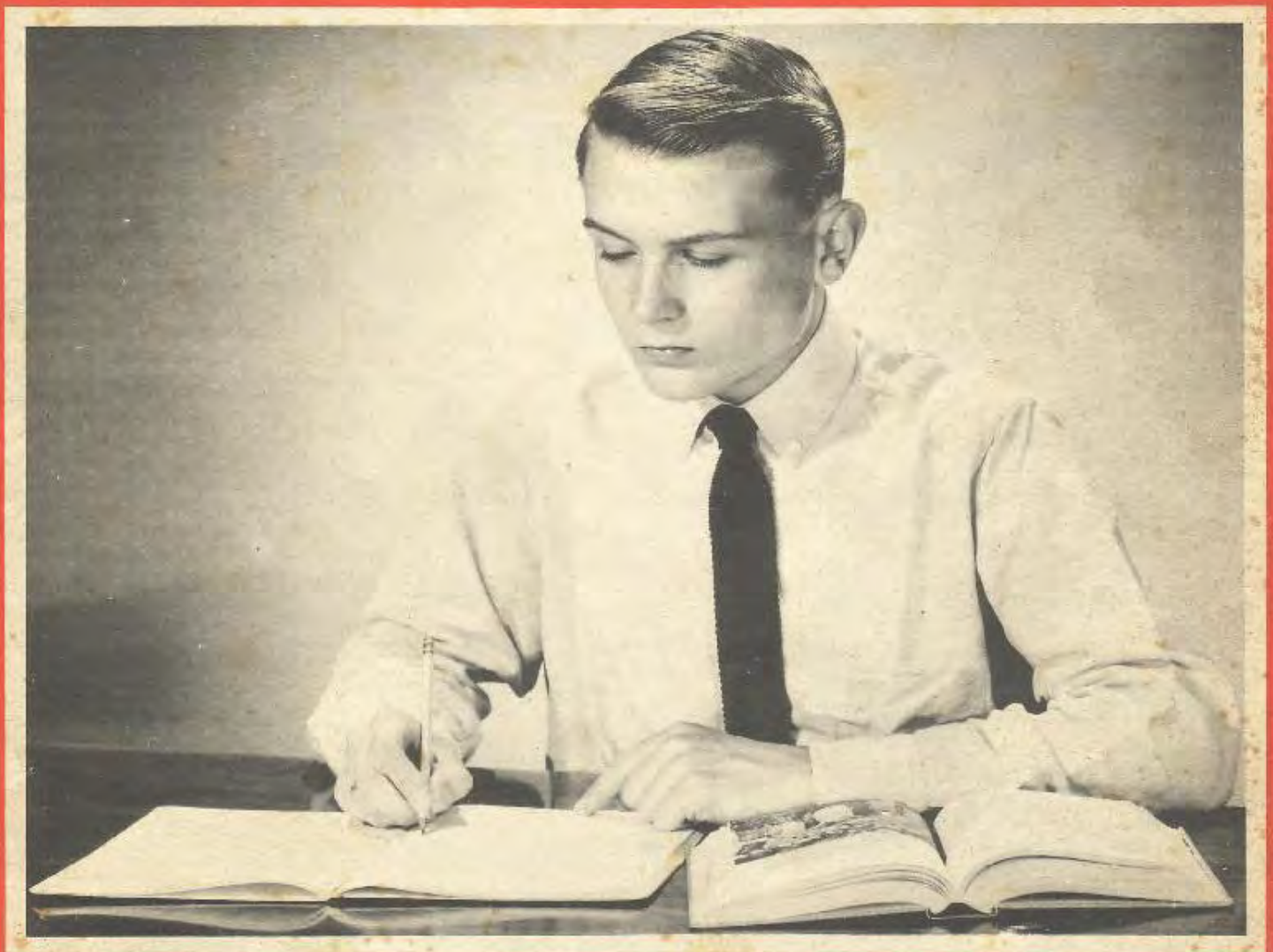
1

votre Carrière

revue hebdomadaire avec

cours de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



REVUE HEBDOMADAIRE POUR LA FORMATION PROFESSIONNELLE — 1 / 7 MARS 1965 — LE NUMERO : 1,60 F.
DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS : EDITIONS CHIRON - 40, Rue de Seine - Tél. 633 - 18 - 93 - PARIS C.C.P. 53-35.
ABONNEMENTS : FRANCE - 1 AN (52 numéros) 70 F, 6 MOIS (26 numéros) 38 F - ETRANGER - 1 AN (52 numéros) 90 F.
Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire du montant de l'abonnement la somme de 1,20 F par numéro.
PUBLICITE : PUBLIEDITEC - 13 Rue Charles Lecocq - Paris (15e) - Téléphone BLO. 88 - 04 et 05 - DEPOT A LA PARUTION.
DISTRIBUTION : Nouvelles Messageries de la Presse Parisienne - Paris - La Directrice de la publication : Mme Etienne Chiron.

INTRODUCTION AU COURS de TECHNIQUE RADIO

Il existe, certainement, de nombreux lecteurs qui — désireux d'étudier cette science attrayante — sont toutefois impatients d'entreprendre des réalisations, aussi simples soient-elles, pour avoir la satisfaction de voir fonctionner un appareil électronique construit par eux.

Nous ne les ferons pas attendre pour satisfaire un désir logique et compréhensible, quoique — il faut en convenir — nous ne puissons le faire dès la première leçon. Dans celle-ci, il est opportun de donner, avant toute chose, une vue d'ensemble sur les éléments de base de la technique Radio, d'en exposer les principes fondamentaux et, en même temps, de faire connaître au lecteur, le matériel, les procédés de construction, l'outillage et les accessoires.

Parmi ces descriptions, surtout au début, certaines pourront paraître superflues à quelques lecteurs, mais il est nécessaire de considérer qu'un enseignement s'adresse à un vaste cercle d'élèves et que, parmi eux, il y en a sûrement pour lesquels la matière est toute nouvelle. Il est donc logique, si l'on veut faire un travail utile et complet, d'exposer également les connaissances les plus élémentaires. Celui qui possède déjà ces connaissances aura certainement avantage à les réviser et il conviendra avec nous que nous devions y faire figurer même les notions les plus simples et les plus généralement connues pour que notre travail soit aussi complet et utile que possible.

Notre méthode, basée sur un travail pratique et efficace, consiste à donner, dans chaque numéro, une forme particulière et unique aux trois leçons qui le composent. La première de ces leçons expose la théorie et, comme nous l'avons dit, l'exposé en sera accessible à tous. La leçon suivante a un but pratique: elle sert à mettre le lecteur en contact, si l'on peut dire, avec la pratique et lui permet d'appliquer ce qu'il a appris dans la première leçon. Dans cette leçon seront évidemment présentés le matériel et les expériences.

La troisième leçon, enfin, réunira les éléments de documentation et d'actualité, tels que schémas, tableaux, notices, graphiques, vocabulaire, etc...

Ces trois leçons, quoique différentes entre elles, auront un point commun: dans la deuxième et la troisième, se trouveront mis en évidence, presque toujours, les principes exposés et discutés dans la première.

Nous avons ainsi précisé les idées générales nous ayant guidés lors de la rédaction de ce travail, qui, en un an par exemple comprendra 468 pages de théorie, 468 pages d'applications pratiques et 520 pages de références et de schémas: soit un total d'au moins 1.460 pages de grand format qui, grâce à des tables des matières précises et à nos reliures formeront, chaque année, un tout encyclopédique irremplaçable et inégalable.

ONDES SONORES et ONDES ELECTROMAGNETIQUES

Pour initier le lecteur aux notions les plus élémentaires de la radiotechnique, nous pouvons suivre plusieurs méthodes; mais en principe, dans une telle tâche, le sujet doit, de toute évidence, être développé en fonction de la logique et des résultats de l'expérience.

Nous voulons dire qu'avant d'affronter la technique proprement dite, il est bon d'étudier la théorie des **télécommunications** (communications à distance) dans ses éléments et ses phénomènes fondamentaux, et il est également indispensable de faire connaissance avec **l'électricité**, les lois et les principes qui la gouvernent.

Il s'agit, comme on le voit, de deux sujets de base qui, naturellement, se recoupent et se confondent en fait, parce qu'en réalité il s'agit toujours de phénomènes électriques; de toute façon il est opportun — pour pouvoir se faire une idée claire et exacte — de diviser le sujet de cette manière et de le suivre sous les deux aspects énoncés plus haut.

Dans notre exposé nous rencontrerons, de temps à autre, certaines idées, termes ou données propres au sujet traité: on pourrait considérer que le lecteur connait déjà ces termes et leur signification — certains, comme « *volt* », « *longueur d'onde* », « *résistance* », etc.., sont largement vulgarisés — mais, conformément à notre promesse, nous en expliquerons également la signification, partant du principe que, même ceux qui ignorent les phénomènes électriques les plus élémentaires, doivent pouvoir suivre notre enseignement.

Puisqu'en définitive la radiotechnique, ainsi que nous le voyons de nos jours, connaît un développement extraordinaire permettant précisément d'établir dans des conditions toujours meilleures, des communications entre des lieux divers, nous croyons opportun de nous occuper, en premier, de telles communications.

OSCILLATIONS - VIBRATIONS

L'homme possède un moyen de communication et de liaison auditive avec ses semblables: la voix. La voix, comme les sons et les bruits, se propage dans l'air et, à partir de sa source, s'étend dans toutes les directions,

Fig. 1 - Une petite lame élastique, fixée rigidement d'un côté, donne un exemple évident, d'un corps vibrant.

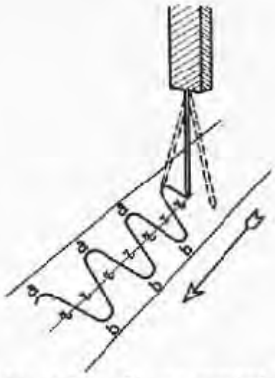


Fig. 1 bis - Si une extrémité de la lame est encrée, les oscillations s'inscrivent sur une bande de papier défilant sous la lame.

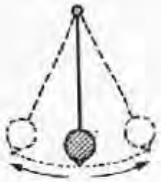


Fig. 2 - Le pendule représente un autre exemple classique de mouvement oscillatoire.

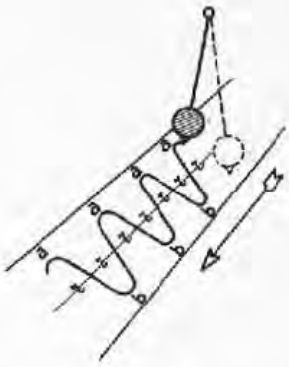


Fig. 2 bis - Comme la lame, le pendule peut inscrire son oscillation

d'une manière concentrique, vers tous les points. Ainsi, la voix, produite par les cordes vocales de celui qui parle, parvient au tympan de celui qui écoute. On a ainsi le plus simple et le plus connu des modes de communications entre deux ou plusieurs points.

Nous avons mentionné les cordes vocales: cela évoque à notre esprit, par une association d'idées immédiate, les cordes d'un instrument de musique avec lesquelles, en effet, les cordes vocales ont une certaine analogie.

Pour produire ce que nous appelons un son, il faut que ces cordes soient mises en mouvement ou, plus exactement, il faut qu'elles accomplissent ce mouvement caractéristique que l'on nomme couramment **oscillation** ou **vibration.** Ainsi mise en mouvement, la corde (ou toute autre source sonore) communique sa vibration à l'air qui l'entoure, et le mouvement vibratoire devient propre à l'air, avec transmission de proche en proche. On aura, par suite de la vibration de l'objet-source, une suite de compressions et de dépressions de l'air ambiant.

Dans ce cas, l'air est le milieu nécessaire à la propagation: en fait, aucune transmission de son ne peut se faire dans le vide.

En vertu de son comportement, on peut dire que **l'air est un milieu élastique.** Toutefois, il faut noter que la transmission du son peut se faire également dans d'autres milieux tels que l'eau, le bois, les métaux, les gaz, etc... Ceux-ci peuvent également être définis comme étant des milieux élastiques.

N'importe quel autre objet élastique, c'est-à-dire capable de vibrer, qui se trouve plongé dans la masse d'air mise en mouvement par une source sonore, sera touché par la perturbation et pourra aussi entrer en vibrations. Tel est précisement le cas du tympan de l'oreille et c'est ainsi que, par l'intermédiaire de l'air, les sons peuvent faire fonctionner notre organe auditif.

Les vibrations peuvent, évidemment, différer énormément les unes des autres. Elles peuvent être de plus ou moins grande amplitude (**intensité du son**) ou plus ou moins rapides (**fréquence du son**). C'est ainsi que nous pouvons distinguer les sons de diverses intensités ou tonalités. Les sons que nous entendons peuvent, encore, être *purs* ou *complexes* (c'est-à-dire composés de plusieurs oscillations simultanées), croissants ou décroissants.

En dehors de la corde d'un instrument de musique, on peut également penser, pour se faire une idée précise d'un milieu vibrant, à une petite lame élastique tenue rigidement d'un côté, libre de l'autre, (**figure 1**) qui, sous l'effet d'un choc (*apport d'énergie*), donne naissance à une série d'oscillations.

On peut donner une représentation graphique des oscillations.

Supposons que l'extrémité libre de la petite lame soit munie d'un stylet encreur sous lequel se déroule, à une vitesse uniforme et constante (*variation de temps*), une bande de papier (**figure 1 bis**). Nous aurons ainsi un tracé qui indiquera les différentes positions (dans le sens de la largeur du ruban) occupées par la lame pendant le temps de l'oscillation (indiqué dans le sens de défilement). Nous aurons réalisé très facilement la forme la plus simple de l'**oscillographe**, c'est-à-dire de l'instrument qui permet de « représenter les oscillations ». Un tel instrument, très perfectionné, est d'un usage courant de nos jours en radiotechnique et, naturellement, nous l'étudierons en détail dans nos prochaines leçons.

La lame, entre les limites extrêmes et opposées atteintes lors de la déviation maximum, prend toutes les positions intermédiaires et passe, à chaque fois, par le centre « r » (figure 1 bis).

Par conséquent, la distance entre deux points extrêmes « a » et « b » donne une mesure de l'**amplitude** de l'oscillation, tandis que le nombre de fois pendant lesquelles, en un laps de temps donné (soit une seconde) les positions extrêmes sont atteintes, indique avec quelle **fréquence** (plus ou moins élevée) le phénomène se répète.

On peut ainsi avoir une représentation expressive de l'oscillation et sa forme harmonieuse, telle qu'elle apparaît sur la figure 1 bis, est appelée **sinusoïde.**

Considérant le point de repos, ou de centre « r », de la lame, nous pouvons remarquer que les pointes maximales se trouvent une fois d'un côté et l'autre fois de l'autre côté. En d'autres termes, nous pouvons appeler

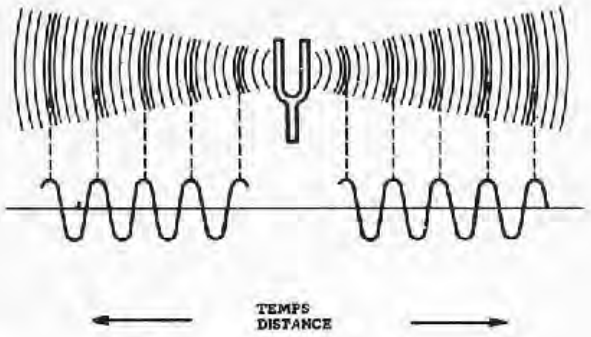


Fig. 3 - En choisissant convenablement le matériel et les dimensions d'une petite fourche métallique, on peut la faire vibrer sur une fréquence déterminée: c'est le cas du diapason, illustré ici.

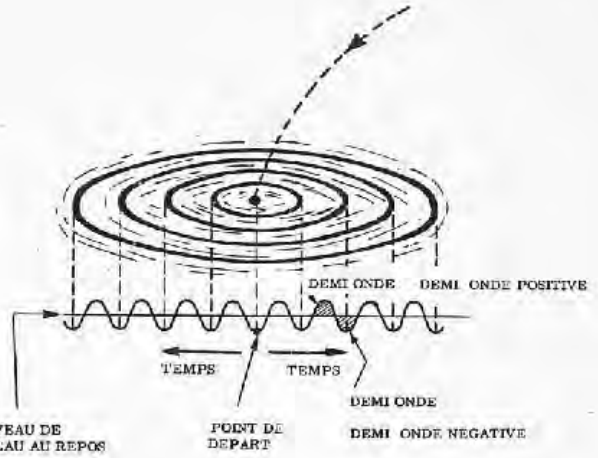


Fig. 4 -
La dénomination « onde » est rendue très évidente dans ce cas.

une position, par rapport au centre, **positive** et, au contraire, la position opposée, **négative.** Les deux pointes sont d'égale amplitude et il en est de même pendant toute la durée de l'oscillation.

La lame répète son mouvement et, en conséquence, repasse périodiquement par les positions déjà prises; on nomme **période d'oscillation** le temps qui est nécessaire à la lame pour revenir sur une position identique.

L'ensemble complet des valeurs pendant une période est appelé **cycle.**

En conséquence, la fréquence s'exprime en cycles (ou hertz = Hz). Si nous prenons pour référence, comme l'on dit, une seule seconde pour déterminer la fréquence, celle-ci pourra être indiquée par le nombre de cycles qui se seront produits pendant cette seconde, donc en **cycles par seconde.** On déterminera ainsi, de manière précise, la fréquence de l'oscillation.

