

CONSTRUCTION ET MISE AU POINT D'UNE BOÎTE D'ACCORD pour une première « LEVY »

Par Pierre Villemagne - F9HJ
Radio-Ref Septembre et Octobre 1985

(Cet article est essentiellement pratique ; son but est d'aider et faire gagner du temps aux O.M. qui mettent au point une boîte d'accord expérimentalement. Cependant, je tiens à la disposition des intéressés, les formules et développements mathématiques. Les imaginaires y sont traités en coordonnées polaires. M'adresser une QSL avec enveloppe self-adressée).

Les nouvelles bandes décamétriques non harmoniques ont remis à la mode les aériens à résonance variable et notamment ceux « du type Lévy », moyen commode de désigner des dipôles de longueur quelconque, alimentés en leur centre par une ligne symétrique suivie d'un circuit résonant dans une boîte d'accord. L'expérience montre que, comme le brin rayonnant, cette ligne peut également avoir une longueur quelconque. En résumé, un fonctionnement multi bande est assuré, sans préoccupation de longueurs, de hauteur de l'antenne, d'impédance au centre, de configuration. Une seule réserve, dictée par l'efficacité : la longueur du brin rayonnant ne doit pas être inférieure AU QUART de la longueur d'onde de la bande la plus basse, soit 2 fois 10 m, pour la bande des 80 m.

La figure n° 1 montre cet aérien.

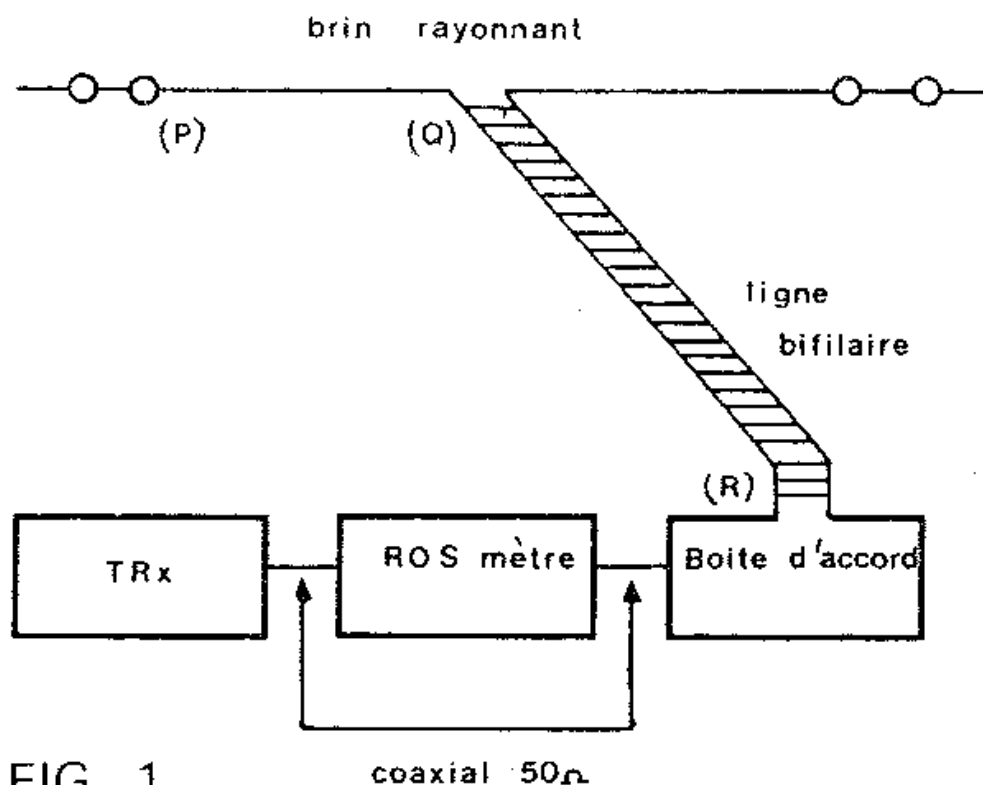


FIG. 1

LIGNES SYMÉTRIQUES

3 possibilités, et ce, pour un QSJ modeste :

