

LA CONSTRUCTION DES ANTENNES

Le lecteur fervent des antennes connaît sans doute les données qui suivent. Le débutant y trouvera, nous l'espérons, de nombreuses idées.

Sylvio FAUREZ, F6EEM

I COMPRENDRE LE R.O.S.

I faut rappeler que plus le R.O.S. est important plus la puissance réfléchie, c'est-à-dire non utilisée pour la transmission du signal, est importante

Cette puissance réfléchie, retournant vers l'émetteur doit impérativement se transformer, c'est souvent en chaleur que cela se fait. Gare aux transistors de l'appareil, gare aussi aux interférences perturbant la réception radio ou télévision.

LES CAUSES

Les causes d'une mauvaise adaptation provoquant un ROS inacceptable peuvent être nombreuses :

- mauvaise(s) masse(s),
- prises mal soudées,
- coaxial à la mauvaise impédance, du 50 Ω remplacé par du 75 Ω par exemple.
- antenne mal réglée, trop long ou trop court,
- adaptation antenne-ligne mauvaise.

La première des actions à mener reste à l'évidence le réglage de l'antenne. Vous devez obtenir un creux minimum avec l'aiguille du Ros mètre.

Si vous utilisez une verticale attention au plan de masse.

Pour une ground-plane, une fois le brin rayonnant réglé, jouez sur les radians. La ground-plane est sans doute l'antenne la plus difficile à régler. Elle est en général pointue et mieux vaut être à deux car il vous faudra souvent descendre du toit.

En ce qui concerne la ground-plane un conseil : si vous êtes dégagé et que vous avez du terrain, mettez-la à hauteur du sol !

La multiplicité des radians change l'angle de départ des ondes et améliore considérablement le rendement, le blindage du coax va à la terre par un support métallique.

N'oubliez pas que la mise en place des radians a pour objet de remplacer la terre (le sol).

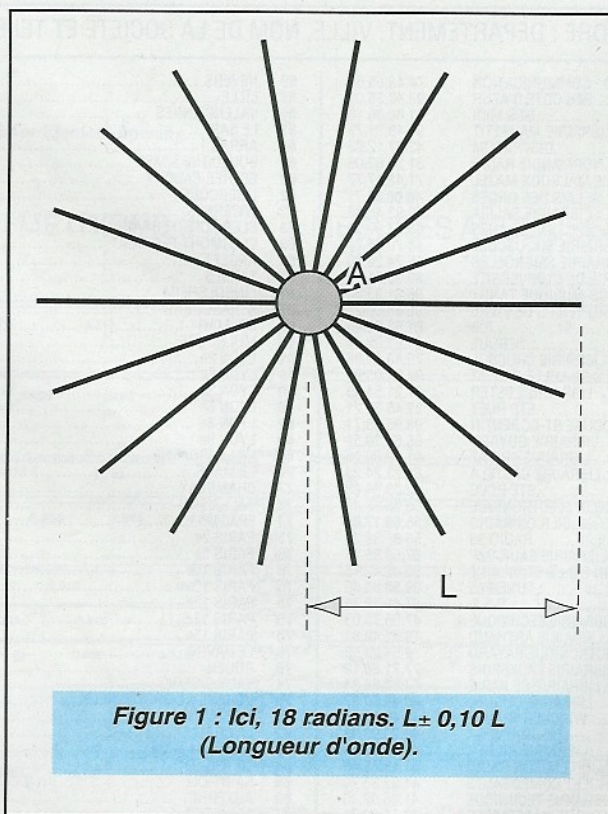


Figure 1 : Ici, 18 radians. $L \pm 0,10 L$ (Longueur d'onde).

Dans ce type d'antenne il est possible de mettre plus de radians, même beaucoup plus.

EXEMPLES

• La verticale au sol

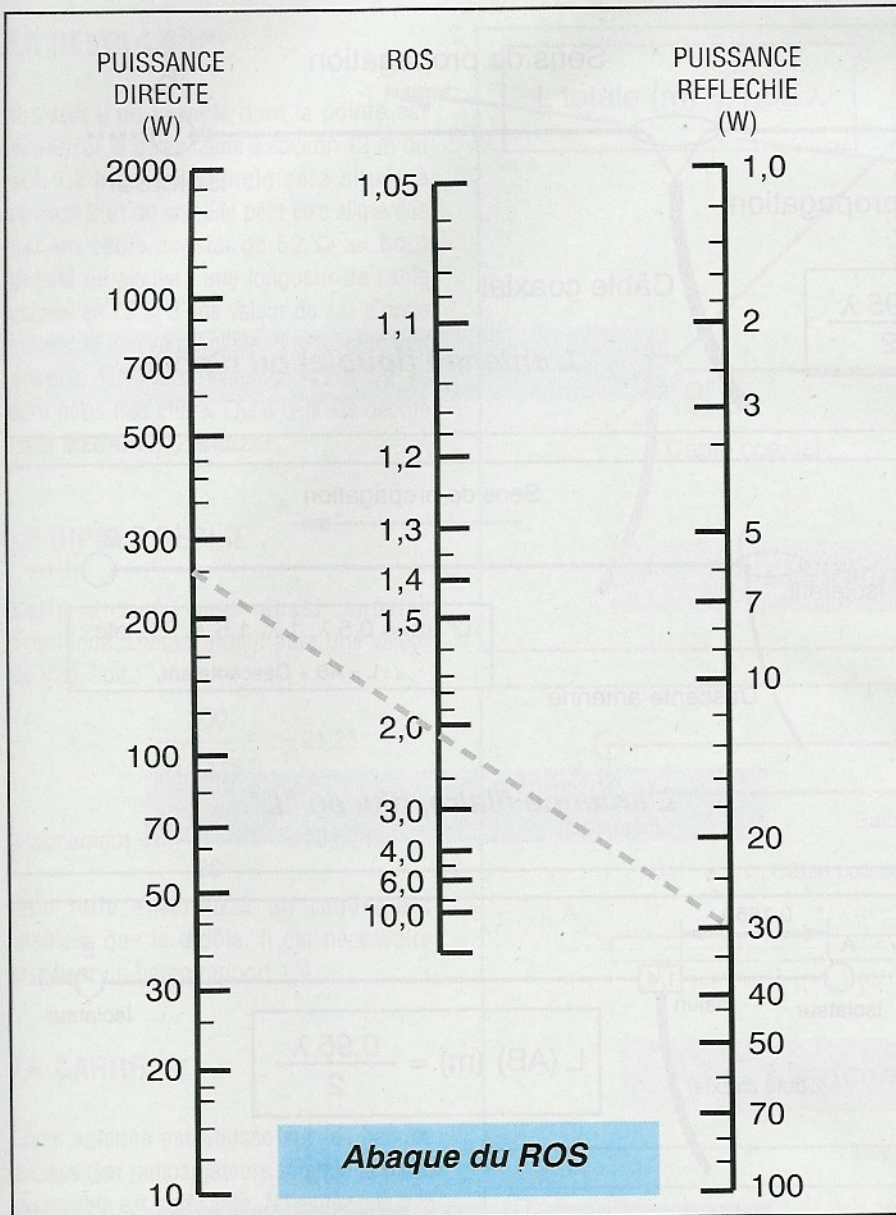
Ce sol est bien souvent mauvais conducteur et de ce fait apparaît une résistance qui se place en série avec celle de rayonnement. La résistance d'un pieu, même bien enfoncé, est d'environ 100 Ω . Celle de l'antenne 36 Ω . Le rendement, de l'ordre de 25%, est alors inacceptable. D'où l'intérêt d'un plan de sol efficace, donc de radians.