De même, un pendule ordinaire peut donner une idée claire du mouvement oscillatoire (**figures 2** et **2 bis**). Dans les deux cas cités, nous nous trouvons en présence d'un mouvement oscillatoire mécanique, un mouvement communiqué à un corps matériel.

La fréquence, c'est à dire le nombre de cycles par seconde qu'un objet en mesure de vibrer peut accomplir, s'il est excité ou mis en mouvement, dépend de divers facteurs parmi lesquels, en premier lieu, on trouve, ses dimensions, sa rigidité, la matière, le poids, etc.. On notera qu'en principe, l'objet conserve toujours la même fréquence, si nous ne modifions pas ses facteurs intrinsèques. Pourtant, avec le temps, si la cause (énergie) qui a donné naissance aux oscillations ne se renouvelle pas, les oscillations diminuent graduellement d'amplitude jusqu'à l'extinction, sous l'action de freinage de l'air ou du milieu dans lequel se produit l'oscillation (un tel effet se nomme **amortissement**).

Cette fréquence propre à l'objet capable de vibrer s'appelle sa **fréquence de résonance.**

Un exemple d'objet très connu, créé précisément pour émettre des vibrations déterminées, est le diapason (**figure 3**). Il donne le « La » musical, et pour cela, il est construit de manière à ce que sa fréquence de résonance soit de 440 périodes par seconde.

Il est rare qu'un objet capable de vibrer entre en vibrations uniquement s'il est excité sur sa fréquence de résonance. D'autres fréquences comprises dans un intervalle plus ou moins grand, c'est-à-dire plus ou moins différentes de la fréquence de résonance, peuvent également provoquer les vibrations. Toutefois, les oscillations d'amplitude maximales, obtenues avec la plus faible énergie d'excitation, ont toujours lieu à la fréquence propre de résonance.

LES ONDES

Nous nous sommes fait une première idée des divers phénomènes oscillatoires, et nous ne voulons pas quitter le sujet sans donner un autre exemple classique pour l'illustration de ces idées.

La **figure 4** montre un cas typique de production d'oscillations. Il s'agit des oscillations apparaissant à la surface d'une eau calme lorsqu'on y lance un corps, une pierre par exemple. Il se forme alors, autour du point d'impact, une série bien connue et fort visible d'oscillations: **les ondes.**

Celles-ci, représentées graphiquement, montrent, ni plus ni moins, le même résultat que nous avons obtenu pour la lame ou pour le pendule. Là aussi, nous voyons une forme sinusoïdale avec une pointe (crête) que nous pouvons appeler positive et une autre (creux) que nous pouvons appeler négative, par rapport au niveau de l'eau calme.

Nous avons dit plus haut que la lame élastique oscille si l'on fait en sorte qu'elle soit « chargée », c'est à dire si, par un apport d'énergie, elle est d'abord courbée d'un côté, puis brusquement libérée. Cela démontre clairement la nécessité de fournir une certaine énergie pour provoquer la naissance des oscillations; lorsque cet apport d'énergie prend fin, les phénomènes oscillatoires cessent, mais cette disparition se fait d'une manière graduelle, en passant par toutes les valeurs intermédiaires, de l'amplitude maximale de l'oscillation initiale jusqu'à l'arrêt complet du mouvement.

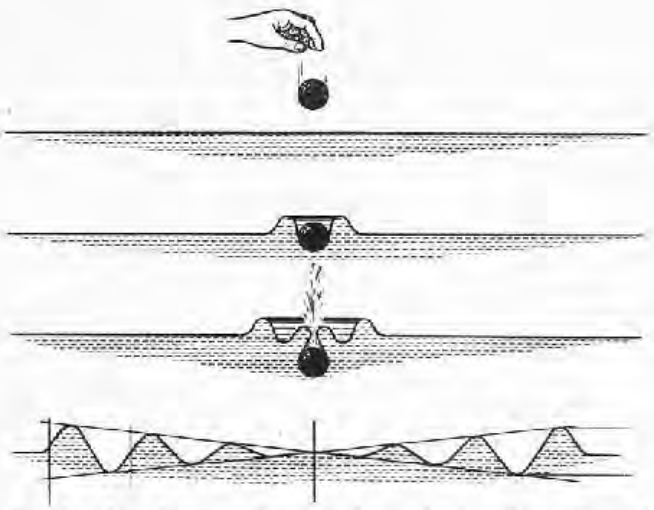


Fig. 5 - Les diverses phases de la production des ondes à la suite de la chute d'un corps sur la surface de l'eau calme.

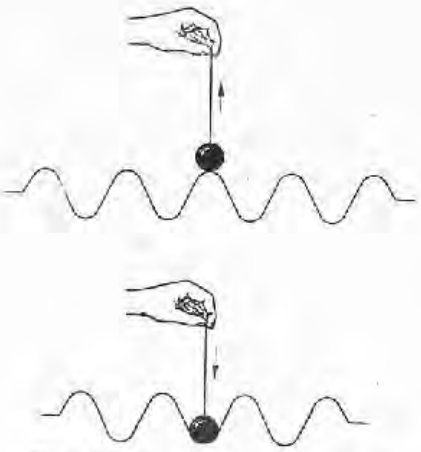


Fig. 6 - Si la chute du corps est commandée et répétée à intervalles réguliers, les ondes produites continueront à se former, au lieu de s'amortir rapidement comme sur la figure précédente.

La production des ondes se fait d'une manière absolument analogue. La pierre lancée — ou simplement lâchée — sur la surface de l'eau calme, apporte son énergie propre. Cette énergie, dans le cas de la chute libre, est évidemment celle due à la force de gravité.

Examinons le phénomène à l'aide de la **figure 5.** A l'instant où l'objet entre en contact avec la surface, il repousse l'eau tout autour de lui et donne une certaine vitesse initiale à ce déplacement. Ensuite, la pierre tombe vers le fond et n'a plus aucune influence sur le phénomène qu'elle a déclenché; mais avant cela, d'autres ondes ont pris naissance et s'ajoutent à l'onde primitive. Puis tout revient progressivement à l'état de calme initial.

Si l'on veut entretenir la présence des oscillations, il faut répéter l'action qui a produit le phénomène la première fois. Dans le cas de la pierre et de l'eau, imaginons que le solide soit lui-même mis en mouvement et reçoive des apports répétés d'énergie; on constate alors que les oscillations ne s'amortissent plus, mais se succèdent continuellement avec des amplitudes égales si les mouvements imprimés à l'objet sont eux-mêmes égaux et réguliers.

Une moitié de l'onde, nous l'avons vu, peut être appelée positive (**demi-onde positive**) et l'autre moitié, négative (**demi-onde négative**). Avec cette analogie évidente et commune entre les oscillations de l'air et celles de l'eau, on peut concevoir et expliquer la notion d'onde appliquée à toutes les oscillations (**figure 7**).

En termes simples, une onde est une vibration qui se propage.

A ce point de notre exposé, il convient de se demander s'il n'existent que les oscillations dont nous avons parlé. Au contraire, nous rencontrons de nombreux autres types d'oscillations dans la nature, et de telles manifestations ne sont ni isolées, ni sporadiques, mais elles sont analogues et voisines selon un processus défini.

Nous avons déjà vu comment une oscillation peut différer d'une autre par sa fréquence (nombre de manifestations ou cycles par seconde); eh bien, il est prouvé que la lumière, les rayons cosmiques, la chaleur, les ultra - sons, les rayons ultra - violets, etc.., sont des oscillations différentes dans leur fréquence et leur propagation, et pourtant elles constituent, dans leur ensemble, une succession continue. En conséquence, il est possible d'établir une suite déterminée entre toutes les ondes, donc entre toutes les fréquences, en donnant des noms appropriés à chacune des zones particulières de cette échelle ou spectre continu.

L'oreille humaine peut percevoir des oscillations dont la fréquence minimum est d'environ 20 cycles par seconde: ce sont les sons les plus graves que nous puissions entendre. En augmentant la fréquence nous traversons toute la gamme des sons audibles jusqu'à 12.000 ou 15.000 cycles (sons aigus dont la limite de la fréquence varie d'une personne à l'autre et décroît avec l'âge). Au-delà de cette limite, notre oreille ne peut percevoir les oscillations, notre tympan n'étant plus en mesure de suivre des oscillations d'une telle fréquence. Cette première gamme d'oscillations peut ainsi être définie **« ondes sonores »**. En employant la terminologie propre à la radio, nous l'appellerons gamme de **Basse Fréquence (audio fréquence).**

Nous passons ensuite au domaine des ultra-sons qui peuvent déjà être rangés parmi les fréquences radio. Ces ultra-sons sont caractérisés par le fait qu'ils se comportent à peu près comme le son, en ce qui concerne leur diffusion et leur propagation, et ceci jusqu'à une limite de 20 000 à 30 000 cycles par seconde. Ces oscillations ultrasoniques ont divers usages industriels que nous étudierons en temps voulu.

L'ONDE ELECTROMAGNETIQUE

Si nous continuons à augmenter la fréquence des oscillations, nous entrons dans le domaine des oscillations électriques appelées « électromagnétiques », et utilisées principalement en radio.

Le moyen ou le procédé pour produire les oscillations varie suivant la gamme de fréquence intéressée; ainsi, pour tout ce qui concerne les fréquences acoustiques et sonores nous pouvons employer des générateurs mécaniques, tandis que pour des fréquences plus élevées, aux

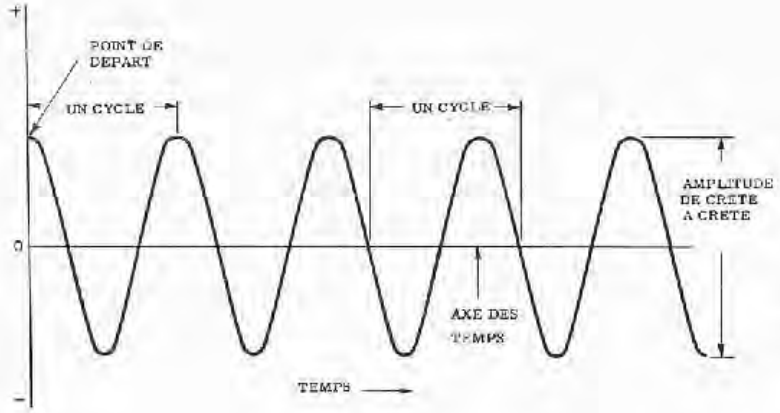


Fig. 7 - Une onde est une vibration qui se propage. Par rapport à un niveau zéro (0), une moitié de l'onde peut être appelée « positive » (+) et l'autre « négative » (—). Entre le maximum positif et le négatif (entre les pointes ou crêtes) se mesure l'amplitude de l'onde. La distance entre deux pointes (également entre début et fin) constitue un cycle complet de l'onde. Le nombre de cycles qui se produisent pendant 1 seconde donne la fréquence de cette onde.

oscillations électromagnétiques comme ci-dessus, le générateur est essentiellement de nature électrique.

Comme il serait peu pratique d'exprimer toujours en cycles (ou hertz) des fréquences représentant un nombre aussi grand (exemple: 3 000 000 ou 30 000 000 d'Hz) on recourt couramment aux multiples; ainsi on utilise, le kilohertz (1 000 Hz=1 kHz) et le Megahertz (1 000 000 Hz = 1 MHz).

Nous avons, jusqu'ici, employé indifféremment les termes cycle ou hertz; rappelons que c'est seulement ce dernier qui doit être employé officiellement, par convention internationale. Nous utiliserons donc toujours, pour indiquer une fréquence, le terme hertz et ses multiples. Quoique, sur de nombreuses publications — en particulier dans les revues américaines — on pourra rencontrer les termes cycles, kilocycles, mégacycles, ceux-ci devront toujours être suivis de la précision « par seconde ».

Dans le spectre de toutes ces oscillations on a, comme nous l'avons dit, une classification qui tient compte de la fréquence; mais plus encore que la définition d'une gamme de fréquence, ce qui intéresse évidemment le plus le praticien, c'est son comportement.

En expérimentant sur les phénomènes produits par les oscillations non perceptibles par nos sens, l'homme parvint à produire et à utiliser les ondes de fréquence supérieure à 16 ou 20 000 hertz, pour les communications à distance: la radio était née. Avec celle-ci on put se libérer des liens formés par les lignes électriques et les câbles qui, jusqu'alors, avaient caractérisé les communications télégraphiques et téléphoniques.

Il revient à Maxwell (1865) le mérite d'avoir affirmé que les oscillations électriques de fréquence très élevée peuvent se propager dans l'espace, que la lumière même, n'est qu'une des manifestations des oscillations électromagnétiques et que la propagation des ondes électriques se fait à la vitesse de la lumière, c'est-à-dire à une vitesse voisine de 300 000 kilomètres à la seconde.

Les théories de Maxwell furent confirmées en pratique par Hertz en 1887 (d'où le nom « onde hertzienne » et l'unité « hertz) puis, après les travaux de Branly, ce fut Marconi (1894) qui réussit le premier à établir une communication à distance, par le moyen des ondes électromagnétiques.

Un développement vraiment grandiose suivit cette découverte qui s'enrichit, peu à peu, de multiples et géniales inventions (la valve thermoïonique, la modulation, les transistors, etc...) pour parvenir aux résultats actuels. On ne peut pas dire, évidemment, que la situation présente constitue le dernier développement de cette évolution.

Au début de cette étude nous avons fait ressortir comment, à partir d'une source sonore, l'onde sonore se propage dans toutes les directions par suite de la perturbation d'un milieu élastique, par exemple l'air.

L'air est donc un milieu nécessaire à la transmission du son. Une source d'oscillations sonores placée dans le vide (absence d'air) ne fera parvenir aucun son à notre oreille.

Il a été démontré que les ondes électriques, et diverses autres perturbations ou radiations, par contre, se propagent dans le vide; cela constitue une autre particularité importante — outre celle, déjà vue, de l'impossibilité de perception directe par nos sens — qui caractérise la différence entre les deux gammes.

Sous cet aspect particulier de la propagation, les ondes électriques se rapprochent assez des ondes lumineuses, car la lumière aussi se propage indifféremment en présence ou en l'absence d'air. Nous avons dit également que leurs vitesses de propagation étaient égales et nous pouvons maintenant affirmer que le milieu est identique. Un tel milieu, déjà défini comme étant impondérable, élastique, omniprésent et imperceptible à nos sens, l'**éther cosmique**, c'est l'espace lui-même (Einstein) qui est ainsi quelque chose de concret avec ses propres propriétés physiques: le néant ou vide absolu n'existe pas.

Les ondes radio, diffèrent des ondes lumineuses seulement par leur fréquence (celle de la lumière étant plus grande). Incidemment nous indiquerons que, de même que les différentes fréquences acoustiques caractérisent les sons, les fréquences à l'intérieur de la gamme des fréquences lumineuses caractérisent les diverses couleurs. Ces couleurs dans le spectre de l'arc-

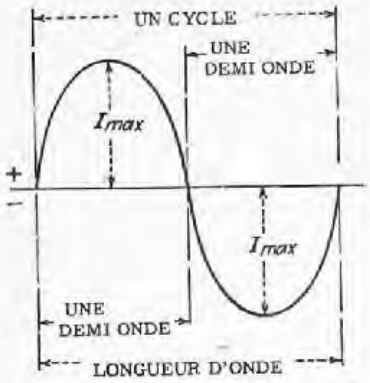


Fig. 8 - Pendant la durée d'un cycle, l'onde se propage. La distance qu'elle parcourt - connaissant sa vitesse - peut être déterminée: elle représente la « longueur d'onde ».

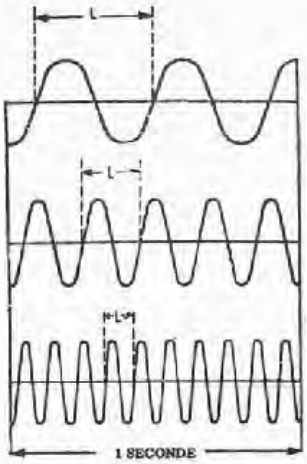


Fig. 9 - En augmentant la fréquence de l'onde, on diminue la longueur « L ». En effet, ayant plus de cycles dans le même temps de 1 seconde, leur longueur sera nécessairement raccourcie, ainsi qu'on peut l'observer dans les trois cas illustrés ci-contre.

en-ciel se trouvent en ordre de fréquences croissantes depuis le rouge jusqu'au violet.

Nous pouvons admettre, en conclusion, que l'éther entre en vibration sous l'action des oscillations lumineuses ou autres radiations, tout comme l'air le fait pour des vibrations sonores.

