

Les antennes

Avant de reconnaître un cibiste ou un radioamateur inconnu ou de ses relations, on peut déjà l'identifier au vu de son antenne, tant en fixe qu'en mobile. Passé le stade de l'acquisition d'un émetteur récepteur, l'antenne devient le sujet de conversation privilégié des communautés d'amateurs : performances, choix techniques, amélioration, voire conception pour les plus éclairés. En effet, l'antenne reste le moyen de gagner des décibels à moindre frais. Mais tout n'est pas physiquement possible, surtout en ondes courtes et, *a fortiori*, en CB.

Une antenne, c'est tellement simple que l'on se demande pourquoi il en existe tant de sortes. Curieusement, on peut se demander aussi pourquoi on s'attarde sur cet élément de la chaîne qui pourtant affiche le meilleur rendement : un aérien bien accordé disperse facilement 80 % de ce qu'on lui fournit. Alors ?

Comment ça marche ?

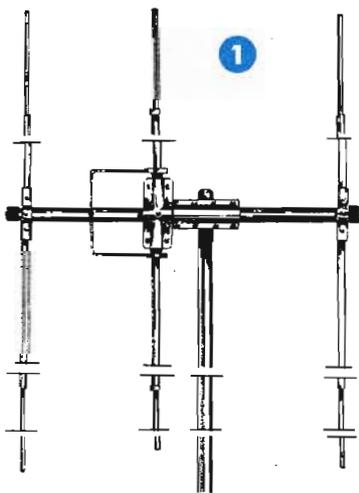
Toutes les antennes fonctionnent à peu près de la même manière. A l'émission, elles sont conçues de telle façon que leurs dimensions physiques leur imposent de transférer, sous forme de rayonnement le courant électrique qu'elles reçoivent. Le principe étant réversible, elles restituent une bonne fraction de l'énergie des ondes qui passent à portée de brin. Dans ce der-

nier cas, les dimensions physiques jouent un rôle moins déterminant.

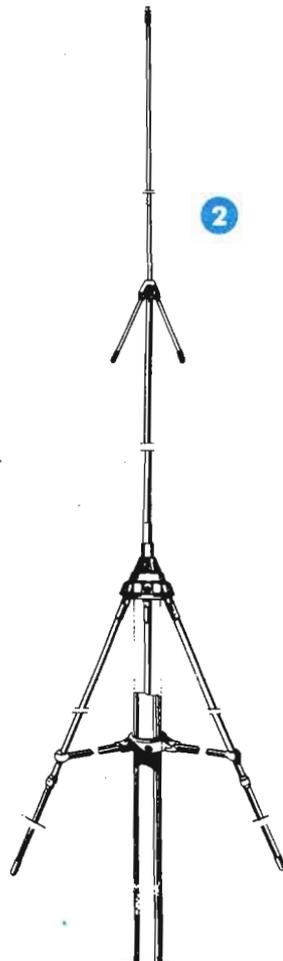
Intuitivement, on peut déjà comprendre ce qui se passe à l'émission. Le poste émetteur envoie par un câble coaxial un signal alternatif à haute fréquence à l'antenne. Or, il est difficile d'imaginer comment ce courant peut circuler, puisqu'il se trouve face à une impasse, à l'extrémité du brin actif de l'antenne.

La seule possibilité consiste à faire accumuler les charges électriques au bout de l'antenne, où l'on notera de fortes variations de **tension**, tandis que la base de l'antenne n'accumulera quasiment rien, mais, en revanche, sera traversée par un fort **courant** de charge.

Cette première vision, très schématique, assimile l'antenne à un condensateur qui, en haute fréquence, égale un court-circuit



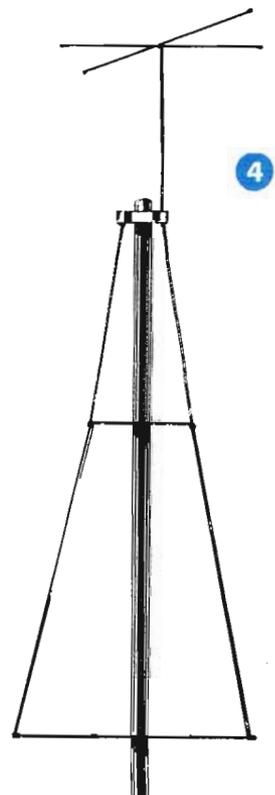
BEAM



STARDUSTER 27



MICRO 30



TOP ONE

franc, ce que le TX ne saurait apprécier. Pour affiner la représentation, il faut savoir que ce phénomène de charge n'est pas immédiat, mais sa variation de vitesse en est limitée par l'inductance du brin (son inertie électrique).

