

Une antenne simple à installer (pour les vacances) ON5HQ

Le temps des vacances permet à beaucoup d'OMs de « s'évader » en emportant un équipement radio dans leur bagages. Généralement, le problème le plus délicat est certes celui de l'antenne, et son installation est tributaire de l'espace disponible et des possibilités d'accrochage des fils.

L'antenne est une partie très importante (sinon la plus importante !) de la station. mais des solutions simples, à condition de disposer d'un coupleur, se présentent au radioamateur, sans devoir s'occuper de la « taille de l'antenne » et pouvant être mis en œuvre très rapidement pour des prix très modiques et présentant l'efficacité nécessaire pour un bon trafic.

Un émetteur Q.R.P. connecté à une bonne antenne permettra un meilleur trafic qu'un émetteur Q.R.O. connecté à une antenne de fortune!

Il faut par contre admettre que la construction et la mise au point d'une antenne, son utilisation pour en tirer le maximum de profit, nécessitent une connaissance parfaite de son fonctionnement.

Introduction

L'antenne multibande la plus simple, la moins onéreuse, la plus facile à installer et la plus facile à transporter est certainement l'antenne MARCONI (du nom de l'inventeur, pionnier de la T.S.F. : Gugliero Marconi).

Cette antenne est appelée de différents noms:

- End Fed Antenna
- Directly Fed Antenna
- Long Wire Antenna, chez les Anglo-saxons .

Le terme français consacré est « Antenne Long-fil » Ces noms différents recouvrent une seule et même réalité physique: l'antenne utilisée par Marconi pour ses essais (voir fig. 2), en un mot: le « bout de fil » isolé.

Nous connaissons tous l'antenne Marconi, sans le savoir peut-être: nous venons de citer l'antenne long fil; l'antenne «ground Plane» n'est que l'association d'une antenne Marconi verticale et d'un plan de masse artificiel constitué par quatre radiants; la classique antenne mobile «fouet» allongée par une bobine située au centre ou à la base est une Marconi utilisant la masse du véhicule automobile comme contrepois. (voir fig. 1).

Son principal avantage réside dans le fait que, comme dans le cas de l'antenne Lévy, la longueur physique du brin rayonnant peut être quelconque et son installation est rapide.

I - Comment adapter l'antenne Marconi à l'émetteur (ou au récepteur ...)

1) résistance de rayonnement et impédance d'entrée (ou d'attaque) :

On appelle résistance de rayonnement R_r d'une antenne le rapport P / I^2 au point où le courant est maximum, et impédance d'entrée de l'antenne ; l'impédance au point d'alimentation de l'antenne. Si l'on considère l'antenne Marconi, dans le cas d'une longueur de fil quelconque, la résistance d'entrée peut prendre des valeurs très diverses dépendant en particulier de la fréquence de travail et de la longueur de l'antenne ; elle peut être aussi élevée que 5 ou 6 000 Ω ou aussi basse que 2 ou 3 Ω ! L'antenne peut par ailleurs présenter au point d'entrée une réactance capacitive ou selfique. Ces deux éléments peuvent rendre l'adaptation de l'antenne à l'émetteur difficile, voire impossible.

Pour adapter l'émetteur à ces valeurs peu usuelles de résistances d'entrées et aux réactances présentées par l'antenne Marconi à priori non accordée sur la fréquence de travail, on est donc amené à utiliser un dispositif d'adaptation appelé « coupleur ».

