

LA RECEPTION DE LA FM



ET DE LA TELEVISION

QU'il s'agisse de recevoir une émission radio ou une émission télévisée et, ce, quel que soit le procédé utilisé (Modulation d'amplitude, modulation de fréquence ou autre), l'antenne est un des éléments essentiels d'une installation ; nous le considérons d'autant plus essentiel que l'importance du collecteur d'ondes est le plus souvent minimisée et sous-estimée par son utilisateur.

L'amateur, au moment de faire une acquisition, porte son attention sur de multiples paramètres qu'il se garde bien de négliger : sensibilité, rapport signal/bruit, bande passante, restitution des couleurs

mais il faut bien reconnaître que l'antenne qu'il raccordera à son tuner ou à son téléviseur représente le cadet de ses soucis. Il est d'autant plus conforté dans cette façon de voir que dans la plupart des cas les appareils dont on vient de lui faire une démonstration probante et définitive, lors de son achat, sont alimentés par une excellente installation d'antenne.

Si Monsieur X achète une chaîne Hi-Fi, il n'admettra pas, après écoute, que le tuner qu'il a choisi soit remplacé par un autre qui lui plaît beaucoup moins. Mais il quittera le magasin sans être effleuré par l'idée qu'en définitive, il n'a

fait l'acquisition que de la chaîne proprement dite alors qu'il lui a été présenté une chaîne Hi-Fi et une antenne. La même constatation peut être faite lors de l'achat d'un téléviseur : on évalue des yeux un téléviseur et une antenne et l'on part uniquement avec un téléviseur. La solution de facilité qui consiste à alimenter le récepteur à partir d'un simple bout de fil ou d'une antenne intérieure (ce qui est déjà mieux) sous prétexte que l'émetteur est à proximité est le plus souvent médiocre ; c'est aussi un mauvais alibi dans la mesure où cette proximité donnera généralement lieu à de multiples

ondes réfléchies qui atteindront l'entrée du récepteur avec des décalages temporels différents.

Recevoir une image, c'est bien, en recevoir plusieurs non superposées sur l'écran, surtout s'il s'agit de réceptions en couleurs, c'est à la fois redondant et désagréable. En F.M., lors de réceptions stéréophoniques, un signal trop « soufflé » peut rendre nécessaire le passage sur la position mono du tuner. A quoi bon alors avoir fait l'acquisition d'une chaîne stéréo ? Pour se priver d'une partie de ses possibilités et seulement écouter des disques en stéréo ??

Il est coutume de dire

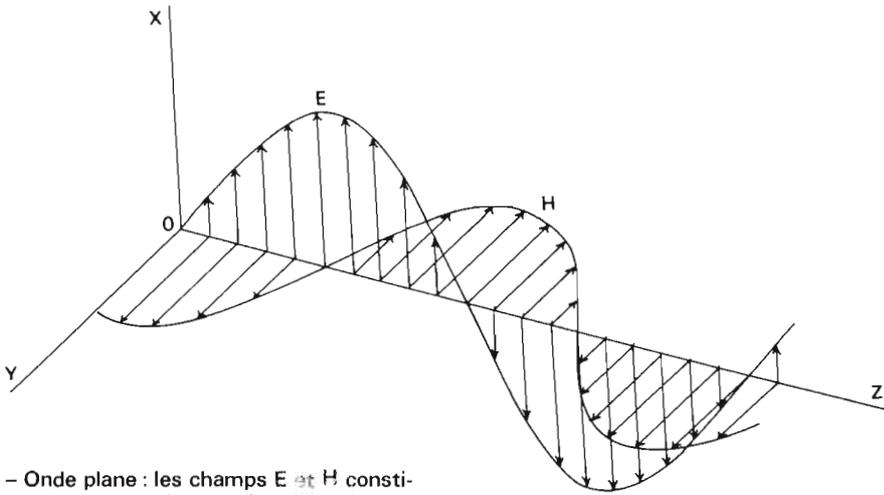


Fig. 1. - Onde plane : les champs E et H constituent un plan perpendiculaire à la direction de propagation suivant OZ. L'onde est ici polarisée verticalement.