Deux conclusions à cela : l'antenne est, entre autres choses, un circuit sélectif (circuit LC série), donc accordé ; elle rayonne un champ électrique qui lui est presque parallèle (dû à son comportement de condensateur) et elle rayonne un champ magnétique perpendiculaire au champ électrique.

On y arrive presque. Vu du côté émetteur, l'antenne devrait donc se résumer à un circuit LC série. On sait qu'à la fréquence de résonance, ce circuit est lui aussi un court-circuit. Cette résonance coïncide, en fréquence, à une dimension du brin rayonnant multiple du 1/4 de la longueur d'onde (2,775 m sur 27 MHz, par exemple).

Or, si l'on mesure l'impédance de l'antenne à sa résonance, on trouve une va-

leur non nulle, proche de 75 Ω . Cette valeur (relevée pour un modèle 1/4 onde ou 1/2 onde vraie) témoigne de la résistance de rayonnement. Elle varie avec les caractéristiques géométriques de l'antenne dans des proportions au demeurant raisonnables, mais suffisantes pour perturber le fonctionnement.

Pour être plus précis

Il faut garder à l'esprit que l'ensemble des phénomènes décrits sont d'une évolution rapide (27 MHz signifie 27 millions d'allers et retours du courant dans l'antenne) et qu'il existe des phénomènes de propagation d'ondes dans l'antenne, dans le câble, voire, dans le pire des cas, à la sortie du TX (ondes stationnaires).

S'agissant de l'antenne, elle donne son meilleur rendement lorsqu'elle est le siège d'ondes stationnaires (comme la corde d'une guitare). C'est là, d'ailleurs, où s'installe la confusion, lesdites ondes ayant mauvaise presse, particulièrement chez

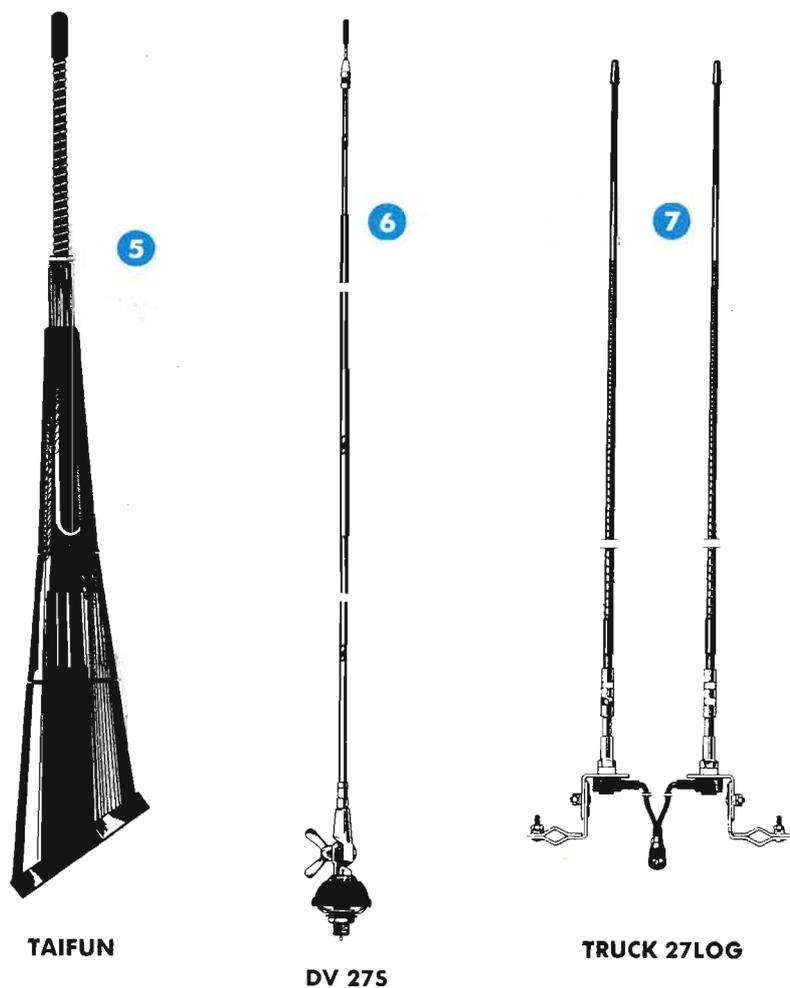
les cibistes. Lorsqu'on accorde une antenne, en ajustant sa longueur par exemple, on s'arrange pour avoir l'essentiel des ondes stationnaires sur l'antenne, ce qui implique un **minimum** d'ondes réfléchies dans le câble de liaison, donc un rendement maximal (voir « TOS »).

