

RADIO REF



LA REVUE FRANÇAISE DES ONDES COURTES

Les antennes d'émission

Zeppelin et Lévy

L'efficacité d'une station d'émission tient surtout à l'antenne. « Tant vaut l'antenne, tant vaut la station », slogan bien connu des lecteurs du « Radio-Ref » d'avant-guerre.

A quoi bon produire des centaines de watts HF dans l'émetteur, si une toute petite partie de cette puissance est seulement rayonnée par une antenne mal adaptée. Les 50 watts alimentation de nos stations doivent être transmis dans l'espace avec un rendement maximum.

Cet article s'adresse surtout aux nouveaux venus à l'émission, qui possèdent peu de données sur les antennes. Nous avons choisi spécialement pour cette première étude l'antenne Zeppelin, et sa sœur jumelle l'antenne Lévy. Etant les plus simples à calculer et à régler, elles sont par excellence les antennes d'émission du débutant. Mais nombreux parmi les anciens leur sont fidèles ; le trafic qu'ils ont réalisé à toutes distances montre « qu'elles ne sont pas si mauvaises que cela », comme le pensent certains amateurs.

Comme l'amateur doit connaître au moins les principes du fonctionnement des antennes d'émission, nous avons jugé nécessaire de rappeler au préalable quelques notions élémentaires générales, qui s'appliquent à toutes les antennes accordées. Ce qui permet à l'expérimentateur d'orienter ses essais et d'arriver facilement au réglage optimum de son aérien.

Ondes stationnaires. — Prenons un fil tendu horizontalement dans l'espace et isolé aux deux bouts. Alimentons-le en énergie haute fréquence (par un moyen quelconque) sur une longueur d'onde réglée de façon qu'elle soit égale à 2,08 fois la longueur du fil en mètres. On dit que ce fil résonne (ou vibre) comme un « dipôle » ou comme une antenne demi-onde sur cette longueur d'onde.

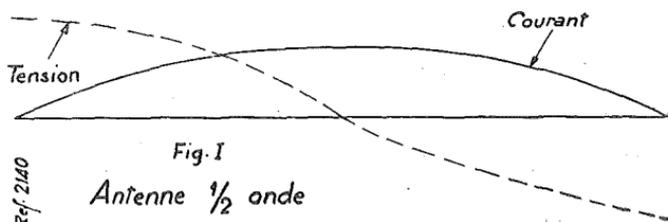
Les deux extrémités du dipôle étant isolées, le fil est en circuit ouvert. Dans les conditions de fonctionnement précitées, on dit que le dipôle est terminé à ses deux extrémités par une impédance infinie (circuit ouvert). Il y a donc un obstacle à chaque extrémité pour l'onde qui se propage le long du fil : il se produit une réflexion de l'onde en arrière vers le centre du dipôle. L'onde de retour ainsi réfléchie rencontrera l'onde suivante envoyée par l'émetteur (onde incidente) ; la tension et le courant seront en tous points de l'antenne la somme algébrique des deux ondes : onde incidente et onde réfléchie.

Aux extrémités du dipôle les tensions s'additionnent, tandis que les courants des deux ondes s'annulent ; on a une tension élevée et un courant (intensité) faible aux deux bouts du dipôle (dont la longueur est égale à une demi-onde). De même, au centre du dipôle, les courants s'additionnent et les tensions s'annulent ; au centre, nous aurons un courant élevé et une tension faible. Sur la figure 1, on voit que le courant décroît uniformément en allant du centre vers l'extrémité, tandis que la tension augmente uniformément ; les polarités sont opposées aux deux extrémités : Conséquence importante : si la tension, ou le courant, ont la même valeur mesurée le long du dipôle, cela indique l'absence d'ondes stationnaires.

Un « ventre » de tension dans un conducteur parcouru par un courant haute fréquence est un point où la tension est maxima. Un « nœud » de tension est le point où l'on a un minimum de tension. De même pour le courant, nous aurons des « ventres » et des « nœuds », mais en des points différents de ceux de la tension; en effet, dans un fil ou une ligne soumis à des ondes stationnaires, mais sans réactance, le nœud de tension coïncide toujours avec un ventre de courant, et un nœud de courant coïncide avec un ventre de tension. Figure 1, au centre du dipôle, il y a un ventre de courant et un nœud de tension; aux extrémités, il y a un ventre de tension et un nœud de courant. Le long de l'antenne, la répartition du courant et de la tension sont sinusoïdales.

Longueur de l'antenne. — Toutes les antennes ondes courtes sont basées sur le type fondamental Hertz exposé ci-dessus: c'est un fil tendu dans l'espace ayant une « longueur électrique » égale à une demi-onde (dipôle).

L'antenne Marconi est un type spécial d'antenne Hertz, adopté seulement lorsque l'emplacement dont on dispose nécessite une diminution de la moitié de la longueur d'onde électrique. Elle a toujours une extrémité



reliée à la terre et sa longueur est un nombre impair de quart d'onde. Dans ce type, la terre agit comme le quart manquant de longueur d'onde (antenne image).

Une antenne Hertz demi-onde doit être légèrement plus courte que la longueur, dans l'espace, d'une demi-longueur d'onde. Ceci pour tenir compte des effets d'extrémités (qui provoquent un léger retard de propagation de l'onde sur le fil) et du fait que la vitesse de propagation d'une onde haute fréquence se déplaçant le long d'un conducteur métallique n'est pas aussi grande que dans l'air. Cette vitesse est d'autant moins grande que la fréquence est plus élevée.

Au-dessous de 30 Mc/s, ce phénomène est relativement constant, de sorte qu'une demi-onde électrique est un pourcentage plus faible que la longueur dans l'espace de l'onde. Ce pourcentage est d'environ 4 à 6 %; c'est pourquoi la plupart des antennes demi-onde ont environ 94 à 96 % de la longueur demi-onde dans l'espace. On a la formule :

$$L \text{ (mètres)} = \frac{150}{F \text{ (en Kc/s)}} \times K$$

F est la fréquence de résonance exprimée en kilocycles et K un coefficient dépendant de la fréquence. On peut adopter pour K les valeurs suivantes :

| | |
|----------|--------------------------------------|
| K = 0,96 | pour fréquences inférieures à 3 Mc/s |
| K = 0,95 | — comprises entre 3 et 30 Mc/s |
| K = 0,94 | — supérieures à 30 Mc/s. |

Résistance de rayonnement. Impédance d'antenne. — Une antenne demi-onde est semblable à un circuit oscillant. La différence est que dans un circuit oscillant l'inductance, la capacité et la résistance sont massées, alors que dans l'antenne ces éléments sont répartis le long du fil. Le mi-

lieu d'un conducteur rayonnant demi-onde est au potentiel de la terre au point de vue tension HF, mais à ce point l'intensité est maxima (voir figure 1).

Quand l'antenne est en résonance (ce que l'on doit toujours avoir pour obtenir les meilleurs résultats), l'impédance en son centre est une résistance pure et elle s'appelle la « résistance de rayonnement » ; cette dernière est un terme fictif adopté pour exprimer la puissance rayonnée par l'antenne. C'est la résistance qui dissiperait la même puissance HF que celle qui est rayonnée par l'antenne.

La résistance de rayonnement au nœud de tension (ou ventre de courant) dépend de la longueur de l'antenne et de la proximité de celle-ci par rapport aux masses rapprochées, telles que la terre, les lignes électriques, les toitures métalliques, qui chacune absorbent et rayonnent à nouveau l'énergie.