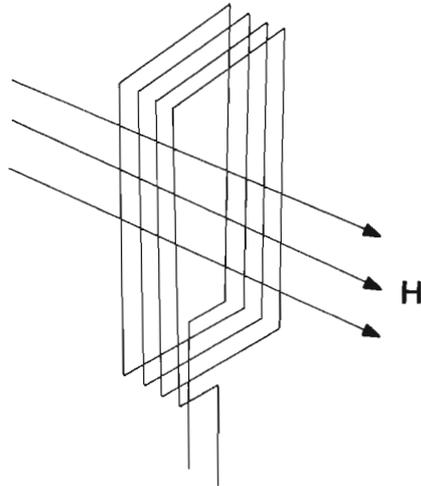


Fig. 2. - Un cadre est sensible au champ magnétique H perpendiculaire à son plan. Si H n'est pas perpendiculaire, c'est sa composante orthogonale qui est active.

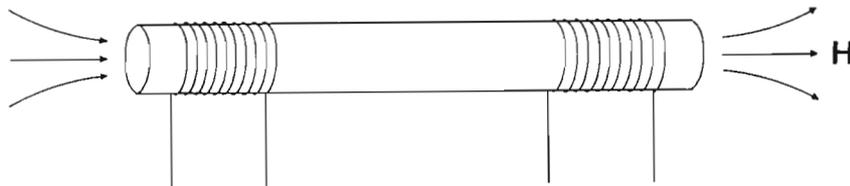


Fig. 3. - Le barreau de ferrite d'un cadre augmente l'induction et le flux reçus. Ici encore, il faut considérer la composante orthogonale au plan des spires.

qu'une chaîne Hi-Fi vaut ce que vaut le moins bon de ses maillons. Si, dans le cas présent, le plus faible de ses maillons, lors de réceptions F.M. est l'antenne, il semble tout naturel de penser à l'améliorer. De même, l'antenne peut être considérée comme le premier maillon d'une réception télévisée dans la mesure où les autres maillons, ceux qui concernent l'émission (et aussi les émissions elles-mêmes...) ne nous sont pas accessibles.

Pour essayer d'y voir plus clair, nous allons envisager de façon très simple quelles sont les caractéristiques d'une antenne de réception et à la fois ce qu'elles signifient et ce qu'on peut en attendre.

LES ONDES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES

Un émetteur rayonne de l'énergie, sous forme électromagnétique c'est-à-dire des ondes, définies à la fois par un champ magnétique H et un champ électrique E, rectangulaires entre eux, et qui se propagent simultanément à la vitesse de 300 000 km/s, vitesse de la lumière. Ce déplacement a lieu perpendiculairement au plan défini par E et H et est supposé avoir lieu dans l'air sinon dans le vide. Dans un diélectrique de constante par rapport à celle du vide très différente, les résultats ne seraient pas les mêmes quant à la vitesse de propagation (fig. 1).

L'amplitude des champs décroît proportionnellement à l'inverse de la distance à l'émetteur (et non, comme ce serait le cas pour des champs statiques, suivant l'inverse du carré de la distance).

Une onde peut être polarisée, c'est-à-dire que les champs conservent constamment la même orientation ; c'est ainsi qu'une onde peut être polarisée verticalement : champ électrique vertical ou polarisée horizontalement :