Les différentes sortes d'antennes

Nous avons donc vu que les dimensions des antennes d'amateurs étaient en relation directe avec la gamme de fréquence (ou de longueur d'onde) exploitée. Mais, au-delà de ces caractéristiques dimensionnelles, il existe quelques variantes.

Le cas des mobiles

A 99 %, les mobiles utilisent des antennes type 1/4 onde, telles, si l'encombrement le permet (disons, au-dessus de 100 MHz). La seule fantaisie se trouve parfois dans l'arrangement de plusieurs antennes sur un même véhicule, afin de



1 SPITFIRE BEAM. La « Beam », must des stations fixes, avec un élément directeur et un réflecteur. Le fonctionnement en 1/2 onde impose un dispositif d'adaptation d'impédance visible au centre du brin actif, mais surtout des dimensions assez conséquentes : 5,50 m pour la plus grande. Mais on gagne 6 dB dans l'axe d'émission (CTE). (Le modèle est partiellement représenté, à cause de la longueur des brins.)

2 STARDUSTER 27. A notre sens, c'est l'antenne la mieux adaptée pour l'utilisation en fixe. Dimensions encore raisonnables, prise au vent réduite, radians chargés pour en limiter l'encombrement, fonctionnement en vrai 1/4 d'onde avec TOS réduit (Sirio). Longueur : 4 m environ.

3 MICRO 30. 330 mm seulement, presque aussi réduite qu'un aérien de radiotéléphone. Brin démontable. Peut être montée sur base magnétique.

4 TOP ONE. C'est, avec la DU 27 mobile, une bonne vieille référence, très prisée chez les amateurs en station fixe, peut-être à cause de sa forme particulière. Compter quand même 7 m de hauteur pour ce 5/8 d'onde, dont l'encombrement est dû essentiellement à son « plan » de masse particulier (CTE).

5 TAIFUN. Cette antenne mobile brille par sa discrétion, tant elle évoque un modèle pour autoradio. Ses dimensions réduites sont dues à des charges selfiques (bobines) à la base et le long du brin rayonnant. Ce dernier est amovible, ce qui évite la casse lors des lavages en machine... 510 mm de longueur (Sirio).

6 DV-27S. Cette antenne est la plus ancienne que nous connaissons pour l'usage en mobile. Rustique, fiable, économique, pratique, elle est réalisée sur une tige en fibre de verre (1 340 mm) (Sirio).

7 TRUCK 27 LOG. Une double antenne qui, si elle est correctement installée, peut permettre aux utilisateurs (routiers) de disposer d'une certaine directivité, ce qui est utile sur un axe routier. L'accord de chaque brin est en 5/8 d'onde, avec bobinage à progression logarithmique. Cela permet la mise en parallèle des deux brins tout en conservant une impédance caractéristique assez voisine de 50 Ω . Les attaches de rétroviseur sont prévues (Sirio). (Doc. : Dirlor SA.)

Un peu de géométrie...

