partie centrale de 3 m de long, en tube de 20 mm de diamètre, prolongée à chaque extrémité par une section de 18 mm, de 1,60 m de long elle-même terminée par un tube de 16 mm de diamètre) de 50 cm de long, pour le radiateur et de 65 cm de long pour le réflecteur. Les tubes de 18 mm sont manchonnés dans le tube de 20 mm sur une longueur de 10 cm. Pour ce faire, il convient tout d'abord de limer la bavure intérieure à chaque tube, au moyen d'une lime ronde de gros diamètre de manière à faire un travail propre. Après quoi, il faut scier longitudinalement chaque extrémité des tubes de 20 mm sur une longueur de 12 cm environ. Le tube de 18 mm s'introduit alors facilement. On le bloquera, après l'avoir fait pénétrer de 10 cm, au moyen de colliers à eau, particulièrement pratiques et sûrs pour cet usage. L'extrémité libre des tubes de 18 mm sera pareillement traitée pour recevoir les 4 sections de tube de 16 mm, qui ne seront enfoncés provisoirement que de 5 à 6 cm. Les dimensions hors tout de 6,83 m pour le directeur et 7,17 m pour le réflecteur sont optimum pour une antenne résonnante en bas de bande, c'est-à-dire au voisinage immédiat de 21 MHz. Elles conviennent en particulier pour le trafic en télégraphie pratiquement sans réglage. Il est évident que si l'antenne est destinée à la téléphonie et à la télégraphie à la fois ou au trafic en téléphonie seulement, elle doit être centrée sur une fréquence plus élevée. Pour augmenter la fréquence d'accord et de résonance de l'antenne de 100 kHz, il faut — et

c'est facile en faisant coulisser les quatre tubes de petit diamètre — diminuer la longueur de chaque brin de 3 à 4 cm, c'est-à-dire diminuer chaque coulisseau de 1,5 à 2 cm sur chaque brin. Les formules $143,5/F$ pour le directeur et $150,65/F$ pour le réflecteur le confirment et donnent, respectivement, pour la fréquence centrale de 21,200 MHz : $D = 6,77$ m ; $R = 7,10$ M. C'est une affaire de choix et de réglage fin, sur laquelle nous reviendrons, nous contentant dans un premier temps de donner à l'antenne ses dimensions maximales.

Notons en passant que le même calcul effectué pour une antenne taillée pour la bande 28 MHz, si intéressante quand la propagation cyclique est là, donnerait les dimensions suivantes pour une longueur de boom de 1,95 m : $D = 5,12$ m ; $R = 5,38$ m.

L'impédance d'une telle antenne étant d'une trentaine d'ohms, il n'est pas possible de l'adapter correctement à un câble courant. D'autre part, étant par construction, symétrique, il ne serait pas convenable de l'alimenter par un câble coaxial, dissymétrique par nature. La solution réside dans un système d'adaptation du type gamma qui résout les deux problèmes d'un seul coup en assurant en même temps le passage symétrique à dissymétrique. La figure 2 en montre le principe et, la figure 3, la réalisation. Le système comporte essentiellement un tube de duralinox de 10 à 12 mm de diamètre et 900 mm de long, espacé du brin radiateur auquel il est parallèle à une distance de 50 mm, déterminée par une pièce analogue à la figure 4, réalisée à partir d'une bande d'aluminium relativement mince de 170 mm x 15 mm, par pliage et perçage, et par un support isolant constitué par une boîte en matière plastique dure, de 100 x 100 environ, fixée par le fond, ouverte par conséquent vers le bas et conte-

nant un condensateur variable de type réception, même à faible isolement, de 100 pF, qui se trouve ainsi complètement protégé. Le câble coaxial est fixé au bâti par sa gaine et aboutit par son âme à une des armatures du condensateur variable.

Au reste, la figure 3 est assez claire pour dispenser d'un long développement sur la disposition matérielle.

REGLAGES

Les éléments étant fixés au « boom », chacun par un cavalier en U, denté pour une meilleure stabilité mécanique, l'antenne sera posée sur un escabeau de bois ou sur un muret qui la rendent parfaitement accessible tout en l'éloignant nettement du sol — deux mètres est une hauteur, sinon optimale du moins convenable, qui fait que les réglages acquis peuvent être considérés comme acceptables à une plus grande distance du sol. Il est évident que plus l'antenne, en position de réglage, sera éloignée du sol, plus la mise au point sera parfaite, car l'impédance est très affectée non seulement par le dégagement par rapport au sol mais encore par rapport à l'éloignement de tous obstacles proches. Le réflectomètre ou SWR-mètre, ou mesureur d'ondes stationnaires est évidemment l'instrument de choix pour une mise au point soignée.

