

Les antennes pour radiotéléphones : antennes pour postes fixes et postes mobiles

LES installations de radiotéléphones, simples ou en réseaux, devenant de plus en plus nombreuses, il en résulte que nous recevons un courrier de plus en plus abondant sur ce sujet, et plus particulièrement en ce qui concerne les antennes. Cela fera donc l'objet du présent article : Antennes pour postes fixes et postes mobiles.

Toutefois, avant d'aborder la technique, nous devons rappeler qu'il est formellement interdit de procéder à des modifications sur une installation existante normalement déclarée (par exemple, chan-

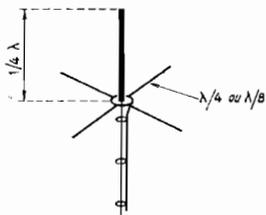


FIG. 1.

gement du type d'antenne, installation d'une antenne extérieure, de toiture ou de voiture, sur un appareil qui n'en comportait pas, etc.) sans avoir tout d'abord obtenu l'accord préalable de la direction des Services radio-électriques (1).

LES DIVERS TYPES D'ANTENNES

Si nous parcourons la littérature consacrée aux antennes, nous sommes surpris de la multiplicité des types proposés... allant du simple fouet 1/4 d'onde à l'antenne directionnelle à grand nom-

(1) 5, rue Froidevaux, Paris (14^e).

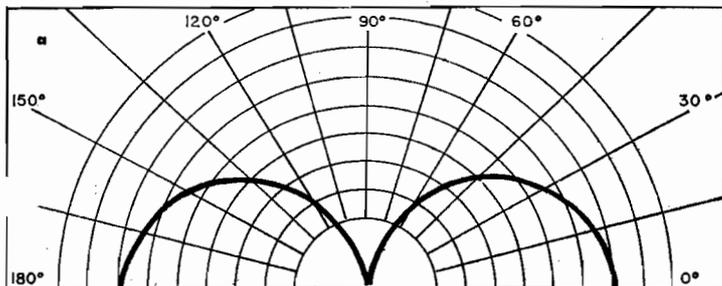


FIG. 2

bre d'éléments. Une sélection s'impose donc, car il s'agit évidemment toujours d'antennes accordées, c'est-à-dire dont les dimensions dépendent de la fréquence (ou de la longueur d'onde) à émettre ou à recevoir.

Antenne 1/4 d'onde.

C'est une simple tige verticale dont la longueur est sensiblement égale au quart de la longueur d'onde à émettre ou à recevoir. Nous disons **sensiblement**, car nous ne ferons jamais intervenir ici les habituels facteurs de correction pratique.

Ce fouet vertical est alimenté à sa base par un câble coaxial dont la gaine extérieure est reliée, soit à des éléments horizontaux d'une longueur de $\lambda/4$ également, ou parfois $\lambda/8$, au nombre de quatre disposés orthogonalement (Fig. 1), soit à des radiants inclinés (en forme de jupe ou de parapluie), ces radiants pouvant être constitués aussi par les tirants ou haubans d'amarrage du mât (λ = longueur d'onde en mètres).

Ces éléments horizontaux, ces radiants ou tirants, constituent un plan de terre artificielle (ground plane) à la base de l'antenne quart d'onde, élément **indispensable** au bon fonctionnement de cet aérien. Nous pensons surtout ici aux antennes installées sur une toiture; en fait, pour les antennes mobiles sur voitures par exemple, le plan de terre artificielle est tout simplement constitué par la masse métallique de la carrosserie du véhicule.

Ses avantages d'une telle antenne sont ses faibles poids et dimensions, son montage facile, son bas prix. Ses inconvénients sont notamment son absence de gain et son angle de rayonnement élevé (Fig. 2).

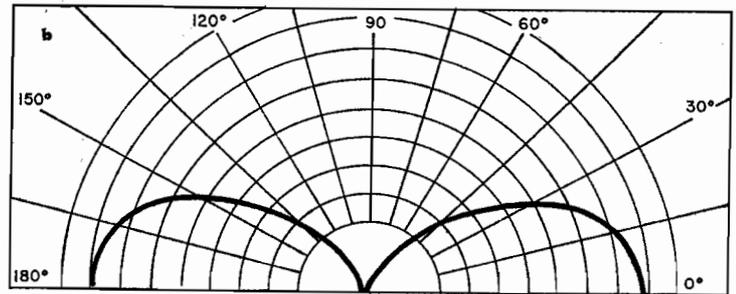


FIG. 4

Antenne 1/2 onde

Deux types peuvent être considérés. On peut concevoir, comme précédemment, un simple fouet vertical, mais coupé à une longueur égale à $0,5 \lambda$; l'alimentation peut se faire à la base, mais par le truchement d'un circuit adaptateur, car l'impédance présentée en ce point dans ce cas est élevée.