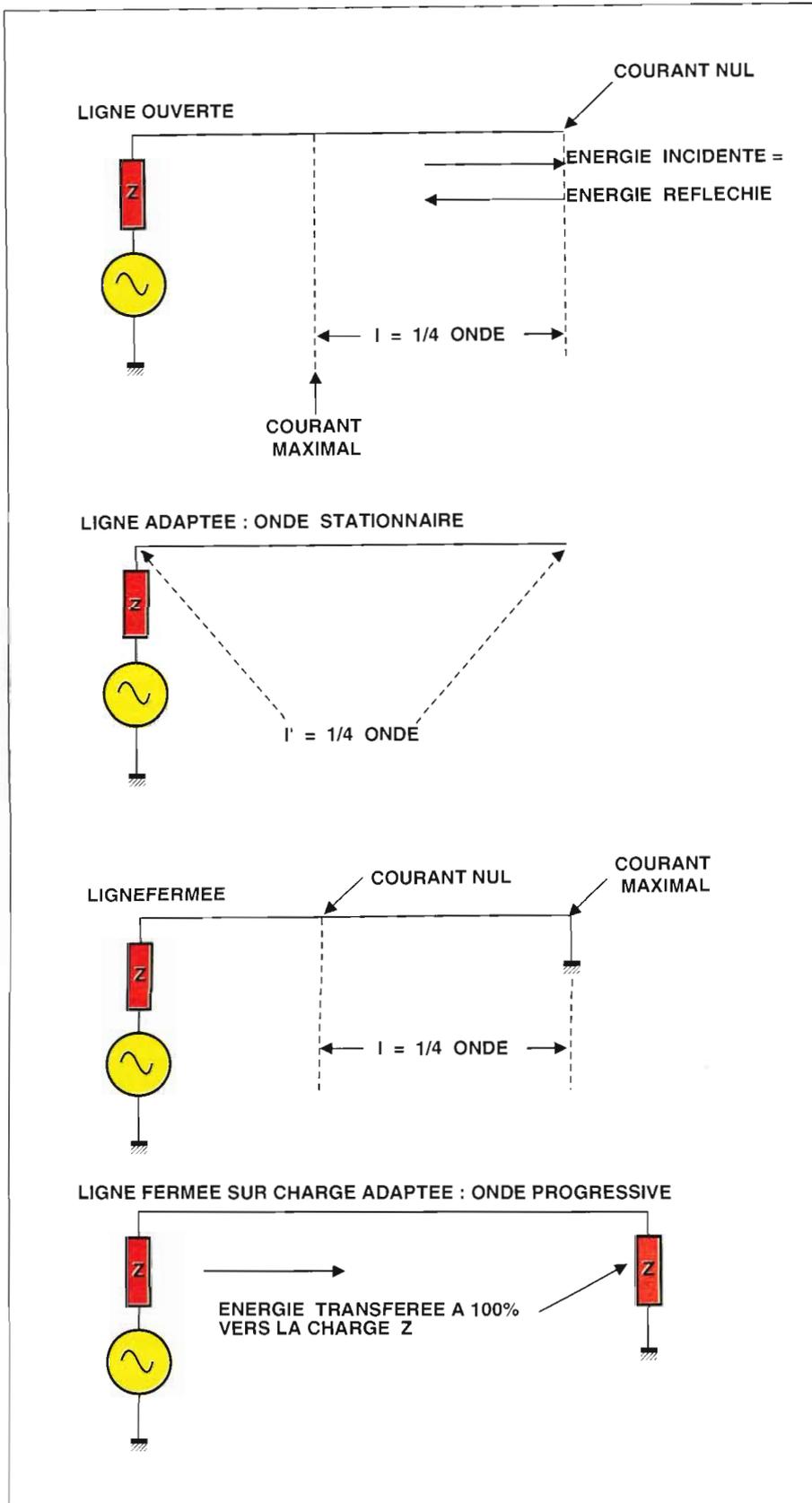


Fig. 1. — Divers cas de comportements de lignes en haute fréquence.

Afin de bien comprendre ce qui se passe dans les antennes, câbles et tout ce qui s'apparente physiquement à un fil, il faut évoquer les enseignements d'une partie des sciences physiques, celle décrivant la propagation dans ce que l'on nomme les lignes.

Cette théorie s'applique dès que la fréquence des phénomènes décrits correspond à une longueur d'onde du même ordre de grandeur que celle d'une des dimensions de la ligne considérée. Rappelons que la longueur d'onde se calcule par le quotient de la célérité des ondes dans le milieu considéré par la fréquence du phénomène. En première approximation, on prend pour la célérité la vitesse de la lumière dans le vide, mais certains facteurs correctifs sont nécessaires selon que l'on travaille avec un diélectrique (isolant, tel l'air) ou un conducteur (l'âme d'une ligne).

Une ligne (un brin rayonnant, un morceau de câble coaxial ou de câble symétrique à conducteurs isolés) possède donc une impédance caractéristique vis-à-vis des courants haute fréquence (cela ne se mesure pas à l'ohmmètre !), ainsi qu'une vitesse de propagation des courants et tensions qu'elle porte.