La résistance de rayonnement théorique d'une antenne quart d'onde reliée à la terre par une extrémité est de 36,57 ohms. Une antenne demi-onde, éloignée de la terre et de tous objets réfléchissants, a une résistance de rayonnement en son centre exactement du double, soit 73,14 ohms. En effet, chaque moitié de l'antenne demi-onde est traversée par la même intensité et rayonne la même énergie pour une tension HF appliquée égale à celle de l'antenne quart d'onde dont la base est mise à la terre.

Comme la puissance est la même tout le long de l'antenne, l'impédance en tous points de sa longueur exprime simplement le rapport entre la tension et le courant en ce point. La plus faible valeur d'impédance se présente donc au point où l'intensité est la plus élevée, c'est-à-dire au centre. L'impédance augmente uniformément lorsque l'on se rapproche des extrémités ; au centre d'une antenne demi-onde en résonance, elle est de 73 ohms et à ses extrémités de 2.400 ohms environ, sous réserve que le fil soit suffisamment éloigné du sol.

Pour une antenne verticale demi-onde dont l'extrémité inférieure est au niveau du sol, l'effet de réflexion du sol est d'accroître la résistance de rayonnement approximativement à 100 ohms. Avec une antenne demi-onde, la résistance de rayonnement (et naturellement l'énergie rayonnée pour un courant d'antenne donné) dépendra de la hauteur du fil au-dessus du sol, car la hauteur détermine l'angle de phase entre l'onde rayonnée directement et l'onde qui se combine avec celle-ci après réflexion sur le sol. Voir à ce sujet l'excellente étude de Babin F8ML parue dans « Radio-Ref », mai 1939.

La résistance de rayonnement croit généralement avec la longueur de l'antenne. Cet accroissement varie en plus ou en moins autour d'une moyenne d'augmentation constante ; ces variations sont causées par la réactance de l'antenne lorsque sa longueur ne lui permet pas d'entrer en résonance exacte à la fréquence d'utilisation.

En plus de la résistance de rayonnement, il existe une certaine résistance due aux pertes, qui se traduit par une perte de puissance haute fréquence. Ces pertes sont dues à la résistance ohmique du conducteur, à la plus ou moins bonne conductibilité du sol, à l'effet corona et aux pertes aux isolateurs ; elles atteignent rarement 5 % de la puissance appliquée à l'antenne, et de ce fait sont négligeables.

Antennes accordées. — Les antennes doivent toujours être accordées à la fréquence d'utilisation, sauf pour certains dispositifs spéciaux de rideaux aperiodiques directifs. Le rendement en rayonnement d'un fil en résonance est beaucoup plus élevé que celui d'un fil non accordé. Une antenne isolée de la terre (Hertz) aura toujours une longueur égale à un nombre pair de multiples de quart d'onde, tandis qu'une antenne mise à la terre (Marconi) devra toujours avoir un multiple impair de quart

d'onde ; cette longueur s'entend en longueur électrique définie plus haut.

Les antennes trop courtes en dimensions géométriques peuvent être allongées électriquement à l'aide d'une inductance placée en série. Les antennes trop longues peuvent être raccourcies d'environ 1/8 de longueur d'onde au moyen d'un condensateur série placé près du nœud de tension.

L'antenne demi-onde. — On peut conclure que l'antenne demi-onde est le type fondamental des antennes ondes courtes. Elle sert de base dans tous les systèmes d'antennes.

Nous avons vu la distribution du courant et de la tension dans le dipôle. En réalité, le courant n'est pas nul aux nœuds de courant (minima) en raison de la capacitance présentée par les extrémités du fil (effet d'extrémité). De même, la tension n'est pas nulle en ses nœuds à cause de la résistance d'antenne, qui consiste en la résistance haute fréquence du fil (résistance ohmique) et en la résistance de rayonnement. Pour une antenne demi-onde bien construite, la résistance ohmique est petite par rapport à la résistance de rayonnement, et elle peut être négligée en pratique.

Dénomination des types d'antennes. — Ce qui précède s'applique à toute antenne demi-onde (brin rayonnant) sans tenir compte de la méthode utilisée pour l'alimenter en puissance haute fréquence.

Les différents noms donnés aux antennes ondes courtes suivant le système de ligne d'alimentation (ou feeder) utilisé, tels que Zeppelin, Lévy, Hertz-Windom-Conrad, Doublet, etc., ou bien encore pour brin direct sans feeder tels que AOG, Fuchs, provoquent souvent des malentendus et l'on croit avoir affaire à des antennes différentes au point de vue dipôle. *Il n'en est rien. Si le brin rayonnant (qui doit être distingué du feeder) est un élément demi-onde, son fonctionnement sera exactement identique dans tous les types d'antennes, quel que soit leur nom distinctif.*

Dans tous les cas, le brin rayonnant se comportera comme celui que nous venons de décrire. La seule condition est que le feeder (si on en utilise un) ne doit pas rayonner lui-même de façon appréciable, car s'il rayonnait (et cela arrive plus souvent qu'on ne le croit) il prendrait une part importante dans le système rayonnant et en troublerait profondément le fonctionnement.

Un type d'antenne n'est pas meilleur qu'un autre. Bien adaptée et bien réglée, une antenne demi-onde doit donner le même rendement quel que soit le dispositif du feeder. Seules les conditions d'emplacement font donner la préférence à un type ou à un autre. C'est pourquoi nous donnons ci-après une étude détaillée des antennes Zeppelin et Lévy, qui à tort sont délaissées depuis quelques années par les amateurs, qui les croient inférieures aux autres types. Elles sont par excellence les antennes du débutant, par leur facilité de mise au point, et de nombreux anciens (dont l'auteur) qui leur doivent de magnifiques communications DX, continuent à les utiliser.

ANTENNES ZEPPELIN ET LEVY

Généralités. — Ces deux types d'antennes ont été largement utilisés par les amateurs en ondes courtes. Elles sont simples à réaliser, faciles à prédéterminer et à accorder, et de plus elles peuvent fonctionner sur harmoniques en modifiant simplement soit la longueur, soit l'accord des feeders.

Ces antennes fonctionnent dans des conditions analogues, c'est pourquoi nous les étudierons conjointement. Toutes deux sont alimentées par

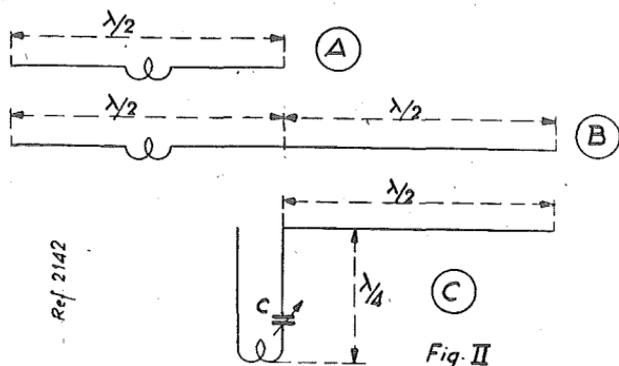
des feeders à ondes stationnaires, c'est-à-dire des feeders accordés à la résonance de la fréquence d'émission.

