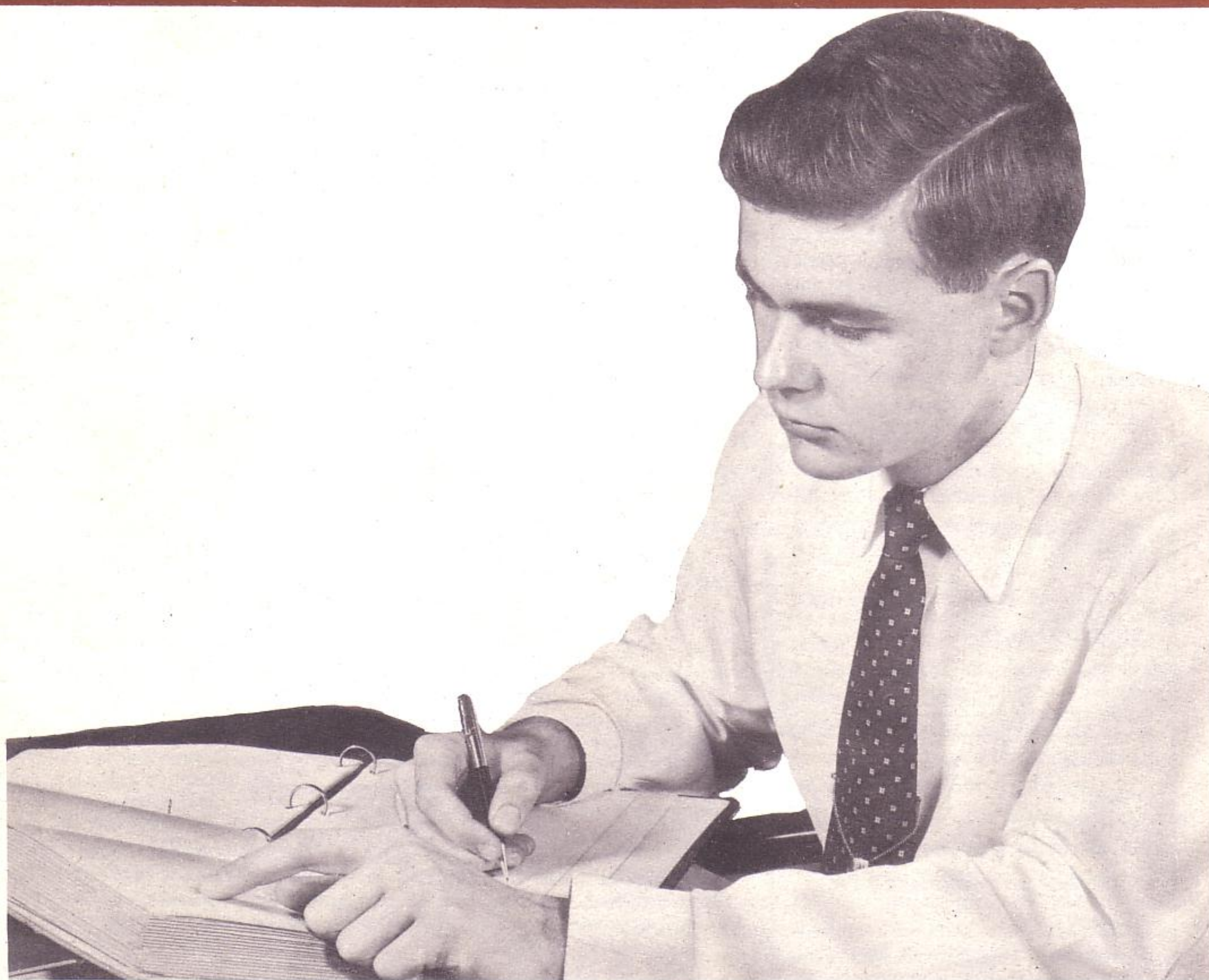


48

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 20 - 27 janvier 1966 - le numéro 1,60 F.

SUISSE 1,70 FS
BELGIQUE 23 FB
MAROC 1,85 Dh

ALGERIE 1,80 FA
TUNISIE 1,80 M
ALLEMAGNE 1,80 DM

GRANDE-BRETAGNE 3,5 sh
CANADA 50 cts
U.S.A. 50 cts

vosre Carrière

revue hebdomadaire

DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS: Editions CHIRON - 40, rue de Seine
Tél. 633.18-93 - Paris (6^e) - C.C.P. 53-35.



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

Le Directeur: *Georges Giniaux*
Secrétaire de rédaction: *J. Lavergne*

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.
France - 1 an (52 numéros) = 70 F;
6 mois (26 numéros) = 38 F. -
Etranger - 1 an = 90 F - Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire la somme de 1,20 F par numéro.

S'adresser aux Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris - C.C.P. 53-35.

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire (1,30 F).

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse.
S'adresser: Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris.

PUBLICITE

PUBLEDITEC - 13, Rue C. Lecocq
Tél. 250.88-04 et 88-05 - Paris, 15^e.

Cette Revue sera contrôlée par l' O. J. D.

DISTRIBUTION

Nouvelles Messageries de la Presse Parisienne - 11, Rue Réamur - Paris.

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 1^{er} trim. '66
Periodique N. 42 905 à la Commission Paritaire de la Presse.

Tous droits de reproduction, même partielle, réservés pour tous pays.

Sommaire

★ Courrier Technique	page 2
★ La leçon est sur l'antenne	» 3
★ Ondes très courtes (V.H.F.) et ultra courtes (U.H.F.)	» 5
★ Antennes pour ondes très courtes et ultracourtes	» 14
★ Questions sur les 142 ^{ème} et 143 ^{ème} leçons	» 23
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 23
★ La construction d'un magnétophone	» 24
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 29
★ Informations	» 31

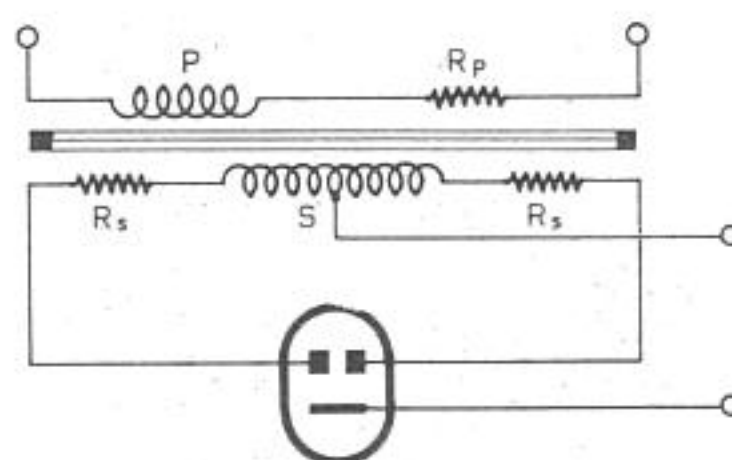
Courrier technique

M. JEAN LOUIS C Fontenelle 90, nous pose plusieurs questions concernant les alimentations.

1^o) Il est tout à fait normal qu'une alimentation donne en charge, une tension continue plus faible qu'à vide. Cela est dû à la chute de tension provoquée par le courant consommé traversant la résistance interne du redresseur.

Celle-ci comprend:

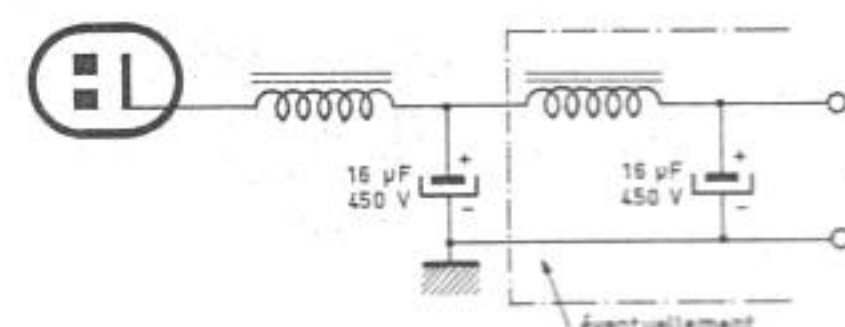
- la résistance propre de l'inductance de filtrage;
- la résistance interne de la valve elle-même;
- la résistance du transformateur:
 $R_{Tfo} = R_s + n^2 R_p$ (figure 1)
n, étant le rapport de transformation et $n^2 R_p$, la résistance du primaire rapportée au secondaire.



2^o) Pour vous conseiller efficacement, il nous faudrait connaître, avec exactitude, la valeur de la tension continue d'alimentation dont vous avez effectivement besoin. Toutefois, nous croyons comprendre qu'il vous suffirait d'une tension à vide de 250 volts (ou 240). A ce propos, nous vous signalons que les valeurs indiquées dans votre lettre sont, toutes les deux des tensions continues: l'une, 310 V, à vide; l'autre, 240 V, en charge.

Dans ces conditions, il serait préférable de remplacer le filtre à capacité en tête par un filtre à inductance en tête, selon le schéma de la figure 2; plutôt que d'augmenter la valeur des résistances chutrices de la chaîne d'alimentation, ce qui aurait pour effet de transformer celle-ci en «radiateur» et ce, inutilement.

Si le filtrage se révélait alors insuffisant, vous pourriez ajouter à la suite une seconde cellule, comme il est indiqué sur la figure 2.



3^o) Si vous désirez remplacer le tube EZ 80 par un redresseur au silicium, nous vous conseillons le montage en pont de Graëtz, semblable à celui que vous nous indiquez dans votre lettre. Il vous faudrait alors choisir des diodes pouvant fournir le débit dont vous avez besoin et supporter la tension inverse de pointe.

4^o) Les catalogues de tubes indiquent généralement, en ce qui concerne les valves:

- les valeurs maximales à ne pas dépasser: tension de pointe; courant anodique de pointe;
- les caractéristiques d'utilisation:
— avec condensateur d'entrée de filtre.
— avec inductance.
- des courbes: $I_c = f(U_c)$ caractéristique statique; $I_c = f(U_c)$ pour diverses valeurs de la tension alternative efficace à redresser et de la résistance du transformateur précédemment définie.

Une valve est prévue pour fournir un courant d'intensité maximale déterminée. Vous pouvez consommer tout ou partie de celle-ci, cela dépend de la valeur de la charge que vous imposez à votre redresseur, mais vous ne pouvez pas faire varier ce débit maximal; par contre, vous pouvez modifier à volonté la valeur de la tension appliquée.

5^o) Enfin, nous vous informons que nous décrirons un émetteur et un récepteur travaillant dans la bande VHF 144-146 MHz, dans le numéro 49 de "Vosre Carrière".



La leçon est sur l'antenne

par ANNE DARNBOROUGH

JAPON - Tokio - Ecole primaire Tamagawa Gakuen -
Cours de langue. Ici, la méthode « Syncrofax » est employée.

Dans les écoles de nombreux pays, la radio, la télévision et le cinéma, pour ne pas parler des journaux, sont devenus presque aussi familiers que la craie et le tableau noir.

Partout, on reconnaît que les grands moyens d'information ont un double rôle à jouer : informer et enseigner. Les pays en voie de développement, cruellement dépourvus de facilités sur le plan de communications et des moyen pédagogiques, savent que les nouveaux auxiliaires audiovisuels peuvent transformer radicalement l'enseignement de disciplines aussi diverses que les langues, la géographie ou les sciences.

Comment ces nouveaux moyens sont-ils utilisés dans les divers pays pour enrichir l'enseignement traditionnel, pour combler les lacunes créées par la pénurie des maîtres, ou pour lutter contre l'analphabétisme ? C'est l'un des sujets traités par l'ouvrage que vient de publier l'Unesco sous le titre « World Communications » et qui paraît en français sous le titre « L'Information à travers le Monde ».

Cette étude, qui met en relief l'inégalité des moyens d'information dont jouissent les différentes nations, souligne que 70% des habitants du monde, dans une centaine de pays, ne disposent pas des moyens les plus élémentaires de s'informer de ce qui se passe aussi bien chez eux qu'à l'étranger. Les régions rurales des pays en voie de développement sont défavorisées sur le plan de l'enseignement scolaire.

Ces faits suffisent à expliquer le rôle primordial que les grands moyens d'information sont appelés à jouer dans l'éducation aussi bien que dans le contexte du développement économique et social. Aussi, les services de l'enseignement reconnaissent-ils de plus en plus que la portée, le retentissement, la rapidité de diffusion des moyens d'information sont tels qu'ils offrent des possibilités extraordinaires aussi bien pour la formation technique que pour l'enseignement général sur une grande échelle.

De nombreux gouvernements africains encouragent donc le développement de la presse rurale afin d'appuyer leurs campagnes contre l'analphabétisme. Au Ghana et en Nigéria, le gouvernement publie des hebdomadaires ruraux rédigés en langue vernaculaire.

On étudie partout actuellement les vastes possibilités qu'offre la radio en matière d'éducation. Les pays en voie de développement comptent essentiellement sur ces ressources que les nations hautement développées exploitent de plus en plus.

En Amérique latine, presque tous les pays utilisent la radio dans l'enseignement. En Colombie, dans les écoles primaires, 170 000 sections suivent des cours radio-diffusés. Au Pérou, les stations de radio d'Etat et 14 stations privées diffusent régulièrement des programmes éducatifs. Au Chili, les stations privées sont tenues de diffuser les programmes scolaires et d'éducation populaire du ministère de l'Education nationale. En Argentine, le ministère de l'Education diffuse quotidiennement sur le réseau de la radio d'Etat des cours à l'intention de plus de 300 écoles.

En Amérique centrale, les stations commerciales doivent consacrer gratuitement un certain nombre d'heures à la transmission des programmes scolaires, culturels, d'intérêt public et d'information.

En Orient également, on attache une très grande importance aux émissions éducatives. En Chine continentale, 19 000 étudiants suivent les cours de deux nouvelles « universités radiophoniques et télévisées ». En Inde, la radiodiffusion nationale a créé un réseau de 2 000 tribunes radiophoniques rurales à travers le pays et diffuse des programmes spéciaux à l'intention de quelque 18 500 écoles. Toutes les stations de la radio pakistanaise émettent des programmes culturels pour les adultes dans les différentes langues du pays.

En Europe, la radio scolaire existe dans presque tous les pays ainsi que des programmes éducatifs et des cours de langues destinés au grand public. En Pologne, l'Université des Ondes compte plus de 200 000 auditeurs. A la radio danoise, il existe un « lycée du soir » et une « université du dimanche ». Les services métropolitains et d'Extrême Orient de la B.B.C. transmettent 150 leçons d'anglais par semaine — un record dans ce domaine.

Aux Etats Unis, il existe 187 stations de radio éducative non commerciales qui dépendent des universités, des Etats ou des municipalités.

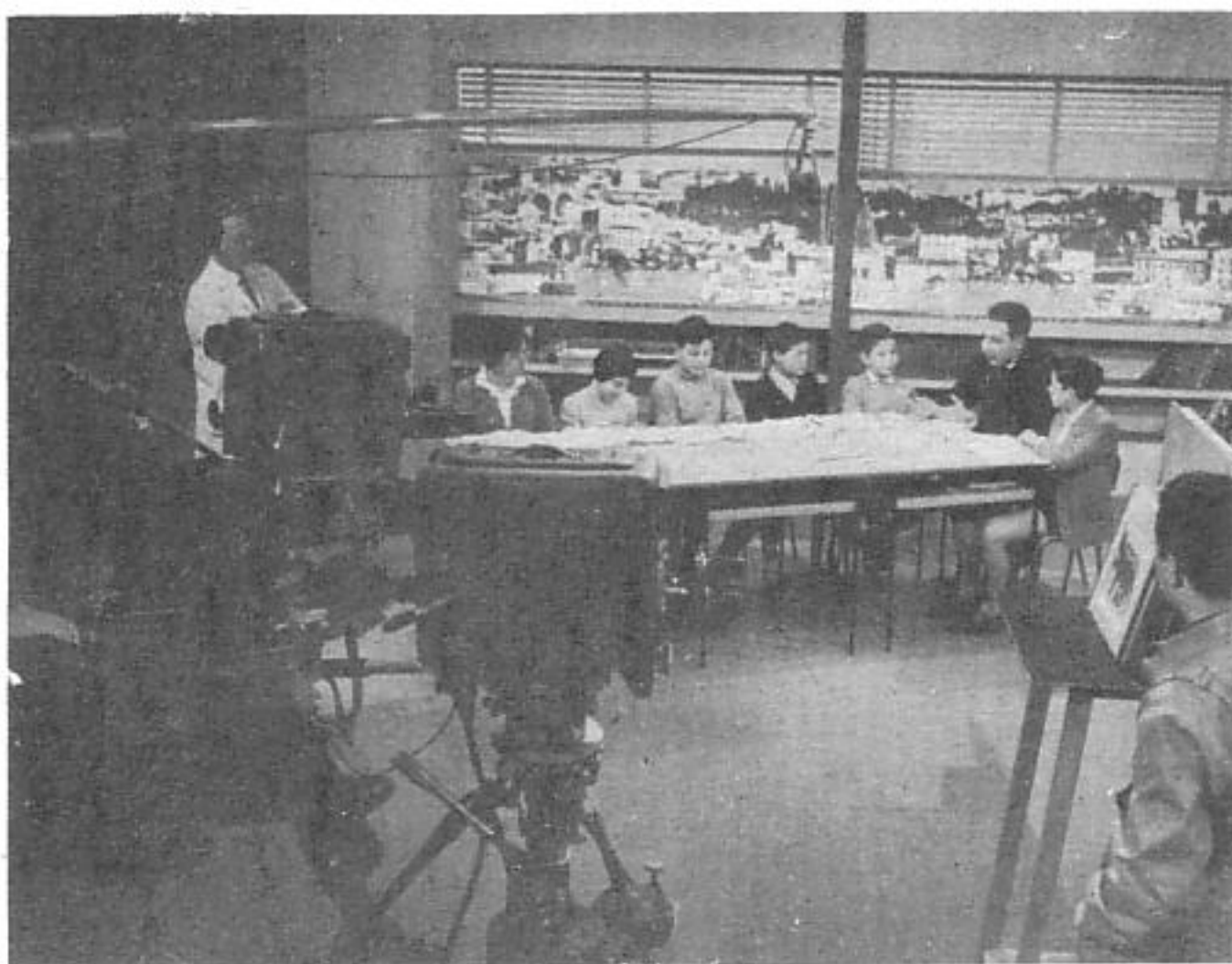
En U.R.S.S. des émissions culturelles sont diffusées



JAPON - Tokio - Ecole Tamagawa Gakuen - Des élèves des classes primaires apprennent à se servir d'un magnétophone et de la radio.

sur le plan régional. Et, en Australie, 94% des écoles suivent des émissions scolaires.

La télévision n'est pas très répandue dans les pays en voie de développement, mais là où elle existe, les responsables font une large place aux émissions éducatives. En Nigéria occidentale, par exemple, trois heures par jour sont consacrées aux émissions pour les écoles qui sont suivies également par le public. Au Kenya, les programmes éducatifs constituent un sixième de l'ensemble des émissions. En Nigéria septentrionale et orientale, on met également l'accent sur les programmes éducatifs. Et la télévision rhodésienne est tenue de présenter régulièrement des émissions scolaires.



ITALIE - Rome - Télévision scolaire: une expérience intéressante a été entreprise en Italie: un cours de formation professionnelle, d'une durée de trois ans, est télévisé six jours par semaine, à l'intention d'écoliers ayant achevé leurs études primaires. Parmi les matières enseignées figurent l'italien, le français, l'histoire, la géographie, l'éducation civique, des éléments de religion, des travaux pratiques et du dessin technique et, pour les filles, l'économie domestique. Chaque année, les élèves passent un examen qui leur permet d'accéder à la classe supérieure. Ici, une classe d'histoire. Deux caméras sont installées, l'une braquée sur le professeur, l'autre sur les images. Pour que le rendement soit meilleur, on installe sur le plateau une véritable petite classe qui est utilisée de temps en temps.

Au Chili, toutes les stations de télévision dépendent des universités. Et la station d'Etat du Venezuela diffuse environ six heures de programmes culturels ou éducatifs par jour.

La station expérimentale de la télévision indienne offre des programmes scientifiques et des cours d'anglais et de hindi destinés aux écoles secondaires. Le Japon, par rapport aux autres pays d'Asie, occupe une place exceptionnelle dans le domaine de la télévision. Les émissions éducatives que diffusent les postes de son important réseau touchent 42% de la population et sont captées par 24 000 écoles. Dans les Samoa américaines, en Océanie, un programme éducatif est en voie d'organisation.

Aux Etats-Unis, il existe plus de 60 stations de télévision éducative qui dépendent des écoles, des universités et de diverses fondations. Des avions volant à haute altitude permettent de diffuser des émissions culturelles sur une région de plus de 202 000 km². On voit donc ce que pourrait faire un satellite artificiel pour la diffusion de programmes éducatifs télévisés.

En Europe, la télévision scolaire est particulièrement développée en Italie et en Angleterre. En U.R.S.S., une bonne partie des émissions sont consacrées aux programmes culturels. L'Université populaire offre des cours télévisés, de sciences, de technique et d'art.

Les films documentaires et éducatifs ont progressé dans le monde entier et les producteurs de longs métrages, les organismes officiels, les entreprises industrielles, les fondations et les organisations à but non lucratif et à caractère culturel, scientifique ou éducatif, en réalisent de plus en plus. Dans de nombreux pays, le cinéma fait aujourd'hui partie intégrante des programmes scolaires et il est utilisé tantôt pour enrichir un enseignement déjà complet, tantôt pour pallier le manque de manuels, matériel et de maîtres qualifiés. Grâce aux groupes mobiles, les films éducatifs et documentaires atteignent un public que le cinéma n'avait pas encore touché. Ces cinémas ambulants pénètrent jusqu'aux plus lointains villages d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine dont les habitants ne savent ni lire ni écrire.

En Amérique latine, on envisage d'utiliser le cinéma à des fins éducatives dans les campagnes. En Asie, en revanche, le film est considéré essentiellement comme un moyen de divertissement. Mais au Japon, en Inde et en Israël, il existe d'excellents services d'information cinématographique.

En Europe, de nombreux pays utilisent dans une certaine mesure le film à des fins éducatives; mais quelques nations, telles la Finlande et les Pays Bas, en ont fait une partie des programmes scolaires.

Le Canada est sans doute le pays, qui possède les services de films éducatifs les plus développés; mais aux Etats Unis, on fait également largement appel à cet auxiliaire. Cuba, l'Australie et la Nouvelle Zélande, parmi d'autres nations, ont des équipes permanentes chargées de la production de documentaires.

L'union Soviétique produit chaque année plusieurs centaines de films d'enseignement qui sont diffusés à travers le pays par 23 400 projecteurs itinérants.

Texte et photos: *Courrier de l'Unesco* - février 1964

ONDES TRES COURTES (V.H.F.) et ULTRACOURTES (U.H.F.)

Jusqu'à présent nous nous sommes occupés de l'émission et de la réception des ondes radioélectriques ayant une fréquence inférieure à 30 MHz: cette fréquence étant le limite supérieure de la gamme des Ondes Courtes. Maintenant nous consacrerons une série de leçons à l'étude du comportement, de l'émission et de la réception des ondes hertziennes ayant une fréquence supérieure à 30 MHz. A ces fréquences, les circuits que nous avons étudiés jusqu'ici, ne sont plus valables.

On doit donc faire appel à des techniques nouvelles. Les modes de propagation sont, eux aussi, bien différents, et au fur et à mesure la fréquence augmente, cette dernière se rapproche de celle des ondes lumineuses.

Les fréquences au delà de 30 MHz peuvent être subdivisées en trois gammes fondamentales:

1 - Ondes très courtes, appelées aussi « V.H.F. », en anglais « very high frequencies », qui signifie **très hautes fréquences**. Cette gamme s'étend de 30 MHz à 300 MHz; c'est-à-dire descend, en ce qui concerne la longueur d'onde, de 10 mètres à un mètre. Pour cette raison, ces ondes sont souvent appelées: « onde métriques ».

2 - Ondes ultracourtes, appelées aussi « UHF », en anglais « ultra high frequencies », qui signifie **ultra hautes fréquences**. La gamme des ondes ultracourtes s'étend de 300 MHz à 3 000 MHz, c'est-à-dire d'un mètre à 10 centimètres. Pour cette raison, on les nomme quelquefois « ondes décimétriques ».

3 - Micro-ondes; nommées « S.H.F. » en anglais « super high frequencies » (**super hautes fréquences**). Cette dernière gamme s'étend de 3 000 MHz aux 30 000 MHz, c'est-à-dire de 10 centimètres à un centimètre (« ondes centimétriques »).

Actuellement, de nouvelles techniques d'émission et de réception basées sur l'emploi de fréquences encore plus élevées (ondes millimétriques-décimillimétriques), font toujours l'objet d'études.

Dans cette leçon, nous nous occuperons des ondes très courtes et des ondes ultracourtes et, en particulier, de leur comportement et de leur propagation. Nous décrirons aussi les principes fondamentaux concernant la technique de l'émission et de la réception sur ces fréquences. Nous aborderons les micro-ondes dans une autre leçon (numéro 50).

Il faut tout d'abord tenir compte du fait que les deux gammes en question s'étendent dans une zone de fréquences très vaste, à savoir, de 30 MHz à 3 000 MHz; il en résulte, par la suite, une certaine diversité dans le comportement et la technique des circuits, entre une zone que nous pouvons définir comme zone initiale (au dessous de 75 MHz), une zone que nous pouvons considérer comme zone centrale (allant de 75 à 1 000 MHz) et une dernière zone (au delà de 1 000 MHz).

Les subdivisions que nous venons de faire n'ont rien de rigide, parce que le passage d'un type à un autre se fait, en réalité, d'une façon graduelle et il existe des zones de transition très étendues.

De toute façon, nous pouvons dire que, dans les grandes lignes, la zone initiale, surtout dans son extrémité inférieure, se comporte de manière similaire à celle des ondes courtes; la zone centrale suit, dans son comportement, les règles qui font l'objet de cette leçon; la dernière zone s'approche de la gamme des micro-ondes, en particulier en ce qui concerne la technique des circuits.

HISTORIQUE

L'un des problèmes que l'on rencontre aussi bien dans l'émission des ondes courtes que dans celle des ondes moyennes, concerne les interférences dues à l'étroitesse relative de la gamme (de 3 MHz à 30 MHz, c'est-à-dire 27 MHz en total).

Déjà, au commencement de notre siècle, la forte expansion des radio-communications posait des problèmes concernant l'assignation des fréquences disponibles à cette époque, aux différents pays et aux divers services de radioémission.

Plusieurs conférences à l'échelle mondiale ont eu lieu à partir de 1903, afin de pouvoir résoudre ce problème; toutefois, on a pu seulement mettre un peu d'ordre de façon à éviter autant que possible la production d'interférences.

On n'a pas pu résoudre la question fondamentale relative à l'impossibilité de faire face, au moyen des gammes disponibles à cette époque, à toutes les demandes concernant l'attribution des bandes libres à des services nouveaux. On s'est orienté de plus en plus vers les fréquences plus élevées.

Pendant les années qui suivirent 1930, l'encombrement de « l'éther » était tel, même dans les Ondes Courtes, qu'il rendait absolument indispensable une am-

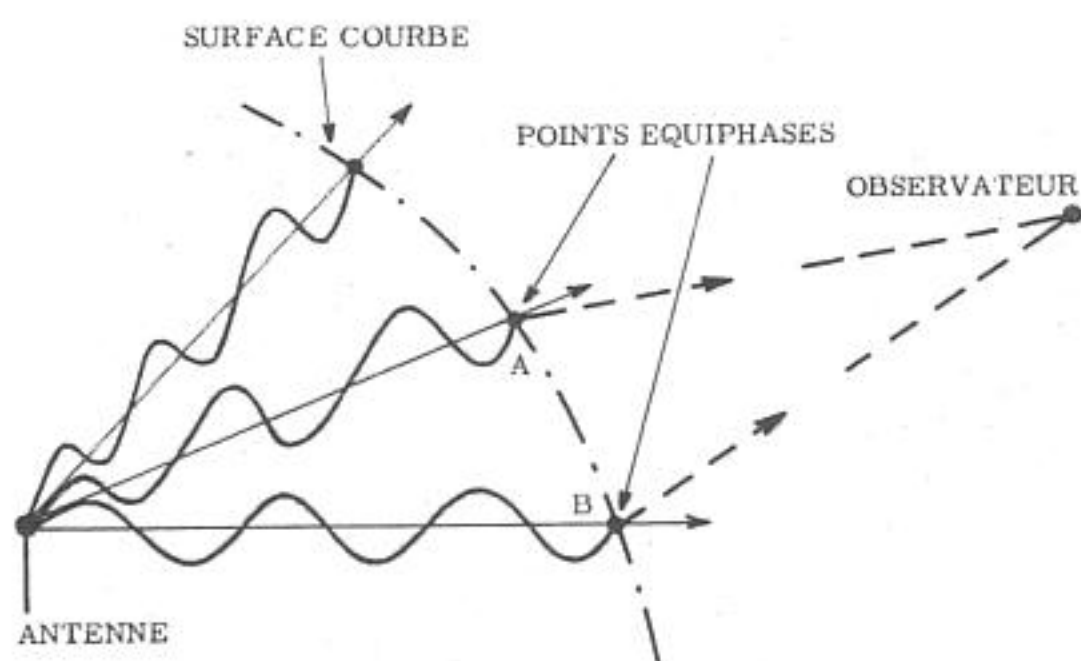


Fig. 1 - Si les points d'un train d'ondes ayant la même phase peuvent être vus par un observateur se tenant à une distance notable, deux points (A et B) situés sur la surface courbe délimitée par eux-mêmes, sembleraient situés sur une surface plane.