On placera la barette de l'adaptateur en gamma aux dimensions de la figure 3, et on alimentera l'antenne avec un oscillateur fournissant à la fréquence choisie, un signal de faible puissance mais suffisante pour que l'appareil de mesure devie largement à fond en position « direct » — (quelques watts suffisent) —. En position « réfléchi », le condensateur étant engagé aux 3/4 de sa course, on notera une lecture appréciable du même appareil de mesure. S'il n'en était pas ainsi, le fonctionnement serait

bien près d'être optimum. Si au contraire le rapport d'ondes stationnaires est très nettement supérieur à l'unité (1,5/1 ; 2/1, etc.) on essaiera d'augmenter légèrement la valeur du condensateur. Si le rapport d'ondes stationnaires diminue, il faut poursuivre dans ce sens ; si au contraire, c'est en diminuant la valeur du condensateur en série dans le système d'adaptation en gamma, que le ROS diminue, c'est dans ce sens qu'il faut aller. On ne manquera pas de vérifier que le courant mesuré dans le sens direct arrive bien toujours à une lecture en bout d'échelle, sinon la lecture du « réfléchi » n'aurait aucune valeur. Si l'on arrive, dans un sens ou dans l'autre, à une lecture de ROS très voisine de l'unité, le résultat est atteint. S'il n'en est pas ainsi, il faut jouer symétriquement sur la longueur de chacun des éléments par étapes successives de l'ordre du centimètre. Un léger allongement ou un raccourcissement du système d'adaptation par coulissage de la pièce mobile peut permettre de parfaire le résultat. On notera que l'alimentation peut se faire en 50 Ω ou en 75 Ω et que lorsque le réglage est terminé on peut, par combinaisons de condensateurs au mica de faible valeur, remplacer le condensateur variable par une capacité fixe de valeur correspondante.

Enfin, pour la mise en place définitive, ce ne sont pas les moyens qui manquent. A titre indicatif, la figure 5, reproduit une pièce d'assemblage destinée à réunir le « boom » horizontal au mat vertical qui se trouvent solidement fixés par des cavaliers boulonnés.

Ainsi réalisée, cette antenne simple procure un gain de 5 dB et présente un rapport avant-arrière de 20 dB avec une annulation quasi-totale des signaux sur les pointes de l'antenne. Autant dire que pour les amateurs qui sont tentés et qui disposent d'un peu de place pour effectuer cette réalisation, l'essai vaut d'être tenté ; on ne le regrettera pas !

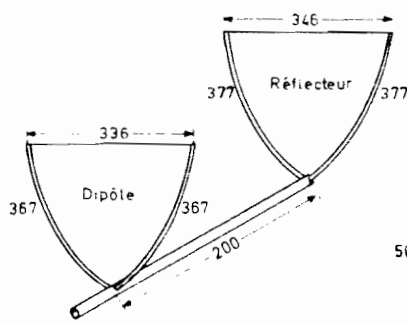


Fig. 9

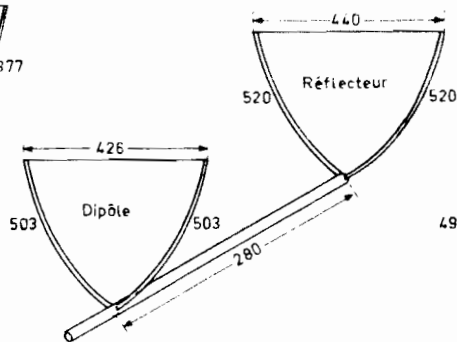


Fig. 10

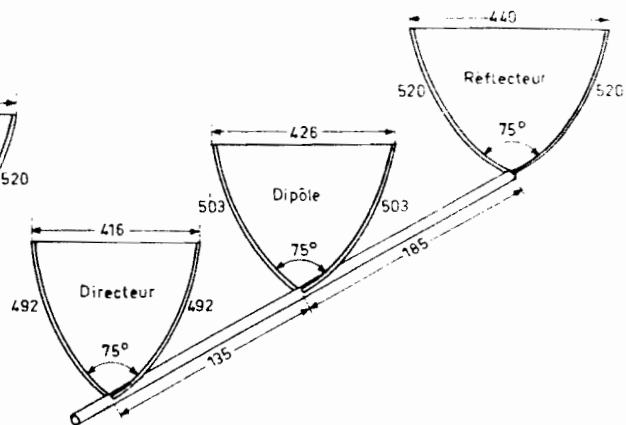


Fig. 11

II. - L'ANTENNE « DELTA-LOOP » (21/28 MHz).

C'est une antenne peu connue de ce côté-ci de l'Atlantique mais qui a vu le jour quelque part dans l'Ohio grâce à l'ingéniosité et à l'habileté conjuguées d'un amateur américain, Harry R. Habig, qui l'avait tout d'abord baptisée de ses initiales : antenne HRH, dénomination à laquelle est venu s'ajouter successivement le terme Delta qui s'explique de lui-même, complété par le mot Loop (boucle) qui découle du fait que les éléments sont en circuit fermé, comme le montre la figure 7. Cette forme inusitée des cadres, habituellement carrés dans les antennes cubical-quad ou rectangulaires dans les antennes du type squelette surprend au premier examen. La forme d'une boucle étant indifférente, à condition de mesurer une onde entière, l'auteur s'est posé la question : pourquoi pas un triangle ? Et a vérifié que, comme pour un carré, un triangle de périmètre de $1,02\lambda$ donne une résonance parfaite et fonctionne comme un dipôle avec même un léger gain. Son avantage essentiel est d'ordre mécanique : les cadres triangulaires ainsi formés sont beaucoup plus solides au vent que ceux de l'antenne quad. Par ailleurs, on aura remarqué que tous les éléments actifs sont au-dessus du boom, ce qui n'est pas sans intérêt. Enfin, l'ensemble est construit en « tout à la masse » c'est à dire sans intervention du moindre isolant.