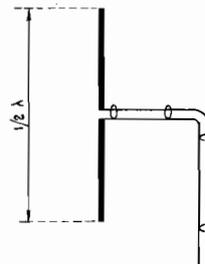


FIG. 3

On peut tourner cette difficulté en coupant le fouet demi-onde en son centre (basse impédance) pour y connecter le câble coaxial (Fig. 3). De toute façon, ce type d'antenne n'est pratiquement pas utilisé dans les équipements **mobiles** du fait des difficultés d'alimentation ou d'installation mécanique.

Par rapport à l'antenne 1/4 d'onde, disons cependant que l'antenne 1/2 onde présente un gain très légèrement amélioré et un angle de radiation un peu moins élevé (Fig. 4).

Antenne 5/8 d'onde

C'est le type d'antenne le plus communément employé (lorsqu'on le peut... car un fouet de 5/8 d'onde, cela fait déjà long pour certaines bandes de fréquences). En effet, cette antenne (Fig. 5)

apporte déjà un gain appréciable et intéressant; en outre, son angle de radiation est très bas et son diagramme de rayonnement bien rempli (Fig. 6). Il est même possible de rendre ce diagramme de rayonnement encore plus rasant en montant quelques courts éléments radiants (formant capacité terminale) au sommet du fouet vertical (Fig. 7).

Le fouet 5/8 d'onde (tout comme l'antenne 1/4 d'onde) nécessite un plan de terre artificielle pour l'obtention d'un bon fonctionnement; ce plan de terre peut être constitué par quatre éléments horizontaux d'une longueur de $\lambda/2$ ou de $\lambda/4$ disposés orthogonalement, ou par des radiants ou tirants de mât, ou par la carrosserie du véhicule en mobile.

En ce qui concerne la longueur géométrique de l'antenne parfois excessive pour certaines gammes de fréquences, rappelons qu'elle peut être raccourcie artificiellement par l'intercalation d'une bobine (dite de charge) dans le fouet (bobine L_c en pointillés sur la figure). La longueur réelle de l'antenne est raccourcie, mais sa longueur électrique est toujours de 5/8 d'onde. Du reste, l'accord et le matchage (adaptation) précis

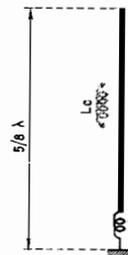


FIG. 5

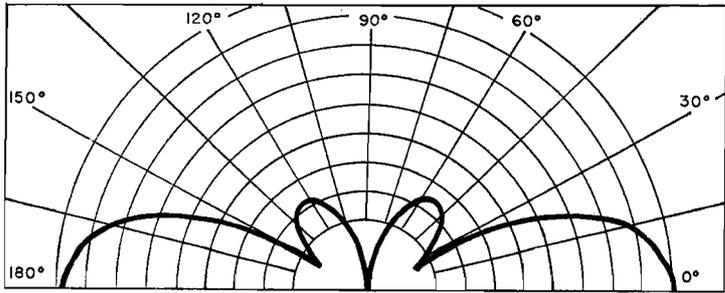


FIG. 6

d'un tel aérien nécessitent une bobine à la base (alimentation dite shunt), comme dans le cas des antennes **plus courtes** qu'un quart d'onde. Cet organe dont les caractéristiques sont par ailleurs fonction du mode de liaison aux appareils, peut donc contribuer aussi, le cas échéant, au raccourcissement arti-



FIG. 7

ficiel de la longueur du fouet vertical. L'alimentation à la base (basse impédance) se fait à l'aide d'un câble coaxial type 52 ohms.

Par rapport à la classique « Ground Plane » 1/4 d'onde de la figure 1, cette antenne apporte en général un gain de 4 à 5 dB. C'est donc incontestablement l'antenne simple, non directionnelle, apportant le plus grand gain en puissance apparente.