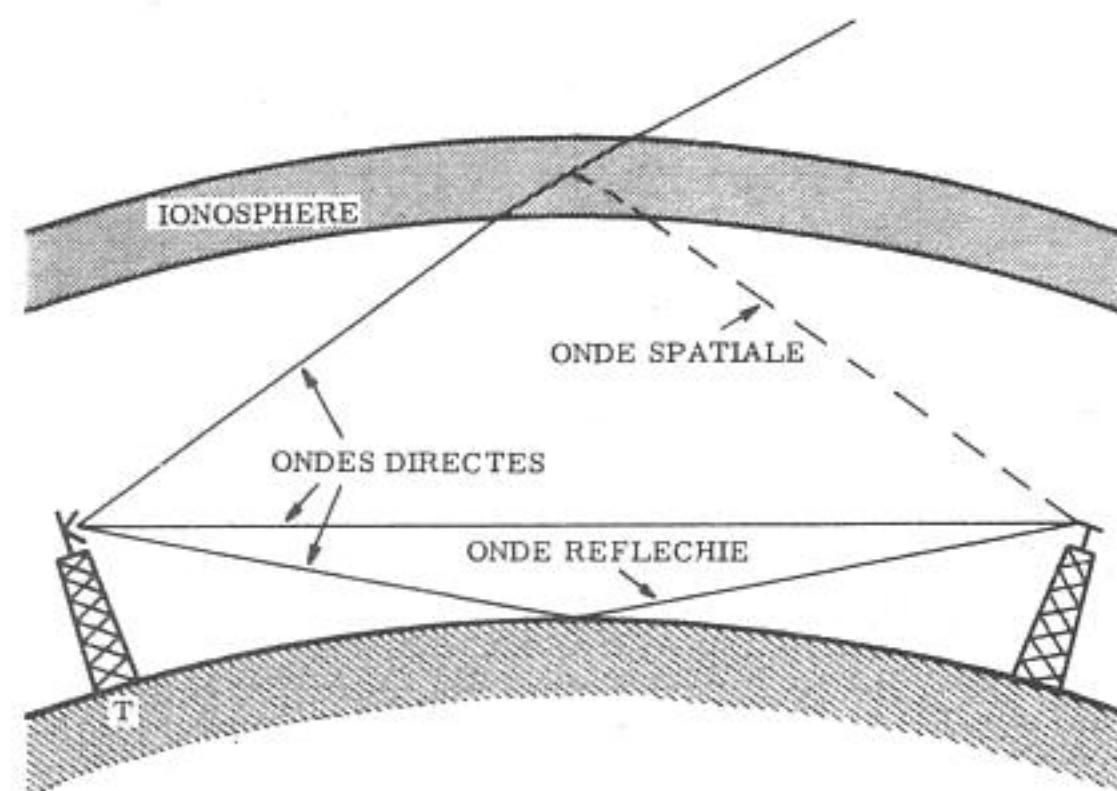


Fig. 2 - Représentation de l'onde spatiale (partiellement réfléchi), et des ondes directes (celles-ci aussi partiellement réfléchies).

pliation des gammes de fréquences disponibles pour les émissions radio.

Alors, on a dû entreprendre une série d'expériences et de recherches dans le but de rendre possible les radio-communications sur des fréquences supérieures à 30 MHz. En réalité, des recherches similaires avaient été faites précédemment, spécialement par des pionniers des radiocommunications et des amateurs, toujours à la recherche de possibilités nouvelles. Toutefois, ces expériences étaient alors considérées comme de simples curiosités scientifiques, même si elles étaient couronnées de succès, parce que les bases techniques et le matériel nécessaire à l'utilisation pratique des V.H.F. faisaient défaut.

Nous nous rapportons, en particulier, au fait que l'émission sur des fréquences supérieures à 30 MHz nécessite, afin de pouvoir être réalisée avec succès, l'emploi de circuits et d'éléments spéciaux étant donné que la technique des Ondes Moyennes et des Ondes Courtes n'est plus valable.

Entre 1930 et 1936 les laboratoires des industries ont commencé à s'intéresser activement au problème de la fabrication de composants électriques adaptés aux fréquences élevées et, pendant la même période, les amateurs ont étudié la propagation et les possibilités d'emploi des ondes très courtes. Le pas décisif fut accompli à la suite de l'intensification des recherches militaires, pendant les années précédant immédiatement la seconde guerre mondiale.

A la fin de la guerre, les gammes VHF et UHF sont devenues d'un emploi courant, tout d'abord dans le domaine des télécommunications, puis pour les services de radiodiffusion et de télévision. Dans le domaine de la radiodiffusion, la gamme VHF fut utilisée seulement pour les émissions à Modulation de Fréquence, parce que ces émissions furent justement entreprises pendant la période où les communications sur ondes très courtes se trouvaient en plein développement. A présent, les services de télévision, nous le verrons dans le « Cours » spécial, se servent aussi de plus en plus de la gamme UHF (bande IV et bande V).

PROPAGATION

Afin de pouvoir se servir dûment des équipements de télécommunications fonctionnant dans la gamme des fréquences comprise entre 30 et 1 000 MHz, il est nécessaire tout d'abord de comprendre les phénomènes naturels qui affectent la propagation de telles ondes. Les effets exercés par l'atmosphère et la surface de la terre sur les fréquences qui dépassent 30 MHz, varient avec les conditions climatiques, la nature du sol, la position géographique, la fréquence même et d'autres facteurs que nous considérerons par la suite. Une onde radio est, nous l'avons déjà dit, constituée par la coexistence d'un champ électrique et d'un champ magnétique perpendiculaires entre eux et à la direction de propagation de l'onde.

En supposant qu'un observateur puisse, à un instant donné, « voir » tous les points d'un train d'ondes émises par une antenne et ayant toutes la même phase, il observerait une surface courbe dont les rayons aboutissent à l'antenne (voir figure 1).

L'onde émise est sphérique. Cependant, si l'antenne est placée à une distance considérable du point d'observation, c'est-à-dire si l'observateur est situé sur une surface d'onde de grand rayon, l'onde apparaît comme étant plane.

En ce qui concerne la polarisation, nous savons déjà que celle-ci est déterminée par la polarisation du champ électrique. Le choix entre la polarisation verticale ou horizontale dépend de plusieurs facteurs, comme par exemple l'étendue et la direction de la zone que l'on désire couvrir. Prenons par exemple le cas où l'on désire émettre dans toutes les directions horizontales, à partir du point où se trouve l'antenne émettrice, il est nécessaire que l'on utilise un dipôle courant demi-onde, monté de sorte que son axe soit vertical. Une telle antenne, polarisée verticalement, rayonne intensément dans toutes les directions horizontales de plus, elle rayonne aussi vers le haut avec un champ suffisant pour permettre la communication, par exemple, avec des avions en vol, à l'exception d'une petite zone, qui se trouve située au dessus de l'antenne.

En ce qui concerne les radiocommunications actuel-

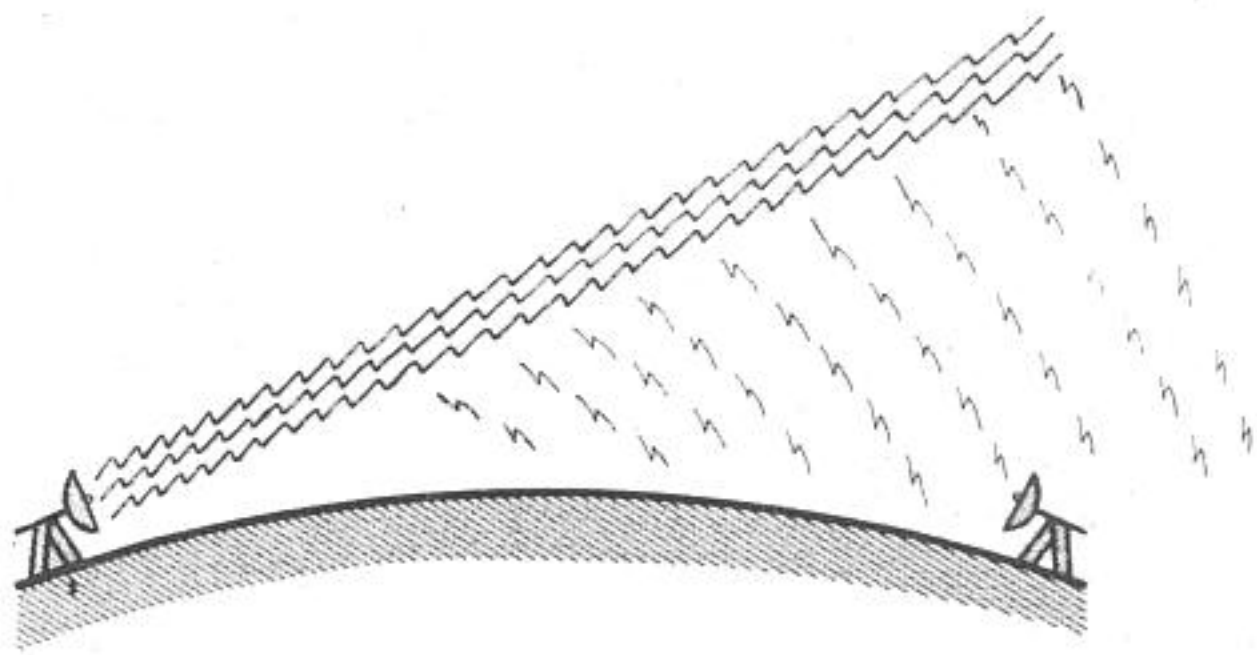


Fig. 3 - Propagation, au-delà de l'horizon, des ondes de fréquence élevée et concentrées en faisceau, au moyen d'antenne paraboliques tant à l'émission qu'à la réception, basée sur les phénomènes de diffraction et de dispersion.

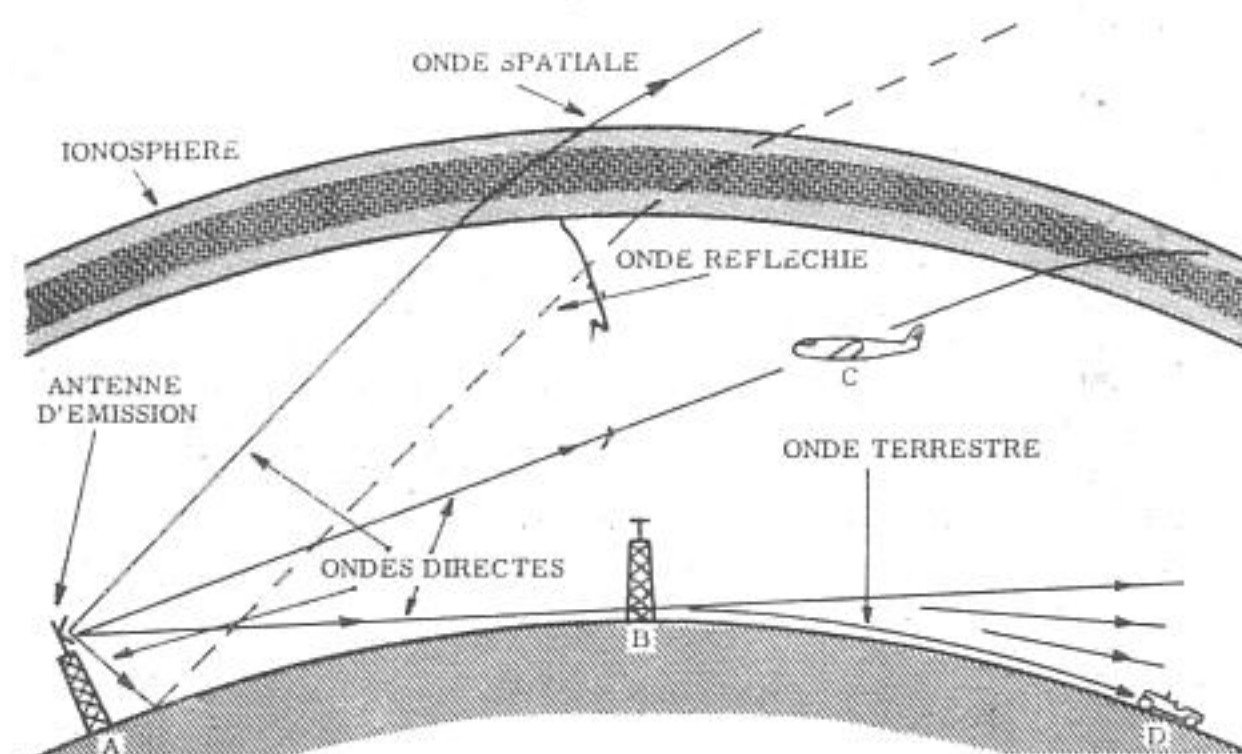


Fig. 4 - L'avion C et l'antenne B reçoivent un bon signal au moyen des ondes directes, tandis que la voiture D capte seulement des signaux faibles.

les, le plan de polarisation de l'onde reçue en un point quelconque peut différer légèrement de celui de l'antenne émettrice. Si cela se produit, le fait est dû aux effets de réflexion de la part de la terre, des nappes d'eau, des bâtiments de dimensions considérables, etc. Il est possible également d'émettre des ondes ayant une polarisation elliptique, en adoptant des types particuliers d'antennes. De cette façon, le plan de polarisation tourne petit à petit selon que l'onde elle-même avance dans l'espace. Cependant, nous précisons qu'actuellement, ce mode de polarisation est exclusivement employé dans les expériences.

PROPAGATION des ONDES DIRECTES SPATIALES et TERRESTRES

Dans l'étude de la propagation des ondes de fréquence comprise entre 30 et 1 000 MHz, on peut considérer soit la propagation directe, soit la propagation indirecte.

L'onde directe correspond à la partie de l'énergie rayonnée qui, partant de l'antenne émettrice, arrive directement à l'antenne réceptrice, sans être réfléchi, ni par l'ionosphère, ni par la surface terrestre ou par les obstacles se trouvant sur cette dernière. Les ondes terrestres, qui ont tant d'importance dans la propagation, aux fréquences inférieures, à cause de la distance considérable qu'elles parcourent, deviennent en général moins efficace lorsque la fréquence croît au-delà de 30 MHz.

La figure 2 représente comment une onde rayonnée se divise en onde spatiale (tournée vers le ciel), onde réfléchi et onde directe. On considère comme onde spatiale la partie de l'onde rayonnée qui atteint l'antenne réceptrice après avoir subi une déviation vers le bas par rapport à sa direction originale. Ce type d'onde devient extrêmement faible avec l'accroissement de la fréquence, comme l'indique la ligne pointillée de la figure. Au-delà de 30 MHz, la majeure partie de l'énergie rayonnée passe à travers l'ionosphère en subissant une légère déviation vers le bas, à l'exception des cas rares où les conditions de l'ionosphère sont anormales.

Seule, la propagation par l'onde de sol est donc à considérer. La limite à laquelle la possibilité de propagation ionosphérique cesse, varie avec la latitude, l'heure, la saison et l'année. Cependant, elle dépasse rarement 60 MHz.

D'ailleurs, ce mode de propagation, étant donné son caractère instable, surtout lorsqu'il s'agit de réflexions sur la couche E sporadique, n'est guère intéressant; il présente surtout des inconvénients: risques d'interférences entre des émissions de télévision, par exemple.

Nous devons toutefois mentionner qu'en 1950 furent entreprises des recherches dont les résultats pratiques obtenus permettent actuellement de rendre utilisables les phénomènes stables de propagation au-delà de la ligne d'horizon radioélectrique. Ces phénomènes peuvent être exploités au moyen d'éléments convenables pour atteindre des portées de l'ordre de centaines de kilomètres, au-delà de la ligne d'horizon. Il s'agit de la propagation par diffraction et par un effet, appelé « scatter », que l'on peut définir comme étant un effet de dispersion.

Les ondes ayant de telles fréquences se comportent de manière analogue à la lumière, c'est-à-dire qu'il est possible de les concentrer en faisceaux.

La figure 3 montre la propagation, au-delà de la ligne d'horizon, des ondes de fréquence élevée, concentrées en faisceau.

Des puissances notables et des antennes à gain très élevé sont nécessaires. La propagation des ondes terrestres se rapporte rigoureusement au rayonnement de la partie d'énergie qui se déplace le long de la surface de la terre, au voisinage de la ligne qui sépare celle-ci de l'air qui l'entoure.

Les ondes terrestres ayant une fréquence inférieure à 30 MHz (appelées quelquefois ondes de sol), atteignent des intensités telles qu'elles permettent des communications à une distance de beaucoup supérieure à celle de la portée optique. Pour des fréquences supérieures, ces ondes sont affectées considérablement, de sorte que l'onde terrestre proprement dite diminue d'intensité si rapidement au delà de l'horizon, qu'elle devient inutilisable.

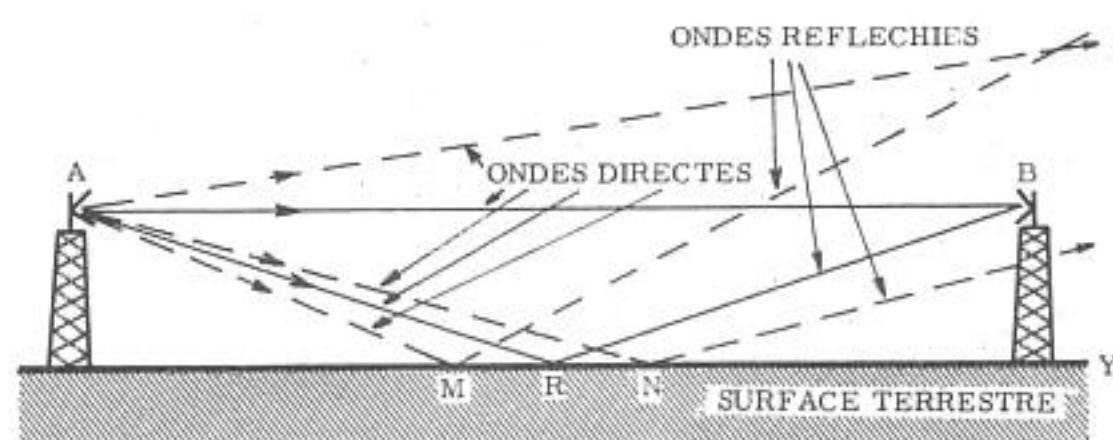


Fig. 5 - Représentation des divers types d'ondes qui se propagent entre deux antennes placées à une certaine distance sur une surface relativement plane. Les ondes spatiales vont se perdre dans l'espace, et l'antenne réceptrice (B) capte aussi bien les ondes directes qu'une partie des ondes réfléchies par la terre, mais uniquement celles qui tombent sur le point R. Les ondes réfléchies par M et N ne sont pas captées

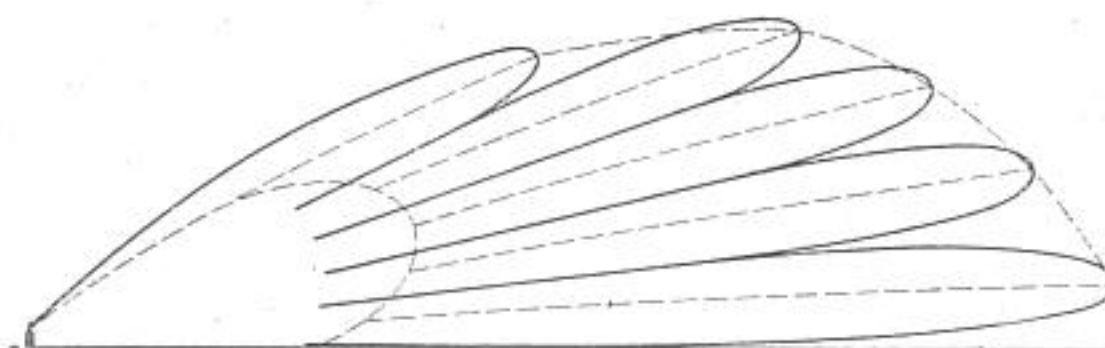


Fig. 6 - Représentation verticale d'un diagramme de rayonnement à lobes. En dehors de ces lobes, aucune réception n'est possible. Les lignes pointillées relient les points où l'intensité du champ est maximum et minimum.

En ce qui concerne la réception, l'énergie électromagnétique captée par une antenne réceptrice placée en un point relativement voisin de l'émetteur et bien au-dessus de la surface terrestre, est la résultante des ondes directes et des ondes réfléchies qui peuvent atteindre ce point. Naturellement, l'onde réfléchie est presque toujours la plus faible des deux, à cause de l'absorption et de l'inévitable dispersion qui se produisent à l'endroit où s'opère la réflexion. Il s'ensuit que l'énergie effective produite par le signal dans l'antenne réceptrice peut être plus forte ou plus faible que celle produite par l'anode directe seule, étant donné que cette énergie est en rapport étroit avec les relations de phase qui existent entre les deux signaux (direct et réfléchi) qui atteignent simultanément l'antenne. En effet, ils peuvent être en phase, (dans ce cas les amplitudes respectives s'additionnent) ou déphasés, (dans ce cas elles se soustraient).

Nous venons de dire que l'onde réfléchie est normalement la plus faible: c'est pourquoi les deux ondes ne s'annulent pas facilement même si elles se trouvent en opposition de phase totale. A cause de la faible puissance due à la propagation insuffisante des ondes spatiales et terrestres, dans le domaine des V.H.F. et des U.H.F. qui nous intéresse ici, les seuls points normalement compris dans la portée optique des émissions sont ceux qui se trouvent directement sur le sol ou légèrement au-dessous de ce dernier, et que l'onde directe peut atteindre.

C'est ce qu'illustre la figure 4. L'avion présent au point C et l'antenne placée sur la tour (au point B) captent tous les deux un signal satisfaisant; par contre, la voiture se trouvant en D ne reçoit qu'un signal faible, provenant de l'onde de sol. En A se trouve l'antenne émettrice.

Du moment que toutes les ondes électromagnétiques se propagent en ligne droite dans l'espace libre, on pourrait penser, à première vue, que les communications au delà de la portée optique pour laquelle l'antenne réceptrice peut être « vue » par l'antenne émettrice sont irréalisables. La pratique a, au contraire, démontré que cela n'est pas vrai. La portée effective au

delà de l'horizon optique proprement dit est, certes, limitée dans les gammes des V.H.F. et des U.H.F., mais elle existe. Pour cette raison, les ondes ayant une fréquence supérieure à 30 MHz sont souvent appelées « ondes semi-optiques », pour faire ressortir le fait qu'elles se comportent de manière analogue aux ondes lumineuses.

Etant donné qu'en réalité, les ondes hertziennes appartenant à cette gamme de fréquences se comportent effectivement comme la lumière, leurs caractéristiques de propagation sont souvent définies au moyen de l'expression « émission et réception à portée optique ».

En effet, par rapport à la propagation des ondes radioélectriques l'horizon se trouve légèrement au delà de l'horizon optique. Si nous imaginons que la terre a un rayon égal à 1,33 fois son rayon effectif, une ligne droite hypothétique, allant de l'antenne émettrice jusqu'à un point de l'horizon visible par rapport au rayon imaginaire, indiquera la ligne effective de l'horizon radioélectrique. La différence entre le comportement de la lumière et celui des ondes hertziennes appartenant aux gammes de fréquences en question, est due presque exclusivement à la différence de longueur d'onde.

Portée utile des communications.

En installant l'antenne d'émission comme celle de réception à une hauteur convenable, il est possible d'effectuer de bonnes communications en modulation d'amplitude sur une distance de 150 kilomètres, au moyen d'une puissance d'émission comprise entre 50 et 100 watts. Cette évaluation approximative de la distance se rapporte à la configuration géographique, les conditions troposphériques étant normales, cependant elle peut subir des modifications notables sous l'influence de divers facteurs.

En augmentant ultérieurement la hauteur de l'antenne, ou bien en augmentant la puissance d'émission, il est logique que la portée puisse être par suite, augmentée à son tour.

Etant donné que la configuration géographique du

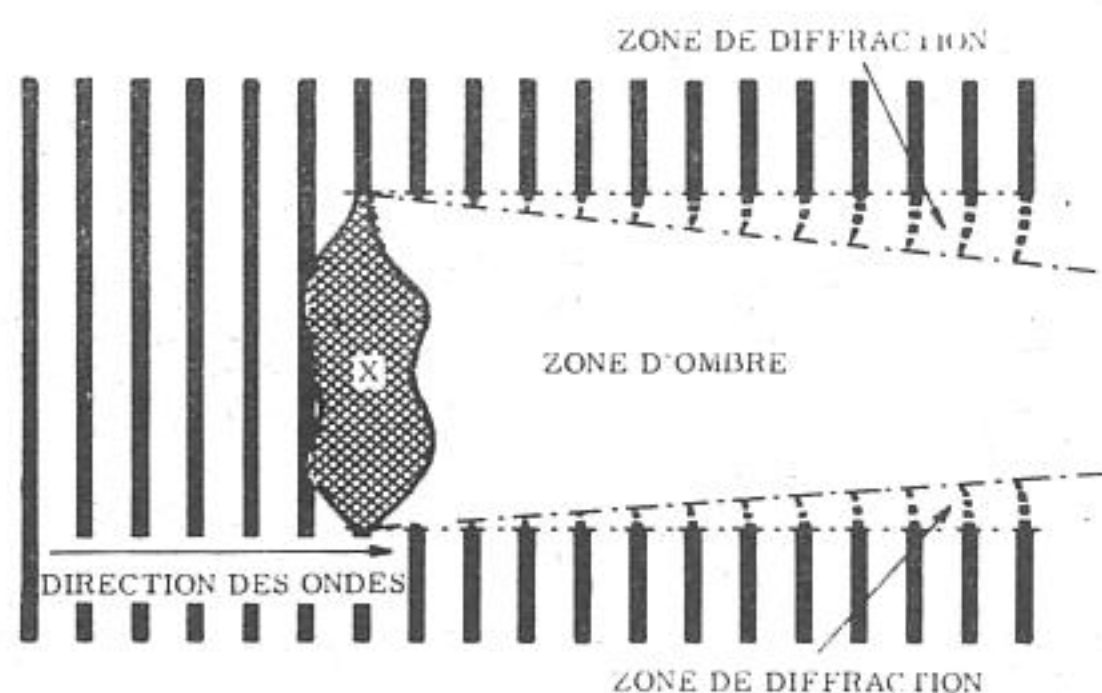


Fig. 7-A - Représentation du phénomène de diffraction sur un obstacle. Comme on peut le noter, au-delà de l'obstacle les ondes tendent à converger en un point donné.