LONGUEUR D'ONDE

Ayant observé la vitesse à laquelle se déplacent les ondes, il est possible de déterminer, pour une certaine fréquence ou nombre de hertz (cycles par seconde), le chemin parcouru pendant un cycle entier (**figure 8**). La mesure ainsi obtenue peut également servir à identifier cette oscillation déterminée et prend le nom de **longueur d'onde.**

Connaissant une fréquence en hertz, la longueur d'onde correspondante s'obtiendra simplement en divisant la vitesse de propagation (300 000 000 mètres à la seconde) par la fréquence:

$$\text{Longueur d'onde (en m)} = \frac{\textit{Vitesse de propagation}}{\textit{fréquence en hertz}} = \frac{\textit{fréquence}}{300\,000\,000}$$

En figurant par λ (Lambda de l'alphabet grec) la longueur d'onde et par f la fréquence, on pourra écrire:

$$\lambda = \frac{300\,000\,000}{f}$$

Du fait que la vitesse de toutes les ondes électromagnétiques dans l'espace libre est la même, la longueur d'onde diminue quand la fréquence augmente (voir **figure 9**). Connaissant une seule de ces grandeurs, il est possible de trouver l'autre. Ainsi la fréquence f pourra être déterminée si l'on connaît la valeur de λ:

$$f = \frac{300\,000\,000}{\lambda}$$

En appelant T la durée d'une période $\frac{\lambda}{300\,000\,000}$ nous aurons également:

$$\lambda = 300.000.000 \times T.$$

Tout ce qui précède concerne les ondes électromagnétiques.

Dans le cas où nous voudrions procéder de même pour les ondes sonores, il faudra tenir compte de la vitesse de propagation qui n'est pas la même. Ainsi, la vitesse de propagation d'un son dans l'air étant de 340 m par seconde (au lieu de 300 000 000), un son d'une fréquence de 340 hertz aura une longueur d'onde de 1 mètre, tandis que pour une même longueur d'onde électromagnétique, la fréquence serait de 300 Mégahertz (millions de hertz).

Pour l'usage général, les relations pourront ainsi être formulées:

$$\lambda = \frac{V}{f} \qquad V = \lambda f$$

dans lesquelles, f est la fréquence en hertz, λ la longueur d'onde en mètres et V la vitesse de propagation en mètres à la seconde.

TELECOMMUNICATIONS

La découverte des savants est venue satisfaire la nécessité ressentie par les hommes de communiquer avec leurs semblables à de plus grandes distances que celles permises alors par les moyens à leur disposition.

Le télégraphe, qui avait déjà rendu possible l'envoi de messages à des distances importantes, en signaux conventionnels (alphabet Morse), se trouvait surclassé par la radiotélégraphie, particulièrement pour les liaisons à longues distances pour lesquelles elle se révélait immédiatement plus économique tant pour les installations que pour l'utilisation.

Un peu plus tard, avec l'introduction de la radiotéléphonie, la même situation se présentera d'une manière analogue pour le téléphone.

Ce nouveaux systèmes permettaient, d'autre part, de réaliser des communications entre mobiles en mouvement qui ne pouvaient, par conséquent, être reliés

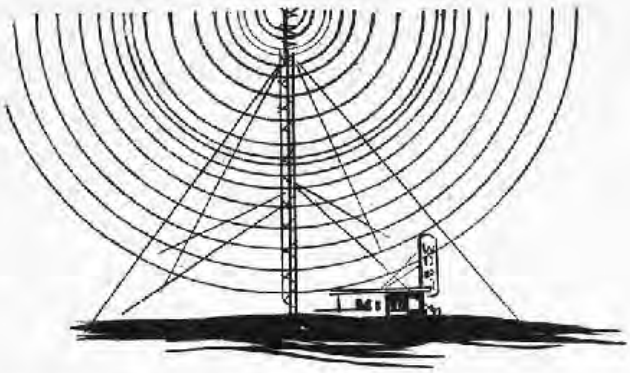


Fig. 10 - Les ondes sonores, ou « informations », par l'intermédiaire de la modulation, sont incorporées — dans l'émetteur — à l'onde électromagnétique (d'où le nom de « porteuse ») jusqu'au récepteur où se produit le processus inverse de celui qui a eu lieu dans l'émetteur. Près de l'émetteur, un élément spécial — « l'antenne » — rayonne les ondes électromagnétiques dans l'espace.

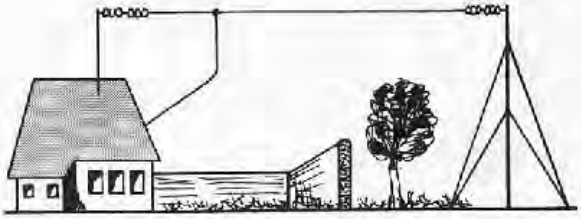


Fig. 11 - Les ondes électromagnétiques émises dans l'espace sont captées au moyen d'une antenne de réception.

par des conducteurs (par exemple: les navires, les avions, etc...).

Les vibrations caractéristiques des sons et de la voix, transmises par l'air, permettent une communication à distance, mais, comme nous l'avons vu, elles subissent, dans le milieu ambiant, un certain amortissement qui limite considérablement la portée utile de telles transmissions. Mais, alors que l'air est nécessaire pour transmettre à distance les oscillations sonores, les oscillations de fréquence plus grande — les ondes électromagnétiques — utilisent non plus l'air comme milieu de propagation, mais l'éther et, étant donné que celui-ci n'amortit pratiquement pas ces oscillations, (un amortissement existe toutefois, mais pour d'autres causes), la vitesse de propagation et la portée de liaisons se trouvent considerablement accrues.

Les vibrations sonores — transformées préalablement en variations de nature électrique — peuvent être incorporées, d'une certaine façon, aux oscillations électromagnétiques, c'est ce que nous verrons en détail dans une prochaine leçon. Pour l'instant, il suffit simplement de se rappeler qu'un tel procédé technique est désigné sous le terme de **modulation**. L'onde ainsi « modulée » assume la mission particulière de porter l'information reçue d'un point à un autre, d'où le nom, maintenant usuel, **d'onde porteuse.**

Nous avons donc une production — œuvre de l'homme — d'ondes électromagnétiques et une transformation de celles-ci dans le but d'obtenir une utilisation plus complète et meilleure. Nous pouvons ainsi comprendre combien il est important d'étudier et de connaître le comportement de telles ondes dans l'éther.

En allumant une lampe électrique, nous envoyons dans l'espace des radiations lumineuses. A la distance d'un mètre, de deux mètres, de trois mètres et plus, nous pourrons toujours apercevoir la lumière et les objets éclairés par elle. Nous disons couramment que nous voyons ce qui est situé dans le champ illuminé.

De même, nous avons également un **champ** dans le cas des ondes électromagnétiques: nous pouvons dire, par suite, que celui-ci est à la base des phénomènes électriques que nous nous proposons d'étudier. Le champ, dans ce cas, n'est pas visible et nous pouvons seulement, avec difficulté, déterminer sa présence et son action et, ce qui est le plus important, prévoir son comportement. Par conséquent, nous savons qu'en un point on peut enregistrer un effet dont la cause se trouve en un autre point, étant donné que ces deux points se trouvent placés *dans un même champ*, sans que, pour cela, nous puissions découvrir aucun lien visible entre eux.

Nous avons jusqu'ici défini l'onde particulière qui nous intéresse, comme étant des vibrations électromagnétiques: Il convient maintenant de faire observer que le terme « électromagnétique » résulte de l'accouplement des adjectifs « électrique » et « magnétique »; en d'autres termes, les ondes dont nous nous occupons sont ainsi définies parce qu'en réalité, elles comportent un champ électrique et un champ magnétique. Pour l'ensemble, nous pouvons donc parler de champ électromagnétique et d'onde électromagnétique.

Dans cette étude initiale, il serait prématuré d'entreprendre l'étude de la nature de ces deux champs. Pour une bonne compréhension de ces phénomènes il convient, avant tout, de voir ce qu'est l'électricité, comment elle se crée, comment elle se comporte et quelle est sa nature. C'est ce que nous ferons très rapidement, dès le prochain numéro.

Nous indiquerons encore que les ondes électromagnétiques sont émises dans l'éther au moyen d'un dispositif spécialement imaginé pour assurer une meilleure diffusion: il s'agit d'un système rayonnant (voir **figure 10**) communément appelé **antenne** (d'émission).

Un élément analogue est placé au point de réception (**figure 11**): sa fonction est inverse; ici l'antenne (de réception) a pour effet de recueillir (capter) l'énergie électromagnétique qui se trouve dans l'espace environnant, en provenance — par effet de la propagation — de l'émetteur, sous forme d'ondes.

L'énergie importante qui peut être aujourd'hui envoyée dans l'espace, sous forme d'ondes électromagnétiques, ainsi que la possibilité pour des récepteurs modernes d'être influencés par ces ondes, même à grande distance (sensibilité), a conduit à supprimer l'antenne de

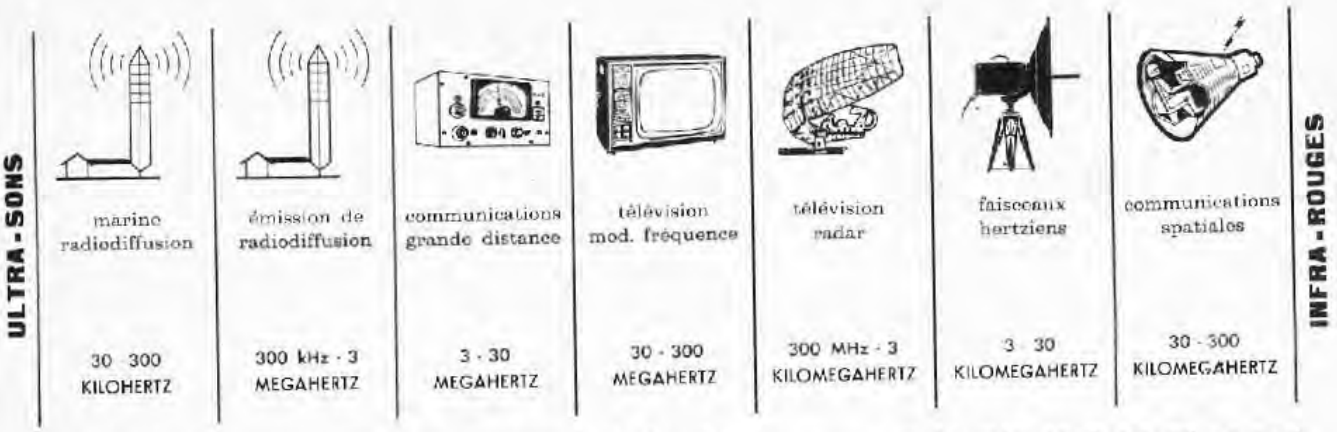


Fig. 12 - Dans l'immense domaine des oscillations, après les ultra-sons, commencent les ondes hertziennes qui ne représentent, évidemment, qu'une partie de spectre des oscillations électromagnétiques. Dans la technique des télécommunications, les ondes hertziennes trouvent des applications différentes selon leur fréquence (leur longueur d'onde), comme le montrent ces illustrations. Leur domaine finit là où commence celui des rayons infra-rouges.

réception telle qu'elle est représentée sur la figure 11, ceci dans la majorité des cas. A sa place, l'antenne est simplement constituée par un fil conducteur de faible longueur et, quelquefois — comme nous le verrons — directement incorporé à l'appareil récepteur.

L'ONDE HERTZIENNE

Nous avons dit que les oscillations de 20 hertz à 15 000 Hz (15 kHz) environ sont appelées sonores, ou de Basse Fréquence (si elles sont électriques); celles allant de 15 000 Hz à 30 000 Hz sont les ultrasons et enfin, à partir de 30 000 Hz commencent les oscillations électromagnétiques.

Les ondes électromagnétiques présentent une gamme très étendue de fréquences; elles s'étendent (*) de 30.10^1 Hz (30 kHz) à 3.10^{22} Hz, produisant des manifestations physiques variées ainsi qu'il apparaît dans le tableau suivant:

Ondes Hertziennes	de	30.10^1	à 3.10^{12} Hz
Rayons infra-rouges	de	75.10^{10}	à 37.10^{13} Hz
Lumière visible	de	37.10^{13}	à 75.10^{13} Hz
Rayons ultra-violets	de	75.10^{13}	à 3.10^{16} Hz
Rayon X	de	3.10^{16}	à 6.10^{19} Hz
Rayons Gamma	de	6.10^{19}	à 3.10^{22} Hz
Rayons Cosmiques	au-delà	de	3.10^{22} Hz

Comme on le voit, les ondes qui concernent directement les communications par radio, les *ondes hertziennes*, ne constituent qu'une petite partie du spectre entier des rayonnements électromagnétiques. Malgré cela, leur comportement varie considérablement dans des plages de fréquences relativement petites à l'intérieur de cette gamme (**figure 12**). Ces différences ont conduit à répartir les dites ondes en divers groupes, qui par convention internationale ont été classés comme suit:

Ondes Hertziennes

Ondes kilométriques	moins de	0,3	MHz	(plus	de	1.000	m)
Ondes hectométriques	de 0,3	à 3	MHz	(de	1.000	à	100	m)
Ondes décamétriques	de 3	à 30	MHz	(de	100	à	10	m)
Ondes métriques	de 30	à 300	MHz	(de	10	à	1	m)
Ondes décimétriques	de 300	à 3000	MHz	(de	1	à	0,1	m)
Ondes centimétriques	de 3000	à 30000	MHz	(de	0,1	à	0,01	m)
Ondes millimétriques	de 30000	à 300000	MHz	(de	0,01	à	0,001	m)

Pour l'utilisation pratique des appareils récepteurs, on a recours à une répartition plus restreinte, les dénominations universellement adoptées sont les suivantes:

Ondes longues	de 0,15	à 0,3	MHz	(de	2.000	à	1.000	m)
Ondes moyennes	de 0,52	à 1,6	MHz	(de	576	à	187	m)
Ondes courtes	de 3	à 30	MHz	(de	100	à	10	m)
Ondes ultracourtes	de 30	à 300	MHz	(de	10	à	1	m)

En terminologie radio usuelle, toute la gamme de ces fréquences est appelée **radio fréquence**, ou encore, par opposition à la « Basse Fréquence déjà définie, **Haute Fréquence** (en abrégé **H.F.**).

Nous indiquerons, dans notre 3e leçon (voir **tableau 4**) une autre classification des ondes hertziennes, avec références aux abréviations employées en langue anglaise, comme V.H.F. et U.H.F., qui, en raison de l'influence

(*) Au cours de l'étude de la radio, soit en technique, soit en pratique, nous rencontrons certaines valeurs représentées par un nombre tellement grand (ou si petit) qu'il serait très malaisé de l'écrire en entier; pour remédier à cela, on utilise très souvent les **puissances** d'un nombre.

La puissance est constituée d'une « base » et d'un « exposant ». Il est entendu que le nombre de base doit être multiplié par lui-même autant de fois que l'indique le chiffre de l'exposant. Par exemple: 10^2 (10 est la base et 2 l'exposant) signifie: produit du nombre 10 par lui-même (c'est à dire $10 \times 10 = 100$). De même, 10^3 donne $10 \times 10 \times 10 = 1.000$, et ainsi de suite.

Quand l'exposant est 2, on dit encore que le nombre est élevé « au carré »; quand il est 3, qu'il est élevé « au cube ».

La puissance peut également servir à indiquer un nombre très petit. Dans un tel cas, l'exposant est négatif; il est précédé du signe moins (—). La puissance, dans ce ces, simplifie l'écriture des chiffres décimaux avec plusieurs zéros; la valeur indiquée correspond au résultat d'une division du chiffre 1 par la puissance.

Ainsi, par exemple, 10^{-5} (lire 10 puissance moins 5) correspond à:

$$\frac{1}{10^5} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10} = \frac{1}{100\,000} = 0,00001$$

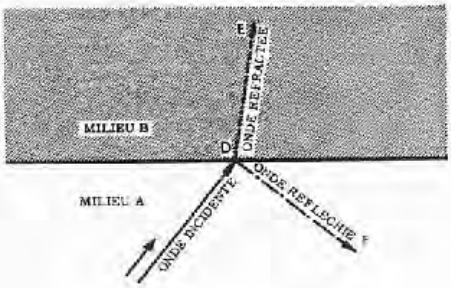


Fig. 13 - Une onde incidente rencontrant un corps solide (D) peut être réfléchie (F). En passant d'un milieu A dans un milieu B elle peut être réfractée (E).

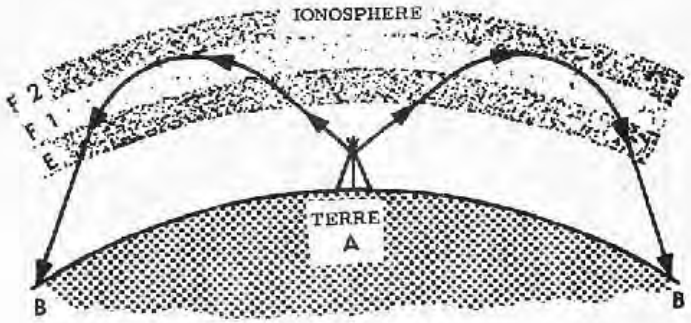


Fig. 14 - Les ondes qui parviennent à l'ionosphère seront souvent réfractées et, par suite de ce changement de direction (à partir de E et F1 - F2), pourront retourner vers la Terre permettant une liaison à longue distance entre A et B.

mondiale de la technique américaine, deviennent d'un usage courant, même dans notre pays.

COMPORTEMENT DES ONDES HERTZIENNES

Réflexion

Les ondes radioélectriques peuvent être **réfléchies** par les corps solides. Aux fréquences élevées (ondes courtes), les ondes sont immédiatement réfléchies par n'importe quel corps solide qu'elles rencontrent; tandis qu'aux fréquences basses (ondes longues), la réflexion se produit plus difficilement, étant donné que le plus grand nombre des corps solides rencontrés sont petits par rapport à la longueur d'onde elle-même.

