

Réaliser son antenne

La Log-périodique

Les antennes log-périodiques n'ont pas suscité beaucoup d'intérêt ni chez les radioamateurs, ni chez les cébistes, bien qu'il soit possible de les adapter à leurs bandes de fréquences décadiques avec de remarquables résultats. Les modèles commerciaux sont à large bande, telle que la Collins, couvrant de 6 à 60 MHz. Celles que nous vous proposons aujourd'hui sont plus modestes dans la bande passante mais tout aussi efficaces.

Eric EARLY - F8ZF

La résistance de ce type d'antennes varie d'environ 50 à près de 100 ohms et si l'on trace les données résistance/fréquence sur du papier logarithmique, on obtient des valeurs de résistance qui se répètent régulièrement, d'où le nom log-périodique.

GENERALITES

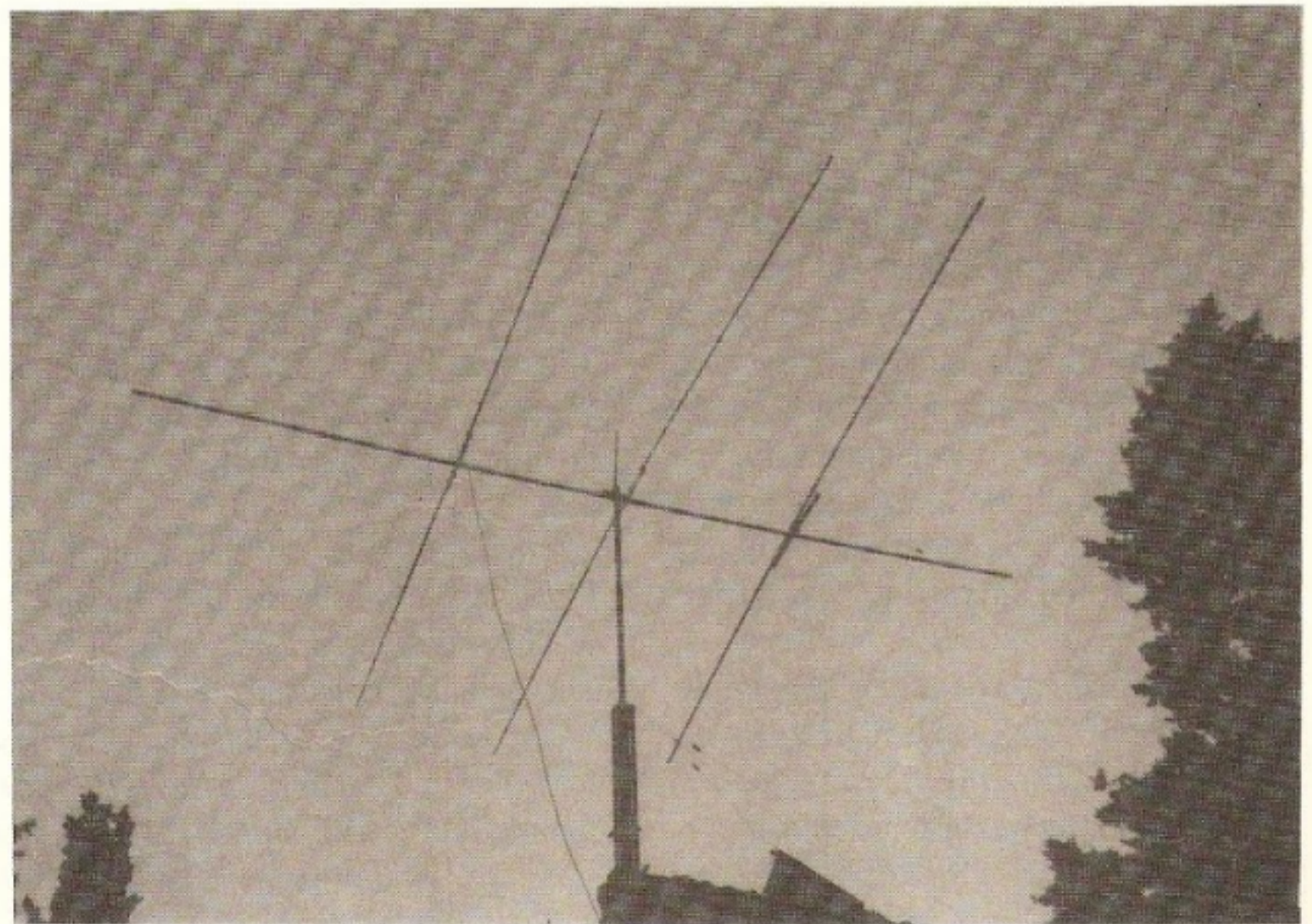
Il existe plusieurs types de réalisations, dont une des plus simples consiste en une série de dipôles de plus en plus courts, chacun étant alimenté en opposition de phase par rapport au précédent. De plus, la distance entre les dipôles va décroissante dans la direction du

dipôle le plus court. C'est d'ailleurs sur le dipôle le plus court que se fait l'alimentation de l'antenne.

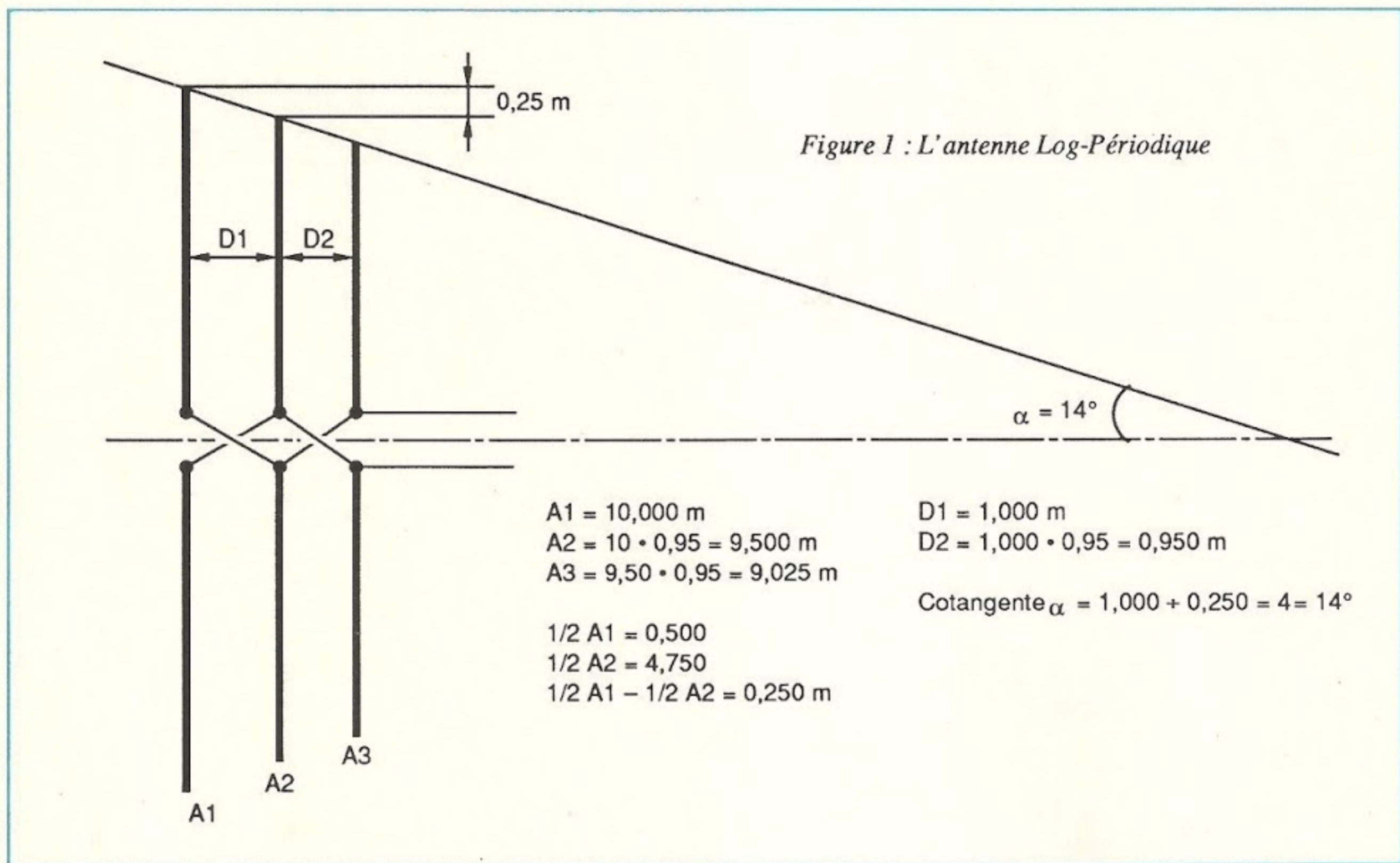
Le côté de l'élément le plus court et de l'alimentation sera également celui du rayonnement maximal de l'antenne.

