

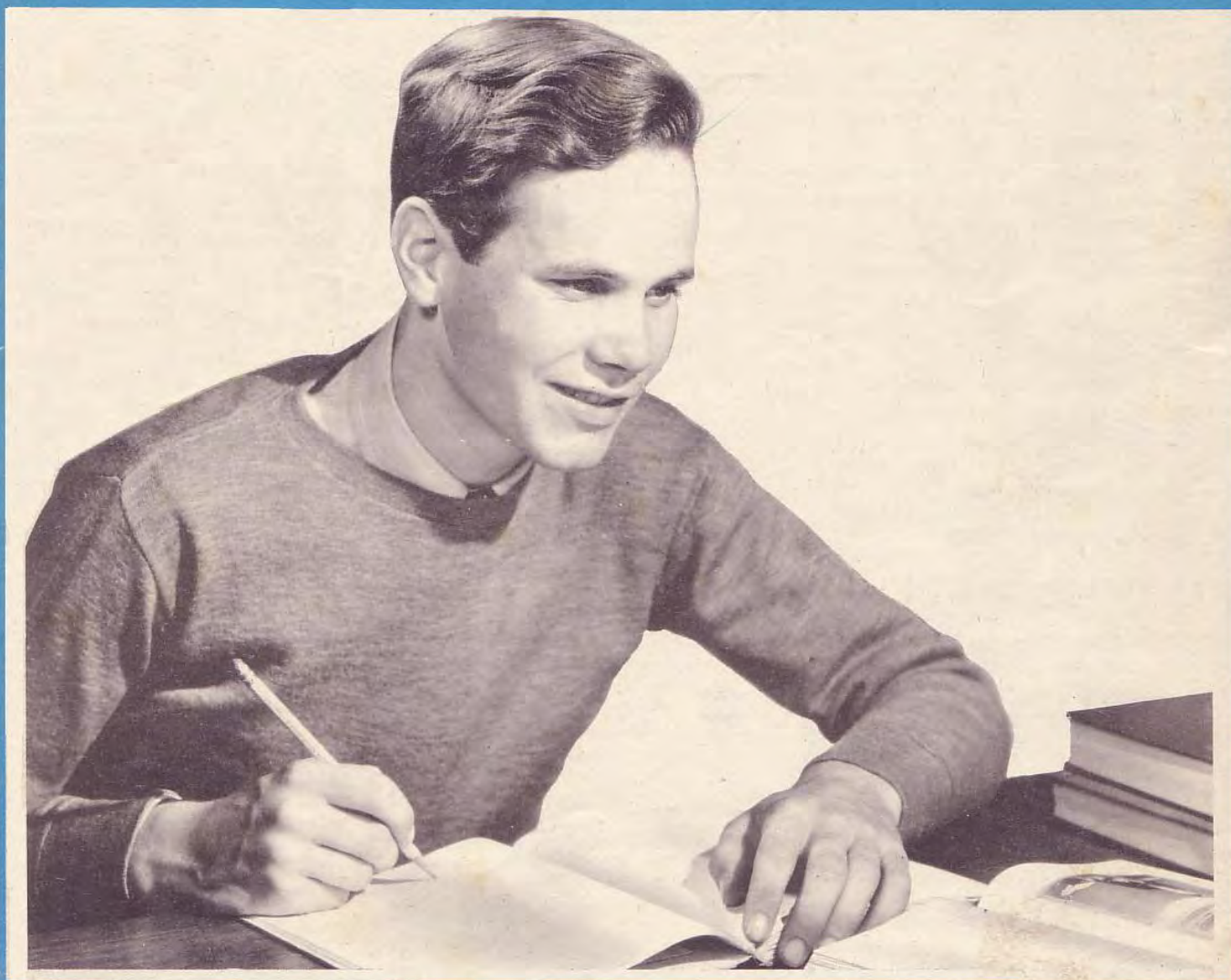
2

vosre Carrière
revue hebdomadaire avec

cours de

TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



REVUE HEBDOMADAIRE POUR LA FORMATION PROFESSIONNELLE — 8/14 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: PUBLEDITEC - 13 Rue Charles Lecocq - Paris (15^e) - 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.

voire Carrière

revue hebdomadaire

Secrétaire de Rédaction: J. LAVERGNE



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, ou si vous craignez d'être privé de quelques numéros, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire.

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse ou d'un coupon-réponse.

COPYRIGHT

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

LA SEMAINE PROCHAINE

Courrier technique - Chronique des métiers de la Radio - L'émission et la réception radio - L'émetteur - Le récepteur - Les principaux éléments - Antenne et circuit oscillant - Inductances - Capacité - Le reproducteur de sons - Récepteurs de radio simples - Dessin des schémas - Récepteurs à cristal - Le choix du matériel - Le détecteur - Les condensateurs - Les bobines - Le reproducteur de sons - L'antenne - Principes généraux de réalisation - Symboles schématiques - Questions sur la 7^{ème} et la 8^{ème} leçons - Réponses aux questions du numéro précédent - Tableau des diodes révélatrices - Construction de deux récepteurs à cristal: modèle simple - modèle à haut rendement - Antennes - Dictionnaire Anglais-Français.

Sommaire

★ Courrier technique	page 2
★ Chronique des métiers de la Radio	» 3
★ Notions fondamentales d'électricité	» 5
★ Matériel de construction	» 14
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 17
★ Symboles et abréviations - Formules	» 27
★ Symboles schématiques	» 27
★ Questions sur la 4 ^{ème} et 5 ^{ème} leçons	» 27
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 28
★ Code des couleurs des valeurs ohmiques	» 28
★ Code des couleurs pour résistances	» 29
★ Courant maximum en mA, admissible dans une résistance	» 30
★ Tableau périodique des éléments	» 31
★ Conversion des pouces cube en centimètres cube	» 32
★ Conversion des centimètres cube en pouces cube	» 32
★ Conversion des pintes en litres	» 32
★ Conversion des fractions de litres en pintes	» 32
★ Equipement et Composants	» 33

Courrier technique

A tous les lecteurs — Nous remercions les lecteurs qui nous ont déjà suggéré des arguments et des rubriques à réaliser. Nous publions donc dès ce numéro les rubriques « Courrier Technique » et « Equipement et Composants » lesquelles, destinées à se développer, apporteront une note utile d'actualité.

R. DUPRE, demande s'il est possible d'établir des communications radio sous-marines.

Comment se comportent les ondes électromagnétiques émises par un émetteur, ceci est exposé dans une des leçons contenues dans le premier fascicule. Bien entendu, nous reviendrons, par la suite, sur ce sujet, en particulier lorsque nous traiterons les antennes, le moyen nécessaire et pour émettre et pour capter les ondes elles-mêmes.

Disons cependant que l'examen de leur comportement s'effectue en considérant leur présence dans l'éther. Si à l'air ou à l'atmosphère on substitue une masse d'eau, il est à observer que le milieu dans lequel elles sont émises, et qu'elles traversent, n'est plus un bon isolant diélectrique (l'eau présente toujours une proportion de sels dissous); d'où, étant donné la conductibilité qu'offre l'eau, une dissipation d'énergie électromagnétique qui apporte au lieu d'une propagation de l'onde, une transformation en chaleur. Cependant si l'on a recours à de grandes ondes (ou plutôt à de très grandes ondes: très basse fréquence) ainsi qu'à une puissance élevée d'émission, il est possible de capter les signaux à quelques mètres au-dessous du niveau de la mer. La marine mili-

taire américaine, par exemple, a recours à ce système pour son service destiné aux sous-marins. Utilisant un émetteur situé en Californie, doté de très grandes antennes, il est possible en utilisant une puissance d'au moins 10 000 kilowatts, d'établir des communications avec des sous-marins immergés à une profondeur ne dépassant pas douze mètres, aussi dispersés dans le monde soient-ils.

S. NARTEAU nous pose quelques questions sur les aiguilles utilisées dans les « pick-up » des tourne-disques.

Sans aucun doute, comme vous le pensez vous-même, le poids par lequel le « pick-up » grave sur le disque, au moyen de l'aiguille, a une grande importance sous tous les aspects: reproduction, usure du disque, usure de la pointe. Ce poids varie suivant le type du « pick-up »; généralement on essaie de le réduire à quelques grammes (deux ou trois environ) car on facilite ainsi la double lecture (en profondeur et latérale) qui est nécessaire pour le sillon des disques stéréophoniques. Si l'aiguille est en diamant, elle peut, dans ces conditions, être maintenue en bon état jusqu'à 2 000/2 500 lectures du disque; si elle est en saphir, beaucoup moins, c'est-à-dire, 300/400 lectures.

Le remplacement de l'aiguille est presque toujours possible et on trouve dans le commerce des aiguilles de rechange pour presque tous les genres de « pick-up ». Nous pouvons effectuer un examen visuel de l'état de la pointe en l'observant à l'aide d'une loupe: elle doit avoir la forme d'un cône régulier, un peu arrondi.

Chronique des métiers de la radio

VOL VERS L'AUSTRALIE D'UN RADIO-NAVIGANT

par J. LAVERGNE

Dans le numéro précédent, nous avons vu l'installation radio d'un avion long-courrier de l'après-guerre. C'est à bord de celui-ci que nous allons partir pour un long voyage qui nous conduira presque aux antipodes, exactement jusqu'à Melbourne.

En effet, nous sommes en 1956 et l'ouverture des XVIèmes Jeux Olympiques approche; pour la première fois depuis leur création, ils auront lieu en Australie. Notre Compagnie, en raison de la grande capacité de transport des « Armagnac », a été choisie pour transporter à Melbourne les équipes olympiques hongroises et tchèques.

Cette dernière équipe est déjà en route depuis huit jours. Mais les tragiques événements de Hongrie ont rendu quelque peu difficile le départ de la délégation hongroise, et devant l'impossibilité de nous poser à Budapest, nous irons la chercher à Prague.

C'est pourquoi, en ce matin déjà très frais du 6 novembre 1956 nous nous apprêtons à décoller d'Orly pour Prague. Nous décollons sur Iest à 03 h 08 TU* d'Orly après l'obligatoire « check-list » et surtout une vérification « départ » particulièrement soignée de mon matériel et de ses rechanges. Ce ne sera pas inutile, car dès l'escale de Prague, je serai obligé de récupérer dans la soute, le récepteur de rechange, le n° 1 n'ayant pas attendu davantage pour rendre l'âme.

Après trois heures d'une navigation zigzagante dans les couloirs aériens de l'Allemagne — il y a souvent moins de cinq minutes entre deux radiophares et, pendant ce temps, si bref, il faut indiquer sa position au Contrôle régional, lui donner son heure estimée pour la balise (le « beacon ») suivante avec les conditions

* Temps Universel. Toutes les heures sont en GMT, il y a donc 1 h d'écart avec l'heure française et à Melbourne il y aura 10 h 30. Tous les avions et tous les bateaux du monde ont adopté l'heure GMT (Greenwich Mean Times).

de vol: FBAVC QFG SGT 0450 TU QAH 9 500 feet QBP eto DIK 0,456 TU* et tout de même un peu avant d'y arriver, régler un radio-compas sur le beacon suivant !

Descente, approche et atterrissage sans histoire à Prague; sur le plateau où se trouve l'aérodrome, une température sibérienne ou presque nous accueille. Nos passagers sont là, et, pendant que je change mon récepteur, les mécaniciens embarquent par la trappe du plancher les Kayacks du team hongrois, qui seront amarrés au plafond de la cabine arrière.

Nous redécollons à 09 h 34 pour Istamboul, via Innsbruck et le col du Brenner, Bolzano, l'Adriatique, Athènes et Salonique. Le temps n'est pas très favorable et la plus grande partie du parcours se passe dans les nuages. Aussi nous sautons d'un beacon à l'autre. Nous ne retrouvons le soleil que dans le canal d'Otrante, ce qui nous permet de contempler à 11 000 pieds d'altitude l'isthme de Corinthe, Athènes et l'Acropole. Ce n'est qu'à la nuit tombante que nous nous posons à Yesilkoï, l'aérodrome international d'Istamboul.

Nous passerons la nuit sur les bords du Bosphore, que nous ne verrons bien que le lendemain matin après le décollage, volant à basse altitude quelque peu en infraction avec les règles du survol des Détroits.

Depuis les événements de Suez, certains Etats Arabes ne laissent plus circuler les avions français et anglais dans leur espace aérien. Nous sommes donc obligés de survoler toute la Turquie pour rejoindre la frontière Nord de l'Iran, avant de mettre cap au Sud pour aller nous poser à Abadan au fond du Golfe Persique. Le détour est immense, car la route normale à partir d'Athènes est Beyrouth, Damas, Bahrein et Karachi! En outre, cette route est nettement mieux balisée au point de vue radio et le relief y est moins élevé. Sur presque tout le parcours, nous serons obli-



Fig. 1 - (à gauche) Calcutta-le Jain Temple.

Fig. 2 - (à droite) Bateau de pêche à balancier quittant le port de Karachi.





Fig. 3 - Le grand pont sur le Gange vu des Burning Ghats.

gés de voler à 19 000 pieds (5 700 mètres), car au voisinage de la route, quelques sommets dépassent 4 000 mètres et le temps est bouché. Après 6 h 45 de vol, nous arrivons tout de même à Abadan, où souffle un vent glacial qui descend du plateau d'Iran.

Les pleins d'essence terminés, nous repartons aussitôt pour Karachi, nous reprenons la route normale au beacon de Sharjah, après prise de contact « graphie » avec le contrôle de Bahrein 2 AE dont la veille efficace et vigilante comble bien des lacunes et déficiences des FIR voisines.

Jiwani est le radiophare à l'entrée de la FIR Karachi ou plutôt l'était, car il est en panne depuis plus d'un an. Les autorités pakistanaïses attendent la participation financière des compagnies utilisatrices pour la réparation et l'entretien, or celles-ci ne semblent pas du tout pressées. Après quelques minutes, les radio-compas « accrochent » les signaux des puissants beacons et le radio-range de Karachi.

La météo est toujours aussi favorable, la nuit claire et la procédure d'approche identique aux arrivées précédentes; nous atterrissons à 21 h 30 à APKC soit environ à minuit, heure locale.

Nous ne repartirons que le lendemain soir à la même heure pour arriver à Calcutta à 3 h 32 TU soit à 8 h 32, heure locale. Les Indes sont très bien balisées radioélectriquement et il y a suffisamment d'agglomérations jalonnant la route pour que, même de nuit, la navigation ne pose pas de problèmes. Il n'en est pas tout à fait de même avec les communications HF: dans une atmosphère aussi saturée d'humidité, la réception est très brouillée par les atmosphériques (QRN), rendant l'écoute assez pénible. Mais AWC (indicatif de Calcutta) veille avec soin et les messages de position complétés par le QRE, passent tant bien que mal jusqu'au QSY VHF. Et c'est l'atterrissage à Dum-Dum Airport où malgré l'heure matinale, une moiteur étouffante nous oppresse. Deux heures plus tard, nous redécollons vers Singapour, au cap direct sur le détroit de Malacca, écornant au passage la FIR de Rangoon avant de pénétrer dans celle de Singapour.