La terre réfléchit les ondes de toutes les fréquences.

Le phénomène de réflexion de la lumière sur les miroirs ou les objets brillants et celui de la réflexion du son, appelé « écho », sont bien connus. La réflexion des ondes radioélectriques est en tout point semblable.

La réflexion se produit parce qu'une onde électromagnétique incidente crée des « courants » dans le corps qu'elle frappe, et ces « courants » agissent comme de minuscules sources d'ondes électromagnétiques qui, à leur tour, retransmettent l'onde incidente. C'est la raison pour laquelle les matériaux appelés « bons réflecteurs » sont ceux dans lesquels il est facile d'induire de tels « courants ».

Réfraction

Au cours de leur rayonnement, les ondes électromagnétiques peuvent également subir le phénomène de **réfraction.** Les deux phénomènes ci-dessus sont schématisés sur la **figure 13.**

La réfraction n'est autre chose qu'un changement dans la direction des ondes quand elles passent d'un milieu à un autre. On sait que la lumière est réfractée par le verre et l'eau; il en est de même pour les ondes qui traversent deux milieux différents, ayant des conductibilités différentes comme, par exemple, deux couches d'air ayant des densités différentes.

Ces couches d'air électriquement chargées, qui sont situées très au-dessus du sol, ont des caractéristiques différentes de celles de l'air qui se trouve immédiatement au-dessus du sol. Elles constituent la « ionosphère » qui se trouve à 100 km d'altitude et s'étend jusqu'à près de 300 km. Les ondes radioélectriques qui atteignent l'ionosphère sont réfractées et elles peuvent être déviées au point de retourner vers le sol. De telles ondes, qui sont appelées parfois « ondes réfléchies » retournent au sol à grande distance de l'émetteur (voir **figure 14**) et rendent ainsi possibles les communications à grande portée.

Diffraction

Parlons, enfin, de la **diffraction.**

Parce que l'expression « diffraction » ressemble à « réfraction » et parce que les deux phénomènes indiquent une inflexion dans la direction de l'onde radioélectrique, il est facile de confondre ces deux termes. Toutefois, nous pouvons éclaircir les idées en disant que diffraction signifie que les ondes sont *déviées autour* d'un corps situé sur leur parcours, tandis que réfraction indique que les ondes voient leur direction modifiée quand elles *traversent* deux milieux de conductibilité différente.

Les ondes diffractées ne passent jamais à travers le corps qui les diffracte, tandis que cela se produit en cas de réfraction.

Un exemple de diffraction est donné par la déviation des ondulations de l'eau autour d'un objet immergé. La diffraction des ondes radioélectriques est en tout point semblable.

Les montagnes, ou autres gros obstacles rencontrés pendant le parcours, créent ce qu'on appelle une « zone d'ombre »; mais une petite fraction de l'onde peut être déviée dans cette zone grâce à la diffraction. La diffraction des ondes radioélectriques est plus prononcée aux fréquences basses, tandis que les fréquences élevées subissent, seules, une légère déviation. Ces propriétés ont rendu possible la réalisation des « radars » qui utilisent des ondes de fréquences très élevées dirigées vers la cible et réfléchies par cette dernière en ligne droite. Si, par contre, les ondes étaient diffractées autour du but, nous aurions un phénomène d'échos dans la zone d'ombre et le fonctionnement du radar serait imprécis.

Leçon n° 2

OUTILLAGE et ACCESSOIRES de CABLAGE

Dans la réalisation d'appareils radioélectriques, on trouve certains éléments qui ont la particularité d'être communs à la quasi totalité des appareils. On peut dire la même chose en ce qui concerne les outils nécessaires aux opérations de montage, aux réparations, etc.

En excluant pour le moment, ce qui est véritablement la pièce détachée radio — que nous rencontrerons et analyserons en détail par la suite — nous citerons, en premier lieu, les **conducteurs,** qui jouent un rôle très important dans tout le domaine de l'électronique.

Ce sont les conducteurs (ou fils électriques, comme on les appelle quelquefois) qui, comme leur nom l'indique, **conduisent** l'électricité et permettent de relier les différents organes constituant l'appareil. Dans cet emploi particulier, ils sont baptisés *connexions* et il est facile de deviner que la rupture ou l'omission d'une seule connexion peut compromettre d'une manière importante, parfois vitale, le fonctionnement d'un ensemble tout entier.

Les conducteurs sont, en outre, partie intégrante et prépondérante de diverses pièces détachées. On réalise avec eux les transformateurs, les résistances, les diverses bobines et autres organes que nous examinerons également.

Les caractéristiques que doivent présenter les conducteurs électriques peuvent varier suivant leur utilisation. Ainsi, il est parfois nécessaire qu'ils soient bons conducteurs de l'électricité, tandis que dans certains cas, ils doivent être tout le contraire (ils doivent présenter un certain obstacle au passage du courant, c'est-à-dire une *résistance*).

On peut avoir besoin de conducteurs rigides ou souples, de fortes ou de faibles sections, simples ou multiples, nus ou isolés (c'est-à-dire protégés par un matériau de caractéristique électrique opposée à la leur, un *isolant*), de section ronde ou carrée, etc.

Le radiotechnicien devra très souvent dans son métier, enrouler ou dérouler, sectionner ou réunir, tendre, isoler, repérer ou calculer des conducteurs de toutes sortes. Pour cela, il devra disposer d'un certain nombre d'outils qui lui seront indispensables. Ainsi, le radiotechnicien devra se procurer un équipement minimum lui permettant de faciliter grandement son travail futur.

OUTILLAGE DIVERS

Nous n'entendons pas nous étendre sur la description des outils connus de tous, mais il sera nécessaire de mentionner brièvement ceux qui sont spécialement adaptés aux besoins des radiotechniciens.

Les **pinces** dont on pourra avoir besoin, seront choisies de formes diverses; par exemple, à bouts ronds, particulièrement utiles pour replier l'extrémité d'un fil de câblage; à bouts plats (striés ou lisses à l'intérieur); à bouts pointus, recourbés. Il est, enfin, indispensable de posséder des **brucelles** semblables à celles utilisées par les philatélistes, qui sont particulièrement utiles pour maintenir les extrémités des fils de câblage dans la position voulue pendant la soudure. La **figure 1** illustre deux types de pinces parmi les plus courantes, la **figure 2,** montre les brucelles.

Un autre outil important est la **pince coupante** qui permet de couper nettement un conducteur à la longueur désirée. Il en existe de grandes, capables de couper un câble d'acier de gros diamètre et de petites, destinées uniquement à sectionner des conducteurs de faible diamètre; le choix du type sera fait de telle sorte que la coupe effectuée ne soit pas préjudiciable à son fonctionnement.

Un modèle de pinces coupantes est illustré par la **figure 3.**

Les ciseaux sont également utiles; ceux employés en radio sont d'un type assez court et robuste (**figure 4**); ils présentent la particularité de posséder une entaille — visible sur la figure — qui leur permet de sectionner les conducteurs à la manière d'une pince coupante.

Le **tournevis** figure également parmi les outils indispensables (**figure 5**); il en existe divers modèles à plusieurs dimensions et il conviendra d'en posséder une série complète avec manche isolant.

Il est, en outre, utile de disposer de deux ou trois modèles très longs (environ 20 cm) avec une tige fine, capable d'atteindre les vis au milieu de divers éléments encombrants fixés au chassis, évitant ainsi de démonter ces éléments.

Un type de tournevis indispensable au radiotechnicien est réalisé entièrement en matière isolante; il sert uniquement pour la mise au point (alignement) des récepteurs de radio, car, étant constitué de matière isolante, (voir **figure 6**), il évite certains phénomènes qui seront décrits par la suite. Il en existe de différentes

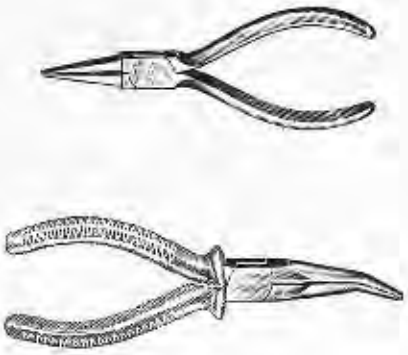


Fig. 1 - Deux types de pinces pour le travail du radiotechnicien: les pinces rondes, utilisées pour faire des boucles aux extrémités des fils de câblage et celles à bouts recourbés pour atteindre les écrous difficilement accessibles.

Fig. 2 - Les brucelles pour l'exécution des connexions.

Fig. 3 - Les pinces coupantes, servant à couper les fils de câblage.

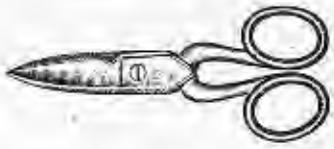


Fig. 4 - Les ciseaux d'électricien. Remarquez la fente qui sert à couper les petits fils.

Fig. 5 - Un type classique de tournevis de moyenne dimension. L'isolement du manche est nécessaire, comme il l'est d'ailleurs pour les pinces, car il permet d'accéder aux organes sous tension.

formes suivant l'emploi que l'on désire en faire (réglage des noyaux des bobines, des ajustables, etc.).

La **clé à tube** est un outil semblable au tournevis, avec la seule différence qu'à son extrémité, à la place de la pointe, se trouve une cavité de forme hexagonale qui s'adapte exactement à un écrou. On trouve dans le commerce des séries complètes allant d'un diamètre minimum de 3 mm, à un maximum de 15 mm, et il en existe également d'autres comportant un manche unique auquel peuvent se fixer des extrémités interchangeables de diverses dimensions (voir **figure 7**). D'autres, encore, ont un dispositif spécial, permettant de visser ou dévisser l'écrou tout en tenant l'outil incliné par rapport à l'axe de l'écrou et du boulon.

Le **tournevis à pression** est un outil particulièrement utile pour mettre en place la vis, quand l'espace disponible est insuffisant pour que la main de l'opérateur puisse passer. Il consiste en un tournevis ordinaire muni d'un système, actionné au moment opportun par un ressort, qui retient la vis à l'extrémité de l'instrument, tant que l'opérateur ne la libère pas (voir **figure 8**).

Les **clés hexagonales** (dites clés anglaises) fixes ou réglables sont suffisamment connues pour qu'elles fassent partie de l'outillage nécessaire dans un laboratoire radiotechnique.

Ces outils, répétons-le, se trouvent en formes et dimensions diverses dans le commerce. Ils devront être choisis par l'utilisateur en fonction du type de travail qu'il aura à faire.

Un outil important est la **pince à dénuder**, semblable à une pince coupante, mais munie d'un arrêtoir spécial (**figure 9**). Sa fonction, comme son nom l'indique, est d'enlever l'isolant qui entoure certains types de conducteurs, pour pouvoir en fixer une extrémité à un élément, par vis ou par soudure. Elles sont réglées de telle manière que la partie tranchante arrive juste au contact de la partie métallique du conducteur, sans l'entailler. A ce point intervient l'arrêtoir, et il suffit de tirer pour enlever l'isolant sur la longueur voulue.

Pour faire une description complète de tous les outils de laboratoire, il faudrait disposer d'une place beaucoup plus importante; c'est pourquoi, chaque fois que l'occasion se présentera, nous décrirons les outils les mieux adaptés au laboratoire radiotechnique, tant pour les dépannages, que pour la construction de prototypes ou d'appareils de série.

Le FER à SOUDER et les SOUDURES

Un outil de très large utilisation, soit pour faire les réparations soit pour réaliser des montages nouveaux, est le **fer à souder**. On utilise toujours, en pratique, un fer à souder électrique qu'il est possible de trouver en divers modèles.

Le fer à souder doit permettre les opérations de soudure à l'étain, qui ont pour but de réunir deux ou plusieurs conducteurs entre eux ou aux divers éléments constitutifs de l'appareil. Parce qu'il est d'un emploi fréquent, le fer à souder devra évidemment réunir, entre autres caractéristiques, des qualités de durée et de sécurité de fonctionnement

Normalement, dans le commerce, les modèles peuvent se classer en fers à souder proprement dits, de forme classique, et en pistolets soudeurs.

Les premiers sont constitués d'une masse de cuivre (panne) chauffée indirectement par une résistance reliée à une prise de courant électrique (généralement le réseau lumière). Le chauffage est permanent, en ce sens que, soit au moment de la soudure, soit pendant les intervalles, le fer à souder reste relié en permanence au courant et, naturellement, consomme de l'énergie qu'il dissipe en chaleur. Toutefois, il n'est pas pratique d'interrompre l'arrivée du courant à un tel fer, car, étant doté d'une importante inertie thermique, il faudrait attendre chaque fois un long moment pour lui permettre de retrouver sa température de fonctionnement.

Un tel modèle convient donc pour les travaux continus, quand les opérations de soudure sont fréquentes et nombreuses, (par exemple montage en série de récepteurs ou des parties de ceux-ci, etc.). Mais, même dans ce cas, il faut éviter un excès de chaleur, qui a pour

Fig. 6 - Un tournevis entièrement en matière isolante est indispensable pour le réglage ou la mise au point des appareils. Il évite les perturbations provoquées par l'approche de masses métalliques.

Fig. 7 - Clé à tube avec son jeu de têtes interchangeables. Elle est très utile dans toutes les opérations de montage, ou de démontage, pour serrer à fond les écrous.

Fig. 8 - Tournevis spécial pour placer les vis dans des endroits difficiles. La vis est maintenue tant que l'opérateur ne la libère pas.

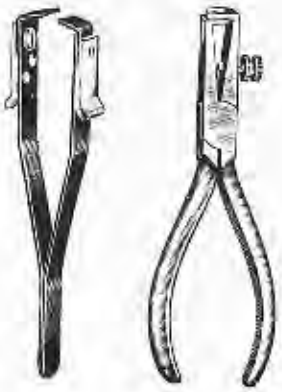


Fig. 9 - Deux pinces à dénuder; elles servent à la préparation des fils de câblage, en dénudant l'extrémité des fils isolés.

effet d'oxyder rapidement la pointe du fer; dans ce but, certains fers à souder sont munis d'un *thermostat* ou d'un dispositif interrupteur automatique fonctionnant entre des limites déterminées de température.

La **soudure à l'étain** est à la base de toutes les applications électroniques parce qu'elle permet la réalisation de jonctions entre conducteurs, ou entre ceux-ci et les autres éléments, avec la plus grande rapidité et le maximum de sécurité dans le contact. Cette opération de soudure consiste à rapprocher les parties à souder, jusqu'à ce qu'elles se touchent, et à noyer les parties en contact dans une goutte d'étain en fusion qui, dès qu'il s'est refroidi, constitue un lien unissant les diverses parties en un corps unique, ceci particulièrement au point de vue électrique.

La dénomination « *étain* » est employée d'une façon impropre car, en réalité, il ne s'agit pas d'étain pur, mais bien d'un alliage de ce métal avec du plomb, en général dans les proportions respectives de 60% et 40%, un tel alliage ayant été choisi uniquement parce qu'il est la combinaison permettant d'obtenir la température de fusion la plus basse, sans compromettre les résultats. Cet alliage est réalisé commercialement sous deux formes principales: l'étain en bâtonnet et l'étain préparé. Le premier se présente sous la forme d'une baguette d'alliage brut que l'on prélève par gouttes, l'autre est constitué par un fil d'un diamètre compris entre 1 et 4,5 mm obtenu par tréfilage. Ce dernier (voir **figure 10**) est le plus utilisé car il permet d'obtenir de bonnes soudures avec le maximum de facilité.

Il est nécessaire de considérer avec attention le comportement de l'alliage suivant sa teneur en étain, spécialement dans le cas de soudures délicates et rapides (radio, téléphone, télévision...). Dans ce cas, le point de fusion peu élevé de l'alliage et le faible intervalle de température pendant lequel il reste à l'état pâteux, permettent d'obtenir, avec le maximum de rapidité, des soudures se solidifiant en peu de secondes tout en présentant une surface brillante et homogène.

TABLEAU 1

POINT DE FUSION ET CHOIX DE L'ALLIAGE EN FONCTION DE L'UTILISATION

Alliage Etain Plomb	Point de Fusion	Etat Pâteux (Intervalle de température)	Utilisation
20/80	290°	97°	Lampes électriques, accumulateurs, dynamos.
33/67	253°	70°	Moteurs électriques, lampes électriques, électromécanique.
40/60	238°	55°	Equipement électrique en général et travaux variés.
50/50	212°	32°	Radio, téléphonie appareillage général.
60/40	188°	9°	Radio, télévision, instruments électriques délicats.
70/30	186°	7°	Usages spéciaux téléphonie.

L'alliage 60/40, dont la composition se rapproche le plus de celle eutectique est le plus recommandable, comme précédemment expliqué.

Pour l'utilisation de la soudure en fil, les fers à souder devront être dimensionnés de telle sorte que la température de leur panne se maintienne, aussi bien pendant le travail que dans les intervalles, de 30 à 50° plus élevée que celle du point de fusion de l'alliage utilisé. Une température plus élevée produit une usure rapide de la panne par la fonte du cuivre qui, formant alors alliage avec l'étain, modifie les caractéristiques de la soudure et la rend terne à la surface.

Fig. 10 - Soudure tubulaire avec âme décapante.