L'élément le plus long est généralement équivalent à la moitié de la longueur d'onde (λ) de la fréquence la plus basse prévue. Dans certaines réalisations, ce premier dipôle peut être d'environ 4 % plus long, servant ainsi de réflecteur.

Quant à l'élément le plus court, pour son calcul, on applique le coefficient 0,38 à la longueur d'onde (λ) de la fréquence la plus élevée.



L'antenne Log-périodique de l'auteur, réalisée sur le boom de l'ancienne Yagi 4 éléments. Alimentation par 2 câbles coax TV côte à côte. Cette antenne couvre, avec un coupleur, les bandes 10, 12, 15, 18, 20 et 30 mètres.



La longueur de chaque dipôle intermédiaire diminue d'un coefficient τ allant de 0,6 à un peu moins de 1.

Plus τ est grand, plus le gain de l'antenne est important.. Cela peut néanmoins conduire à une antenne très longue.

Le même coefficient τ est appliqué à la distance séparant les dipôles. Le premier espace est déterminé par un autre coefficient σ qui est compris entre 0,05 et 0,19, multiplié par la longueur d'onde. En pratique, la longueur du premier dipôle est multipliée par 2σ pour obtenir la valeur de la distance devant le séparer de l'élément suivant. Si le premier dipôle à une longueur de 10 m, l'espace sera de $10 \cdot 2 \cdot 0,05$, soit 1 m, ou sera de 3,8 m si on a pris σ de 0,19.

Si on a choisi un τ de 0,9, le second dipôle aura ($10 \cdot 0,9 =$) 9 mètres de long et, à une distance de ($9 \cdot 2 \cdot 0,05 =$) 90 cm on trouvera le troisième dipôle qui aura ($9 \cdot 0,9 =$) 8,1 mètres de long et ainsi de suite...

Le gain augmentant avec τ . Il sera optimal pour $\sigma = 0,258 \tau - 0,066$.

Finalement, en traçant une ligne le long des extrémités des dipôles et en la con-

tinuant jusqu'à ce qu'elle touche la ligne d'axe de l'antenne, on obtient l'angle α (figure 1), qui montre que pour τ de 0,95 et σ de 0,05, il suffit de 1000/250, soit 4, qui est la cotangente de l'angle $\alpha = 14^\circ$.

DE LA LOG-PERIODIQUE LARGE BANDE A LA LOG-PERIODIQUE BANDE ETROITE

Si on prend une log-périodique à très large bande, on constate qu'il n'y a, en général, qu'environ 4 éléments qui rayonnent pour une fréquence déterminée.

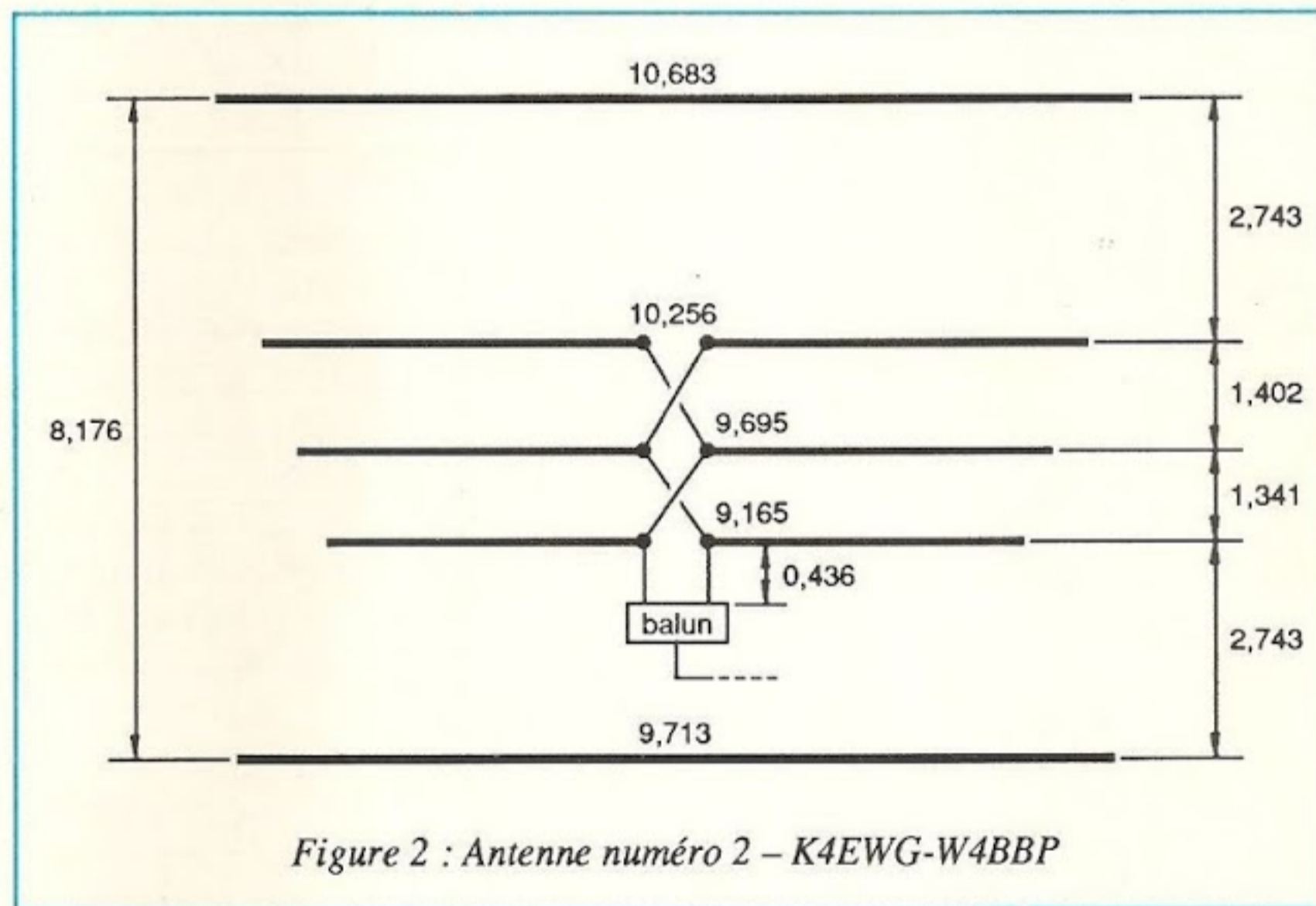
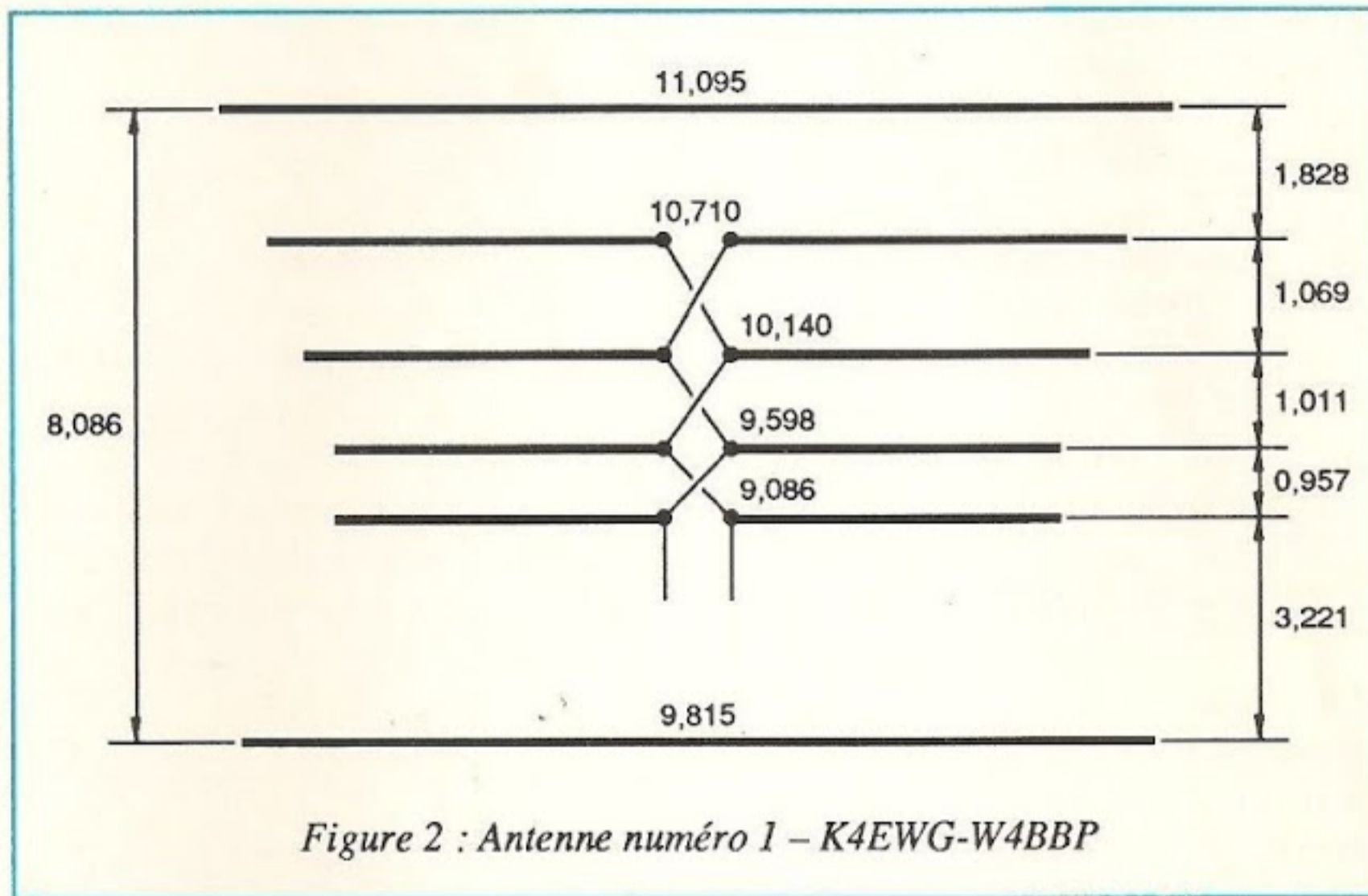
Le nombre exact d'éléments rayonnants dépend du dessin de l'antenne et du choix des valeurs de τ et de σ . Dans une antenne couvrant une très large bande, les éléments longs peuvent aussi contribuer au champ de rayonnement, comme tout dipôle, sur les harmoniques 3, 5, etc. Une antenne allant de 14 à 30 MHz aurait environ 12 éléments et environ 15 mètres de long pour un gain de 8 dB. Avec un modèle deux fois plus long (30 mètres !) on obtiendrait un gain de 12 dB.