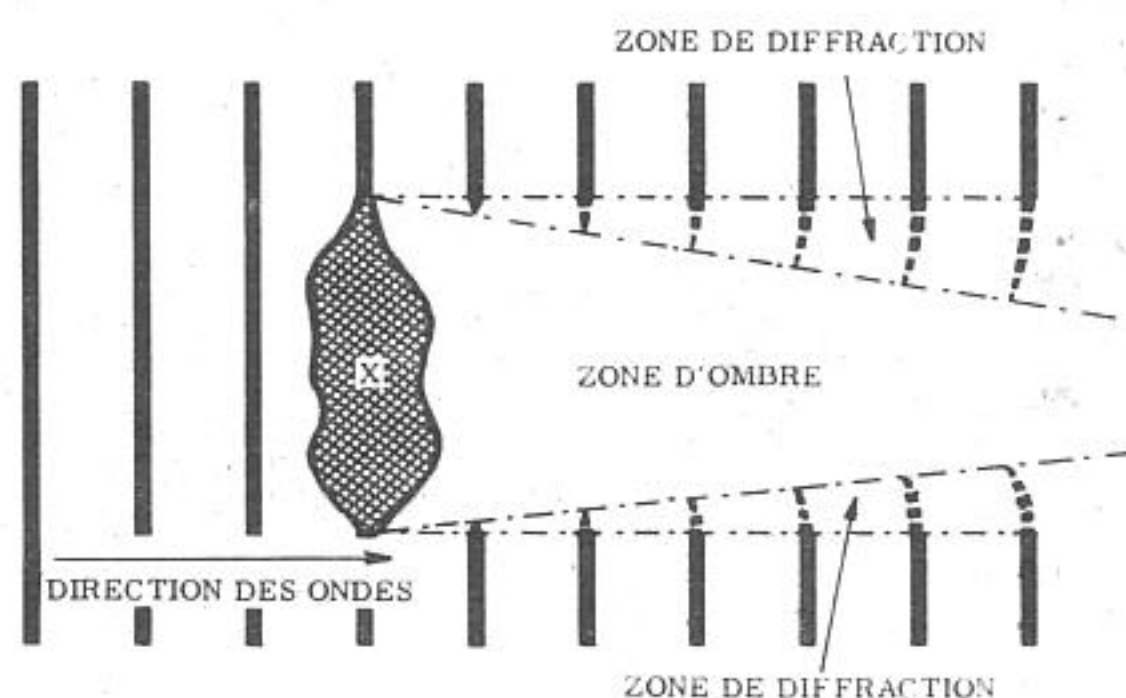


Fig. 7-B - Pour des fréquences plus petites (longueurs d'onde plus grandes), le phénomène de diffraction devient plus prononcé et la zone d'ombre se réduit.

sol varie d'une localité à une autre et que, de plus, il existe des types différents d'appareils récepteurs et émetteurs ayant, respectivement, une sensibilité et une puissance différentes, il nous est impossible, dans cette étude d'énumérer toutes les conditions qui peuvent se produire. Nous considérerons seulement les divers facteurs qui ont sur la propagation et, par suite, sur l'augmentation de la portée, des effets déterminants.

LES PHENOMENES de REFLEXION

En règle générale, le phénomène de réflexion dans les gammes des V.H.F. et des U.H.F. se produit de manière analogue à celui qui se manifeste dans les gammes de fréquences inférieures. Lorsque les ondes électromagnétiques de n'importe quelle fréquence, rencontrent un obstacle caractérisé par une conductivité ou une constante diélectrique différentes de celles du milieu qu'elles traversent, une partie de leur énergie est réfléchi.

Le degré de réflexion dépend de la conductivité et de la constante diélectrique du milieu, ainsi que de ses dimensions physiques par rapport à la longueur d'onde. La réflexion d'une onde hertzienne de fréquence donnée, est d'autant plus importante que la conductivité et la constante diélectrique de l'objet réfléchissant sont plus élevées. Nous devons ajouter à cela que les obstacles de dimensions considérables, constitués d'un matériau déterminé, réfléchissent mieux les ondes que ceux de dimensions réduites. Par exemple, les objets dont les dimensions mesurent la moitié de la longueur d'onde ou un multiple exact de cette longueur, situés dans le plan de polarisation du rayonnement, réfléchissent beaucoup mieux que ceux ayant des dimensions différentes. Les obstacles dont les dimensions sont inférieures à un cinquième de la longueur d'onde se comportent, au contraire, de manière à disperser les radiations sous un angle assez grand, au lieu de les réfléchir dans une direction donnée. A ce propos, nous précisons que par « dimensions » nous entendons indifféremment une dimension quelconque de l'objet, comme par exemple la largeur, la hauteur ou la profondeur.

Réflexion de la part du sol.

Un des effets des plus importants est celui produit par les ondes réfléchies par le sol après avoir été rayonnées par l'antenne émettrice. La figure 5 représente le parcours suivi par l'énergie à haute fréquence directe et par celle réfléchi, entre la distance existant entre deux antennes relativement proches d'une surface réfléchissante plane.

En observant cette figure, on peut noter que le point marqué R est le seul, sur toute la surface, où l'énergie rayonnée par l'antenne A peut, à la suite de la réflexion, atteindre l'antenne B. Les ondes réfléchies par les points M et N ne passent pas, en effet, au point B, c'est pourquoi elles n'induisent aucun signal dans l'antenne placée en ce point.

Toutefois, si l'on installe l'antenne B en un autre point quelconque au-dessus du sol, il existera toujours un point — sur ce dernier — sur lequel les ondes peuvent être réfléchies dans une direction telle qu'elles peuvent l'atteindre.

Les relations de phase qui existent entre les ondes directes, qui se propagent le long du parcours aérien A-B, et celles réfléchies le long du parcours A-R-B dépendent de la différence entre les longueurs des deux parcours, du type de polarisation et du déphasage qui se produit au point de réflexion.

La différence entre les longueurs des deux parcours varie avec la position relative des antennes par rapport au sol; de manière analogue, le déphasage qui se produit au point de réflexion varie, lui aussi, avec l'angle d'incidence et avec la variation de la conductivité et de la constante diélectrique de la surface réfléchissante.

L'effet général qui résulte de la combinaison de l'énergie directe et de celle réfléchi se traduit par un diagramme à lobes, dans lesquels les ondes tendent à se renforcer mutuellement (en s'additionnant) ou à s'affaiblir (en se soustrayant), réparti sur la région entière qui se trouve au-dessus de la surface réfléchissante.

La figure 6 représente la coupe transversale de ce diagramme à lobes; les lignes pointillées passent par

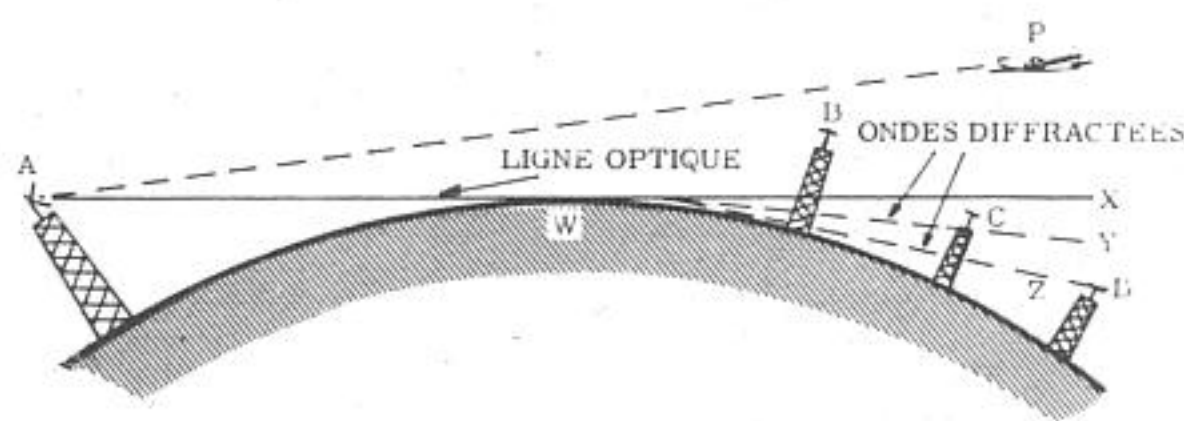


Fig. 8 - A cause de la courbure de la surface de la terre, la réception n'est possible que si les deux antennes (émettrice et réceptrice), sont sur la même ligne optique. Dans le cas illustré, l'avion P capte des ondes directes, ainsi que l'antenne B. Les antennes C et D, toutefois, bien qu'elles ne se trouvent pas à une hauteur suffisante par rapport au niveau de la ligne optique (X), captent des signaux par diffraction.

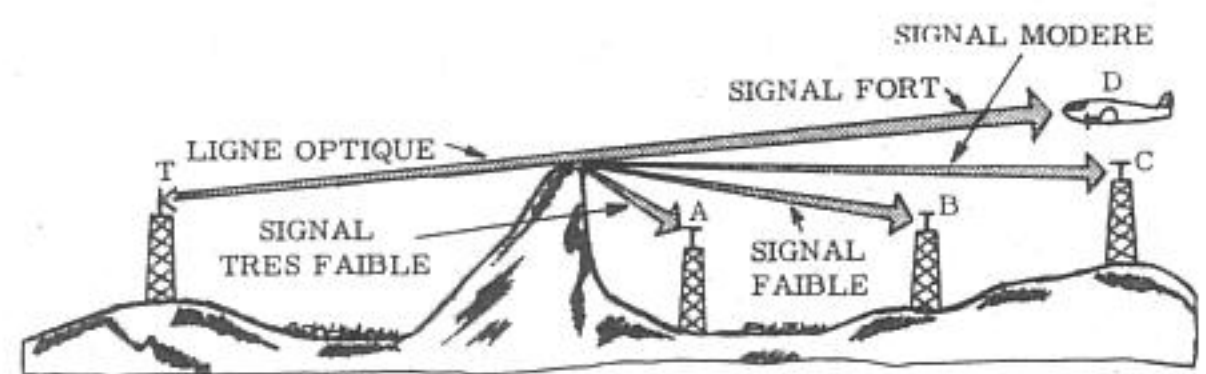


Fig. 9 - La présence d'un obstacle (comme par exemple une montagne) le long de la direction de propagation, est souvent la cause de zones d'ombre et de plusieurs phénomènes de diffraction. Dans le cas représenté, l'avion D capte les ondes directement, tandis que les antennes C, B et A captent des signaux de plus en plus faibles, à cause de l'angle de diffraction toujours élevé.

les points où l'intensité du champ rayonné est maximale et minimale. La forme de la terre modifie à peine l'allure du diagramme, parce que le rayon de la terre est beaucoup plus grand que la distance considérée. Malgré cela, les effets des irrégularités du sol sont assez importants, étant donné que les variations des dimensions (de la hauteur, de la profondeur, etc.) peuvent facilement être de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du rayonnement en question. En conséquence, la structure à lobes des points d'intensité maximum et minimum des signaux est plutôt irrégulière.

Les différences d'amplitude qui subsistent entre les points d'intensité maximale et minimale du champ sont beaucoup plus petites que celles que l'on obtiendrait sur une surface parfaitement régulière et lisse. Une grande partie des effets du diagramme à lobes se traduit par des variations considérables de l'intensité du signal reçu.

Les effets de la réflexion sur des objets ayant une bonne conductivité sont importants; de plus, du moment que la majeure partie des ouvrages construits par l'homme (nous nous référons aux bâtiments), contiennent un pourcentage assez fort de structures métalliques, les phénomènes de réflexion qui en résultent sont fréquemment la cause d'inconvénients ennuyeux. Lorsque les ondes que l'on désire recevoir parcourent des directions de longueur différente, pour converger ensuite sur une antenne réceptrice unique, on a souvent des interférences gênantes, qui entraînent la réception simultanée de deux signaux identiques, avec un déphasage qui, bien que faible, compromet l'intelligibilité de l'audition, surtout si les deux signaux possèdent approximativement la même amplitude à l'arrivée. Nous examinerons ce cas avec plus de détails dans l'étude de la réception de la télévision (la télévision utilise justement les gammes V.H.F. et U.H.F.), qui fait l'objet d'un Cours spécial.

Les conséquences de ce phénomène sur la réception de simples émissions radiophoniques, dans lesquelles la modulation est constituée seulement par des signaux

à fréquence acoustique, sont aussi indésirables. Si le signal qui interfère possède une intensité suffisante, on a, répétons-le, une réception accompagnée de distorsion et souvent inintelligible, quand l'intervalle de temps entre deux impulsions sonores identiques est supérieur à un centième de seconde.

Les interférences multiples occasionnées par l'énergie d'un signal réfléchi deviennent particulièrement sérieuses dans les zones où de grosses constructions métalliques sont présentes.

Elles peuvent, de plus, se produire dans des zones montagneuses, surtout si l'antenne émettrice est placée sur un pic tandis que celle de réception n'est pas placée à un endroit tel qu'elle puisse recevoir un bon signal.

Les réflexions des ondes électromagnétiques dues aux variations brusques de la constante diélectrique de l'atmosphère peuvent se produire au voisinage des masses d'air ayant des caractéristiques physiques différentes, ou bien à cause de la présence de zones fortement ionisées de l'aurore boréale et de la couche « E » de l'ionosphère.

Les réflexions de ce type peuvent quelquefois restituer sur la terre l'énergie des signaux qui, normalement, serait destinée à se disperser dans l'espace, en la réfléchissant en des points de la surface terrestre à une distance considérable de l'antenne d'émission, quelquefois de l'ordre de plusieurs milliers de kilomètres.

De toute façon, cela se produit de façon sporadique et sans aucun calcul prédéterminé, étant donné que la présence de telles variations dans les caractéristiques de l'ionosphère est absolument imprévisible.

Toutefois, ce dernier effet diminue avec l'accroissement de la fréquence et, pour des fréquences dépassant 300 MHz, on peut le négliger. Mais on a pu constater quelques cas où, par exemple, une station d'émission américaine à modulation de fréquence, travaillant sur des fréquences de l'ordre de 100 MHz, a été captée en Australie.

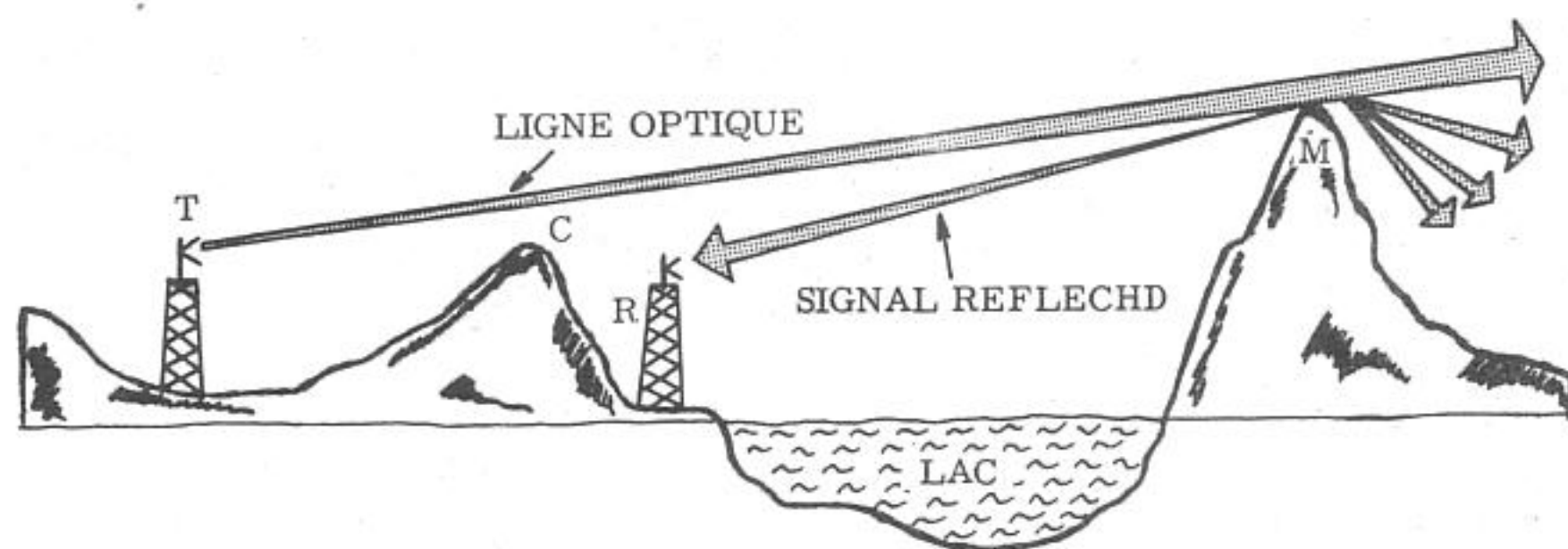


Fig. 10 - Dans les communications au moyen de fréquences très élevées, une antenne réceptrice peut souvent capter les signaux émis par une antenne directive orientée dans la même direction. Cela se passe lorsqu'il existe un obstacle qui réfléchit les ondes dans la direction d'où elles proviennent. Remarquons la diffraction après l'obstacle.

LES PHENOMENES de REFRACTION

La diffraction est le phénomène par lequel les ondes entourent un obstacle qui se présente le long de la direction de leur déplacement. Quelques types de matériaux opposent une certaine impédance au passage des ondes, qui se traduit par une certaine atténuation, ou par une dispersion de l'onde elle-même dans d'autres directions.

De façon plus précise, la diffraction est la pénétration de l'onde dans l'ombre géométrique d'un écran. Parfois, la diffraction fait en sorte qu'une partie de l'onde effleure à peine le bord de la zone d'ombre qui se trouve derrière l'obstacle. La **figure 7** représente en A et en B les effets de diffraction produits par un même type d'obstacle sur deux ondes de fréquence différente.

Nous avons, en son temps, examiné les effets de diffraction en général. A l'égard des V.H.F. et U.H.F., l'obstacle principal qui doit être considéré est le globe terrestre lui-même, en prêtant une attention toute particulière aux irrégularités existant sur sa surface. La **figure 8** représente l'effet de la courbure de la surface terrestre.

L'antenne émettrice est placée sur une tour au point A et la ligne d'horizon optique est déterminée par les points A-W-X.

Les seules antennes réceptrices, existant au delà du point W, qui peuvent recevoir l'énergie à haute fréquence non diffractée, sont celles situées à une hauteur suffisante du sol, afin qu'elles puissent se trouver au-dessus de la ligne de portée optique, comme par exemple l'antenne B, ou bien l'avion indiqué par la lettre P.

Cependant, la partie de l'onde rayonnée, qui effleure le sol au point W est diffractée vers le bas, comme l'indiquent les lignes pointillées W-C et W-Z. Plus la longueur d'onde est grande, plus la diffraction l'est aussi.

Par conséquent, l'énergie propagée le long de la ligne A-W-Z résulte d'un rayonnement effectué au moyen d'une longueur d'onde plus grande utilisée pour

le rayonnement le long de la ligne A-W-Y.

Cette légère flexion, presque parallèle au sol ou aux irrégularités topographiques de ce dernier, constitue probablement l'effet le plus important que la diffraction exerce sur la gamme de fréquences qui nous intéresse. En somme, l'effet de la diffraction consiste à augmenter la distance utile à laquelle les signaux peuvent être propagés avec succès entre des antennes installées à des hauteurs différentes.

Plusieurs types d'obstacles, existant sur la surface de la terre, sont assez grands par rapport à la longueur d'onde comprise entre 10 mètres (30 MHz) et 30 centimètres (1 000 MHz), pour produire des zones d'ombre définies.

La **figure 9** représente justement la présence de zones d'ombre qui se produisent dans les régions où des montagnes considérables existent.

En règle générale, plus la crête de l'obstacle est pointue, plus le phénomène de diffraction est efficace. Lorsqu'on travaille avec des fréquences élevées, l'effet de diffraction provoqué par ce type d'obstacles doit être pris en considération dans le choix de l'endroit où l'on désire installer la station émettrice.

La configuration naturelle de la surface terrestre varie considérablement, répétons-le, selon la localité; il n'est donc possible d'énoncer que peu de règles générales concernant le choix du point d'installation d'émetteurs fonctionnant dans les gammes V.H.F. et U.H.F. Ces règles mêmes doivent être considérées avec une certaine attention et vérifiées expérimentalement. Les voici:

— Afin d'obtenir effectivement la portée maximum utile, il est nécessaire d'installer l'antenne émettrice le plus haut possible et loin des obstacles (bâtiments, montagnes, etc.) existant dans son voisinage. Cela est important, en particulier pour atteindre les zones qui se trouvent au-dessous du niveau moyen, par exemple, les vallées, les plaines basses, etc.

— Si un obstacle quelconque empêche l'observation directe de la ligne d'horizon, il est nécessaire d'installer l'antenne réceptrice à une certaine distance du dit obstacle; autrement dit, elle doit se trouver dans une

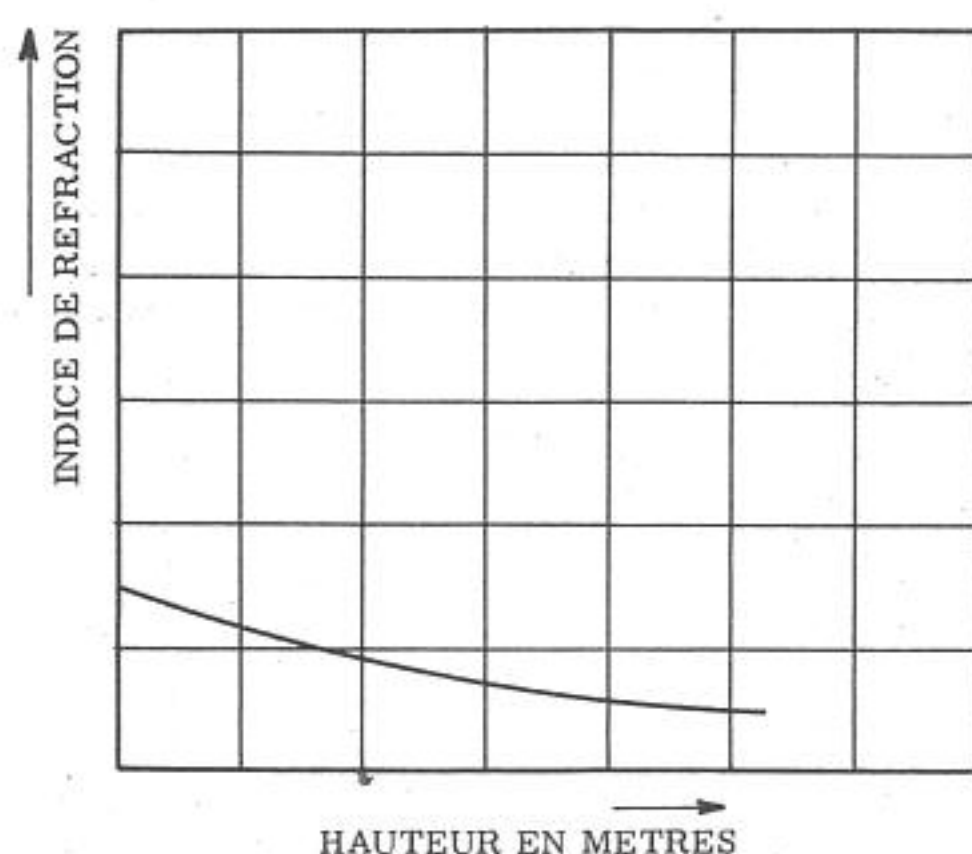


Fig. 11 - Dans les conditions normales de pression, de température et d'ionisation, l'indice de réfraction diminue légèrement et régulièrement avec l'accroissement de la hauteur par rapport au sol.

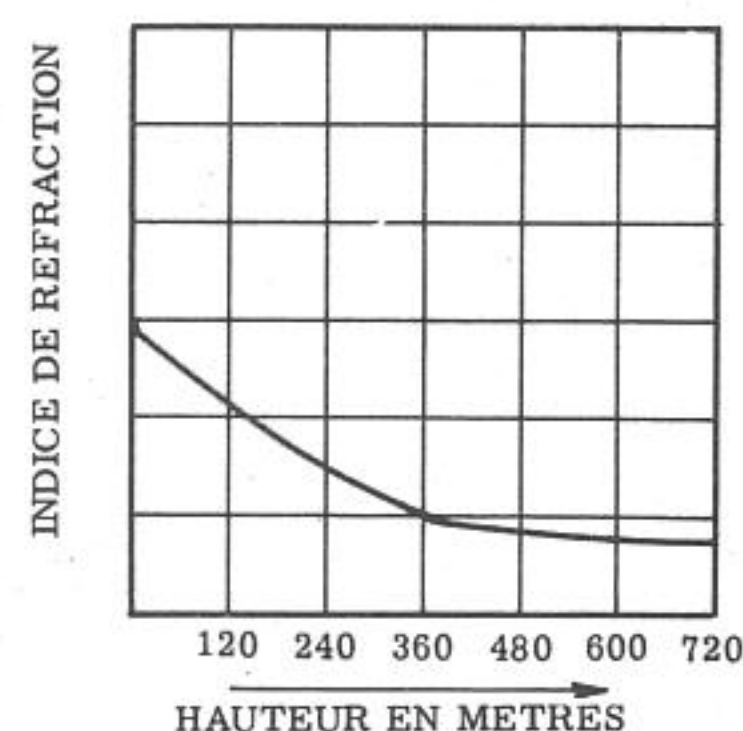


Fig. 12-A - La variation de l'indice de réfraction est beaucoup plus rapide au-dessous de 360 mètres environ; dans ce cas, on a « une couche superficielle » qui augmente la portée de l'émetteur.

position telle qu'une ligne droite hypothétique puisse la réunir à l'antenne émettrice sans subir de déviations ni d'interruptions.

Dans la figure 9, l'antenne réceptrice existant au point B recevra logiquement un signal plus intense de l'émetteur T que ne le peut une antenne identique placée au point A, bien que les deux se trouvent à une hauteur presque égale.

S'il se présente un cas où il est impossible de placer l'antenne réceptrice en un point favorable comme par exemple B ou C, il est avantageux d'adopter une antenne réceptrice directionnelle orientée vers un objet réfléchissant qui soit capable de recevoir un signal assez fort. Ce cas est représenté par la figure 10.

LES PHENOMENES de DIFFRACTION

Lorsqu'une onde traverse la surface de séparation entre deux milieux de propagation ayant une constante diélectrique différente, la direction de propagation s'incurve, à moins que l'angle d'incidence ne soit exactement de 90°.

C'est le phénomène de réfraction. L'angle d'incidence formé par l'onde et la normale au plan de la surface de séparation et la différence de constante diélectrique des deux milieux, déterminent la valeur de la réfraction de l'onde de propagation.

De plus, nous avons vu en son temps, que l'indice de réfraction d'un milieu quelconque peut être défini comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans ce milieu et la vitesse de la lumière dans le vide. La constante diélectrique du milieu de propagation exerce une influence directe sur le phénomène de réfraction.

En ce qui concerne les effets de la réfraction de l'atmosphère sur les ondes radioélectriques de fréquence comprise entre 30 et 1 000 MHz, la connaissance des conditions qui existent à quelques centaines de mètres au-dessus du sol, prend une certaine importance.

On le sait, l'air est compressible et la pression atmosphérique fait en sorte que la densité de l'air augmente progressivement au voisinage du sol. Outre cela, l'air au voisinage du sol contient une quantité de vapeur d'eau plus grande que celle contenue dans les

couches d'air se trouvant à une certaine hauteur, à cause des phénomènes d'évaporation de la part du sol, des nappes d'eau, etc.

Ces deux phénomènes occasionnent un accroissement de la constante diélectrique au voisinage de la terre et une diminution progressive de celle-ci avec l'altitude. Il en résulte que l'indice de réfraction est, lui, aussi maximal en voisinage du sol et, logiquement, diminue au fur et à mesure que l'on monte.

La variation de l'indice de réfraction n'est pas considérable; elle est cependant suffisante pour que les ondes hertziennes qui se propagent horizontalement puissent s'incurver légèrement vers le bas.

La valeur de cette réfraction est proportionnelle à la variation de l'indice de réfraction en fonction de l'altitude.

Cet effet, cela est évident, s'additionne à celui de la déviation par diffraction normale et, par suite, accroît la portée des transmissions au delà de l'horizon optique. La figure 11 représente l'allure d'une onde considérée à la hauteur à laquelle est placée l'antenne d'émission.

La courbe en question est celle due aux couches basses de l'atmosphère, qu'en cette dernière se trouve dans les conditions normales.

Malheureusement, les dites conditions normales n'existent que quelques heures par jour et sans aucune régularité. En effet, les variations de l'indice de réfraction en fonction de la hauteur dépendent essentiellement des conditions atmosphériques locales et de la température. En particulier, les variations, en fonction de la hauteur, de la pression, de l'humidité et de la température, ont beaucoup d'importance.

Exception faite de quelques cas rares, la prédétermination de ces conditions et de leur effet sur l'indice de réfraction est toujours très difficile et, souvent, impossible.

Indice de réfraction et conditions atmosphériques.