Le brin rayonnant est du type demi-onde, ou multiple de demi-onde. On doit toujours le dégager au maximum de tous les objets environnants qui forment écran et absorbent en pure perte l'énergie haute fréquence rayonnée par l'antenne. C'est pour cela que l'on utilise une ligne d'alimentation (feeder), non rayonnante, pour transporter l'énergie avec le minimum de pertes de l'émetteur au brin rayonnant.

Il existe de nombreux types de feeders, que l'on classe en deux catégories : feeders à ondes stationnaires, feeders à ondes progressives. Les premiers sont utilisés avec les antennes Zeppelin et Lévy, aussi allons-nous les étudier tout spécialement.

Feeders à ondes stationnaires. — Ce feeder est composé de deux fils parallèles. C'est simplement une antenne unifilaire dipôle repliée sur elle-même, de sorte que le rayonnement d'une moitié est annulé par le rayonnement déphasé (opposé en phase) provenant de l'autre moitié.

La figure 2 permet de comprendre facilement le fonctionnement. En « A » nous avons un dipôle (antenne Hertz simple) alimenté en son centre



Feeder à ondes stationnaires

au moyen d'une bobine de quelques spires. En « B » nous ajoutons à une extrémité du dipôle un second brin rayonnant d'une longueur de demi-onde (second dipôle) ; le fonctionnement en haute fréquence n'est pas modifié, le dispositif marchant en multiple de demi-onde. La figure « C » est exactement la même que la figure « B », sauf en ce qui concerne le dipôle initial (dans lequel est insérée la bobine de couplage) qui a été replié sur lui-même. On voit facilement de la sorte que chaque moitié de la partie repliée doit avoir une longueur d'un quart d'onde.

Toutefois, l'adjonction de la bobine de couplage modifie la longueur électrique de l'antenne ; elle serait trop longue, et on la réduit électriquement à l'aide d'un condensateur variable d'accord C placé en série (figure 2 C). Donc chaque partie repliée ne devra pas avoir une longueur métrique exactement égale à un quart d'onde ; seule compte la « longueur électrique », qui sera, elle, égale à un quart d'onde.

**Sauvegardez vos fonds... VENDEZ VOTRE FONDS au mieux
par PIERREFONDS « le spécialiste de la radio »**

Un tel feeder est le siège d'ondes stationnaires. Sa longueur doit être égale à un multiple entier de quart d'onde. La figure 3 représente les deux types de feeders à ondes stationnaires les plus couramment utilisés, avec la distribution du courant et de la tension. La courbe du courant est en traits pleins, celle de la tension en traits pointillés. Nous rappelons qu'à un maximum de courant (ventre) correspond un minima de tension (nœud) et vice-versa.

Le feeder quart d'onde (figure 3 A) a un ventre de courant à l'extrémité dite « fermée » et un nœud de courant à l'autre extrémité dite « ouverte » ; c'est l'inverse pour la tension.

Le feeder demi-onde (figures 3 B et 3 C) a les mêmes valeurs de courant et de tension à chaque extrémité ; si la ligne est fermée à un bout, il y a un ventre de courant (maximum) aux deux extrémités et la tension y est minima (nœud). Si les deux bouts sont ouverts, il y aura un nœud de courant (minimum) et un ventre de tension (maximum) aux extrémités.

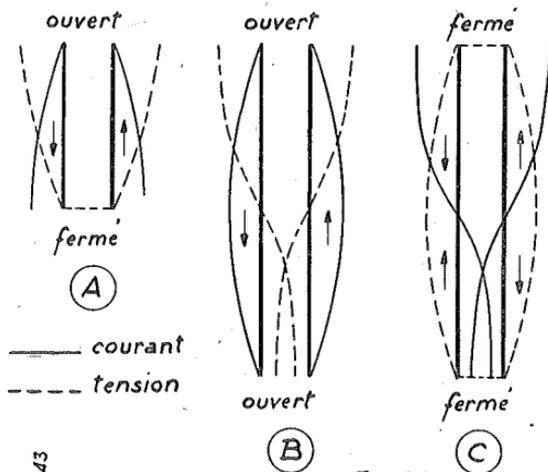


Fig. III

Feeder à ondes stationnaires

Les termes « ouvert » et « fermé » ne veulent pas dire nécessairement que le feeder est isolé ou court-circuité. L'extrémité « ouverte » sera connectée à un circuit à tension élevée (ventre de tension) et à faible courant (nœud de courant), tandis que l'extrémité « fermée » sera reliée à un circuit à faible tension (nœud de tension) et courant élevé (ventre de courant). Se reporter aux trois types de la figure 3.

Un tel feeder convient remarquablement pour l'alimentation d'une antenne accordée. Reportons-nous à la figure 1 ; nous voyons que l'extrémité d'une antenne demi-onde est à un ventre de tension (maximum) et à un nœud de courant (minimum). On connectera donc à ce point l'extrémité ouverte du feeder quart d'onde de la figure 3 A, ce qui donnera le montage de la figure 4 A dans laquelle nous représentons seulement la courbe de répartition du courant ; la courbe de répartition de la tension s'en déduit automatiquement, d'après ce que nous avons vu précédemment.

Placez à coup sûr vos fonds ... ACHETEZ VOTRE FONDS
chez PIERREFONDS « le spécialiste de la radio »

ment. A l'extrémité émetteur du feeder, nous aurons un ventre de courant, d'où alimentation en courant (intensité) à l'aide d'une bobine de quelques spires et d'un condensateur d'accord en série.

Si le feeder a une longueur d'une demi-onde (figure 4 B) le courant sera à un minimum à l'extrémité émetteur et également côté antenne; il faudra adopter l'alimentation en tension, donc utiliser un circuit oscillant parallèle (identique à celui du circuit plaque) couplé à l'émetteur.

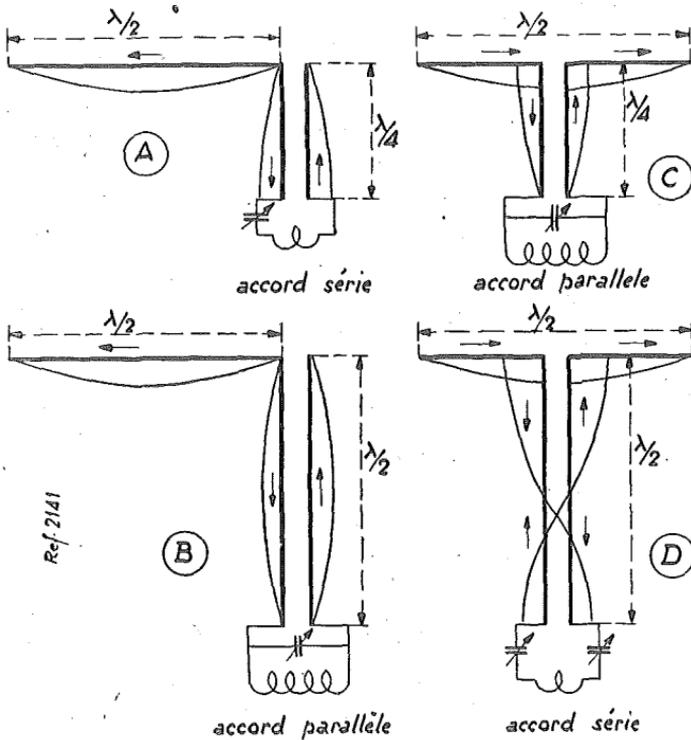


Fig. IV

Antenne Zeppelin (à gauche)

Antenne Levy (à droite.)