1° - Ligne bifilaire dite : « échelle à grenouilles »

Chacun de ses 2 fils prolonge le demi-brin rayonnant correspondant, pas de soudures, simplement une ligature sur l'extrémité de l'isolateur central, analogue à celle des fils du téléphone sur les « tasses » des anciennes lignes 600 ohms. Choisir un fil multibrins, genre H07VU, de 2,5 ou 4 MM². Les écarteurs, en PVC de faible 0 ou en plexiglas (règle d'écolier de 8 x 12 cm) doivent avoir une longueur inférieure AU CENTIEME de la longueur d'onde, soit 10 cm. Les fils les traversent près de leurs extrémités, où ils sont bloqués par une colle rapide. L'impédance caractéristique dépend du fil de cuivre et de la distance entre les axes suivant la formule :

$$Z_0 = 276 (\log 21/d)$$

dans laquelle 1 est la distance et d le diamètre. 20 fois le diamètre conduisent à 440 ohms théoriques, valeur diminuée par la présence des écarteurs, surtout si leur nombre est grand.

2° - Le twin-lead

Le ruban FDM 300 ohms suffit pour les puissances autorisées, mais ne supporte pas la pluie ou une forte hygrométrie. Les lignes bifilaires PTT recouvertes de néoprène noir conviennent, surtout celles à porteur plastique. Très solides, elles fournissent à la fois le brin rayonnant et la ligne ouverte, en les fendant grâce à un couteau, serré, très incliné, dans un étau.

Enfin, le Séparatex peut être employé, dans sa version incolore. mais sa Z_0 est assez faible (environ 75 ohms, pour du 12/10e).

3° - Deux coaxiaux en série

Ils forment par leurs conducteurs internes une ligne bifilaire, à condition de connecter leurs blindages aux 2 extrémités sans mise à la masse de la boîte, ou à la terre. Deux coaxiaux TV donnent ainsi une impédance caractéristique de 150 ohms et permettent de traverser des passages étroits où ne peut circuler une échelle à grenouille.

Les potentiels opposés de 2 points face à face sur une ligne bifilaire font qu'ils annulent respectivement leur rayonnement, qu'ils restent insensibles aux parasites les atteignant et que contrairement à un coaxial et à ses courants de gaine, une ligne bifilaire n'a pas à être disposée perpendiculairement à son brin rayonnant. L'effet du voisinage (gouttières, murs, etc...) est réduit si l'on prend soin de vriller sur elle-même 2 ou 3 fois cette ligne.

LA BOITE D'ACCORD

Elle fait partie de l'aérien, et, de ce fait, dépend de la longueur du fil du brin rayonnant et de la ligne. Elle est réalisée pour cette longueur et ce seul aérien. Toute modification entraînera celle de ses réglages ou même une modification de la valeur de ses éléments réactifs (selfs et CV).

Mis à part quelques cas particuliers, lorsque le brin rayonnant est un multiple de demi-onde et la ligne, un multiple de quart d'onde électrique (ex. : Lévy 2 fois 20 m et ligne de 20 m), l'impédance, à la base de la ligne, est toujours à la fois résistive et réactive, d'où le double rôle de la boîte

- Compenser la réactance
- transformer la partie résistive restant en 50 ohms.

REACTANCE :

Cette réactance apparaît comme une self ou un condensateur connecté aux extrémités du circuit secondaire de la boîte. Cette interprétation ne doit pas être perdue de vue pour les boîtes à self unique commutée : le danger existe aux deux extrémités de la bande passante

- sur 80 m, une self fictive en parallèle sur la self du secondaire va donner une inductance résultante INFÉRIEURE à la plus petite (même loi d'association que les résistances). Une capacité d'accord calculée d'après la formule de Thomson sera alors trop faible.
- sur 10 m, un condensateur fictif en parallèle sur le condensateur du secondaire, va y ajouter sa capacité, la self calculée sera alors trop importante.