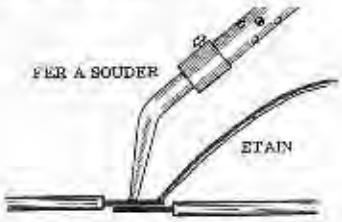


Fig. 11 - Le procédé le plus rapide pour souder deux conducteurs consiste à les rapprocher parallèlement sur une courte distance et à les recouvrir de soudure

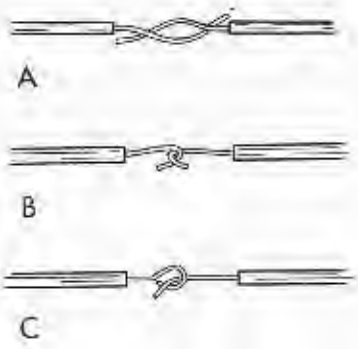


Fig. 12 - Parfois, il est nécessaire que la jonction des conducteurs présente également une bonne résistance aux efforts mécaniques: dans un tel cas, le deux fils peuvent être d'abord torsadés comme en A, B ou C, puis soudés.

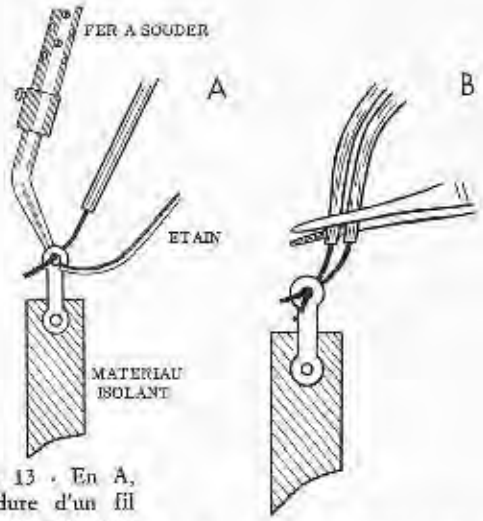


Fig. 13 - En A, soudure d'un fil sur une cosse relais; en B, soudure de deux fils sur la même cosse.

Une température trop basse au contraire, diminue la rapidité de la soudure avec risque d'avoir une « *soudure froide* » (soudure qui, bien que paraissant normale, est en réalité mauvaise et peu sûre, car la fusion n'a pas incorporé les éléments à réunir).

Pour ces raisons, il sera bon de vérifier fréquemment la panne du fer, afin qu'elle ne soit ni trop longue, ni de section trop petite et, par suite, inapte à fournir la chaleur nécessaire pour réussir une bonne soudure. Au contraire, une panne courte et large donne une température trop élevée.

Le diamètre du fil de soudure devra toujours être proportionné à la surface de la soudure à exécuter. Avec de telles précautions, on obtiendra des soudures plus rationnelles, évitant un volume excessif et la chute de gouttes. Pour utiliser correctement la soudure en fil, il est nécessaire d'employer le système classique, c'est-à-dire fil et fer à souder, placés en même temps sur le point à souder.

Pour faire une bonne soudure, en plus du fer à souder et de l'alliage décrits plus haut, il faut encore un produit accessoire, dénommé « *pâte à souder* », dont le rôle est de faciliter la répartition uniforme de l'étain sur la surface à souder, tout en évitant l'oxydation produite par la température assez élevée du fer à souder. La composition de cette pâte est à base de colophane (vulgairement appelée résine), et, dans le cas de l'alliage actuellement le plus utilisé, elle est incorporée dans le fil de soudure en son centre dans la proportion de 2 à 2,5% du poids total.

Au moment de la soudure, le coefficient de dilatation de la résine étant plus grand que celui de l'alliage, dès que le fil d'étain entre en contact avec la panne, la résine devient semi-liquide, sort de son canal et se répand sur la surface à souder qui est ensuite immédiatement recouverte par le métal en fusion, qui se solidifie dès qu'on éloigne la source de chaleur.

Dans la technique de la soudure, il est bon d'avoir toujours présent à l'esprit ce qui vient d'être dit plus haut; en particulier qu'il faut toujours souder en *appliquant l'étain sur la pièce préalablement chauffée par le fer et non pas déposer l'alliage sur la panne* du fer à souder pour la porter ensuite sur la partie à souder. En effet, dans le premier cas, la résine s'étend sur les pièces à réunir et facilite la soudure, tandis que dans le second cas elle brûle et s'évapore sur la pointe de la panne pendant le temps nécessaire pour porter celle-ci sur le point voulu. Il faut, en outre, retenir que pour éviter de faire des soudures « froides ou sèches » (c'est-à-dire non amalgamées aux parties à réunir) il est nécessaire que les pièces atteignent la température de l'alliage, afin de permettre sa distribution uniforme. Pour cela, il faut avant tout poser le fer sur la partie à souder et, ensuite, mettre l'étain en contact avec celle-ci; de la sorte, la soudure se liquéfie, non sous l'action directe de la panne du fer, mais par transmission de la chaleur à travers la pièce à souder.

Etant donné que le lecteur aura sous peu l'occasion de mettre en application les quelques conseils énoncés ci-dessus, il nous paraît utile de nous étendre plus particulièrement sur les méthodes à employer pour la soudure des fils. En effet, le travail de montage d'appareils de radio consiste essentiellement à en faire le «câblage», c'est-à-dire à souder un certain nombre de fils, de câbles et de conducteurs en tous genres.

Au cours du câblage, il est parfois nécessaire de souder deux ou plusieurs conducteurs entre eux; très souvent, un ou plusieurs fils doivent être soudés à un contact fixe, à une cosse relais ou à une cosse de support de lampe, par exemple.

La **figure 11** montre une méthode employée pour souder un conducteur à un autre, en les plaçant côte à côte sur une longueur de quelques millimètres, après les avoir dénudés et étamés (c'est-à-dire après avoir déposé un peu d'étain sur chaque extrémité). De cette façon, la soudure lie les deux fils entre eux, ce qui assure non seulement un bon contact électrique mais, également, une résistance mécanique suffisante dans bien des cas.

D'autres méthodes peuvent également être employées: nous les avons représentées sur la **figure 12.** Comme

Fig. 14 - Pâte pour faciliter la soudure.

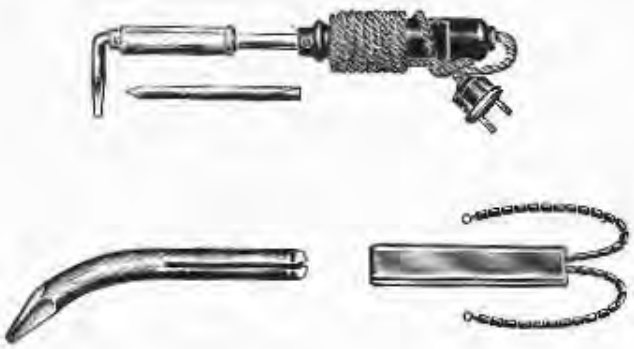


Fig. 15 - Fers à souder à résistance et types de pannes interchangeables.

Fig. 16 - Résistances de chauffage pour fer à souder. Le type plat est placé dans la fente de la panne figurée à côté; le type cylindrique reçoit la panne en son centre.

on le voit, les extrémités des fils peuvent être torsadées, comme en **A**: ou bien, repliées pour former deux crochets, comme en **B**; ou bien encore, une des extrémités peut être façonnée en une boucle dans laquelle on introduit l'autre fil, comme en **C**. Dans ces trois cas, la soudure permet non seulement d'obtenir un excellent contact électrique, mais elle offre une résistance mécanique plus grande que celle procurée par la méthode décrite au paragraphe précédent (figure 11).

Dans un appareil de radio, on trouve généralement un certain nombre de plaquettes-relais prévues pour réunir plusieurs conducteurs entre eux. Elles sont formées d'une bande de matériau isolant, le plus souvent de la bakélite, portant un certain nombre de « cosses » métalliques perforées. La **figure 13** montre comment on doit opérer pour souder les fils à ces cosses. En **A**, on voit l'extrémité dénudée du fil introduite dans le trou, et la soudure se fait en appuyant la panne du fer à souder d'un côté de la cosse, tandis que l'étain est mis en contact sur l'autre face. En **B**, plusieurs conducteurs aboutissent sur une même cosse et l'on remarquera l'utilisation de brucelles (ou de pinces), pour maintenir les fils en place avant la soudure.

Parfois, plusieurs fils doivent être réunis à une même cosse et, pour les maintenir en place pendant les opérations de soudure, les extrémités des conducteurs sont repliées ou torsadées autour des cosses. Ce procédé, spécialement employé dans les usines pour la construction en grande série, est à déconseiller formellement dans le cas de montages effectués à l'unité par le technicien ou l'amateur. En effet, dans ces réalisations, on peut être amené à devoir dessouder un des fils, et cette opération risque d'être très difficile si le conducteur est maintenu mécaniquement à la cosse.

Il est parfois nécessaire de souder des pièces de dimensions importantes, comme par exemple des plaquettes de laiton ou de cuivre, ou de souder directement un fil d'une certaine épaisseur sur un châssis métallique (à condition qu'il ne soit pas en aluminium). Dans ce cas, la masse étant très grande, il conviendra d'utiliser un fer à souder de dimensions suffisantes pour obtenir, au point voulu, la température nécessaire malgré la perte de chaleur très importante. Il faudra, en outre, aider l'action de la résine contenue dans la soudure par l'adjonction d'une autre résine, ou pâte à souder, qui est vendue séparément en boîte spécialement pour l'usage radio (**figure 14**).

Etant donné les diverses variétés de soudures nécessaires, il convient de disposer de plusieurs fers à souder et de choisir le modèle suivant l'usage que l'on veut en faire. Nous donnerons, ci-dessous, une description sommaire des divers types.

MODELES de FERS à SOUDER

a) Fer à souder classique.

Il consiste en un manche en bois, ou en bakélite, ou de toute autre matière de faible conductivité calorifique, destiné à protéger la main de l'opérateur. A son extrémité est inséré un tube en fer nickelé qui porte, à son tour, une pointe en laiton (droite ou courbée) voir (**figure 15**). Cette pointe, ou « panne », est enfoncée en partie dans le tube de fer, et émerge de quelques centimètres à l'extérieur. La partie enfoncée dans le tube est recouverte d'une matière isolante (généralement du mica), sur laquelle est bobinée la résistance chauffante (en tout point semblable à celle d'un fer à repasser), laquelle est à son tour protégée par un autre revêtement isolant. Sous l'effet du courant électrique, la résistance devient incandescente et transmet sa chaleur à la panne de cuivre, la portant ainsi au bout d'un certain temps, à la température nécessaire pour fondre l'étain.

La quantité de chaleur produite par la résistance doit être proportionnelle à la masse de la panne de cuivre. Une température trop basse donnerait une soudure imparfaite, tandis qu'une température trop élevée provoquerait une oxydation excessive du cuivre.

Il faut noter que le cuivre, à partir d'une certaine température, se combine avec l'oxygène de l'air et se recouvre d'une pellicule d'oxyde (de couleur foncée) très mauvaise conductrice de la chaleur. Pour cette

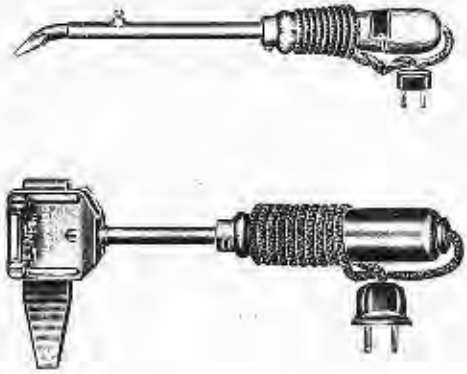


Fig. 17 - Autres modèles de fers à souder à résistance. Celui du bas est de plus forte puissance et permet des soudures plus étendues.

Fig. 18 - Fer à souder à basse tension dont la caractéristique est un chauffage presque instantané. Pourvu de pannes de rechange, il est tout indiqué pour les dépanneurs.

Fig. 19 - Autre type à basse tension, avec réducteur de tension dans le manche.

raison, la panne doit être nettoyée de temps en temps, non pas avec une lime, ce qui l'userait à la longue, mais avec un marteau relativement léger faisant sauter seulement la couche d'oxyde.

Pour retarder au maximum le processus d'oxydation, un bon moyen est celui qui consiste à tenir l'extrémité de la panne constamment recouverte par une mince couche d'étain en fusion, renouvelée de temps en temps. Il ne faudra pas se servir de cet étain pour faire des soudures (absence de résine), mais au moment de souder, on fera un apport de soudure fraîche.

Les résistances de chauffage, qui sont interchangeables, peuvent être de différents types (**figure 16**); le fil résistant est relié à deux vis, fixées dans le manche, desquelles part le cordon électrique relié au secteur.

Les pannes de laiton peuvent être rondes, plates, trapézoïdales... selon les dimensions du fer à souder et l'emploi pour lequel elles sont prévues. La **figure 17** montre deux autres modèles de fers, l'un d'eux servant particulièrement pour faire les « masses ».

Ces fers à souder doivent être continuellement branchés sur le secteur car ils demandent quelques minutes pour atteindre la température de fonctionnement. Ils sont donc indiqués pour les ateliers faisant un travail continu, pour lesquels le facteur temps est d'une importance capitale. Ils sont posés sur un support spécial, généralement en forme de « M » majuscule, qui les maintient en une position telle que la main de l'ouvrier puisse facilement les saisir, tout en écartant suffisamment la partie chaude de la table de travail. Ce petit accessoire a également une certaine importance; sa forme doit être étudiée pour dissiper une partie de la chaleur dégagée par la résistance de chauffage, dans le but de diminuer le phénomène d'oxydation de la panne qui se produit pendant le repos, entre les soudures.

b) Fer à souder instantané

Ce fer à souder, bien que basé sur le même principe d'utilisation que le précédent — fusion de la soudure au contact d'une masse chaude — est d'une conception et d'un usage différents.

Il comporte, avant tout, un réducteur de tension, c'est-à-dire un « transformateur » qui, branché sur le secteur(dont la tension est de 110 ou 220 volts) la réduit à une valeur très inférieure, soit de 6 à 12 volts. (Nous étudierons, bientôt cette unité de mesure électrique, le volt, ainsi que le fonctionnement des transformateurs en général).

Une telle tension, dite « basse tension » est appliquée au fer à souder proprement dit, d'un modèle analogue au précédent, mais dont les dimensions et le poids sont très inférieurs.

La panne est également constitué d'une masse de cuivre, de dimensions plus réduites, laquelle est chauffée de ce fait, en peu de secondes par une résistance enroulée tout autour poussée à l'incandescence sous l'effet du courant électrique.

La différence principale avec le fer à souder normal, réside dans le fait que le fer instantané, bien que toujours relié à une prise de courant, ne fonctionne que quand l'opérateur presse sur un interrupteur situé sur le manche. La tension du secteur est alors appliquée au réducteur de tension et, par la suite, à la résistance chauffante.

Dans ce cas également, l'industrie s'est ingéniée à créer des fers à souder de forme et de type variés, dans le but d'en faciliter l'utilisation et de les adapter aux divers travaux.

Il existe, par exemple, des fers à souder rapides, dans lesquels le réducteur de tension est contenu dans un petit coffret d'où partent deux cordons bifilaires; un des cordons est relié au secteur électrique, tandis que l'autre alimente la résistance du fer à souder. Sur le dessus du coffret est fixé un support très commode pour poser le fer lorsqu'on ne s'en sert pas; la **figure 18** montre un modèle de ce genre.

Une seconde version, visible sur la **figure 19**, est appelée « pistolet soudeur », en raison de sa forme qui rappelle cette arme.

La crosse contient le réducteur de tension et la partie active est constituée, tantôt par une petite

Fig. 20 - Fer à souder à basse tension particulièrement léger.

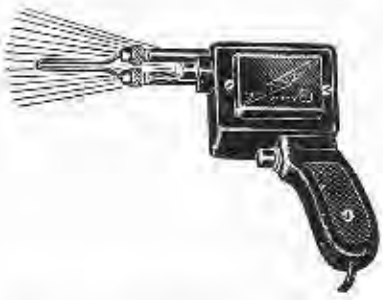


Fig. 21 - Fer à souder à basse tension avec réducteur incorporé et lampe pour éclairer la zone de travail.

Fig. 22 - Fer à souder à basse tension d'une grande légèreté. Il ressemble à un crayon et est indispensable pour souder des pièces délicates ou petites.

Fig. 23 - Quelques types de cosses pour assemblage, par soudure, des fils de connexions.

masse de cuivre chauffée par une résistance, tantôt par un fil de cuivre de section assez importante, directement chauffé par le passage d'un courant de faible tension mais de *forte intensité*.

Certains types de fer à souder à chauffage instantané, comme par exemple celui de la **figure 20**, présentent la précieuse particularité d'être très légers et maniables et peuvent être comparés à un crayon ou un stylo. Ils ne consomment du courant électrique que pendant la durée de la soudure, soit le temps pendant lequel on presse l'interrupteur pour obtenir le chauffage. L'inertie thermique du métal est telle que le temps de chauffe est à peu près le même que celui de refroidissement.

Un autre avantage, présenté par le fer à souder à chauffage rapide sur le fer normal, réside dans le fait que sa résistance chauffante a une durée beaucoup plus grande. Elle est, en effet, constituée par un petit nombre de tours de fil de nickel-chrome d'assez forte section ce qui la rend moins fragile que la résistance chauffante de l'autre type, faite d'un grand nombre de tours de fil de nickel-chrome également, mais d'un diamètre de quelques centièmes de millimètre.