L'idéal pour une Ground-Plane au sol consiste à enterrer légèrement les radians.

A titre d'exemple, une centaine environ de radians abaisse la résistance terre à 3 Ω . Le rendement devient alors proche des 95%. En dessous de 16 radians le rendement est de 70% environ.

Pour 15 radians, la longueur de chacun d'eux sera de $0,10 \times l$, soit $11,03 \times 0,10 = 1,10$ mètre.

Par contre, pour 48 radians, la longueur de chacun sera de $0,25 \times l$, soit $11,03 \times 0,25 = 2,75$ mètres.



On en déduit facilement que plus il y a de radians, plus leur longueur individuelle est importante !

Pour fixer les idées, voici un schéma en figure 1.

Au sol, il est possible d'utiliser facilement une antenne verticale en onde entière.

• Le réglage de la Yagi

Ici la hauteur par rapport au sol doit être égale au moins à la longueur d'ondes.

Sur ce type d'antenne il est conseillé de s'en tenir aux données du constructeur.

• Et si on n'arrive pas à régler ?

Alors, il ne vous reste qu'une solution : utiliser une boîte d'accord antenne !

Contrairement à une idée reçue il ne s'agit pas de rallonger ou raccourcir l'antenne, mais uniquement d'adapter impédances-émetteur-ligne-antenne.

ROS ou pas la boîte d'accord a un défaut, elle "mange" un peu d'énergie. Alors, nous considérons qu'il est parfois plus sage de fonctionner avec un peu de TOS dans l'antenne. Le rendement restera meilleur.

ABAQUE DU ROS

Utilisation : Tracer une ligne entre la valeur de la puissance directe et celle de la puissance réfléchie. A son intersection avec la colonne du ROS, on lit la valeur

de ce dernier. En connaissant la valeur de la puissance directe et celle du ROS on peut également trouver, par la même méthode, la valeur de la puissance réfléchie.

II. CONSTRUIRE ANTENNE FILAIRE

Rappelons quelques principes :

Antennes filaires :

- Il faut, en général, deux points d'attache et tenir compte du poids au centre ;
- l'antenne sera le plus haut possible;
- elle sera dégagée autant que faire se peut de toute masse métallique. N'oubliez pas que dans le béton armé... il y a aussi du métal ;
- l'antenne doit être taillée sur la longueur d'onde donnée.

On désigne le support radioélectrique sous deux appellations :

- la fréquence,
- la longueur d'onde.

Ces deux notions correspondent à une même valeur et ont une relation directe entre elles.

La vitesse de la lumière est de 300 000 km/seconde. Cette antenne sert de paramètre permanent pour connaître la fréquence ou la longueur d'onde.

La fréquence F est donnée en kilohertz ou en Mégahertz. Cette dernière appellation étant la plus courante.

1 MHz = 1 000 kHz = 1 000 000 Hz.

λ (lisez lambda), indique la longueur d'onde et est donnée en mètre.

$$\text{On a : } F \text{ (kHz)} = \frac{300\,000}{\lambda \text{ (m)}}$$

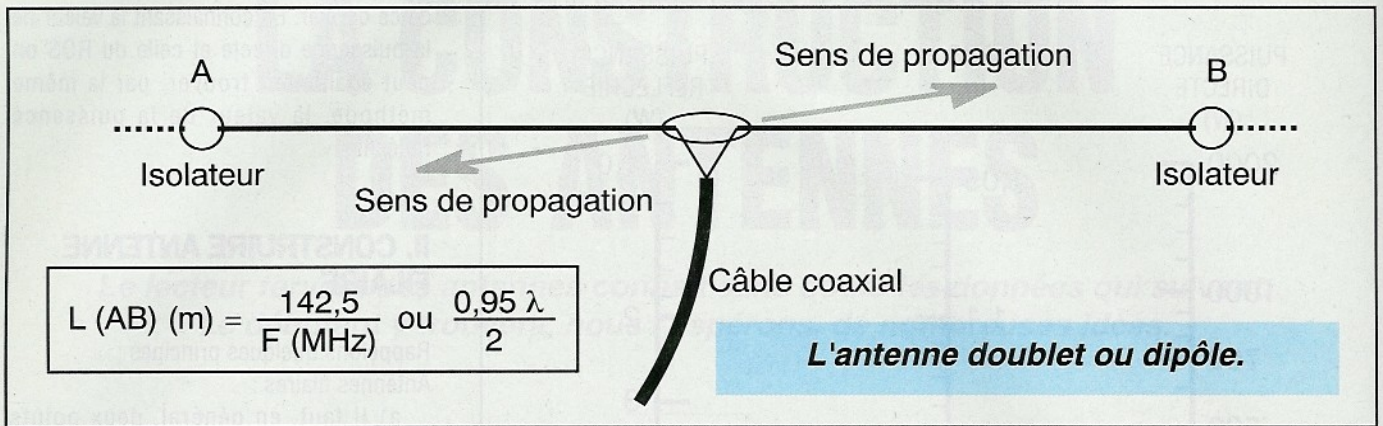
Parlant en mégahertz, on aura, en simplifiant :

$$\text{on a : } F \text{ (MHz)} = \frac{300}{\lambda \text{ (m)}}$$

inversement,

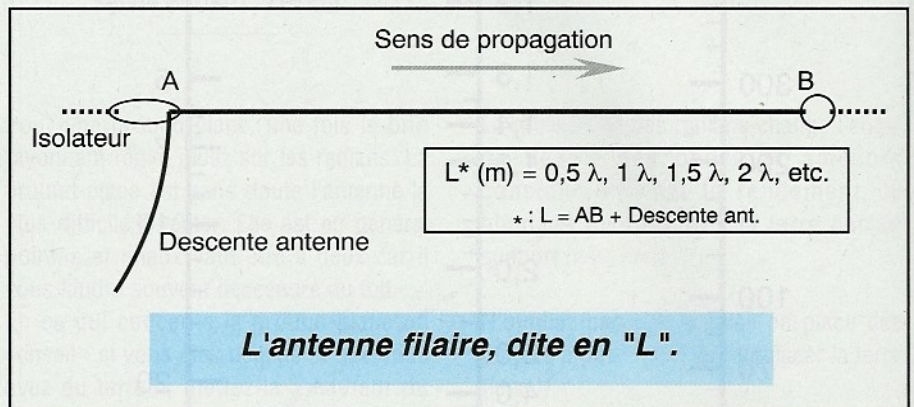
$$\text{on a : } \lambda = \frac{300}{F \text{ (MHz)}}$$

pour obtenir la longueur d'onde.