Une telle antenne, dont l'alimentation du brin rayonnant (dipôle) se fait à une de ses extrémités par feeder à ondes stationnaires (figures 4 A et 4 B) n'est autre que l'antenne Zeppelin.

Le feeder peut aussi être inséré au centre de l'antenne, où se trouve le ventre de courant (maximum). Les feeders quart-d'onde et demi-onde, en suivant le raisonnement précédent, seront disposés comme figures 4 C et 4 D. L'extrémité antenne du feeder doit être fermée; on utilisera donc l'accord parallèle pour feeder quart-d'onde et accord série pour

FONDS de radio dans toute la France.. VENTE ET ACHAT

voyez PIERRE FONDS « le seul spécialiste »

feeder demi-onde. L'antenne à alimentation au centre en courant, est connue en France sous le nom d'antenne Lévy. Le mode d'alimentation du feeder est inverse de celui de la Zeppelin, suivant la longueur du feeder.

On notera que c'est le brin rayonnant qui détermine la distribution du courant et de la tension ; le dispositif d'attaque du feeder doit être prévu en conséquence. On ne peut nullement modifier cette distribution depuis l'extrémité « émetteur » du feeder.

Longueur du feeder. — Comme pour le brin rayonnant la longueur métrique à donner au feeder n'est pas exactement la même que la longueur de l'onde dans l'espace. Si les deux fils parallèles composant le feeder ne sont pas trop rapprochés (voir paragraphe suivant), la longueur métrique sera inférieure de 2,5 % à la longueur d'onde. Ainsi un feeder demi-onde sera légèrement plus long qu'un brin rayonnant demi-onde.

Toutefois, le dispositif d'accord du feeder permet une certaine latitude dans cette longueur, et supprime la nécessité de couper le feeder à un multiple exact de quart d'onde. Il est possible avec un feeder d'une longueur métrique inférieure de 25 % de la longueur exacte d'accorder correctement le système. On adoptera, suivant le cas, l'accord série ou parallèle, cet accord dépendant de la longueur du feeder plus ou moins rapprochée d'un multiple pair ou impair de quart-d'onde.

Par exemple, pour une longueur d'onde de 40 mètres, le feeder quart-d'onde aura approximativement une longueur de 10 mètres, qui peut être réduite à 7 m. 50, avec un accord série et en utilisant une bobine de couplage suffisamment importante ; cette bobine sera munie de prises, ce qui facilitera l'accord en faisant varier l'inductance. Un feeder de 15 mètres peut être utilisé à la même fréquence, en réduisant au minimum le nombre de spires de la bobine et en adoptant une faible capacité d'accord.

Mais cette méthode n'est pas recommandable, et chaque fois que cela est possible, il est préférable d'adopter un multiple exact de quart-d'onde, diminué de 2,5 % comme indiqué précédemment. C'est le meilleur moyen pour éviter les difficultés d'accord qui surgissent souvent lorsque l'on s'écarte des longueurs correspondant à l'accord série ou l'accord parallèle.

Écartement des fils du feeder. — Pour obtenir une annulation efficace du rayonnement du feeder, l'écartement des deux fils devra être réduit par rapport à la longueur d'onde ; une distance entre fils de 1 % de la longueur d'onde, ou moins, est convenable. Une valeur moyenne pratique est de 150 mm.

(A suivre.)

J. BASTIDE F8JD.

CQ de F8TS

AVIS IMPORTANT AUX ANNONCEURS DE «RADIO-REF»

(extrait de nos conditions générales d'insertion)

La première composition est, seule, gratuite.

Tous changements suivants seront facturés au tarif syndical.

Ces changements devront être expressément demandés à notre Chef de publicité Mr. NUNES, au plus tard un mois avant la date de parution. Il est entendu, qu'en aucun cas, nous ne solliciterons le Client à cet effet, et que, sauf avis contraire de sa part dans le délai précité,

— la première composition restera valable. —

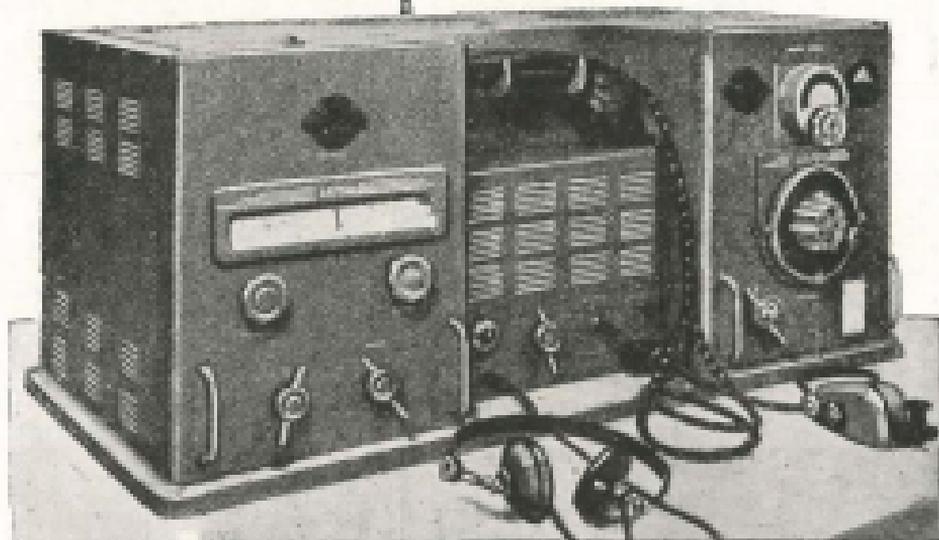
BRONZAVIA

S.A.



207, B^{ld} Saint-DENIS

COURBEVOIE (Seine)



ÉMETTEUR-RÉCEPTEUR "S.A.R.A.M." TYPE 5-10

ÉMETTEURS-RÉCEPTEURS

DE TRAFIC

"S.A.R.A.M."

Les antennes d'émission

Zeppelin et Lévy

(suite)

Pratiquement, un écartement trop faible, particulièrement avec de longs feeders, risque de provoquer des incidents. En effet, sous l'effet du vent, les fils se balancent l'un par rapport à l'autre ; si la distance est trop petite, il faudra mettre de nombreux bâtonnets isolateurs d'écartement pour éviter que les fils n'entrent en contact, ce qui alourdit le feeder et augmente les pertes le long de ces isolateurs. Le balancement provoque aussi un désaccord variable, dû à la variation de capacité des deux fils l'un par rapport à l'autre par suite de l'écartement instable ; ce désaccord réagit sur l'émetteur en produisant des variations correspondantes de charge. L'écartement de 150 mm. entre fils est un compromis, qui donne en pratique de bons résultats.

Antenne Zeppelin. — Elle doit son nom au fait qu'elle a été utilisée pour la première fois sur les dirigeables rigides allemands, dans le but d'éloigner la partie rayonnante de l'antenne de la masse métallique importante que constituent les charpentes de ces aéronefs. Les Américains l'appellent couramment « Zepp », ce qui sonne plus agréablement à nos oreilles.

Le rendement de la Zepp est un peu moins élevé que celui d'une antenne avec feeder à ondes progressives (feeder torsadé ou concentrique). Mais si l'espace est limité et si on désire émettre sur l'onde fondamentale et ses harmoniques, elle a de très nets avantages sur ceux-ci. Ce qui, en définitive, conduit à un rendement moyen comparable.