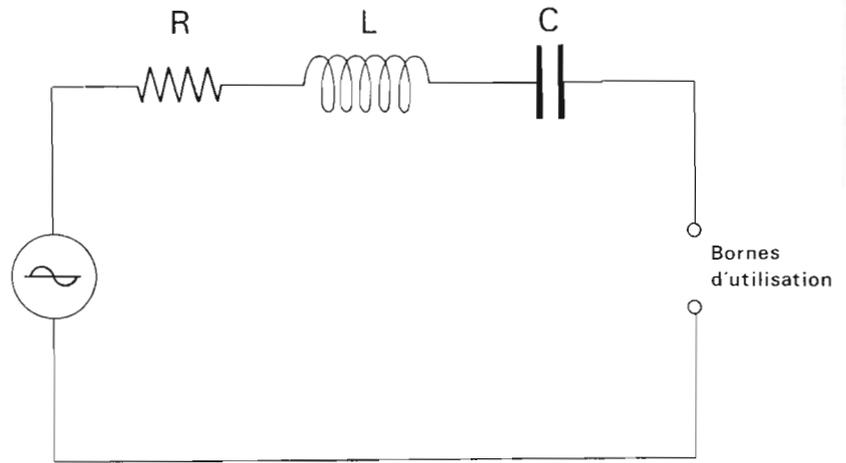
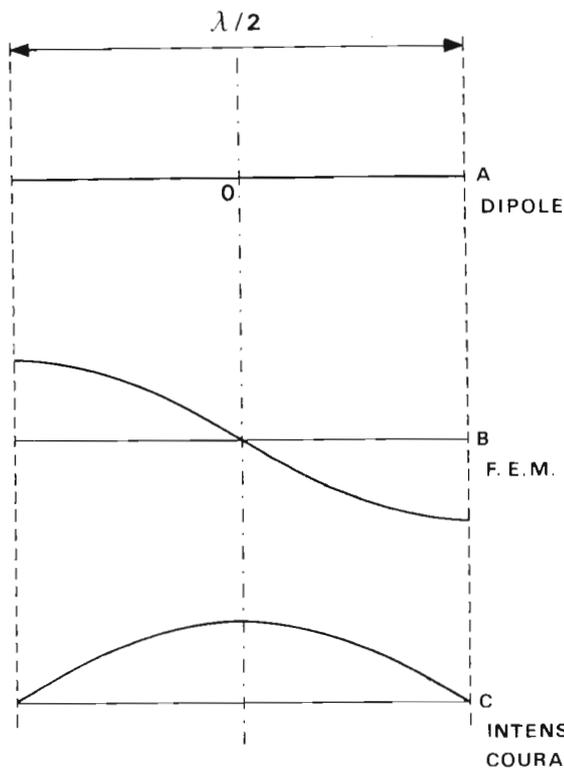


Fig. 4 bis. - Un dipôle peut être représenté par un générateur débitant dans une charge et un circuit RLC série. A la résonance, le circuit RLC se réduit à R.

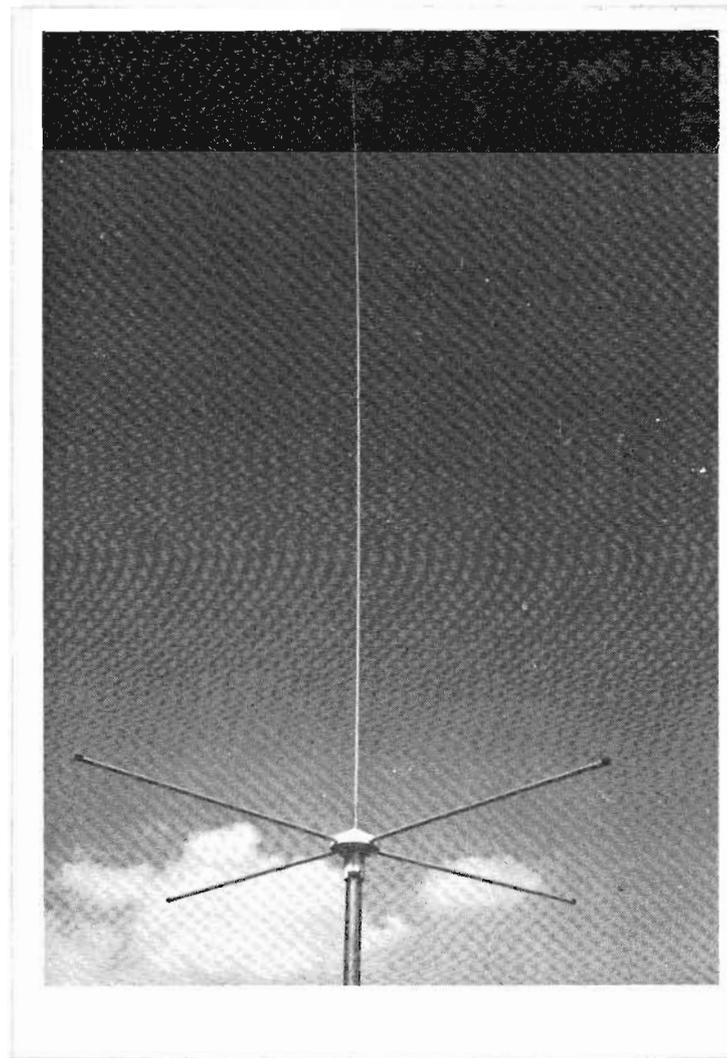
Fig. 4. - (A) Dipôle à la résonance avec répartition des tensions (B) et des courants (C).

champ électrique horizontal. C'est le champ électrique que l'usage a consacré pour préciser la polarisation mais on aurait tout aussi bien pu choisir le champ magnétique.