Les choses se gâtent dans le détroit où nous sautons d'un orage dans l'autre. C'est assez violent et je n'ai

que le temps de passer un QAZ avant de couper émetteur et antennes. Après une heure de ce divertissement, nous arrivons enfin à Singapour, où heureusement l'aérodrome est dégagé. Nous posons après quelques minutes de Stacking au sud du terrain et aussi quelques changements de fréquence VHF avant que la tour ne nous donne l'autorisation de nous présenter en approche final. Depuis Karachi, nous aurons fait 14 h 05 de vol dont 7 h 10 de nuit. Il règne ici la même chaleur qu'à Calcutta, sinon davantage, et la journée d'escale du lendemain sera la bienvenue, pour nous aussi bien que pour les athlètes hongrois que ces rapides changements de climat et de nourriture éprouvent beaucoup.

QUELQUES PRECISIONS.....

FBAVG à la verticale du beacon de Stuttgart à 04 h 50 TU altitude 9 500 feet (2 850 m), partiellement dans les nuages, estime survoler le beacon de Dinkelsbühl à 0456 TU. (FBAVG s'énonce Fox-trot, Bravo, Alpha, Victor, Golf).

Le code Q utilisé internationalement comprend environ 230 groupes qui permettent non seulement le trafic radiotélégraphique, mais encore la notation rapide des communications radiotéléphoniques.

QRN : je suis brouillé par les atmosphériques.

QRM : je suis brouillé par d'autres communications en cours.

QRE : je pense arriver à... heures à xxxx.

QSY : je passe sur la fréquence...

QAZ : je vole dans un orage.

QGP : votre tour d'atterrissage est le n°...

FIR : Flight Information Region - Centre régional de contrôle et d'information en vol. La France est divisée, du sol à 30 000 pieds, en trois FIR: Paris, Bordeaux et Marseille, qui s'étendent sur les portions de mer qui les bordent, parfois très loin comme pour celle de Paris.

Au-dessus, « France-Contrôle » coiffe les trois FIR, en attendant Euro-Contrôle...

APKC: Les aérodromes ont un indicatif en 4 lettres. Ceux-ci ont d'ailleurs changé depuis 1959 pour un meilleur acheminement des messages. La première lettre indique la zone géographique, la deuxième le pays, la troisième la FIR et la quatrième désigne l'aérodrome.

Exemple Orly: LFPO, Alger: DAAG, Karachi: APKC est devenu MKKK, Calcutta: VTEA est devenu WCCC.

Stacking: attente à des niveaux différents sur un circuit en hippodrome, repéré sur une balise proche de l'aérodrome. Dès que l'avion le plus bas se pose, tous les autres avions descendent d'un palier jusqu'à ce qu'ils soient en QGP1.

Beacon: balise contenant un émetteur radio diffusant en permanence des signaux de repérage; on l'identifie par sa fréquence et son indicatif.

NOTIONS FONDAMENTALES D'ELECTRICITE

Nous avons jusqu'ici examiné, dans notre partie théorique — dans ses grandes lignes quoique d'une manière suffisante pour le but que nous proposons dans cette introduction — le phénomène des oscillations sonores et électromagnétiques, ainsi que l'application pratique de ces dernières. On sait que c'est précisément ces applications qui ont rendu possibles les télécommunications, c'est-à-dire les communications à distance, qui constituent l'objectif premier et essentiel de la technique radio.

Connaissant le phénomène des oscillations, il est maintenant nécessaire de se tourner vers l'autre élément qui est à la base de tous les sujets que nous étudierons : **l'électricité**.

En vérité, il est très difficile de rencontrer, de nos jours, quelqu'un qui n'utilise pas l'électricité ou qui ne connaisse pas les appareils électriques ou électroniques. Beaucoup de ces appareils électriques qui, il y a seulement quelques années, étaient des objets de luxe, sont actuellement considérés comme indispensables dans la vie courante.

La lumière électrique, le téléphone, la radio, la télévision, les réfrigérateurs, la cuisinière électrique et l'automobile sont des choses universellement acceptées, de nos jours, comme étant logiques et naturelles. Nous tous manœuvrons un interrupteur électrique sans considérer, le moins du monde, le vaste et complexe réseau dont il fait partie, ni la quantité de phénomènes qui doivent se produire pour que la lumière jaillisse, par une aussi simple intervention de notre part.

De même, quand nous allumons un appareil de radio, un téléviseur ou autre, tant que son fonctionnement est correct, le résultat est considéré comme étant une chose toute naturelle, sans que nous nous préoccupions, le moins du monde, des phénomènes qui sont mis en jeu.

Avant la première guerre mondiale, l'électricité était encore, on peut le dire, dans son enfance. Par la suite, particulièrement en ce qui concerne la branche qui nous intéresse le plus — l'électronique — il y eut, pendant la deuxième guerre mondiale, un développement très rapide, conséquence évidente des besoins militaires. Un tel développement se poursuit au même rythme encore de nos jours, avec des résultats surprenants; l'électricité dirige les fusées, les satellites, pilote les navires, contrôle les opérations industrielles, exécute des calculs incroyables et pénètre chaque jour davantage dans toutes les manifestations de la vie quotidienne.

Des innovations aussi nombreuses rendent nécessaires, pour chacun d'entre nous, outre une révision des notions techniques et des méthodes de construction plus anciennes, l'étude et l'acquisition des connaissances utiles pour l'entretien, l'utilisation et la réparation des appareils électriques; notions qui, répétons-le, sont fondamentales pour l'étude ultérieure et complète de la technique radio.

Le but de cette leçon est donc d'exposer sur une base moderne, les principes fondamentaux de l'électricité; de permettre au lecteur ne disposant pas encore de ces connaissances, de se rendre compte de ce qui se passe dans les circuits électriques qu'il rencontrera dans la pratique.

Indépendamment du fait que son travail s'orientera, par la suite, dans le domaine des réparations, des études ou des contrôles, le technicien doit être familiarisé au maximum avec la théorie qui est à l'origine de tout le fonctionnement.

L'ELECTRICITE

Le terme « électricité » dérive du mot grec « électron » qui signifie ambre jaune; les Grecs, dans l'antiquité, l'utilisaient pour désigner l'étrange force d'attraction et de répulsion qui se manifestait autour d'un morceau d'ambre préalablement frotté avec un chiffon. Ils ignoraient les causes de ces forces.

En 1733, le français Du Fay observa que, si un morceau de verre est frotté avec une peau de chat, tous deux « s'électrisent », mais que le verre, dans ce cas, attire les objets qui, par contre, sont repoussés par la peau de chat et vice-versa. De telles observations, Du Fay en conclut justement qu'il existe deux genres d'électricité, exactement opposés entre eux.

Par la suite B. Franklin introduisit les termes **positif (+)** et **négatif (—)** pour distinguer les deux sortes différentes d'électricité. Il définit comme étant électrisé *positivement*, un corps qui présente le même type de charges qu'un morceau de verre frotté avec une pièce de soie, et *négativement* ceux qui présentent le même type de charges qu'un morceau de caoutchouc frotté avec une peau de chat. Franklin appela, en outre, électriquement *neutres* tous les corps qui ne présentaient aucune charge.

Des études ultérieures sur ce sujet, conduiront à une définition d'une plus grande rigueur scientifique que nous verrons au cours de cette leçon.

La question « qu'est-ce que l'électricité? » a préoccupé, pendant de nombreuses années, les plus grands

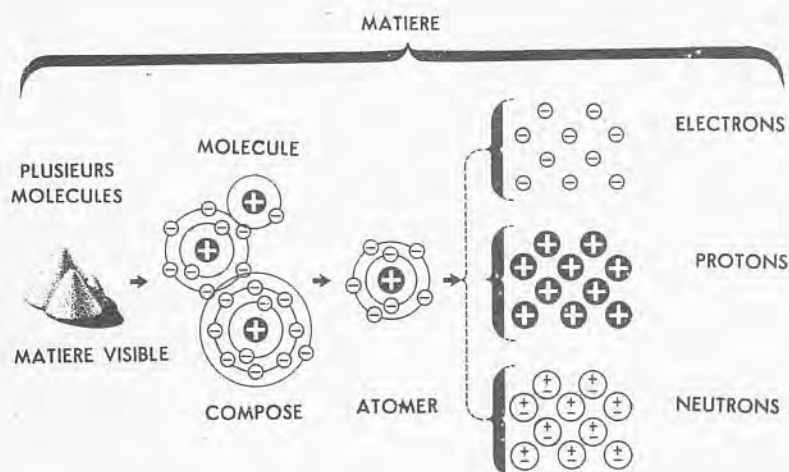


Fig. 1 - La « matière » qui nous entoure est formée de « molécules »; celles-ci à leur tour — peuvent être divisées en « éléments » simples, formés « d'atomes ». Dans un atome nous trouvons un « noyau », composé de « protons » et de « neutrons », ainsi que des « électrons »: ceux-ci tournent autour du noyau.

savants du monde et, même encore de nos jours, il n'a pas été possible de trouver une réponse complète. Toutefois, grâce à toutes les études entreprises, il a été possible d'énoncer des théories qui se sont révélées logiques et efficaces; en outre, les lois selon lesquelles elle agit se sont développées, divulguées et comprises toujours mieux, tant et si bien que de nos jours n'importe quelle chose peut être considérée et expliquée comme étant le produit, direct ou indirect, des phénomènes électriques.

LA MOLECULE

Les objets qui forment le monde qui nous environne sont formés par ce qu'on appelle la **matière**, (voir figure 1), laquelle, physiquement, est la substance commune dont nous possédons l'expérience quotidienne et dont la nature peut être synthétisée de la façon que nous allons exposer.

La matière, de la manière dont elle se manifeste communément, est composée, en dernière analyse, de **particules**. Considérons, par exemple, un cristal de sel de table; si on le divise en fragments de plus en plus petits, on obtiendra à la fin des particules tellement petites qu'elles ne pourront plus être divisées par la suite, tout en demeurant des particules de sel: de telles unités prennent le nom de **molécules**.

On sait, aujourd'hui, que le sel est composé de deux éléments différents: le chlore et le sodium; la molécule de sel est donc la plus petite quantité, en physique, d'un tel ensemble (ou combinaison chimique) formé par ces deux éléments constituants. *La molécule est la particule considérée comme étant à la base de la plus grande partie des réactions chimiques.*

La cuisson du pain, l'explosion de la dynamite, les transformations des aliments en un composant du sang, ne sont autre chose que des phénomènes dans lesquels les molécules sont formées ou divisées.

L'ATOME

L'étude de la chimie montre d'une manière évidente que la molécule, que nous venons de voir, est loin d'être la plus petite partie en laquelle la matière peut

être divisée. La molécule de sel déjà citée, par exemple, peut être décomposée en deux éléments radicalement différents: le chlore et le sodium, comme nous avons vu. Ces particules qui constituent la molécule, peuvent être isolées et étudiées séparément: elles sont appelées **atomes**.

L'atome est la particule la plus petite constituant le type de matière que l'on nomme **élément**. Dans le cas cité plus haut, les éléments sont le sodium et le chlore.

L'élément garde ses caractéristiques propres même divisé en atomes.

Jusqu'à nos jours, on a isolé plus de cent éléments, lesquels peuvent être rangés dans une table en ordre croissant de poids et groupés en familles ayant des propriétés semblables. Cette table est appelée « Table périodique des éléments ».

L'idée suivant laquelle toute la matière est composée d'atomes remonte aux Grecs — il y a plus de 2000 ans — et le nombreux siècles passeront avant que l'étude de la matière prouve que l'idée fondamentale de la structure atomique était exacte.

Les physiciens exploreront, enfin, la constitution de l'atome et découvriront par la suite qu'il se subdivise encore en particules plus petites.

Le cœur de l'atome s'appelle le **noyau**, dans lequel est concentrée la plus grande partie de la masse (masse atomique); le noyau peut être comparé au soleil de notre système planétaire, autour duquel tournent les planètes. Il contient les **protons** (particules pourvues de charges électriques positives) et les **neutrons**, électriquement neutres.

La plus grande partie du poids d'un atome est dans les protons et les neutrons qui constituent le noyau; autour d'eux tournent une ou plusieurs particules plus petites pourvues de charges électriques négatives, les **électrons**.

Normalement, dans chaque atome il y a un proton pour chaque électron, de sorte que la charge positive totale du noyau est équilibrée, c'est-à-dire neutralisée, par la charge négative totale des électrons qui l'entourent; par suite **l'atome est électriquement neutre**.

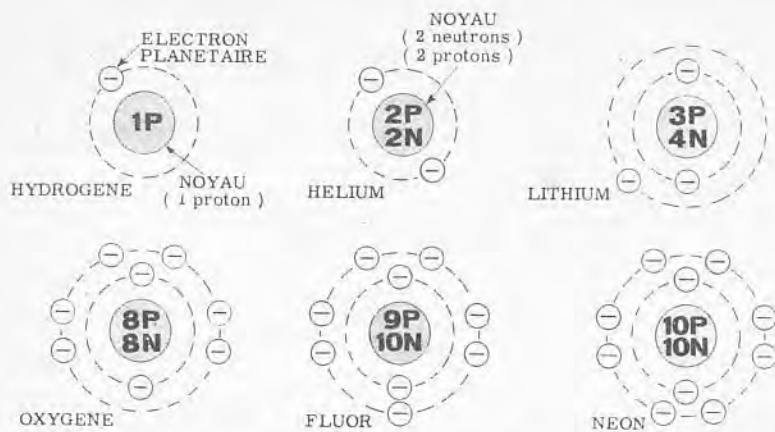


Fig. 2 - Le nombre des protons caractérise l'élément. Structure atomique des éléments: Hydrogène, Hélium, Lithium qui ont respectivement 1 proton; 2 protons et 2 neutrons; 3 protons et 4 neutrons. Les atomes des éléments Oxygène, Fluor et Néon ont respectivement: 8 protons et 8 neutrons; 9 protons et 10 neutrons; 10 protons et 10 neutrons. Tout autour tournent 8, 9 et 10 électrons.

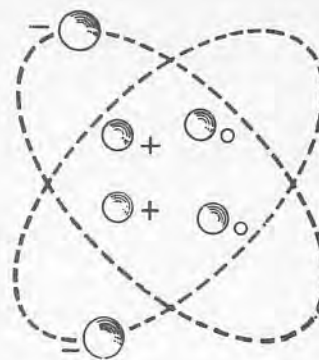


Fig. 3 - Pour nous faire une idée plus exacte de la structure atomique, voici figuré à nouveau l'atome d'Hélium, avec son noyau contenant 2 protons (+), et 2 neutrons (0), autour duquel tournent 2 électrons (-).