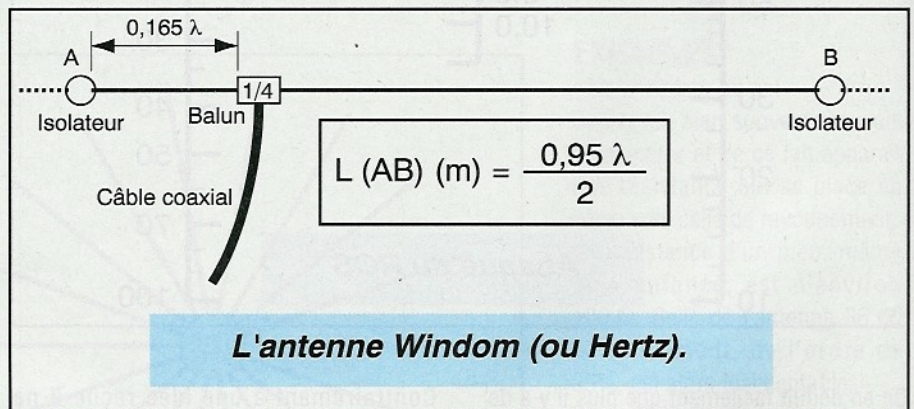
LE DOUBLET

Cette antenne, dont le schéma vous est donné, peut être utilisée avec du coaxial 75 Ω type télévision (avec un rendement réduit), elle est peu onéreuse, simple à réaliser. Utilisez du fil de cuivre. Ne pas oublier que le fil, sous l'effet du poids, peut se détendre donc s'allonger et entraîner une modification de la fréquence.



L'ANTENNE FILAIRE EN "L"

Peut être employée inclinée, sachant que le pôle B sera le plus haut possible. Cette antenne est calculée par tranche de demie longueur d'onde. Devient efficace à une longueur d'onde. Plus le fil sera long, mais conforme aux $1/2 \lambda$ ou λ , plus la directivité sera importante (longueur du brin + descente d'antenne)

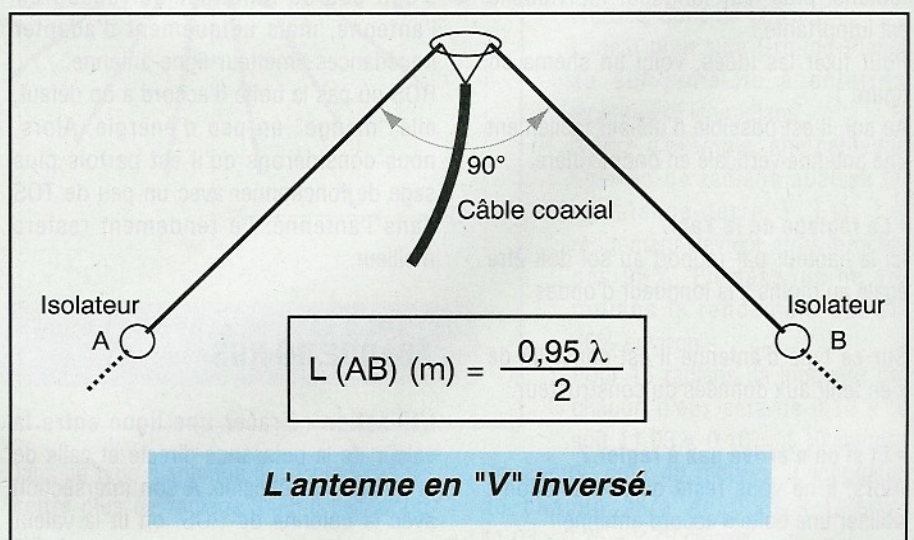


L'ANTENNE WINDOW (OU HERTZ)

Cette antenne n'est pas d'une grande efficacité si elle est courte. Pour être efficace, elle nécessite l'emploi d'un balun 1/4. Par contre, elle fonctionne en multibande sur les fréquences harmoniques paires de la fondamentale (3,5 - 7 - 14 - 28 MHz, par exemple).

L'ANTENNE EN V INVERSE

Elle est très efficace et peut être utilisée dans des déplacements. Se calcule comme pour un double demi-onde.



LA DELTA-LOOP

Il s'agit d'un triangle dont la pointe est située sur la partie haute à environ 12 m du sol. La base du triangle sera située à environ 2 m du sol. Elle peut être alimentée par un câble coaxial de 52 Ω au bout duquel on ajoutera une longueur de câble coaxial en 75 Ω d'une valeur de 1/4 d'onde suivant la qualité du câble. Il est également possible d'utiliser un balun de valeur 1/2. Ils sont hélas très chers. Elle a déjà été décrite dans **MEGAHERTZ MAGAZINE**.

LE DIPOLE REPLIE

Cette antenne est aussi appelée Trombone. L'espacement aura une valeur de $l/20$, soit :

$$\lambda = \frac{300}{14,115} = 21,25$$

$$\text{espacement} = \frac{21,25}{20} = 10,62 \text{ m}$$

Une telle antenne a un rendement meilleur que le dipôle. Il est nécessaire d'utiliser un balun rapport 1/4.

LE CARRE

Cette antenne est utilisée sur les bandes basses des radioamateurs lorsque la place disponible est suffisante. N'hésitez pas à la tester. Vous serez surpris du résultat.

- Hauteur : environ 12 mètres,
- pas de trappes,
- pas de balun,
- accord direct.