Il est donc logique d'y observer, le long d'une seule dimension – sa longueur tout simplement – des phénomènes caractéristiques : ondes de courant ou de tension progressives (dans un seul sens) ; ondes partiellement transmises,

Type	Impédance	Facteur de vitesse*	Diamètre
RG59	75 Ω	0,65	6 mm
RG11	75 Ω	0,65	10 mm
RG8	50 Ω	0,65	11 mm
RG58	50 Ω	0,65	6 mm

Tableau 1. – Quelques caractéristiques de lignes coaxiales commercialisées parmi les plus courantes.

aux endroits où l'impédance montre une discontinuité (comme la réflexion partielle à la surface d'une vitre ou au raccordement d'une fibre optique) ondes totalement réfléchies (sur une impédance infinie).

L'analogie la plus flagrante est celle rencontrée avec les ondes mécaniques portées par une corde de guitare, lorsqu'on tente d'interpréter les ondes stationnaires sur un brin rayonnant d'antenne.

Comme on le voit, les lignes peuvent se prêter à de multiples applications : transport de l'énergie haute fréquence, résonateurs accordés, rayonnants ou non. Certains arrangements de lignes permettent, en jouant judicieusement sur leur longueur et leur impédance, de réaliser des transformateurs d'adaptation d'impédance et d'adapter certaines sources à divers types d'antennes.

Nous n'aborderons pas dans ce bref exposé le cas des lignes à fils parallèles (tel le twin-lead utilisé en FM). Ces lignes d'impédance caractéristique plus élevée (300 à 600 Ω) ne sont plus guère utilisées, sauf pour certains types de TX dont l'étage de sortie (à tubes...) nécessitait une impédance élevée. A l'autre extrémité, on trouvait un transformateur d'impédance pour l'antenne, dont l'impédance est beaucoup plus basse, surtout s'il s'agit d'un modèle directif à multiples brins parallèles.

G. L.

Une ligne bien utile : Le TOS-mètre

Le TOS-mètre n'est autre qu'un arrangement de lignes dont les dimensions, très inférieures aux longueurs d'ondes utilisées, permet une mesure de l'intensité transmise à l'antenne et de l'intensité qui est réfléchi par celle-ci. C'est un appareil très simple et avantageux, qui a le gros mérite de fonctionner sur une gamme de fréquences étendue : de 5 à 80 MHz pour les modèles courants. Il ne perturbe pas la liaison TX vers antenne et peut rester branché en permanence.

continue présente sur C_1 , appliquée au galvanomètre G, dont on règle la déviation maximale par P_1 , fixe la référence (puissance en transition). L'onde réfléchi est détectée de la même manière par D_2 , le potentiel sur C_2 lui étant proportionnel. Le galvanomètre indiquera alors l'intensité de l'onde réfléchi, avec un facteur d'échelle proportionnel à l'intensité de l'onde directe, cette dernière ayant servi à la calibration.