NOTES

1. — Une remarque particulière est à faire concernant l'antenne 1/2 onde alimentée au centre, figure 3. Si l'on monte un plan de terre efficace sous l'antenne et que l'on installe cette antenne de façon que son centre (points d'alimentation) soit exactement à une hauteur égale à $0,5\lambda$ au-dessus de ce plan, on obtient le même gain et le même diagramme de rayonnement que dans le cas de l'antenne 5/8 d'onde. Mais cette hauteur par rapport au plan de terre est impérative. En conséquence, comme

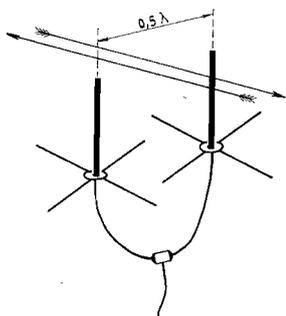


FIG. 8

nous l'avons dit précédemment, cette disposition peut, à la rigueur, être envisagée pour une station fixe, mais pas pour une station mobile.

2. — La longueur de l'antenne étant fonction de la gamme de trafic, il est évident que c'est cette dernière qui détermine essentiellement le type d'antenne à adopter, tout au moins **pour les stations mobiles**. C'est ainsi que sur la bande 68 MHz, mais surtout sur les bandes 151 et 440 MHz, on peut envisager l'emploi de n'importe quel type d'aérien, la longueur restant toujours acceptable. Par contre, il est certain que sur les bandes 27 et 32 MHz, il n'en va plus de même!

3. — Compte tenu de l'impédance présentée par les appareils émetteurs-récepteurs et par le câble

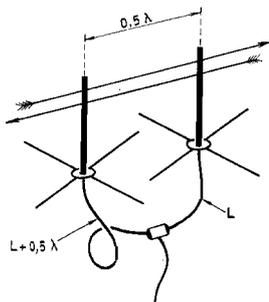


FIG. 9.

coaxial de liaison (généralement 75 ou 52 ohms), certains types d'antennes nécessitent parfois des dispositifs ou des artifices d'adaptation à ladite impédance, dispositifs que nous passerons volontiers sous silence dans cette étude.

LES ANTENNES DIRECTIVES

Tous les types d'antennes vus jusqu'ici sont omnidirectionnels, c'est-à-dire qu'ils rayonnent (ou captent) la même quantité d'énergie dans toutes les directions. Néanmoins, il est possible que, dans la zone à couvrir, certaines parties soient plus difficiles à atteindre ou soient plus étendues, plus éloignées. Il y a donc alors intérêt à concentrer plus particulièrement l'énergie sur ces parties. C'est ici que peuvent intervenir les antennes directives à grand gain et que l'on installera au poste fixe.

Un premier système d'antenne directive est représenté sur la

figure 8; les deux fouets verticaux sont alimentés en phase et sont distants de $0,5\lambda$. Dans ce cas, les directions privilégiées sont **perpendiculaires** au plan formé par les fouets (flèches) avec un gain de 3,8 dB par rapport à une seule antenne verticale et une atténuation de 30 dB dans le plan des fouets (directions défavorisées).

Si nous conservons la même disposition, mais en montant une portion de câble coaxial plus longue de $0,5\lambda$ d'un côté que de l'autre (Fig. 9), les directions privilégiées sont dans le plan formé par les fouets (flèches) avec un gain de 2,3 dB par rapport à une seule antenne verticale et une atténuation de 20 dB dans les directions défavorisées.

Enfin, si les fouets sont distants de $\lambda/4$ et si l'on monte une portion de câble coaxial plus longue de $0,25\lambda$ d'un côté que de l'autre (Fig. 10), il n'existe qu'une seule direction privilégiée, dans le plan formé par les fouets, et indiquée par la flèche. Dans cette direction, le gain est de 4,5 dB par rapport à une seule antenne verticale, avec des atténuations de 20 dB sur les côtés et de 30 dB à l'arrière.

L'installation d'une antenne directionnelle, à une **seule** direction, est surtout à envisager lorsque la station fixe n'est pas située au centre de la zone du réseau, mais sur un bord. Il est donc alors tout à fait normal de chercher à concentrer l'énergie dans la zone du réseau, au détriment du rayonnement inutile à l'extérieur de cette zone.

Toujours dans la catégorie des antennes unidirectionnelles à gain élevé, nous devons citer l'antenne panneau multi-élément 1/2 onde en phase (Fig. 11). Il va sans dire que ce type d'aérien ne peut être utilisé, pour des raisons d'encombre-

ment, que dans la bande 440 MHz. Comme on le voit, il s'agit ici d'une antenne à 16 éléments 1/2 onde. Chaque élément est constitué par un tube de cuivre de 12 mm de diamètre maintenu en son milieu

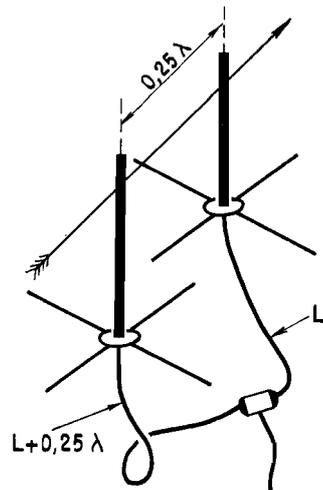


FIG. 10.

sur les supports 1, 2, 3 et 4. Aucune précaution d'isolement n'est à prendre pour ces fixations, puisqu'on sait que le potentiel HF est nul au centre d'un élément 1/2 onde.