Ces électrons ne tombent pas et ne pénètrent pas dans le noyau bien qu'ils soient fortement attirés. Leur propre mouvement de rotation évite la chute — à cause de la force centrifuge — comme cela se produit pour les planètes par rapport au soleil.

Le nombre des protons, qui correspond généralement au nombre des électrons, détermine l'élément, comme on peut le voir dans la **figure 2** qui montre, en un modèle simplifié, divers atomes d'éléments différents, nous basant sur le fait que les électrons décrivent des orbites autour du noyau, tout comme les planètes.

Par exemple, l'hydrogène a un noyau contenant un seul proton, autour duquel tourne un seul électron. L'atome d'hélium possède un noyau contenant deux protons et deux neutrons, avec deux électrons qui tournent autour de lui (**figure 3**).

A la fin de la liste des éléments, rangés en ordre de poids atomiques croissants, on trouve le mendelevium qui est un élément découvert récemment et dont l'atome est formé de 101 protons et 101 électrons.

La Table périodique des éléments, dont nous avons parlé, est une liste ordonnée des éléments classés par *numéros atomiques* croissants (suivant le *nombre des électrons* tournant autour du noyau), et également par ordre de *poids atomique* (correspondant au *nombre des protons et des neutrons* contenus dans le noyau).

Les divers éléments et leurs atomes respectifs ont des poids différents les uns des autres et celui qui se rapproche le plus de l'unité est l'hydrogène, dont le poids atomique est d'environ 1,008, par rapport à celui de l'oxygène qui est 16 (8+8). L'hélium a un poids atomique approximatif de 4 (2+2), le lithium de 7 (3+4), le fluor de 19 (9+10), et le néon de 20 (10+10), comme on peut le voir dans la **figure 2**.

Les électrons de l'orbite extérieure de certains éléments peuvent être séparés facilement du noyau positif de l'atome et peuvent être contraints à se mouvoir dans les métaux, dans le vide ou dans des gaz et, en général, ces électrons ont des caractéristiques très importantes.

Le poids d'un électron est très petit par rapport à

celui d'un proton ou d'un neutron, (environ $1/1845$ du poids du proton de l'atome le plus léger, l'hydrogène). Le poids d'un électron est de l'ordre de 9×10^{-28} gramme et la charge électrique négative est de $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb. (Nous verrons bientôt la signification de cette unité de mesure de la charge électrique). Par suite de ses caractéristiques, l'électron est une particule très active, présentant de nombreuses possibilités d'utilisation pratique.

Ionisation

En principe, un atome tend à conserver son état naturel, c'est-à-dire celui dans lequel son énergie interne est minimum; mais si celle-ci devient plus grande, l'atome devient **excité**. L'excitation peut être provoquée par des causes diverses, comme par exemple, à la suite d'un choc de l'atome avec une particule positive ou négative se déplaçant à grande vitesse qui peut céder toute ou une partie de son énergie à l'atome lors de la collision. L'excédent d'énergie ainsi absorbée par l'atome peut être, alors, suffisant pour que les électrons de l'orbite extérieure, faiblement attirés par le noyau, abandonnent leur position malgré la force qui tend à les y maintenir.

Un atome qui a ainsi perdu ou capté un ou plusieurs électrons, est dit **ionisé**. S'il perd un électron, l'atome est chargé positivement et devient un **ion positif**, tandis que s'il en capte de nouveaux, il se charge négativement et devient un **ion négatif**. Par suite, on appelle « **ion** » une particule de matière portant une charge positive ou négative bien déterminée.

Electrons libres

Quand un électron d'une orbite extérieure se trouve être séparé d'un atome, il devient un **électron libre**, et quelques électrons des atomes de certains métaux sont si faiblement liés au noyau qu'ils sont à peu près libres de se déplacer d'atomes en atomes; la plus petite force, ou le moindre accroissement d'énergie provoque le déplacement et les transforme en électrons libres. Un tel mouvement d'électrons libres constitue le passage du courant électrique dans un conducteur.

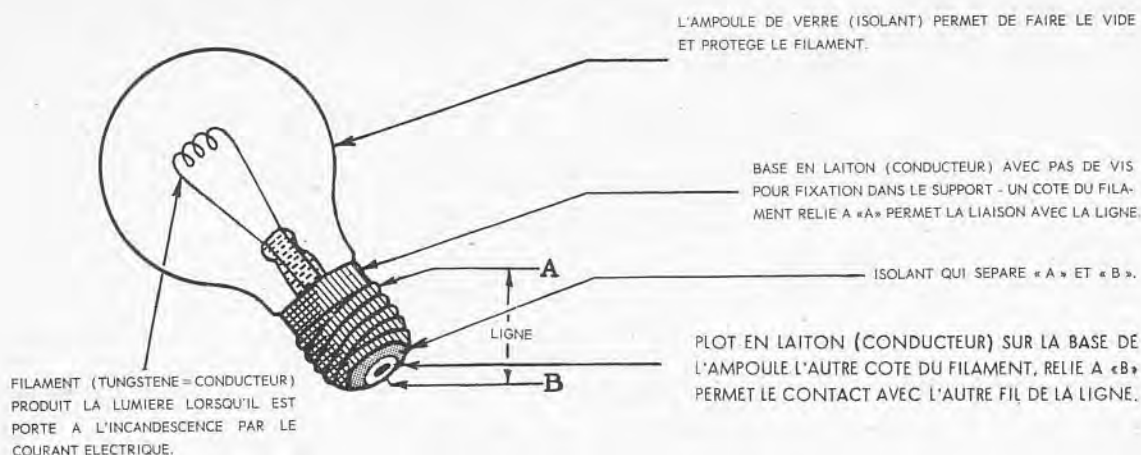


Fig. 4 - Structure d'une lampe dans laquelle sont utilisés des matériaux conducteurs et isolants.

CONDUCTEURS et ISOLANTS

D'une manière générale, tous les matériaux peuvent être divisés en deux grandes catégories: les *conducteurs* et les *isolants*. Une telle subdivision est basée sur leur aptitude plus ou moins grande à permettre le passage d'un courant (mouvement d'électrons), et une telle aptitude est, à son tour, en étroite relation avec la structure atomique.

Conducteurs

Un bon conducteur est un corps qui possède un grand nombre d'électrons libres, et, dans un certain sens, tous les métaux sont conducteurs de l'électricité, quoique certains le soient plus que d'autres. Parmi ces conducteurs se trouvent l'argent, le cuivre, l'aluminium, etc... mais il convient de souligner que si l'argent, par exemple, est un meilleur conducteur que le cuivre, celui-ci est plus largement utilisé, car il est plus économique. L'aluminium est employé comme conducteur dans les cas où le facteur poids est d'importance capitale.

La capacité que possède un corps de conduire l'électricité dépend également de ses dimensions: en fait, les conducteurs se présentent sous forme de barres, tubes ou feuilles, mais ils sont principalement utilisés sous forme de fils. Nous connaissons tous les câbles téléphoniques et les lignes de distribution de l'énergie électrique: ces dernières sont réalisées en fils conducteurs et transportent l'électricité d'un point à l'autre, jusqu'à notre maison, pour nous fournir la lumière et faire fonctionner tous les appareils électro-domestiques.

Les conducteurs, dans leurs diverses applications, sont de diamètres variés, depuis celui d'un cheveu (pour la construction des bobines mobiles des instruments de mesure les plus délicats), jusqu'à ceux de grande dimension utilisés pour les lignes d'alimentation des tramways et des chemins de fer. D'une manière générale, la capacité de conduire l'électricité est fonction directe de la surface de la section du conducteur; cela est dû au fait que, plus grande est la sec-

tion, plus grand est le nombre des atomes présents et, par suite, plus nombreux sont les électrons libres.

Les fils à brins multiples sont employés quand une certaine flexibilité est nécessaire; c'est le cas, par exemple, des lampes portatives, des fers à repasser, des radiateurs, etc...; en outre, dans le but de les rendre plus maniables et moins sujets aux variations de température et des conditions extérieures, ces conducteurs sont recouverts de caoutchouc, de coton, de plastique ou d'émail. De tels revêtements évitent également ce que l'on appelle les *courts-circuits* (qui sont des contacts indésirables entre les fils et les objets extérieurs ou entre les fils eux-mêmes) et les pertes de courant; ils sont constitués de matériaux dits *isolants*.

Isolants

Les corps isolants sont des éléments — ou des combinaisons d'éléments — dont la structure atomique est telle, que les mouvements des électrons, d'atomes à atomes, sont pratiquement nuls: on dit qu'un *corps isolant a peu d'électrons libres*.

Il n'existe aucun corps connu qui soit un isolant parfait, au travers duquel il soit impossible de faire passer un courant, mais, par contre, il en est certains qui sont si peu conducteurs que, pour les usages courants, ils peuvent être considérés pratiquement comme des isolants presque parfaits.

La porcelaine, le verre, l'air, le bois sec, le caoutchouc et l'huile sont considérés comme étant des isolants et nous donnons, ci-dessous une brève liste récapitulative des meilleurs conducteurs et des meilleurs isolants dans l'ordre décroissant de leur qualité.

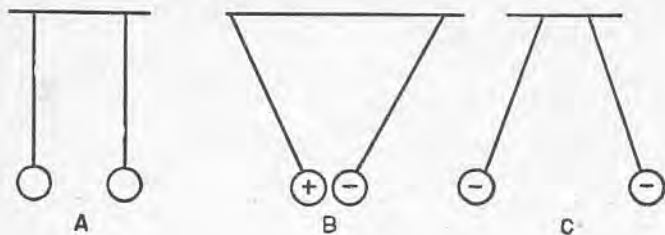
Conducteurs

Argent
Cuivre
Aluminium
Laiton
Zinc
Fer

Isolants

Air sec
Verre
Mica
Caoutchouc
Amiante
Bakélite

Une des choses principales que nous apprendrons, dans l'étude de l'électricité, est que, si nous ne pre-



Si deux corps électriquement neutres sont placés côte à côte (A) aucune force d'attraction ne se manifeste.

Fig. 5 - Si ces deux corps ont des charges de polarités opposées (B), ils s'attirent. Si les polarités sont de même signe (C), ils se repoussent.

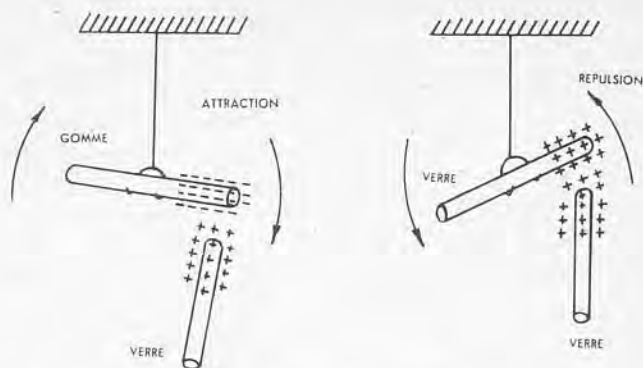


Fig. 5 bis - Un bâtonnet de caoutchouc durci (ébonite) acquiert par frottement une charge d'électricité négative, tandis qu'un bâtonnet de verre, par une action analogue, acquiert une charge positive. En rapprochant ces deux bâtonnets, comme sur la figure, on constate une attraction mutuelle (cas B de la figure 5). Si les bâtonnets sont tous deux de verre, ils ont des charges de même signe et on constate une répulsion (cas C de la figure 5).

nous pas toutes les précautions utiles en manoeuvrant les appareils qui l'utilisent, nous aurons, parfois, la surprise, désagréable et dangereuse, de recevoir une secousse, et les matériaux isolants sont également utilisés pour éviter de tels désagréments. Comme nous l'avons déjà mentionné, les isolants évitent les pertes de courant: le lecteur connaît certainement la structure d'une ampoule électrique et sait parfaitement que des matériaux isolants sont employés dans sa construction, de même que des matériaux conducteurs de l'électricité. Le courant électrique qui chauffe le mince filament (figure 4) lui parvient après avoir parcouru une série de conducteurs reliés au générateur de courant, et si nous touchions ce filament alors qu'il est en fonctionnement, nous ressentirions une « secousse » et une brûlure. Toutefois, nous savons que nous pouvons placer ou enlever une ampoule dans sa douille sans aucun danger en touchant seulement le verre. Ceci démontre que le courant électrique ne passe pas dans le verre bien que celui-ci soit en contact avec les parties métalliques reliées au filament: c'est donc un corps isolant.

L'ELECTRICITE STATIQUE

Une des lois fondamentales de l'électricité énonce que **des charges de même signe se repoussent, tandis que des charges de signes opposés s'attirent**. (voir figure 5 et 5 bis); ainsi dans l'atome il existe une force d'attraction entre le noyau positif et les électrons négatifs qui tournent autour de lui.

Le terme *statique* se comprend facilement; il signifie « absence de mouvement », c'est-à-dire repos, et à l'origine l'électricité statique fut considérée comme immobile et les physiciens des siècles passés pensaient que l'électricité produite par frottement était immobile. Il est possible de faire une expérience simple pour produire des charges statiques: si l'on passe un peigne bien sec plusieurs fois dans les cheveux, avec une certaine vigueur, on entend de légers craquements qui signifient qu'il y a eu production de charges statiques entre les cheveux et le peigne, par suite du

transfert des électrons de l'un à l'autre, consécutif au frottement. Les charges accompagnent le rapide mouvement des électrons en directions opposées, puisque, ainsi que nous l'avons dit, elles se neutralisent mutuellement. Si nous opérons dans l'obscurité, on découvrira la présence de ces charges grâce à l'apparition de petites étincelles.

LA CHARGE ELECTRIQUE dans les CORPS

Au cours de l'expérience décrite, il peut arriver que des mèches de cheveux se dressent verticalement sur la tête du fait que, par suite de la perte d'électrons, les cheveux se trouvent chargés positivement et, ainsi que nous l'avons déjà dit, les charges analogues se repoussent. D'autre part, le peigne, ayant recueilli des électrons supplémentaires, se charge d'électricité négative.

Si nous approchons alors le peigne d'un petit morceau de papier, ce dernier sera attiré et restera collé au peigne pendant un certain temps. La charge négative du peigne repoussera les électrons libres du papier vers la partie du peigne la plus éloignée, provoquant ainsi une charge positive de la partie au contact. Les charges opposées produiront la force d'attraction qui maintiendra le papier au contact du peigne. Pendant ce temps, quelques-uns des électrons en sur-nombre se déplaceront du peigne vers le papier, le chargeant ainsi d'électricité négative et au bout d'un certain temps — les charges de même signe se repoussant — le morceau de papier se détachera du peigne.