La longueur du brin rayonnant sera calculée d'après les indications données précédemment ; elles sont générales et, ainsi que nous l'avons dit, s'appliquent à toutes les antennes du type Hertz, fonctionnant en demi-onde ou multiples.

Les deux fils du feeder seront maintenus écartés à l'aide de bâtonnets en quartz, stéatite ou plus simplement en verre. Les deux premiers isolants sont particulièrement recommandés pour obtenir le minimum de pertes dans cette partie de l'aérien. En effet, si un feeder bien réglé ne rayonne presque pas à distance, son champ immédiat est important et peut donner lieu à des pertes importantes ; ainsi, à l'extrémité antenne du feeder, la différence de potentiel HF est égale au double de la tension HF développée dans l'antenne par l'émetteur.

Comme nous l'avons vu, et nous insistons sur ce point, il est indispensable que les deux fils composant le feeder forment un bloc mécaniquement indéformable ; on disposera dans ce but un bâtonnet d'écartement tous les mètres ou au maximum tous les deux mètres. Le trajet du feeder devra être aussi rectiligne que possible, les changements de direction se feront avec un grand rayon de courbure. Eviter la proximité immédiate de masses importantes (murs, arbres, fils électriques, etc.) qui, en plus des pertes, créent des dissymétries dans le champ du feeder.

Il est tout à fait inutile d'utiliser deux condensateurs variables dans le but d'équilibrer le courant dans le feeder (cas de l'accord en série), c'est-à-dire de mettre un condensateur dans chaque fil du feeder. Par suite de l'alimentation en bout de la Zeep, le feeder n'a pas à être équilibré en courant et en phase, car l'un des fils est « en l'air ». Le système est naturellement déséquilibré dans son ensemble. Il suffit donc d'un seul condensateur variable que l'on placera de préférence sur le fil relié au brin rayonnant, mais ce n'est pas obligatoire.

Lorsque le feeder aura une longueur égale à un multiple impair de quart d'onde, il sera couplé à l'émetteur avec un accord série, suivant figure 4. La bobine aura quelques spires environ 2 ou 3 spires pour 14 Mc/s, 5 ou 6 pour 7 Mc/s, une dizaine pour 3,5 Mc/s. Ce nombre de spires sera ajustable à l'aide d'une pince. Le condensateur variable aura une capacité maxima de 250 à 350 $\mu\mu\text{F}$ pour 3,5 Mc/s que l'on peut réduire à 100 $\mu\mu\text{F}$ pour 14 et 28 Mc/s. Ce condensateur se trouvant en un point à faible tension, l'écartement des lames n'a pas à être grand ; on prendra un condensateur variable de réception pouvant tenir une tension de 1.000 volts. Toutefois, pour les émetteurs phonie puissants, il sera nécessaire d'avoir un écartement de lames plus grand, de l'ordre de 2 à mm.

Un feeder de longueur égale à un multiple de quart d'onde (autrement dit multiple de demi-onde), sera alimenté avec accord parallèle, suivant figure 4 B. La bobine et le condensateur variable seront identiques à ceux constituant le circuit plaque de l'étage de puissance de l'émetteur. Il sera avantageux de prendre un rapport L/C élevé, c'est-à-dire forte inductance et faible capacité. Le couplage entre ces deux circuits oscillants se fera avantageusement par « link » ; voir à ce sujet l'étude que nous avons fait paraître dans un précédent numéro de RADIO-REF.

Réglage de la Zeppelin. — L'antenne Zepp est constituée par deux systèmes accordés : le brin rayonnant (ou dipôle) et le feeder. Tous deux sont parcourus par des ondes stationnaires. On accordera ces deux systèmes l'un après l'autre.

On règle en premier lieu le feeder. On isole momentanément le brin rayonnant, en coupant le feeder à son point de jonction avec le dipôle. On couple faiblement la bobine antenne au circuit plaque de l'émetteur, dont on fait varier la fréquence jusqu'au maximum d'intensité de l'ampèremètre thermique inséré dans l'un des fils du feeder. On vérifie que l'on est sur la fréquence voulue. Si la résonnance tombe trop haut ou trop bas, on raccourcira ou on rallongera suivant le cas chaque fil du feeder du quart de la différence constatée en longueur d'onde. On vérifie, après l'opération, que cette nouvelle longueur est la bonne.

Ensuite on règle le brin rayonnant. Pour cela on raccorde le feeder au dipôle et on recherche le nouveau maximum au thermique. Ce maximum doit se trouver sur la fréquence correspondant au réglage précédemment trouvé pour le feeder. Sinon, on retouchera la longueur du brin rayonnant seul, sans modifier en quoi que ce soit le feeder déjà réglé.

Si l'émetteur est piloté par quartz, on peut faire varier la fréquence. Voici, dans ce cas, comment l'on procède, méthode qui s'applique à tous systèmes d'antennes.

On constitue un auto-oscillateur de faible puissance, si possible étaloné directement, ou pouvant l'être par comparaison à un ondemètre ou à un récepteur. Cet oscillateur comportera, par exemple, une penthode de réception 6J7 ou similaire, montée en ECO, ce qui suffit largement pour fournir l'énergie HF nécessaire à l'essai. La tension plaque sera de 200 à 250 volts. On règle l'oscillateur sur la fréquence pour laquelle l'énergie absorbée par l'antenne est maxima, ce qui se constate soit à

l'aide d'un milliampèremètre placé dans le circuit plaque, soit avec une ampoule de lampe de poche insérée dans l'antenne (le maximum d'éclat de l'ampoule indique la résonance). On mesure alors la fréquence d'émission et on procède comme il a été dit plus haut.

Noter que l'effet des masses environnantes est d'absorber de l'énergie HF. On peut comparer cet effet à celui d'un blindage que l'on approche d'un circuit oscillant normal. En particulier, la fréquence de résonance du circuit augmente (longueur d'onde diminue) sous l'effet du blindage. C'est ce qui explique que l'on constate souvent que, malgré le calcul, la longueur de l'aérien soit trop grande.

De toutes façons, il est préférable de monter l'antenne un peu longue, car il est plus facile de la raccourcir que de l'allonger.

Antenne universelle type F8RJ. — Grossin F8RJ a donné, en 1931, dans notre revue RADIO-REF, la description d'une antenne d'émission universelle, type Zeppelin, pouvant fonctionner sur toutes les bandes amateur de 1,75 à 28 Mc/s, et permettant un passage rapide d'une bande à l'autre. Le dispositif donne au moins deux combinaisons dans les bandes principales (3,5 — 7 — 14 Mc/s) pour avoir des effets directifs et des fréquences de résonance différentes. Cette antenne universelle est donnée, avec ses diverses combinaisons, figure 5.