Les éléments sont reliés entre eux par des fils croisés et non croisés, comme il est montré sur la figure. L'ensemble est monté devant un réflecteur plan constitué par un cadre A B C D de 175×115 cm supportant un grillage soudé. La distance entre les éléments et le réflecteur plan n'est pas critique; elle influe surtout sur l'impédance de l'ensemble, le gain maximal restant sensiblement le même (environ 12 dB) lorsque cet espacement varie entre 0,1 et $0,2\lambda$. La liaison entre les points

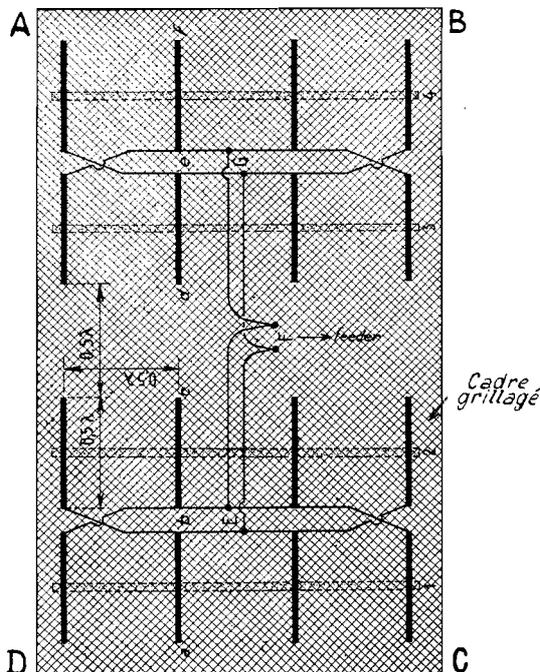


FIG. 11.

E F d'une part et F G d'autre part, est effectuée par du câble bifilaire de 300 ohms d'impédance (deux morceaux d'une longueur égale à λ multipliée par le coefficient de vélocité du câble). Aux points F, à la mise en parallèle, l'impédance est de 150 ohms; pour l'utilisation d'un câble coaxial de 75 ohms pour la liaison, il faut donc placer aux points F, une section Q ou un « stub » $1/4$ d'onde d'adaptation. Il va de soi que selon la polarisation adoptée pour le rayonnement, cet aérien peut être installé de façon que les éléments radiateurs soient verticaux ou horizontaux.

LES ANTENNES COLINÉAIRES

Dans cette catégorie, on classe toutes les antennes dont les éléments radiateurs sont colinéaires, c'est-à-dire dans le prolongement les uns des autres. En d'autres termes, dans l'antenne précédente (Fig. 11), la disposition des éléments radiateurs fait qu'ils sont à la fois colinéaires et parallèles.

En pratique, on conçoit donc que les antennes colinéaires puissent se présenter sous de très nombreuses formes. On a même été jusqu'à baptiser « colinéaire » un simple fouet de grande longueur, c'est-à-dire dont la longueur est égale à plusieurs demi-ondes... car on peut prétendre qu'il s'agit de plusieurs éléments $1/2$ onde reliés à bout!

Techniquement, l'antenne colinéaire verticale simple se présente comme il est montré sur la figure 12. Dans l'exemple donné, nous avons quatre éléments A, B, C et D d'une $1/2$ onde alimentés en phase par des « stubs » $1/4$ d'onde. La connexion du feeder s'effectue aux points F (milieu de l'élément D) où l'impédance est de l'ordre de 300 ohms; pour l'utilisation d'un câble coaxial type 75 ohms, il convient donc d'intercaler un « balun » adaptateur symétrique-à-symétrique et adaptateur d'impédance. De telles antennes verticales sont omnidirectionnelles et présentent un gain intéressant, gain qui est fonction du nombre d'élé-

ments $1/2$ onde employés. On peut également les rendre directives en les montant devant un réflecteur plan métallique.

Rappelons encore ici que tout ce qui a été dit pour les diverses antennes examinées, concernant les gains et les directivités, s'applique aussi bien à l'émission qu'à la réception.