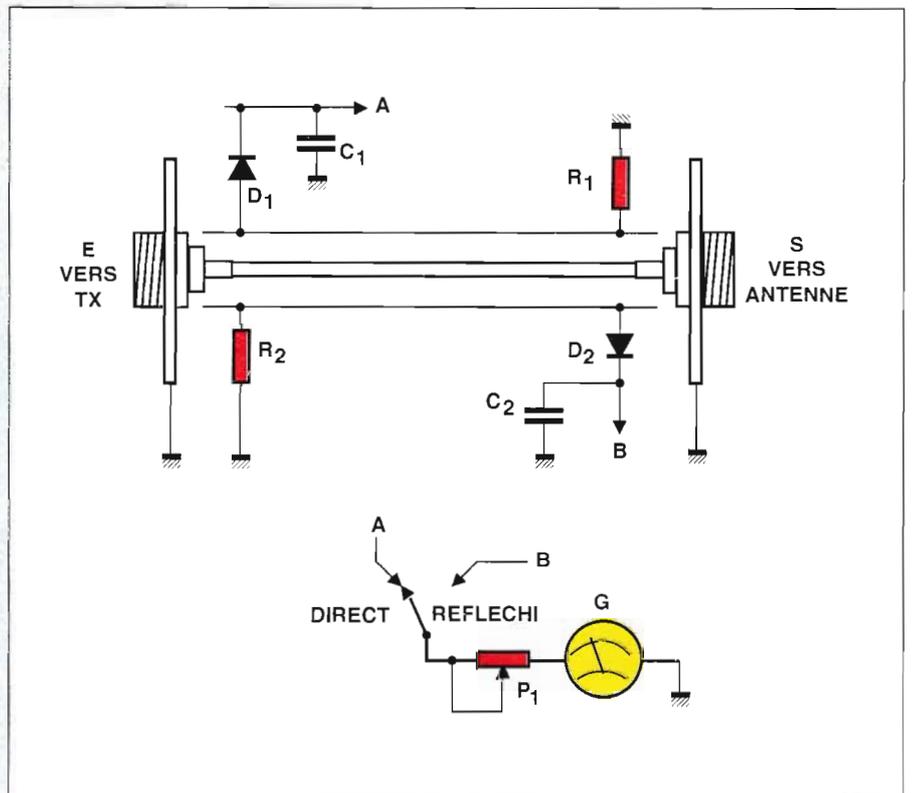


Fig. 2. — Schéma d'un TOS-mètre.

Son principe est assez simple : de part et d'autre d'une ligne centrale de gros diamètre (ou parfois une piste de circuit imprimé large) sont installées deux fines lignes de capture identiques mais disposées en sens inverse (par rapport au sens admis de circulation de l'énergie).

Si le conducteur central véhicule une onde progressive et sans retour, il induit le long de la ligne supérieure (portant D_1 , C_1 , R_1) une onde de courant d'énergie inverse, dont les alternances positives sont détectées par D_1 . La tension

Les graduations portées sur le galvanomètre sont réparties sur deux échelles : l'une relative à l'onde transmise, exprimée en watts ; l'autre, relative aux ondes réfléchies, sans unité, car elle exprime le TOS, selon la formule :

$$\text{TOS} = \frac{E_D + E_R}{E_D - E_R}$$

E_D = énergie transmise, E_R = énergie réfléchi. Le TOS évolue donc entre deux extrêmes : l'infini pour $E_D = E_R$ et l'unité pour $E_R = 0$, cas idéal.

Pertes à 27 MHz	144 MHz	432 MHz**
0,6 dB	1,3 dB	2,5 dB
0,4 dB	0,9 dB	1,6 dB
0,3 dB	0,8 dB	1,6 dB
0,7 dB	1,9 dB	3,4 dB

* Coefficient de « raccourcissement de la longueur d'onde »

** Pour 10 mètres

rendre le système directif. Ces antennes 1/4 onde sont, lorsque la fréquence d'émission est basse (typiquement en dessous de 40 MHz), raccourcies ; le brin actif voit sa longueur réduite de moitié ou plus, tandis qu'un circuit de compensation d'accord, purement électrique, prend place à la base. L'impédance caractéristique de ce type d'antennes, très répandues, n'est pas affectée par cette opération de raccourcissement. On retrouve toujours ce 1/4 onde en radiocommunications privées ou professionnelles, réduit à quelques dizaines de centimètres dans sa gamme 450... 900 MHz, celle des radiotéléphones modernes.

Le cas des stations fixes

La diversité est beaucoup plus grande, et, on s'en doute, cela tient à une question d'encombrement. Les cibistes qui travaillent surtout en fixe (dont de nombreuses personnes à mobilité réduite mais qui rendent de nombreux services aux autres) et les amateurs licenciés sur la bande des 28 MHz rivalisent d'ingéniosité

pour concevoir et surtout installer des antennes dont les dimensions avoisinent la demi-longueur d'onde utilisée. Là, pas de miracle encore : l'habitat collectif n'est pas réellement favorable à de telles installations. On se contente en pareil cas d'une 1/4 d'onde raccourcie avec le maximum de plan de masse possible sur le balcon.

Avec une bonne antenne directive, certains amateurs parviennent à réaliser des liaisons longue distance.

En habitat individuel, la marge est plus large. On peut travailler avec de vrais 1/4 d'ondes dont le plan de masse peut être le sol (en admettant que l'on travaille en polarisation verticale) ou avec des aériens montés sur le toit.