Résumons-nous; un corps est dit **chargé** s'il contient un nombre d'électrons supérieur ou inférieur à la normale, et il peut être respectivement positif ou négatif selon que les électrons sont en excès ou en défaut par rapport aux protons, tandis que si chaque atome a un nombre égal d'électrons et de protons, le corps est **déchargé**.

Le déplacement des électrons d'un corps implique son contact avec un autre et, ensuite, son éloignement de celui-ci. Le deuxième aura un excès d'électrons, et par suite sera chargé négativement, tan-

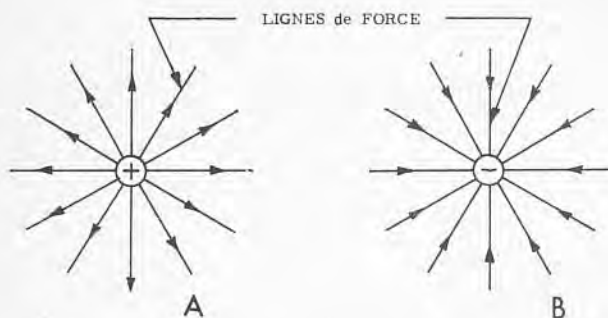
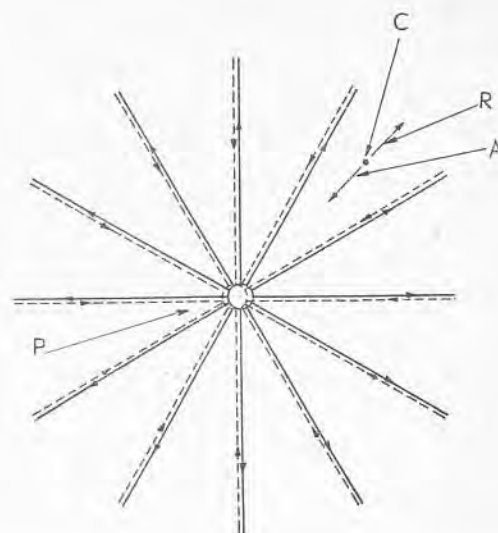


Fig. 6 - Pour indiquer graphiquement la direction et l'intensité d'un champ, on dessine des traits autour du point chargé d'électricité. Si le point est chargé négativement, on figure les flèches pointées vers le centre (B) (attraction).

Fig. 6 bis - Imaginons que deux points — chargés respectivement, avec une intensité égale, d'électricité de signes opposés — coïncident en P, sur les lignes de force, autour du point, en C par exemple, on aura une attraction A et une répulsion R égales et la force résultante sera nulle.



dis que le premier aura moins d'électrons et sera positif. On pourra vérifier ce principe en frottant un morceau de verre avec de la soie (ainsi que nous l'avons déjà mentionné à propos de la définition des diverses sortes d'électricité due à B. Franklin). Certains électrons seront arrachés du verre et s'uniront à la soie de telle sorte que le premier (avec moins d'électrons) sera positif et la seconde (avec plus d'électrons) sera négative et pendant tout le temps qu'ils ne seront pas mis en contact, ils maintiendront leurs charges. Toutefois, dès qu'ils auront la possibilité de se toucher, l'excédent d'électrons de la soie sera transféré sur le verre, neutralisant ainsi la charge des deux corps.

La LOI de COULOMB sur les CHARGES

Nous avons démontré expérimentalement que les corps chargés électriquement s'attirent quand leurs charges sont de signes opposés et se repoussent quand elles sont de même signe. Le fait que les électrons et les protons s'attirent mutuellement, montre que les électrons se repoussent entre eux, comme le font les protons eux-mêmes.

La force d'attraction ou de répulsion varie avec l'intensité de la charge et avec la distance; une telle relation est définie dans la loi sur les forces découverte par un savant français du nom de Charles A. Coulomb. Cette loi affirme que **les corps chargés électriquement s'attirent ou se repoussent réciproquement avec une force directement proportionnelle au produit de leurs charges respectives et inversement proportionnelle au carré de la distance entre ces corps.**(*)

La charge d'un électron et d'un proton peut être employée comme unité de charge électrique, mais il ne serait pas pratique d'employer une unité aussi petite. Comme unité de charge électrique, on a adopté le **coulomb** qui équivaut à la charge de 6 280 000 000 électrons. Ainsi que nous l'avons dit dans la note de la page 8, une façon plus commode d'exprimer une telle unité est d'écrire $6,28 \times 10^{18}$ électrons.

Le symbole qui représente le coulomb est Q.

CHAMP ELECTRIQUE et LIGNES de FORCE

Champ électrique

L'espace qui entoure les corps chargés électriquement ou qui s'interpose entre eux, dans lequel ils exercent leur influence, s'appelle **champ électrique de force**. Ce champ n'exige aucun moyen de liaison, ni physique, ni mécanique et peut exister dans n'importe quel milieu, l'air, le verre, le papier, etc... et le vide. **Champs électrostatiques** et **champs diélectriques** sont d'autres expressions d'usage courant qui signifient la même chose, c'est-à-dire cette zone où se manifeste cette force.

Les champs de force s'étendent dans l'espace qui entoure leur point d'origine et, d'une manière générale, leur intensité diminue proportionnellement au carré de la distance de la source.

Comme exemple d'un champ de force, on peut mentionner la force de gravitation qui pénètre tout l'espace autour de la terre et dont l'action a pour effet de provoquer la chute, vers la terre, de tous les corps.

Newton découvrit la loi de la « gravitation universelle », laquelle énonce que **tout corps exerce sur un autre corps une force d'attraction directement propor-**

(*) Nous trouverons souvent les expressions **directement proportionnelle** et **inversement proportionnelle**: indiquons brièvement leur signification et donnons également quelques exemples démontrant la loi de Coulomb.

La proportion est une relation qui existe entre deux grandeurs ou quantités. Elle est **directe** quand l'augmentation ou la diminution d'une de ces grandeurs détermine l'augmentation ou la diminution de l'autre, dans la même proportion. Elle est **inverse** si l'augmentation d'une des grandeurs provoque une diminution de l'autre, toujours en proportion, et vice-versa.

Reportons-nous, maintenant, à la loi de Coulomb relative à la force agissant sur deux corps chargés électriquement. Supposons que deux corps, A et B, ont respectivement des charges électriques correspondant numériquement à 5 et 6. Le produit de leurs valeurs — c'est-à-dire la force avec laquelle les deux corps s'attirent (ou se repoussent, suivant leur polarité respective) — est 30. Si ces charges, par exemple, sont doublées et atteignent les valeurs respectives de 10 et 12, le produit devient 120, qui est, comme on le voit quatre fois plus grand que le précédent qui était 30. De même si ces charges étaient réduites à la moitié de leurs valeurs primi-

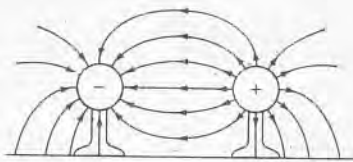


Fig. 7 - Par contre si les points chargés d'électricité de signes contraires ne coïncident pas, mais sont séparés, le champ électrique environnant se formera comme le montre la figure (du positif vers le négatif).

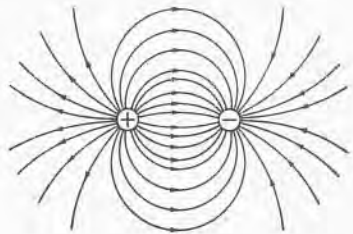
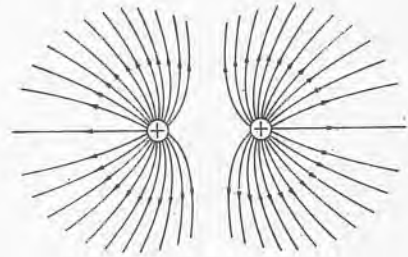
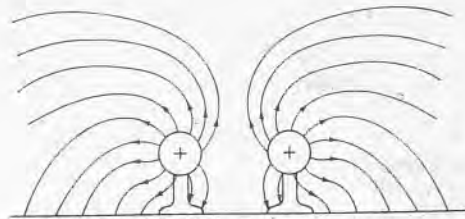


Fig. 7 bis - Toujours entre deux points séparés chargés d'électricité, si les charges sont de même signe on constatera une répulsion. On remarquera que les lignes ne sont pas parallèles, mais qu'elles s'incurvent vers l'extérieur à partir du centre.



tionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

En vertu de ce qui précède, il est possible de constater l'analogie existant entre la loi de la gravitation et la loi d'attraction des corps électriquement chargés. Le champ de gravitation maintient la cohésion de l'Univers; sans lui les planètes, la terre y comprise, se déplaceraient au hasard dans l'espace, au lieu de tourner autour du soleil, et la lune cesserait de tourner autour de la terre. En outre, sous l'effet de la rotation de la terre sur son propre axe, tous les objets et les corps qui se trouvent à sa surface seraient projetés dans l'espace. De même, les électrons qui tournent à très grande vitesse autour du noyau positif de l'atome sont maintenus sur leur orbite grâce à la force d'attraction exercée par le noyau, ce qui permet de déduire qu'entre les électrons et le noyau il doit, nécessairement, exister un champ de force.

Compte tenu de leurs dimensions relatives, il existe une très grande distance entre les électrons et le noyau, même dans les atomes les plus denses; par exemple, si une petite pièce de monnaie en bronze était agrandie aux dimensions de l'orbite que décrit la

terre autour du soleil, soit un diamètre de 250 000 000 de km environ), les électrons de cette pièce auraient les dimensions d'un ballon de football et la distance entre eux serait de l'ordre de 5 km.

Lignes de force

Pour représenter graphiquement la direction et l'intensité d'un champ on utilise des lignes; l'intensité du champ est indiquée par la densité (nombre de lignes par unité de surface, tandis que la direction est indiquée par des flèches dont la pointe est tournée dans le sens où se déplacerait une petite charge imaginaire.

Pour trouver la direction dans laquelle agit une force, on peut employer une petite charge positive ou négative, puisque la force du champ diélectrique se manifeste également pour les deux. Toutefois, d'une manière arbitraire, il est convenu d'employer une petite charge « positive » pour déterminer la direction du champ.

L'expérience prouve que la direction du champ entourant une charge **positive** s'éloigne de cette charge, puisque une petite charge positive imaginaire serait **repoussée**, tandis que le champ entourant une charge **négative** est dirigé vers la charge elle-même, puisque une charge positive serait **attirée** (figure 6 et 6 bis).

On peut voir, sur la figure 7, que le champ existant entre deux charges de signes contraires est dirigé du positif vers le négatif. La figure 7 bis montre, par contre, le champ électrique entourant deux charges de même signe et l'on peut noter que les lignes de force se repoussent mutuellement. De plus, on voit sur la figure 7 bis que les lignes de force entre deux corps électriquement chargés ne sont pas parallèles mais au contraire, s'infléchissent vers l'extérieur à partir du centre, comme si elles se repoussaient réciproquement. Sur les deux figures, les lignes se terminent sur les objets et s'étendent toujours de la charge positive vers la charge négative. Ce sont évidemment des lignes imaginaires tracées dans l'espace dans lequel agit une force réelle et, dans ces deux exemples, la direction de la force est, répétons-le, la même que celle

tives, soit 2,5 et 3, leur produit serait égal à 7,5; ainsi des charges deux fois moindres donnent un produit quatre fois moins élevé. Dans l'un et l'autre cas, l'action est pourtant toujours directement proportionnelle.

La loi de Coulomb fait également état d'un autre facteur: la distance entre les deux corps. Supposons qu'une force F existe entre les deux corps déjà cités, d'une charge respectivement 5 et 6, et qu'ils se trouvent placés à une distance de 5 cm. La loi parle du carré de la distance (nous avons déjà expliqué que le carré d'un nombre est égal au produit du nombre par lui-même). Dans notre cas, la distance étant de 5 cm, son carré est 25. Le produit des deux charges étant $5 \times 6 = 30$, en divisant ce nombre par le carré de la distance (25), nous obtiendrons 1,2 comme valeur de la force F .

Voyons, maintenant quelle valeur prendra la force F si nous doublons la distance (10 cm). Nous aurons le même produit 30, divisé par le carré de 10 (10×10) qui est 100, ce qui donne 0,3. La distance est simplement doublée, mais la force est quatre fois moins forte: elle diminue en fonction du carré de la distance. L'action est toujours proportionnelle, mais inversement.

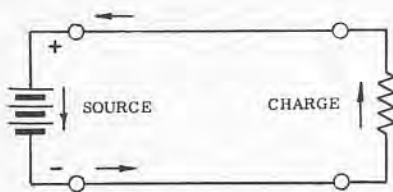


Fig. 8 - En réunissant les deux pôles d'un générateur de courant (source) à une « charge », on réalise « un circuit électrique ». Dans celui-ci, les électrons libres commencent immédiatement à circuler dans les conducteurs donnant lieu au « courant électrique ». Le sens de circulation des électrons va du pôle négatif au pôle positif, avec passage à travers la charge.

Fig. 9 - Le passage de 6.280.000.000.000.000 d'électrons dans une section du conducteur, par seconde, donne l'unité de mesure d'un courant, soit 1 « ampère ». Ces électrons, bien que n'en ayant représenté que quelques-uns, sont distribués tout au long du conducteur.

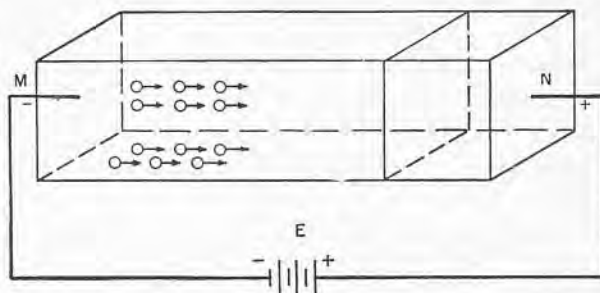


Fig. 10 - Le mouvement des électrons (courant) entre deux corps électriquement chargés et reliés par un conducteur, se poursuit tant que persiste la force qui l'a produit, c'est-à-dire la « force électromotrice » ou « tension »; il cesse quand les deux charges sont équilibrées.



dans laquelle se déplacerait une petite charge positive si elle était introduite dans le champ: c'est-à-dire **de la charge positive, vers la charge négative.**

Le COURANT

Jusqu'à présent nous avons parlé uniquement d'*électricité statique*, c'est-à-dire d'*électricité immobile*. Les électrons présents dans un conducteur se déplacent pourtant constamment, et changent de position selon un processus « vibratoire ».