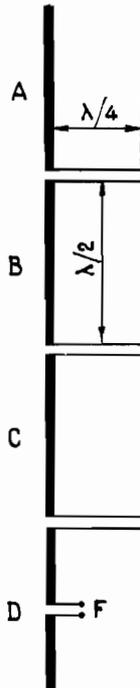


FIG. 12

CONSEILS D'INSTALLATION

Il n'est pas possible d'énoncer des règles formelles d'installation, chaque réseau posant souvent des problèmes particuliers; il ne peut donc s'agir que de règles générales susceptibles d'être adaptées à chaque cas.

Naturellement, en ce qui concerne l'antenne du poste fixe, les recommandations habituelles et bien connues sont les suivantes :

Cette antenne doit être installée aussi haut que possible, d'une façon aussi dégagée que possible (autres édifices, toitures, lignes

électriques, etc.) et dans une zone aussi calme et tranquille que possible (parasites).

D'autre part, il faut se souvenir que l'antenne va être soumise à tous les agents extérieurs et à toutes les intempéries ou perturbations atmosphériques (oxydation, givre, pluie, défauts d'isolement, vent, orage, etc.). Les éléments radiateurs doivent donc être préservés de l'oxydation par des revêtements appropriés assurant une protection efficace; dans ce domaine, citons les antennes en fibre de verre (fiberglass) dont la protection est réelle. Les jonctions doivent être soigneusement isolées, protégées, voire étanches. L'installation doit se faire aussi loin que possible des cheminées dont les fumées s'infiltreraient partout en apportant des dépôts conducteurs et une corrosion certaine.

En règle générale, l'installation « mécanique » doit être très robuste et largement calculée pour résister aux plus forts vents. Si l'on utilise un mât ou un pylône important, il faut prévoir un haubannage sérieux à trois directions au moins, sinon quatre, et à plusieurs niveaux (haubans en fil de fer galvanisé de forte section). Ces haubans doivent former des angles égaux et inférieurs à 60° par rapport à l'horizon (selon le niveau d'amarage) et doivent être tendus d'une façon bien uniforme.

Il est intéressant et prudent de souscrire une assurance « responsabilité civile » couvrant le risque de chute et les dégâts pouvant en découler.

Lorsque le mât ou le pylône métallique est important, il est conseillé de le relier à la terre pour éviter l'accumulation des charges d'électricité statique (atmosphérique) et en faciliter l'écoulement. La prise de terre doit alors être aussi directe que possible, en câble de cuivre de forte section; la « terre » elle-même doit être d'une excellente conductibilité. Dans ce cas, l'ensemble de l'installation, y compris l'émetteur-récepteur, est mis à la terre par cette unique prise de terre de l'antenne; il ne faut pas prévoir un autre fil partant du poste émetteur-récep-

teur, ce qui pourrait constituer une « boucle » et amener diverses perturbations.

Lors de l'étude de l'installation de l'antenne aussi haut que possible, il faut également songer au câble coaxial de liaison. Il est évident que plus l'antenne sera haute, plus le câble sera long; or, un câble coaxial n'est pas exempt de pertes. A partir d'une bonne hauteur et d'un excellent dégagement, il est certain que l'on ne gagne plus grand chose en portée; il devient alors superflu de monter l'antenne encore plus haut, ce qui accroît la longueur du câble et augmente les pertes. Une judicieuse évaluation est donc nécessaire afin de ne pas gaspiller les précieux watts HF dans le câble.

Parallèlement, il importe aussi de choisir du câble coaxial de grande qualité, d'abord pour résister longtemps aux agents atmosphériques, ensuite pour qu'il présente le minimum d'affaiblissement dans la liaison à l'antenne. Les affaiblissements au mètre, et pour telle ou telle fréquence, sont donnés par les fabricants de câble; un calcul simple permet donc de se faire une opinion; naturellement, les prix sont en rapport.

L'installation aérienne définitive pourra être vérifiée à l'aide d'un mesureur de rapport d'ondes stationnaires (R.O.S.); c'est un appareil simple qui compare, en quelque sorte, la puissance incidente (fournie) et la puissance réfléchie dans le câble.

Idéalement, le R.O.S. mesuré devrait être de 1; mais il est bien difficile à obtenir. On peut facilement admettre un R.O.S. de 1,5.

Une visite extérieure de l'installation « mécanique » et une vérification du bon fonctionnement électrique de l'antenne sont conseillées périodiquement; disons, au moins une fois par an.

Pour conclure, nous pouvons ajouter que toutes ces recommandations sont également applicables aux installations d'antennes des stations de nos amis radio-amateurs.

Roger A. RAFFIN