Le coupleur a donc pour rôle de réaliser le transfert de puissance maximum de l'antenne à l'émetteur (voir sur le site www.bts.uba.be les articles traitant du sujet). L'utilisation conjointe d'un coupleur d'antenne et d'un T.O.S. mètre, intercalé sur la ligne à onde progressive reliant l'émetteur au coupleur, doit permettre, si le coupleur est correctement conçu, dans tous les cas, l'adaptation de l'antenne à l'émetteur, quel que soient les fréquences de travail et longueurs de l'antenne. Le diagramme rayonnement et l'efficacité sont un autre problème ... ! Pour une antenne donnée, l'efficacité sera maximale bien-sûr lors de l'adaptation correcte à l'émetteur. Ce

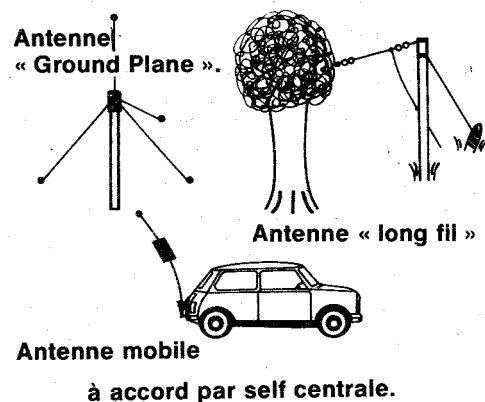


Fig. 1 – quelques exemples d'antennes Marconi.

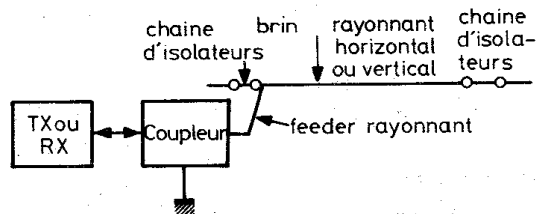


Fig. 2 – L'antenne Marconi

point ne doit donc pas être négligé!

2) Connexion à la terre.

Beaucoup d'O.M. ont rencontré des difficultés de mise au point ou d'utilisation d'antennes long fil: mauvaise efficacité du dispositif rayonnant, impossibilité de « charger » correctement l'émetteur. Quels sont les opérateurs qui ne se sont pas « brûlé le nez » sur le microphone, porté à un certain potentiel H.F. par rapport au sol, ou qui n'ont pas rencontré de problèmes de « retour H.F. » sur les étages B.F. de leurs émetteurs?

Dans le cas d'une antenne marconi, ces échecs ou ces problèmes sont dus à l'**utilisation d'une mauvaise prise de terre**. Un « piquet de terre » planté dans un sol même bon conducteur de l'électricité ou la terre du réseau de distribution de l'électricité n'ont jamais constitué de bonnes prises de terre en haute fréquence.

De telles connexions ne sont envisageables que pour l'aspect « sécurité ». Elles sont de toute façon nécessaires et obligatoires sur une station d'amateur mais sont totalement insuffisantes dans le cas d'utilisation d'antennes du type Marconi.

Par ailleurs, et ce même si l'on utilise une prise de terre de bonne qualité en haute fréquence, la connexion électrique entre l'émetteur et la terre proprement dite fait partie du système rayonnant. Ceci est particulièrement vrai pour l'antenne Marconi. **La connexion à la terre doit donc être très courte** afin de posséder une inductance minimale; cette précaution est de plus en plus impérieuse lorsque la fréquence de travail monte.

3) Les radiants ou contreponds

Ce sont des éléments fondamentaux dans le fonctionnement correct de l'antenne Marconi. A moins de disposer d'un « plan de sol artificiel » exceptionnel (grande toiture métallique au dessus de laquelle serait positionnée l'antenne qui permette un fonctionnement parfait de l'antenne Marconi.

Il s'agit simplement d'un fil isolé, long de $\lambda/4$ à la fréquence de travail, connecté à la masse du système émetteur et dont l'autre extrémité est laissée libre. **Le radiant n'étant pas à proprement parler un élément rayonnant** n'a pas besoin d'être « dégagé ». Il peut même être au voisinage du sol, ou le long d'un mur ... ! c'est donc un élément **discret**. Le radiant est par contre un élément **accordé** qui ne fonctionne parfaitement que sur une étroite bande de fréquence.