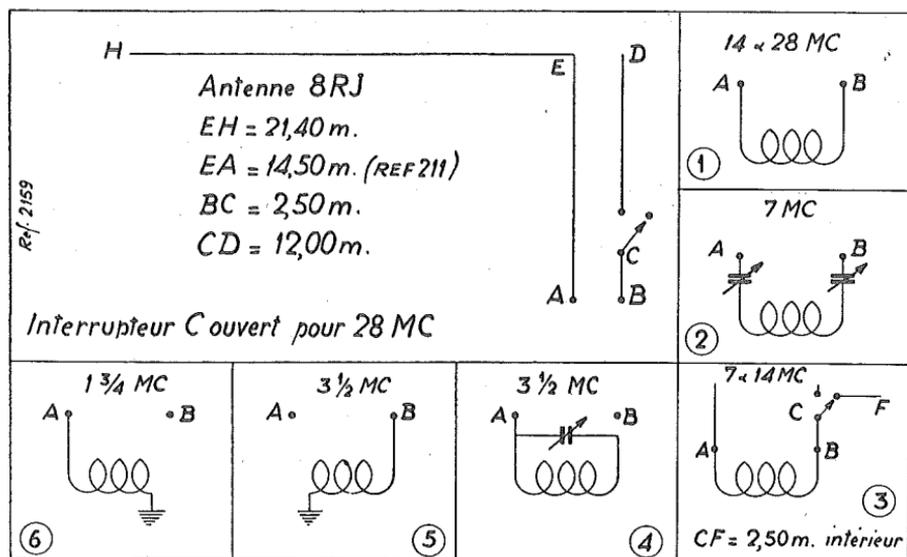


Fig. V

La principale difficulté fut celle d'exciter correctement l'antenne pour toutes les longueurs d'onde. Sous peine de diminuer sensiblement le rendement, une antenne excitée en tension doit effectivement l'être au voisinage **immédiat** d'un ventre de tension; de même pour une excitation en intensité elle doit être excitée au voisinage immédiat d'un ventre de courant. Le principal défaut de cette antenne universelle est son manque de rendement sur 7 Mc/s; pour chiffrer ce défaut, dans son article, F8RJ estime qu'il faut, pour obtenir les mêmes résultats, deux fois plus de puissance qu'avec une Zeppelin à dipôle de 20 mètres et feeder de 10 mètres.

Le couplage Collins était inconnu en 1931. Son application à l'antenne universelle de F8RJ permettra de corriger le défaut précité.

En se reportant à la figure 5, les modes de fonctionnement sur les différentes bandes sont les suivants :

Repère 1. — a) Pour 14 Mc/s, antenne Zeppelin, fil rayonnant en onde entière (deux demi-ondes), feeder de $3/4$ de longueur d'onde, excitation au ventre d'intensité.

b) Pour 28 Mc/s, antenne Zeppelin, fil rayonnant en $7/2$ de longueur d'onde, feeder à $1/4$ de longueur d'onde, excitation au ventre d'intensité.

Repère 2. — Pour 7 Mc/s, antenne Zeppelin, fil rayonnant en $1/2$ onde, feeder ramené à $1/4$ de longueur d'onde par des condensateurs en série. L'excitation près d'un ventre de courant laisse toutefois à désirer.

Repère 3. — a) Pour 14 Mc/s, antenne vibrant en onde double, excitation au ventre d'intensité.

b) Pour 7 Mc/s, antenne vibrant en demi-onde, excitation près d'un ventre d'intensité (laisse également à désirer).

Repère 4. — Pour 3,5 Mc/s, antenne Fuchs demi-onde, excitation à un ventre de tension.

Repère 5. — Pour 3,5 Mc/s, antenne Marconi quart d'onde (avec prise de terre), excitation à un ventre d'intensité.

Repère 6. — Pour 1,75 Mc/s (cette bande, autorisée avant-guerre, ne nous a pas été rendue), antenne Marconi quart d'onde, excitation à un ventre d'intensité.

Antenne Zeppelin type F8EX. — Denimal F8EX a décrit, dans RADIO-REF de décembre 1938, un type d'antenne spéciale Zeppelin qui s'est révélé excellente pour le DX. Nous utilisons cette antenne avec succès depuis la reprise du trafic amateur.

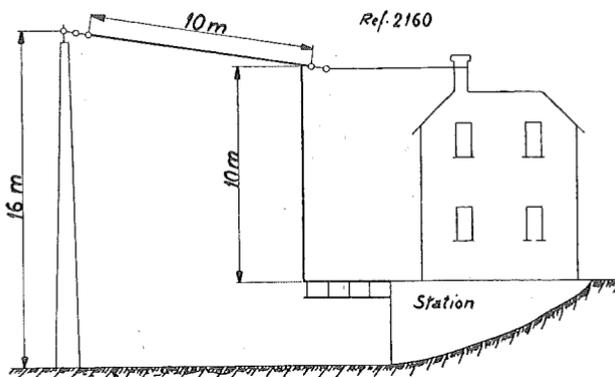


Fig. VI

La disposition est donnée figure 6. Elle se compose d'un brin demi-onde horizontal, et en série un brin demi-onde vertical. Le feeder est normal. Les essais effectués avec deux brins de 10 mètres (soit 20 mètres pour les deux) ont permis d'améliorer très sensiblement le trafic DX sur la bande 14 Mc/s. Sans modification (sauf en ce qui concerne l'alimentation du feeder côté émetteur), elle se comporte de façon excellente sur les bandes 7 et 28 Mc/s. L'accord se fait sans aucune difficulté. Il est probable que les résultats obtenus en DX sont imputables à l'angle de rayonnement dû à l'action des deux brins, dont l'un est vertical et l'autre horizontal. Les deux diagrammes de rayonnement des deux brins étant

différents, une partie de l'énergie rayonnée se trouve plus facilement dans l'angle favorable aux divers DX, suivant l'heure du trafic.

Bien entendu, il est indispensable que le brin vertical soit aussi dégagé que possible des masses environnantes, sinon on dépenserait de l'énergie HF en pure perte. La longueur du feeder sera déterminée en conséquence.

Antenne Lévy. — L'antenne Lévy est alimentée au centre, c'est-à-dire à un ventre de courant et à un nœud de tension. C'est une antenne symétrique, donc équilibrée, si bien entendu les deux moitiés du dipôle sont égales. Les figures 4 C et 4 D montrent l'antenne Lévy pour des longueurs de feeder quart d'onde et demi-onde.

Étant donné que cette antenne est alimentée à un ventre de courant (ce qui correspond à un minimum de tension) alors que la Zepp est alimentée à un ventre de tension (maximum de tension), l'alimentation du feeder sera différente : accord parallèle pour feeder quart-d'onde, accord série pour feeder demi-onde.

L'antenne étant équilibrée, on a tendance à utiliser pour l'accord série un condensateur variable sur chaque fil du feeder. Mais rien ne s'oppose à l'usage d'un seul condensateur comme pour la Zepp.

Tout ce que nous avons dit par ailleurs pour l'antenne Zeppelin s'applique à l'antenne Lévy.

Accord des antennes Zeppelin et Lévy. — Le mode opératoire avec l'accord série (ventre de courant côté émetteur) est le suivant :

Le condensateur d'antenne est mis au minimum de capacité. On couple faiblement la bobine d'antenne au circuit oscillant plaque de l'émetteur et on observe le courant plaque de l'étage de puissance. On augmente lentement la capacité du condensateur d'antenne en surveillant l'augmentation du courant plaque, qui indique que le système d'antenne se rapproche de la résonance avec la fréquence d'émission. On continue l'opération jusqu'à obtenir au milliampèremètre plaque la valeur normale de courant plaque ; si, en augmentant encore la capacité, le courant plaque devient supérieur à la normale, on devra réduire le couplage de la bobine d'antenne. Comme le circuit d'antenne réagit sur le circuit accordé de plaque, ce dernier sera réajusté à la résonance (qui est indiquée par le minimum de courant plaque) ; ce minimum doit correspondre à l'intensité normale du tube d'émission.