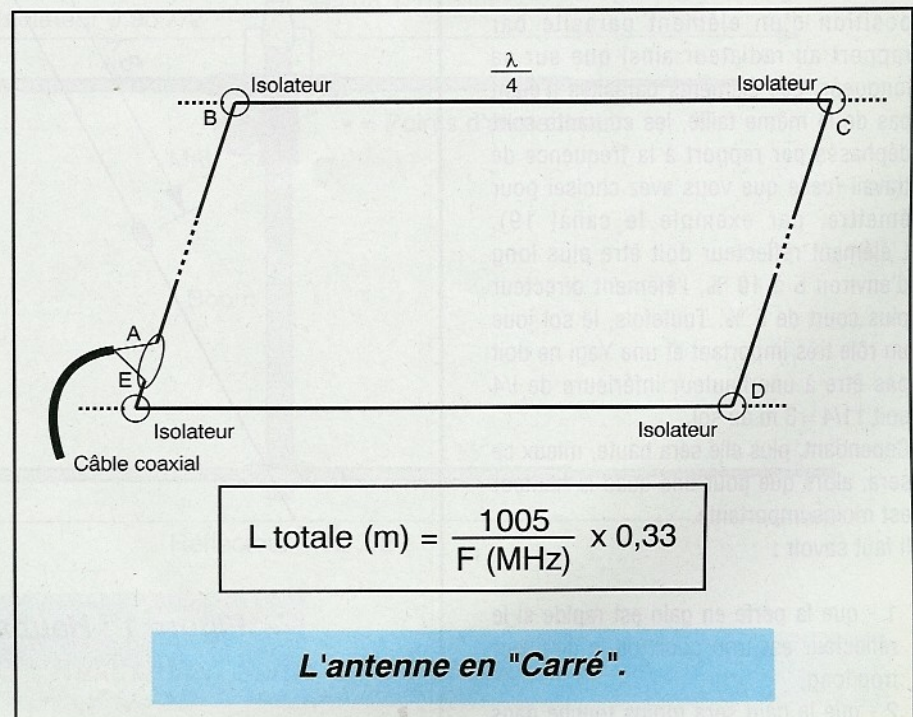
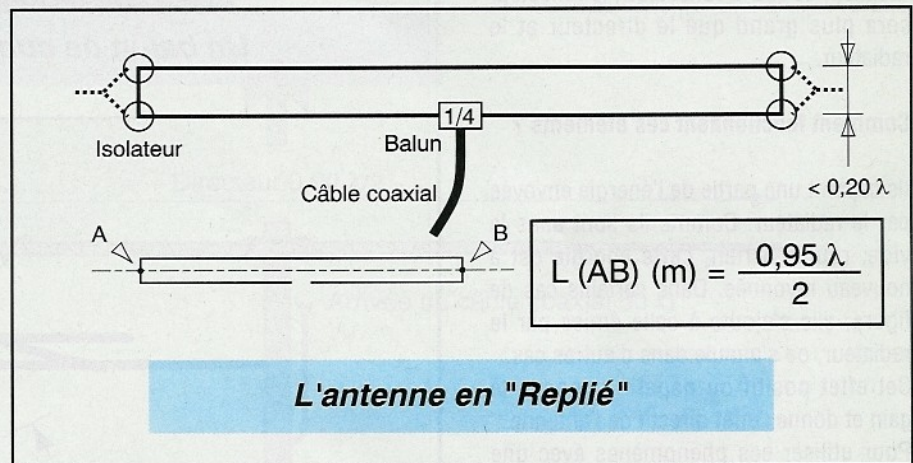
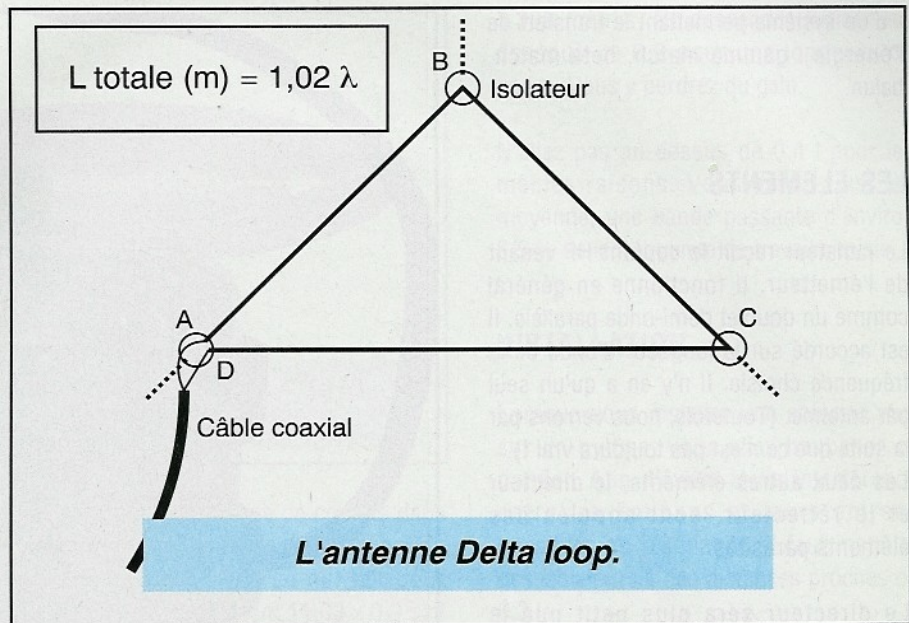
Vous divisez le résultat de la formule de calcul de longueur par 4 pour obtenir la valeur du côté. Il faudra ensuite ajuster en fonction de l'environnement.

III. L'ANTENNE YAGI

Chacun sait ce qu'est une antenne Yagi. Voyons les éléments constitutifs afin d'en mieux comprendre le fonctionnement.

Une Yagi se compose :

- d'un boom,
- d'un ou plusieurs réflecteurs,
- d'un ou plusieurs directeurs,
- d'un radiateur,



- d'un système permettant le transfert de l'énergie : gamma match, beta match, balun.

LES ELEMENTS

Le radiateur reçoit le courant HF venant de l'émetteur. Il fonctionne en général comme un doublet demi-onde parallèle. Il est accordé sur la longueur d'onde de la fréquence choisie. Il n'y en a qu'un seul par antenne. (Toutefois, nous verrons par la suite que ce n'est pas toujours vrai !). Les deux autres éléments, le directeur et le réflecteur, sont appelés des éléments parasites.

Le directeur sera plus petit que le radiateur et que le réflecteur ; le réflecteur sera plus grand que le directeur et le radiateur.

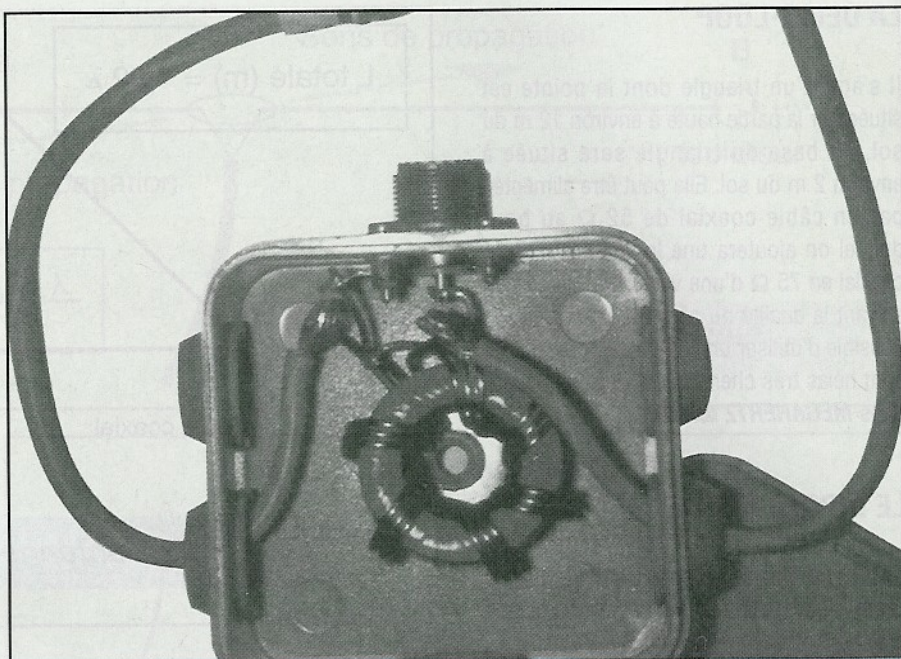
Comment fonctionnent ces éléments ?

Ils captent une partie de l'énergie envoyée par le radiateur. Comme ils sont dans le vide, réunis à rien, cette énergie est à nouveau rayonnée. Dans certains cas de figure, elle s'ajoute à celle émise par le radiateur, ou s'annule dans d'autres cas. Cet effet positif ou négatif s'appelle le gain et donne l'effet directif de l'antenne. Pour utiliser ces phénomènes avec une antenne Yagi, nous allons jouer sur la position d'un élément parasite par rapport au radiateur ainsi que sur sa longueur. Les éléments parasites n'étant pas de la même taille, les courants sont déphasés par rapport à la fréquence de travail (celle que vous avez choisie pour émettre, par exemple le canal 19). L'élément réflecteur doit être plus long d'environ 5 à 10 %, l'élément directeur plus court de 5 %. Toutefois, le sol joue un rôle très important et une Yagi ne doit pas être à une hauteur inférieure de $1/4$ soit $11/4 = 3$ m du sol.