Si nous relions une source d'énergie (une pile ou un générateur de courant continu, par exemple) aux deux extrémités d'un **circuit électrique**, (on désigne ainsi un parcours aménagé pour le passage du courant) comme le montre la **figure 8**, les électrons libres commencent instantanément à se déplacer le long des conducteurs, aussi longs soient-ils, dans une direction unique; on considère que la direction du mouvement va de l'*extrémité « négative » de la source, vers son extrémité « positive »*, à travers la charge.

Une telle direction est opposée à celle précédemment établie, par convention, selon laquelle le courant s'écoule du pôle positif vers le pôle négatif. En effet, dans notre exposé, nous avons choisi comme base d'établissement des règles qui gouvernent l'analyse des circuits, la *direction du mouvement électronique* qui est le sens exact du mouvement des électrons dans les conducteurs et, ainsi que nous le verrons, dans le vide et les gaz, et qui est inhérent au sens réel du courant (ou mouvement des électrons libres); c'est à cela que devra toujours se référer le technicien.

Bien que le mouvement des électrons libres dans un circuit soit relativement lent, la vitesse de réponse est très élevée, c'est pourquoi, dès que la source d'énergie est reliée au circuit, les électrons commencent immédiatement leur mouvement vers la « charge », qui n'est autre chose que le circuit lui-même parcouru par les électrons.

L'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant où le circuit est relié à la source et l'instant où commence le passage du courant dans la charge, peut être déterminé en divisant la distance entre la source et la charge

par une constante égale environ à la vitesse de la lumière. Si donc la charge est située à 0,3 km de la source l'intervalle de temps est de 0,3:300 000 km à la seconde, soit 0,000001 seconde, plus commodément appelée 1 *microseconde*.

Ainsi le passage du courant, est quasi instantané et se produit en même temps en tous les points du circuit relié à la source; **un tel mouvement d'électrons constitue le courant électrique** proprement dit.

Pour déterminer la *quantité* de courant il convient d'adopter une unité de mesure; l'unité de courant (voir **figure 9**) est appelée **ampère** du nom du savant français André Marie Ampère qui découvrit, en 1823, la relation qui existe entre le sens du courant dans un conducteur et la direction du champ magnétique qui l'environne.

On emploie la lettre *I* comme symbole de l'intensité du **courant** électrique.

Le passage de 1 ampère équivaut au mouvement de $6,28 \times 10^{18}$ électrons à la seconde (nous avons vu que ce nombre représente la charge de 1 coulomb), à travers un point déterminé du circuit, et peut être comparé au débit d'un tuyau d'eau exprimé en litres par seconde.

Le débit d'un courant en ampères et la quantité d'électricité qui parcourt un circuit, sont en relation entre eux, ayant un facteur commun, *le temps*. Pour cette raison, la quantité de charges électriques parcourant un circuit est égale au produit du courant en ampères *I* par la durée du passage de ce courant exprimé en secondes (représenté par la lettre *t*).

$$Q = I t$$

Q = Charge électrique en coulombs

I = Intensité en ampères

t = Temps en secondes

Par exemple, si un courant de 2 ampères parcourt un circuit pendant 10 secondes, la quantité d'électricité mise en mouvement dans le circuit est de $2 \times 10 = 20$ coulombs. De même, si l'on fait passer 20 coulombs dans un circuit dans un temps de 10 secondes, le courant sera

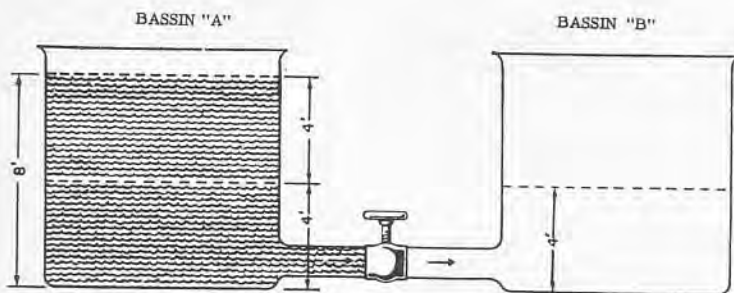


Fig. 11 - Analogie avec le phénomène de la différence de potentiel. Entre le bassin A et le bassin B (entre un pôle et l'autre) il existe — quand le robinet est fermé (conducteur interrompu ou manquant) — le maximum de pression (tension). En ouvrant le robinet (fermeture du circuit), l'écoulement (courant) commence vers B jusqu'à ce que le liquide ait atteint le même niveau dans les deux récipients: alors l'écoulement s'arrête (il n'y a plus de différence de potentiel).

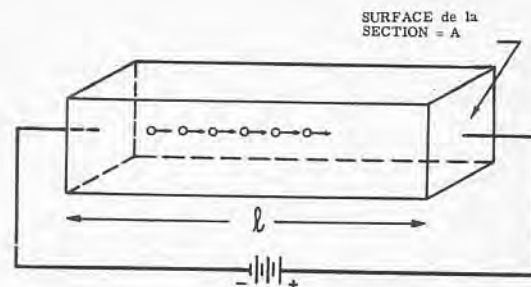


Fig. 12 - Un conducteur électrique oppose une certaine « résistance » au libre passage du courant: cette résistance dépend de la nature du corps formant le conducteur, de sa longueur « l » et de la surface de sa section « A ».

de $20 : 10 = 2$ ampères. Il convient de noter que l'indication d'un courant en ampères implique une certaine quantité de coulombs à la seconde, sans indiquer ni les coulombs eux-mêmes, ni les secondes; par suite, le passage d'un courant de 2 ampères équivaut — cela est sous-entendu — à un débit de 2 coulombs à la seconde.

La TENSION

La force qui détermine le mouvement des électrons libres dans un conducteur sous la forme d'un courant électrique s'appelle **force électromotrice (f.e.m.)** ou **tension** ou **différence de potentiel**. Quand elle existe entre deux corps chargés électriquement et reliés par un conducteur, les électrons se déplacent à travers ce dernier du corps négatif vers le positif, jusqu'à ce que les deux chargés soient égales, c'est-à-dire que la différence de potentiel soit neutralisée (figure 10).

Un phénomène analogue est illustré à la figure 11 qui représente deux récipients remplis d'eau et reliés entre eux par un tuyau et un robinet; tout d'abord, ce robinet étant fermé, l'eau se trouve toute contenue dans le réservoir « A » et exerce une pression maximum sur le robinet. Quand celui-ci est ouvert, le liquide coule par le tuyau du récipient « A » vers le récipient « B » jusqu'à ce qu'il atteigne le même niveau dans les deux. A ce moment, il cesse de couler puisqu'il n'existe plus de différence de pression entre les deux.

Il existe divers moyens pour produire une tension électrique, les plus connus sont la pile et le générateur rotatif. Le savant italien A. Volta (1745 - 1827) a inventé la première pile électrique et l'unité de tension, le **volt**, est ainsi appelée en son honneur.

L'intensité du courant qui passe dans un circuit électrique est directement proportionnelle à la différence de potentiel présente aux bornes du circuit, exactement comme le débit de l'eau dans le tuyau de la figure 11 est directement proportionnel à la différence des niveaux des deux récipients.

Une loi fondamentale de l'électricité s'énonce ainsi. **le courant est directement proportionnel à la tension appliquée.**

La RESISTANCE

La résistance électrique est l'*opposition* que présente un circuit au courant qui le parcourt. Le circuit simplifié de la figure 8 présente une résistance différente selon les diverses parties qui la composent, c'est-à-dire la source, la charge et les conducteurs de liaison.

Le diamètre et la substance formant les conducteurs doivent être choisis pour offrir la moindre résistance, de telle sorte que le courant puisse facilement passer, comme l'eau coulant dans le tuyau de la figure 11 dès que le robinet est ouvert. Si la pression de l'eau demeure constante, le débit varie avec le degré d'ouverture du robinet; moins il sera ouvert, plus grande sera l'opposition à l'écoulement du liquide et moindre sera le débit.

Dans un circuit électrique, plus grand sera le diamètre des conducteurs, plus faible sera la résistance électrique qu'ils opposeront au passage du courant. Dans l'exemple de l'eau, le frottement contre les parois internes du tuyau s'oppose au transfert du liquide d'un récipient à l'autre; un tel frottement peut être comparé à une résistance électrique.

La résistance que le tuyau oppose au passage de l'eau dépend: 1) de sa longueur, 2) de sa section et 3) de la nature de la paroi intérieure (lisse ou rugueuse).

De même, la résistance opposée par les conducteurs électriques dépend:

1) de leur longueur, 2) de leur section et 3) de la nature du métal utilisé (cuivre, aluminium, etc.) (figure 12).

L'unité de mesure de la résistance est l'**ohm**. Elle est exactement connue et dérive — comme nous le verrons par la suite — des valeurs des autres unités électriques présentes dans le circuit: la tension (volt) et le courant (ampère).

Il suffit de dire, pour le moment, qu'un conducteur (ou un circuit) a une résistance de un ohm quand une différence de potentiel de un volt appliquée à ses bornes provoque le passage d'un courant de un ampère.

MATERIEL de CONSTRUCTION

PREFIXES

Dans tous les systèmes de mesures, il n'est pas suffisant de disposer d'une seule unité pour exprimer toutes les valeurs. Par exemple, tandis que l'on emploie le centimètre pour les petites longueurs, on utilise également le millimètre pour les longueurs encore inférieures ou, à l'inverse, le kilomètre pour les distances beaucoup plus grandes.

De même, dans le cas des mesures électriques, on a créé des unités qui sont des multiples ou des sous-multiples des unités de base. Ces unités supplémentaires sont données, ci-dessous, en se référant — à titre d'exemple — à l'unité de mesure de la résistance qui est « l'ohm »; elles sont donc formées par le terme ohm précédé d'un préfixe qui détermine le facteur ou le rapport:

Méga-ohm	= 1 000 000 ohms
Kilo-ohm	= 1 000 ohms
Centi-ohm	= 1/100 ohm (peu employé)
Milli-ohm	= 1/1 000 ohm (peu employé)
Micro-ohm	= 1/1 000 000 ohm
Micro-micro-ohm . . .	= 1/1 000 000 de micro-ohm

Par exemple, le terme « kilo » signifiant 1 000, 1 kilovolt (kV) désigne 1 000 volts et, par suite, 1 volt équivaut à un millième de kV.

De tels préfixes — que nous avons déjà vus employés dans les mesures des fréquences — peuvent être utilisés avec toutes les unités électriques. Ils constituent un moyen pratique pour exprimer des valeurs très grandes ou très petites.

Lorsque dans les formules nous utilisons les unités électriques, il convient de toujours tenir compte des facteurs de multiplication ou de division exprimés, afin de calculer exactement la valeur réelle.

RESISTANCES FIXES et VARIABLES

Il existe des substances qui, tout en étant conductrices, présentent une résistivité tellement grande que leur meilleur emploi — en électronique — consiste dans leur utilisation pour convertir — et parfois pour dissiper — l'énergie électrique en énergie thermique. Un exemple courant nous en est donné par la résistance des radiateurs et autres fourneaux électriques, ainsi que par le fer à souder que nous avons examiné en détail dans notre dernière leçon.

Si une certaine quantité de ces matériaux (par exemple sous forme d'un fil enroulé sur un support conve-

nable) est munie de deux bornes à ses extrémités pour recevoir des fils de liaison, on obtient ce qu'on appelle couramment une **résistance**.

On peut faire en sorte qu'entre les deux extrémités soit comprise toute, ou seulement une partie de la résistance et on obtient ainsi une résistance variable ou **rhéostat**. Dans ce cas, la résistance peut être pratiquement réalisée (voir **figure 1**) en enroulant un fil de métal spécial sur un support isolant. Une extrémité est pourvue d'une borne ou d'une cosse pour la liaison au circuit extérieur, tandis qu'un curseur, ou ressort de contact, peut se déplacer tout le long de la résistance au moyen d'une commande mécanique; il permet, ainsi, de choisir la valeur de résistance désirée et constitue l'autre borne.

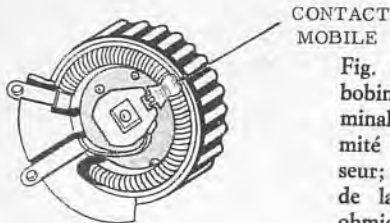
Un autre type comporte trois bornes ou cosses, une à chaque extrémité et une pour le curseur; celui-ci, pendant sa course, peut se déplacer vers l'une ou l'autre des extrémités. Le rhéostat prend, alors, le nom de **potentiomètre**. La **figure 2** illustre ce dernier type.

Le rhéostat a pour but principal de permettre de faire varier le courant qui parcourt un circuit donné. Sur la **figure 3 - A**, nous voyons que l'extrémité mobile A (curseur) peut parcourir toute la longueur de la résistance faisant ainsi varier la partie comprise dans le circuit et, par suite, le courant (ceci étant la conséquence d'une loi, dite *loi d'Ohm*, que nous examinerons en détail dans la leçon suivante).

Sur la **figure 3 - B** la tension entière de la batterie est présente aux bornes de la résistance, tandis qu'une partie seulement de cette tension est prélevée entre une extrémité de la résistance et le curseur. Dans ce deuxième cas, le potentiomètre agit comme un *diviseur de tension*, cette appellation suffisamment claire signifiant que le circuit prélève seulement une partie de la tension totale; de ce fait, on fait également varier le courant dans le circuit d'utilisation.

Dans un certain sens, outre la longueur du conducteur, sa section et sa nature, la température influe également sur la valeur de la résistance. Pour beaucoup de conducteurs comme, par exemple, le cuivre, l'aluminium, le fer, etc., la résistance augmente avec la température; le carbone, par contre constitue une exception, sa résistance diminue quand sa température augmente. Certains alliages métalliques (le constantan, par exemple) ont une résistance qui ne varie pas de manière appréciable avec la température.

La résistance relative de divers conducteurs de



CONTACT
MOBILE

Fig. 1 - Rhéostat à résistance bobinée. Une des cosses terminales est reliée à une extrémité du fil et l'autre au curseur; toutes deux sont isolées de la carcasse. La résistance ohmique entre les deux cosses varie de zéro au maximum, suivant la position du curseur.

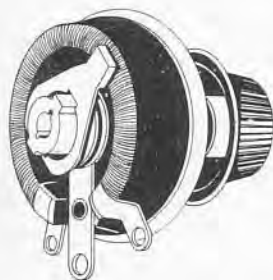


Fig. 2 - Potentiomètre: il a comme points de contact, le début et la fin de l'enroulement et le curseur. Souvent il est également prévu une cosse dite de « masse » pour le boîtier métallique.

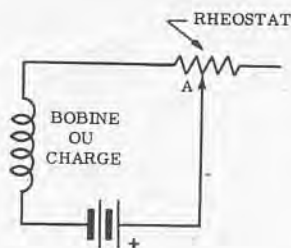


Fig. 3-A - Schéma typique de l'emploi d'un rhéostat. En déplaçant le curseur « A » vers la gauche, la tension augmente aux bornes de la charge, l'intensité en fait de même. La tension et l'intensité diminuent en déplaçant le curseur vers la droite.