L'O.M. devra donc en prévoir pour chaque bande utilisée. Le fonctionnement du radiant est facilement compréhensible (voir fig. 2); l'extrémité libre est un ventre de tension; la longueur du radiant étant $\lambda/4$ (ou multiple impair de $\lambda/4$), on trouve à l'extrémité «émetteur» un nœud de tension, donc un point à très basse impédance à la fréquence de travail (principe de la « terre artificielle » (http://bts.uba.be/montages/une_terre_artificielle.pdf) .

Le contreponds ou radiant se comporte donc, vu de l'extrémité émetteur, comme une excellente prise de terre.

Notons cependant que l'utilisation d'un radiant ne dispense pas de positionner l'antenne au dessus d'un sol bon conducteur de l'électricité. Le radiant fournit une terre artificielle mais n'améliore pas « l'image » de l'antenne sur le sol (Fig. 4).

Pour ce faire, il faudrait en utiliser plusieurs et reconstituer un « plan de sol »

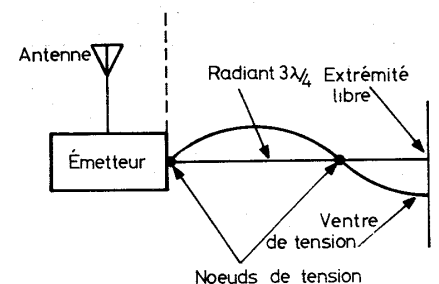
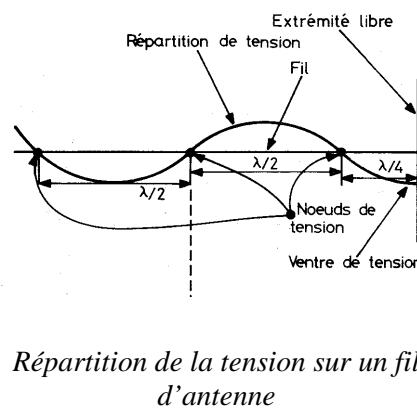


Fig. 3

Répartition de la tension sur un fil d'antenne

Le principe du radiant $\lambda/4$

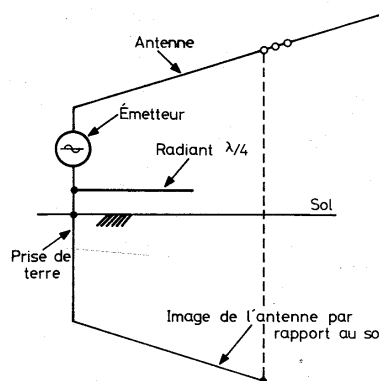


Fig. 4 – Le « radiant » améliore la qualité de la prise de terre qui reste nécessaire. L'antenne Marconi fonctionne comme un dipôle à cause de l'image de l'antenne produite par réflexion sur le sol.

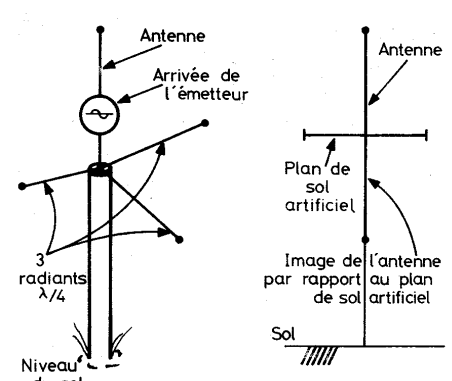


Fig. 5 – L'association de 3 radiants dans l'antenne « ground plane » reconstitue un plan de sol artificiel

(voir fig. 5): c'est le cas de l'antenne « ground plane ». Dans le cas de l'antenne Marconi, on ne pourra donc se passer de prise de terre mais l'utilisation d'un radiateur permettra d'être moins exigeant sur sa qualité, et même de s'en passer pour un trafic en portable!