Cependant, plus elle sera haute, mieux ce sera, alors que pour une quad la hauteur est moins importante.

Il faut savoir :

- 1 - que la perte en gain est rapide si le réflecteur est trop court ou le directeur trop long,
- 2 - que le gain sera moins touché dans le cas inverse.



Un balun de construction maison.

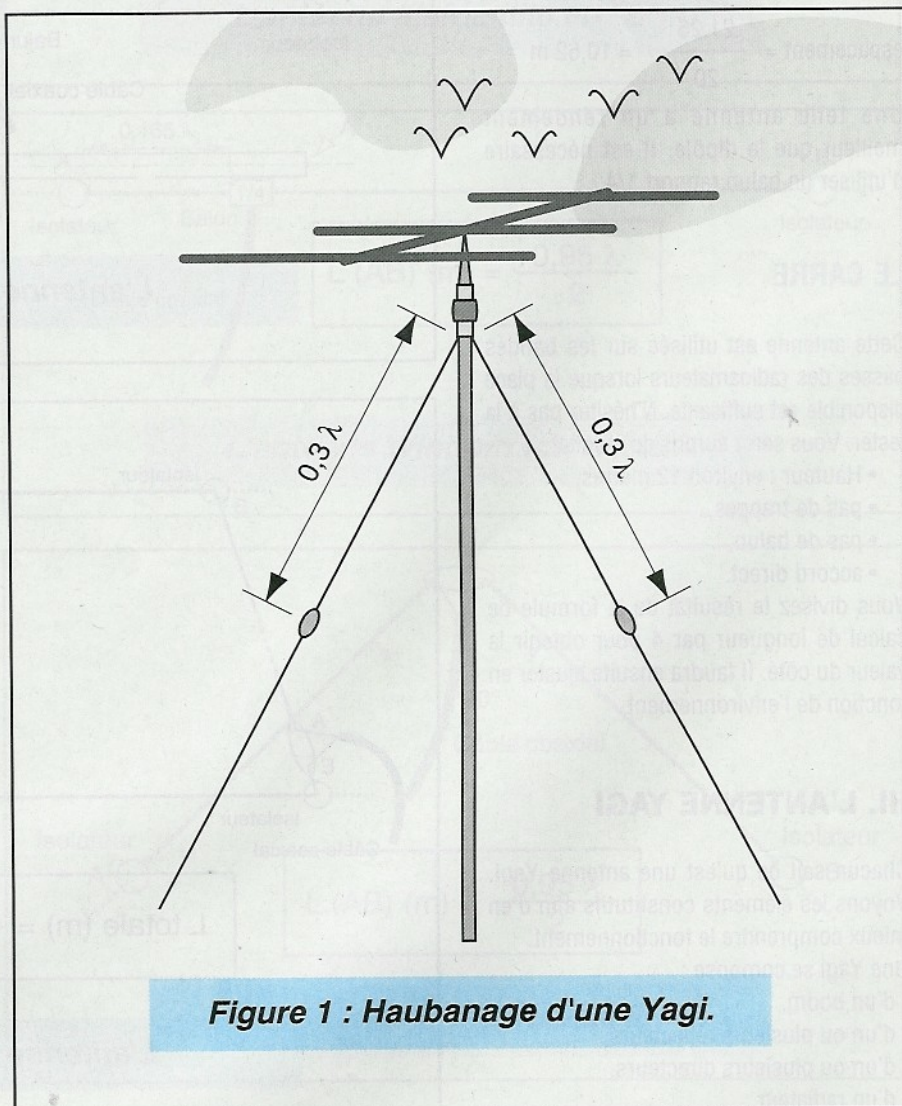
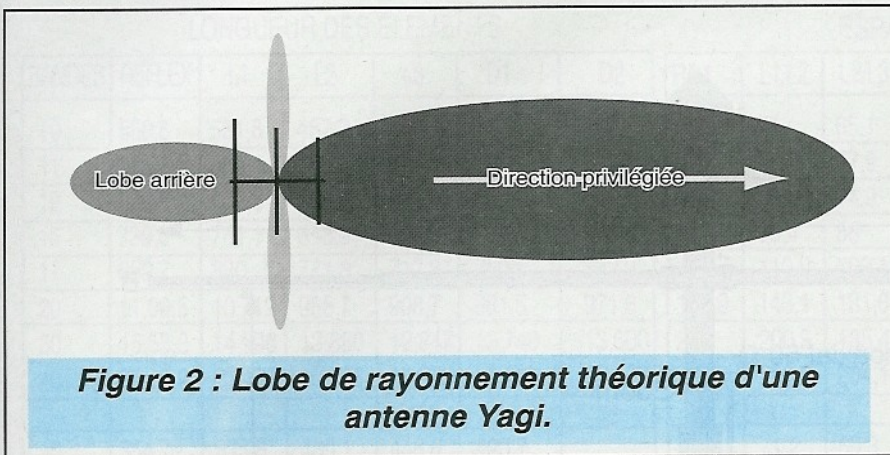


Figure 1 : Haubanage d'une Yagi.



3,309 mètres. Ne descendez jamais en-dessous de 0,2 pour une longueur de boom. Vous y perdrez du gain.

N'allez pas au-dessus de 0,4 l pour les mêmes raisons. Vous aurez ainsi, en moyenne, une bande passante d'environ 2,5 % de la fréquence de travail choisie.

INSTALLATION

Lorsque vous installez une antenne yagi sur un pylône, vous allez haubaner ce dernier. Afin d'éviter toute interférence entre les haubans et leurs entrées possibles en résonance, il faut installer des isolateurs à des distances proches de 0,3 l.

LE BOOM

C'est le support des éléments de l'antenne et il fait partie intégrante. Sa

dimension entre en ligne de compte dans la rentabilité de l'antenne. La longueur du boom doit faire 0,3 l, ce qui fait pour notre exemple permanent 11.03 x 0.3 soit