La figure 12 illustre la rapidité de variation de l'indice de réfraction en fonction de la hauteur, dans trois cas typiques de conditions atmosphériques. Nous avons vu,

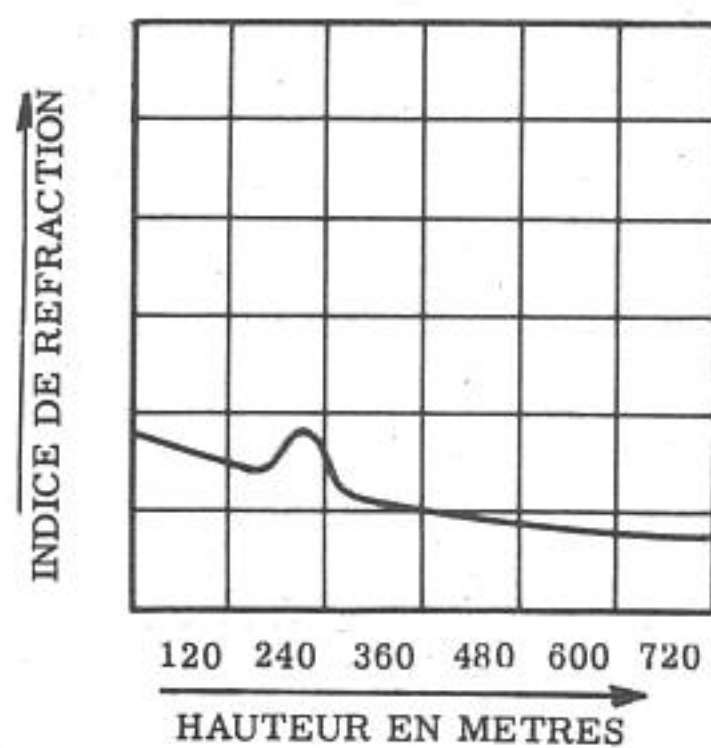


Fig. 12-B - Dans certaines conditions, la variation de l'indice de réfraction est plus brusque pour des hauteurs comprises entre 150 et 250 mètres environ. Si une antenne réceptrice se trouve à une hauteur convenable, elle peut capter à une distance encore plus grande.

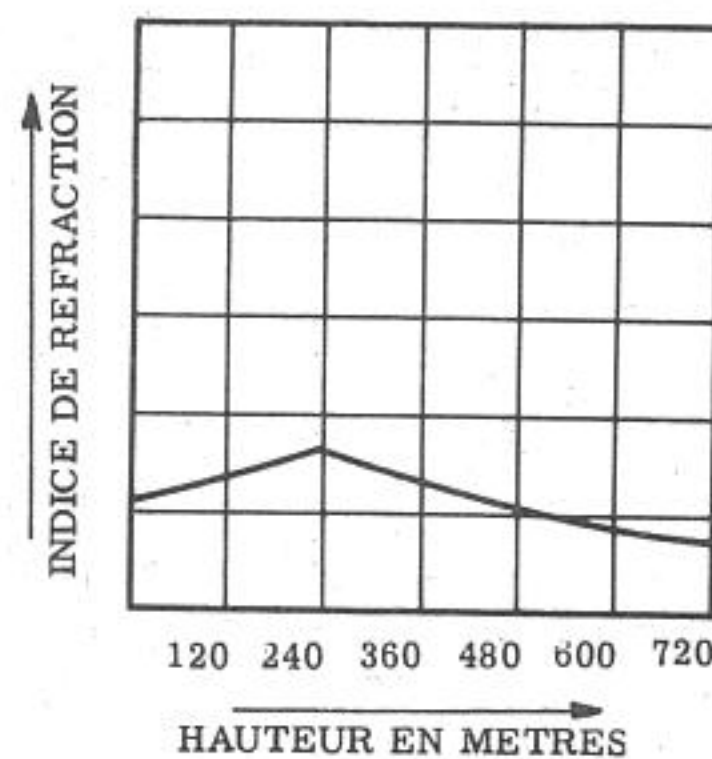


Fig. 12-C - Dans d'autres cas, on a des résultats opposés: l'indice augmente jusqu'à une hauteur donnée, après quoi il diminue progressivement. Ceci est dû à une couche réfringente qui possède des effets particuliers.

par la figure 11, les conditions existant normalement. Dans ce cas, l'onde émise horizontalement est déviée vers le bas, en s'incurvant à la surface de la terre. Voilà les conditions standards, dont nous venons de parler.

En A, la variation de l'indice de réfraction est beaucoup plus forte au dessous de 360 mètres de hauteur, ce qui détermine la présence d'une couche appelée « couche superficielle ». Lors de la production de cette dernière, les ondes de fréquence appropriée, rayonnées horizontalement par une antenne placée à l'intérieur ou légèrement au-dessous de la couche superficielle, sont réfractées vers le bas plus fortement que dans le cas précédent.

Il est donc possible de recevoir le signal en des points du sol situés bien en dehors de la portée normale de l'émetteur.

Lorsque cet effet est très fort, on l'appelle « effet piège », parce que les ondes restent en partie emprisonnées dans la couche où les conditions de réfraction anormales se produisent.

On peut dire que cette couche agit, dans ce cas, comme un guide d'onde dans lequel les ondes se propagent.

Le cas B est similaire à celui que nous venons de traiter, si l'on fait exception du fait que la couche piège se forme à une hauteur supérieure. Précisément, la rapidité de variation de l'indice de réfraction est similaire à la variation normale jusqu'à une hauteur d'environ 150 mètres; puis, elle augmente d'une façon bien nette, pour reprendre ensuite les conditions normales à environ 250 mètres de hauteur.

Dans ces conditions, les ondes rayonnées horizontalement par des antennes placées au-dessous de la couche piège, sont partiellement emprisonnées par cette dernière.

Une antenne réceptrice, placée bien au-delà de la zone normale de propagation, peut arriver à capter un signal d'intensité suffisante, si elle se trouve à une hauteur comprise entre la limite supérieure et la limite inférieure de la couche. Même les antennes placées au-dessus ou au-dessous de la couche reçoivent un

certain signal qui, cependant, est bien faible.

La figure 12-C représente des conditions complètement opposées à celles qui se produisent dans le cas de la couche superficielle. D'après l'allure de la courbe il s'ensuit que, jusqu'à une certaine hauteur, l'indice de réfraction s'accroît d'une façon presque constante. Ensuite, il diminue presque toujours uniformément, jusqu'à atteindre les conditions normales. Tout cela a pour conséquence la détermination de la couche réfringente à une certaine hauteur par rapport au sol; cette couche a un effet caractéristique sur la propagation des ondes radioélectriques.

Etant donné que l'effet d'emprisonnement des couches superficielles se manifeste de façon considérable exclusivement dans le domaine des VHF et des UHF, cela nous incita à le traiter dans cette leçon. Pour les fréquences inférieures ou supérieures, cet effet n'est pas assez important pour permettre son exploitation pratique dans le domaine des radiocommunications. Le tableau ci-après indique la relation entre l'épaisseur de la couche piège et la fréquence maximale de l'onde qui peut être emprisonnée, pourvu que la couche ait des caractéristiques propres à déterminer une réfraction insuffisante.

Epaisseur des couches	Fréquence
25 mètres	3 000 MHz
36 mètres	1 000 MHz
120 mètres	300 MHz
180 mètres	100 MHz
600 mètres	30 MHz

Des couches piège très hautes qui se produisent seulement dans des circonstances exceptionnelles, seraient nécessaires pour des fréquences inférieures à 30 MHz; par conséquent, on ne peut pas faire cas de ce genre de propagation.

Les couches piège accroissent la portée des émissions VHF et UHF, surtout dans le cas où tant l'antenne d'émission que celle de réception se trouvent à l'intérieur de la couche. Dans le cas où les antennes sont placées un peu au-dessus de la couche, on a aussi de bons résultats.

Leçon n° 143

ANTENNES POUR ONDES TRES COURTES et ULTRACOURTES

Nous nous sommes occupés de la propagation des ondes de fréquence comprise entre 30 et 1 000 MHz et nous avons signalé les différences entre le comportement de ces ondes et celles de fréquence inférieure; nous examinerons maintenant comment ce comportement doit être considéré dans le choix du type d'antenne à utiliser avec un équipement fonctionnant justement dans la gamme en question.

Tout d'abord nous pouvons faire la distinction entre les antennes **omnidirectionnelles** et les antennes **directionnelles**. Les premières, comme leur nom l'indique, rayonnent dans toutes les directions (dans la mesure où les caractéristiques du milieu où elles sont placées le permettent) tandis que les secondes concentrent la puissance de l'émetteur dans une direction unique, au moyen de l'émission d'un **faisceau d'ondes**, lancé directement vers l'antenne réceptrice, ou bien, si cela est nécessaire, vers un obstacle qui réfléchit les ondes elles-mêmes dans la direction désirée.

Le phénomène de réflexion, nous le verrons, est exploité avantageusement dans les antennes directionnelles. En effet, au voisinage de l'élément actif (rayonnant), on installe, suivant des principes déterminés que nous apprendrons, des éléments **parasites**. Ces derniers ont, par rapport à l'antenne proprement dite, des dimensions telles que l'énergie réfléchie par eux est en phase avec l'énergie directe, de façon à s'ajouter à elle.

En pratique, les antennes adoptées dans les gammes de fréquences en question, tant pour l'émission que pour la réception, sont basées sur les mêmes principes que ceux décrits dans la leçon 125 à propos des signaux de fréquence plus basse. Les différences résident, d'une part dans les dimensions qui, étant donné le fonctionnement sur des longueurs d'onde très réduites, sont plus petites et, d'autre part dans la technique d'emploi, à cause des caractéristiques différentes de propagation et, surtout, à l'exploitation des caractéristiques directionnelles.

Nous l'avons vu, le rôle d'une antenne d'émission consiste à convertir la majeure partie de l'énergie reçue de l'émetteur en énergie rayonnée sous forme d'ondes électromagnétiques et celui de l'antenne de réception, à capter la majeure partie de l'onde qui l'atteint, afin de pouvoir fournir au récepteur auquel elle est reliée, un signal ayant la plus grande amplitude possible.

TYPES D'ANTENNES

Afin de pouvoir augmenter la puissance d'une antenne, on fait appel à la combinaison de plusieurs éléments, lesquels forment ainsi un alignement d'antennes.

Les combinaisons, dans ce domaine, sont nombreuses; on a en effet des dipôles simples, des dipôles à éléments parasites, ou réflecteurs, des antennes paraboliques, etc., et leur emploi dépend, répétons-le, des services que l'on désire en obtenir.

On sait qu'une antenne est réversible, c'est-à-dire qu'elle peut être utilisée, indifféremment, soit à l'émission, soit à la réception. Dans le cas de l'émission, les champs rayonnés déterminent des effets secondaires dans les éléments ajoutés. Ces effets affectent le fonctionnement de l'antenne toute entière, en modifiant, selon sa structure, ses dimensions et son mode de liaison à l'émetteur, l'intensité de rayonnement aussi bien que la directivité.

Dans le cas de la réception, les effets secondaires se produisent également dans les éléments ajoutés, avec la seule différence que — au lieu d'être dus au champ émis directement par l'élément actif — ils sont dus à l'énergie captée de l'espace, et provenant de l'émetteur dont les signaux sont reçus. En d'autres termes si une antenne possède des dimensions telles qu'elle puisse fonctionner sur la fréquence de 300 MHz par exemple, une telle antenne peut être utilisée soit pour émettre des signaux sur cette fréquence, soit pour en recevoir.

Dans le cas des antennes directives, l'effet de directivité, dû à la présence d'éléments parasites convenablement disposés, se produit, lui aussi, soit à l'émission, soit à la réception.

En effet une antenne destinée à rayonner des signaux d'une fréquence donnée, dans une direction déterminée, est aussi apte à recevoir des signaux de même fréquence, provenant de la même direction et uniquement de cette direction.

Si l'on considère qu'un élément rayonnant, relié à la sortie d'un émetteur, induit des courants en phase qui provoquent, eux aussi, un certain rayonnement, celui-ci, tout en conservant les relations de phase des courants originaux, altère les caractéristiques de rayonnement.

On saisit que les tensions qui sont induites, dans l'élément principal comme dans les éléments para-

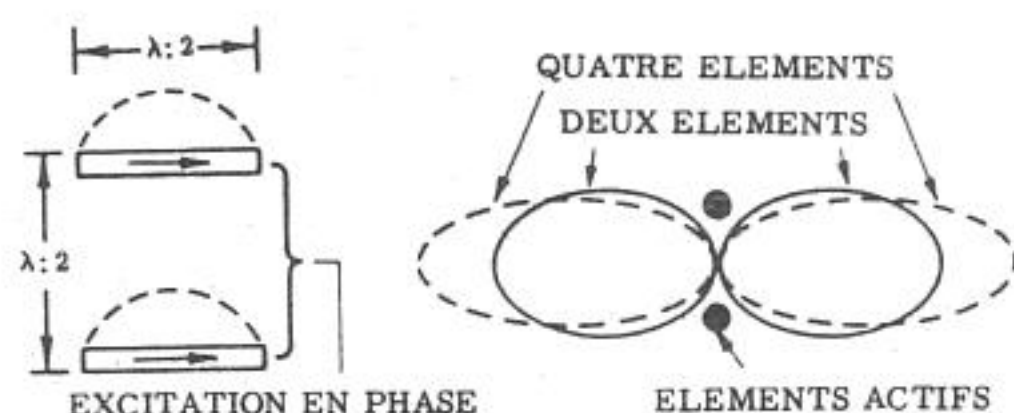


Fig. 1 - Représentation d'une antenne à rayonnement transversal. Les deux éléments, de longueur égale à $\lambda/2$ et séparés par une distance égale à leur longueur elle-même, sont excités en phase. A côté on peut voir la variation du diagramme de rayonnement avec l'emploi de 2 ou 4 éléments.

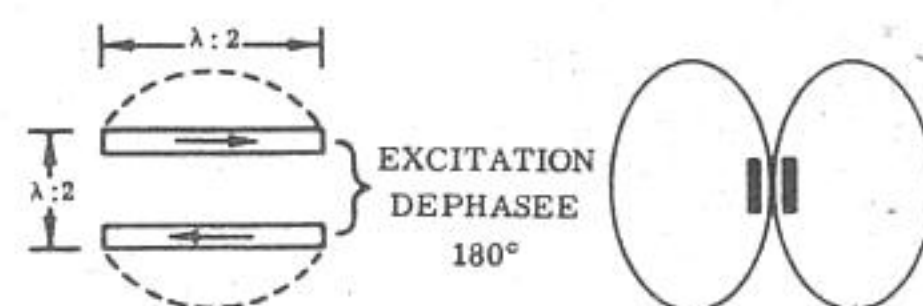


Fig. 2-A - Antenne à rayonnement longitudinal et diagramme relatif de rayonnement. La distance entre les éléments est égale à $\lambda/2$ et le déphasage est de 180° .

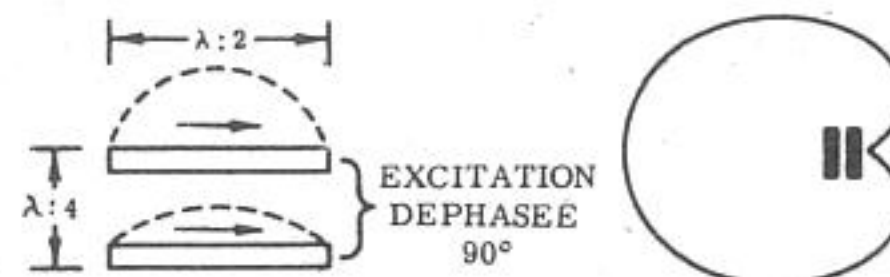


Fig. 2-B Si l'on réduit la distance à $\lambda/4$ et le déphasage à 90° , le diagramme de rayonnement devient unidirectionnel, comme l'indique le dessin de droite.

sites, par les ondes électromagnétiques, aient entre elles des relations de phase déterminées par les dimensions et par la position réciproque des éléments eux-mêmes.

La seule différence existant entre le cas de l'émission et celui de la réception, à ce point de vue, réside dans le fait que pendant l'émission, les caractéristiques de fonctionnement se révèlent dans l'intensité du signal rayonné et dans la direction du rayonnement.

Par contre pendant la réception, elles se révèlent dans l'intensité du signal reçu et dans l'orientation que l'antenne doit avoir par rapport à l'émetteur, afin que la réception soit possible.

Les différents éléments qui constituent l'antenne (actifs ou parasites) peuvent tous être en liaison directe avec la ligne de transmission, ou bien peuvent l'être en partie.

Lorsque l'antenne est formée d'éléments reliés ensemble, on peut distinguer, selon la position, la direction, etc., des éléments, trois types d'antenne: l'antenne à rayonnement transversal, celle à rayonnement longitudinal et celle à rayonnement colinéaire.

Antenne à rayonnement transversal.

Lorsque deux éléments parallèles entre eux et excités en phase ayant une longueur égale à la demi-longueur d'onde, sont séparés par une distance égale à leur longueur ($\lambda/2$), la partie la plus importante du rayonnement se manifeste dans une direction perpendiculaire au plan déterminé par les mêmes éléments.

La figure 1 représente la structure et le diagramme de rayonnement d'une antenne de ce type.

En observant cette figure, on peut noter que le diagramme de rayonnement est indiqué par un trait continu; celui en pointillé représente l'accroissement de directivité qu'on obtient en augmentant le nombre des éléments.

Antenne à rayonnement longitudinal.

Lorsque deux éléments rayonnants sont séparés entre eux par une distance de quelques fractions de lon-

gueur d'onde (par exemple $0,2 \lambda$), et sont excités l'un par rapport à l'autre avec un déphasage égal à la même fraction d'un cycle (c'est-à-dire $0,2$ de 360° , à savoir: 72°), le rayonnement est directionnel par rapport au plan de l'antenne elle-même et perpendiculaire au plan déterminé par les éléments.

En particulier, il est directionnel par rapport à l'extrémité dans laquelle le courant subit le retard maximum.

Si la distance entre les éléments est égale à la moitié de la longueur d'onde, dans ce cas, évidemment, l'excitation se produit en opposition de phase, c'est-à-dire avec un déphasage de 180° . Cela détermine le diagramme de rayonnement bidirectionnel illustré par la figure 2-A.

Cependant, il est possible d'obtenir un diagramme de rayonnement unidirectionnel, du type cardioïde (figure 2-B), en portant la distance entre les éléments à un quart de longueur d'onde et en réduisant, au moyen de la ligne de transmission, le déphasage à une valeur de 90° .

Antenne à rayonnement colinéaire.

On a une antenne du type colinéaire, lorsqu'elle est constituée par deux éléments de longueur égale à la demi longueur d'onde, placés l'un à côté de l'autre, longitudinalement et excités en phase.

Dans l'alignement colinéaire aucune directivité ne se produit dans le plan perpendiculaire à l'antenne, mais on a un diagramme étroit et allongé dans un plan quelconque passant par l'antenne, comme l'indique la figure 3.

Nous ajoutons que, comme cela se passe avec un autre type quelconque, en augmentant le nombre des éléments demi-onde, on augmente simultanément et proportionnellement la directivité du diagramme de rayonnement.

Les éléments parasites

Une antenne munie d'éléments parasites se compose de deux ou plusieurs éléments, dont un seul d'entre

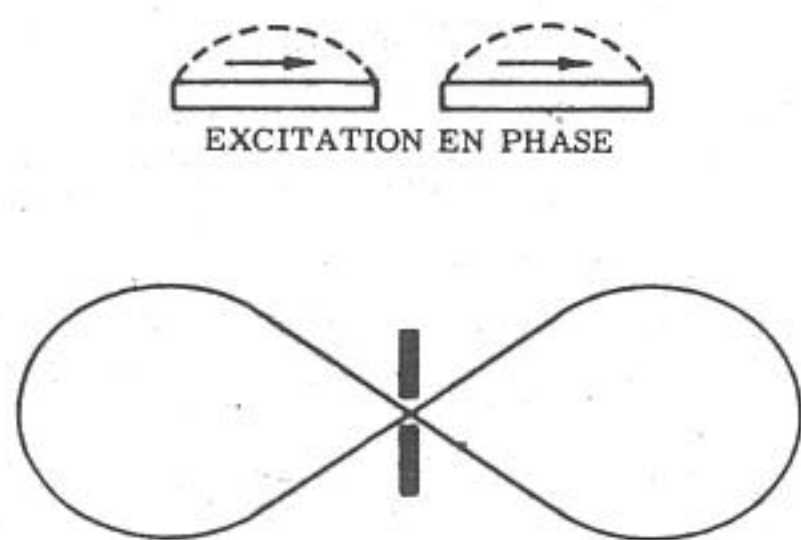


Fig. 3 - Dans l'antenne colinéaire, les deux sections du dipôle sont excitées en phase. Le diagramme de rayonnement est dans ce cas bidirectionnel.

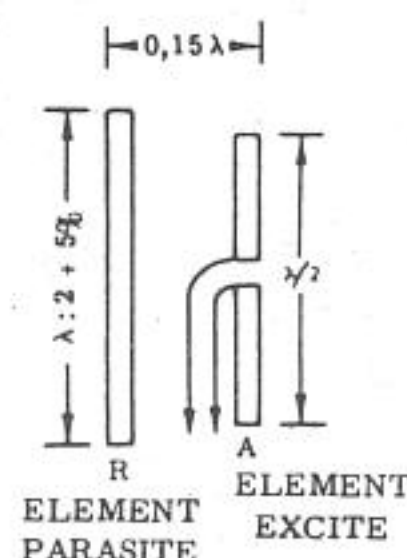


Fig. 4-A - Représentation d'un dipôle avec élément réflecteur (plus long de 5% que le radiateur).

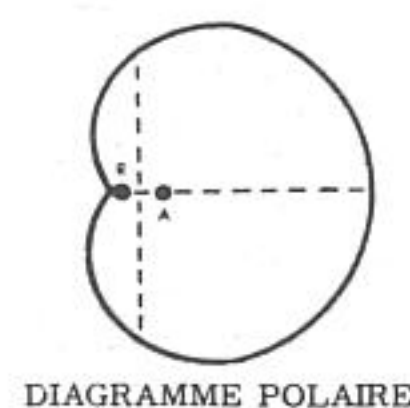


Fig. 4-B - Diagramme de rayonnement d'une antenne du type de figure 4-A. L'antenne A est directive dans la direction opposée au réflecteur (R).

eux est relié à la ligne de transmission. L'autre élément (ou les autres, s'ils sont plusieurs), est excité soit par induction des ondes électromagnétiques captées (à la réception), soit par le champ rayonné par l'élément actif (à l'émission).

En pratique, le fonctionnement est analogue à celui qui se produit dans un transformateur courant, dans lequel un enroulement (primaire), induit un courant dans l'autre enroulement (secondaire), ce courant produisant, à son tour, un champ d'induction magnétique qui induit un autre courant dans le primaire.

La relation de phase existant entre les signaux induits dans les différents éléments varie selon la distance qui existe entre eux. Cette distance, normalement, correspond à une fraction appréciable de la longueur d'onde.

Dans une antenne à éléments parasites, comme l'indique la **figure 4-A**, l'élément excité marqué A, et appelé radiateur, est interrompu au centre pour permettre le branchement d'une ligne d'alimentation à basse impédance. La longueur de cet élément est égale à une demi-longueur d'onde.

L'élément parasite appelé **réflecteur**, se trouve à une distance du premier égale à 15% de la longueur d'onde et possède une **longueur supérieure** de 5% environ. La **figure 4-B** donne le diagramme de rayonnement et la **figure 4-C** donne une représentation vectorielle des relations de phase existant entre les courants et tensions. Le vecteur i_a qui représente le courant circulant dans le radiateur, est en phase avec le champ d'induction. La partie de ce champ qui coupe l'élément parasite est en retard par rapport au champ engendré par l'élément actif, de 0,15 cycles, (ce qui correspond au temps employé pour vaincre la distance existant entre les éléments).

Ce retard équivaut à 54° ($360 \times 0,15 = 54^\circ$). La tension induite par le champ d'induction magnétique est déphasée de 90° par rapport au champ lui-même et elle est représentée par le vecteur E_p .

Si l'élément parasite se trouvait en résonance, le courant qui le traverse serait en phase avec E_p ; mais, nous l'avons déjà dit, le réflecteur possède une lon-

gueur supérieure à celle nécessaire pour obtenir la résonance sur la demi-longueur d'onde. Or, une antenne longue présente une caractéristique inductive et le courant qui la traverse se trouve en retard par rapport à la tension. Dans notre exemple, ce retard est de 36° , la longueur du réflecteur étant supérieure de 5% à celle du radiateur.

Le champ rayonné est de plus en phase avec ce courant. En résumé, le champ engendré au moment où pour ainsi dire, il se sépare de l'élément parasite est en opposition de phase (c'est-à-dire déphasé de 180°) par rapport à celui émis, au même instant, par le radiateur.

Si le diagramme polaire de deux éléments séparés de 0,15 fois la longueur d'onde et excités en opposition de phase, est représenté graphiquement, on obtient précisément la courbe représentée par la **figure 4-B**. Cela démontre que la majeure partie du rayonnement se manifeste d'un seul côté de l'élément excité directement; ce côté est opposé à celui qui se trouve en face de l'élément parasite. Evidemment, le rayonnement du côté de l'élément réflecteur est minimum.

Un autre détail important est que le champ qui passe à travers le réflecteur coupe l'antenne (radiateur) et induit dans celle-ci une tension qui modifie le courant d'entrée.

L'impédance d'entrée qui est fonction du courant mentionné, monte donc à 50 ohms environ, en comparaison avec les 75 ohms de l'antenne seule.

Un élément parasite remplit les fonctions d'élément **directeur**, lorsqu'il possède une **longueur inférieure** à celle de l'élément actif (**figure 5-A**). Dans ce cas, la majeure partie de l'énergie est fournie par l'élément actif en direction de l'élément parasite. Afin de comprendre ce qui se passe observons attentivement le diagramme de rayonnement représenté par la **figure 5-B**.

En règle générale, l'élément directeur possède une longueur inférieure de 5% environ et se trouve à une distance de l'élément actif égale à 0,1 fois environ la longueur d'onde. Quelquefois, dans ce type d'antenne,

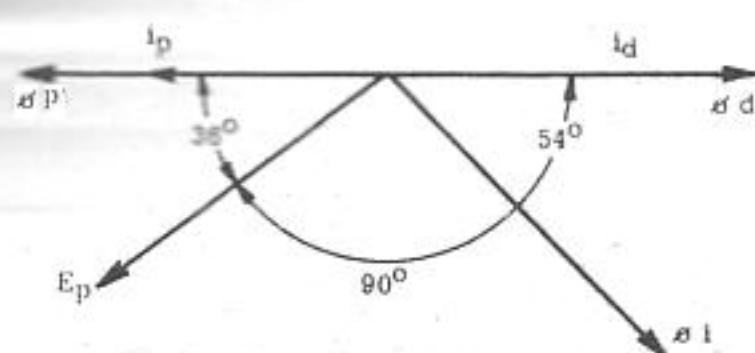


Fig. 4-C - Représentation vectorielle des relations de phase dans une antenne à éléments parasites du type de la figure 4-A. Le temps que le champ du radiateur met pour atteindre le réflecteur correspond à 0,15 cycle (ou 54°). Le champ de ce dernier (qui ne résonne pas parce qu'il est plus long), est en opposition de phase avec celui de l'élément actif. C'est pourquoi l'antenne est directive.

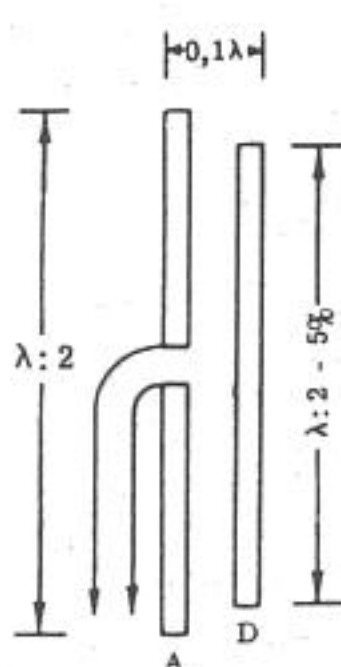


Fig. 5-A - Représentation d'un dipôle pourvu d'un élément parasite (directeur) plus court de 5%.



Fig. 5-B - Diagramme de rayonnement de l'antenne du type de la figure 5-A.

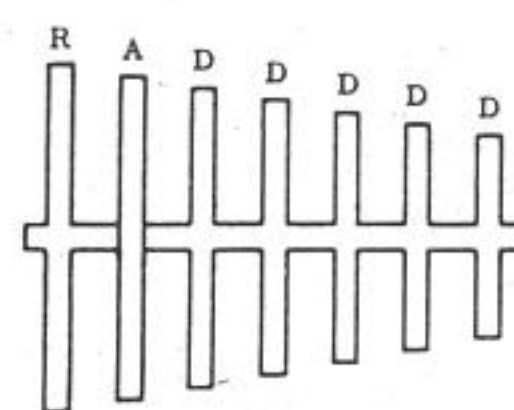


Fig. 6-A - Exemple d'une antenne « Yagi », pourvue d'un élément actif, A, d'un élément réflecteur, R, (plus long) et de cinq éléments directeurs (D) progressivement plus courts.

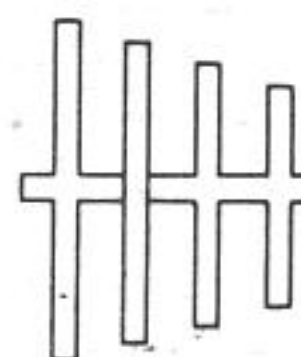


Fig. 6-B - Antenne « Yagi » avec un réflecteur et deux directeurs. Par rapport au type représenté par la figure 6-A, le diagramme de rayonnement est beaucoup moins directionnel.

l'impédance de l'élément actif se réduit à la valeur de 20 ohms.