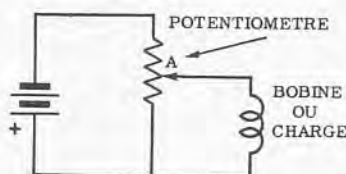


Fig. 3-B - Schéma type d'emploi d'un potentiomètre. La tension de la batterie est présente aux bornes de la résistance entière. La position du curseur détermine la tension appliquée à la charge.

mêmes longueurs et de mêmes sections peut être comparée dans le tableau ci-dessous:

Argent	1,00
Cuivre	1,08
Or	1,40
Aluminium	1,80
Platine	7,00
Plomb	13,50

Dans cette courte liste, la résistivité de l'argent est prise pour unité, tandis que la résistivité des autres métaux va en ordre croissant.

Parmi les différents matériaux communément employés dans la fabrication des résistances métalliques, nous trouvons l'argentan, formé d'un alliage de cuivre, de nickel et de zinc en proportions variables; une augmentation du pourcentage de nickel, augmentant la résistance. Cet alliage a un coefficient de température élevé. Les alliages de cuivre et de nickel, et de fer et de nickel ont une grande résistivité, la première étant de 10 à 30 fois plus élevée que celle du cuivre.

Les alliages de nickel et de chrome ont une résistance 60 à 70 fois plus grande que celle du cuivre et sont particulièrement utilisés dans les dispositifs fonctionnant à une température élevée comme, par exemple, les fours électriques. Certaines substances ont une résistivité très élevée.

- 1 - Le carbone, par exemple, a une résistivité qui varie de 400 à 2 400 fois plus que celle du cuivre, suivant le traitement subi par le matériau. Il est largement utilisé dans la fabrication des charbons de contact des moteurs électriques, ainsi que pour la construction des résistances fixes employées dans les appareils radio et dans tout le matériel électronique, en général.
- 2 - Le sélénium, qui est un élément appartenant à la catégorie des corps non métalliques, possède la propriété de voir sa résistance diminuer sous l'action de la lumière.
- 3 - Le bismuth, par contre, a une résistivité qui dépend de l'intensité du champ magnétique dans lequel il est placé.

PERTES THERMIQUES et CARACTERISTIQUES de PUISSANCE

On a découvert expérimentalement que, quand un courant I passe à travers une résistance R pendant t secondes, la quantité de chaleur qui se produit (exprimée en unité de mesure appropriée, le joule) est donnée par:

$$H = RI^2 \cdot t$$

dans laquelle:

H = chaleur produite en joules I = courant en amp.
 R = résistance en ohms t = temps en secondes

La quantité de chaleur produite en une seconde ($t = 1$) est visiblement exprimée par RI^2 joules. Or, un joule à la seconde est également appelé watt, unité exprimant la quantité de chaleur produite. Nous aurons donc (*):

$$\text{watt} = \frac{H}{t} = W = RI^2$$

W est normalement considéré comme une perte correspondant à RI^2 et, dans la plus grande partie des appareils, il est nécessaire de maintenir cette perte de

(*) Nous croyons utile de préciser que l'égalité ci-dessus, de même que toutes les égalités en général — c'est-à-dire toutes les expressions constituées par deux membres d'égale valeur — prennent le nom d'« équations ».

Le produit entre deux ou plusieurs nombres, ou lettres représentant des valeurs numériques, peut être indiqué aussi bien par un point placé entre eux, que par le signe de multiplication « x », ou même — ce qui est assez fréquent avec les lettres — par simple rapprochement des différents facteurs. Comme on le voit ci-dessus, RI^2 signifie ainsi $R \times I^2$.

Il en est de même pour la division qui peut être indiquée sous différentes formes; par exemple, toujours dans l'équation ci-dessus, la division de « H » par « t » peut être écrite soit comme nous l'avons fait, soit encore sous les formes H/t ou $H : t$.

Comme on aura pu le voir au cours de ces premiers exposés, on utilise très souvent des lettres pour indiquer les unités électriques, ou plus généralement physiques, déterminées. C'est ainsi que nous trouvons encore, outre ceux déjà connus, le symbole V pour représenter une tension en général, le symbole R pour indiquer une résistance quelconque et la lettre W (voir plus haut) pour représenter la puissance.

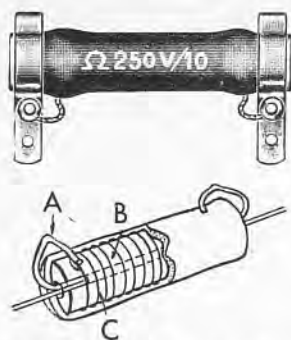


Fig. 4 - Résistance de dissipation élevée (fort wattage) de valeur fixe. Elle peut supporter des courants d'intensité relativement forte et est protégée par une couche d'émail. En A le fil de connexion, en B le tube support en céramique, en C l'enroulement en fil résistant.

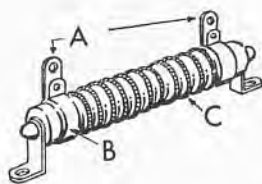


Fig. 4-bis - Autre modèle de résistance à forte dissipation. En A les extrémités, en B le support en céramique et en C le fil résistant enroulé en spirale. Il n'y a aucun enduit protecteur sur le fil.

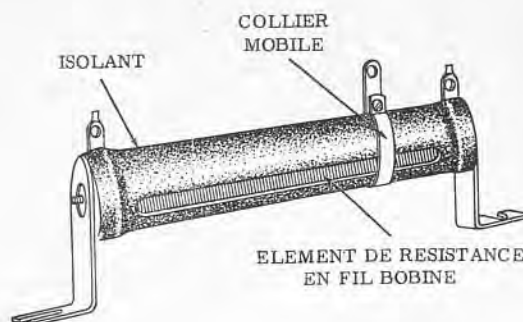


Fig. 5 - Résistance variable bobinée. L'enroulement est fait sur un tube de céramique et recouvert d'un émail. Ayant trois prises elle ressemble à un potentiomètre, mais elle se règle uniquement par déplacement du collier mobile; elle est appelée « semi-fixe » ou « ajustable ».

puissance à sa valeur la plus faible possible, cela pour deux raisons :

- 1 - elle constitue une perte d'énergie.
- 2 - elle augmente la température interne des appareils.

Du moment qu'un conducteur s'échauffe quand il est parcouru par un courant, il est important de le choisir d'une dimension, d'une section, suffisante pour éviter tout échauffement lors du passage du courant pour lequel il est normalement prévu. Pour chaque section des différents types de conducteurs, il est spécifié le courant maximum qu'ils peuvent supporter sans provoquer leur échauffement. Comme nous l'avons déjà dit, dans certaines applications, comme par exemple dans les lampes, les résistances chauffantes, etc... on recherche, par contre, l'effet thermique du passage du courant. Dans certains cas, comme dans de nombreux récepteurs de radio, par exemple, les courants sont tellement faibles que l'effet d'échauffement des conducteurs peut être négligé.

Pour résumer notre sujet, nous pouvons dire : quand un courant passe dans un appareil électrique il se produit une certaine consommation de puissance; cette consommation est exprimée en watts, dans le cas d'une résistance, par la formule $W = RI^2$, dans laquelle W est la puissance en watts, I le courant en ampères et R la résistance en ohms.

La puissance consommée dans une résistance est complètement dissipée en chaleur; en conséquence, plus sa surface sera grande — et plus la circulation de l'air se fera librement autour d'elle — plus grande sera la facilité qu'aura cette résistance à dissiper la chaleur. Généralement, une résistance de grandes dimensions (nous entendons dimensions matérielles) sera d'une puissance supérieure à une résistance, de même valeur ohmique, mais de dimensions inférieures.

Les fabricants de résistances classent leurs produits de deux façons : en ohms pour la résistance et en watts pour la puissance. Parfois, même, ils spécifient si la résistance doit être placée dans un endroit aéré et à

une certaine distance des autres éléments pour permettre la dissipation prévue.

Lorsque les résistances employées dans les circuits radio ou autres montages électroniques doivent être forcément réunies dans un espace restreint, elles seront prévues d'une puissance supérieure à celle nécessaire si elles étaient utilisées conformément aux spécifications du constructeur; elles sont, parfois, prévues d'une puissance 2 à 4 fois plus grande que celle qui serait requise pour faire le même travail dans des circonstances normales.

RESISTANCES du COMMERCE

Les résistances peuvent être classées en deux groupes selon leur constitution : les *résistances bobinées* à fil — prévues pour des puissances de 2 watts et plus — et les *résistances agglomérées*, pour des puissances inférieures à 2 watts.

Résistances bobinées

Elles se divisent, à leur tour, en deux catégories principales :

1 - *Résistances fixes*, ayant une valeur déterminée, pourvues de deux bornes ou cosses à leurs extrémités et, tout au plus, d'un ou plusieurs colliers dont la position dépend de la valeur intermédiaire désirée. Elles sont généralement constituées par un support en matière isolante résistant aux fortes températures (céramique, stéatite, mica, etc...) sur lequel est bobinée la résistance proprement dite, formée par un fil dont la section et la résistivité dépendent de la valeur de la résistance et de la puissance désirées.

Aux extrémités du support sont fixés deux colliers métalliques (par vis ou rivets) qui assurent la fixation du fil résistant et permettent le montage de la résistance par soudure aux autres éléments. Une fois construites, ces résistances sont généralement recouvertes d'un vernis spécial vitrifié, qui a pour effet de protéger le fil et d'éviter que les spires ne viennent en contact entre elles; les valeurs, en ohms et watts, sont im-

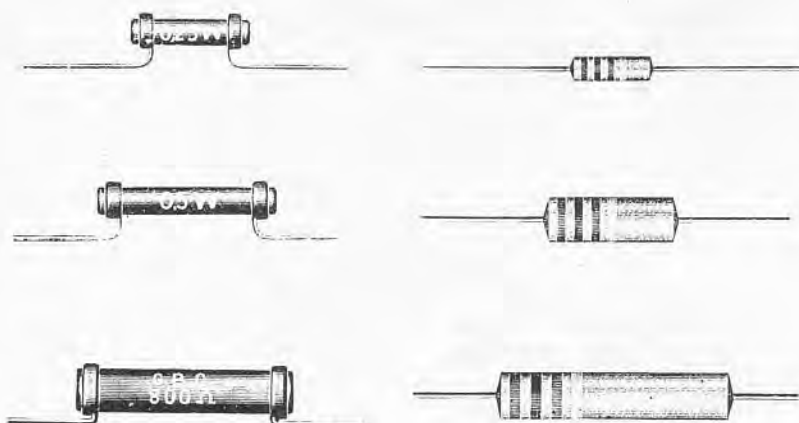


Fig. 6 - Résistances au carbone, de 1/4 (0,25), 1/2 (0,5) et 1 watt de dissipation, en grandeur réelle. Les modèles de gauche ont leurs valeurs imprimées sur leurs corps, ainsi que les wattages; dans les modèles de droite (les plus courants de nos jours), les valeurs sont indiquées au moyen d'anneaux de couleurs suivant un code international. Les fils des extrémités peuvent être coupés ou pliés selon les besoins.

primées sur ce vernis. Des résistances bobinées typiques, de wattage élevé, sont illustrées sur la figure 4.

2 - Résistances variables, (rhéostats et potentiomètres), ayant une valeur de résistance variable, de zéro à la valeur maximum indiquée par le constructeur. N'ayant pas de prise à une extrémité les rhéostats ont seulement deux bornes, tandis que les potentiomètres en ont trois. Elles sont formées d'une résistance à fil, bobinée sur un support isolant qui peut être plat ou cylindrique. Dans certains cas, le curseur est constitué par un collier mobile, pourvu d'une vis réglable à la main, qui peut être placé dans la position voulue et fixé au moyen de cette vis (figure 5). Dans d'autres cas, le support de forme plane, est plié en cercle et monté sur un autre support pourvu d'un axe solidaire du curseur. Dans les figures 1 et 2 nous avons montré deux modèles de résistances variables (rhéostat et potentiomètre bobinés). Il en existe d'autres types que nous verrons bientôt, ce sont les résistances variables au graphite ou à couches.

Résistance au carbone

Pour réaliser des résistances bobinées de valeur ohmique élevée, il faudrait utiliser une telle quantité de fil résistant, qu'elles deviendraient trop coûteuses et très encombrantes. Les résistances sont alors constituées par du carbone pulvérisé mélangé à une substance agglomérante. Le rapport entre la quantité de carbone et celle du liant détermine la résistivité du mélange au centimètre; il est donc possible d'obtenir ainsi des résistances de toutes les valeurs.

Elles sont normalement constituées par un support isolant cylindrique (en porcelaine ou autre matière analogue) sur lequel est déposée une couche de matière résistante. Aux extrémités du tube sont fixés deux embouts métalliques pourvus de fils de connexions en cuivre étamé.

Les résistances au carbone, actuellement dans le commerce, sont de dimensions et de types variés. Elles sont souvent recouvertes d'un vernis spécial de protection sur lequel est imprimée la valeur ohmique. Les

résistances de production américaine, sont réalisées suivant un autre procédé qui est d'ailleurs adopté actuellement par tous les constructeurs européens. Elles sont constituées par un petit tube isolant à l'intérieur duquel est contenue la quantité de matière résistante nécessaire pour obtenir la valeur désirée. Des deux extrémités du tube sortent des fils rigides permettant les liaisons avec les autres éléments du montage. Sur ce type de résistance, le plus courant de nos jours, la valeur ohmique est indiquée au moyen d'un code de couleurs; la précision ou tolérance prévue par le fabricant est également indiquée par un anneau de couleur or ou argent, placé vers une des extrémités du corps. Si l'anneau est de couleur or, la tolérance est de $\pm 5\%$, s'il est d'argent, elle est de $\pm 10\%$. Cela signifie — en d'autres termes — qu'une résistance de 1000 ohms portant un anneau de couleur or peut avoir une valeur comprise entre 950 et 1050, tandis que dans le second cas, sa valeur effective peut varier entre 900 et 1100 ohms. L'absence d'anneau indique que la tolérance est de $\pm 20\%$.

Ces différents modèles de résistances au carbone sont illustrés sur la figure 6.

Le CODE des COULEURS

Les appareils modernes de radio, télévision, d'électronique comportent un grand nombre de résistances de valeurs différentes. Il est indispensable que le technicien puisse reconnaître, rapidement et sans erreur possible, la valeur d'une résistance qu'il doit remplacer lors d'un dépannage. Il a été convenu de se servir, à ce effet, de couleurs auxquelles ont été assignées les valeurs numériques suivantes.