Certains amateurs ont obtenu des résultats beaucoup plus intéressants en utilisant une cellule log-périodique alimentée, plus réflecteurs et un ou deux directeurs. Le gain de ces antennes est toujours beaucoup plus élevé que celui d'une Yagi ayant la même longueur de traverse (boom).

Ainsi, Oliver Swan a réalisé une log-périodique Yagi de 5 éléments alimentés dont un en réflecteur, plus 3 autres en directeurs parasites. Cette antenne 50 MHz à une longueur de 5,65 mètres. Son gain est de 12 dB sur 50, 51 et 52 MHz. En dehors de la bande, à 49 et 53 MHz, il tombe très rapidement à -35 dB. Swan utilise aussi une Yagi de 8 éléments ayant 9,15 mètres de long. Elle donne à peu près le même gain et le même rapport AV/AR au centre de la bande, mais la log-périodique lui est très nettement supérieure aux extrémités de cette même bande.

Sa log-périodique 144, constituée par 4 éléments alimentés plus 1 réflecteur et 3 directeurs parasites pour 3 mètres de long, a un gain de 12 à 13 dB.

Le VHF Handbook donne un gain de 11 dB pour une antenne Yagi de longueur identique.



Dans la revue QST de décembre 1976, on trouve une log-périodique Yagi pour le 20 mètres qui a 4 éléments alimentés, le premier en réflecteur, puis 1 directeur et un réflecteur parasite. Les auteurs notent que si la traverse d'une Yagi est courte, le gain, le ROS et le rapport AV/AR tombent rapidement en s'éloignant de la fréquence optimale, ce qui peut être évité, disent-ils, en utilisant un élément alimenté en log-périodique.

Après de nombreux essais, ces auteurs ont trouvé que le réflecteur devait être plus long que sur une Yagi et que son emplacement pouvait être situé à une

distance comprise entre $0,8$ et $0,25 \lambda$ du premier brin alimenté. Ce réflecteur améliore le rapport AV/AR (figure 2). Quant au directeur, la distance la plus favorable pour une cellule log-périodique de 4 éléments est de $0,15 \lambda$.

Le gain théorique d'une telle antenne est de 11 dB. Il sera obtenu en prenant σ 0,05, τ 0,9466 et α $14^{\circ}92$ (cotangente = 3,76).

Les amateurs américains K4EWG et W4BBP ayant installé un log-périodique de ce type, ils ont trouvé les résultats fantastiques, donnant du fil à retordre aux Yagis superposées ainsi qu'à celles à très grand espacement.

La résistance est de 37 ohms et l'alimentation est faite, à travers un balun fixé sur la traverse, par du coax 50 ohms.

Cependant, ces amateurs ont réussi à améliorer cette antenne. Les dimensions du nouveau modèle ont été communiquées par W6JY.

Cette fois-ci, il n'y a plus que 3 éléments alimentés mais ils sont un peu plus espacés. L'élément le plus long est de $0,478 \lambda$, τ de 0,95, σ 0,067 et le balun, est relié à l'antenne par une petite ligne de couplage de 465 mm. La traverse est, à quelques centimètres près, de la même longueur que la première. Le gain est d'environ 1 dB supérieur à celui du premier modèle. Réflecteur et directeur sont à $0,128 \lambda$. Cette disposition n'est pas évidente pour des raisons électriques, mais a sans doute été régie par des dispositions mécaniques. Le gain a été obtenu en espaçant un peu plus les brins alimentés et il est fort possible que le réflecteur parasite et le réflecteur alimenté fassent double emploi. A noter en passant que le rapport AV/AR est amélioré avec un réflecteur parasite. Un directeur amenuise le faisceau log-périodique qui est assez large tout seul. Ces éléments apportent un gain de 4,3 à 4,6 dB. En moyenne 4,5 dB. Un deuxième directeur entre 0,15 et 0,2 donnerait près de 1,5 dB de gain supplémentaire et un troisième directeur rajouterait 0,5 dB (figure 3).

Après avoir obtenu ces renseignements, une version 10 mètres de cette antenne fut réalisée et s'est révélée très efficace. Par exemple, à la mise en fonctionnement, une "meute" était notée sur une station des Nouvelles Hébrides avec laquelle une liaison était établie au deuxième appel avec moins de 100 watts de puissance en sortie de l'émetteur.