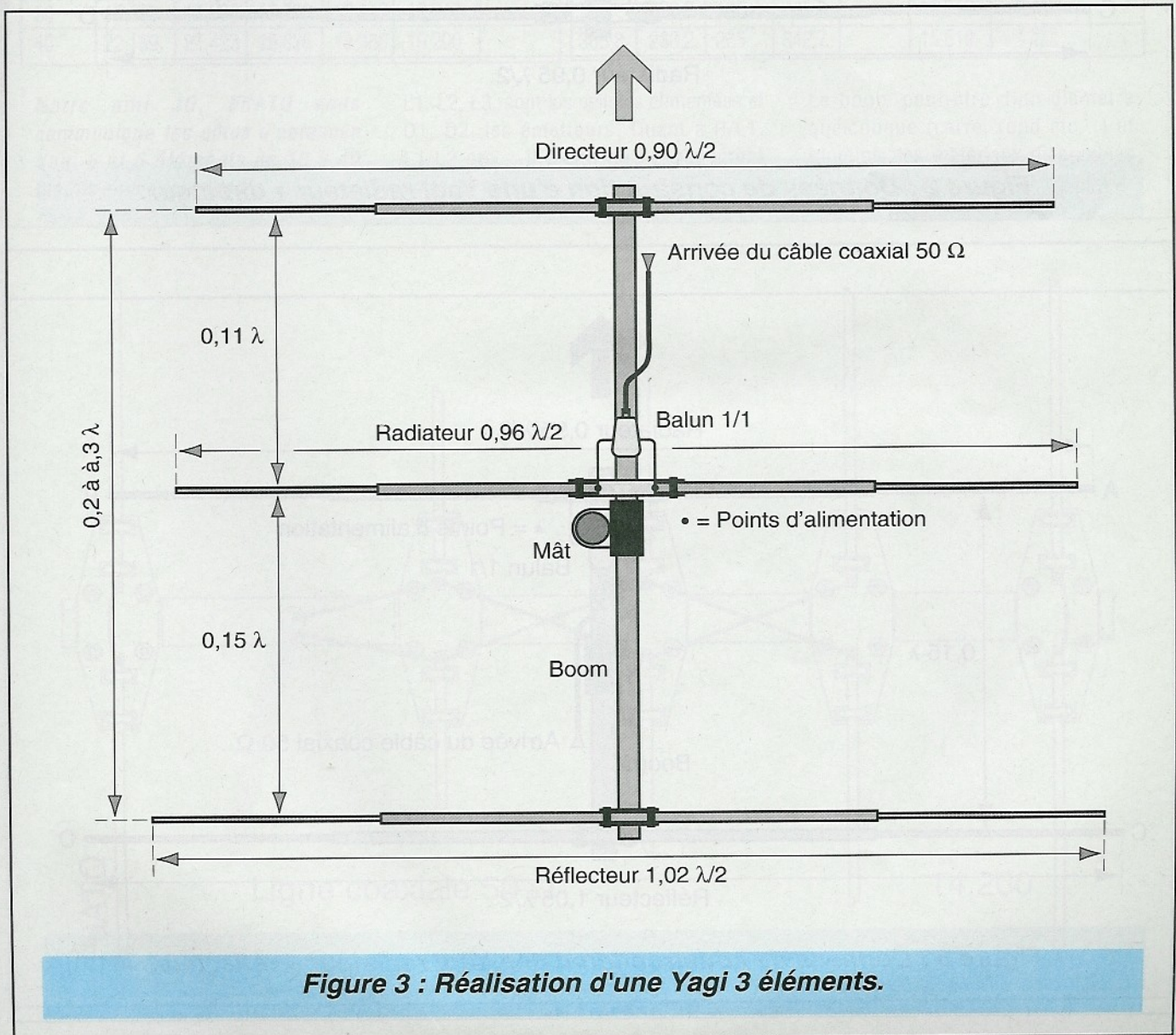


Figure 3 : Réalisation d'une Yagi 3 éléments.