L'ANTENNE DIPOLE

Un cadre vertical perpendiculaire au champ magnétique d'une onde est sensible à celui-ci. Le flux du champ magnétique au travers du cadre donnera naissance à une f.e.m. qui sera d'autant plus élevée que la self induction L du cadre sera accordée à l'aide d'une capacité variable C sur une fréquence telle que $LC.2\pi f = 1$, f étant la fréquence de l'onde (fig. 2 et 3).

Un simple conducteur parallèle au champ électrique est, de même, sensible à celui-ci. Si ce conducteur a une longueur exactement égale à $\lambda/2$ ($\lambda = v/f$, vitesse de l'onde et f fréquence de l'onde) tout en étant de diamètre très petit, il se comportera comme un circuit résonnant à l'accord.



La variation du champ électrique entraîne la naissance d'une f.e.m. variable de façon sinusoïdale et donc d'un courant de même nature. On peut donc représenter notre conducteur par un générateur débitant dans un circuit RLC série accordé. Pour avoir accès à cette f.e.m., qui est en fait représentative de l'énergie reçue ou captée, il nous faut ouvrir le circuit et pour cela pratiquer une coupure du conducteur en son milieu, là où l'intensité est maximum (fig. 4 et 4 bis). Pour ce faire, nous écartons légèrement les brins ce qui nous permet d'avoir accès à la f.e.m. proportionnelle au champ électrique reçu.

Toutefois, ainsi constituée, notre antenne ne pourrait recevoir convenablement qu'une bande de fréquences très étroite et comme, par exemple, nous escomptons pouvoir recevoir toute la bande F.M. qui s'étend entre 87 et 104 MHz, il nous faut élargir la bande passante de notre antenne.

Pour ce faire, nous augmentons le diamètre du conducteur et, pour compenser l'effet

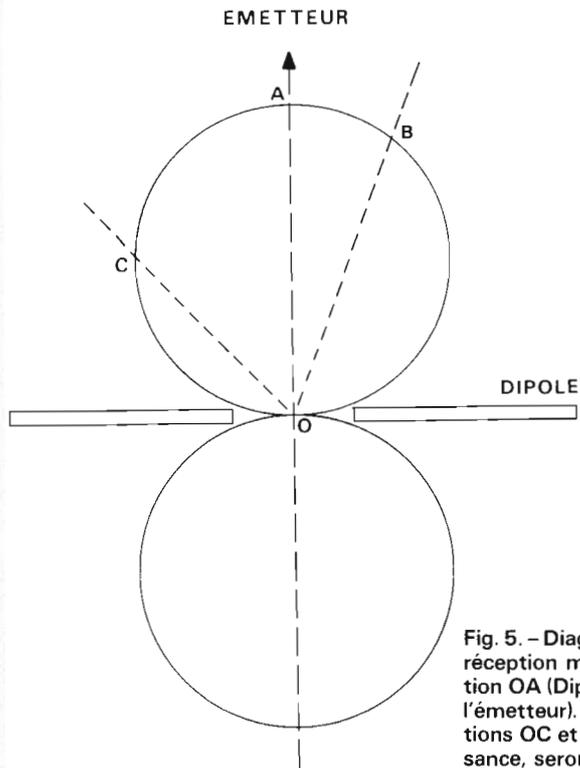


Fig. 5. - Diagramme de directivité d'un dipôle. La réception maximum est obtenue pour la direction OA (Dipôle perpendiculaire à la direction de l'émetteur). Les émetteurs situés dans les directions OC et OB, à égalité de distance et de puissance, seront moins bien reçus.