Par suite de la faible durée des périodes de chauffage, qui ont d'ailleurs toujours lieu en présence d'étain, l'oxydation de la panne se trouve réduite au minimum, avec, pour conséquence, une plus grande durée.

La **figure 21** montre encore un type de fer à souder très perfectionné; il est muni d'une petite lampe d'éclairage qui s'allume pendant le chauffage de la panne, c'est à dire en appuyant sur l'interrupteur. Cela ajoute encore aux avantages déjà mentionnés, celui d'éclairer brillamment le point où doit se faire la soudure, ce qui est, parfois, extrêmement utile.

L'extension de la miniaturisation dans le domaine de l'électronique et, par suite, la tendance croissante vers l'adoption de pièces détachées de plus en plus petites, a conduit à utiliser des fers à souder de types spéciaux. Un de ceux-ci est illustré sur la **figure 22**; sa forme, ses dimensions réduites, le font ressembler à un crayon. Ses avantages sont évidents: extrême légèreté et, par suite pas de fatigue pour celui qui l'emploie; possibilité d'atteindre les parties les plus inaccessibles des appareils; rayonnement de chaleur vers les parties environnantes, presque nul; faible consommation, sécurité de fonctionnement et protection de l'usager, puisque ce modèle fonctionne sous basse tension. Un transformateur, réducteur de tension avec secondaire 6 ou 12 volts, est également prévu pour son fonctionnement. Les modèles sont nombreux, mais ils diffèrent surtout par les dimensions de la panne qui est, presque toujours interchangeable. Leur poids est compris entre 7 et 21 grammes et les pannes ont de 1,6 à 5 mm de diamètre. On peut affirmer que ce type de fer à souder est indispensable pour souder les connexions aux transistors (ces nouveaux et minuscules dispositifs amplificateurs dont nous parlerons) et aux pièces qui leur sont associées.

ACCESSOIRES pour le CABLAGE

Le terme « *câblage* » désigne l'ensemble des liaisons électriques entre les divers éléments qui constituent un appareil électronique. Il est réalisé au moyen de fils conducteurs de diverses sortes.

Le câblage réunit divers éléments, que ce soit une *prise*, un *support*, une *douille*, une *cosse relais*, etc. Nous estimons opportun de les décrire, à la seule fin de faciliter au lecteur la compréhension de tout ce qui sera dit par la suite sur le câblage lui-même.

Ces accessoires se divisent en deux catégories principales: ceux qui sont isolés, et ceux qui, ne l'étant pas, seront reliés directement à la masse.

Ainsi que nous le verrons par la suite dans les appareils électriques, certaines connexions sont réunies à la « **masse** », c'est - à - dire au châssis ou bati qui supporte l'appareil tout entier. De telles liaisons peuvent se faire très facilement au moyen de soudures, mais cela est possible seulement quand le châssis est constitué par un métal pouvant être soudé à l'étain, tel que le fer, le cuivre, le laiton, etc... mais non en aluminium ou ses alliages. Dans ce dernier cas, ou bien s'il s'agit de réalisations dans lesquelles le facteur économique peut être négligé au profit de l'esthétique,

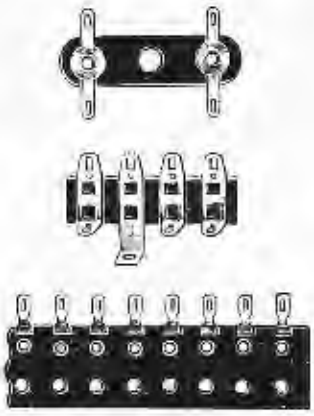


Fig. 24 - Cosses relais pour supporter les fils de câblage. Sur le modèle inférieur, on peut monter de petits éléments.

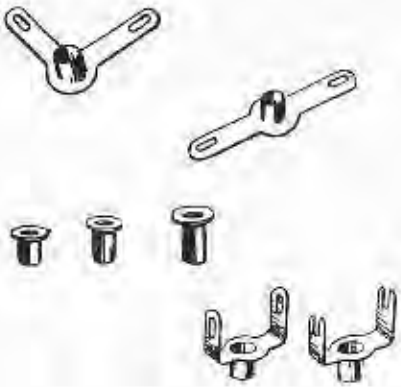


Fig. 25 - Rivets de formes diverses munis de cosses. Ils peuvent être fixés sur le métal ou sur un isolant selon les besoins.

Fig. 26 - Douilles pour fiches bananes, dont une, celle du bas est isolée.

Fig. 27 - Borne normale et borne isolée de sa tige de fixation. Elles permettent des connexions volantes mais sûres. Tout comme les douilles, elles peuvent être de diverses couleurs pour permettre une rapide identification des fonctions.

ou de la perfection du travail, les liaisons à la masse se feront par l'intermédiaire de certains accessoires que nous décrivons ci-dessous.

Cosses. Les cosses sont de petites lamelles de métal du type illustré sur la **figure 23.** Réalisées en cuivre ou laiton nickelé, elles peuvent être soudées à une extrémité et fixées au châssis par vis et écrou de l'autre extrémité percée d'un trou. Il en existe de divers types et dimensions, comme on peut le voir sur la figure, et certaines sont doubles ou en forme d'étoiles, selon que un ou plusieurs conducteurs doivent être réunis au point de masse. Leur rôle est donc de réunir un certain nombre de connexions qui doivent être faites à la masse métallique de l'appareil.

Par contre, dans les cas où les connexions doivent être réunies entre elles, mais en un point isolé de la masse, on utilise les cosses relais, assez semblables à celles décrites plus haut, avec la différence qu'elles sont fixées sur une plaquette de matière isolante (non conductrice de l'électricité), généralement en bakélite ou carton bakélisé, mieux encore en céramique ou stéatite, cet isolant pouvant être fixé mécaniquement au châssis par une vis ou un *rivet*. La plaquette, suivant ses dimensions, peut porter un nombre plus ou moins considérable de cosses (voir la **figure 24**).

Le **rivet** n'est autre chose qu'un petit tube métallique avec un bord élargi à une extrémité (voir **figure 25**). Une fois enfoncée dans le trou destiné à le recevoir, l'autre extrémité est écrasée par un outil spécial ou une petite machine appelée « *riveteuse* », ce qui a pour effet de fixer solidement les deux parties. On obtient ainsi un assemblage mécanique, autrement dit, une fixation. Le rivet est rarement utilisé pour établir un contact électrique: il est plus spécialement destiné aux fixations mécaniques.

Douille. On appelle douilles ces petits accessoires qui, fixés sur un châssis, peuvent porter d'un côté une ou plusieurs connexions, tandis que de l'autre côté un logement est prévu pour recevoir une « *fiche* » ou « *fiche banane* », qui peut y être placée quand cela est utile.

La **figure 26** en montre quelques modèles, simples ou isolés; la simple observation permet d'en deviner l'emploi. Comme on le voit, elles sont constituées par une vis métallique percée d'un trou (d'un diamètre standard). A une extrémité se trouve la tête, généralement à bords arrondis, pour raisons d'esthétique, prolongée par un corps cylindrique de diamètre inférieur, fileté extérieurement pour en permettre la fixation par un écrou.

La douille peut être employée comme simple prise de masse, cas dans lequel la seule pression de l'écrou de fixation, avec interposition d'une « *rondelle* », suffit à assurer un contact avec le châssis; elle peut également constituer un point terminal de masse, dans ce cas, un ou plusieurs conducteurs peuvent y être fixés par soudures ou par l'intermédiaire de cosses placées entre l'écrou et la masse ou entre un premier écrou et un deuxième, appelé « contre-écrou ». Chaque fois qu'il est utilisé, le contre-écrou assure une fixation mécanique plus sure, par le fait qu'il empêche un éventuel desserrage du premier écrou sous l'effet d'éventuelles vibrations.

Naturellement, il peut arriver qu'une douille doive constituer une « prise » d'entrée ou de sortie pour un « *courant* » déterminé; dans ce cas, elle doit être évidemment isolée du châssis. Ceci est réalisé de la manière illustrée sur le dernier modèle de la figure 26. Il s'agit d'une douille d'un modèle normal, fixée au châssis au moyen de rondelles isolantes qui évitent tout contact entre la masse métallique et la douille.

Dans le cas de douilles isolées, on pourra trouver des rondelles isolantes de diverses couleurs, ce qui sera très utile, en pratique, pour différencier les utilisations particulières de plusieurs douilles placées les unes près des autres, lorsqu'un code des couleurs aura été préalablement établi.

Bornes. Les bornes sont semblables aux douilles en ce sens qu'elles ont la même utilisation. Elles peuvent également être nues ou isolées (voir **figure 27**). La différence consiste dans le fait que la partie extérieure est formée d'un bouton molleté vissé sur le corps de la borne. Certaines bornes sont percées dans l'axe pour pouvoir être utilisées également comme douilles. D'autres

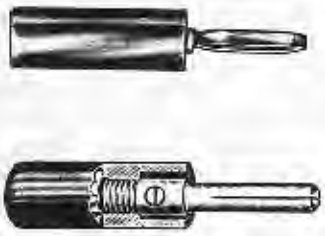


Fig. 28 - Type particulier de fiche banane. Elles servent à effectuer des liaisons volantes rapides. En bas de notre dessin on peut voir la vis servant à fixer le fil, elle est accessible en dévissant le manche.

Fig. 29 - Deux pinces crocodiles, l'une étant du type isolé. Elles sont particulièrement utiles pour les essais et sont très souvent employées dans les laboratoires.

Fig. 30 - Une table de travail typique avec emplacement prévus pour les instruments de travail et accessoires divers.

permettent seulement la liaison entre plusieurs conducteurs extérieurs qui sont placés sous la partie molletée qui est ensuite fortement vissée pour assurer un contact efficace. Comme on le voit, les bornes ont l'avantage de permettre de réaliser facilement d'excellents contacts semi-permanents.

On peut également trouver, dans le commerce, des bornes de couleurs différentes, très utiles pour les raisons exposées plus haut.

Fiche banane. On appelle fiche banane une fiche unipolaire, comme celle représentée sur la **figure 28,** qui, placée à l'extrémité d'un fil souple, peut être enfoncée dans une douille ou une borne, permettant la réalisation de liaisons volantes. Les fiches bananes sont de différentes formes et couleurs; la partie métallique en contact avec la douille est munie d'une ou de plusieurs fentes longitudinales qui donnent une certaine élasticité à la pointe qui entre, ainsi, à frottement doux dans la douille, ceci permettant d'obtenir un bon contact électrique.

La partie isolante de la fiche, le manchon si l'on veut, peut être dévissé, mettant ainsi à découvert la partie métallique sur laquelle le fil est fixé par la soudure ou par vis.

Pinces crocodiles. Au cours d'essai, ou pendant un dépannage, il peut être utile de réaliser des connexions provisoires. Elles peuvent être effectuées au moyen de soudures, mais il est souvent plus commode de se servir d'un simple contact par pression. C'est dans ce but qu'ont été créées les pinces crocodiles qui tirent leur nom d'une analogie évidente.

Elles sont constituées par une pince formée de deux « mâchoires » analogues, en cela, aux pinces à linge. La pince crocodile est en métal et le manche peut être nu ou isolant; la **figure 29** en montre l'aspect et en laisse deviner le fonctionnement.

Les accessoires décrits jusqu'ici sont les plus courants, et seront les premiers à être employés par le lecteur dès qu'il lui sera possible d'entreprendre des réalisations pratiques, mais il est évident que nous devrons en compléter la liste à chaque fois que l'occasion se présentera.

La TABLE du TRAVAIL

Dans le but de rationnaliser au maximum le travail du radiotechnicien, il est nécessaire de disposer commodément des outils et du matériel indispensable. A cet effet, il est opportun de se procurer, quand cela est possible, une table de travail conçue de telle sorte que chaque chose soit à portée de la main, que chaque instrument soit bien visible et accessible et que l'on puisse disposer d'une place suffisante pour recevoir l'appareil à réparer ou à construire. La **figure 30** montre un modèle d'une telle table; son but est seulement de donner une idée de la façon dont elle devrait être, tout en étant susceptible de toutes modifications de formes ou de présentation, en fonction des goûts et des besoins de l'utilisateur.

On peut noter le large plan de travail, le rebord sous la table, sur lequel peut être fixé un certain nombre de prises de courant pour alimenter le fer à souder, l'appareil en cours de dépannage, etc...

Un certain nombre de rayons sont prévus pour recevoir, à gauche, les livres techniques, schémas, tableaux, formulaires, etc.; tandis que les autres emplacements seront réservés aux instruments et appareils de mesures qui seront progressivement décrits.

Dans le modèle montré ci-dessus il ne figure aucun tiroir: il est en effet prévu un meuble séparé pour contenir les condensateurs, les résistances, les lampes, la visserie, etc... mais il est évident qu'il pourrait être attenant au banc lui-même.

Ce qu'il convient de prendre par-dessus tout en considération, est le fait que ce banc de travail doive constituer, par lui-même, un petit laboratoire où est groupé tout ce qui est absolument nécessaire à un technicien, en laissant de côté tout le matériel qui ne sera utilisé que dans quelques cas déterminés.

Cette table sera naturellement construite en bois, de préférence dur et bien sec, afin qu'il absorbe le moins possible l'humidité de l'air. A cet effet, il sera enduit d'un vernis spécial et le plan de travail sera recouvert d'un linoléum ou d'un plastique, fixé tout autour de la table par un profilé d'aluminium ou de ses alliages.

SYMBOLES - ABREVIATIONS

B.F. = Basse Fréquence

°C = Degrés centigrades (températures)

C/s = Cycle par seconde (fréquence)

f = Fréquence (en Hz - kHz - MHz - c/s - kc/s - Mc/s)

F = Degrés Fahrenheit (températures)

H.F. = Haute Fréquence

Hz = Hertz; également c/s

kHz = kilohertz = 1.000 Hz = 1 kc/s

M.F. = Moyenne Fréquence

Mc/s = Mégacycle par seconde = MHz = 1 000 kc/s

MHz = Mégahertz = 1.000 kHz = 1 000 000 Hz

S.H.F. = Super High Frequency = Super Haute Fréquence

T = Temps (en h = heure, ou en s = seconde)

U.H.F. = Ultra High Frequency = Ultra Haute Fréquence

V = Vitesse (de propagation)

V.H.F. = Very High Frequency = Très Haute Fréquence

FORMULES

λ = (lambda) = Longueur d'onde (en m, cm, etc.)

1" = 1 pouce = 25,4 millimètres

$$\lambda = \frac{300\,000\,000}{f} \quad \textit{(en mètres)}$$

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

$$\lambda = 300\,000\,000 \times T$$

$$V = \lambda f$$

$$f = \frac{300\,000\,000}{\lambda} \quad \textit{(en hertz)}$$

SYMBOLES SCHÉMATIQUES

= Antenne, Aérien

= Prise de terre, ou masse

QUESTIONS sur les LEÇONS N^{os} 1 et 2

N. 1 -
Quelles sont les caractéristiques principales d'une onde?

N. 2 -
Qu'entend-on par « amplitude » et par « fréquence »?

N. 3 -
Qu'appelle-t-on « demi-onde »? Comment peut-on la distinguer?

N. 4 -
Les ondes électriques et les ondes sonores, peuvent-elles se propager dans le vide?

N. 5 -
Dans quel cas une onde est-elle dite « sinusoïdale »?

N. 6 -
Quelles sont les fréquences limites des sons perceptibles par l'oreille humaine?

N. 7 -
Que doit-on comprendre par « B.F. » et « H.F. »?

N. 8 -
Qu'est-ce que la longueur d'onde?

N. 10 -
Dans quel cas un corps peut-il vibrer spontanément sans être directement excité?

N. 11 -
Ecrivez la formule de la longueur d'une onde électromagnétique dans l'espace libre en fonction de la fréquence (en exprimant la première en mètres et la seconde en kHz).

N. 12 -
Qu'appelle-t-on onde porteuse?

N. 13 -
Qu'est-ce que la modulation?

N. 14 -
Qu'entend-on par onde modulée?

N. 15 -
En quoi consiste la détection?

N. 16 -
A combien équivalent les expressions suivantes? 4^5, 3^4, 5^2, 7^1, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-5}, 3^{-1}.

N. 17 -
Qu'est-ce que la « réfraction » d'une onde?

N. 18 -
Qu'est-ce que la « diffraction » d'une onde?

N. 19 -
Pour quelles fréquences, l'effet de diffraction est-il le plus prononcé?

N. 20 -
Quels sont les types les plus communs de fers à souder électriques utilisés en radio?

Ainsi que nous l'avons annoncé dans l'Introduction à notre Cours, la troisième leçon de chaque fascicule se présente comme le complément des leçons qui la précèdent. Chaque fois, le lecteur y trouvera des tableaux, des abaques, des graphiques, etc., ainsi qu'une récapitulation des symboles, des termes et des formules qui ont été discutés. Il y trouvera des questions qui lui permettront de vérifier s'il a appris et s'il se rappelle ce qui a été exposé, et il pourra contrôler, dans le numéro suivant, l'exactitude de ses réponses. Le lecteur trouvera, enfin, dans chaque Numéro, quatre pages donnant la traduction des termes anglais employés en électronique. Ces pages sont conçues de telle sorte qu'elles peuvent être éventuellement détachées pour former un recueil séparé, si l'on estime cela plus pratique. Elles formeront ainsi, le plus complet des vocabulaires de termes électroniques Anglais - Français qu'il soit possible de trouver, car nous le poursuivrons régulièrement, avec mises à jour, néologismes, etc.