A la suite de ces résultats encourageants, il fut décidé de transformer la 4 éléments 20 mètres, de construction maison. La traverse, qui avait de 10 mètres de long, était un peu grande. Le premier élément alimenté était à la même place que sur la Yagi, à 3,33 mètres du réflecteur. Après mise en place du deuxième brin alimenté, les correspondants américains (W6), qui suivaient les essais quotidiens par l'arc majeur (32 000 km), trouvèrent une lé-

TECHNIQUE

gère amélioration. Peu de temps après, le troisième élément alimenté fut mis en place et le premier directeur fut enlevé. Les W6 constatèrent encore une amélioration. Il ne restait plus qu'à réaccorder réflecteur et directeur ou à les rapprocher. Pensant qu'une augmentation du gain ne servirait qu'à taper dans la montagne située à moins de deux kilomètres de la station, les réglages ne furent pas repris immédiatement. Plus tard, par curiosité, l'antenne fut réglée pour un gain optimum. Surprise, une certaine amélioration était obtenue, allant à l'encontre des théories faisant habituellement école.

La nouvelle antenne, comme l'ancienne d'ailleurs, est alimentée par une ligne accordée de 15 mètres environ, suivie d'un couplage Collins double. Le résultat important de cette disposition est que cette antenne fonctionne parfaitement bien sur toutes les bandes de fréquence amateur les plus élevées ainsi que sur la bande CB bien entendu.

Le gain de la cellule log-périodique, sur 20 m, est de 7,25 dB (9,4 dB isotropiques) par rapport à un dipôle, il augmente sur chaque bande amateur plus

élevée. Sur 10 m, l'antenne est devenue 2 log-périodique en phase avec un gain de 1,9 dB. De plus, l'espace entre les éléments de $0,6 \lambda$ sur 20 mètres devient $0,12 \lambda$, ce qui ajoute encore un bon décibel sur cette bande, soit 3 dB sur 28 MHz en tout. Sur 18 MHz, on gagne 1,5 dB et à peu près 2 et 2,5 sur 21 et 24 MHz. On voit donc l'intérêt qu'il y a de faire fonctionner la log-périodique en ligne accordée.

LE COUPLAGE A L'ANTENNE

Le coupleur peut être précédé d'un symétriseur de rapport 1 à 1 ou 1 à 4, mais avec ce dernier le voltage sur le condensateur d'entrée sera plus élevé, peut-être trop pour un simple condensateur de réception à la sortie. Il faut un écartement du même ordre de celui de la sortie de PA. Ici, les selfs sont montées côte à côte avec des prises allant à un contacteur.

Un autre coupleur est à l'étude, consistant en une seule self bobinée en fil double et un noyau en ferrite déplaçable pour une bande ou une autre (figure 4).

Le couplage Collins double peut être simplifié en utilisant la ligne comme self, en mettant un condensateur variable à l'entrée et un second le long de la ligne. Il suffit de 75 cm environ pour les bandes 10 à 20 mètres. Ceci a donné de bons résultats sur les 28, 24, 21 et 14 MHz, mais n'a pas fonctionné sur le 18 MHz. Le condensateur n'accorde plus au maximum magnétique car il n'y a plus de tension aux bornes (figure 5). Un coupleur classique convient également parfaitement (figure 6).