Utiliser toujours pour la bobine d'antenne un degré de couplage qui amène exactement le courant plaque à la valeur normale quand le condensateur d'antenne passe sur l'accord exact de la résonance. L'ampèremètre thermique d'antenne indiquera le maximum de courant dans le feeder à la résonance ; ce thermique n'est pas indispensable, mais il est utile pour indiquer la puissance maxima de l'émetteur.

Avec l'accord parallèle, la méthode est identique ; le condensateur d'accord d'antenne est alors placé en dérivation sur la bobine d'antenne.

Courant dans le feeder. — L'intensité lue à l'ampèremètre thermique placé dans le feeder est seulement utile pour l'accord ; sa valeur absolue est de faible importance. Avec l'accord série, le courant sera élevé (ventre de courant) ; il sera très faible avec l'accord parallèle (nœud de courant). Les quatre schémas de la figure 4 montrant la distribution du courant dans le feeder, permettent de s'en rendre compte.

Avec une antenne et un système d'accord donnés, la puissance sera d'autant plus grande que l'indication du thermique sera élevée. Toutefois, si l'on changeait la longueur du feeder, on ne pourrait déduire aucune conclusion utile entre la nouvelle et l'ancienne lecture. Les indications données par un ampèremètre thermique d'antenne ne sont que relatives, et ne donnent aucune précision sur la puissance absorbée par deux antennes différentes.

Longueur incorrecte du brin rayonnant. — Nous avons vu précédemment qu'une différence de quelques « pour cent » dans la longueur du brin rayonnant type demi-onde ou dipôle n'a que des conséquences négligeables. Ceci est vrai pour le brin rayonnant considéré seul, mais non pour le feeder à ondes stationnaires proprement dit. Il en résulte un effet préjudiciable au fonctionnement de l'ensemble du système de l'antenne. Ce défaut est particulièrement sensible pour la Zeppelin.

Reprenons la figure 4 A, qui indique la distribution du courant dans une antenne demi-onde et un feeder quart-d'onde, quand la longueur du brin rayonnant est correcte. A la jonction du feeder avec le brin rayonnant, les courants dans les deux fils du feeder sont égaux en tous les points correspondants sur toute la longueur. Le feeder est correctement équilibré.

Si le brin rayonnant est trop long, le minimum de courant se trouvera sur le brin rayonnant, mais à une certaine distance du point de jonction avec le feeder, de sorte qu'il y aura un courant appréciable à l'extrémité du feeder actif, tandis qu'à l'extrémité du feeder « en l'air », le courant est nul. Le résultat est que les courants des deux fils du feeder ne sont pas équilibrés, et le feeder rayonnera une certaine puissance haute fréquence.

Un déséquilibre du feeder se produit également si le brin rayonnant est trop court. Le minimum de courant se trouve alors déporté sur le fil actif du feeder, entraînant à nouveau une annulation incorrecte du rayonnement.

Plus le déséquilibre est important et plus le rayonnement du feeder est élevé. Il en résulte qu'une partie parfois importante de la puissance haute fréquence produite par l'émetteur est rayonnée par le feeder mal dégagé, d'où pertes dans les masses qui l'entourent.

L'antenne Lévy, alimentée au centre, est un système équilibré. Donc l'effet d'une longueur incorrecte du brin rayonnant se trouve contrebalancé, de sorte que le feeder fonctionne convenablement dans toutes les conditions (voir figure 4 C). Si les deux moitiés du brin rayonnant ont exactement la même longueur et si aucune masse environnante ne vient détruire la symétrie, la distribution du courant sera symétrique, de sorte qu'il n'existera aucun déséquilibre, même avec une longueur de brin rayonnant largement différente de la valeur exacte.

Couplage Collins. — Souvent, malgré les précautions prises, l'antenne avec son feeder n'est pas exactement réglée sur la fréquence d'émission. en particulier lorsque l'on désire émettre sur diverses fréquences dans une même bande, ou plus simplement pour le fonctionnement sur harmoniques.

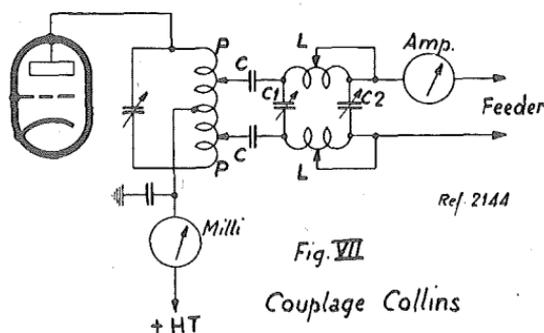
Le couplage Collins permet d'attaquer n'importe quelle antenne, de longueur quelconque, avec n'importe quel émetteur. Le dispositif donne une sensible atténuation des harmoniques, avec renforcement de la puissance sur l'onde fondamentale. Il fonctionne comme un filtre passe-bas.

La figure 7 représente le schéma du couplage Collins pour antennes Zeppelin ou Lévy, à deux feeders parallèles à ondes stationnaires. Nous avons représenté le cas d'un amplificateur de puissance à un seul tube; rien n'est modifié pour un amplificateur symétrique à deux tubes.

Les condensateurs fixes C sont des condensateurs d'isolement, utilisés avec l'alimentation série du circuit oscillant de plaque. Avec l'alimentation plaque parallèle, ces condensateurs sont inutiles, le circuit oscillant n'étant porté à aucun potentiel continu. Leur valeur est de l'ordre de 0,002 μF .

Les deux bobines L sont identiques, mais aucun couplage magnétique ne doit exister entre elles; pour cela on les placera à angle droit, comme les branches d'un T. La valeur de ces bobines n'est pas critique; on prendra en général moitié nombre de spires de la bobine plaque, et une connexion souple terminée par une pince crocodile permettra de court-circuiter, à la demande, plus ou moins de spires.

Les condensateurs variables C_1 et C_2 auront une capacité maximum assez forte, 250 à 300 $\mu\mu\text{F}$. Pour des puissances jusqu'à 50 watts, on adoptera des variables type réception, en choisissant un modèle à lames suffisamment écartées. Le rotor sera isolé de la masse.



Les prises P sur la bobine plaque sont placées symétriquement par rapport au point neutre (point milieu) de la bobine plaque; leur position par rapport à ce point neutre détermine la charge prise par l'antenne, cette charge augmentant au fur et à mesure que l'on se rapproche des extrémités de la bobine.

Le réglage du Collins s'effectue de la façon suivante :

1° Les prises P sont débranchées, la tension plaque appliquée. On règle l'accord du circuit plaque à la résonance, qui est obtenue pour le minimum de courant plaque. Ce réglage est fait **une fois pour toutes**, et on ne doit plus y toucher par la suite.

2° Après avoir coupé la tension plaque, on branche les prises P à environ un quart du nombre de spires depuis le point neutre de la bobine plaque. Le condensateur variable C_2 est réglé au maximum de capacité.

3° L'opération suivante doit se faire rapidement, sinon la vie du tube de l'étage de puissance serait abrégée. Appliquer la tension plaque et tourner rapidement le condensateur variable C_1 jusqu'à obtenir un minimum de courant plaque. Ce minimum sera supérieur au minimum de l'essai à vide, mais vraisemblablement inférieur au courant normal de fonctionnement du tube.

4° On diminue lentement la capacité de C_2 en rajustant chaque fois la valeur de C_1 de façon à avoir toujours un minimum de courant plaque. La valeur de ces minima augmente régulièrement.