Pour augmenter ultérieurement soit la directivité, soit le gain, il est possible d'ajouter à une antenne excitée plusieurs éléments parasites. Le gain théorique d'une antenne directionnelle, constituée par un élément actif et par un certain nombre d'éléments parasites, est le suivant :

Nombre des éléments	Gain
2	2,5 (4,0 dB)
3	3,6 (5,6 dB)
4	5,0 (7,0 dB)
5	6,4 (8,1 dB)

Voir à ce propos, ce que nous avons dit à la leçon n° 125 (page 998).

Observons l'antenne à éléments parasites appelée « Yagi », représentée par la figure 6-A. Dans ce cas, l'élément actif est isolé tandis que le réflecteur et tous les éléments directeurs sont soudés à un tube parallèle à la direction de propagation. L'amplitude du faisceau d'ondes est d'environ 19°. L'antenne « Yagi » à 4 éléments représentée par la figure 6-B, ayant des caractéristiques mécaniques analogues à celles du type représenté par la figure 6-A, possède une amplitude du faisceau d'environ 50°.

La méthode conventionnelle pour exprimer la directivité d'un système d'antenne repose soit sur le rapport existant entre la puissance obtenue dans le lobe principal et celle rayonnée par une simple antenne demi-onde (gain d'antenne), ou bien sur le rapport existant entre la puissance fournie dans la direction du lobe majeur et celle rayonnée dans la direction opposée (rapport entre le rayonnement antérieur et le rayonnement postérieur).

La direction du lobe principal est normalement appelée « direction avant » tandis que la direction opposée est dite « direction arrière ». En d'autres termes, il existe un rapport entre la puissance utile du champ antérieur et la puissance utile du champ postérieur.

Par exemple, le rapport avant/arrière de l'antenne représentée par la figure 4-B est à peu près de 5 : 1. En décibel, cela représente un gain approximatif de 7 dB. Le rapport entre la puissance antérieure et celle que l'on peut obtenir au moyen d'une simple antenne demi-onde s'élève à 5 décibels environ.

La figure 7 représente l'effet de la variation de la distance existant entre les éléments, par rapport au gain en puissance d'une antenne, en comparaison de l'intensité du champ d'une antenne simple demi-onde.

La courbe indiquée par A représente le gain que l'on obtient quand on laisse une distance de plusieurs sous-multiples de longueur d'onde entre un élément directeur demi-onde et un élément actif demi-onde.

La courbe indiquée par B représente par contre le gain correspondant à une distance d'une demi-longueur d'onde entre le réflecteur et l'élément rayonnant demi-onde.

La courbe montre, dans le cas où l'on utilise un seul élément parasite, que la différence de résultat obtenue en l'employant comme directeur est minimum par rapport à son emploi comme réflecteur.

Lorsque l'élément parasite est dimensionné de façon à agir comme réflecteur, la distance par rapport à l'élément actif qui permet le gain le plus grand s'élève à peu près à 0,15 fois la longueur d'onde; il s'agit d'un gain important.

Utilisé comme élément directeur, il permet un gain encore plus important; toutefois, la différence par rapport au cas précédent ne dépasse pas 0,5 dB. Par conséquent, en tenant compte du gain obtenu, il n'existe aucun critère qui puisse déterminer de façon décisive le choix entre les deux types d'emploi d'un unique élément parasite. La courbe la plus ample donnée par l'élément réflecteur offre un avantage considérable, étant donné que la distance entre ce dernier et l'élément actif est moins critique.

Par conséquent, une petite erreur dans la distance entre l'élément rayonnant et le réflecteur provoquera une diminution du gain inférieure à celle qui résulte de la même erreur par rapport à l'élément utilisé comme directeur. C'est pour cette raison qu'il s'a-

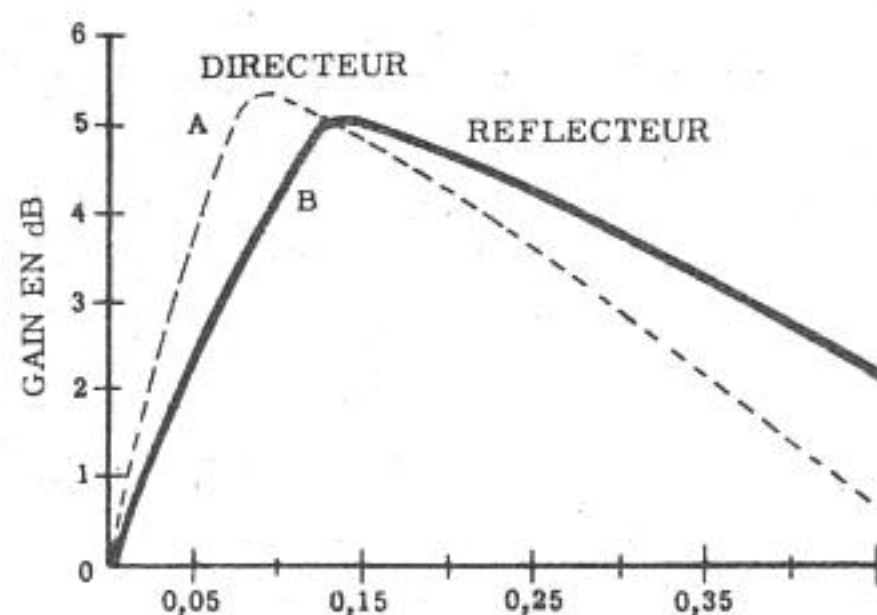


Fig. 7 - Représentation de la variation du gain relatif à une antenne à éléments parasites en fonction de la variation de la distance entre les éléments, exprimée en fraction de longueur d'onde (sur l'axe horizontal).

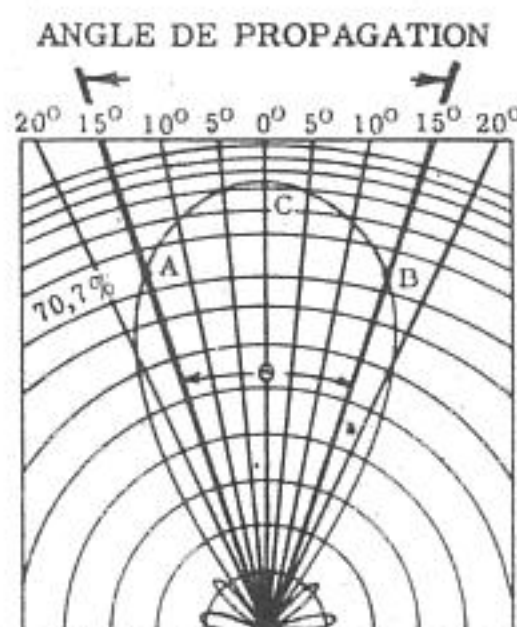


Fig. 8 - Représentation de l'angle de propagation (compris entre A et B) du faisceau d'ondes, sur le diagramme de rayonnement.

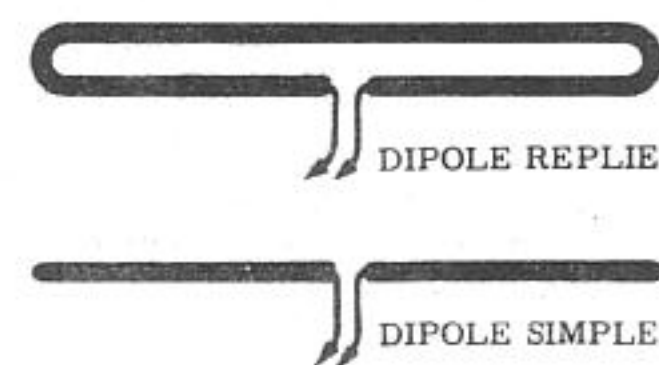


Fig. 9-A - Comparaison entre la structure d'un dipôle replié (en haut), et d'un dipôle simple (en bas). La longueur reste la même.

git, en général, d'un réflecteur lorsqu'on emploie un seul élément.

La comparaison entre les types d'antennes plus directives se fait en fonction de l'angle du faisceau d'ondes. Nous nous référons à l'angle compris entre les points où l'on a la moitié de la puissance, dans le lobe principal du diagramme de rayonnement.

Ces points sont ceux pour lesquels l'intensité du champ électrique (exprimé en volt par mètre) est égale à 0,707 fois celle que on obtient le long de l'axe du faisceau d'ondes. La figure 8 représente l'angle du faisceau d'un diagramme de rayonnement. Dans cette figure, l'angle compris entre les points A et B, c'est-à-dire, représente l'angle en question.

En chacun de ces points, l'intensité du signal est égale à 0,707 fois la valeur que l'on obtient au point C. En A et en B, la puissance rayonnée est la moitié de celle qui existe en C.

Dans les antennes constituées de plusieurs éléments, l'impédance d'entrée descend jusqu'à 15 ohms. Des dispositifs spéciaux d'adaptation sont donc nécessaires pour permettre l'alimentation au moyen de lignes de transmission, dont l'impédance caractéristique possède une valeur plus élevée, (généralement 75, 150 et 300 Ω).

L'une des méthodes les plus usuelles d'adaptation est celle dite en « delta », (représentée à la page 977, figure 16), où les bornes de la ligne à connecter à l'antenne sont éloignées l'une de l'autre avant d'effectuer la connexion.

La portion de la ligne ainsi modifiée en ce qui concerne la distance entre les conducteurs, présente une impédance caractéristique variable qui augmente avec la distance existant entre les conducteurs de la ligne.

L'impédance d'un élément rayonnant varie de 73 Ω au centre à environ 2500 Ω aux extrémités. Il s'ensuit que l'impédance en un point quelconque intermédiaire peut être déterminée en fonction de la distance au centre.

Sur un élément donné, il est possible de localiser

deux points entre lesquels la valeur de l'impédance est égale à celle de la ligne de transmission; la connexion est effectuée en ces points.

Une seconde méthode beaucoup plus répandue consiste à employer un dipôle replié du type représenté par la figure 9-A. Un dipôle replié se compose d'un conducteur ayant une longueur égale à la moitié de la première ($\lambda/2$). Pour mieux comprendre nous dirons qu'il se compose de deux éléments demi-onde, réunis entre eux par les extrémités.

Dans ce type d'antenne, la tension existant aux extrémités de chaque borne doit être la même. Pendant le fonctionnement, le champ rayonné par l'élément excité induit un courant déterminé dans l'autre; ce courant est exactement égal à celui présent dans le premier.

Un dipôle courant, dans lequel circule un courant donné I, détermine dans l'espace un champ ayant une certaine intensité. A cause de ce champ, on peut affirmer qu'une certaine densité de puissance existe dans chaque mètre carré des plans qu'on peut déterminer dans l'espace. Cette densité de puissance est produite par la puissance d'entrée P. La relation qui existe entre la résistance d'entrée, le courant et la puissance d'entrée, peut être exprimée au moyen de la formule suivante:

$$R = \frac{P}{I^2}$$

Dans le cas du dipôle replié on a le même courant I à l'entrée; toutefois, ce même courant circule dans les deux sections de l'antenne, c'est pour cela que l'intensité de champ dans l'espace est le double par rapport à celle d'un dipôle simple. C'est pour cette raison que la densité de puissance par mètre carré est le quadruple de la valeur précédemment considérée tandis que le courant qui circule dans l'entrée reste **invariable**. Par contre, la puissance d'entrée doit être 4 fois plus grande.

Dans ce cas, afin que l'expression que nous venons

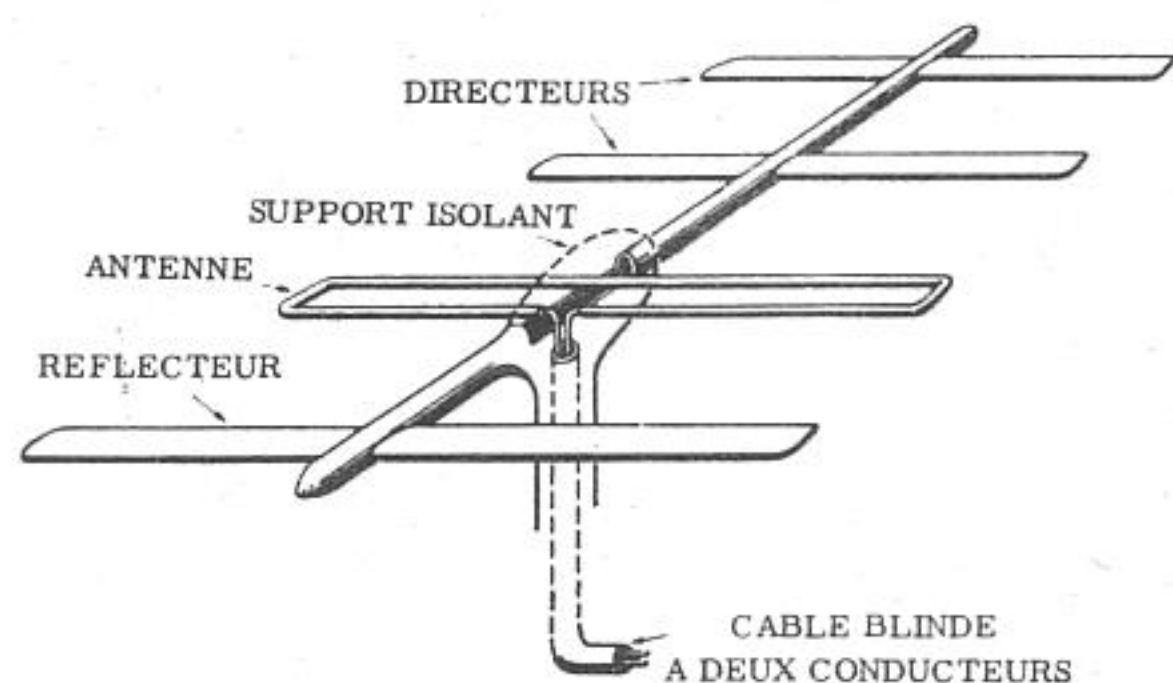


Fig. 9-B - Exemple d'antenne « Yagi » à dipôle replié comme élément actif, (radiateur) munie d'un élément réflecteur et de deux éléments directeurs. La descente consiste dans un câble blindé à deux conducteurs.

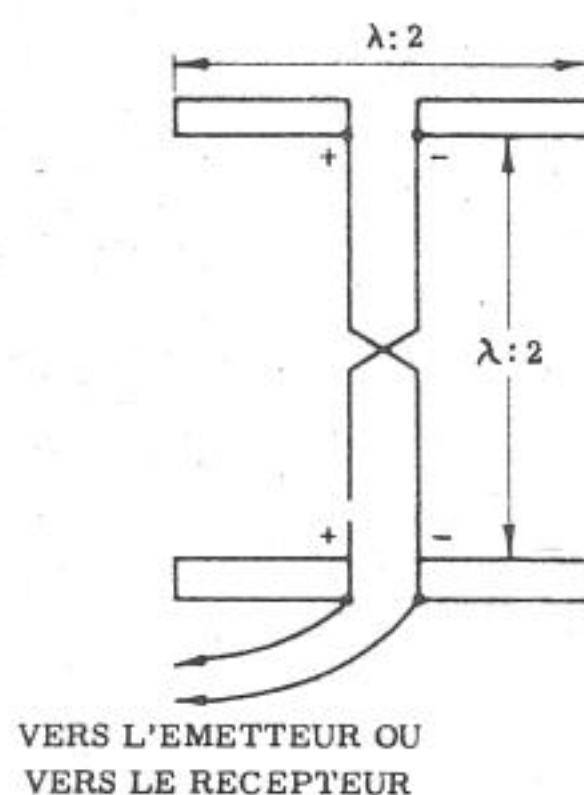


Fig. 10 - Liaison en opposition de phase entre deux éléments, à travers une ligne de transmission inversée.

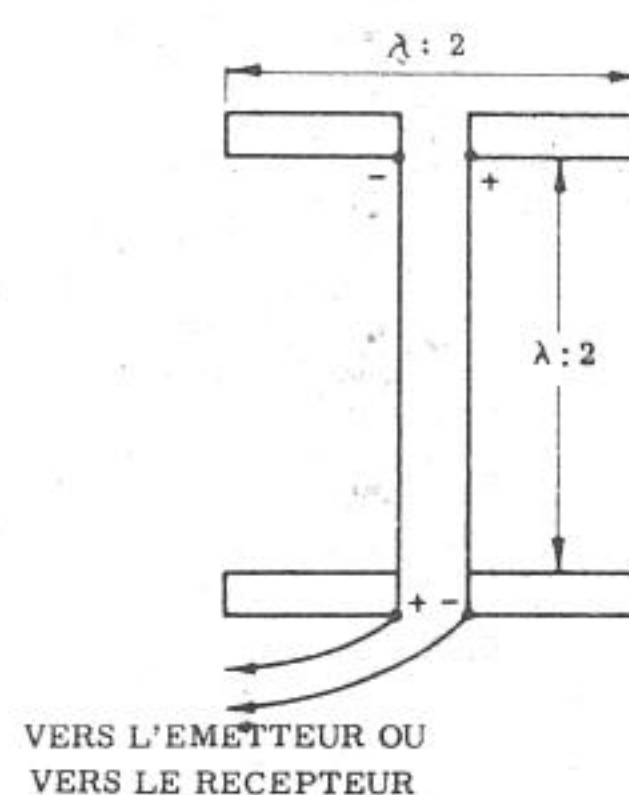


Fig. 11 - Liaison en phase entre les éléments au moyen d'un segment de ligne de transmission directe.

de citer reste valable, il est nécessaire de multiplier la valeur de R par :

$$4R = \frac{4P}{I^2}$$

Si les deux sections d'un dipôle replié ont le même diamètre, la résistance d'entrée est égale à quatre fois celle d'un simple dipôle demi-onde. L'accroissement du diamètre d'une section fait en sorte que l'accroissement d'impédance devienne encore plus grand (voir page 977). L'impédance d'entrée de l'élément excité d'une antenne à éléments parasites diminue, à cause de ces derniers, au quart de la valeur de l'impédance de la ligne d'alimentation (par exemple câble coaxial). L'emploi du dipôle replié permet d'augmenter l'impédance caractéristique, répétons-le, de quatre fois. De cette façon, on peut obtenir une bonne adaptation d'impédance.

La figure 9-B représente un type de dipôle replié, comportant un élément réflecteur et deux éléments directeurs.

Liaisons entre les éléments d'une antenne

Il existe plusieurs modes de liaison entre les différents éléments d'un système d'antenne, afin de pouvoir obtenir les relations de phase désirées. La méthode la plus convenable pour faire varier la phase entre deux éléments séparés entre eux d'une distance égale à la moitié de la longueur d'onde, consiste à adapter entre eux une ligne de transmission spéciale.

Dans le type de rayonnement transversal représenté par la figure 10, l'un des éléments, comme on peut le noter, est excité directement. Cet élément est relié à l'autre au moyen de segments de ligne de transmission demi-onde.

Afin de rattraper les inversions de phase dues aux tronçons demi-onde, on inverse les brins d'un dipôle à l'autre.

Par conséquent, le second élément est excité en phase avec le premier.

De cette façon, il est possible de relier entre eux un nombre quelconque d'éléments. De plus, l'accroissement du nombre des éléments détermine un accroissement de directivité.

Dans le type d'antenne par rayonnement longitudinal, représenté sur la figure 11, la liaison entre les éléments se fait toujours au moyen d'une ligne de transmission, mais cette fois, sans inversion des brins d'un dipôle à l'autre, afin de tirer profit du déphasage.

Pour une distance entre les éléments égale à une demi-longueur d'onde, la ligne de transmission aura la même longueur et déterminera donc un déphasage de 180° . Si, au contraire, on utilise une distance égale à un quart de longueur d'onde, la longueur de la ligne sera égale, elle aussi, à $\lambda/4$. Dans ce cas, le déphasage s'élève à 90° .

La méthode la plus commune pour obtenir le déphasage exact dans une antenne du type à rayonnement collinéaire est représenté par la figure 12. Les éléments sont repliés de façon à former un segment de ligne quart-d'onde.

Cela fait coïncider les bornes des sections dans lesquelles le courant passe dans le même sens. En d'autres termes, il est nécessaire que les deux sections de l'antenne aient des tensions de polarité instantanée opposées en correspondance avec les extrémités libres.

Outre ceci il est essentiel de noter, en observant la figure 12, la manière dont la ligne de raccordement à l'appareil a été connectée. La liaison est effectuée en un point où l'impédance est notablement élevée, ce qui implique l'utilisation d'une ligne résonnante. Toutefois, s'il est nécessaire d'adopter une ligne non résonnante, elle peut être reliée comme l'indiquent les lignes en pointillé de la même figure.

Antenne à réflecteur parabolique

Lorsqu'une antenne en rideau, à rayonnement transversal, constituée de plusieurs éléments est excitée, le champ « E » qui se crée en face d'elle se trouve sur un seul plan, comme l'indique la figure 13-A, au lieu d'être

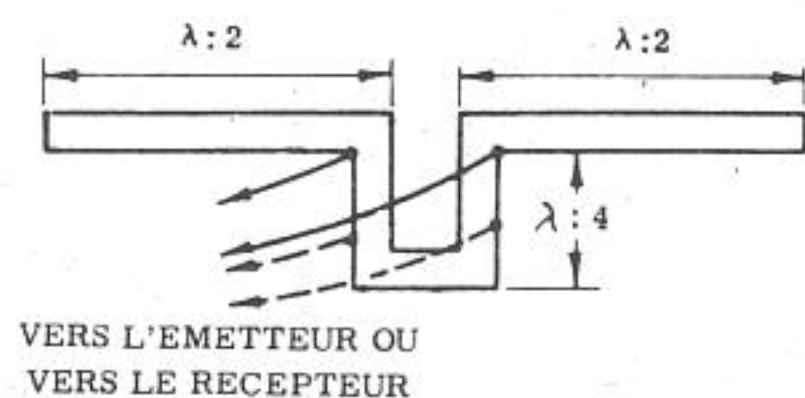


Fig. 12 Alimentation d'une antenne colinéaire. Les éléments sont repliés de sorte qu'ils forment un segment de ligne de transmission quart d'onde. La ligne extérieure peut être reliée aux divers points indiqués, selon que la ligne est résonnante ou non.

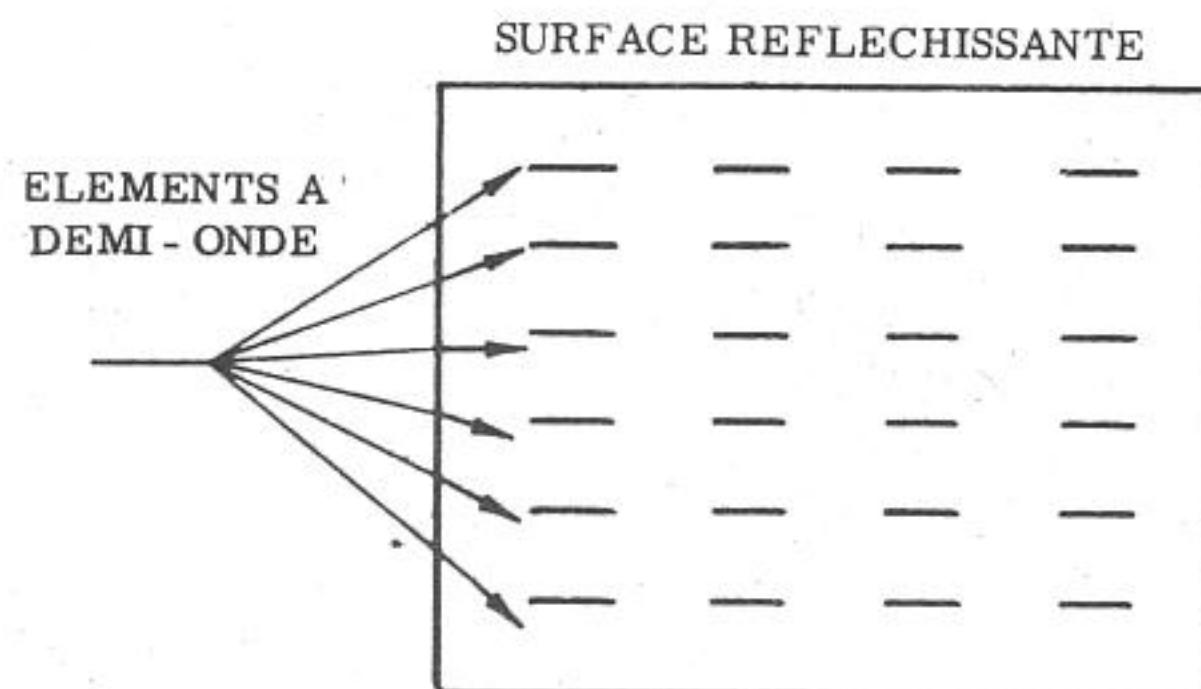


Fig. 13-A - Vue frontale d'une antenne à plusieurs éléments rayonnants, placés en face d'une surface réfléchissante. Les dimensions et les distances sont assez critiques.

placé sur un arc, comme cela se passe dans le cas d'un seul élément demi-onde.

Plus les dimensions de ce plan, exprimées en longueurs d'onde, sont grandes, plus grande est la directivité de l'antenne, et plus étroit est donc le faisceau d'ondes émis.

Bien qu'une antenne en rideau à rayonnement transversal puisse donner de bons résultats, elle est cependant très compliquée dans sa structure. Chaque élément doit être excité et toutes les dimensions des divers éléments, ainsi que la distance existant entre eux, doivent être rigoureusement exactes.

Un dispositif plus simple, apte à produire un champ électrique se trouvant sur un seul plan, est l'antenne à réflecteur parabolique. En observant la figure 13-B, on note que l'écran parabolique possède son foyer en F. Si, en ce point on place une antenne à un seul élément le champ électrique rayonné avec la même intensité dans toutes les directions, aura la forme d'un arc, comme il est indiqué en A.

Au moment où les ondes atteignent la surface réfléchissante, elles sont déphasées de 180° , et réfléchies vers l'extérieur avec un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence.

Une partie quelconque du champ atteindra la ligne B-B' à l'instant même qui suit la réflexion, étant donné que les parcours possibles dans les directions ayant leur point de départ en F vers la surface réfléchissante et, ensuite, vers la ligne B-B', sont d'une longueur égale. On saisit donc que, moyennant un simple résonateur et un réflecteur ayant une forme particulière, il est possible de produire un champ électrique fort se propageant sur un plan unique.

En observant le phénomène sous un autre point de vue, on peut dire que toutes les parties du champ électrique produit se propagent dans des directions parallèles après avoir été réfléchies par la parabole, d'une façon telle que les rayons sont focalisés exactement comme les rayons lumineux émis par les phares d'une voiture.

Contrairement à ce qui se passe dans l'antenne rideau à rayonnement transversal, il n'est pas possible d'obte-

nir un degré élevé de directivité si le diamètre du réflecteur parabolique n'équivaut pas à plusieurs longueurs d'onde. Cet inconvénient empêche l'emploi d'antennes de ce type pour l'émission ou la réception de signaux à fréquence relativement basse, c'est-à-dire ayant une longueur d'onde notable.

La figure 14 représente un type d'élément d'excitation, propre à être employé dans un réflecteur parabolique: le dipôle demi-onde est installé à une distance égale à un quart de longueur d'onde du point de contact sur la ligne de transmission. Pour rendre bien net le foyer les dimensions physiques de l'antenne sont, en réalité, légèrement inférieures à la moitié de la longueur d'onde. Toutefois, cette diminution légère de longueur est compensée par la présence des deux sphères, installées sur les extrémités, qui l'amènent à la valeur exacte. Grâce à cette précaution, la gamme de fréquences sur laquelle elle peut fonctionner est beaucoup plus large.

L'enveloppe cylindrique à clôture hermétique dans laquelle le dipôle est installé permet la pressurisation de la ligne coaxiale. La surface intérieure d'une moitié du cylindre (et précisément de la moitié qui se trouve la plus écartée du réflecteur parabolique), est revêtue par une couche réfléchissante qui a le rôle de renvoyer l'énergie rayonnée vers le réflecteur parabolique. Sans elle, la moitié de l'énergie rayonnée ne serait pas directionnelle.

La directivité naturelle du dipôle, fait en sorte que le diagramme de rayonnement d'un réflecteur parabolique se présente légèrement plus pointu dans le plan contenant le dipôle que dans les autres. Evidemment, si la précision verticale est plus importante, on installe le dipôle verticalement.

La figure 15 représente un type de réflecteur d'usage assez courant: sa caractéristique principale réside dans le fait qu'il peut rayonner un faisceau d'ondes très fin, c'est-à-dire des ondes concentrées dans un rayon très faible et d'une forte intensité.