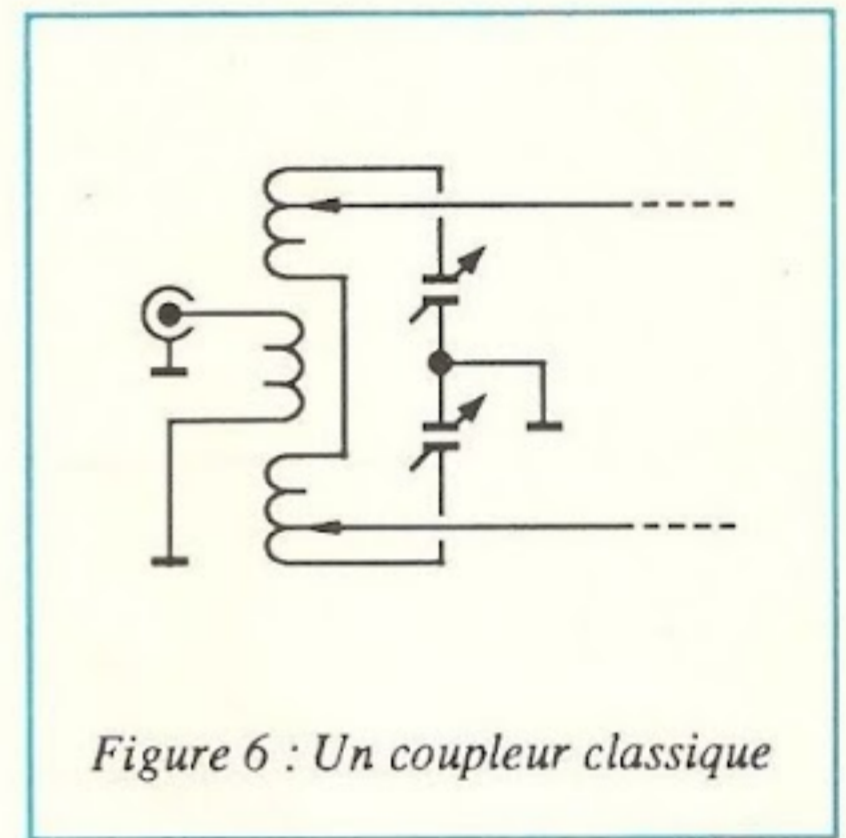


Figure 6 : Un coupleur classique

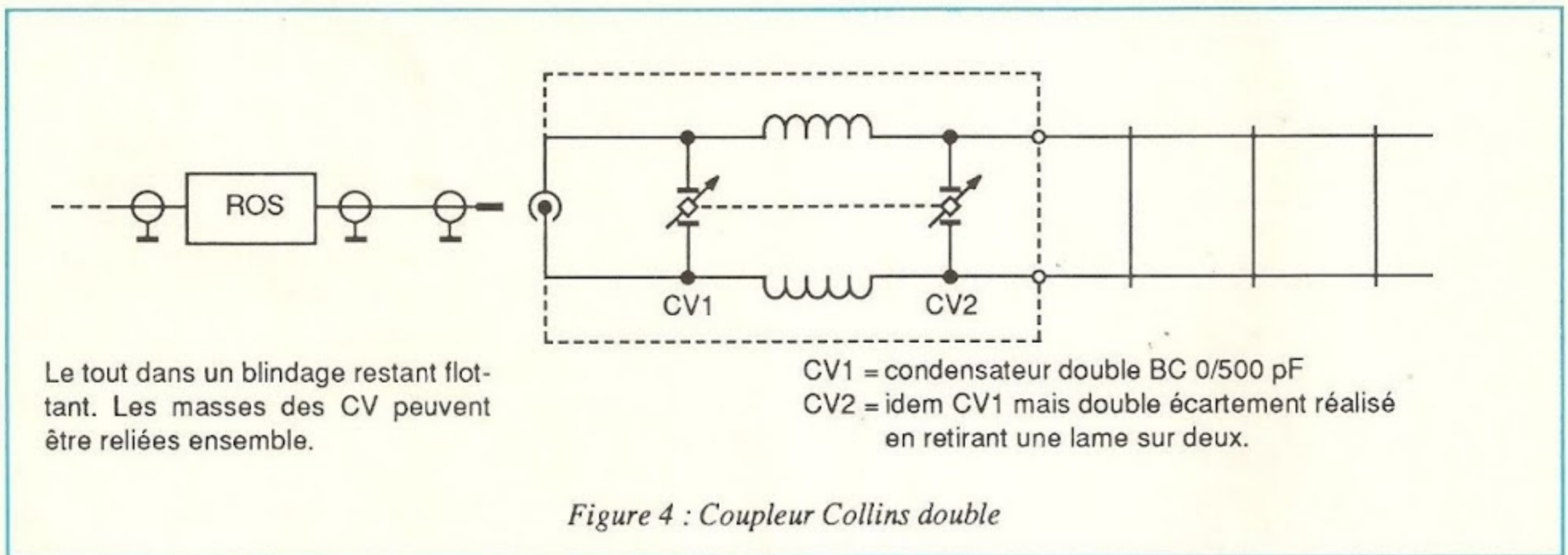


Figure 4 : Coupleur Collins double

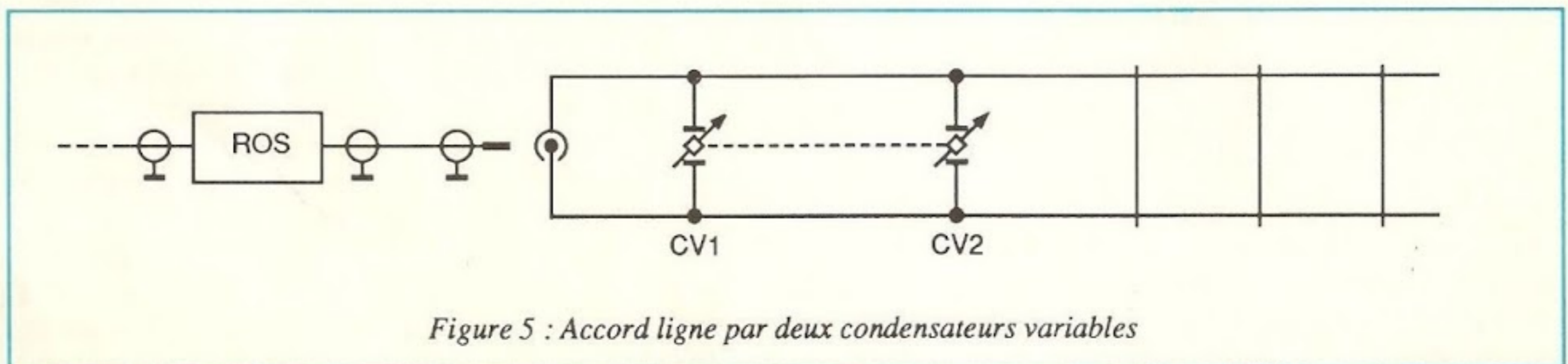
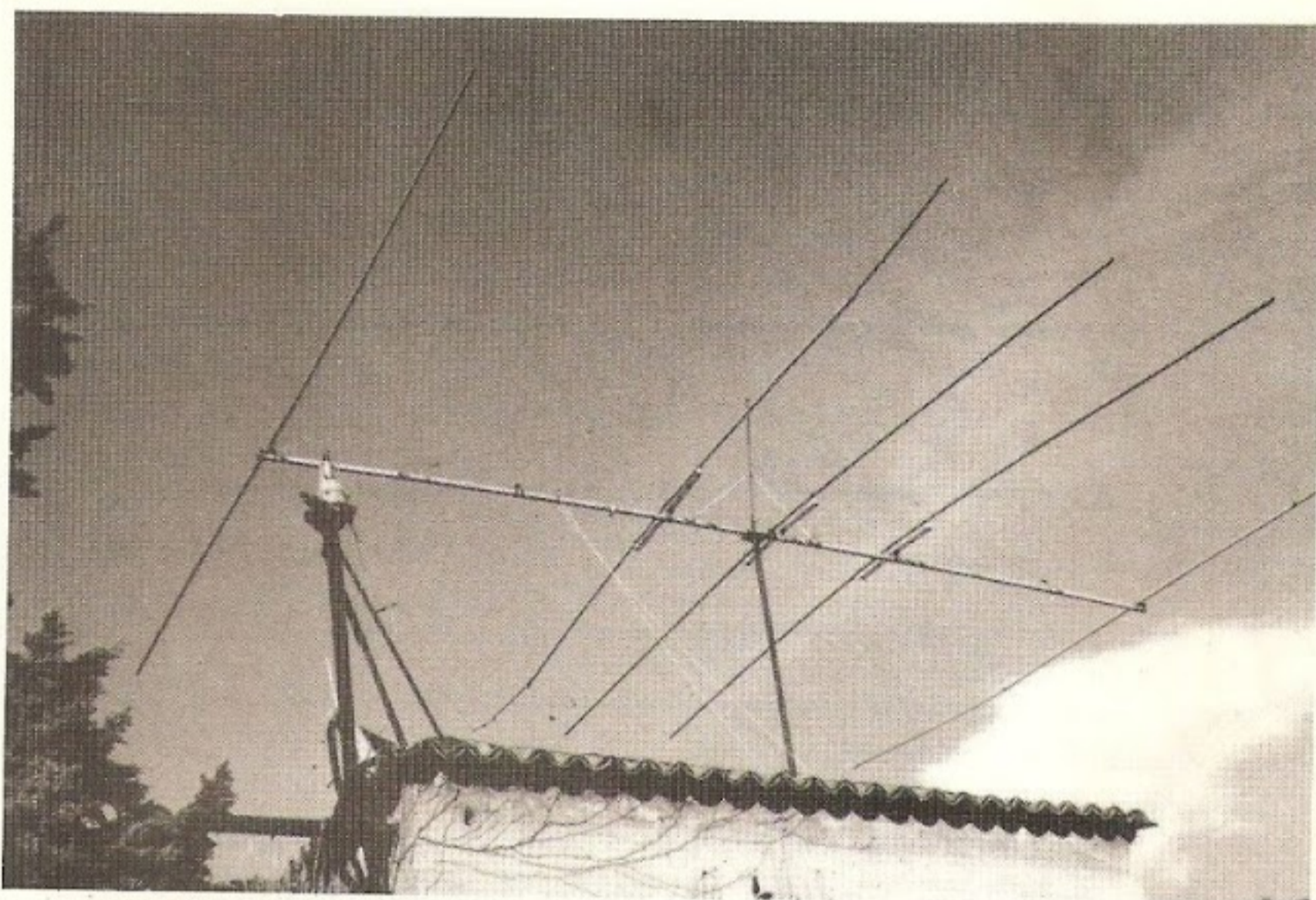


Figure 5 : Accord ligne par deux condensateurs variables



REALISER UNE LOG-PERIODIQUE

La log-périodique Collins est d'une conception différente de celles que nous venons de voir. Des tubes sont réunis soit d'un côté, soit de l'autre suivant la figure 7. Deux de ces formations sont assemblées à 45 degrés environ, les fils reliant les tubes étant de côtés opposés. La résistance varie de 50 à 200 ohms, entre 6 et 60 MHz. A noter qu'il doit être possible de mettre une section de ce type en fil et d'alimenter en zeppelin.

Des log-périodiques ont également été réalisées par des amateurs en version simplifiée, la disposition est normale,

mais les éléments ne sont que des quart-d'ondes au lieu de demi-ondes (figure 8).

Pour ceux qui voudraient réaliser cette antenne sur d'autres bandes, voici les indications de K4EWG et W4BBP (en mètres) :

Réfecteur : 14.956,5/F

Directeur : 13.600/F

Antenne : 1:14.359/F

Distance Ref/ant. : 3.840,5/F

La distance Ant.3/directeur est la même.

Ligne Ant. balun : 6490/F cm $\tau = 0,945$
 $\sigma 0,064$, Cotang $\alpha = 5,00$.

L'espace entre les brins alimentés n'est pas critique. Il peut avoir n'importe quelle valeur entre 50 et 150 mm. Les dimensions des tubes utilisés sont de chaque demi-côté : 1,83 m de $\varnothing 25$ mm, plus 1,83 m de $\varnothing 22$ mm, le reste en $\varnothing 19$ mm. Ces tubes sont fixés sur une cornière en aluminium de 30 • 30 • 6 et isolés avec des morceaux de tubes d'arrosage en PVC de $\varnothing 25$ intérieur, maintenus avec des colliers "Serflex" ou similaires.