5° Observer en même temps l'ampèremètre thermique d'antenne. L'intensité antenne augmente d'abord régulièrement, passe par un maximum, puis diminue. On règle le Couplage Collins pour une capacité de C_2 légèrement supérieure au maximum d'intensité antenne.

6° Dans le cas où, pour le réglage précédent, le courant plaque n'aurait pas la valeur normale indiquée par le constructeur du tube, ou bien si avec C_2 au minimum on n'obtenait pas le maximum de courant antenne, déplacer les prises P vers les extrémités de la bobine et recommencer les réglages. Modifier au besoin le nombre de spires des bobines L à l'aide de la connexion de court-circuit (pince crocodile).

Le dispositif de couplage Collins doit être placé aussi près que possible de l'émetteur, mais toutefois à une distance telle qu'il n'y ait pas d'induction avec la bobine plaque.

Dans le cas d'une antenne avec un seul feeder (antenne Hertz-Windom-Conrad par exemple), la bobine L inférieure est supprimée, et le rotor des deux condensateurs variables C_1 et C_2 relié à la masse à l'aide d'une connexion de forte section. Seule la prise P supérieure est conservée. Les réglages se conduisent de la même façon que ci-dessus.

Une variante au montage ci-dessus consiste à remplacer les prises P par une bobine de quelques spires placées au centre de la bobine plaque. L'avantage est que l'on ne risque pas de détériorer le tube de puissance de l'émetteur par une surcharge. Mais le réglage est un peu plus délicat ; on l'effectue toutefois de la même façon.

Choix du fil d'antenne. — Condamnons sans appel tous les câbles torsadés et divisés. En effet, lorsque l'on établit une antenne, on mesure la distance entre les extrémités du fil ; or la distance parcourue par l'onde, qui est la seule qui nous intéresse, peut lui être nettement supérieure. Par exemple, dans le cas du câble à fils torsadés, au bout d'un certain temps, l'oxyde isole les brins entre eux et l'onde, au lieu de se propager en ligne droite sur le câble, doit suivre chaque brin constituant le câble : l'antenne se révélera trop longue. Ce phénomène est d'ailleurs très complexe : mauvais contacts, fils en parallèles, effet de self-induction, etc. L'effet sera pire avec le câble tressé.

Les courants à haute fréquence qui parcourent l'antenne circulent surtout en surface, et cela d'autant plus que la fréquence est plus élevée. Or l'étain est un mauvais conducteur électrique ; nous rejeterons également tous les conducteurs étamés. Même chose pour le zinc, donc pas de fil galvanisé.

On emploiera uniquement du fil de cuivre plein, du type utilisé pour les lignes électriques aériennes en cuivre électrolytique, diamètre 16/10 à

30/10. L'oxyde qui recouvre à la longue le cuivre, offre une résistance plus élevée aux courants haute fréquence que le cuivre pur. Certains techniciens recommandent à cet effet l'utilisation de fil de cuivre émaillé (mais non étamé), mais l'expérience montre qu'une oxydation normale du fil de cuivre n'influe pas sur le rendement de l'antenne. On évitera toutefois de placer l'antenne à proximité des cheminées, dont les fumées, parfois sulfureuses, attaquent le cuivre.

Adopter le même diamètre de fil pour le brin rayonnant et pour le feeder. Le fil du brin rayonnant, subissant une certaine tension mécanique, sera en cuivre mi-dur, de préférence au cuivre recuit sujet à l'allongement. Pour le feeder, on peut adopter le fil recuit, plus souple et moins sujet à la traction. Toutes les épissures seront soudées, soudure à la résine exclusivement.

Isolateurs. — Employer uniquement des isolateurs forme tibias, et retenir les maillons vedovelli et œufs en porcelaine ou verre. Les tibias seront de préférence du modèle Pyrex bien connu ; le type en porcelaine ou stéatite est bon également, mais plus fragile. Les tibias en ébonite ou bakélite ont le grave inconvénient de se recouvrir de poussières incrustées et ne sont pas stables lorsqu'ils sont soumis aux intempéries. Depuis la guerre, on peut trouver des isolateurs américains de la nouvelle technique, mais nous n'avons pu nous en procurer ; ils doivent répondre à toutes les exigences.

L'isolement de l'antenne sera fonction de la puissance de l'émetteur, mais on ne saurait prendre trop de précautions pour assurer l'isolement maximum. Il vaut mieux exagérer le nombre d'isolateurs, surtout dans les agglomérations où l'air est chargé de fumées et de poussières et également au bord de la mer.

Le maillon vedovelli (ou similaire) paraît présenter une longue ligne de fuite, en raison de ses ailes. Mais les deux trous, quoique se coupant à angle droit, sont très rapprochés et il se produit des pertes par capacité entre les deux conducteurs passant dans les trous, qui viennent s'ajouter aux pertes diélectriques à l'intérieur de la porcelaine. Le mal est encore plus grand lorsque le câble de retenue est métallique.

Haubans. — Lorsque l'on utilise des haubans métalliques, pour maintenir les mâts d'antenne, il est indispensable de les couper par des isolateurs, afin d'éviter des pertes HF vers la terre. Les isolateurs du type vedovelli conviennent parfaitement dans ce cas.

On pourra prendre comme distance des isolateurs une progression arithmétique : le premier isolateur à un mètre, en partant du sommet du mât ; le second à deux mètres du premier, etc. Le principal est d'éviter d'avoir entre deux isolateurs une longueur de hauban métallique égale à une demi-longueur d'onde d'émission.

Conclusion. — Le but de cet article était la description des antennes Zeppelin et Lévy. Nous nous sommes laissés entraîner dans des considérations un peu plus générales, mais par expérience nous savons que les nouveaux venus à l'émission trouvent difficilement les éléments de base sur la pratique des Ondes Courtes. Nous serions heureux de connaître l'appréciation des jeunes et... aussi celle des anciens.

J. BASTIDE F8JD.

Références. — « Radio-Ref » d'avant-guerre.
The Radio Amateur Handbook (Arri)
Radio-Electricité Générale, de R. Mesny.

RÉALT.

95, RUE DE FLANDRE, PARIS

présente son
**MATÉRIEL
D'ÉMISSION**



Transformateurs d'émission
Chauffage et tension plaque (imprégnés)

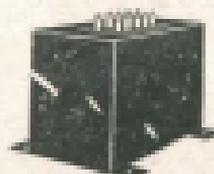
Toutes saies de filtrage

Tous Transformateurs spéciaux

Survolteurs - Dévolteurs
500 Watts et 1 Kilowatt

Tous Transformateurs B. F.

Transformateurs à haute fidélité en mmétal



**La série des Transformateurs
de modulation "Varirapp"**

Type VR 1 (2000) pour modulations grille ou écos

- VR 2 (M P) pour modulations plaque jusqu'à 100 w.

- VR 3 pour modulations plaque jusqu'à 100 w.

- VR 4 pour modulation plaque, jusqu'à 200 w.

Trois impédances primaires push-pull
Rapports secondaires primaires 0,4-0,6-1-1,2



Microphones à cristal et à ruban

RÉCEPTEURS CADDIE — LIBERATOR
AIGLON — SUPER-FRANCE

AMPLIFICATEURS

TOUTES PUISSANCES DE 9 A 60 WATTS

Demandez les documentations spéciales

Fournisseurs des P.T.T., de l'Armée, de la C.P.F.E. et de la S.N.C.F., etc.