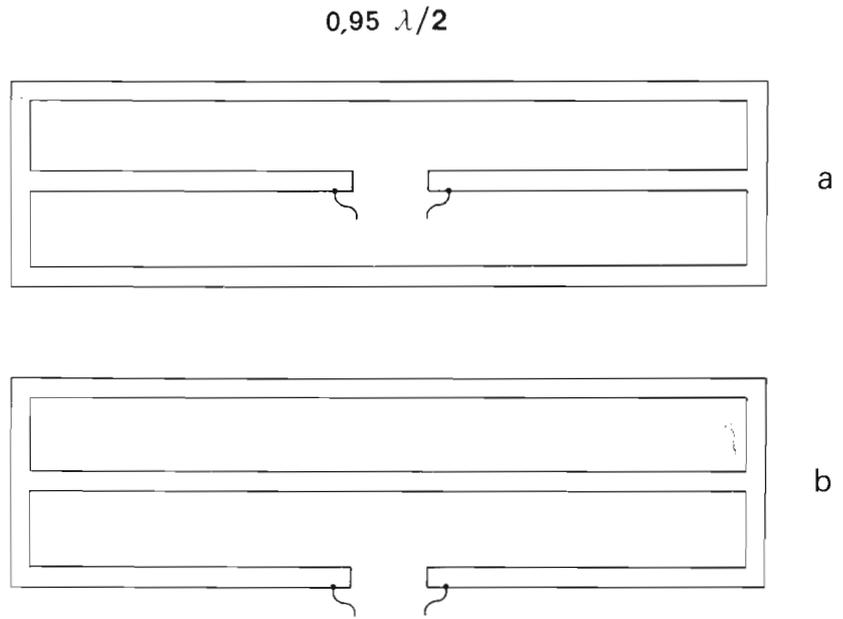


Fig. 7. - Deux types d'antennes « double trombone » d'impédance un peu supérieure à 600Ω .

de bord des extrémités des deux brins constituant notre antenne (qui s'appelle dans le cas présent un dipôle ou un doublet demi-onde), nous sommes amenés à réduire légèrement sa longueur totale de façon à ce que, au lieu de faire $\lambda/2$, elle ne fasse plus que $0,95$ à $0,97 \lambda/2$. (Cela dépend du diamètre que nous avons donné à notre conducteur).

Le dipôle demi-onde ainsi réalisé nous permettra de capter le maximum d'énergie s'il est perpendiculaire à la direction de l'émetteur et horizontal si l'onde est polarisée horizontalement, vertical si la polarisation est verticale. Cependant dans le cas d'émetteurs situés dans d'autres directions, l'énergie reçue sera moindre. Elle pourra même être nulle si un émetteur est situé dans une direction définie par l'orientation du dipôle. Remarquons toutefois que le diagramme de rayonnement de cette antenne est peu directif (fig. 5).

On voit dès à présent un des avantages qui est en même temps un des inconvénients du dipôle : il permet de capter des émetteurs qui ne sont pas

dans une direction exactement perpendiculaire à son axe mais, justement à cause de cette directivité peu marquée, il sera susceptible de capter des ondes réfléchies par des obstacles situés entre l'émetteur et lui ce qui sera une cause de perturbations.

Un autre inconvénient est que l'énergie captée par le dipôle, et par voie de conséquence la f.e.m. qu'il pourra

délivrer, pourra s'avérer insuffisante pour alimenter un récepteur en lui permettant de fonctionner avec un rapport signal/bruit favorable. Cela peut être constaté si à l'endroit où est implantée notre antenne, le champ électromagnétique est particulièrement faible.

Une solution à ce problème est donnée par l'adjonction de brins supplémentaires (ou élé-

ments), adjonction qui permettra d'accroître le gain de notre installation par rapport à ce qu'il était avec un simple dipôle.

DES ANTENNES PLUS ÉLABORÉES

D'abord, nous pouvons ajouter un élément (le réflecteur) à l'arrière du dipôle, parallèle à lui, à une distance de l'ordre de $\lambda/4$; la longueur de ce brin sera de l'ordre de $\lambda/2$. Pourquoi avoir choisi un écartement de $\lambda/4$? Parce que l'onde directe reçue par le réflecteur sera réfléchi avec changement de signe de son amplitude ce qui correspond à une différence de marche supplémentaire de $\lambda/2$. Si à cette différence, nous ajoutons l'aller ($\lambda/4$) et le retour ($\lambda/4$), l'onde reviendra sur le dipôle après avoir accompli un trajet supplémentaire égal à λ ; autrement dit, l'onde reviendra sur le dipôle en phase avec l'onde directe que celui-ci reçoit. L'énergie récupérée par