REALISATION PRATIQUE D'UNE ANTENNE 2 ELEMENTS

La potence centrale est un tube de duralinox de 36 mm de diamètre dans lequel sont percés (et c'est la difficulté pratique essentielle), deux trous en regard, de 20 mm de diamètre, décalés de deux autres trous, identiques, percés à 75° des premiers (Fig. 9). Le même travail est à

reproduire et dans les mêmes plans aux deux extrémités du boom. Les deux côtés des triangles sont constitués par des tubes de duralinox de 20 mm, coupés à la longueur demandée et la base est en fil nu ou vernissé, de cuivre, de 15 à 20/10 de mm. Les tubes précités sont emmanchés à force et s'en vont à 75° l'un de l'autre. La partie filaire est munie à ses extrémités de colliers à eau et se trouve tendue du fait que les deux autres côtés étant légèrement plus longs, par construction, les tubes sont légèrement coudés, ce qui donne un très bel aspect à chacun des cadres.

Les figures 10 et 11 qui sont identiques donnent, en cm, les dimensions à donner aux éléments d'une antenne 28 MHz (résonance : 28,5 MHz) et d'une antenne 21 MHz (résonance : 21,2 MHz). Il n'y a pas lieu de s'étendre autrement sur la question de la géométrie de l'antenne mais il est temps de parler de son alimentation. Elle s'effectue au niveau du boom, à la hauteur du cadre rayonnant au moyen d'un système d'adaptation exactement semblable à celui de l'antenne Yagi 2 éléments 21 MHz. Pour des raisons de convenance, le brin du système en gamma peut être placé aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur du cadre, l'essentiel étant que la tresse du câble soit fermement fixée au tube du boom et que l'âme du câble aille, elle, directement à une armature du CV. Pour la bande 28 MHz, la longueur de la barre du gamma-match sera ramenée à 68 cm, c'est la seule différence.

MISE AU POINT ET REGLAGES

On procédera comme il a été dit précédemment à savoir en utilisant un émetteur de faible puissance (quelques watts) et un ROS mètre, placé au ras de l'antenne, elle-même surélevée

de 2 m par rapport au sol. Il est remarquable que les éléments actifs, tubulaires, n'étant pas parallèles au sol, l'influence de celui-ci est pratiquement négligeable sur ce type d'antenne.

Ajuster à la fois la longueur effective du gamma et la valeur du condensateur variable pour un minimum d'énergie réfléchi. On peut aisément jouer sur la longueur des cadres, en plus ou en moins, en allongeant ou raccourcissant de quelques centimètres la longueur de la partie filaire. La bonne longueur du réflecteur est à volonté celle qui donne le meilleur gain vers l'avant, contrôlé au mesureur de champ, ou la plus forte atténuation vers l'arrière ce qui n'est pas semblable. L'adaptation doit être rigoureuse sur la fréquence de résonance choisie. Le ROS mesuré sur différentes antennes parfaitement réalisées n'est jamais en extrémité de bande supérieur à 1,2/1, ce qui est tout à fait remarquable.

CONCLUSION

On pourrait concevoir d'autres antennes basées sur ce principe nouveau. La figure 12 propose une antenne Delta Loop

(21 MHz), à 3 éléments, à faible espacement, présentant un rapport avant/arrière de 25 dB et calculée à partir des formules suivantes donnant, en cm, le périmètre de chaque boucle à partir de la fréquence de résonance.

$$\begin{aligned} \text{Réflecteur} &= \frac{31\,400}{F} \\ \text{Radiateur} &= \frac{30\,500}{F} \\ \text{Directeur} &= \frac{29\,700}{F} \end{aligned}$$

Les autres valeurs sont sans changement en ce qui concerne le gamma match et le diamètre du boom dont la longueur est portée à 3,30 m ce qui permet un espacement de 0,15 et 0,10 λ respectivement.

Nous voudrions suggérer en terminant, nous promettant d'en faire les essais nous mêmes, une telle antenne pour la bande 144 MHz qui pourrait comporter un nombre d'éléments plus important pour un encombrement tout à fait admissible. Nos lecteurs ont la parole et toute réalisation dans ce domaine sera publiée dans nos colonnes.

Robert PIAT.

Pour votre collection, procurez-vous

- LA RELIURE « HAUT-PARLEUR » (Marron)
- LA RELIURE « HI-FI STÉRÉO » (Bleu)
- LA RELIURE « ÉLECTRONIQUE PROFESSIONNELLE » (Rouge)

Au prix de **10 F** l'une - 2.50 F de port

Adressez commande au :

LE HAUT-PARLEUR

2 A 12, RUE DE BELLEVUE - 75019 PARIS

TÉL. : 202-58-30

C.C.P. 424-19 PARIS