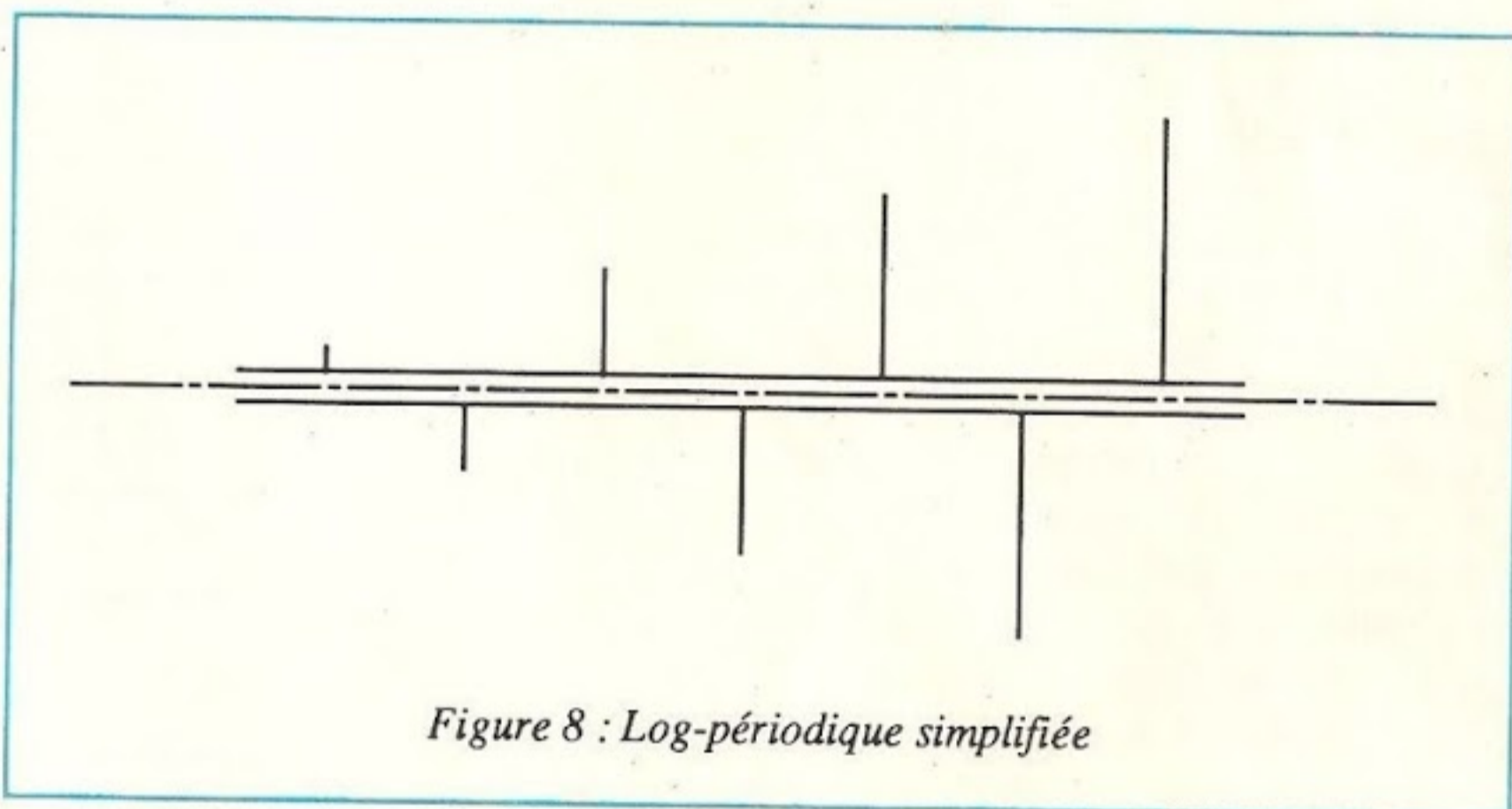


Figure 8 : Log-périodique simplifiée

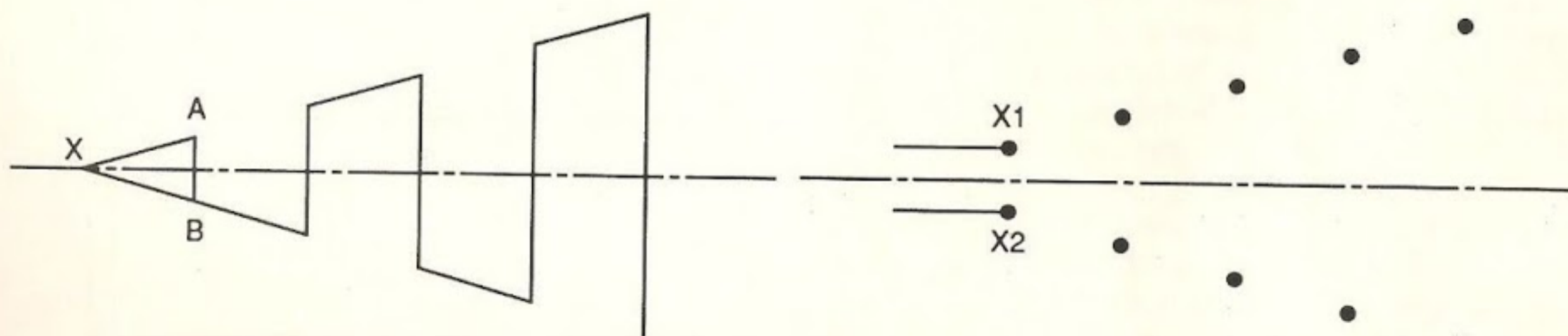


Figure 7

Log-périodique Collins. A gauche, un élément en plan, A et B réunis en X. A droite, vue des deux éléments de côté.

Toutes ces indications peuvent paraître compliquées. Un exemple les rendra plus claires.

Voici comment procéder pour une cellule log-périodique 14 MHz sur une traverse de 3 mètres. C'est un peu plus que l'antenne n° 2 de K4EWG et W4BBP. Dans un tel cas, on peut prendre τ plus élevé, admettons 0,07. On aura donc pour 20 mètres ou plus exactement pour 21,428 mètres ($300\ 000 + 14\ 000 = 21,428$ mètres) : $21,428 \cdot 0,07 = 1,50$ m entre le premier et le deuxième élément et $1,50 \cdot 0,96 = 1,440$ m entre le second et le troisième. Quant à la longueur des éléments :

le premier aura 10,256 m, comme déjà vu, le deuxième aura $10,256 \cdot 0,96 = 9,84$ m et le troisième aura $9,816 \cdot 0,96 = 9,452$ m.

Une telle antenne aura un gain supérieur à une Yagi deux fois plus longue ainsi qu'une bande passante plus large. Alimentée par une ligne accordée, elle fonctionnera sur 18, 21, 24, 27 et 28 MHz avec un gain de plus en plus important au fur et à mesure de la montée en fréquence.

Cette antenne pourrait être réalisée plus économiquement avec une traverse en bois et des éléments en fil maintenus par des bambous, des cannes à pêche en plastique ou des perches de saut, etc. En disposant de bons supports pour les éléments n° 1 et n° 3, il sera possible de les relier, à chaque extrémité, par une ficelle. Sur les ficelles ainsi tendues, il sera possible d'accrocher l'élément n° 2.

Les éléments réalisés en fil devront avoir une longueur supérieure à celle calculée pour des éléments en tube d'aluminium.

Pour du fil 15/10ème on aurait, pour le premier élément, une longueur de $(10,256 + 0,9775) \cdot 0,9705 = 10,329$ m, donnant à 0,95, respectivement, 9,812 m et 9,321 m pour les deux autres.

La ligne entre les éléments doit être en fil nu ou verni. Un isolant changerait la phase. La disposition de la figure 9 est préférable à la croix entre chaque élément.

Le nombre d'éléments est donné par la formule suivante : $N = 1 + \log Bs / \log 1/\tau$ arrondi au chiffre supérieur.