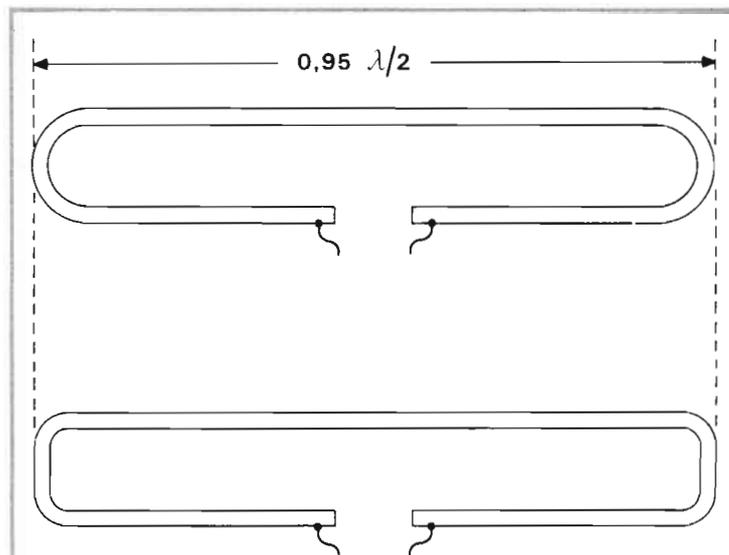


Fig. 6. - Deux types d'antennes « trombone » d'impédance voisine de 300Ω (encore appelées antennes « folded »).