A l'intérieur de la parabole, on note un grillage soutenu par des tiges spéciales, modelé de façon à former

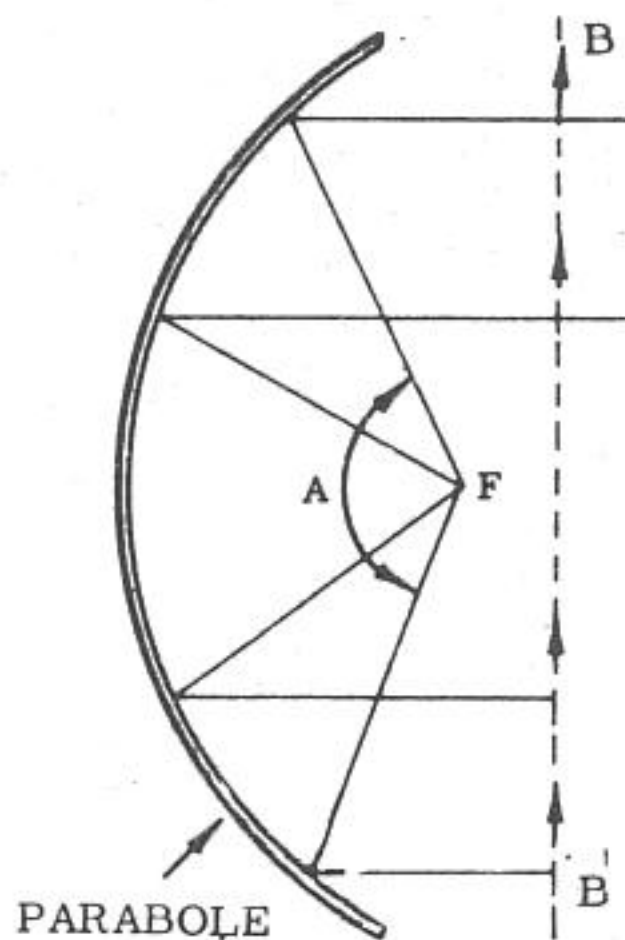


Fig. 13-B - Exemple de réflecteur parabolique ayant le foyer en F. L'élément rayonnant est installé en ce point et les ondes, après avoir atteint la parabole, sont réfléchies par cette dernière sous un angle égal à celui d'incidence.

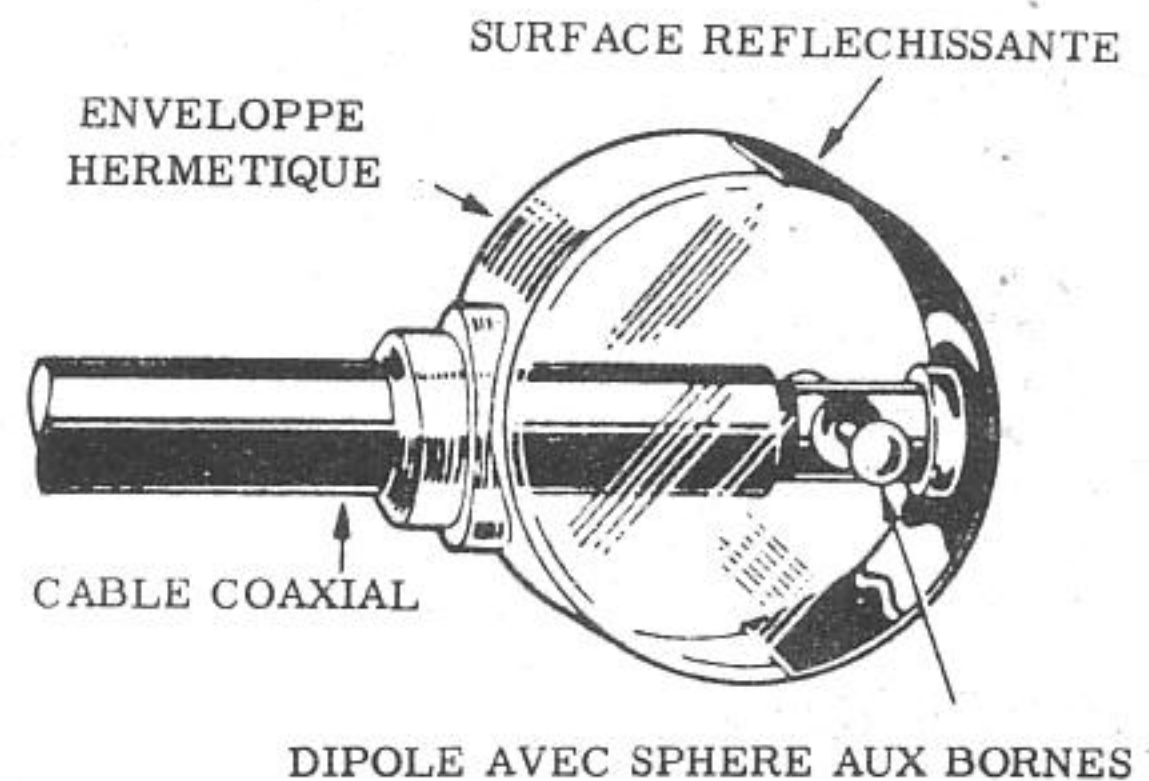


Fig. 14 - Élément rayonnant propre à l'installation d'un réflecteur parabolique. Le dipôle, enfermé dans une enveloppe à clôture hermétique, possède deux sphères aux extrémités.

une enveloppe partielle. Ce grillage est polarisé afin qu'il puisse agir de façon à déformer le faisceau d'ondes rayonné, en le subdivisant en plusieurs parties contenant une même d'énergie. Le diagramme de rayonnement peut être modifié en faisant tourner le réflecteur tout entier et le grillage de 90° , au moyen d'un moteur spécial et d'une transmission à engrenages.

Dans la position où le grillage n'exerce pas une action réfléchissante, on obtient un rayonnement à faisceau concentré; inversement lorsqu'il prend une position telle qu'il puisse devenir réfléchissant par rapport aux signaux rayonnés par l'élément placé au centre, le diagramme de rayonnement prend une forme « en lame », étant donné qu'il consiste en un faisceau d'ondes plat qui s'écarte dans la direction des ondes elles-mêmes.

Antennes dièdres et à « papillon »

Antennes à angle dièdre.

Dans le domaine des UHF, où les caractéristiques de directivité prennent une importance plus grande que dans le domaine des VHF, on emploie fréquemment un type d'antenne à forte directivité, du type « à angle dièdre ».

Comme on peut le noter en observant la figure 16, il s'agit d'un dipôle (qui peut être du type replié, comme dans le cas illustré, ou bien simple ou aussi colinéaire) et d'une série d'éléments réflecteurs, ayant tous la même longueur et séparés entre eux régulièrement d'une certaine fraction de longueur d'onde. Ils sont disposés sur deux plans qui convergent au long d'une arête, de manière à former un angle dièdre.

Nous avons vu l'importance de l'élément réflecteur au point de vue du diagramme de rayonnement; on saisit donc qu'au moyen d'une série d'éléments disposés de la façon indiquée, la directivité qui en résulte est encore plus grande que dans le cas du dipôle muni d'un seul réflecteur.

Les antennes à angle dièdre fournissent aussi un gain supérieur à celui obtenu avec des antennes à réflecteur rectiligne; ce gain peut être, de plus, augmenté ulté-

rieurement en plaçant à l'intérieur de l'angle des dipôles à plusieurs étages, reliés entre eux comme indiqué par les figures 10, 11 et 12.

Ce type d'antenne est naturellement lié, en ce qui concerne les caractéristiques de fonctionnement tant à l'émission qu'à la réception, aux dimensions de l'élément rayonnant, à celles des éléments réflecteurs et à la distance qui existe entre eux, ainsi qu'au nombre des éléments rayonnants et à la valeur exprimée en grades de l'angle dièdre. Il existe aussi d'autres versions, dans lesquelles l'angle prend la valeur de 180° ; par conséquent, les éléments réflecteurs constituent en pratique une surface plane, comme dans le cas représenté par la figure 13-A. Etant donnée ses grandes dimensions, dues à la disposition particulière des divers éléments, ce type d'antenne est employé presque exclusivement dans le domaine des UHF, compris entre 400 et 1 000 MHz.

Antennes à double triangle.

Un dernier type d'antenne d'usage fréquent dans le domaine des UHF, que nous croyons utile de citer à cause de son emploi toujours plus fréquent dans les installations modernes, est l'antenne à double triangle, appelée aussi « papillon », à cause de l'analogie qui existe entre la forme de l'élément rayonnant et les ailes d'un papillon.

Un exemple de cette antenne est représenté par la figure 17, où l'on remarque le dipôle constitué de deux éléments en triangle, disposés comme dans le cas de l'antenne colinéaire, et une série d'éléments réflecteurs qui constituent une surface plane (180°).

Ce type aussi permet un gain considérable et possède une caractéristique de fonctionnement fortement directionnelle.

Naturellement, dans ce cas également, les considérations précédentes concernant les dimensions, la distance et le plan réfléchissant, qui peut être aussi du type à angle dièdre, sont valables.

L'une des caractéristiques principales de ces antennes, réside dans la largeur de la bande de fréquences

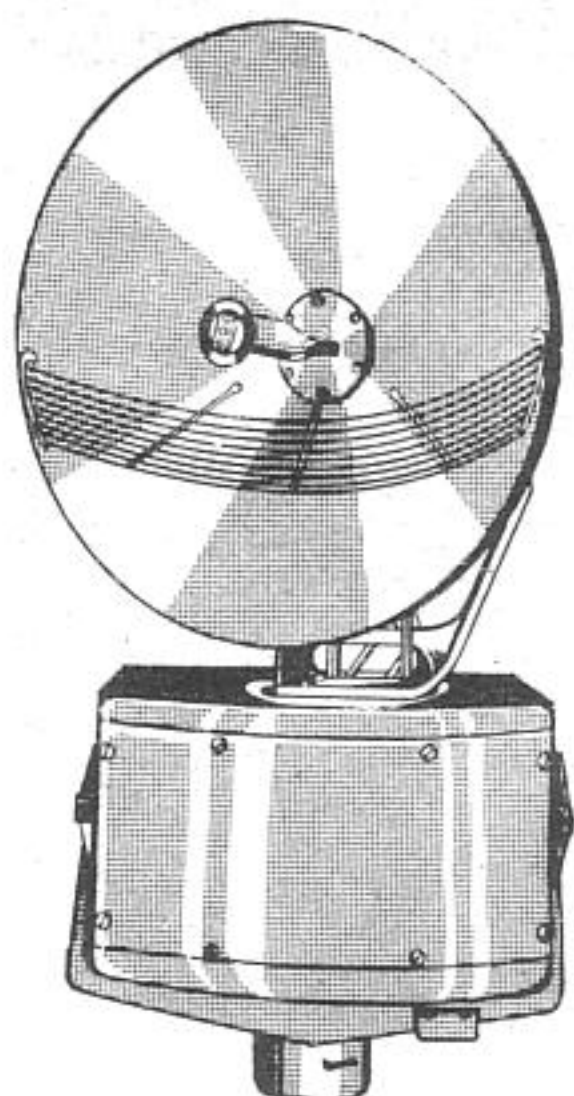


Fig. 15 - Aspect d'un réflecteur parabolique orientable, à rayonnant un faisceau d'ondes très fin.

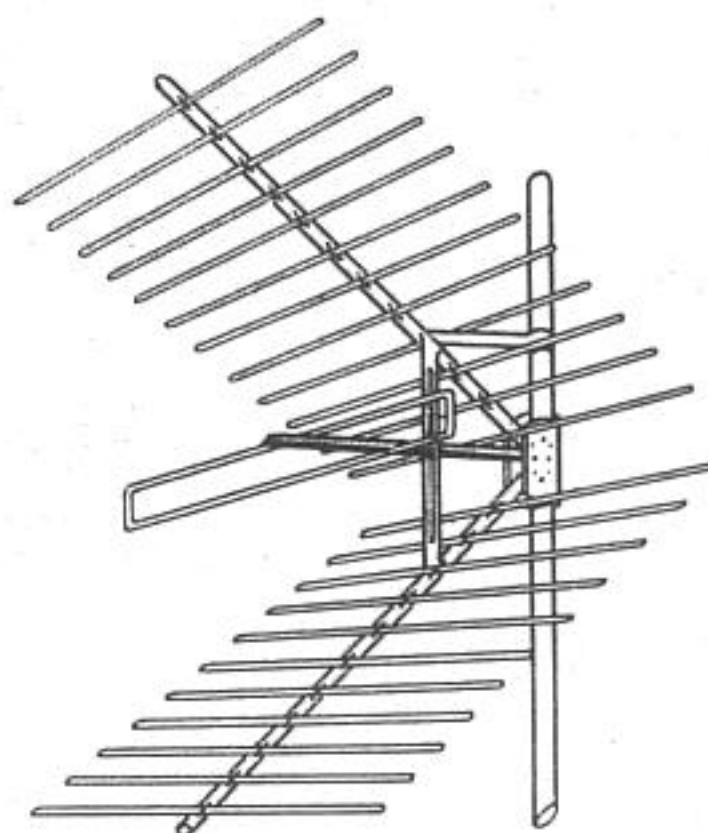


Fig. 16 - Exemple d'antenne à angle dièdre.

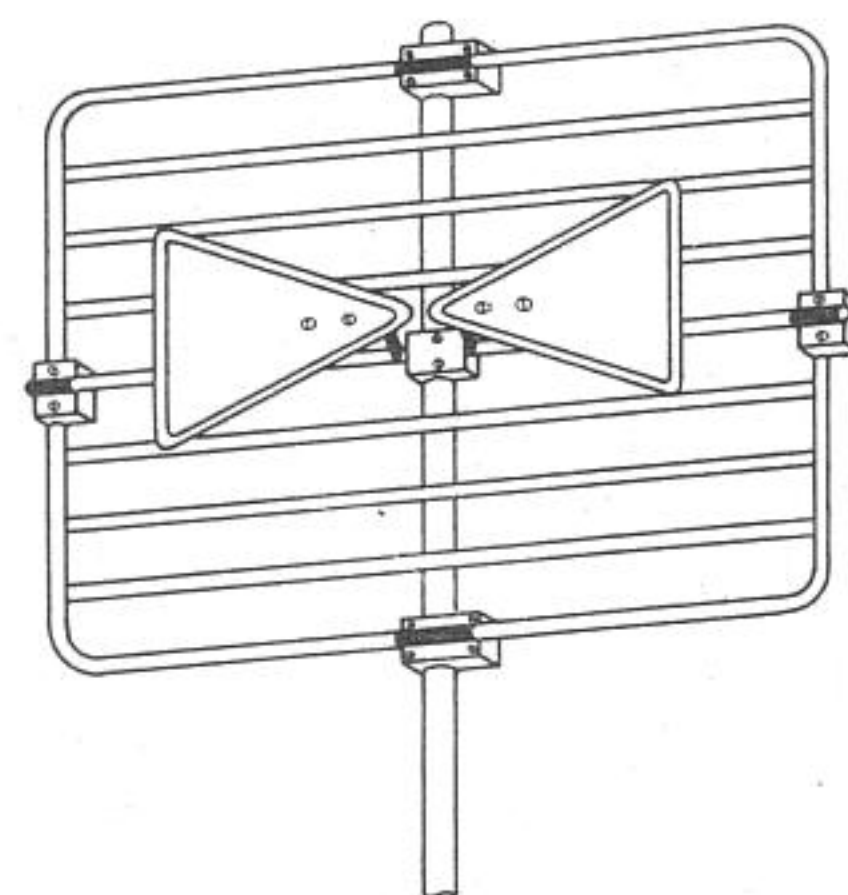


Fig. 17 - Antenne « papillon », avec réflecteur à surface plane, c'est-à-dire à 180°.

transmises sans affaiblissement sensible. Pour cette raison, elles sont d'un usage courant tant en modulation de fréquence qu'en télévision.

DONNEES de CONSTRUCTION pour ANTENNES VHF et UHF

Nous avons vu précédemment que les éléments qui constituent une antenne sont souvent légèrement plus courts que la moitié de la longueur d'onde sur laquelle ils doivent fonctionner. En ce qui concerne les VHF et les UHF, pour effectuer le calcul de la longueur de ces éléments, il convient de se servir du centimètre comme unité de mesure. La longueur idéale pour obtenir la résonance d'un élément demi-onde, peut être calculée au moyen de la formule suivante:

$$\text{Longueur (en cm)} = \frac{14\,998 \times k}{\text{fréquence en MHz}}$$

où le facteur K dépend de l'épaisseur du conducteur constituant l'antenne elle-même et de la fréquence sur laquelle elle doit fonctionner. La valeur de ce facteur peut être obtenue au moyen de la courbe représentée à la page 965, figure 6, ayant trait justement aux conducteurs de forme cylindrique, d'un diamètre constant sur toute leur longueur.

Sur l'axe horizontal de la courbe sont indiquées les diverses valeurs du rapport entre la demi-longueur d'onde et le diamètre du conducteur, exprimé en millimètres.

Après avoir trouvé par interpolation le point correspondant du rapport calculé sur l'axe horizontal, on trace à partir de ce point une verticale jusqu'à ce qu'elle rencontre la courbe. Du point de rencontre, en poursuivant horizontalement vers la gauche on détermine sur l'axe vertical la valeur K, dont on doit tenir compte dans l'application de la formule citée.

La longueur de l'élément relié directement à la ligne de transmission, soit dans le cas d'un simple dipôle, soit dans le cas de l'élément actif d'une antenne pourvue d'éléments parasites, n'est pas extrêmement cri-

tique, étant donné qu'une différence légère peut être compensée lors de la mise au point du système d'adaptation d'impédance, inséré entre l'élément lui-même et la ligne de transmission.

Mais il est toujours nécessaire que les dimensions physiques soient, autant que possible, proche de celles qui déterminent les conditions de résonance sur la fréquence moyenne (centrale) de la gamme de fonctionnement.

Par rapport aux éléments parasites, la longueur idéale dépend, comme nous l'avons signalé, de la distance qui existe entre eux. Cette distance non plus n'est pas critique et plus sa valeur est grande, plus la largeur de la bande de fréquences sur lesquelles l'antenne peut fonctionner est grande. Pour les antennes adoptées dans la gamme VHF, la distance normalement choisie est égale à 0,2 fois la longueur d'onde. Avec cette distance, l'élément réflecteur doit être de 5% environ plus long que l'élément actif tandis que le premier élément directeur sera au contraire de 5% plus court.

Si on installe d'autres éléments directeurs, ils devront être progressivement plus courts, comme l'indique la figure 9-B.

Rappelons-nous que le terme « longueur d'onde » ou la définition d'une fraction de cette valeur, peut avoir deux interprétations différentes, selon que l'on considère la longueur d'onde dans l'espace ou celle concernant le passage de la haute fréquence dans un conducteur (ce dernier peut être soit l'antenne proprement dite, soit la ligne de transmission). Lorsqu'une valeur déterminée (distance entre des éléments, longueur d'un élément, etc.) est exprimée en fonction de fractions de la longueur d'onde, il s'agit normalement de la longueur d'onde considérée dans l'espace.

Lorsqu'au contraire, le terme « longueur d'onde » est utilisé par rapport à une antenne, il s'agit d'ordinaire de la longueur de l'antenne correspondant à la résonance et non la longueur d'onde: la valeur relative peut être par conséquent obtenue par la formule déjà citée.

QUESTIONS sur les LEÇONS 142 et 143

- N. 1 — Quels sont les facteurs qui interviennent dans la propagation des ondes radioélectriques de fréquence comprise entre 30 et 1 000 MHz ?
- N. 2 — Si une antenne pour VHF ou pour UHF est polarisée verticalement, y aura-t-il un rayonnement dans les directions horizontales ?
- N. 3 — Comment se comportent les ondes terrestres qui se propagent le long de la surface de la terre, si la fréquence est très élevée ?
- N. 4 — Quelle est la différence entre la ligne d'horizon optique et la ligne d'horizon radioélectrique ?
- N. 5 — Dans quel cas la réception d'ondes émises par une antenne directionnelle est-elle possible, l'antenne de réception étant orientée dans la même direction que celle d'émission et non dans la direction opposée comme il est d'usage ?
- N. 6 — Qu'est-ce qu'une propagation « scatter » ?
- N. 7 — Comment peut-on définir l'indice de réfraction d'un milieu de propagation des ondes radioélectriques ?
- N. 8 — De combien d'éléments se compose une antenne à rayonnement transversal et comment sont-ils reliés entre eux ?
- N. 9 — Comment une antenne à rayonnement longitudinal est-elle constituée ?
- N. 10 — Quelle est la caractéristique qui détermine une antenne à éléments parasites ?
- N. 11 — Quelle différence existe-t-il entre un élément directeur et un élément réflecteur ?
- N. 12 — Quelles sont les caractéristiques essentielles d'une antenne du type « Yagi » ?
- N. 13 — De quelle façon la variation du diamètre du conducteur formant l'antenne proprement dite affecte-t-elle le fonctionnement ?
- N. 14 — Comment le diamètre extérieur d'un réflecteur parabolique doit-il être, afin que le rayonnement puisse présenter une caractéristique fortement directionnelle ?
- N. 15 — Quels sont les avantages de l'emploi d'une antenne directionnelle ?
- N. 16 — Dans quel cas est-il possible d'effectuer des communications à distance considérable, même au delà de la ligne d'horizon radioélectrique, au moyen de signaux de fréquence comprise entre 30 et 1 000 MHz ?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 1123

- N. 1 — Parce qu'on ne peut pas affirmer avec certitude que la panne est localisée dans un étage déterminé, si on n'a pas la certitude, à priori, que l'étage suivant fonctionne parfaitement.
- N. 2 — En mesurant le courant anodique ou, si cela est plus facile, le courant cathodique.
- N. 3 — En vérifiant à l'aide d'un contrôleur employé en voltmètre continu, que sur la grille de l'étage suivant il n'existe aucune tension positive.
- N. 4 — Si la capacité est assez élevée, en observant la déviation de l'aiguille. Dans le cas contraire, on peut contrôler seulement l'isolement.
- N. 5 — En introduisant à l'intérieur quelques gouttes de tétrachlorure de carbone en faisant tourner plusieurs fois l'axe dans les deux sens. Si le crachement subsiste, il est nécessaire de remplacer le potentiomètre.
- N. 6 — En injectant un signal sinusoïdal de basse fréquence à l'entrée de l'étage inverseur de phase et en observant alternativement les deux signaux de sortie au moyen d'un voltmètre à tube ou mieux encore, au moyen d'un oscilloscope à rayons cathodiques.
- N. 7 — Dans l'application d'un signal, en touchant directement au moyen d'un doigt ou d'un tournevis, la grille d'un tube fonctionnant en basse fréquence.
- N. 8 — La tension anodique tout entière se manifeste aux bornes du condensateur de cathode, lequel se met en court-circuit par perforation du diélectrique. Le fonctionnement cesse par interruption du courant anodique.
- N. 9 — En injectant un signal à moyenne fréquence, modulé, à l'entrée du transformateur correspondant.
- N. 10 — La variation d'une capacité ou le déplacement d'un noyau, à la suite d'un choc ou de vibrations.
- N. 11 — Les grilles des tubes de commande sont en « l'air ». Dans ce cas elles deviennent très négatives et les tubes se bloquent.
- N. 12 — La tension de plaque fait défaut. La résistance de découplage peut être grillée.
- N. 13 — En diminuant l'amplitude du signal appliqué à la diode correspondante.
- N. 14 — En la remplaçant provisoirement par celle employée pour la détection et en comparant le signal à la sortie.
- N. 15 — En mesurant la tension entre la grille et la cathode, au moyen du contrôleur utilisé sur le calibre 50 volts, c.a.
- N. 16 — De deux façons : en augmentant la distance entre le primaire et le secondaire ou en branchant une résistance en parallèle avec le primaire.
- N. 17 — En reliant provisoirement l'antenne au côté « chaud » du secondaire. Si l'appareil fonctionne, la panne est certainement dans le circuit d'antenne.

La construction d'un magnétophone



Le magnétophone Menuet que nous présentons aux lecteurs est un appareil simple et robuste, très complet, aux excellentes performances.

La construction ne devrait pas présenter de difficultés, la partie la plus délicate, la platine, étant fournie entièrement montée; le montage du magnétophone est donc alors ramené au câblage simple d'un amplificateur à transistors auquel s'ajoutent évidemment les parties caractéristiques du magnétophone, c'est-à-dire les blocs enregistrement-lecture, le bloc effacement, le bloc contrôle (VU-mètre) avec alimentation commune.

Présenté dans une élégante mallette en bois gainé de plastique gris anthracite, d'un faible encombrement, ce magnétophone est le complément nécessaire de l'équipement d'un amateur de musique et de radio.

Le Kit est livré avec le microphone et une bobine vierge de 18 cm.

Caractéristiques

Platine 3 vitesses 19, 9,5 et 4,75 cm soit respectivement 1^H, 2^H et 4^H environ.

Entrées - Micro 5 mV - Radio 1 volt.

Sorties BF 1 V

Entrée ampli intérieure 1 V

Contrôle par VU-mètre.

Ampli incorporé 4 W.

Haut-Parleur 24 x 6 cm, 4 Ω.

Réglage tonalité.

8 transistors - 3 diodes.

Contacteur de surimpression.

Dimensions: 330 x 290 x 160.

Coffret bois gainé de plastique gris anthracite avec poignée.

Couvercle dégonflable.

Diamètre des bobines: 180 mm.

Alimentation 110/120 V, par bouchon accessible sur l'arrière.

Sur le plateau de commande de gauche à droite

Entrée micro magnétique basse impédance 5 mV.

Entrée radio 1 volt.

Commande sélecteur micro/radio.

Contacteur enregistrement/lecture.

Volume enregistrement.

Contacteur surimpression.

Volume lecture.

Tonalité avec interrupteur.

VU-mètre.

Sortie BF.

Sortie HP Supplémentaire.

Sur la platine de gauche à droite

Sécurité effacement (verrouillée seulement sur enregistrement)

Compte-tours avec remise à zéro

Sélecteur de vitesses

Tête à 2 pistes

Commutateur de fonctions enregistrement/lecture et les 2 sens de rebobinage

Description des étages

Alimentation: 110/220 V

Sortie 2 x 25 V redressée en double alternance par diodes 1 W E 2, suivies d'une cellule de filtrage.

Le preampli en position lecture

— La tête E/L est reliée à un étage comprenant 2 transistors AC 182 montés en cascade. La tension d'alimentation est de 10 V; cet étage donne un très faible souffle.

On utilise un montage à contre réaction pour la correction de lecture (20 kΩ et 5 nF) qui est placé entre l'émetteur du 1er AC 182 et le collecteur du 2ème AC 182.

La sortie s'effectue sur un potentiomètre de 50 kΩ.

Le préampli en position enregistrement

La tension d'alimentation est portée à 30 V ce qui permet de fournir un signal de grande amplitude à la tête d'enregistrement.

La préaccentuation des fréquences élevées à l'enregistrement est obtenue par une contre réaction (47 kΩ et 0,22 μH à la masse).

A la sortie du préampli se trouve une résistance de 1 kΩ allant vers la tête enregistrement et vers le préampli VU-mètre à travers une résistance de 100 kΩ.

Ce préampli se compose d'un étage AC 182 et d'une diode de redressement OA 81 - sensibilité du cadre 100 μA.