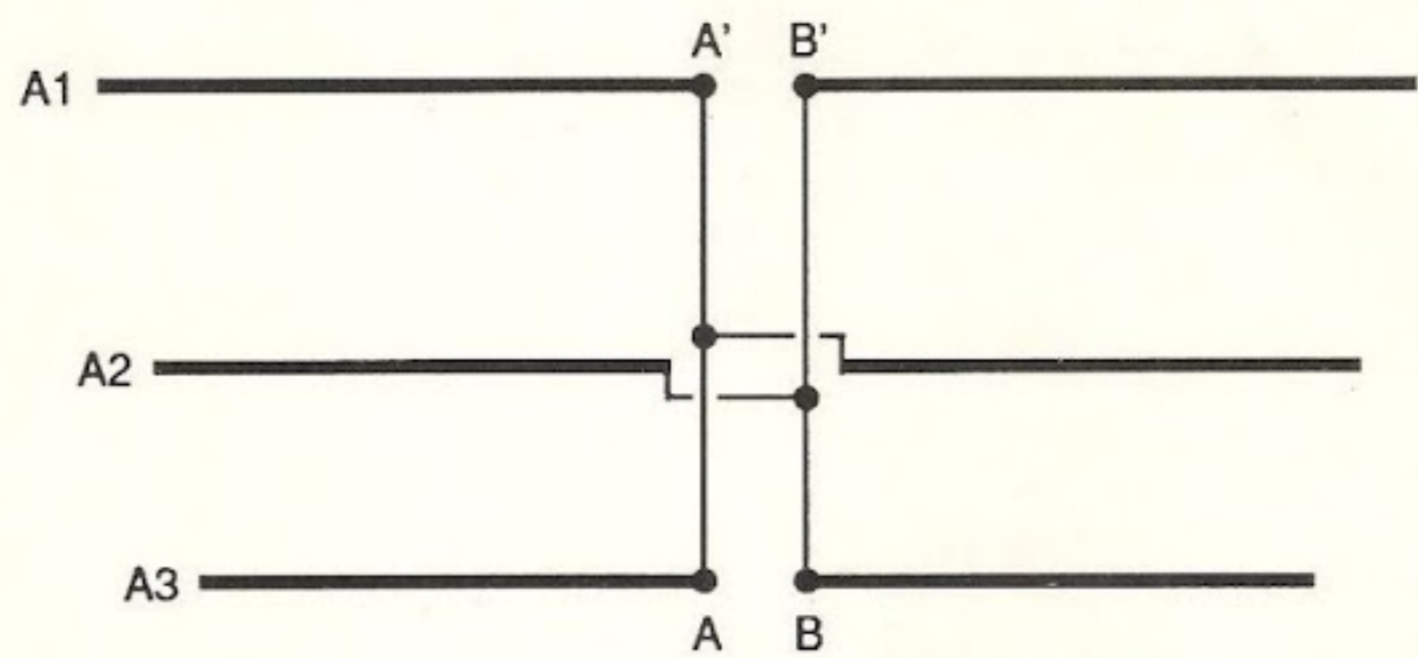


Figure 9 : Ligne droite entre éléments

Elle s'applique au précédent exemple. Bs étant la largeur de la bande de la structure, soit le rapport entre la longueur de l'élément le plus court et celle du plus long. Mais ceci n'a pas grand intérêt dans le cas d'une structure monobande étroite, pour laquelle trois éléments semblent indiqués et pour la-

quelle il est encore possible de gagner plus en augmentant la distance entre les éléments ou en ajoutant un directeur parasite. Ceci est confirmé par l'antenne 50 MHz d'Oliver Swan, mentionnée plus avant et dont les dimensions adaptées pour 2 mètres par G6JP sont données en figure 10.

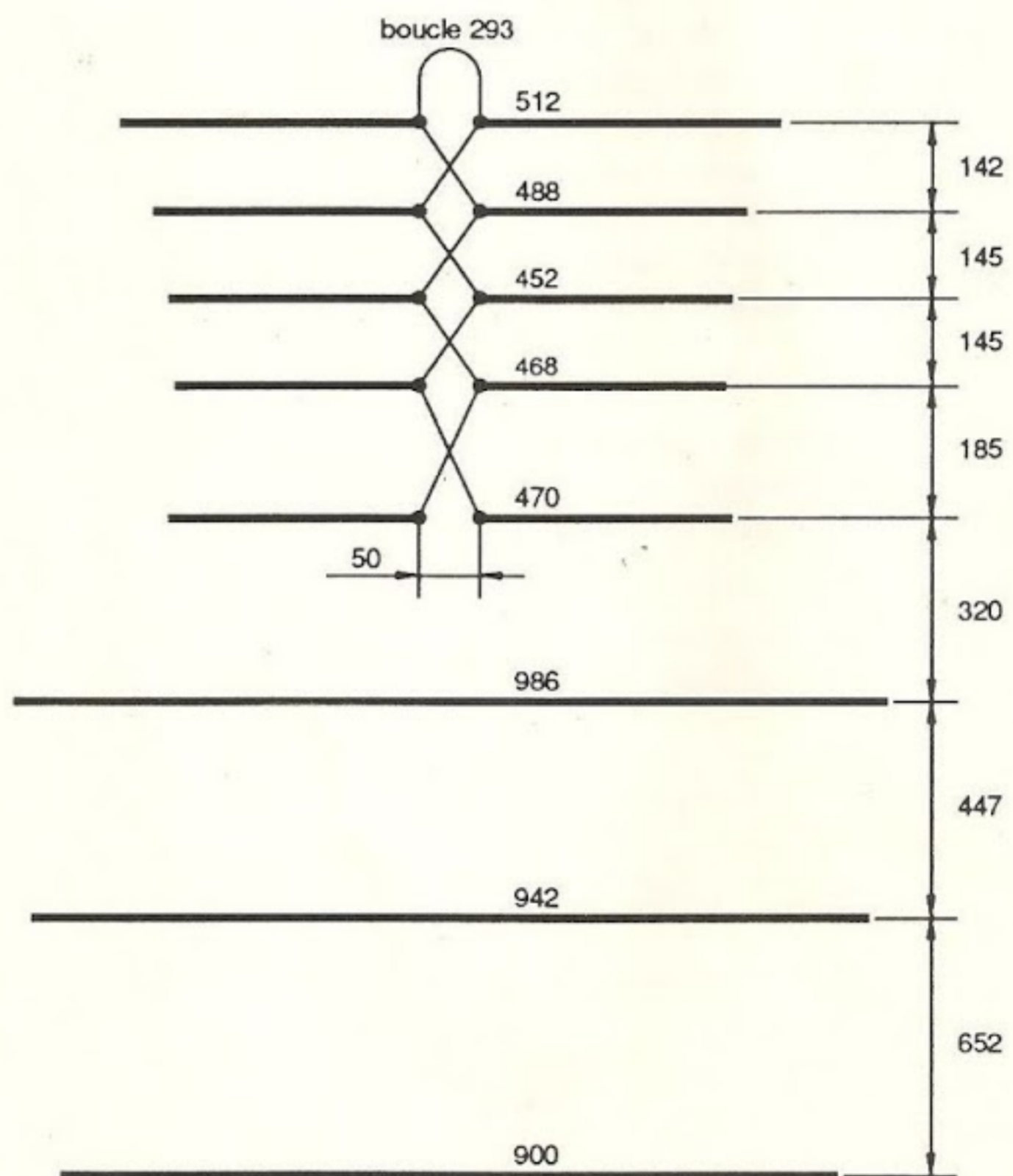


Figure 10 : Adaptation 2 mètres de l'antenne 50 MHz. A noter que les dimensions ne sont pas strictement log-périodique.

Il faut également noter que ces antennes peuvent fonctionner sur des fréquences plus basses que celles pour lesquelles elles sont normalement prévues. Utilisée ainsi, l'antenne devient bi-directionnelle avec un fort creux à angle droit. L'effet directif disparaît sur 40 et 80 m mais elle peut être utilisée sans TOS lorsqu'il n'est pas possible d'installer une antenne long-fil. La 28 MHz a permis de réaliser une liaison avec VK6HD sur 24 MHz et la 14 MHz des contacts sur 10 MHz avec l'Europe.

On peut aussi réaliser des antennes fixes en fil, qui pourraient couvrir un continent. Elles peuvent être horizontales ou verticales ou encore en V inversé. D'autres encore n'auront que des éléments quart d'onde attachés à une cordelette et alimentés par le bas. Des essais de ce genre ont été faits par W4AEO en Caroline du Nord avec ZL1BKD sur 3808 kHz. Une log-périodique 3 éléments plus un directeur (avec τ 0,94 et σ 0,175), a surclassé toutes les autres antennes : verticales, quads, delta loop et Yagi 5 éléments.