Noir	0
Marron	1
Rouge	2
Orange	3
Jaune	4
Vert	5
Bleu	6
Violet	7
Gris	8
Blanc	9

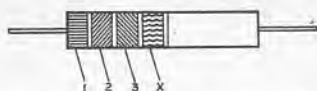


Fig. 7 - Interprétation du code des couleurs. Les anneaux colorés doivent être lus dans l'ordre indiqué.

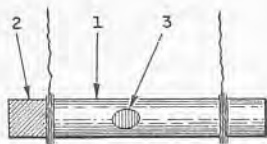


Fig. 8 - Autre système de code: les couleurs sont indiquées sur le corps, une extrémité et sur un point central, dans l'ordre indiqué.

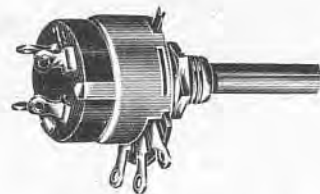
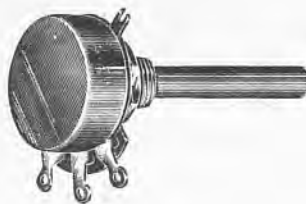
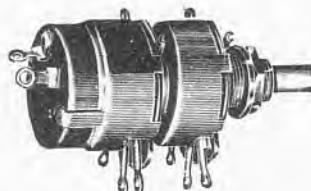


Fig. 9 - Potentiomètre au graphite. La résistance est enfermée dans un boîtier métallique sur lequel est parfois placé un interrupteur commandé par l'axe du potentiomètre. On peut accoupler plusieurs potentiomètres commandés par un axe unique.



METHODE A (figure 7). C'est le code de marquage des valeurs le plus récent et le plus répandu. Sur le corps de la résistance sont peints 4 anneaux colorés lesquels, en partant d'une extrémité vers le centre, indiquent respectivement la valeur ohmique et la tolérance. Le premier anneau indique le premier chiffre de la valeur, le second anneau, le deuxième et le troisième anneau indiquent le nombre de zéros qu'il faut ajouter aux deux premiers chiffres pour obtenir la valeur totale de la résistance. Le quatrième anneau indique la tolérance (or: $\pm 5\%$, argent: $\pm 10\%$), s'il est absent comme on a déjà dit, la tolérance est de 20%.

Exemple: Une résistance de 10.000 ohms devra porter dans l'ordre indiqué — c'est-à-dire d'une des extrémités vers le centre — un anneau de couleur marron, un noir, un orange et, enfin, si la tolérance est de 10%, un anneau argent.

METHODE B (figure 8). Suivant ce code, plus ancien, le marquage se fait de la façon suivante: la couleur du corps de la résistance indique le premier chiffre de la valeur, la couleur d'une des extrémités donne le deuxième chiffre et la couleur du point central montre le nombre de zéros à ajouter aux deux chiffres précédents pour obtenir la valeur totale.

Exemple: Notre résistance de 10.000 ohms serait ainsi marquée: corps marron, extrémité noire et point orange.

La tolérance peut être indiquée également par une couleur (or ou argent) sur l'autre extrémité.

POTENTIOMETRES au GRAPHITE

Les potentiomètres au graphite sont semblables à ceux bobinés, avec la différence toutefois, qu'étant destinés à contrôler des courants plus faibles, ils sont de dimensions bien plus réduites.

Ils comportent une couche de graphite déposée sur une matière isolante, généralement du carton bakéliné, dont la composition est étudiée pour donner la valeur ohmique désirée. Le support est en forme de couronne

circulaire portant deux cosses aux extrémités de la couche résistante qui permettront le branchement par soudures. Le tout est monté sur un deuxième support portant un canon de fixation traversé par un axe supportant le curseur, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une petite plaquette isolante. Le curseur est réuni à une troisième cosse placée au milieu des deux autres, soit par un conducteur en forme de spirale — pour éviter la rupture à la suite des rotations successives — soit par un contact à friction.

Ce modèle de potentiomètre — qui peut d'ailleurs être utilisé comme rhéostat en laissant une des extrémités non reliée — est utilisé comme contrôle de tonalité ou de volume sonore dans les récepteurs de radio ou pour des usages spéciaux dans d'autres montages électroniques.

Les potentiomètres au graphite se trouvent, dans le commerce, sous différentes dimensions et présentations. Certains sont « avec interrupteur » car ils comportent, sur l'arrière du boîtier, du côté opposé à l'axe de commande, un interrupteur qui permet l'ouverture ou la fermeture d'un circuit indépendant de celui dans lequel est placé le potentiomètre lui-même. Ce dispositif est réalisé de façon telle qu'en tournant l'axe du potentiomètre dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre on provoque l'ouverture de l'interrupteur et, en tournant dans le sens de la marche des aiguilles, à partir du point d'arrêt on provoque la fermeture sur les 20 ou 30 premiers degrés de rotation. Naturellement puisque ce premier secteur de rotation de l'axe est consacré au fonctionnement de l'interrupteur, on fait en sorte que le curseur du potentiomètre frotte, pendant ce temps, sur une couche métallisée, donc pratiquement sans résistance, la couche résistante proprement dite commençant après. Ce modèle de potentiomètre à interrupteur est employé dans les récepteurs de radio: il permet de combiner l'interrupteur de mise en route avec la commande de volume ou de tonalité.

La figure 9 montre un modèle normal, un modèle simple avec interrupteur, et un modèle double avec interrupteur.

La caractéristique la plus importante des potentiomètres

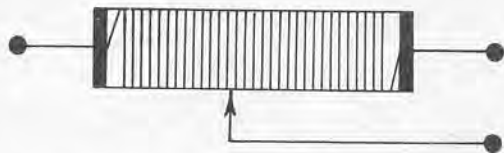


Fig. 10 - Si dans un potentiomètre le fil résistant est enroulé sur un support de forme rectangulaire, la variation de résistance produite par la rotation du curseur se fait d'une manière linéaire.

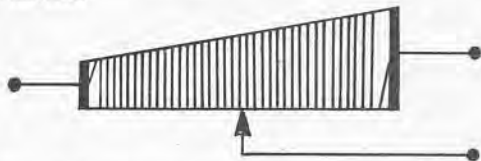


Fig. 10 bis - La résistance placée à l'intérieur d'un potentiomètre à variation non linéaire se présente selon la forme ci-dessus. Les spires de l'extrémité gauche, plus courtes, ont une résistance plus faible que celles de l'extrémité droite. En modifiant la forme du support on modifie la courbe de variation de la résistance.

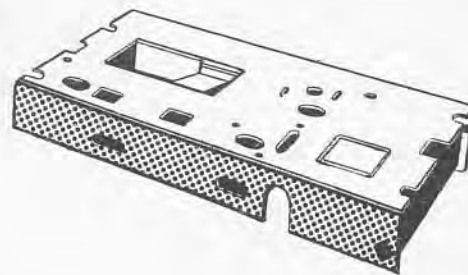


Fig. 11 - Aspect d'un châssis avant le montage. Des trous de formes et dimensions diverses sont prévus pour le montage des éléments les plus encombrants. Les pièces de petites dimensions (résistances, condensateurs, etc...) font partie du câblage et sont disposées sous le châssis.

tres, qu'ils soient bobinés ou au graphite, concerne la variation de la résistance en fonction de l'angle de rotation: elle peut être *linéaire*, *logarithmique* ou *exponentielle*.

Dans le cas d'une variation linéaire, la couche de graphite ou l'enroulement du fil, sont réalisés de telle sorte que pendant l'entière rotation du curseur, soit généralement 270° , la variation de résistance soit la même pour chaque angle de rotation. En d'autres termes, si l'on fait tourner le curseur d'un angle de 15° et que cela corresponde à une variation de résistance de 1 000 ohms, les 15° suivants détermineront également une variation de 1 000 ohms et, par suite, une rotation de 30° correspondra à une variation de 2 000 ohms. (figure 10).

Dans le cas d'une variation logarithmique, par contre, le changement de résistance n'est plus directement proportionnel à la rotation en degrés. Tandis qu'au début de la course, à partir d'une extrémité, correspond une faible variation de la résistance, un même angle de rotation, vers l'autre extrémité, provoque une forte variation. Les potentiomètres utilisés pour le contrôle du volume sonore dans les récepteurs de radio, sont généralement de ce type; ils doivent suivre, en effet, l'allure de la courbe de sensibilité de l'oreille humaine à la variation de l'intensité des sons perçus, laquelle est logarithmique, c'est-à-dire non linéaire.

Dans l'étude des divers circuits des appareils de radiocommunications, instruments de mesure ou d'autres systèmes électroniques, nous trouvons parfois que, pour certaines fonctions, on utilise des potentiomètres à variation logarithmique inverse. Ainsi que nous venons de le voir, la variation de la résistance logarithmique n'est pas linéaire: à chaque position du curseur correspond une variation différente de la résistance. Mais, tandis que dans le type normal, la variation devient plus grande à mesure que le curseur tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, dans le type à variation logarithmique inverse, la variation devient plus petite alors que le curseur se déplace dans le même sens. En d'autres termes, la loi de variation est exactement opposée.

Pour obtenir une variation logarithmique de la résistance d'un potentiomètre, il est nécessaire de donner à la plaquette sur laquelle est bobiné le fil une forme spéciale. Dans ce dernier cas, ce type de variation peut être obtenu de deux façons différentes: la première consiste à modifier la section du fil résistant tout au long des diverses parties de l'enroulement; la seconde, au contraire, à modifier la forme du support isolant sur lequel le fil est bobiné en lui donnant une forme triangulaire (alors qu'elle est normalement rectangulaire). De ce fait, ainsi que le montre la figure 10 bis, la variation de résistance est plus grande quand le curseur se déplace vers la droite, et vice-versa.

Le CHASSIS

Tous les appareils électroniques, simples ou compliqués, sont normalement montés sur un châssis (figure 11) qui a pour fonction de grouper tous les éléments lourds ou volumineux et de constituer un tout homogène et rigide, abritant l'ensemble des connexions ainsi que les petits éléments qui, tous ensemble, forment le circuit.

En étudiant la construction d'un châssis, on doit s'efforcer, en premier lieu, de disposer judicieusement tous les organes de l'appareil de telle sorte qu'ils puissent être reliés entre eux par des connexions aussi courtes que possible, tout en réalisant un montage rationnel permettant d'accéder aux divers éléments avec facilité.

Les châssis du commerce — et ceux utilisés par les constructeurs pour leurs divers appareils — sont de types et de dimensions différents suivant l'emploi pour lequel ils sont prévus. Pour des réalisations économiques, ils sont en aluminium ou en alliages de ce métal, ce qui donne un poids minimum et un travail plus facile, ce métal se perçant et se pliant plus aisément que tout autre. Dans les réalisations plus soignées, comme par exemple les amplificateurs, les téléviseurs, les radars, etc... on préfère employer des châssis en tôle de fer dont la plus grande rigidité procure une meilleure tenue mécanique et autorise l'emploi des éléments plus lourds nécessaires dans ces applications,

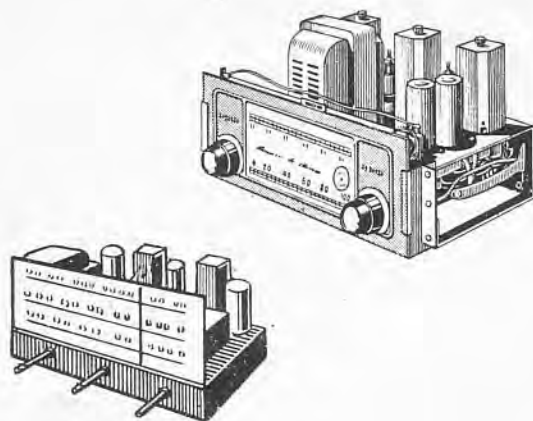


Fig. 12 - Châssis d'un récepteur monté. On peut voir les lampes et les transformateurs. Les petites pièces qui complètent les divers circuits sont en dessous.

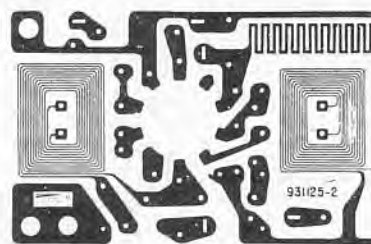


Fig. 13 - Circuit imprimé. Les connexions sont formées de languettes de cuivre obtenues par un procédé photo-chimique sur une plaque. Les pièces détachées sont fixées dans les trous par soudure à l'étain.

tels que gros transformateurs, panneaux de commande, etc...

Etant donné la facilité avec laquelle le fer s'oxyde, les châssis sont cadmiés, étamés, ou recouverts d'un vernis spécial.

La figure 11 montre un châssis nu, avant le montage, tandis que la **figure 12** représente deux châssis montés, avec tous les éléments, vus par dessus: il est facile de se rendre compte de la disposition des diverses pièces fixées par des vis, des rivets ou des oeillets, soit directement sur le châssis, soit par de petites équerres. A l'intérieur, sous le châssis, on trouve les divers éléments reliés entre eux par les connexions, tels que condensateurs, résistances, etc... que nous apprendrons à connaître en détail sous peu.

L'étude, la conception d'un châssis, est une des choses les plus difficiles à apprendre dans le domaine de l'électronique, bien qu'elle paraisse simple à première vue. Ce n'est qu'après avoir acquis toutes les connaissances relatives à l'utilisation des divers éléments, à leurs relations entre eux et aux réactions diverses qu'un voisinage trop rapproché peut provoquer, qu'il sera possible de mener à bien une telle étude.

La réalisation récente de pièces détachées miniatures obtenue grâce à d'importants perfectionnements, a permis la réalisation de châssis spéciaux qui, outre leur fonction habituelle de support pour les divers éléments du montage, comportent également les connexions du circuit. Il s'agit des « circuits imprimés » réalisés sur un support en matière isolante recouvert d'une mince feuille de cuivre sur laquelle sont gravés, par un procédé photo-chimique, les connexions des circuits.

Dans ce procédé, toutes les connexions sont terminées par de petits trous percés dans la plaque isolante dans lesquels sont introduites les extrémités des éléments à réunir à ces points. Toutes les soudures sont ensuite réalisées en une seule fois, d'une manière industrielle, par un procédé nouveau. Ce type de circuit, représenté **figure 13**, a marqué une époque dans l'histoire de l'électronique en ce qu'il a permis une réduction importante du temps nécessaire pour le montage

d'un appareil, réduisant le prix de revient et les possibilités d'erreurs. Au début l'emploi a été limité à la construction d'appareils de dimensions réduites, tels que récepteurs portatifs, petits émetteurs, amplificateurs de surdité; récemment, les circuits imprimés ont été utilisés même dans les téléviseurs et les magnétophones.