TRANSFORMATION DE LA PARTIE RESISTIVE

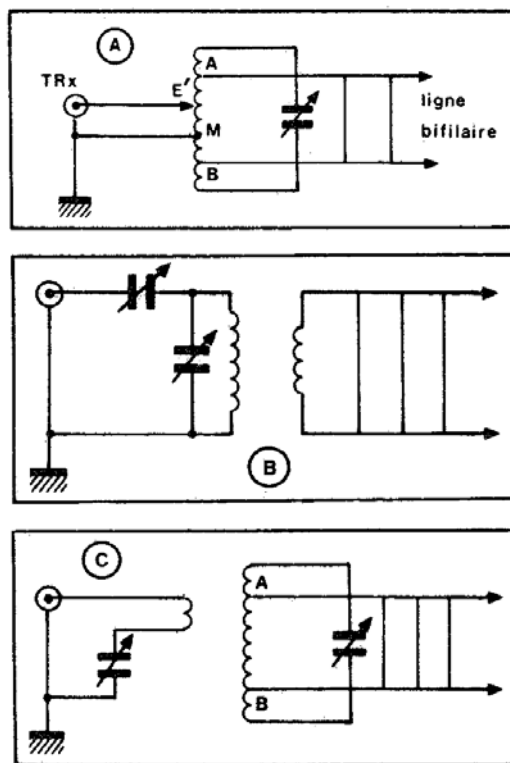
Ce problème est facile à résoudre par le nombre de spires des primaire et secondaire : le rapport des résistances est le carré de celui des nombres de spires. (par exemple si le primaire compte 4 spires et le secondaire 12, la résistance aux bornes de ce dernier sera $50 \times (12 : 4)Z = 450$ ohms.

Pour une recherche expérimentale, ce nombre de spires aux bornes de la ligne est PRIMORDIAL, et les recherches doivent commencer seulement après une appréciation de ce nombre de spires.

DIFFÉRENTES BOITES D'ACCORD

Même en version autotransformateur, il est aisé de différencier les spires appartenant au primaire (du côté du TRx) et celles du secondaire (du côté de la ligne). L'un au moins des circuits doit être accordé, d'où 3 possibilités résumées dans la figure n° 2 :

- (A) -secondaire seul accordé (ex. : autotransformateur 3LG), la réactance inductive du primaire, après transformation, sera annulée par le CV du secondaire.
- (B) -primaire seul accordé (ex. SA/9HJ, Radio-REF Août 1984) qui annule, après transformation, la réactance apparue aux bornes du secondaire.
- (C) -primaire et secondaire accordés (ex. : Mac Coy 1966).



FIGURES 2

QUEL MONTAGE CHOISIR ?

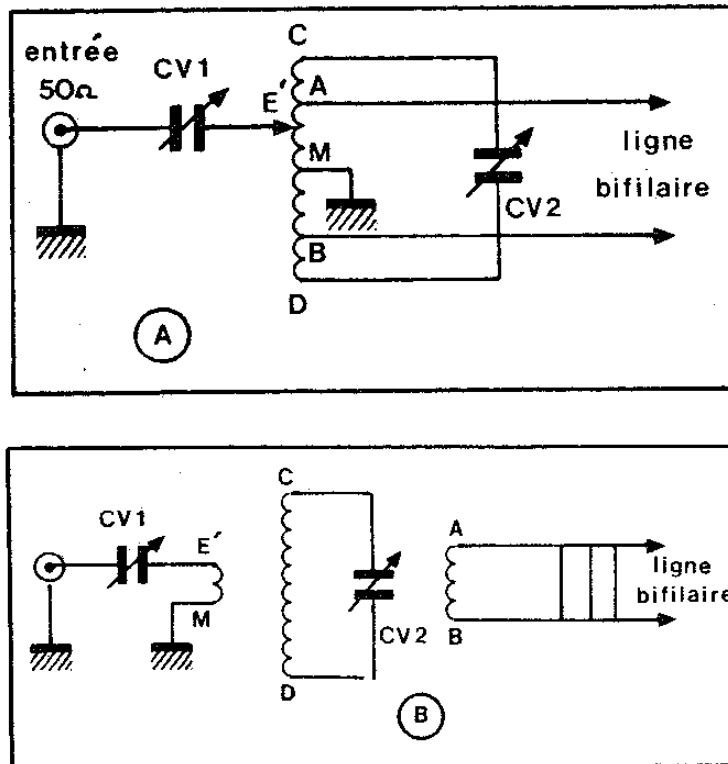
Certes, il est plus facile de tourner un bouton de commutateur que de changer un bobinage, lorsque l'on passe d'une bande à une autre. Pourtant, les 2 systèmes ont leurs adeptes, sur un plan strictement technique, la perfection ne peut être obtenue que par bobinages interchangeables, mais on peut réaliser des compromis tout-à-fait acceptables, par commutation, de 10 m à 80 m, et même 160 m, sur un seul bobinage.