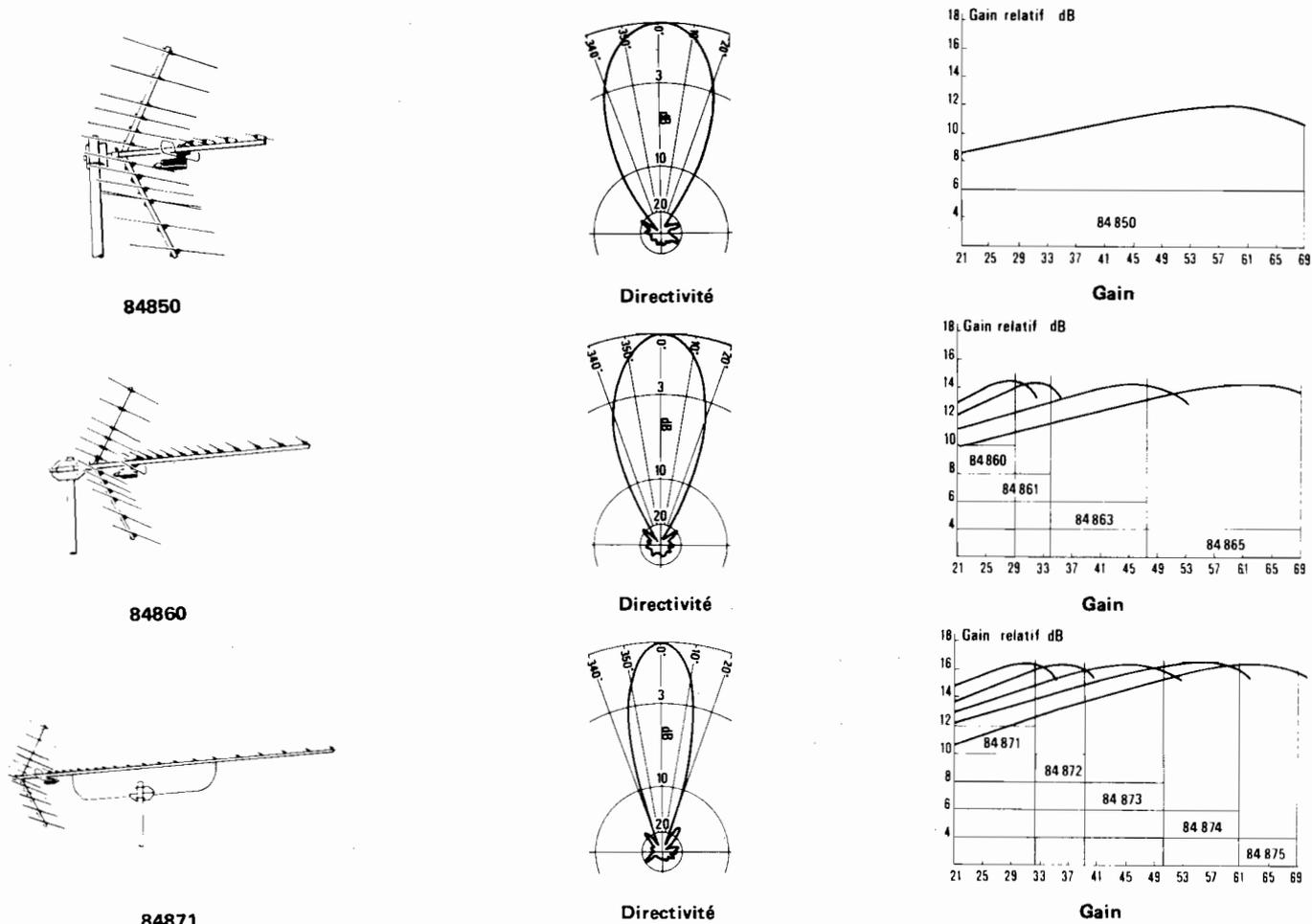


Fig. 8. - Trois types d'antennes Diela pour U.H.F. On remarquera que le gain et la directivité augmentent avec le nombre d'éléments (18, 26 et 34 respectivement).

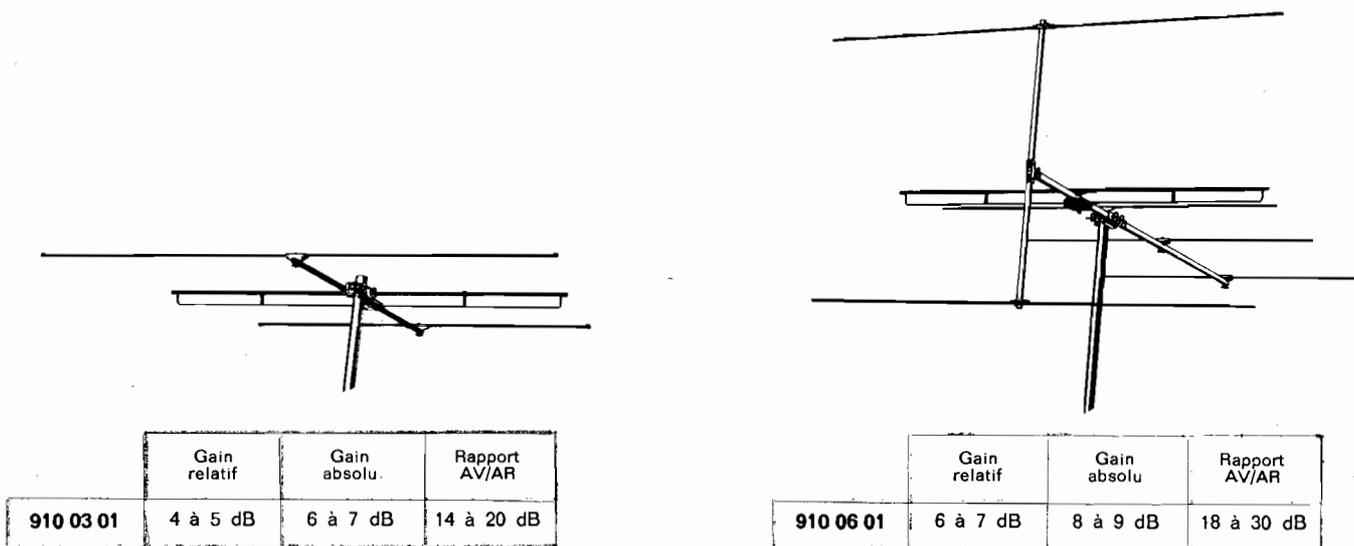
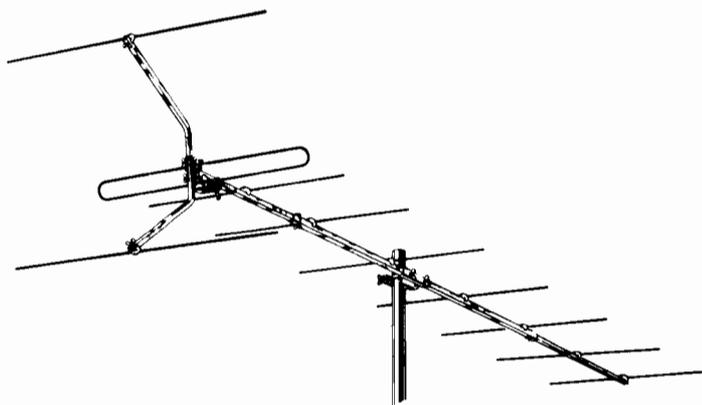
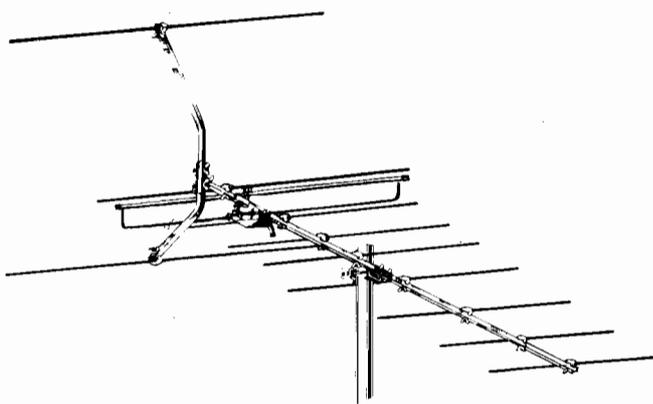