TABLEAU 2 - CONVERSION des LONGUEURS D'ONDE
Mètres en kHz et vice - versa

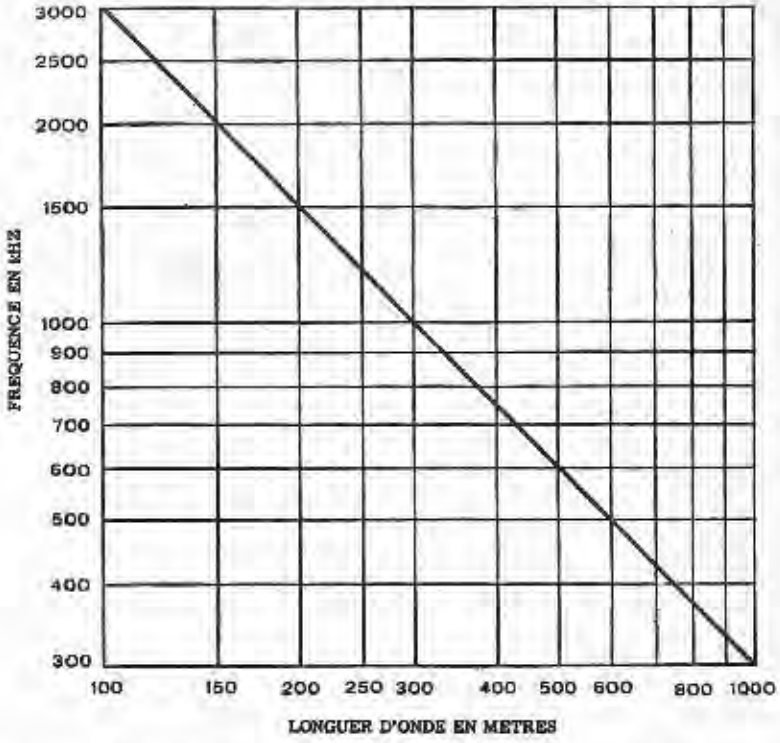
λ	f	λ	f	λ	f	λ	f	λ	f	λ	f	λ	f
10	29982	730	410,7	1450	206,8	2170	138,2	2890	103,7	4220	71,05	6650	45,09
20	14991	740	405,2	1460	205,4	2180	137,5	2900	103,4	4240	70,71	6700	44,75
30	9994	750	399,8	1470	204,0	2190	136,9	2910	103,0	4260	70,38	6750	44,42
40	7496	760	394,5	1480	202,6	2200	136,3	2920	102,7	4280	70,05	6800	44,09
50	5996	770	389,4	1490	201,2	2210	135,7	2930	102,3	4300	69,73	6850	43,77
60	4997	780	384,4	1500	199,9	2220	135,1	2940	102,0	4320	69,40	6900	43,45
70	4283	790	379,5	1510	198,6	2230	134,4	2950	101,6	4340	69,08	6950	43,14
80	3748	800	374,8	1520	197,3	2240	133,8	2960	101,3	4360	68,77	7000	42,83
90	3331	810	370,1	1530	196,0	2250	133,3	2970	100,9	4380	68,45	7050	42,53
100	2998	820	365,6	1540	194,7	2260	132,7	2980	100,6	4400	68,14	7100	42,23
110	2726	830	361,2	1550	193,4	2270	132,1	2990	100,3	4420	67,83	7150	41,93
120	2499	840	356,9	1560	192,2	2280	131,5	3000	99,94	4440	67,53	7200	41,64
130	2306	850	352,7	1570	191,0	2290	130,9	3020	99,28	4460	67,22	7250	41,35
140	2142	860	348,6	1580	189,8	2300	130,4	3040	98,62	4480	66,92	7300	41,07
150	1999	870	344,6	1590	188,6	2310	129,8	3060	97,98	4500	66,63	7350	40,79
160	1874	880	340,7	1600	187,4	2320	129,2	3080	97,34	4520	66,33	7400	40,52
170	1764	890	336,9	1610	186,2	2330	128,7	3100	96,72	4540	66,04	7450	40,24
180	1666	900	333,1	1620	185,1	2340	128,1	3120	96,10	4560	65,75	7500	39,98
190	1578	910	329,5	1630	183,9	2350	127,6	3140	95,48	4580	65,46	7550	39,71
200	1499	920	325,9	1640	182,8	2360	127,0	3160	94,88	4600	65,18	7600	39,45
210	1428	930	322,4	1650	181,7	2370	126,5	3180	94,28	4620	64,90	7650	39,19
220	1363	940	319,0	1660	180,6	2380	126,0	3200	93,69	4640	64,62	7700	38,94
230	1304	950	315,6	1670	179,5	2390	125,4	3220	93,11	4660	64,34	7750	38,69
240	1249	960	312,3	1680	178,5	2400	124,9	3240	92,54	4680	64,06	7800	38,44
250	1199	970	309,1	1690	177,4	2410	124,4	3260	91,97	4700	63,79	7850	38,19
260	1153	980	305,9	1700	176,4	2420	123,9	3280	91,41	4720	63,52	7900	37,95
270	1110	990	302,8	1710	175,3	2430	123,4	3300	90,85	4740	63,25	7950	37,71
280	1071	1000	299,8	1720	174,3	2440	122,9	3320	90,31	4760	62,99	8000	37,48
290	1034	1010	296,9	1730	173,3	2450	122,4	3340	89,77	4780	62,72	8050	37,24
300	999,4	1020	293,9	1740	172,3	2460	121,9	3360	89,23	4800	62,46	8100	37,01
310	967,2	1030	291,1	1750	171,3	2470	121,4	3380	88,70	4820	62,20	8150	36,79
320	936,9	1040	288,3	1760	170,4	2480	120,9	3400	88,18	4840	61,95	8200	36,56
330	908,5	1050	285,5	1770	169,4	2490	120,4	3420	87,67	4860	61,69	8250	36,34
340	881,8	1060	282,8	1780	168,4	2500	119,9	3440	87,16	4880	61,44	8300	36,12
350	856,6	1070	280,2	1790	167,5	2510	119,5	3460	86,65	4900	61,19	8350	35,91
360	832,8	1080	277,6	1800	166,6	2520	119,0	3480	86,16	4920	60,94	8400	35,69
370	810,3	1090	275,1	1810	165,6	2530	118,5	3500	85,66	4940	60,69	8450	35,48
380	789,0	1100	272,6	1820	164,7	2540	118,0	3520	85,18	4960	60,45	8500	35,27
390	768,8	1110	270,1	1930	163,8	2550	117,6	3540	84,69	4980	60,20	8550	35,07
400	749,6	1120	267,7	1840	162,9	2560	117,1	3560	84,22	5000	59,96	8600	34,86
410	731,3	1130	265,3	1850	162,1	2570	116,7	3580	83,75	5050	59,37	8650	34,66
420	713,9	1140	263,0	1860	161,2	2580	116,2	3600	83,28	5100	58,79	8700	34,46
430	697,3	1150	260,7	1870	160,3	2590	115,8	3620	82,82	5150	58,22	8750	34,27
440	681,4	1160	258,5	1880	159,5	2600	115,3	3640	82,37	5200	57,66	8800	34,07
450	666,3	1170	256,3	1890	158,6	2610	114,9	3660	81,92	5250	57,11	8850	33,88
460	651,8	1180	254,1	1900	157,8	2620	114,4	3680	81,47	5300	56,57	8900	33,69
470	637,9	1190	251,9	1910	157,0	2630	114,0	3700	81,03	5350	56,04	8950	33,50
480	624,6	1200	249,9	1920	156,2	2640	113,6	3720	80,60	5400	55,52	9000	33,31
490	611,9	1210	247,8	1930	155,3	2650	113,1	3740	80,17	5450	55,01	9050	33,13
500	599,6	1220	245,8	1940	154,5	2660	112,7	3760	79,74	5500	54,51	9100	32,95
510	587,9	1230	243,8	1950	153,8	2670	112,3	3780	79,32	5550	54,02	9150	32,77
520	576,6	1240	241,8	1960	153,0	2680	111,9	3800	78,90	5600	43,54	9200	32,59
530	565,7	1250	239,9	1970	152,2	2690	111,5	3820	78,49	5650	53,07	9250	32,41
540	555,2	1260	238,0	1980	151,4	2700	111,0	3840	78,08	5700	52,60	9300	32,24
550	545,1	1270	236,1	1990	150,7	2710	110,6	3860	77,67	5750	52,14	9350	32,07
560	535,4	1280	234,2	2000	149,9	2720	110,2	3880	77,27	5800	51,69	9400	31,90
570	526,0	1290	232,4	2010	149,2	2730	109,8	3900	76,88	5850	51,25	9450	31,73
580	516,9	1300	230,6	2020	148,4	2740	109,4	3920	76,48	5900	50,82	9500	31,56
590	508,2	1310	228,9	2030	147,7	2750	109,0	3940	76,10	5950	50,39	9550	31,39
600	499,7	1320	227,1	2040	147,0	2760	108,6	3960	75,71	6000	49,97	9600	31,23
610	491,5	1330	225,4	2050	146,3	2770	108,2	3980	75,33	6050	49,56	9650	31,07
620	483,6	1340	223,7	2060	145,5	2780	107,8	4000	74,96	6100	49,15	9700	30,91
630	475,9	1350	222,1	2070	144,8	2790	107,5	4020	74,58	6150	48,75	9750	30,75
640	468,5	1360	220,5	2080	144,1	2800	107,1	4040	74,21	6200	48,36	9800	30,59
650	461,3	1370	218,8	2090	143,5	2810	106,7	4060	73,85	6250	47,97	9850	30,44
660	454,3	1380	217,3	2100	142,8	2820	106,3	4080	73,49	6300	47,59	9900	30,28
670	447,5	1390	215,7	2110	142,1	2830	105,9	4100	73,13	6350	47,22	9950	30,13
680	440,9	1400	214,2	2120	141,4	2840	105,6	4120	72,77	6400	46,85	10000	29,98
690	434,5	1410	212,6	2130	140,8	2850	105,2	4140	72,42	6450	46,48		
700	428,3	1420	211,1	2140	140,1	2860	104,2	4160	72,07	6500	46,13		
710	422,3	1430	209,7	2150	139,5	2870	104,8	4180	71,73	6550	45,77		
720	416,4	1440	208,2	2160	138,8	2880	104,1	4200	71,39	6600	45,43		

Ce tableau permet de trouver rapidement la longueur d'onde correspondant à une fréquence déterminée et vice-versa. En réalité, le domaine des fréquences est beaucoup plus étendu, mais il sera facile au lecteur, de calculer les valeurs non indiquées en sachant que, pour trouver la fréquence correspondant à une longueur d'onde ne figurant pas au tableau, ou bien la longueur d'onde correspondant à une fréquence qui ne figure pas, il suffit de multiplier l'échelle λ par 10, 100 ou 1 000 et, en même temps, de diviser par le même nombre (10, 100 ou 1 000) la valeur correspondante sur l'échelle f. Inversement, il est possible de diviser un nombre de l'échelle λ par 10, 100 ou 1 000 et en même temps de multiplier par le même nombre, la valeur correspondante sur l'échelle f.

TABLEAU 3
GRAPHIQUE pour CONVERSION
FREQUENCE - LONGUEUR d'ONDE et vice-versa

Mode d'emploi:

Du fait que les deux axes — horizontal et vertical — portent des divisions non linéaires (on les appelle logarithmiques et nous expliquerons plus tard ce terme), il faudra tenir compte, lors de l'évaluation d'une valeur non inscrite, qu'un nombre intermédiaire entre ceux inscrits ne correspond pas au centre du segment de droite compris entre ces deux nombres. Par exemple, le point correspondant à une longueur d'onde de 350 m ne se trouvera pas exactement au centre entre 300 et 400, mais un peu plus vers 400. La fréquence correspondante, trouvée de la manière indiquée ci-dessous, sera d'environ 850 kHz. De même, à 350 kHz correspondra un point de l'axe vertical plus rapproché de 400 que de 300, et la longueur d'onde correspondante sera d'environ 850 m.



Le tableau 3 a la même utilité que le tableau 2, à la seule différence qu'il est plus facile à consulter, mais est moins exact. Connaissant la longueur d'onde en mètres, après avoir trouvé le point correspondant sur l'axe horizontal du graphique, on trace une ligne verticale imaginaire, ou avec l'aide d'une règle, jusqu'au point de rencontre avec la diagonale. Du point d'intersection avec cette diagonale, on trace une seconde ligne, horizontale, vers la gauche, jusqu'à ce qu'on rencontre l'axe vertical, sur lequel il sera possible de lire la fréquence exprimée en kHz. Si, par contre, nous connaissons la fréquence, il est possible de trouver la longueur d'onde en mètres qui lui correspond, en procédant à l'inverse. On commence par tracer une ligne horizontale à partir d'un point de l'axe vertical correspondant à la fréquence connue.

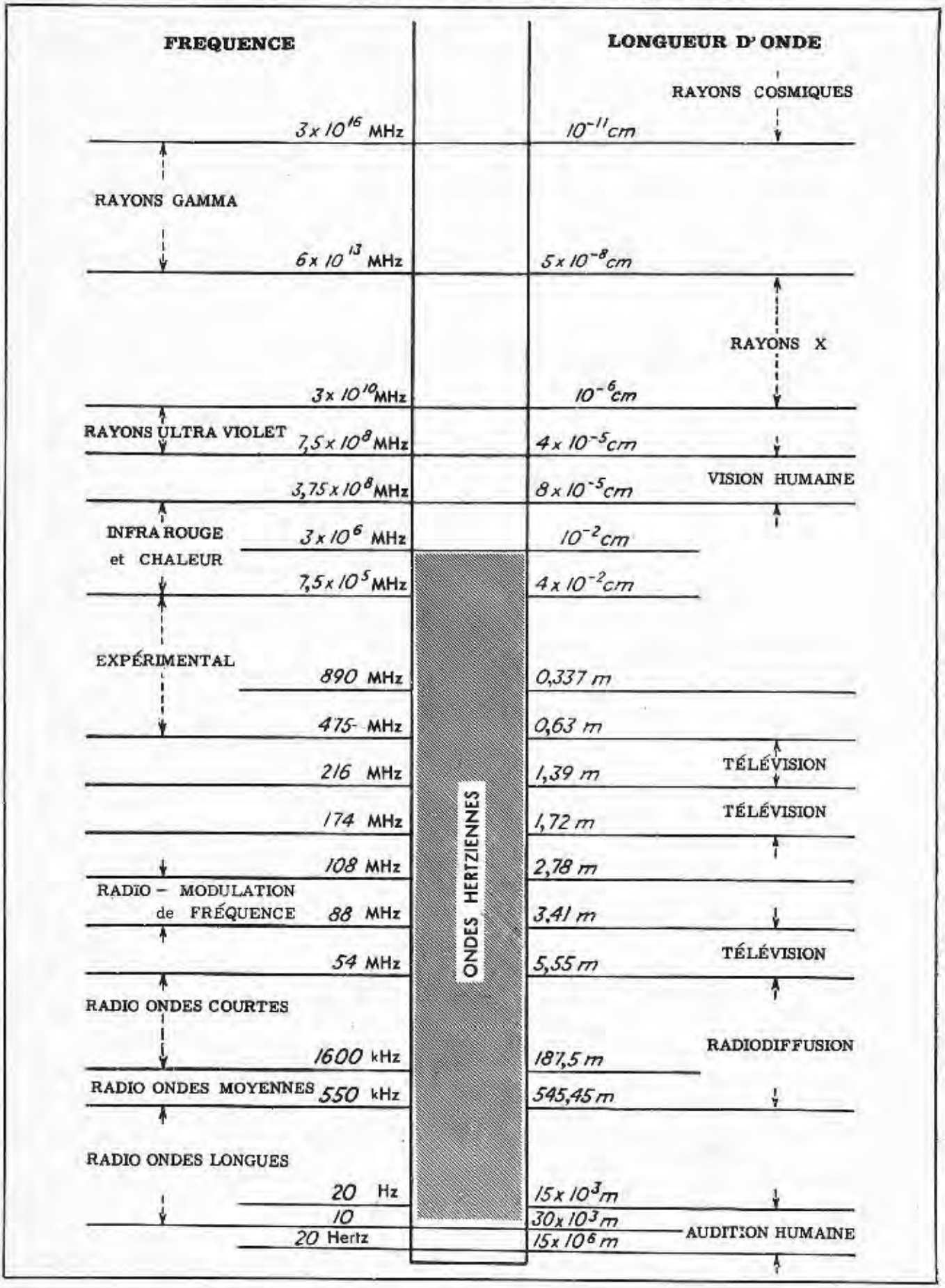
Naturellement, les valeurs trouvées ne sont exactes qu'aux points marqués par les nombres, et seulement approximatives dans les intervalles; malgré tout, le graphique peut être parfois très utile.

Le tableau 4 donne la classification des ondes hertziennes avec les limites de fréquences et de longueurs d'onde, les abréviations adoptées aux U.S.A. pour les définir sommairement, ainsi que les définitions adoptées en France.