Mais la solution idéale pour une station fixe est d'utiliser conjointement une très bonne prise de terre, avec la connexion la plus courte possible au châssis de l'émetteur, et un ou plusieurs radiants « taillés » en fonction de la ou des bandes utilisées (et ne pas oublier que cette antenne rayonne dès la sortie du coupleur). L'emploi correct d'une antenne Marconi suppose donc :

- l'emploi d'une prise de terre, la meilleure possible (quelque m² de grillage enterrés) complétée par un ou plusieurs radiants;
- l'emploi d'un dispositif de couplage de l'antenne à l'émetteur, chargé de l'accord de l'antenne et de l'adaptation d'impédance antenne/émetteur ;
- l'emploi d'un T.O.S. mètre intercalé sur la ligne adaptée reliant l'émetteur au coupleur (figure 4).

II. Choix du coupleur

Au risque de passer pour radoteur, répétons que le coupleur d'antenne doit :

- compenser la réactance capacitive ou selfique de l'antenne à la fréquence de travail (c'est-à-dire accorder l'antenne)
- assurer l'adaptation d'impédance entre la sortie de l'émetteur et l'antenne ainsi accordée, de façon à rayonner le maximum de puissance.

Plusieurs types de circuits de couplage peuvent être retenus pour l'adaptation des antennes:

- le **réseau en « L »** (fig. 6) qui est à la base de tout les autres. La fig. 5 montre les configurations possibles d'un circuit en L. Suivant leur configuration, ces fonctionnent en abaisseur ou élévateur d'impédance selon le branchement.

- La structure « passe bas » est à préférer (moindre rayonnement des harmoniques de l'émetteur) et le condensateur C peut-être un condensateur variable dont le rotor peut-être connecté à la masse, avantage pratique considérable!

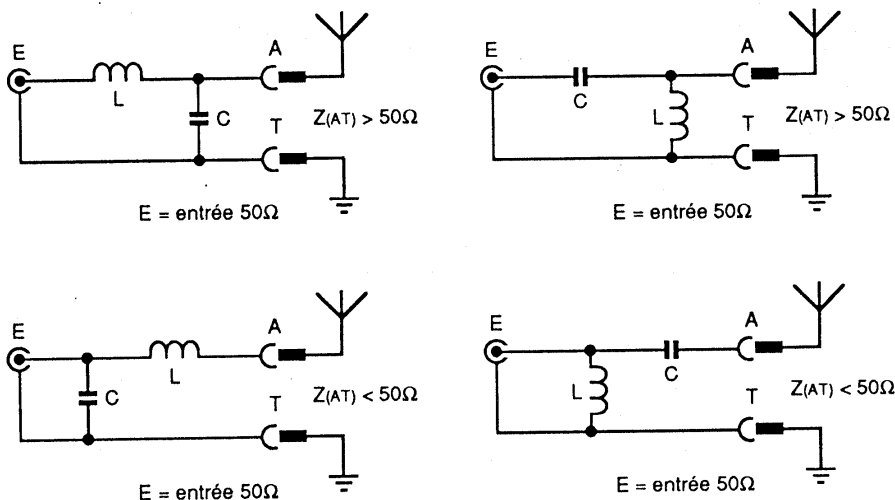


Fig. 6 – Circuits en « L » ; dans l'ordre :
 élévateur passe bas
 élévateur passe haut
 abaisseur passe bas
 abaisseur passe haut

- la **cellule en Π** (voir fig. 7), qui combine deux circuits en L, intéressante pour son effet «passe bas».