Après essais, l'un des montages les plus souples, tout en restant simple, est la version autotransformateur du Mac Coy 1966, la recherche expérimentale de la position du point (E) s'avérant difficile sur les bandes hautes dans la version de la figure n° 2A. La figure n° 3 indique ce montage. Les 2 CV sont isolés de la masse. CV1 peut être une cage de CV de vieux BCL à tubes de 490 pF, ses lames mobiles du côté de l'entrée 50 ohms. CV2 a des lames plus écartées, un double-cage permet davantage de symétrie, mais il n'est pas indispensable. Ne pas oublier des flectors isolants pour CV 1 et CV2. Des petites pinces crocodile ou un commutateur à 2 voies, bien isolé de la masse permettent de connecter CV2 sur la totalité (bande de 80 m) ou une partie seulement de la self (bandes supérieures). Ces positions sont recherchées expérimentalement en réception d'un maximum de souffle sur une fréquence innocuée : la haute sélectivité du circuit le permet. Finir l'expérimentation en émission à faible puissance, ROS mètre en position reverse.

A l'intention des O.M. qui installent pour la première fois un aérien « du type Lévy », c'est la version à selfs interchangeables (3 suffisent pour les bandes décamétriques, grâce à une petite astuce de positionnement).

Voici ce montage :

La figure n° 3A montre son schéma, c'est un autotransformateur qui peut se décomposer en 3 parties (Fig. n° 3B) :



FIGURES 3

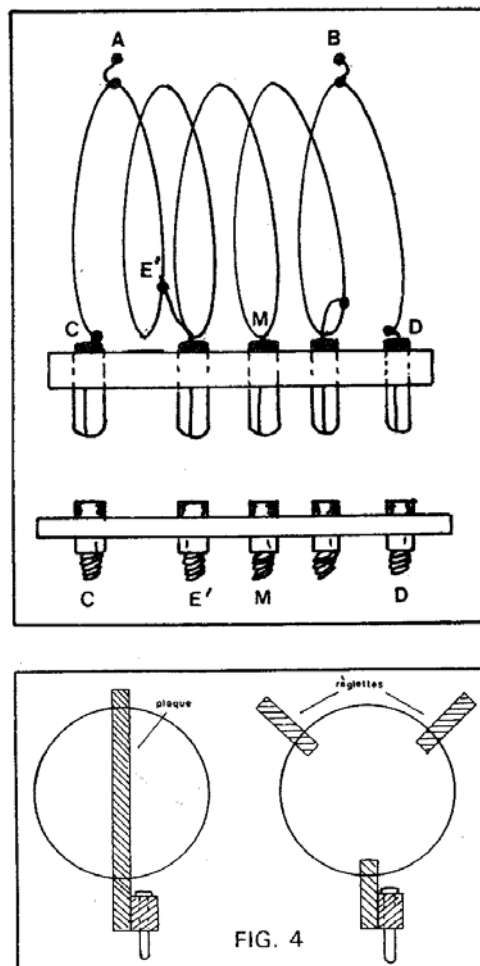
- un circuit résonant série, constitué par la self (E'M) et CV1.
- un circuit résonant parallèle avec la self (CD) et CV2. Je rappelle que, contrairement à « l'accord série » qui ne fonctionne pas pour certaines longueurs filaires, l'accord parallèle, lui, peut alimenter une antenne à résonance variable dans tous les cas.
- un circuit non accordé, formé par la self (AB). Cette self comptera plus ou moins de spires suivant la nécessité d'une alimentation en tension ou en intensité, d'après la partie résistive de l'impédance présente à la base de la ligne bifilaire. Pour éviter trop d'essais, une approche de ce nombre de spires sera discutée à la fin de cet article.