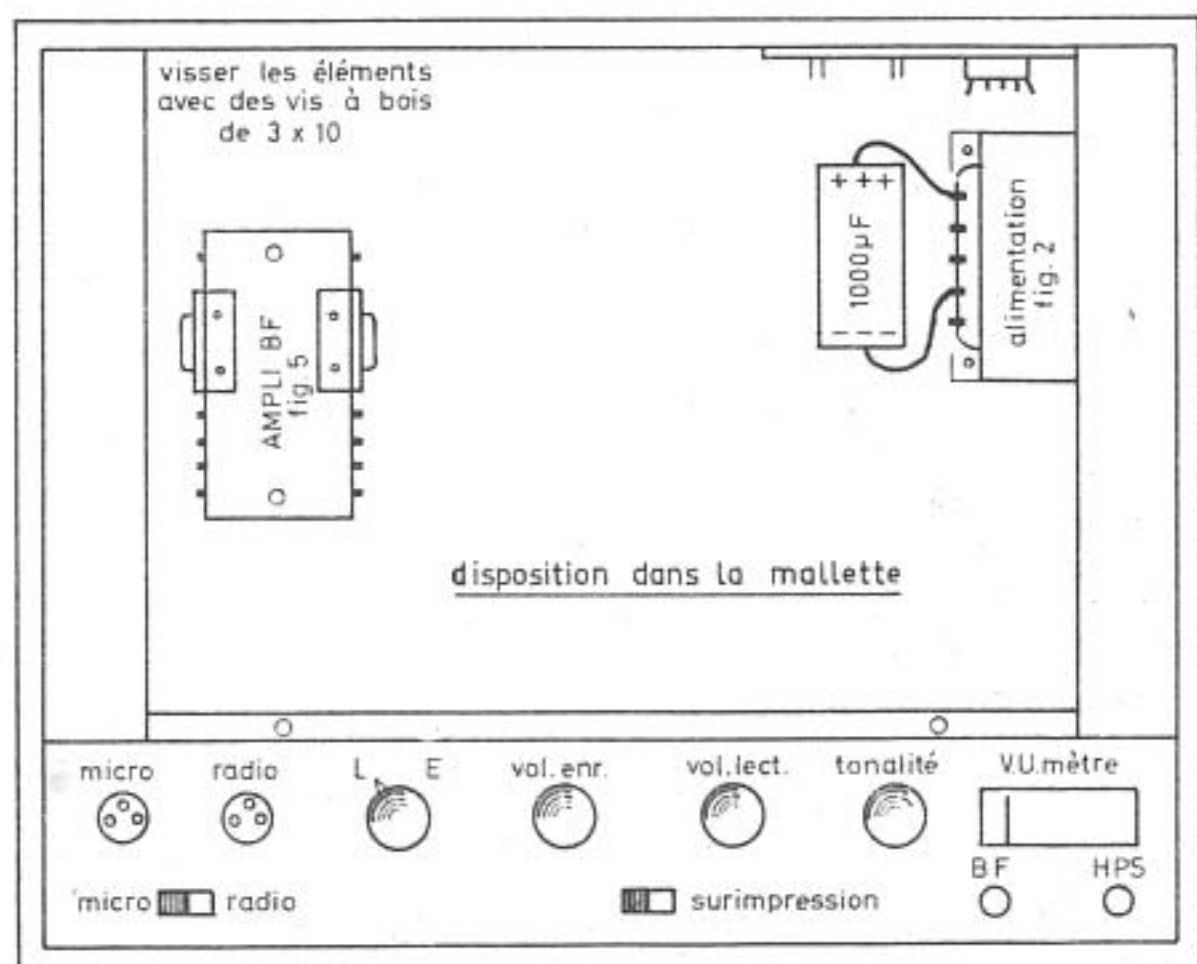


Figure 1 bis

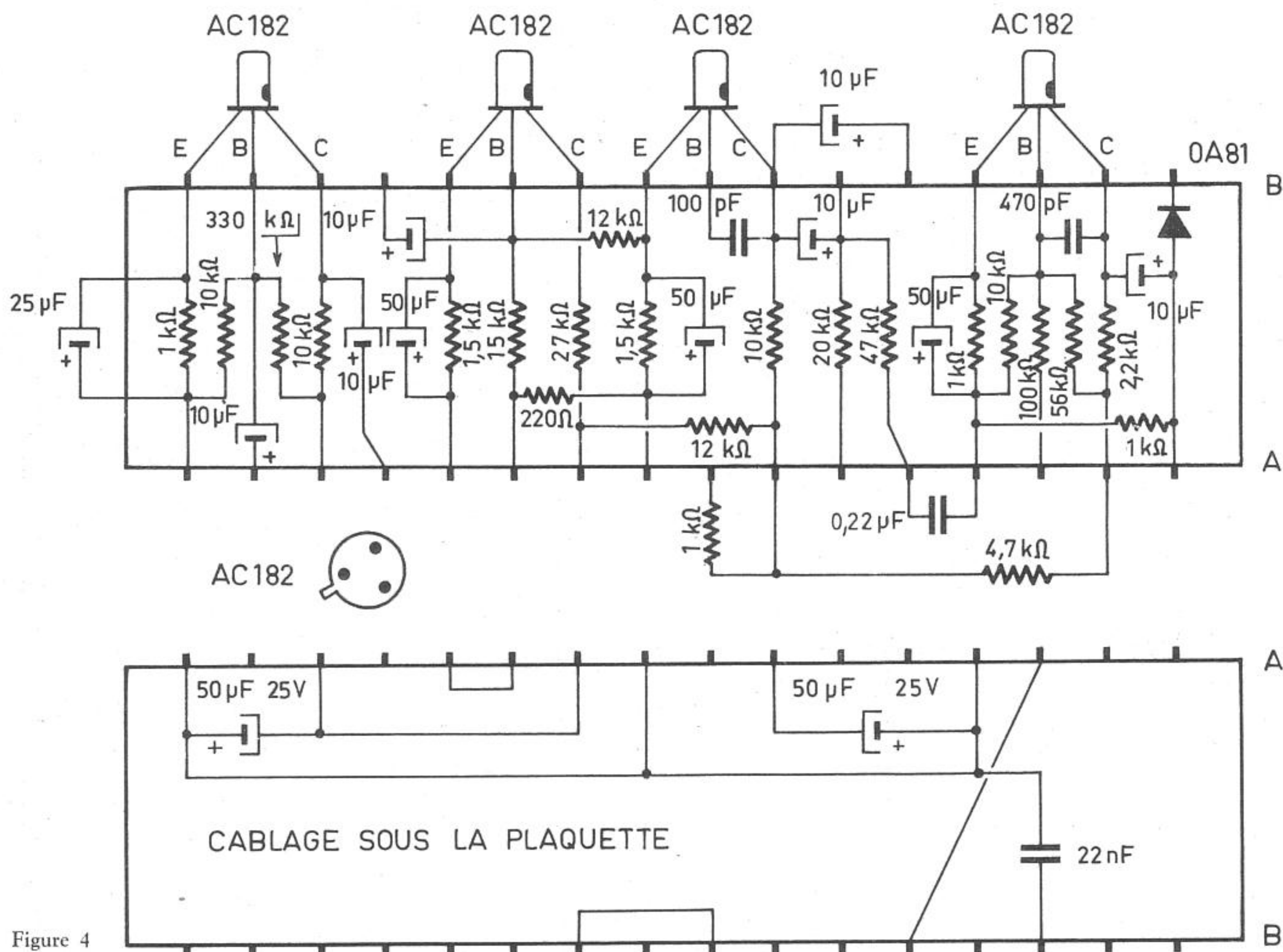
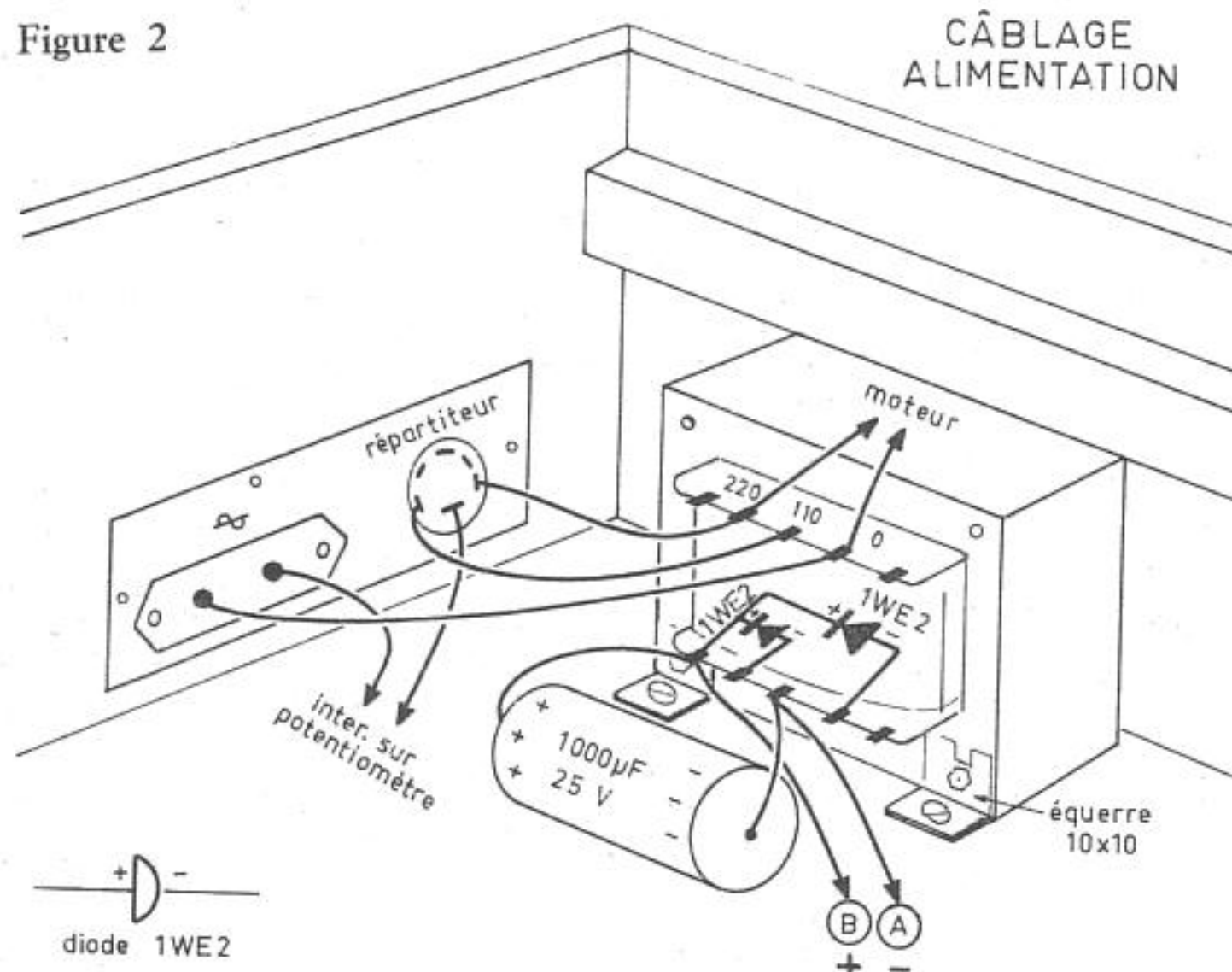


Figure 4

En position micro un préampli supplémentaire comprend 1 transistor AC 182 monté en émetteur commun et porte la sensibilité d'entrée à 10 m/V.

L'oscillateur de prémagnétisation et d'effacement est alimenté sous 30 V.

Il comporte un transistor silicium NPN et un pot ferroxcube accordé par un condensateur de 1000 pF.

La tête d'effacement basse impédance est reliée directement au collecteur du 2 N 1990.

La prémagnétisation est amenée à la tête d'enregistrement à travers un condensateur ajustable de 30 pF.

CÂBLAGE PLAQUETTE P/A E/L

Ampli BF 4 W

3 transistors. Sensibilité d'entrée 1 V.

Cet amplificateur comprend un étage préampli driver dont le transistor AC 128 fonctionne en classe A, à un radiateur dissipant 300 mW; il est suivi d'un étage de sortie comportant deux transistors de puissance, travaillant en classe B, un PNP AD 162 et un NPN AD 161 montés sur radiateurs.

Le contrôle de tonalité s'effectue par une boucle de contre réaction (R de 50 kΩ et C 10 000 µF).

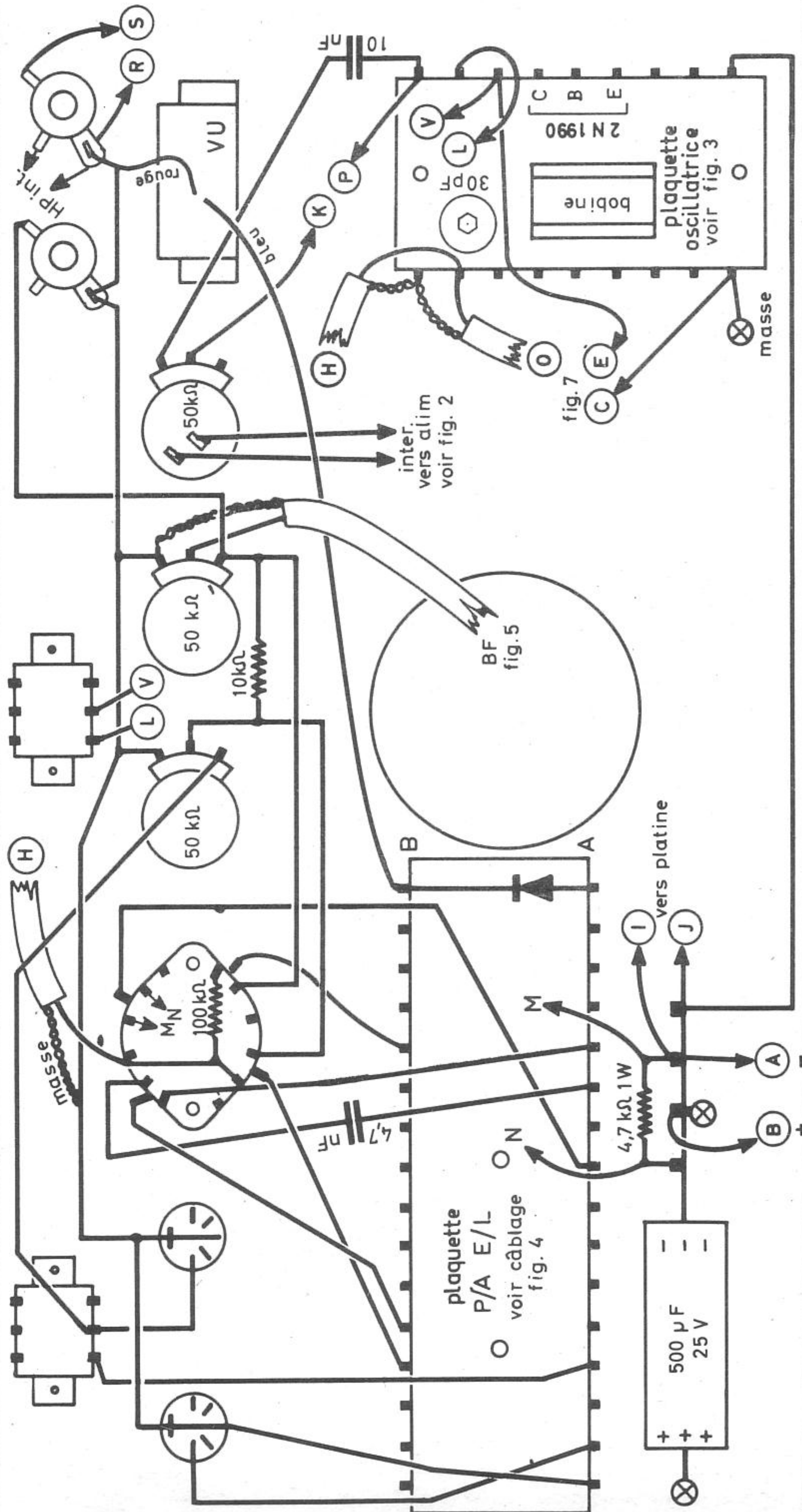
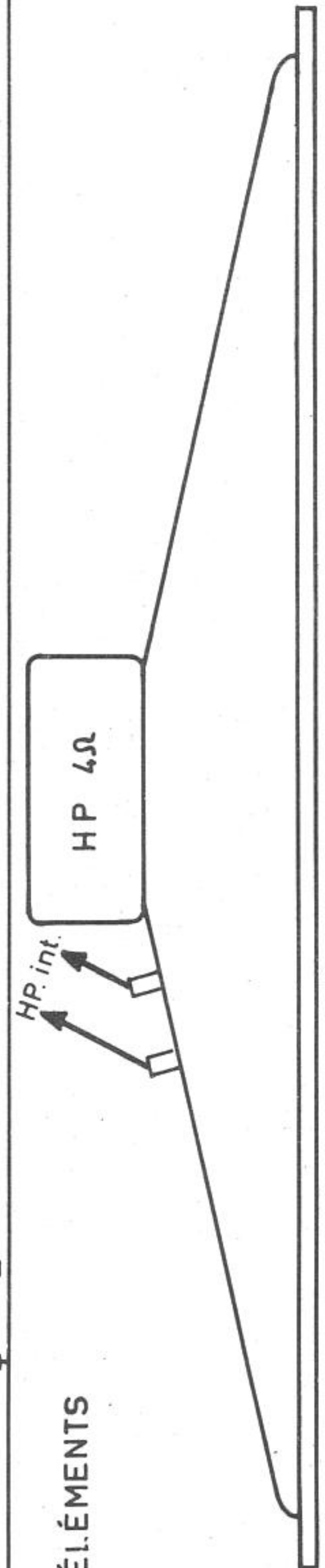


Figure 5

LIAISON ENTRE ÉLÉMENTS



- Reactive current** — Courant réactif (voir « Reactive component »).
- Reactive factor** — Facteur de réaction (rapport entre la puissance réactive et la puissance apparente pour un circuit).
- Reactive-factor meter** — Appareil pour la mesure du facteur de réaction.
- Reactive load** — Charge réactive (charge qui présente une réactance inductive ou capacitive).
- Reactive power** — Puissance réactive.
- Reactive volt-amperes** — Puissance réactive.
- Reactive volt-ampere meter** — Appareil de mesure de la puissance réactive.
- Reactor** — Réacteur (élément, bobine ou condensateur, qui présente une réactance à un courant variable).
- Reactor-rectifier amplifier** — Circuit d'amplificateur magnétique, dans lequel un redresseur est utilisé en série avec l'enroulement de sortie afin de fournir un gain plus élevé et une réponse plus rapide.
- Reactors** — Réacteurs, enroulements réactifs.
- Reactor-start motor** — Moteur à enroulements séparés, réalisé pour démarrer grâce à une réactance en série avec l'enroulement principal.
- Reactron** — Amplificateur pour micro-ondes.
- Read (to)** — Lire (les informations contenues dans un calculateur électronique).
- Readability** — Intelligibilité, compréhensibilité (des signaux transmis par un moyen quelconque de télécommunication).
- Read-around number** — Nombre de lecteurs possibles (dans un tube de mémoire à charge électrostatique).
- Read-around ratio** — Voir « Read-around number ».
- Reading head** — Tête de lecture (d'un enregistreur magnétique).
- Read in (to)** — Introduire des informations dans la mémoire d'un calculateur électronique.
- Reading** — Lecture (d'un instrument).
- Reading error** — Erreur de lecture (d'un instrument).
- Reading speed** — Vitesse de lecture (d'un tube de mémoire à charge électrostatique).
- Readout** — Présentation visuelle des informations de réponse au moyen de lampes, rubans ou fiches imprimés ou perforés, ou d'autres méthodes.
- Read pulse** — Impulsion de lecture (d'un élément magnétique de mémoire).
- Read time** — Temps de lecture ou temps d'accès (de la mémoire d'un calculateur électronique).
- Read-to-receive signal** — Signal à un émetteur de « fac simile » pour avertir que le récepteur est prêt à recevoir la transmission.
- Real power** — Puissance réelle ou active.
- Real time operation** — Fonctionnement à temps réel d'un calculateur électronique (les réponses relatives à un programme suivent le déroulement de ce programme en simultanéité avec lui).
- Rear-to-front ratio** — Rapport arrière-avant du diagramme de propagation (d'une antenne directionnelle).
- Rebalancing** — Rééquilibrage.
- Rebecca** — « Interrogator » du système de navigation Rebecca-Eureka.
- Rebecca-Eureka system** — Système de navigation radar qui utilise un « interrogator » à bord (appelé Rebecca) et un « transponder » au sol (appelé Eureka).
- Rebroadcast** — Programme de radiodiffusion retransmis.
- Receipt** — Accusé de réception d'une transmission (QSL).
- Receive (to)** — Recevoir.
- Receiver adjustment** — Mise au point du Récepteur.
- Receiver bandwidth** — Largeur de bande du récepteur.
- Receiver circuits** — Circuits du récepteur.
- Receiver gain** — Gain du récepteur.
- Receiver gating** — Application des tensions de fonctionnement à un ou plusieurs étages d'un récepteur, uniquement pendant la partie du cycle de fonctionnement pendant laquelle on désire réaliser la réception.
- Receiver installation** — Installation du récepteur.
- Receiver lockout system** — Dispositif de blocage circuits de commande, dans une station mobile de radiocommunications, pour qu'un récepteur à la fois seulement soit en fonction afin d'éviter des distorsions.
- Receiver measurements** — Mesures sur un récepteur.
- Receiver noise** — Bruit de fond, souffle du récepteur.
- Receiver noise figure** — Facteur de bruit du récepteur.
- Receiver radiation** — Rayonnement (de champs électromagnétiques interférents créés par l'oscillateur du récepteur).
- Receiver recovery time** — Temps de récupération d'un récepteur (après réception d'un signal ayant provoqué une surcharge).
- Receiver response** — Réponse du récepteur.
- Receiver response time** — Temps de réponse d'un récepteur.
- Receiver screening** — Blindage du récepteur.
- Receiver trouble** — Panne du récepteur.
- Receiver with regenerative detector** — Récepteur à détectrice à réaction.
- Receiving** — De réception. Récepteur.
- Receiving antenna** — Antenne de réception.
- Receiving apparatus** — Appareil de réception.
- Receiving circuit** — Circuit de réception.
- Receiving equipment** — Poste récepteur.
- Receiving experiment** — Essai de réception.
- Receiving loop loss** — Perte dans le cadre de réception.
- Receiving perforator** — Perforateur de réception (instrument télégraphique).
- Receiving set** — Station réception.
- Receptacle** — Prise de courant femelle.
- Receptacle outlet** — Prise multiple de courant.
- Reception** — Réception.
- Reception diagram** — Diagramme de réception (d'une antenne).
- Receptive** — Réceptif.
- Receptivity** — Réceptivité.
- Receptor** — Appareil récepteur radiotélégraphique.
- Recessed switch** — Interrupteur encastré.
- Recharge** — Recharge.
- Recharge (to)** — Recharger.
- Recharging** — Rechargement.
- Reciprocal bearing** — Relèvement inverse (à 180° du relèvement réel).
- Reciprocal-energy theorem** — Théorème de l'énergie mutuelle.
- Reciprocal impedance** — Impédance réciproque.
- Reciprocal network** — Circuit réciproque.
- Reciprocal transducer** — Transducteur réciproque.
- Reciprocity** — Réciprocité.
- Reciprocity principle** — Principe de la réciprocité.
- Reciprocity theorem** — Théorème de la réciprocité.
- Recloser** — Disjoncteur à constante de temps.
- Reclosing relay** — Relais à fermeture automatique d'un circuit.
- Recognition differential** — Intensité du signal au-dessous du niveau du bruit pouvant être détecté, à 50% d'un signal acoustique d'un niveau normal.
- Recognition signal** — Signal de reconnaissance.
- Recoil** — Rebondissement (mouvement d'un atome dû à l'émission d'une particule alpha, bêta, d'un neutron ou bien d'un quantum d'énergie radiante).
- Recoil electron** — Électron de rebondissement (électron mis en mouvement à la suite d'une collision).
- Recoil particle** — Particule de rebondissement.
- Recoil radiation** — Radiation de rebondissement (radiation émise pendant la désintégration, de sorte qu'il se produit un rebondissement du noyau).
- Recombination** — Recombinaison (capture d'un électron, ou d'un ion négatif, de la part d'un ion positif, avec pour conséquence la neutralisation des charges).
- Recombination velocity** — Vitesse de recombinaison.
- Recommutation** — Recommutation.
- Reconditioned-carrier receiver** — Voir « Exalted-carrier receiver ».
- Reconditioned carrier reception** — Réception à onde porteuse reconstituée (réception d'une émission à bande latérale unique, la porteuse étant reconstituée dans le récepteur dans le but d'éliminer les variations d'amplitude et les perturbations, et d'obtenir une sortie relativement sans distorsions).
- Reconstituted conductive material** — Matériau conducteur aggloméré (c'est-à-dire formé par compression de particules finement pulvérisées).
- Reconstituted mica** — Mica reconstitué.
- Recontrol time** — Temps de désionisation.
- Recooling** — Refroidissement.
- Recooling of power tubes** — Refroidissement (des tubes de puissance).
- Record** — Disque phonographique.
- Record (to)** — Enregistrer.
- Record changer** — Changeur de disques automatique.
- Record compensator** — Filtre d'un appareil de reproduction servant à compenser les différentes courbes de réponse adaptées aux différentes normes d'enregistrement par les maisons discographiques pendant le procédé d'enregistrement.
- Record cutter** — Graveur de disque.
- Recorded** — Enregistré.
- Recorded program** — Programme enregistré (sur disque ou ruban magnétique).
- Recorded tape** — Ruban (magnétique) enregistré.

Record equalizer — Voir « Record compensator ».

Recorder — Appareil d'enregistrement.

Record head — Tête (magnétique) d'enregistrement.

Recording — Enregistrement; disque phonographique.

Recording amplifier — Amplificateur d'enregistrement.

Recording blank — Disque vierge, non enregistré.

Recording camera — Appareil photographique pour l'enregistrement d'oscillogrammes.

Recording channel — Canal ou piste d'enregistrement.

Recording characteristic — Caractéristique d'enregistrement.

Recording disk — Disque vierge, non enregistré.

Recording head — Tête (magnétique) d'enregistrement.

Recording ink — Encre d'enregistrement.

Recording instrument — Appareil d'enregistrement.

Recording lamp — Lampe dont l'intensité varie selon les variations d'un signal basse fréquence (on l'utilise pour l'enregistrement sonore de films cinématographiques).

Recording level — Niveau d'enregistrement.

Recording loss — Perte d'enregistrement.

Recording noise — Bruit d'enregistrement (parasites introduits au cours de l'enregistrement).

Recording-playback head — Tête (magnétique) utilisée tant pour l'enregistrement que pour la reproduction.

Recording-reproducing head — Voir « recording-playback head ».

Recording speed — Vitesse d'enregistrement.

Recording stylus — Burin d'enregistrement, pointe de gravure.

Record medium — Enregistrement au milieu, moyen.

Record player — Tourne-disques.

Record sheet — Feuille d'enregistrement (d'un fac-simile).

Record time — Temps durée d'enregistrement, délai nécessaire à un tube à gaz pour réamorcer ce dernier après l'interruption du courant anodique.

RECT — Abréviation de « Rectifier » (Redresseur).

Rectangular cathode — Cathode rectangulaire.

Rectangular coordinate — Coordonnée rectangulaire (pour la localisation d'un point dans l'espace).

Rectangular horn antenna — Antenne à pavillon de section rectangulaire.

Rectangular scanning — Exploration rectangulaire (d'une antenne).

Rectangular wave — Onde rectangulaire.

Rectangular wave-guide — Guide d'ondes rectangulaire.

Rectification — Redressement (conversion d'un courant alternatif en un courant unidirectionnel).

Rectification factor — Facteur de redressement ou rapport de connexion (quotient entre le courant moyen redressé et l'amplitude de la tension sinusoïdale alternative appliquée à une électrode, en maintenant constantes les tensions:

$$\frac{U_{\text{moy}}}{U_{\text{max}}}$$

Rectification of an alternating current — Redressement d'un courant alternatif.

Rectified — Redressé.

Rectified current — Courant redressé.

Rectified value of an alternating quantity — Valeur redressée d'une quantité alternative (la valeur moyenne de toutes les valeurs positives ou négatives, de la quantité pendant un nombre entier de périodes).

Rectified voltage — Tension redressée.

Rectifier — Redresseur (dispositif convertissant le courant alternatif en un courant unidirectionnel).

Rectifier design — Etude, dessin d'un redresseur.

Rectifier diode — Diode redresseuse.

Rectifier efficiency — Rendement du redresseur.

Rectifier-filter unit — Élément filtre-redresseur.

Rectifier instrument — Appareil de mesure pour c.c. avec redresseur pour la mesure de courants ou tensions alternatifs.

Rectifier meter — Voir « Rectifier instrument ».

Rectifier modulator — Modulateur à diode redresseuse.

Rectifier stack — Redresseur sec à plusieurs éléments (comme dans un redresseur à sélénium ou à oxyde de cuivre).

Rectifier transformer — Transformateur de redresseur.

Rectifier tube — Tube redresseur.

Rectifier with regulated voltage supply — Redresseur avec régulateur de tension.

Rectify (to) — Redresser.

Rectifying — Redressement.

Rectifying element — Élément redresseur.

Rectifying tube — Tube redresseur.

Rectifying tube and voltage doubler — Tube redresseur demi-onde et doubleur de tension.

Rectigon — Tube à gaz à cathode chaude utilisé comme redresseur pour la charge d'accus.

Rectilinear — Rectiligne.

Rectilinear propagation — Propagation rectiligne.

Rectilinear scanning — Exploration rectiligne.

Recurrence frequency — Fréquence de répétition.

Recurrence rate — Taux de récurrence.

Recycling — Retour à une condition initiale (par exemple, à zéro dans un circuit de comptage).

Recycling detector — Détecteur dans lequel le condensateur aux bornes de sortie est déchargé par un circuit de commutation avant chaque cycle de la porteuse.

Rediffusion — Rediffusion de programmes radiophoniques.