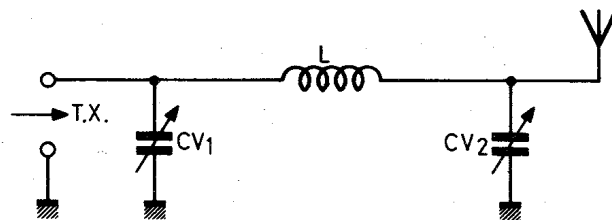


Fig. 7 – Filtre en Π

- la **cellule en T** (Fig. 8 et 9)

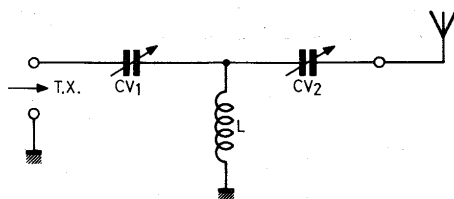


Fig.8 – cellule en T « passe haut »

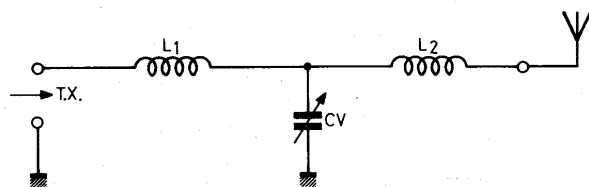


Fig.9 – cellule en T « passe bas »

- le «**transmatch**» (fig. 10) . Ce coupleur présente l'inconvénient de nécessiter l'emploi:

- d'un condensateur différentiel pour CV1 (pièce rare ... !)
- d'un condensateur à rotor isolé de la masse CV2, d'où problèmes de réalisation (flectors isolants, etc .)

L peut être une « self à roulette » ou une self à prise couplée à un commutateur, ou une self interchangeable (ce qui est la meilleure solution si l'on se soucie d'éviter les pertes inutiles de H.F.)

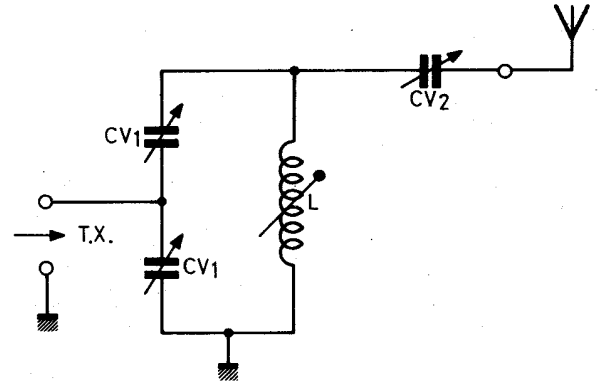


Fig. 10 – Le «transmatch»

Exp : CV1 ; 2 x 250 pF fort interlame

CV2 : 250 pF fort interlame

L : max/ 35 tours, Ø 50 mm, fil 15/10, longueur 90mm

- le coupleur de **W6SAI** (fig. 11) qui n'est en fait qu'un réseau en L, ou un circuit LC série avec l'antenne dans le cas des antennes courtes.

Notons que dans ce deuxième cas, il ne s'agit pas vraiment d'un coupleur, il réalise l'accord de l'antenne mais pas l'adaptation d'impédance à l'émetteur et doit donc être associé à un véritable coupleur.

L'inductance L est une self à prise ou à roulette et la capacité fait 350 à 500 pF (grand inter lame)

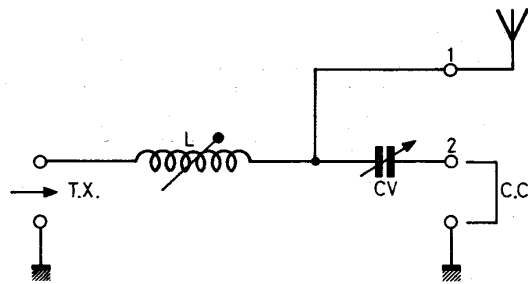


Fig. 11 – Le coupleur de W3SAI : pour une antenne courte, on enlève le court circuit et on se branche en 2.

- le «**Z match**» (fig. 12)

Exemple de réalisation :

CV1 : 2 x 250 pF « split stator »

CV2 : 500 pF

L1 : 5 tours Ø 75 mm

L2 : 5 tours Ø 80 mm, couplage réglable avec L1.