MONTAGE DE LA BOITE

Un coffret contenant CV et CV2 a un couvercle isolant (plexiglas, plastique...) et porte, alignés, 4 supports de fiches banane femelles. (Fig. n° 4). Le morceau du coaxial 50 ohms, qui relie la sortie de ROS-mètre à CV1, entre dans le coffret par un passe-fil, son blindage est directement connecté à la borne (M). Une seule mise à la masse du coffret, à partir de (M), par un fil court. Les boutons des 2 CV seront munis de cadrans gradués, permettant la rédaction d'un abaque en fonction de la bande et des fréquences sur cette bande, qui reste valable tant que les longueurs filaires ne sont pas changées.

BOBINAGE DE LA SELF

Réalisée en fil de cuivre de 2,5 ou 4 mm² (fil d'installation électrique débarrassé de son isolant et écroui par traction), le bobinage est fait au pas de 4 mm (distance entre les AXES de 2 spires voisines). Choisir un mandrin d'un \varnothing voisin de 65 mm, pour obtenir, après écrouissage par martelage sur sa surface cylindrique, une self d'un \varnothing d'environ 70 mm. Du plexiglas ou de l'époxy débarrassée de son cuivre sert de support, soit une plaque verticale (voir Radio-REF de mars 1982), soit 3 ou 4 réglettes percées ensemble avec un foret d'un \varnothing d'autant plus supérieur à celui du fil que l'épaisseur du support est grande. Une règle d'écolier (12 x 8 mm) collée à la base du bobinage supporte 5 fiches banane mâles (sans leur isolement) ou 5 fiches récupérées sur des prises secteur. Il est prudent, pour une bonne adaptation des différentes selfs d'utiliser un gabarit de perçage. La 5- fiche n'a pas de femelle. Si la bobine est présentée après une rotation d'un demi tour, elle prend la place de celle de la borne (E' ► précédente, et, ainsi, une même self peut être utilisée sur 2 bandes radioamateur différentes, (Fig. n° 4).



NOMBRE DE SPIRES DE LA SELF

Le tableau suivant indique un nombre de spires volontairement surestime pour pallier au risque de réactance inductive précédemment exposé. Après mise au point, les spires en trop seront supprimées à la pince coupante. Afin que le point (M) se trouve au milieu de la self, ce nombre doit rester pair.

SELF 80/40 m	(Diamètre 70 mm environ, pas 4 mm)						
Capa de CV2 en pF	150	175	200	225	250	275	300
Nombre de spires	22	20	18	16	14	14	12

SELF 30/20m

où le mandrin de bobinage a un \varnothing de l'ordre de 45 mm, afin que la self ait un \varnothing de 50 mm, environ. Pas de 4mm.

SELF 80/40 m	(Diamètre 70 mm environ, pas 4 mm)						
Capa de CV2 en pF	150	175	200	225	250	275	300
Nombre de spires	22	20	18	16	14	14	12

SELF 30/20 m

où le mandrin de bobinage a un \varnothing de l'ordre de 45 mm, afin que la self ait un \varnothing de 50 mm, environ. Pas de 4 mm.

Capa de CV2 en pF	150	175	200	225	250	275	300
Nombre de spires	22	12	10	10	10	8	8

SELF 20/15 m	(Même \varnothing de 50 mm, mais pas de 5mm)						
Capa de CV2 en pF	150	175	200	225	250	275	300
Nombre de spires	8	8	8	6	6	6	6

SELF 15/10 m	(Diamètre de la self = 30 mm, pas de 5 mm)						
Capa de CV2 en pF	150	175	200	225	250	275	300
Nombre de spires	8	6	6	6	6	4	4

POSITIONS DES CONNEXIONS (A) ET (B) DE LA LIGNE BIFILAIRE

Elles dépendent de la longueur filaire de l'aérien. Pour faciliter leur recherche expérimentale, je propose 3 situations :

- Situation (H), haute impédance, dans laquelle (A) et (B) sont reliés, par deux pinces crocodile, aux extrémités supérieures de la self. (Fig. n° 5A).
- Situation (M), moyenne impédance, dans laquelle (A) et (B) interceptent les 2 tiers à la moitié des spires (Fig. n° 5B).
- Situation (B), basse impédance (ex-accord série), dans laquelle (A) et (B) n'interceptent plus que le tiers ou le quart des mires_ (Fig- n° 5C).