TABLEAU 4 - CLASSIFICATION des ONDES HERTZIENNES

Gammes	Abréviations	Fréquences	Longueurs d'onde	Ondes
très basse	V.L.F.	moins de 30 kHz	plus de 10 000 m	très longues
basse	L.F.	30 à 300 kHz	10 000 à 1 000 m	longues
moyenne	M.F.	300 à 3 000 kHz	1 000 à 100 m	moyennes
haute	H.F.	3 à 30 MHz	100 à 10 m	courtes
très haute	V.H.F.	30 à 300 MHz	10 à 1 m	très courtes
ultra haute	U.H.F.	300 à 3 000 MHz	100 à 10 cm	très très courtes
super haute	S.H.F.	3 000 à 30 000 MHz	10 à 1 cm	ultra courtes
extrêmement haute	E.H.F.	plus de 30 000 MHz	au dessous de 1 cm	micro-ondes

TABLEAU 5 - SPECTRE des FREQUENCES et des LONGUEURS D'ONDE



Le tableau 5 donne le spectre des fréquences et leur classification selon la nature des phénomènes qu'elles produisent. Le graphique s'étend de la fréquence la plus basse perçue par l'oreille humaine, à la gamme des rayons cosmiques.

Etant donné que l'on a fréquemment à consulter

des publications en langue anglaise, nous avons inclus, parmi les nombreux tableaux que nous publierons, ceux donnant les équivalences entre les mesures des divers systèmes. Il s'agit de tableaux ou d'abaques qu'il n'est pas difficile de trouver ailleurs. Mais nous voulons suppléer, ici, à la multiplicité des sources, à la diversité des formats et autres inconvénients qui proviennent de l'absence de recueil organisé et complet.

Sur ce fascicule, nous présentons, entre autres, le tableau 6 qui permet de transformer rapidement, en millimètres, les fractions de pouce ce qui, avec l'aide du tableau 7 qui donne la correspondance des pouces entiers, permettra au lecteur de transformer rapidement en millimètres n'importe quelle mesure exprimée en pouces. Par exemple, une mesure de 3 pouces 3/4 est égale à 76,19 + 19,05 = 95,24 mm.

TABLEAU 6 - CONVERSION des FRACTION de POUCE en MILLIMETRES

Fractions de pouce	décimale de pouce	millimètres
1/64	0,0156	0,397
1/32	0,0313	0,794
3/64	0,0469	1,191
1/16	0,0625	1,588
5/64	0,0781	1,984
3/32	0,0938	2,381
7/64	0,1094	2,778
1/8	0,1250	3,175
9/64	0,1406	3,572
5/32	0,1563	3,969
11/64	0,1719	4,366
3/16	0,1875	4,763
13/64	0,2031	5,159
7/32	0,2188	5,556
15/64	0,2344	5,953
1/4	0,2500	6,350
17/64	0,2656	6,747
9/32	0,2813	7,144
19/64	0,2969	7,541
5/16	0,3125	7,938
21/64	0,3281	8,334
11/32	0,3438	8,731
23/64	0,3594	9,128
3/8	0,3750	9,525
25/64	0,3906	9,922
13/32	0,4063	10,319
27/64	0,4219	10,716
7/16	0,4375	11,113
29/64	0,4531	11,509
15/32	0,4688	11,906
31/64	0,4844	12,303
1/2	0,5000	12,700
33/64	0,5156	13,097
17/32	0,5313	13,494
35/64	0,5469	13,891
9/16	0,5625	14,288
37/64	0,5781	14,684
19/32	0,5938	15,081
41/64	0,6094	15,478
5/8	0,6250	15,875
43/64	0,6406	16,272
21/32	0,6563	16,669
45/64	0,6719	17,066
11/16	0,6875	17,463
47/64	0,7031	17,859
23/32	0,7188	18,256
49/64	0,7344	18,653
3/4	0,7500	19,050
51/64	0,7656	19,447
25/32	0,7813	19,844
53/64	0,7969	20,241
13/16	0,8125	20,638
55/64	0,8281	21,034
27/32	0,8438	21,431
57/64	0,8594	21,828
7/8	0,8750	22,225
59/64	0,8906	22,622
29/32	0,9063	23,019
61/64	0,9210	23,416
15/16	0,9375	23,813
63/64	0,9531	24,209
31/32	0,9688	24,606
	0,9844	25,003
—	1,0000	25,400

TABLEAU 7 - CONVERSION des POUCES en MILLIMETRES

pouces	millimètres	pouces	millimètres
1	25,39977	51	1.295,38835
2	50,79954	52	1.320,78812
3	76,19932	53	1.346,18789
4	101,59909	54	1.371,58766
5	126,99886	55	1.396,98743
6	152,39863	56	1.422,38720
7	177,79840	57	1.447,78697
8	203,19818	58	1.473,18674
9	228,59795	59	1.498,58651
10	253,99772	60	1.523,98628
11	279,39749	61	1.549,38805
12	304,79727	62	1.574,78582
13	330,19704	63	1.600,18559
24	355,59681	64	1.625,58536
15	380,99658	65	1.650,98513
16	406,39635	66	1.676,38990
17	431,79613	67	1.701,78467
18	457,19590	68	1.727,18444
19	482,59567	69	1.752,58421
20	507,99544	70	1.777,98398
21	533,39521	71	1.803,38375
22	558,79499	72	1.828,78352
23	584,19476	73	1.854,18329
24	609,59453	74	1.879,58306
25	634,99430	75	1.904,98283
26	660,39408	76	1.930,38260
27	685,78385	77	1.955,78237
28	711,19362	78	1.981,18214
29	736,59339	79	2.006,58191
30	761,99316	80	2.031,98168
31	787,39294	81	2.057,38145
32	812,79271	82	2.082,78122
33	838,19248	83	2.108,18009
34	863,59225	84	2.133,58076
35	888,99202	85	2.158,98053
36	914,39180	86	2.184,38030
37	939,79157	87	2.209,78007
38	965,19134	88	2.235,17984
39	990,59111	89	2.260,57961
40	1.015,99088	90	2.285,97398
41	1.041,39065	91	2.311,37915
42	1.066,79042	92	2.336,77892
43	1.092,19019	93	2.362,17869
44	1.117,58996	94	2.387,57846
45	1.142,98973	95	2.412,97823
46	1.168,38950	96	2.438,37800
47	1.193,78927	97	2.464,77777
48	1.219,18904	98	2.490,17754
49	1.244,58881	99	2.514,57731
50	1,269,98858	100	2.539,97708

TABLEAU 8 - CONVERSION des UNITES de POIDS

UNITÉ	dram	oz	lb	st	quintal (cwt) USA	quintal (cwt) Anglais	ton USA	ton Anglais	g	kg	t
1 Dram . . . . . dram	1	0,0625	0,0039	—	—	—	—	—	1,772	—	—
1 Ounce . . . . . oz	16	1	0,0625	0,0045	—	—	—	—	28,35	0,0284	—
1 Pound . . . . . lb	256	16	1	0,714	0,01	0,0089	—	—	453,6	0,4536	—
1 Stone . . . . . st	3.584	224	14	1	0,14	0,125	0,007	0,0063	6.350	6,35	—
1 Quintal U.S.A. . . cwt	—	1.600	100	7,14	1	0,893	0,05	0,045	—	45,36	0,0454
1 Quintal Anglais . . cwt	—	1.792	112	8	1,12	1	0,056	0,05	—	50,81	0,0508
1 Ton U.S.A. . . . ton	—	32.000	2.000	142,8	20	17,858	1	0,893	—	907,2	0,9072
1 Ton Anglais . . . ton	—	35.840	2.240	160	22,4	20	1,12	1	—	1,016	1,0161
1 Gramme . . . . g	0,5640	0,0353	0,0022	—	—	—	—	—	1	—	—
1 Kilogramme . . . kg	564	35,3	2,2046	0,1575	0,022	0,0197	—	—	1.000	1	—
1 Tonne . . . . . t	—	—	2.204	157,5	22,05	19,7	1,102	0,9842	—	1.000	1

TABLEAU 9 - COEFFICIENTS de MULTIPLICATION pour la CONVERSION des MESURES ANGLAISES en MESURES DECIMALES

Pour transformer	en	multiplier par
Pouce (*Inch*)	cm	2,54
Pouce² (*Square Inch*)	cm²	6.45
1/1.000 de pouce (*Mils*)	mm	0.0254
Mils circulaires (*Circular Mils*) . .	mm²	0,0005
Tours par pouce (*Turns per Inch*) .	tours par cm	0.396
Tours par pouce² (*Turns per square Inch*) . . .	tours par cm²	0,155
Pied (12 pouces) (*Foot*)	cm	30,4
Pied² (*square Foot*)	cm²	929
Pieds par livre (*Foot per Pound*) .	mètres par kg	0,671
Ohm par 1.000 pieds (*Ohm per* 1.000 *Foot*)	ohm par km	3,280
Yard (*Yard*)	m	0,914
Yard² (*square Yard*)	m²	0,836
Brasse (*Fathom*)	m	1,828
Pole rod ou perch (*Pole*)	m	5,029
Mile légal (*Statute Mile*)	km	1,609
Mile nautique (*Nautical Mile*) . .	km	1,853
Mile² (*square Mile*)	km²	2,590

Le Tableau 8, ci-dessus, groupe les unités de poids anglaises et celles du système métrique; il permet de convertir ces unités entre-elles. Comme on peut le remarquer, le « quintal » (cwt) et le « ton » américains n'ont pas le même poids que leurs homonymes anglais, aussi les avons nous mentionnés séparément. Donnons un exemple d'utilisation de ce tableau. Pour convertir un poids de 10 pounds en kilogrammes, on suit la ligne horizontale commençant par l'unité « Pound » et l'on trouve la valeur 0,4536 dans la colonne marquée « kg ». Il suffit alors de multiplier ce nombre par 10 (nombre de pounds), pour obtenir l'équivalent en kilogrammes, soit 4,536 kg. Pour convertir en grammes, on prendrait la valeur 453,6 dans la colonne « g ».

Le Tableau 9, ci-contre, donne les coefficients par lesquels il faut multiplier une mesure linéaire, ou de surface, anglaise pour obtenir la mesure correspondante dans le système métrique décimal.

Le Tableau 10, ci-dessous, permet de connaître le poids de 1 mètre de soudure en fil, avec ou sans décapant incorporé, pour les différents alliages et diamètres que l'on peut se procurer dans le commerce.

TABLEAU 10 - POIDS de la SOUDURE EN FIL

Diamètre du fil en mm	POIDS APPROXIMATIF - en grammes - D'UN MÈTRE DE FIL											
	Fil avec âme en résine décapante							Fil plein (sans âme)				
	Alliage Etain - Plomb							Alliage Etain - Plomb				
	20/80	30/70	33/67	40/60	50/50	60/40	70/30	20/80	30/70	33/67	40/60	50/50
3,00	60,00	60,60	60,00	58,40	55,80	53,80	51,50	74,60	71,70	70,72	69,00	66,20
2,50	43,70	42,20	41,60	50,50	38,80	37,30	35,80	51,80	49,80	49,22	47,90	46,00
2,00	28,00	26,90	26,65	25,95	24,80	23,90	22,90	33,20	31,90	31,44	30,60	29,40
1,75	21,43	20,62	20,43	19,90	18,35	18,35	17,60	25,40	24,40	24,08	23,40	22,50
1,50	15,73	15,15	15,00	14,60	13,90	13,42	12,88	18,65	17,90	17,70	17,25	16,55
1,25	10,92	10,52	10,40	10,12	9,70	9,33	8,95	12,92	12,45	12,30	11,98	11,45
1,00	7,00	6,72	6,66	6,48	6,20	5,97	5,72	8,28	7,65	7,87	7,65	7,35
0,75	3,92	3,78	3,74	3,64	3,49	3,35	3,22	4,75	4,46	4,43	4,30	4,13

Notre COURS DE TECHNIQUE RADIO
vous apportera chaque année :

52 leçons et exposés théoriques
52 leçons de technique appliquée
52 leçons de réalisations pratiques, de schémas et de références
52 exercices de révision, avec réponses aux questions posées
Un Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique, etc...

soit un total de plus de 1 872 **pages** de texte, figures ou tableaux, dans lesquelles seront traités, entre autres sujets :

Les transistors, les organes les plus récents, les plus révolutionnaires parmi les réalisations de l'Electronique. L'emploi des transistors s'étend rapidement : de très nombreux récepteurs et amplificateurs du commerce en sont dotés et leur nombre est, indubitablement, destiné à aller croissant car, de plus en plus, les transistors remplaceront les lampes thermoioniques. Il est, en conséquence, nécessaire que le radiotechnicien les connaisse, sache les utiliser, se rende compte pourquoi et comment ils diffèrent d'une lampe, soit tenu au courant des divers types et de leurs caractéristiques. Nous décrirons de nombreux montages de récepteurs, d'émetteurs et de dispositifs électroniques à réaliser avec des transistors.

Une autre technique en pleine évolution est celle dite : **Haute Fidélité.** Les exigences, en ce qui concerne la fidélité de la reproduction sonore, sont devenues nettement plus grandes. Le matériel employé dans la partie Basse Fréquence des nombreux récepteurs, dans les amplificateurs ou reproducteurs de toutes sortes, est allé constamment en se perfectionnant : il en est résulté de nouvelles techniques, de nouveaux circuits ou procédés qu'il faut connaître. Nous citerons, en particulier, **l'enregistrement magnétique** qui a vu le développement rapide des magnétophones, auquel fait pendant, dans la bataille entre le ruban et le disque, le microsillon. Récemment, tous deux ont encore affiné leur technique avec la **reproduction stéréophonique.**

Ces derniers temps, ont fait apparition des récepteurs et amplificateurs construits selon la technique des **circuits imprimés.** Ce sont des plaquettes en matière isolante sur lesquelles les connexions nécessaires à la liaison entre les divers éléments sont imprimées, sous la forme de conducteurs obtenus suivant certains procédés de la technique de l'imprimerie. Il est évident que ces circuits — adoptés parfois seulement pour une partie de l'appareil — permettent une réduction importante du prix de revient si le matériel est construit en grande série. On conçoit donc que le technicien doive, d'ores et déjà, savoir quels sont les points délicats et comment il doit se comporter au regard de ces nouvelles méthodes de construction. Notre Cours, le moment venu, étudiera ce procédé et illustrera ses moindres détails.

Une des activités les plus attrayantes dans le domaine de la Radio est celle de l'**Emission d'Amateur.** Tout le monde peut obtenir une autorisation d'émission en passant un examen facile sur les sujets et les matières exposées en détail dans notre Cours, mais nous ne nous limiterons pas simplement à la préparation à cet examen : nous donnerons des descriptions d'émetteurs, de récepteurs faciles à construire; nous ferons connaître les règlements qui régissent cette activité, les caractéristiques du matériel spécial, les préfixes, abréviations, etc... Rappelons que le Trafic c'est-à-dire les communications à distance entre les Amateurs du monde entier, est la forme la plus suggestive et la plus passionnante de l'activité dans le domaine de la Radio; c'est une activité qui conduit, le plus souvent, à la formation des techniciens les plus capables, comme le démontre amplement l'expérience. C'est, de ce fait, un passe-temps de la plus haute valeur instructive qui, dans le même temps, favorise les liens d'amitié entre les Amateurs de tous les continents.

Une forme particulière de cette activité est la **télécommande des modèles réduits.** Cette branche compte également de nombreux passionnés, et le sujet ne sera pas négligé, ni pour celui qui pratique déjà cette technique, ni pour celui qui désire s'y initier.

Les instruments et **appareils de mesure** sont, c'est évident, d'une importance capitale. Sans eux, on peut dire que toute activité et toute notion sont vaines et incomplètes dans notre domaine : l'ingénieur et l'amateur, le dépanneur et l'installateur et même le commerçant averti ont tous besoin d'effectuer des contrôles d'efficacité, des mesures de rendement, des vérifications, des recherches de pannes, des étalonnages, mises au point, etc... toutes opérations qui se font au moyen d'appareils de mesure. Il existe naturellement, pour chaque opération, des instruments particuliers et nous en donnerons les détails de construction, la technique à employer, ainsi que leur utilisation dans des cas généraux ou particuliers. Nous traiterons, ainsi, des méthodes de **mise au point** et de la **recherche des pannes.**

C'est un fait connu que les laboratoires de recherches appliquées les plus avancés et les plus fameux du monde sont ceux des Etats-Unis. De ce pays arrivent les découvertes les plus sensationnelles dans le domaine de la radio, de même que les applications, les schémas qui font suite à ces découvertes lorsqu'elles passent dans le domaine de l'exploitation et du développement industriel. Et, bien qu'il soit de la plus grande utilité, pour un technicien, de connaître la langue anglaise et de pouvoir suivre le progrès directement dans les revues américaines, celui qui ne connaît pas cette langue pourra tout de même interpréter suffisamment les schémas et les indications importantes s'il a la possibilité de consulter un **dictionnaire technique Anglais - Français.** C'est ainsi que nous publierons, dans chaque fascicule, quatre pages de vocabulaire et termes techniques avec leurs traductions, et nous sommes certains que cela se révèlera utile même à ceux qui connaissent la langue.

En un an, à domicile, un Cours de Radio qui vous coûtera seulement 1 F 60 par semaine

Vous possèderez une collection de presque 1460 pages; un précieux manuel encyclopédique d'électronique.

IMPORTANT : si les prochains numéros vous intéressent, avisez dès à présent votre fournisseur.