Des amateurs, passionnés et disposant de la place nécessaire, conçoivent, selon des formules communiquées par d'autres, des antennes complexes dont la forme évoque

celle utilisée pour la TV, dotées de plusieurs brins parallèles. Dans la bande de fréquence évoquée (27 à 29 MHz), ces réalisations occupent une surface de 5,5 m x 5 m et se trouvent aux sommets de mâts, à une dizaine de mètres du sol. Leur avantage ? Une sensibilité (à la réception, et un gain réel à l'émission, car leur rayonnement admet une direction privilégiée. De ce fait, les liaisons à plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres sont courantes, avec des correspondants équipés du même genre de matériel.

Le même degré de performance est atteint chez les amateurs qui trafiquent sur les bandes de fréquences supérieures, mais avec, on s'en doute, des antennes également directives et à éléments multiples dont les dimensionnements raisonnables autorisent une motorisation. Attention toutefois, même si, dans le seul cas de la CB, on s'en tient à la puissance d'émission limitée à 4 W, la loi n'autorise pas dans la gamme 27 MHz les antennes dont le gain à l'émission dépasse 6 dB (par rapport au doublet isotrope). **G.L.**

BIBLIOGRAPHIE

LA RADIO EN ONDES COURTES

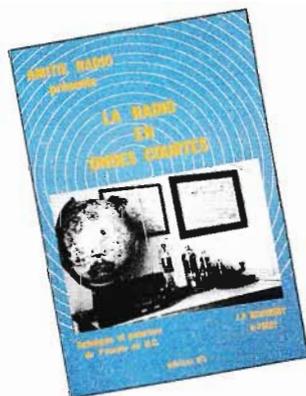
Par J.-P. Guichenet et R. Paget.
Présenté par Amitié Radio.
Editeur : Editions 105.
Prix : 95 F (TTC).

Jusqu'à maintenant, il n'existait pas de document assez complet, en français, pour répondre à toutes les questions que peuvent se poser ceux qui découvrent pour la première fois ce monde merveilleux de l'écoute des stations de radio en ondes courtes.

Les auteurs ont tenté de réunir toutes ces questions, ainsi que leurs connaissances et leur longue expérience de l'écoute de la radio pour tenter de répondre aux demandes qu'ils reçoivent tous les jours de la part d'écouteurs amateurs.

Ce livre n'a pas la prétention d'être un traité sur l'écoute des ondes courtes mais, plus modestement, un document à la portée de tous.

Cet ouvrage est en premier lieu destiné aux débutants qui viennent de découvrir l'écoute des ondes courtes.



LES ANTENNES LEVY

Par Pierre Villemagne (F9HJ).
Editeur : Les mémentos spirales.
Prix : 185 F (TTC).

Dans ce livre F9HJ conserve la même pédagogie dans laquelle la théorie cède la place à un exposé simple qui s'appuie constamment sur un exemple pratique à la portée de tous. le but poursuivi par l'auteur est de mieux faire connaître, de démystifier cette multibande remarquable qui est la Levy et d'apporter son soutien au lecteur pour sa construction.

ANTENNES BANDES BASSES

Par Pierre Villemagne (F9 HJ).
Editeur : Soracom Editions.
Prix : 196 F (TTC).

L'auteur est radioamateur depuis des années. Sa passion ce sont les antennes. Calculs et expérimentations sont le lot quotidien de P. Villemagne.

Avec des explications claires et les données nécessaires à la construction des antennes, le lecteur doit rapidement devenir un connaisseur dans le domaine des antennes bandes basses.

Autres ouvrages recommandés en langue anglaise

RADIO RECEIVER PROJECTS

Par Homer L. Davidson.
Editeur : Tab Books, Mc Graw-Hill.

Prix : 188 F (TTC).
33 projets complets de radiorécepteur à réaliser.

CONFIDENTIAL FREQUENCY LIST

Par Geoff Halligey.

Editeur : Gilfer Publications.
Prix : 199 F (TTC).

GUIDE TO UTILITY STATIONS

Par Joerg Klingenfuss.
Editeur : Klingenfuss Publications.

Prix : 215 F (TTC).

AIR AND METEO CODE MANUAL

Par Joerg Klingenfuss.
Editeur : Klingenfuss Publications.

Prix : 166 F (TTC).

GUIDE TO FACSIMILE STATIONS

Par Joerg Klingenfuss.
Editeur : Klingenfuss Publications.

Prix : 180 F (TTC).

Tous ces ouvrages sont en vente, directe ou par correspondance, à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. Tél. : 48.78.09.92. Minitel : 3615 LPRADIO.