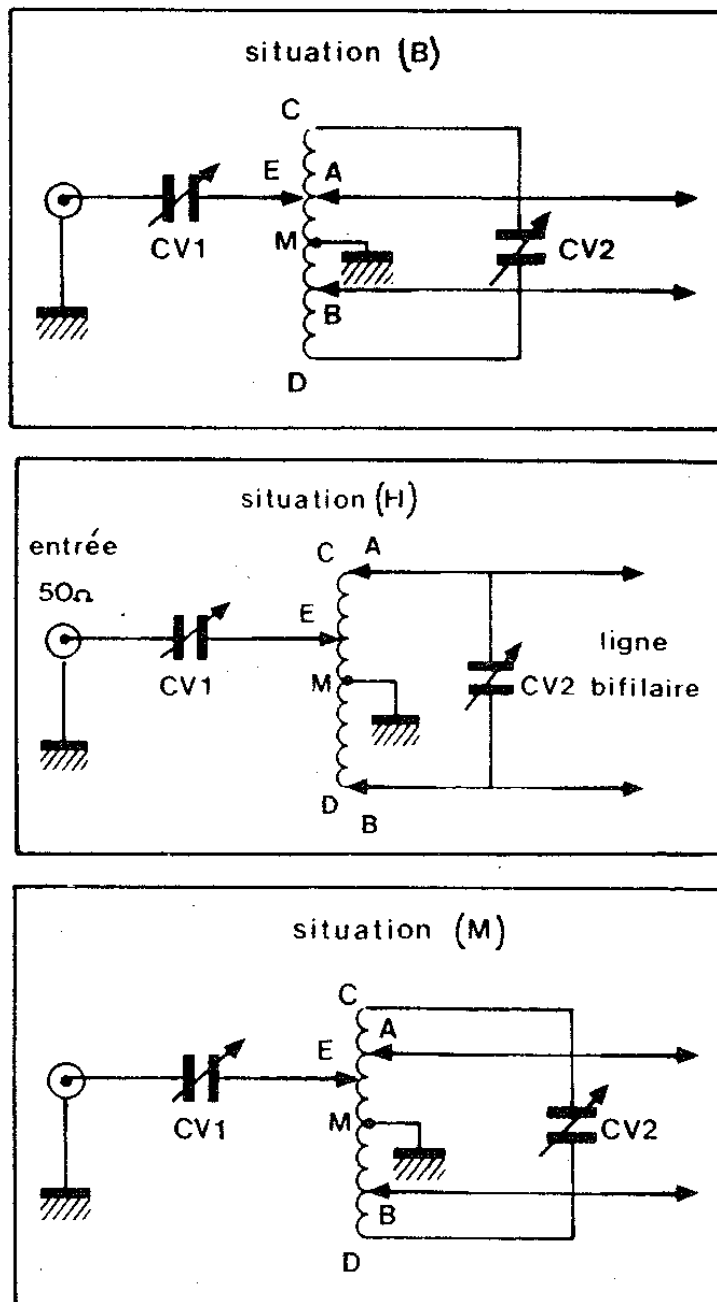


Fig. 5

RECHERCHE DES SITUATIONS

Additionner les longueurs (PQ) du demi brin rayonnant et (QR) de la ligne bifilaire (Fig. n° 1). Dans les cas où la ligne n'est pas une échelle à grenouilles avant de faire l'addition, multiplier (OR par 1,22 s'il d'agit d'un twin-lead et par 1,5 si ce sont 2 coaxiaux en série. Nous appelons S le résultat de cette addition :

- 1 °) Diviser S par le coefficient figurant dans le tableau suivant, en fonction de la bande :

BANDES	80 m	40 m	30 m	20 m	15 m	10 m
Coefficient	9,965	5,159	3,593	2,563	1,713	1,263

- 2°) Soustraire du quotient obtenu, si nécessaire, une ou plusieurs fois le nombre 8, de façon que le résultat soit inférieur à 8. Le tableau ci-après donne la situation :

Résultats	0	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Situations	(H)	(M)	(B)	(M)	(H)	(M)	

Résultats	5,5	6,5	7,5	0
Situations	(B)	(M)	(H)	

Exemple numérique :

Soit un aérien de 2 fois 23 m alimenté par une ligne bifilaire en twin-lead mesurant 15 m.