Fig. 9. - Antennes FM Portenseigne : A 3 éléments et à 6 éléments spéciale « stéréophonie ».



	Canal	Gain relatif	Gain absolu	Rapport AV/AR
310 10 60	E 8 à E 10	10 dB	12 dB	25 dB



	Canal	Gain relatif	Gain absolu	Rapport AV/AR
310 11 00	F 5 à F 12 E 5 à E 11	5 à 8 dB	7 à 9 dB	15 à 27 dB

Fig. 10. - Antennes TV bande III Portenseigne.

le dipole sera donc augmentée et donc la f.e.m. disponible à ses bornes pour alimenter un récepteur. Autre conséquence, le diagramme de directivité n'est plus symétrique et est devenu plus pointu, ce qui protégera mieux des ondes réfléchies.

Par contre, l'impédance résultante se trouve abaissée et passe de 75Ω (à la fréquence d'accord) à une valeur presque moitié.

Il est bien sûr possible de placer le réflecteur plus près ou plus loin pour avantager une fréquence différente de celle d'accord du dipole, et donc élargir la bande passante. En jouant sur divers paramètres (écartement du réflecteur, sa longueur, son diamètre), il sera possible de donner priorité au gain (sensibilité), à la bande passante ou à la directivité de l'antenne.

Et sans s'arrêter en aussi bon chemin, il est possible d'ajouter d'autres éléments en avant du dipole, éléments qui joueront des rôles sinon identiques tout au moins similaires à celui du réflecteur, à savoir augmenter l'énergie captée par le dipole. Ces brins s'appellent alors directeurs et ils enverront leur propre rayonnement les uns vers les autres pour finalement aboutir à augmenter celui reçu par le dipôle, le tout étant de judicieusement les disposer. Cette disposition n'est pas obtenue simplement : elle dépend à la fois de calculs théoriques, de l'expérience déjà acquise avec d'autres modèles, et aussi de multiples mesures effectuées sur le type d'antenne en cours d'élaboration. En ajoutant ainsi des directeurs, qui peuvent atteindre un nombre impressionnant dans les

antennes UHF, on parvient à augmenter le gain de façon intéressante, de même que la directivité. On pourra même pour mieux se protéger des ondes arrières, c'est-à-dire celles qui après réflexion reviennent sur l'antenne par l'arrière avec une amplitude et un décalage temporel importants, doubler le réflecteur ou même le transformer en véritable écran réflecteur.

Ces transformations, comme nous l'avons déjà noté, ont le plus souvent pour effet de diminuer l'impédance résultante de l'antenne. de là l'idée de partir non plus d'un dipôle (de 75Ω) mais de dispositifs comme le trombone qui a un gain égal, mais une impédance quadruple ou le double trombone qui a une impédance de l'ordre de neuf fois celle du dipôle (fig. 6 et 7).

Nous donnons (fig. 8, 9 et

10) des exemples de réalisations commerciales qui pourront illustrer de façon plus concrète notre propos. On remarquera que les gains sont donnés par rapport au doublet simple et sont exprimés en décibels. Un gain de 6 décibels signifie donc que nous obtiendrons avec un type d'antenne une tension double, et donc une puissance quadruple qu'avec un doublet (ou dipôle).

Mais pour que notre antenne remplisse réellement son rôle, il faut à présent la relier au récepteur auquel on la destine, ce qui pose le problème des adaptations d'impédance, et même la coupler à d'autres qui couvrent des bandes différentes : ce sont les problèmes que cela pose que nous envisagerons dans le prochain « H.P. Bis ».

Ch. P.