Redistribution — Redistribution (des charges dans un tube de mémoire à charge électrostatique).

Read lead — Peroxyde de plomb (utilisé pour les plaques des accus) minium.

Redox system — Système chimique dans lequel une électrode composée d'une matière inerte, comme par exemple le platine, est à un certain potentiel.

Red-tape operations — Opérations, dans un calculateur électronique, nécessaires pour l'application du programme mais qui ne donnent pas directement la solution d'un problème.

Reduce (to) — Réduire.

Reduce the voltage — Réduire la tension.

Reducing agents — Agents de réduction.

Reduction of detection efficiency — Atténuation du rendement de la détection.

Redunancy check — Contrôle pour détecter les erreurs commises par un calculateur, par introduction d'un problème aux résultats connus.

Redundant digit — Chiffre qui sert uniquement pour détecter une anomalie de fonctionnement dans un calculateur numérique.

Reed frequency meter — Fréquencemètre à lame vibrante.

Reed-type relay — Relais dans lequel deux lames magnétiques à l'intérieur d'une bobine sont attirées l'une vers l'autre lorsque cette bobine est excitée.

Re-encipher — Rechiffrer (un texte).

Re-encode — Recoder (un texte).

Reentrant armature winding — Armature fermée d'un bobinage.

Reentrant oscillator — Oscillateur utilisant trois résonateurs à ligne coaxiale branchés en série.

Reentrant winding — Enroulement fermé.

Reflected light — Lumière réfléchie.

Reflected-light scanning — Balayage à l'aide d'une lumière réfléchie.

Reflected load — Charge réfléchie (d'un transformateur), impédance secondaire rapportée au primaire.

Reflected resistance — Résistance réfléchie (la valeur de résistance qui apparaît aux bornes du primaire d'un transformateur lorsqu'une charge résistive se trouve aux bornes du secondaire).

Reflected signal — Signal réfléchi.

Reflected wave — Onde réfléchie.

Reflecting curtain — Alignement vertical d'antennes réfléchissantes demi-onde, disposé généralement à un quart d'onde d'un rideau de dipôles rayonnants.

Reflecting electrode — Electrode réfléchissante (d'un tube pour micro-ondes).

Reflecting galvanometer — Galvanomètre à miroir (galvanomètre dans lequel un petit miroir fixé sur l'élément mobile réfléchit le faisceau de lumière sur une échelle graduée).

Reflecting grating — Réticule de fils placé dans un guide d'ondes afin de réfléchir une certaine longueur d'onde et laisser passer librement les autres.

Reflecting target — Cible réfléchissant les ondes « radar ».

Reflection — Réflexion.

Reflection altimeter — Radio altimètre (altimètre sonde).

Reflection coefficient — Coefficient de réflexion.

Reflection effect — Effet de réflexion.

Reflection error — Erreur de réflexion.

Reflection factor — Facteur de réflexion.

Reflection grating — Voir « Reflecting grating ».

Reflection interval — Intervalle de réflexion (d'une impulsion (radar)).

Reflection in transmission line — Réflexion dans la ligne de transmission.

Reflection law — Loi de la réflexion (l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion).

Reflection loss — Pertes dues à la réflexion (d'une ligne).

Informations

La Région d'Équipement Nucléaire n° 11, de l'ELECTRICITE DE FRANCE, vient de passer commande à la CAE — Compagnie européenne d'Automatisme Electronique — d'un système de traitement de l'information et commande automatique pour la Centrale Nucléaire EDF 4, en cours de construction à SAINT - LAURENT DES EAUX.

Dernière née des centrales nucléaires françaises, elle bénéficie de l'expérience acquise avec les centrales EDF —1, EDF —2, EDF —3, EL —4, et sur un certain nombre de réacteurs du COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, déjà dotée de systèmes de traitement centralisé des informations.

En plus des fonctions désormais classiques dans ces centrales: surveillance et enregistrement des grandeurs, système automatique de détection de rupture de gaine, calculs liés à l'exploitation, le calculateur prendra en charge la commande automatique des démarrages, des arrêts et de tous les changements de régime, tenant compte pour chaque décision de la configuration générale de la Centrale à l'instant considéré.

Cette action agit d'ailleurs dans le sens de la sécurité, car elle permet de réaliser très rapidement un grand nombre d'opérations complexes qui, manuellement, pourraient conduire à de fausses manoeuvres.

Pour assumer ces fonctions, l'ELECTRICITE DE FRANCE a choisi un système de traitement d'informations constitué essentiellement d'un calculateur C 90-40, d'une mémoire de très grande capacité (tambour et ruban magnétique), d'un dispositif de scrutation, et d'un codeur analogique-numérique. Ces organes essentiels sont d'ailleurs doublés, apportant ainsi une sécurité quasi-absolue de fonctionnement ininterrompu.

Pour illustrer le volume d'informations et la cadence de scrutation, nous rappellerons que le nombre global d'informations de toute nature, s'élève à plus de 5 000, dont certaines doivent être explorées à la cadence de près de 50 000 par seconde.

L'utilisation d'un système de traitement de l'information permettra, non seulement une surveillance particulièrement sûre des paramètres de la Centrale, mais encore une exploitation aisée de la part des opérateurs, dispensés de toutes les tâches de routine.

Enfin, ce système, grâce à la masse très importante d'informations qu'il pourra recueillir, permettra d'améliorer la connaissance des processus mis en jeu.

Rappelons que dans le domaine nucléaire et celui de l'énergie électrique, les calculateurs numériques industriels de la CAE ont déjà reçu un nombre important d'application, notamment dans les centrales de Saint-Ouen I - Saint-Ouen II, EDF —1, EDF —2, EDF —3 de Chinon, EL —4 des Monts d'Arrée, sur les réacteurs CAPRI et RAPSODIE, ainsi que dans le domaine de la physique nucléaire. La CAE — Compagnie européenne d'Automatisme Electronique — fait partie de groupe de la CITEC — créé par la CGE — et la CSF — pour regrouper leurs activités dans le domaine du traitement de l'information et de l'automatisme électronique.

DECRIE DANS CE NUMERO MAGNETOPHONE "MENUET" "TOUT TRANSISTORS"

- 3 VITESSES
- 2 PISTES MONO
- PUISSANCE 4 WATTS
- SURIMPRESSION
- VU-METRE
- PRISES:
MODULATION, HPS



COMPLET EN
CARTON « KIT »

480^F

EN ORDRE DE MARCHE 600 F
Micro dynamique et bande en sus: 68 F

MAGNETIC-FRANCE HI-FI DIGEST

Tout ce que vous devez savoir avant d'acheter. Envoi contre 7 F en timbres poste.

CATALOGUE GENERAL 1966

Tout le matériel de grande classe disponible. Envoi contre 6 F en timbres poste.

MAGNETIC FRANCE 175 rue du Temple
Paris 3^e - ARC 10-74 - CCP 1875-41 Paris - Metro:
Temple, ou République.

POUR LA **1^{re}** FOIS



en
Librairie

230 PAGES
300 ILLUSTRATIONS
évoquent

**LE PASSÉ et le
DEVENIR de la
RADIO et de la
TELEVISION...**

dans votre bibliothèque...
**UN OUVRAGE PRESTIGIEUX
QUE CHAQUE
AMI DE LA RADIO
SE DOIT DE POSSEDER...**

au delà des ondes perdues

En plus d'un véritable musée iconographique
...25 témoignages autobiographiques de personnalités et pionniers de la Radio et l'Electronique vous permettent de suivre pas à pas

UNE DES PLUS PASSIONNANTES AVENTURES INDUSTRIELLES DE NOTRE SIECLE !

PRIX 60 F + PORT : 1,70 F
ou 50 F PORT COMPRIS
POUR LES ABONNES A
"VOTRE CARRIERE"

aux EDITIONS CHIRON
40, RUE DE SEINE - PARIS 6^e
C. C. P. PARIS 53-35

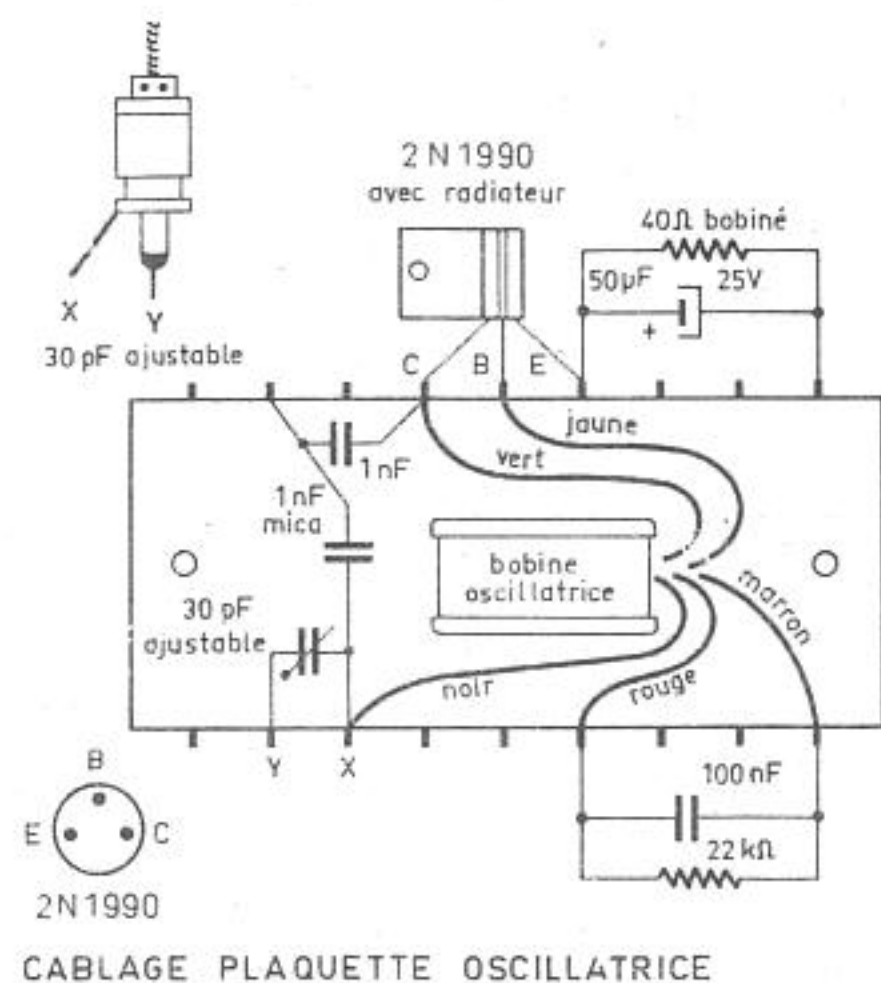


Figure 3

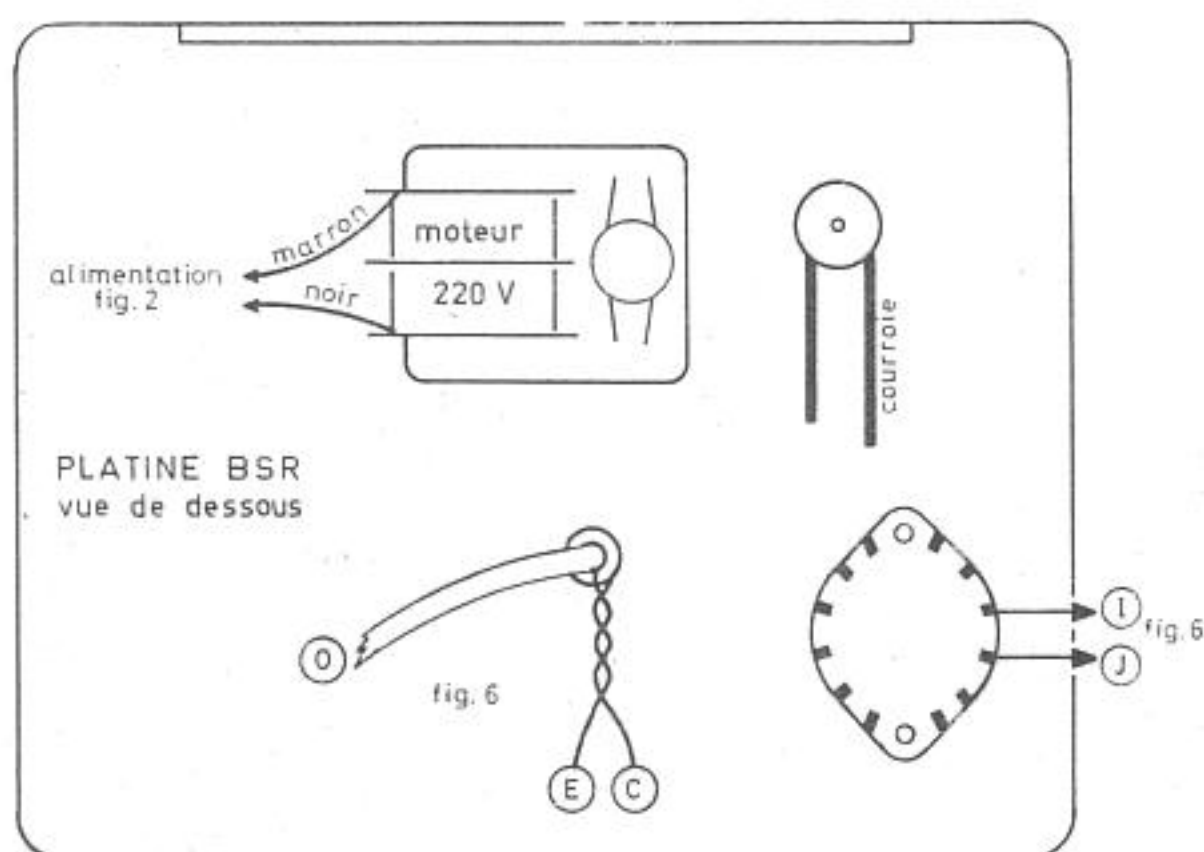


Figure 6

Montage

Après une étude soigneuse du schéma et la vérification des pièces fournies, il sera procédé à la mise en place des gros éléments, comme indiqué sur les figures 1 bis et 2 mais pour chaque bloc câblé, vérifier au fur et à mesure le travail effectué.

1^o) montage du transformateur d'alimentation avec les diodes 1 W E 2 et le condensateur de filtrage de 1 000 μ F, et soudure des liaisons avec le répartiteur et la prise d'alimentation.

2°) câblage de l'oscillateur (fig. 3).

— Câblage de la plaquette P/A E/L (fig. 4)

Se montent sur le châssis une fois câblés.

— Montage et câblage du châssis, potentiomètres et prises, entrées micro, sélecteur (fig. 5). H.P. supplémentaire.

— Monter le haut parleur.

— Câblage et mise en place de l'amplificateur BF (fig. 7).

3^o) Effectuer les liaisons entre les différents blocs et les connexions de la platine (fig. 6 et fig. 8).

4⁰) Le montage étant terminé, vérifier l'ensemble du câblage, les soudures, enlever tous les débris de soudures et de fils qui peuvent être tombés dans le coffret.

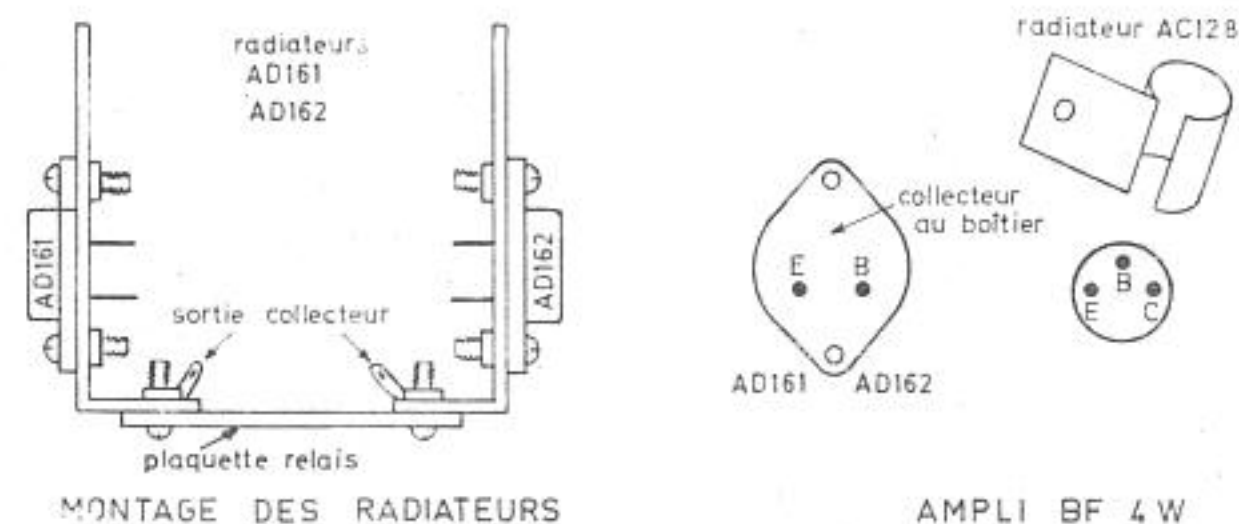


Figure 7

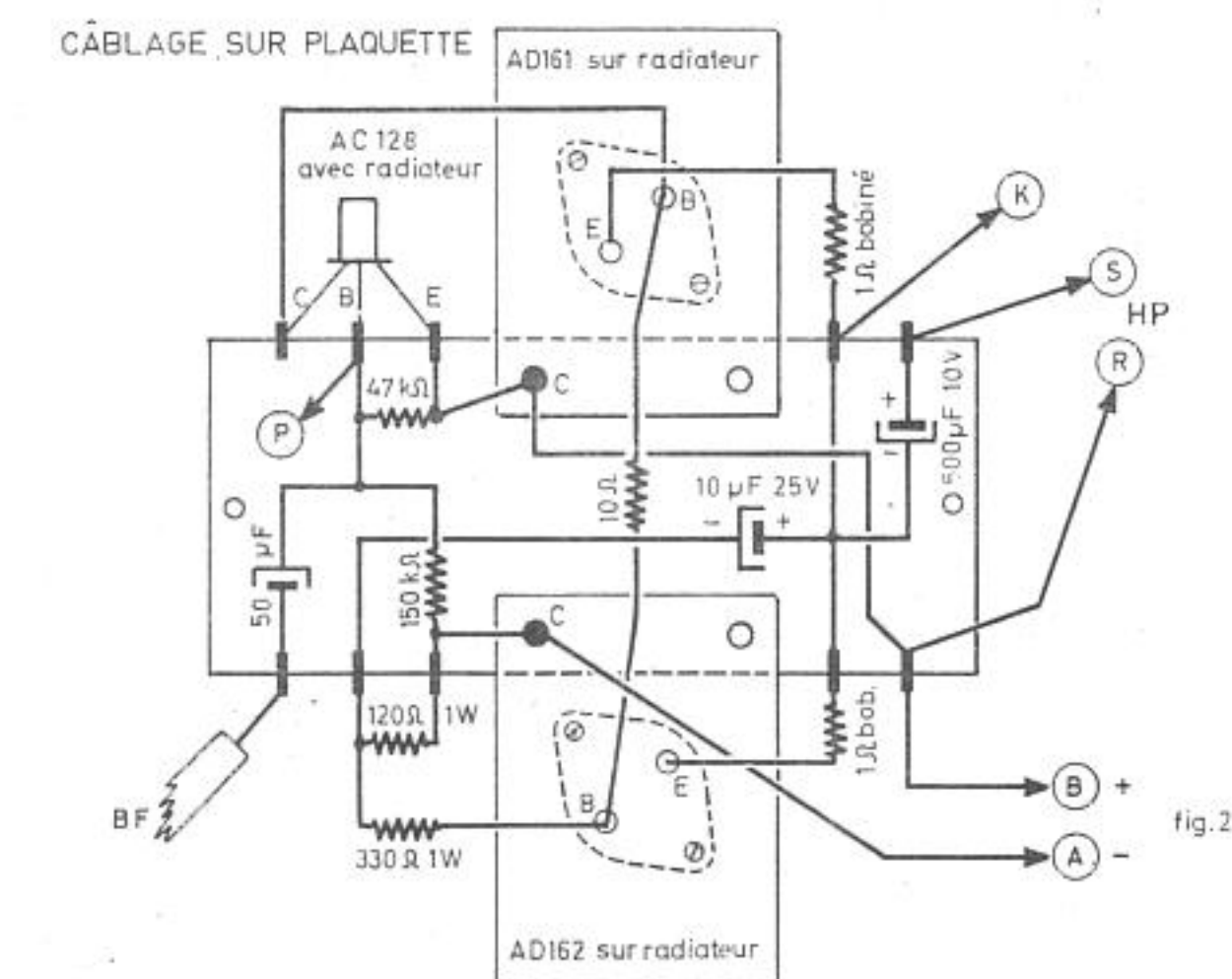


Figure 8

Mise sous tension

Vérifier la tension secteur (brochage du répartiteur secteur).

1⁰) Essais en position « enregistrement ».

Placer 1) le contacteur sur « enregistrement »

2) le volume sur « écoute » au maximum

3) Appliquer une modulation (micro ou radio) pour obtenir la déviation maximum du VU-mètre.

4) Régler selon son oreille.
cement » sur la platine

5) Mettre en route.

2^o) Essais en position « lecture ».

Placer 1) le contacteur sur « lecture »

2) Le volume « écoute » au maximum

3) Mettre la bande préenregistrée

4) Régler selon son oreille.

N.B. — Ne pas oublier de mettre les sélecteurs sur l'entrée choisie: micro ou radio, ou éventuellement, sur « surimpression ».

— LES FOURNISSEURS DE VOTRE MATERIEL —

ELECTRONIQUE MONTAGE

111, BD RICHARD LENOIR - PARIS XI^e
(métro Oberkampf)

SPÉCIALISTE MODULES RÉUSSITE COMPLÈTE
TOUS LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
EXPÉDITION PROVINCE

Amateurs, Installateurs, Dépanneurs,
les valises de dépannage Radio TV Sptés
PAUL sont en vente dans toute la France.
5 modèles.
Adresse de nos Agents sur simple demande.

Spécialités Ch. PAUL - 28, rue Raymond Lefebvre
MONTREUIL (Seine) Tél. : 287-54-16

CIBOT RADIO

1 à 3, RUE DE REUILLY - PARIS 12^e
TEL. : DID. 66-90

TOUT L'OUTILLAGE
POUR L'ÉLECTRONIQUE

Catalogue complet de pièces détachées : 5 F

Catalogue de Kit

Ensemble de pièces détachées

Du poste à galène au téléviseur

EXPÉDITION A LETTRE LUE PARIS-PROVINCE

RADIO-BEAUGRENELLE

6, RUE BEAUGRENELLE - PARIS 15^e
Tél. : 828.58.30

TOUTE LA PIÈCE DÉTACHÉE RADIO
LAMPES-TRANSISTORS-TÉLÉVISION
EXPÉDITION PROVINCE

Envoi du tarif contre 3 timbres-lettre

MIEUX QU'UN CATALOGUE !

Tous ceux qui s'intéressent à la radio se doivent de posséder

le **MEMENTO ACER**

VÉRITABLE DIGEST DE L'ÉLECTRONIQUE

TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES

TOUTE UNE GAMME DE MONTAGE EN KIT

Envoi contre 6F pour frais

ACER 42bis, rue de Chabrol - PARIS 10^e



80 PAGES contre 2,50 en timbres pour frais d'envoi

• HIFI (amplis - HP - tuners FM - enceintes
acoustiques) • Grand choix de pièces
détachées • Appareils de mesures •
Outillage • Appareils électriques • De
nombreuses réalisations • Sur place : un
choix énorme à des prix "champion".

Comptoirs CHAMPIONNET

14, RUE CHAMPIONNET - PARIS 18^e

Tél. ORN. 52-08 - C.C.P. 12.358.30 Paris

Métro : Porte de Clignancourt et Simplon

RETEXKIT

CONSTRUISEZ-LE VOUS-MÊME

KIT POUR RADIO-AMATEURS

KIT D'APPAREILS ÉLECTRONIQUES

Demandez notre catalogue
sans engagement de votre part

TERA-LEC 51, RUE DE GERGOVIE
PARIS-14^e - SEG. 09-00

MAGNETIC-FRANCE

SPÉCIALISTE DU "KIT"
PIÈCES DÉTACHÉES POUR :

Tuners, magnétophones, amplis, orgue élec-
tronique, chambre d'échos, réverbérateurs.

- Lampes
- Transistors

SERVICES ET CONSEILS TECHNIQUES

175, RUE DU TEMPLE - PARIS-3^e
ARCHIVES 10-74 Métro : Temple, République

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Radio-Télévision • Industrie • Télécommande

Châssis Haute Fidélité • Amplis • Tuners FM

GROS DÉTAIL

RADIO-VOLTAIRE

GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSCO"

GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIO TECHNIQUE"

155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-11^e ROQ. 98-64

E.T. 5091 571 5453 Métro : Line 13 - Porte de Vincennes

EMY-RADIO

Spécialiste des grandes marques d'importation

Téléviseurs - Récepteurs - Transistors - Magnétophones

Electrophones - HI-FI - Enceintes acoustiques - Emetteurs

récepteurs - Interphones, etc...

Toutes expéditions en province. Catalogue de nos prix sur

simple demande - 19, rue de l'Ancienne Comédie

PARIS 6^e Tél. : DAN. 63-05

POUR TOUS VOS BESOINS EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES ET ENSEMBLES A MONTER SOI-MÊME

AUX CONDITIONS LES PLUS AVANTAGEUSES GRACE A NOTRE FORMULE DE VENTE DIRECTE

Magasins pilotes :

80, BD HAUSSMANN - PARIS-8^e

9, BD ST-GERMAIN - PARIS-5^e

COGEREL

Départements :

VENTE PAR CORRESPONDANCE

COGEREL - DIJON (cette adresse suffit)

DOCUMENTATION GRATUITE SUR DEMANDE :

Catalogue KITS - CTR 8-493 - Catalogue PD - CTR 9-492

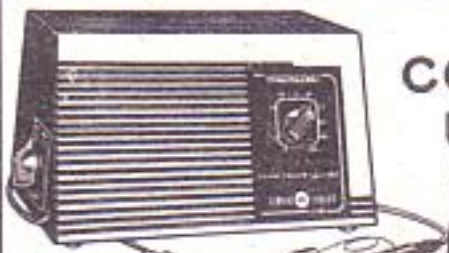
(joindre 4 timbres pour frais d'envoi)

RÉALISEZ VOS
POSTES A TRANSISTORS

LAMPOMETRE
SIGNAL TRACER



CONTROLEUR
UNIVERSEL



Economie
Sécurité
Réussite
assurée

Pièces détachées, en ensembles
complets, ou séparées avec schéma
et plans très détaillés

Documentation CA - contre 1,20 F en timbres

TECHNIQUE SERVICE

fermé le lundi
Métro
Charonne

17, Passage Gustave-Lepeu, Paris-11 - Tél. : ROQ. 37-71

CENTRAL-RADIO

35, rue de Rome - PARIS 8^e
522 12-00 et 12-01 CCP 728-45

Expédie dans toute la France toutes
les pièces détachées - Appareils de
mesure et l'outillage du Radio-
électricien.

CATALOGUE contre 4 timbres,
conseillers techniques à votre
disposition à nos magasins.

LE GRAND SPECIALISTE

des Petits Montages Récepteurs de Radio
et de la Radiocommande des Modèles Réduits.

- Ouvrages pour débutants -

Envoi du catalogue général contre 3 F

PERLOR-RADIO

16, R. Hérold, Paris (1^{er}) - Tél. CEN. 65-50

POUR
REUSSIR
A
COUP SUR ?
ESSAYEZ AVEC NOS
SCHEMAS
GRANDEUR
NATURE

MONTAGES FACILES

AMPLIS GUITARE 3 A 50 W
125 SCHÉMAS DE LAMPES

REMISE 25 à 30%

SUR LAMPES-MAGNÉTOPHONES

Documentation complète c. 4,50 TP

Soc. **RECTA**

37, Av. LEDRU-ROLLIN - PARIS-12^e

NORD RADIO

TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES ET
ACCESSOIRES DES MEILLEURES MARQUES
A DES PRIX IMBATTABLES

TÉLÉVISEURS - RÉCEPTEURS à transistors
AMPLIS HI-FI - ELECTROPHONES
MAGNÉTOPHONES - INTERPHONES, etc...
Vendus en "KIT" et en ordre de marche.

139, RUE LA FAYETTE, PARIS-10^e

Tél. TRUdaine 89-44 - Autobus et Métro : GARE DU NORD

TOUS LES MAGNÉTOPHONES

(GRUNDIG, PHILIPS, etc.)

TÉLÉVISEURS - ENCEINTES ACOUSTIQUES

PLATINES TOURNE-DISQUES, etc. (Consultez-nous).