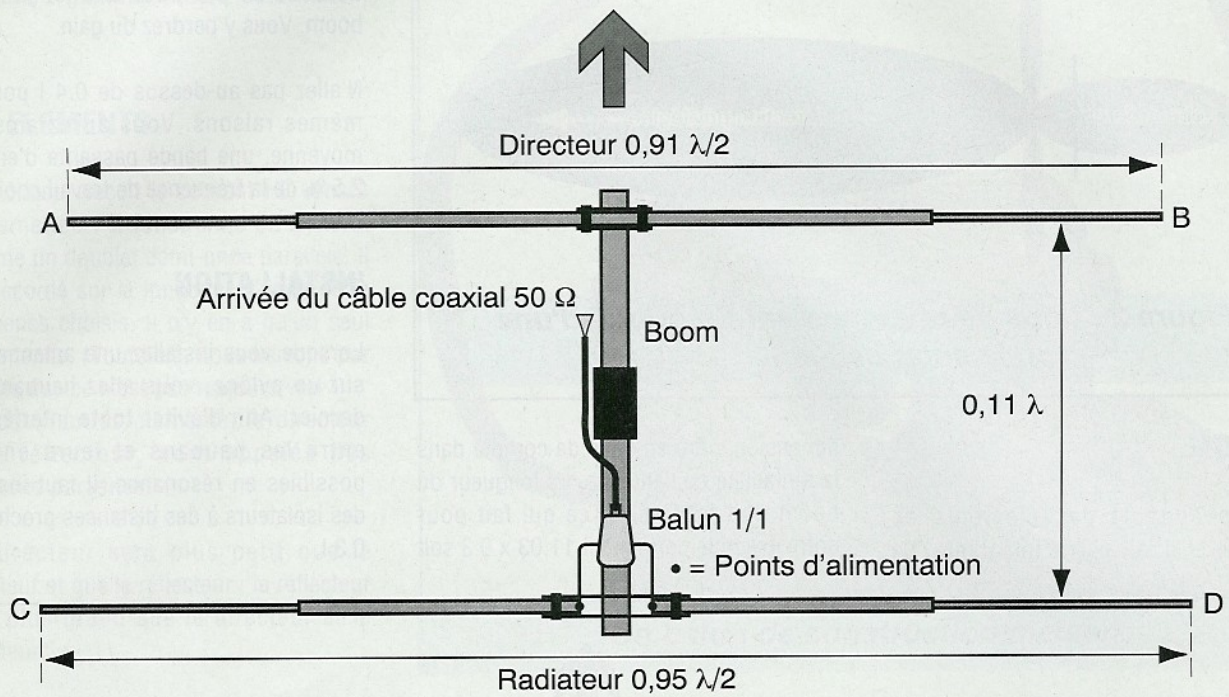


Figure 2 : Données de construction d'une Yagi radiateur + directeur

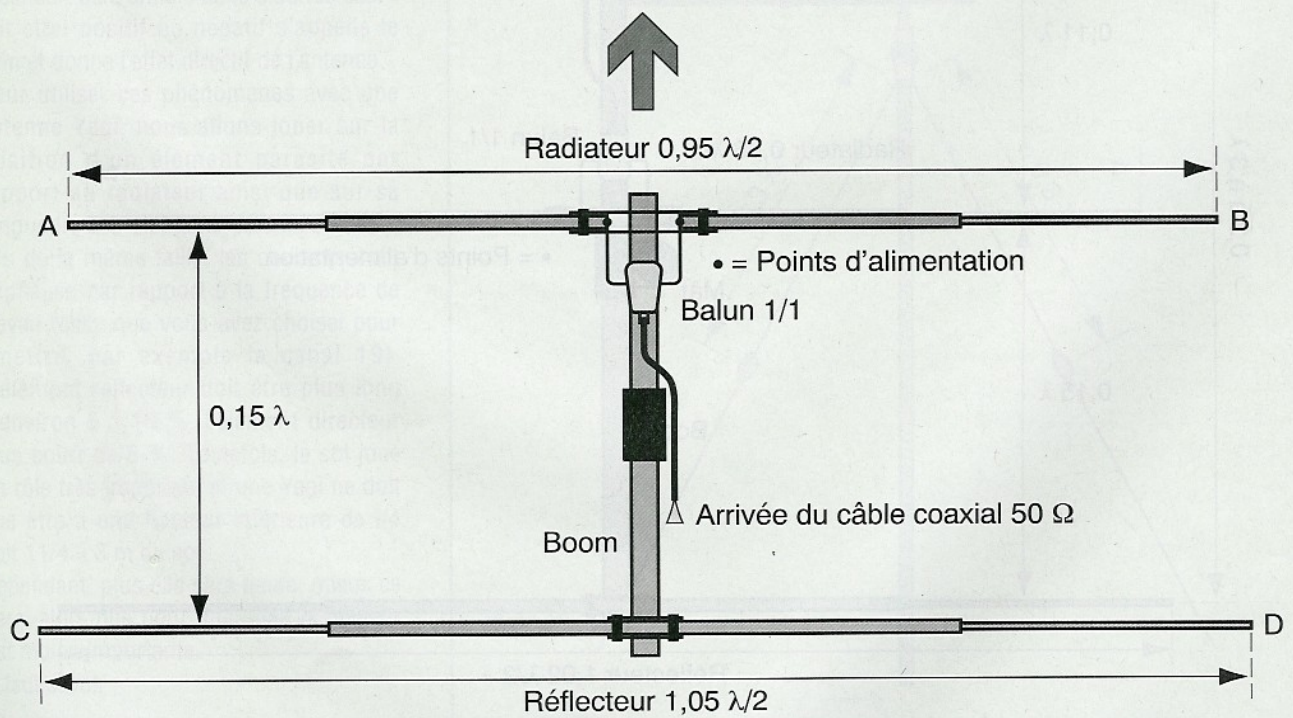


Figure 3 : Données de construction d'une Yagi radiateur + réflecteur.