L3 : 8 tours Ø 75 mm

L4 : 6 tours Ø 80 mm , couplage réglable avec L3.

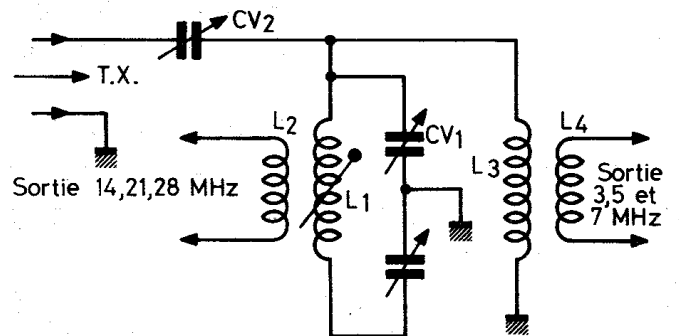


Fig. 12 – Le « Z match »

- Citons enfin l'excellent coupleur pour antenne asymétriques ; le **Π + C** (Fig. 13).

Le « +C » est dû à l'ajout de CV2

C est à choisir en fonction de la bande, mais peut avantageusement être remplacé par un CV de 500 pF

CV1 = CV2 = 500 pF

CV1 : « accord résistif »

CV2 : « accord réactif »

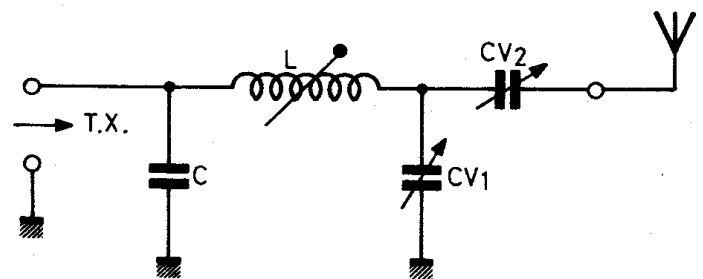


Fig. 13 – le coupleur en Π + C

Tous ces coupleurs font appel aux circuits de base: L, Π, T plus ou moins

«déguisés» ou associés de façon à accroître les possibilités d'adaptation.

«déguisés» ou associés de façon à accroître les possibilités d'adaptation.

V. Utilisation d'antennes symétriques à descente symétrique

L'antenne Lévy est une antenne symétrique, certainement la plus symétrique qui soit par la nature du «feeder». Son emploi, hormis les cas particuliers de longueur « 1/2 brin rayonnant + feeder », nécessite un

coupleur permettant à l'émetteur « d'attaquer » sans problème le « feeder » dit à « ondes stationnaires ».

L'ensemble « antenne Lévy + feeder + coupleur » peut travailler, pour peu que le coupleur s'y prête, sur n'importe quelle fréquence. Le feeder de la Lévy est soumis à un régime d'ondes stationnaires très important. La symétrie du feeder annule son rayonnement, les deux fils le constituant étant parcourus par des courants égaux et opposés et les champs créés s'annulent.

Cette antenne est donc également très facile à installer puisque sa longueur peut également être quelconque comme la long-fil, mais nécessite deux points d'ancrage ou un point pour son installations en Vinversé et est plus volumineuse à transporter puisqu'il faut prévoir le feeder.

Son avantage est que le contreponds n'est plus nécessaire et peut être mieux dégagée puisque son alimentation se fait par une ligne qui ne participe pas au rayonnement de l'antenne, et sa souplesse d'accord en fait une antenne idéale pour le portable.