Nous avons (PQ) = 23 m et (QR) (15 x 1,22) = 18,30 m

$S = 23 + 18,30 = 41,30$ m

Situations prévues :

- sur 80 m $41,30 : 9,965 = 4,14$ soit (H)
- sur 40 m $41,30 : 5,159 = 8,005$ (-8 = 0,005) soit (H)
- sur 30 m : $41,30 : 3,593 = 11,49$ (-8 = 3,49) soit (M)/(H).

Pour cette antenne, les arrivées (A) et (B) resteront en permanence branchées aux extrémités de la self.

RECHERCHE DES POINTS

(C) ; (D) ; (E')

- **Sur 80 m** : Engager la presque totalité de CV1 et CV2, afin d'être au voisinage de leur capacité maximale. Brancher les arrivées (A) et (B) suivant les résultats précédents, en restant symétrique par rapport aux extrémités du bobinage. Connecter CV2 aux extrémités de la self et rechercher (E'). Si l'essai est infructueux, connecter CV2 une spire en retrait de part et d'autre des extrémités de la self, rechercher chaque fois (E') en agissant sur CV2 puis CV1.

- **Sur 10 m** : même technique mais CV 1 et CV2 sont ouverts, près de leur capacité résiduelle.

— **Sur les autres bandes** : CV2 ouvert à moitié et CV1 de plus en plus ouvert, à partir du réglage 80 m, au fur et à mesure que les bandes montent en fréquence.

CONCLUSION

La mise au point d'une boîte d'accord est un loisir de longue haleine, mais vous serez récompensé, OM., qui l'entreprenez. En effet, il ne faut jamais perdre de vue qu'une antenne est un CIRCUIT OSCILLANT qui délivre, en réception le maximum de microvolts à sa résonance, que, dans ce cas, l'O. M. peut maîtriser sa sélectivité en donnant, par la conception de sa boîte un fort coefficient de surtension. Cela est impossible dans une demi-onde alimentée par coaxial (Q entre 12 et 15) ou la partie filaire d'une « Lévy » entraînée en vibration forcée par un balun ou un circuit oscillant.

TESTS D'APPRECIATION DU BON FONCTIONNEMENT D'UNE BOITE D'ACCORD

- **EN EMISSION** : l'antenne doit extraire du Tx, autant de watts qu'une charge fictive, en le chargeant d'une façon exclusivement résistive, donc avec un ROS de 1/1. Sur un trait de CW, les indications Ip ou Ic du galvanomètre des PA à tubes, les indications de l'ampèremètre de l'alimentation d'un TRx tout transistors doivent être LES MEMES.

- **EN RECEPTION** : Lorsque 2 réglages différents donnent satisfaction, dans la mise au point d'une boîte d'accord, il faut choisir le plus sélectif. Mesurer le QSY nécessaire pour passer d'un ROS de 1/1 à 1,5/1 (pour les PA protégés) ou 2/1 (si cela est possible) • Choisir le réglage correspondant au plus petit QSY, c'est-à-dire celui dans lequel le ROS croît le plus vite.

Ce paragraphe doit rappeler quelques bons souvenirs aux possesseurs d'antennes mobiles. Voici, pour un ROS de 1 /1 sur 3,7 MHz, quelques valeurs de Q en fonction du QSY pour atteindre 2/1. Bien entendu, les réglages ne doivent pas être retouchés lors de ce QSY. Théoriquement, par le choix des valeurs des éléments réactifs (CV et selfs de la boîte), il est possible d'accroître encore la sélectivité, mais les réglages deviennent très pointus et il faut munir de démultiplicateurs les axes des CV !