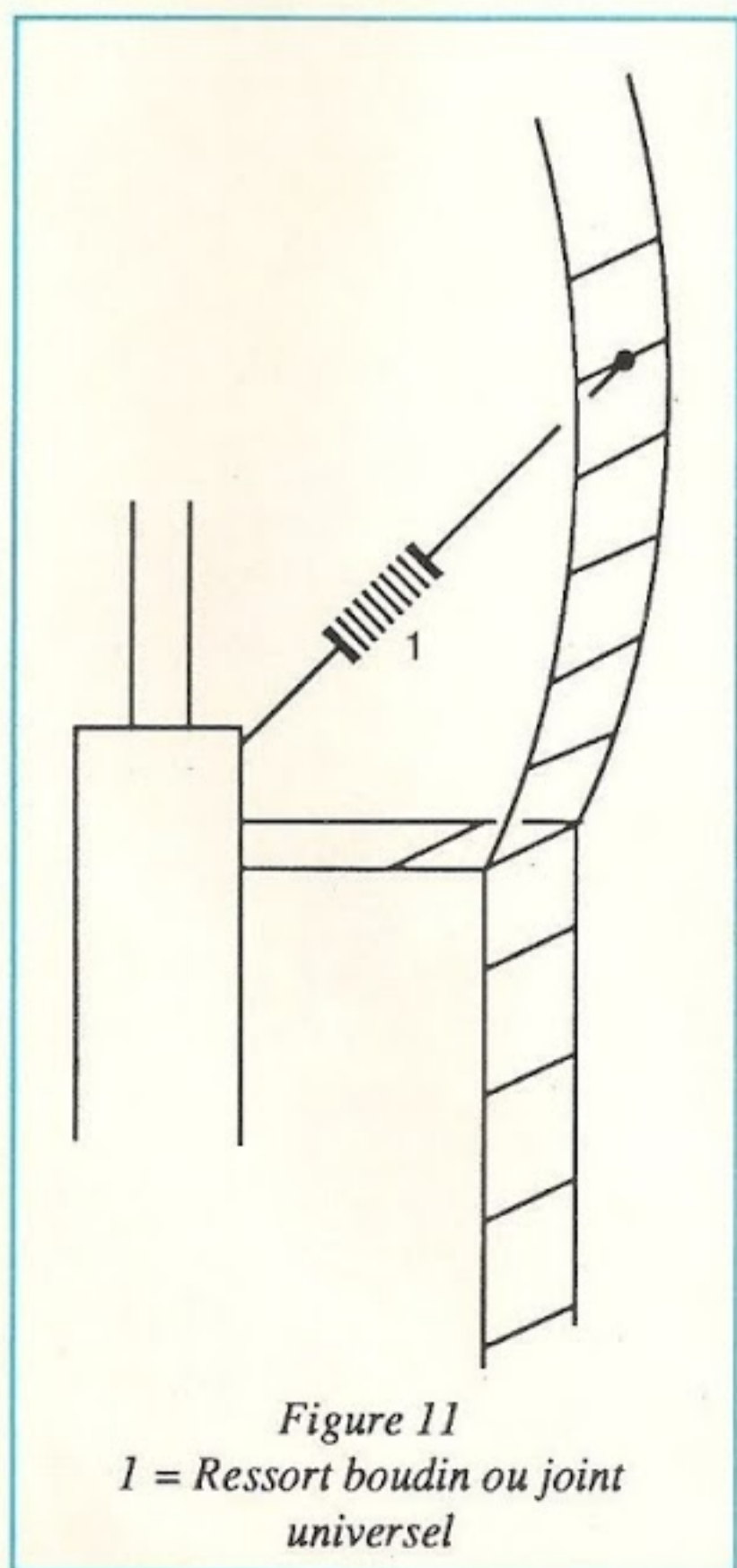


Figure 11

1 = Ressort boudin ou joint universel

GAINS EN dB ISOTROPIQUES RELEVÉS SUR COURBES DE W6PYK - HAM RADIO 12/79

τ \ σ	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17
0,99	7,8	8,25	8,6	9	9,4	9,9	10
0,97	7,3	7,5	8	8,5	8,8	9,4	10
0,95	6,9	7,1	7,3	7,6	8,4	8,6	9
0,93	6,5	6,8	7	7,1	7,4	7,8	8,3
0,91	6	6,3	6,5	6,8	7,0	7,5	7,6

Pour obtenir le gain par rapport à un dipôle, il faut ajouter 2,15 dB.

Note 1 : Le coefficient σ peut prêter à confusion : certains utilisent $2\sigma \cdot \lambda/2$, d'autres $4\sigma \cdot \lambda/4$. On obtient une valeur diminuée du coefficient de vélocité de la demi-onde. C'est peu important et il n'a pas été possible de vérifier quelle était la méthode exacte.

Note 2 : L'antenne d'Oliver Swan 50 MHz est dans Ham Radio 07/69. La version 2 m dans QST 10/69 et l'adaptation de la 50 MHz pour 2 m dans le RSGB Manuel, 3ème Edition.

Note 3 : Voici les longueurs de réflecteurs à diverses distances données dans Ham Radio mai 1983 :

0,0765 λ	soit pour 20 m	1,640 m	15,722/14	= 11,230 m.
0,085 λ	soit pour 20 m	1,820 m	15,532/14	= 11,094 m.
0,10 λ	soit pour 20 m	2,142 m	15,367/14	= 10,976 m.

Les trois éléments avaient respectivement, 42 m, 39 m et 36,8 m. Ils étaient espacés de 14,6 et 17 m. Le directeur, ajouté par la suite, avait 36,6 m et était placé à 7,6 m du dernier élément. L'antenne était alimentée soit par ligne accordée, soit par balun 4 à 1. Le tout était fixé à des arbres de 18 à 23 m de haut.

Si on manque de place pour une telle réalisation, il est possible de replier un peu de fil, comme sur une quad (1/8 max). De même, pour une antenne rotative, on peut avoir des éléments un peu courts et replier le reste du fil vers un support central, en continuation du mât. Un inconvénient de la ligne ouverte est qu'elle peut toucher accidentellement le mât. Pour l'écarter, il suffit de fixer la ligne sur un petit bras articulé, mais le placer au-dessus de l'arrivée. Lorsque l'antenne tourne vers le côté opposé à ce point, la ligne tire sur le bras qui l'écarte du mât. Ici, un gros ressort à boudin sert d'articulation (figure 11).

EN CONCLUSION

On trouvera de bons articles sur les logs-périodiques dans CQ d'octobre et novembre 1967, QST novembre 1973 (reproduit dans le Antenna Handbook), QST décembre 1976 et octobre 1979, ainsi que HAM Radio de décembre 1979, mars 1980 et mai 1983. Dans tout

cela, il y a sans doute une erreur dans une courbe du QST de novembre 1973, qui montre le gain en fonction de τ et de σ , la fin de la courbe de σ 0,05 dépassant celle de τ 0,1. On ne trouve pas cette différence dans le tableau donné par HAM Radio de décembre 1979 (page 37).

Pour terminer, on peut dire qu'il ne s'agit pas strictement d'une log-périodique, la périodicité ayant disparu. Toutefois, il s'agit d'une antenne très intéressante : pour le prix de 3 éléments et d'une ligne accordée, on obtient l'équivalent de 5 monobandes plus un sixième petit dipôle. Beaucoup d'amateurs ne connaissent pas la ligne accordée. Il s'agit d'une partie non-rayonnante de l'antenne et le coupleur sert à régler la longueur de l'antenne sur la fréquence désirée. Il est conseillé de réaliser un coupleur expérimental et, une fois mis au point, de le mettre dans une boîte métallique pour éviter tout rayonnement intempestif. Ce blindage doit rester flottant et ne pas être mis à la terre. La ligne tubulaire, type émission 300 ohms, a été utilisée en ligne accordée sans difficultés avec 250 watts. F3EG utilise en ligne accordé deux coax gros modèle, côte à côte, avec gaine reliée à l'âme de chaque côté. Plusieurs W6 lui ont dit que cette ligne accordée sur sa 204 BA lui donnait le meilleur signal de toute l'Europe. ★