LONGUEUR DES ELEMENTS

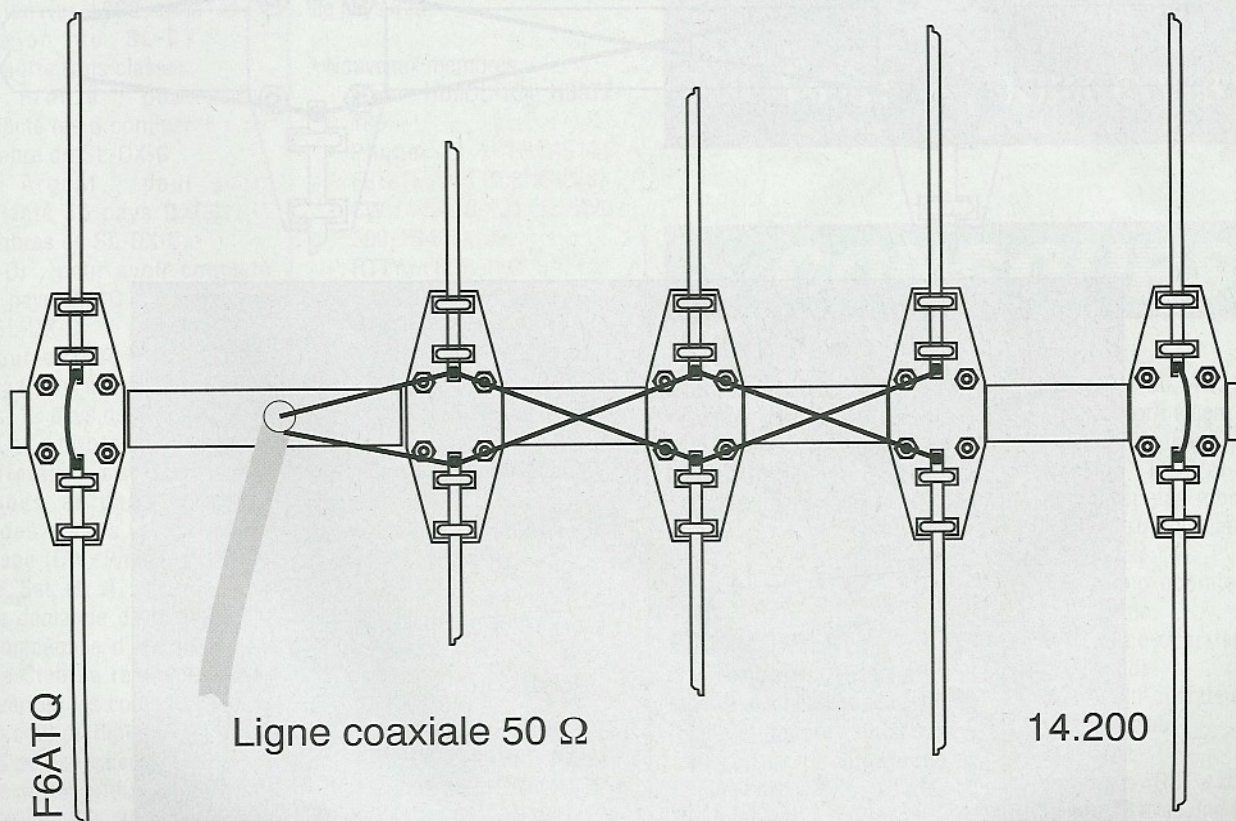
ESPACES ENTRE ELEMENT

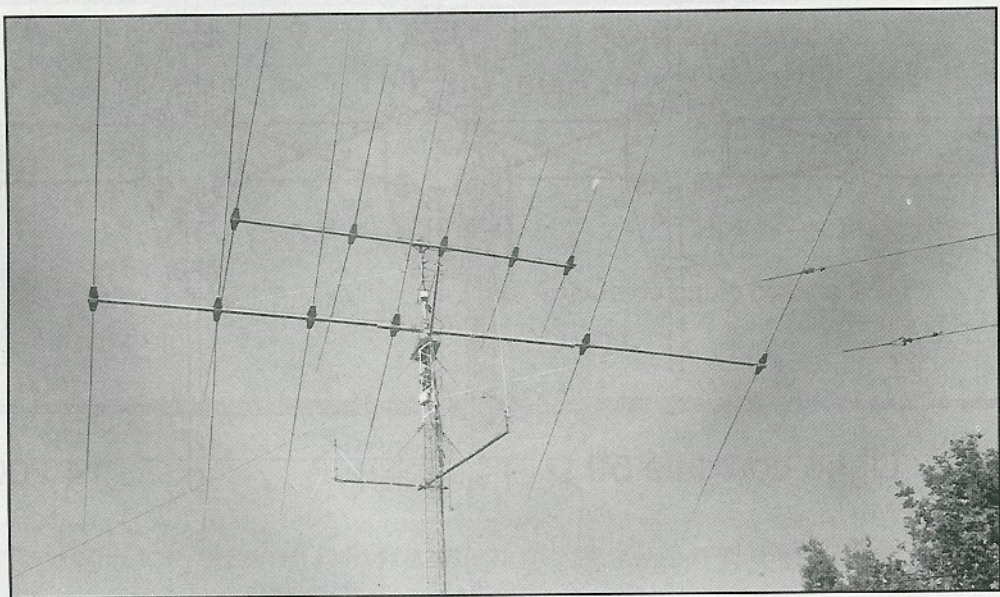
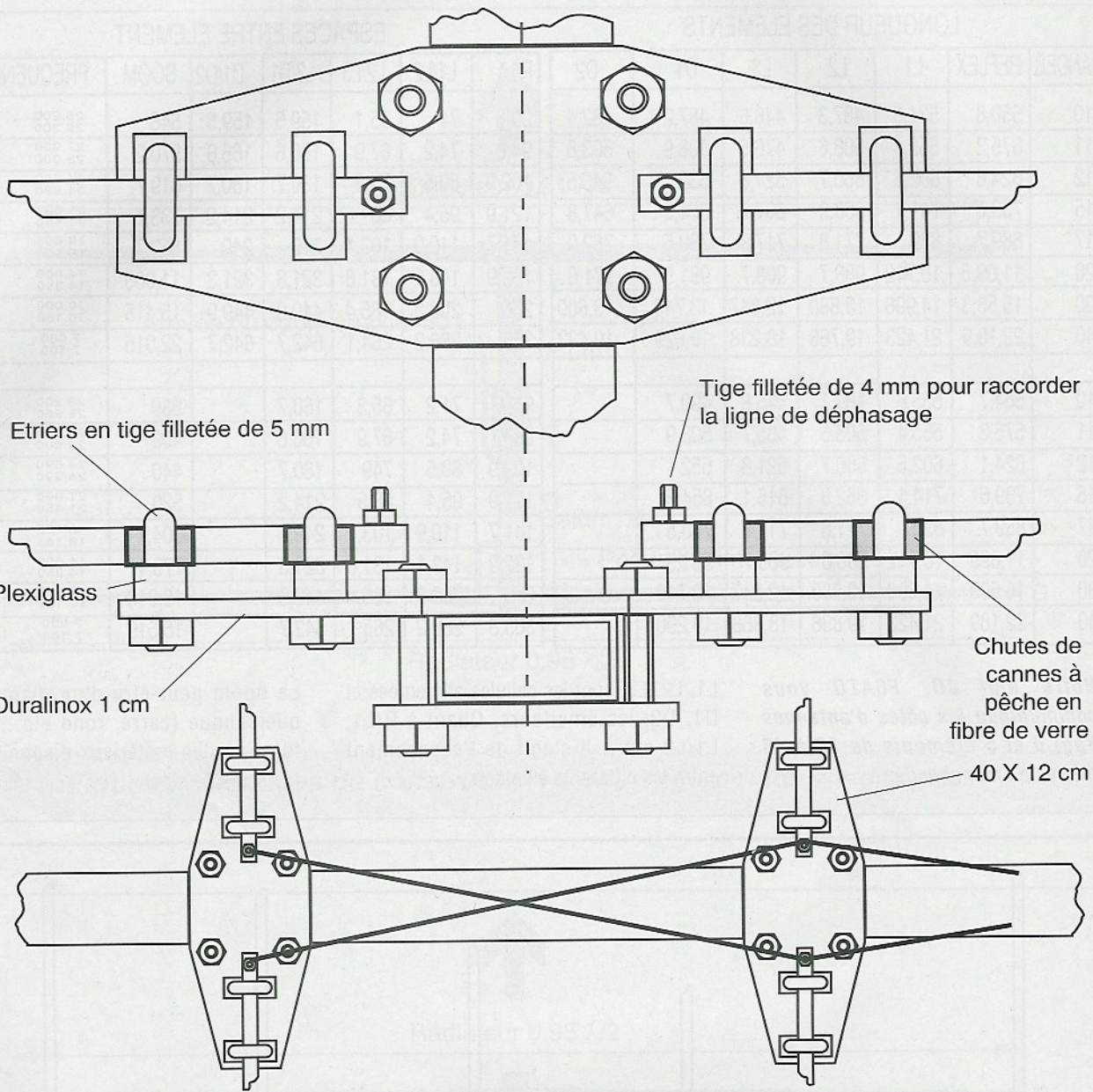
| BANDES | REFLEX | L1 | L2 | L3 | D1 | D2 | R/L1 | L1/L2 | L2/L3 | L3/D1 | D1/D2 | BOOM | FREQUENCES |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------|
| 10 | 550,8 | 531,8 | 487,3 | 446,6 | 487,2 | 482,4 | 90,8 | 71 | 65,1 | 159,5 | 159,5 | 546 | 28.200 29.200 |
| 11 | 575,3 | 555,4 | 508,6 | 476,5 | 508,9 | 503,8 | 94,8 | 74,2 | 67,9 | 166,6 | 166,6 | 570,2 | 27.000 28.000 |
| 12 | 624,8 | 602,5 | 560,7 | 521,8 | 552 | 546,5 | 102,9 | 80,5 | 74,9 | 180,7 | 180,7 | 619,7 | 24.890 24.990 |
| 15 | 739,6 | 741,1 | 658,9 | 607,9 | 654,3 | 647,8 | 121,9 | 95,4 | 88 | 214,2 | 214,2 | 733,7 | 21.000 21.450 |
| 17 | 859,7 | 830 | 771,8 | 717,8 | 760,5 | 752,9 | 141,7 | 110,9 | 103,1 | 249 | 249 | 853,7 | 18.068 18.168 |
| 20 | 11,09,5 | 10,712 | 986,7 | 908,7 | 981,5 | 971,6 | 182,9 | 143,1 | 131,8 | 321,3 | 321,3 | 11,006 | 14.000 14.350 |
| 30 | 15,53,3 | 14,996 | 13,880 | 12,847 | 13,740 | 13,600 | 256 | 200,3 | 185,4 | 449,9 | 449,9 | 15,415 | 10.000 10.150 |
| 40 | 22,18,9 | 21,423 | 19,766 | 18,238 | 19,629 | 19,433 | 365 | 286,2 | 264,1 | 642,7 | 642,7 | 22,015 | 7.000 7.100 |
| 10 | 554,7 | 535,6 | 489,1 | 446,6 | 490,7 | | 91,4 | 71,2 | 65,3 | 160,7 | | 389 | 28.200 29.200 |
| 11 | 575,3 | 555,4 | 508,6 | 465,7 | 508,9 | | 94,8 | 74,2 | 67,9 | 166,6 | | 403 | 27.000 28.000 |
| 12 | 624,1 | 602,5 | 560,7 | 521,8 | 552 | | 102,9 | 80,5 | 74,9 | 180,7 | | 440 | 24.890 24.990 |
| 15 | 739,6 | 714,1 | 662,8 | 615,1 | 654,3 | | 121,9 | 95,4 | 88,5 | 214,2 | | 520 | 21.000 21.450 |
| 17 | 859,7 | 830 | 771,8 | 717,8 | 760,5 | | 141,7 | 110,9 | 103,1 | 249 | | 604,7 | 18.068 18.168 |
| 20 | 11,095 | 10,712 | 986,6 | 908,7 | 981,5 | | 182,9 | 143,1 | 131,8 | 321,3 | | 779,1 | 14.000 14.350 |
| 30 | 15,533 | 14,996 | 13,880 | 12,847 | 13,740 | | 256 | 200,3 | 185,4 | 449,9 | | 10,916 | 10.000 10.150 |
| 40 | 22,189 | 21,423 | 19,836 | 18,366 | 19,290 | | 365,8 | 286,2 | 265 | 642,7 | | 15,519 | 7.000 7.100 |

Notre ami JO, F6ATQ vous communique les côtes d'antennes Yagi 6 et 5 éléments de 10 à 40 mètres en monobandes.

L1, L2, L3, sont les cellules alimentées et D1, D2, les émetteurs. Quant à R/L1, L1/L2 etc... il s'agit de l'espacement entre les différents éléments.

Le boom peut-être d'un diamètre quelconque (carré, rond etc...) et fonction des matériaux disponibles (seul pas de cuivre)





F6ATQ