Son accord nécessite un coupleur avec sortie pour antenne symétrique et peut se réaliser à l'aide d'un coupler classique suivit d'un symétriseur du genre balun ou à l'aide d'un coupleur adéquat spécialement prévu pour antenne Lévy permettant un accord série ou parallèle comme indiqué Fig. 14 (voir « coupleur pour antenne Lévy » sur le site du BTS <http://bts.uba.be/> ou directement au lien suivant :

http://bts.uba.be/articles_pour_site_web/coupleur_pour_antenne_levy_par_on5hq.pdf)

Le coupleur décrit, grâce à ses possibilités d'accord parallèle ou série, peut s'adapter à tous les cas de figure de l'antenne Lévy.

Une remarque s'impose en ce qui concerne le Zmatch, et je cite les propos de F3LG à ce sujet, parus dans un article du REF :

« Si ce coupleur a parfois été proposé pour attaquer une antenne à ligne symétrique, Lévy ou Zéppelin, c'est dans une très mauvaise compréhension de fonctionnement réel de ces dus aériens, lesquels requièrent absolument un accord (série ou parallèle) au bas de la ligne. Dans le cas du schéma de la Fig. 12, aucuns de ces modes d'accord n'a été prévus aux bobines L2 ou L4, malgré que cela « semble fonctionner ».

Et c'est sans doute sous l'effet de réflexions analogues, qu'après avoir été publié aussi dans les radio Amateur's Handbooks de l' A.R.R.L. des années 1957, 1958 et 1959, ce coupleur A-match en est disparu, remplacé par des systèmes plus orthodoxes, fondés sur le schéma de la fig. 14, ou l'on retrouve l'indispensable accord (série ou parallèle) au bas de la ligne. » (fin de citation)

En fait, il n'y aurais pas de compensation de la réactance comme dans les autres types de coupleur.

En espérant que ce petit document permettra l'installation correcte de l'antenne long fil au QRA vacance, et peut être aussi l'expérimentation de la Lévy si l'on est en possession du coupleur adéquat, mais a part les coupleurs serie-parallèle pour la Lévy, on trouve dans le commerce bon nombre de coupleurs pouvant convenir pour l'accord de notre antenne long fil, ainsi que pour la Lévy.

Le coupleur décrit, grâce à ses possibilités d'accord parallèle ou série, peut s'adapter à tous les cas de figure de l'antenne Lévy à condition de connecter l'antenne par l'intermédiaire d'un transformateur symétriseur à large bande .

Conclusion

Voici la présentation rapide de deux antennes faciles pour les vacances, en espérant avoir apporté à nombre d'O.Ms une solution au problème de l'aérien multibande de vacance. On peut mieux faire c'est sûr! mais pour un coût aussi modique, c'est difficile. L'antenne verticale Marconi est une antenne très valable pour peu qu'elle soit correctement accordée et couplée à l'émetteur. Son emploi correct suppose la réalisation d'une excellente prise de terre et d'un système de radiants.

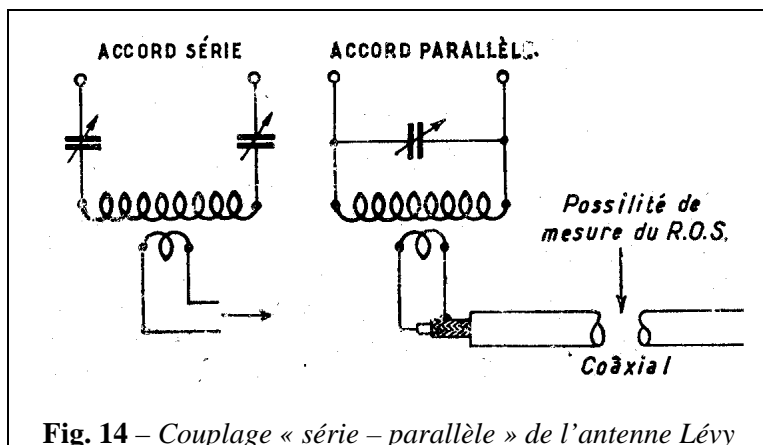


Fig. 14 – Couplage « série – parallèle » de l'antenne Lévy