Cette nouvelle technique des circuits imprimés fera l'objet d'une leçon spéciale de notre Cours.

INTERRUPTEURS - INVERSEURS - CONTACTEURS

La fonction d'un « interrupteur » — son nom l'indique — est d'*interrompre* le passage d'un courant électrique; mais, outre la seule action d'interrompre, il est parfois nécessaire d'envoyer le courant alternativement dans un conducteur ou un autre: c'est le rôle de « l'inverseur ».

Nous verrons également, assez souvent, qu'il est nécessaire de disposer d'un moyen permettant d'envoyer le même courant dans différents conducteurs, simultanément ou séparément; pour ce faire, on utilise des accessoires appelés « contacteurs ». Examinons, maintenant, d'une manière plus précise, les détails de leur construction.

Les interrupteurs. On désigne sous le nom d'interrupteur, un dispositif comportant deux contacts séparés pouvant être mis, à volonté, en liaison entre eux, par le moyen d'un levier ou autre système (bouton, poussoir) et isolés de nouveau, par la manœuvre inverse.

La **figure 14** représente certains types d'interrupteurs qui montrent d'une manière évidente le mode de fonctionnement décrit ci-dessus. Comme on le voit, ils présentent une notable analogie avec ceux communément employés dans les installations domestiques pour allumer ou éteindre les lampes ou tout autre appareil électrique, ceux utilisés en électronique présentent la seule différence d'être réalisés de manière à pouvoir être montés facilement sur les panneaux, tableaux de commande ou châssis, et d'avoir une forme mieux adaptée aux besoins de cette technique.

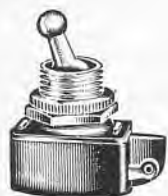


Fig. 14 - Petits interrupteurs. La manœuvre d'un levier ou la pression sur un bouton détermine la fermeture des contacts entre les deux languettes latérales.

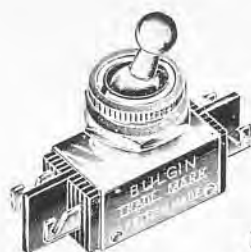
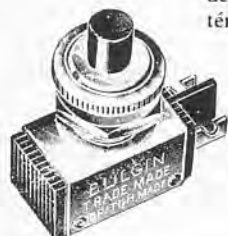


Fig. 15 - Deux types d'inverseurs. L'un à deux directions, avec un contact commun; l'autre à deux voies indépendantes.

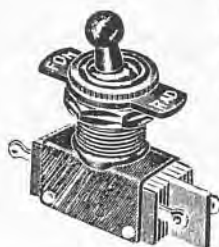


Fig. 16 - Contacteur rotatif à positions multiples, pour courants de moyenne intensité.

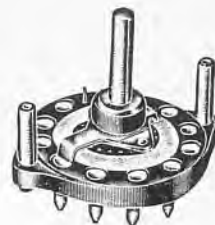
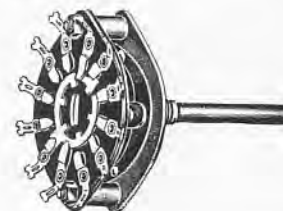


Fig. 17 - Contacteur à une galette, avec deux circuits et 5 positions.



Les interrupteurs les plus courants sont du type à bascule ou à levier; le contact entre les deux pôles est établi par une petite pièce métallique qui, sous l'action d'un ressort actionné par le levier de manœuvre, se déplace brusquement en établissant, ou en rompant, le contact. Il existe aussi des interrupteurs rotatifs dans lesquels le contact se fait en faisant tourner un axe, d'un angle de 30° en général.

Les inverseurs. Grâce à leurs deux positions, les inverseurs permettent d'envoyer un courant soit dans un conducteur, soit dans un autre. Sur la figure 15 on peut en voir deux modèles portant respectivement, trois et quatre contacts. Dans le premier, la partie mobile actionnée par le levier à ressort forme ce qu'on appelle le pôle « commun » parce qu'il reçoit le courant qui doit être dirigé sur l'une ou l'autre des deux lignes connectées aux deux autres cosses placées à droite et à gauche.

Dans le second type, au contraire, la partie mobile est indépendante, elle ne peut être reliée directement à l'extérieur, elle a pour fonction de mettre en liaison entre eux les deux contacts opposés. Si chaque paire a un contact commun avec l'autre, nous avons un inverseur à proprement parler; tandis que si les deux paires de contacts sont indépendantes, le dispositif peut être considéré comme un « commutateur » pouvant fermer soit un circuit, soit l'autre.

Pour clarifier les idées, nous pouvons encore faire un parallèle avec les installations de lumière où, dans le cas d'un lustre à plusieurs lampes, on utilise un inverseur ou un commutateur à deux directions pour éclairer soit la lampe centrale, soit les lampes montées tout autour.

Les contacteurs. Formé d'une série de contacts mobiles le contacteur permet d'envoyer le courant sur deux ou plusieurs lignes et même, dans le cas d'un contacteur multiple, plusieurs courants sur plusieurs lignes.

Ils comportent une partie centrale mobile, appelée *rotor*, comportant un ou plusieurs contacts selon le cas, et une série de contacts périphériques, formant le *stator*, sur lesquels seront branchées les diverses lignes.

Dans le cas des contacteurs il est nécessaire de préciser les notions de *circuits* et de *positions*: on entend par circuit, la ligne ou le courant devant être commuté et par position, le plot (ou la cosse) qui doit recevoir la ligne sur laquelle doit être commuté le courant.

Il existe des contacteurs à plusieurs positions. Par exemple, un commutateur à deux circuits et deux positions, permet de commuter deux courants, chacun sur deux lignes différentes; de même, un contacteur à 5 circuits et 8 positions permet la commutation de cinq courants différents, chacun sur huit lignes distinctes.

Comme dans le cas des interrupteurs et des inverseurs, les contacteurs sont construits sous diverses formes et dimensions. Les figures 16 et 17 illustrent deux types des plus courants.

Tous ces organes ont une caractéristique commune: ils doivent assurer des contacts d'une absolue sécurité, qui dépend de la nature du métal employé, du système de contact et de la pression des contacts mobiles sur les contacts fixes.

Les dimensions sont fonction, en général, de la tension que ces contacteurs doivent pouvoir supporter sans donner lieu à des amorçages, et du courant qui les traverse. On notera en effet, qu'un interrupteur, un inverseur ou un contacteur prévus pour supporter des tensions de plusieurs centaines de volts, a des caractéristiques mécaniques différentes des caractéristiques de ceux prévus pour supporter des tensions peu élevées. Enfin, ceux conçus pour travailler sous des tensions très élevées, de l'ordre de plusieurs milliers de volts, comportent des rotors et des stators en céramique ou stéatite à coefficient d'isolement très grand.

De même, pour les courants faibles on utilise des contacts de petites dimensions travaillant sous faible pression, tandis que pour des courants de forte intensité, les contacts sont de plus grandes dimensions, plus massifs, et la pression est plus grande, nécessitant, en conséquence, un plus gros effort pour effectuer la commutation.

Les meilleurs contacteurs ont leurs contacts en métal argenté ou encore, en alliage d'argent, dans le but

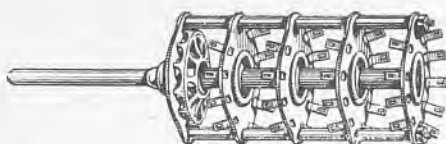


Fig. 18 - Contacteur rotatif à 4 galettes.

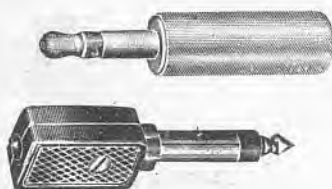


Fig. 19 - Fiches de jack; la pointe est isolée du corps et constitue, avec lui, les deux contacts.



Fig. 20 - Prise pour jack. Il en existe de plusieurs types avec ou sans fermeture automatique des circuits.

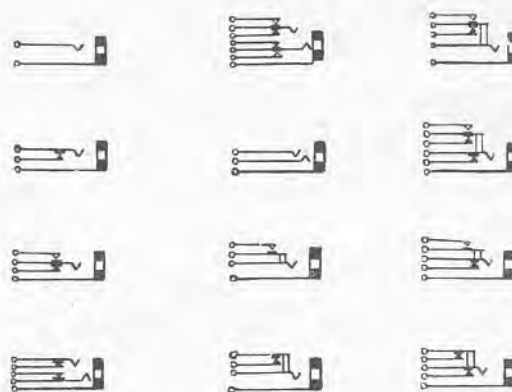


Fig. 21 - Schématiquement les prises de jack sont représentées ainsi. L'enfoncement de la fiche détermine l'écartement de la lame de contact, laquelle actionne les autres contacts qui lui sont solidaires.

de présenter une résistance électrique minimum — résistance qui serait néfaste si elle était élevée — et d'éviter, autant que possible, l'oxydation causée par les étincelles se produisant lors de la fermeture ou de l'ouverture d'un circuit parcouru par un courant.

Certains contacteurs, d'un modèle plus compliqué, voir **figure 18**, sont formés de plusieurs « galettes » réunies entre elles par des entretoises les maintenant aux distances désirées et assurant une bonne rigidité à l'ensemble, les rotors étant manoeuvrés par un axe unique passant par leurs centres.

Les applications de ces éléments sont innombrables dans le domaine de l'électronique et nous ne manquerons pas d'en apprécier l'utilité au fur et à mesure que nous avancerons dans l'étude des réalisations pratiques.

Le JACK

Parmi les divers accessoires, le jack occupe une place importante car il permet l'insertion (liaison) d'un organe externe aux circuits groupés sur le châssis, par une manoeuvre simple et rapide qui consiste à enfoncer ou à retirer ce jack d'une prise spéciale, elle-même placée sur le châssis ou sur le panneau avant.

Le jack est constitué par un corps métallique percé; dans ce corps (cylindre) se trouve enfilé coaxialement un autre cylindre de matière isolante, également percé, dans lequel se trouve logé un conducteur qui se termine, à l'extérieur, par une petite sphère formant le second pôle. A l'autre extrémité se trouve le manche — en métal ou en matière isolante — qui protège également les cosses ou vis sur lesquelles est fixé le câble de raccordement. Ce type de fiche, analogue à la fiche banane, mais qui s'en différencie toutefois parce qu'elle est bipolaire, est très utile pour les liaisons par câbles blindés car l'armature extérieure et le manche métallique protègent le fil central tout comme le blindage. La **figure 19** montre deux fiches de jack d'un modèle courant.

La prise qui doit recevoir le jack est normalement fixée à un châssis ou à un panneau et son aspect normal est celui de la **figure 20**. On notera le canon de

fixation avec son écrou, l'équerre support et les ressorts de contact, dont l'un viendra frotter sur la partie extérieure de la fiche et l'autre sur la sphère terminale faisant ainsi contact avec le conducteur central.

Les divers emplois conférés aux jacks ont rendu nécessaire la construction de modèles variés. Dans certains, on peut trouver trois ou quatre contacts différents et la prise correspondante porte autant de ressorts de contact qui viennent frotter sur les différents segments isolés les uns des autres.

Comme dans certains cas, il est nécessaire qu'un circuit soit fermé quand le jack est introduit dans la prise, ou encore court-circuité quand le jack est retiré, certaines prises portent des dispositifs spéciaux qui, mettant à profit l'élasticité du ressort de contact, font que celui-ci, normalement en contact avec un autre lorsque la fiche est retirée, en soit éloigné quand le jack est enfoncé. La **figure 21** illustre schématiquement différents types de prises qui se différencient par le nombre des combinaisons de commutations qui se produisent quand la fiche est enfoncée.

Il est à noter que la fiche ne sert pas toujours à réaliser une liaison avec un circuit extérieur: parfois, on utilise une fiche dont le seul rôle consiste à mettre en contact entre elles les différentes lames de la prise.

En se reportant à la **figure 21**, les différents modèles de prises de jack représentés peuvent être définis comme suit (de haut en bas, à partir de la gauche): jack simple à deux lames, d'utilisation courante pour le branchement des casques, des haut-parleurs, etc... - avec fermeture d'un circuit en position de repos - avec fermeture d'un circuit au repos et inversion lors de l'insertion de la fiche - avec branchement sur deux points et fermeture de deux circuits au repos - comme le précédent, mais avec inversion des circuits - à deux lames indépendantes (isolées) du support - avec fermeture indépendante par insertion de la fiche - avec fermeture indépendante au repos - avec fermeture indépendante au repos et inversion par insertion de la fiche - deux fermetures au repos et une inversion par insertion - une fermeture au repos et une inversion par insertion - deux fermetures au repos.

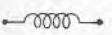
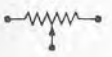
SYMBOLES - ABREVIATIONS

d.d.p.	= différence de potentiel
f.e.m.	= force électro-motrice
H	= quantité de chaleur en joules
I	= courant (en μA , mA, A)
J	= joule — mesure de la quantité d'électricité
kV	= kilovolt = 1 000 volts
k Ω	= kilohm = 1 000 ohms
log.	= logarithme de base 10
mA	= milliampère = 1/1 000 d'ampère
mV	= millivolt = 1/1 000 de volt
M Ω	= Mégohm = 1 000 000 ohms
Ohm	= unité de résistance
Q	= coulomb, unité de quantité d'électricité
R	= résistance (en μohm , ohm, k Ω , M Ω)
t	= temps en secondes
V	= tension (en μV , mV, V, kV)
W	= watt — unité de puissance dissipée
+	= signe positif
—	= signe négatif
μ	= (mu) Micro = 1/1.000.000 de l'unité qui le suit
$\mu\mu$	= (mu mu) Micro-micro = 1/1.000.000 de μ
Ω	= (oméga) - ohm

FORMULES

H	= $R \times I^2 \times t$
Q	= $I \times t$
W	= $R \times I^2$

SYMBOLES SCHEMATIQUES

	= Pile à un élément
	= Batterie de piles à 4 éléments
	= Bobine sur air
	= Résistance fixe
	= Rhéostat
	= Potentiomètre
	= Interrupteur unipolaire
	= Interrupteur bipolaire
	= Inverseur unipolaire
	= Inverseur bipolaire
	= Contacteur 1 circuit, 3 positions
	= Contacteur 2 circuits, 3 positions

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 4 et 5

N. 1 -

A quoi peuvent se comparer une charge positive et une charge négative ? Dans quel cas un corps est considéré comme neutre ?

N. 2 -

Qu'entend-on par « molécule » et par « atome » ?

N. 3 -

Comment se subdivise un atome ?

N. 4 -

Qu'est-ce qu'un « ion » ?

N. 5 -

Quelle est la différence entre corps conducteurs et corps isolants ? Existe-t-il une ligne nette de démarcation entre les deux ?

N. 6 -

Quelle est la loi qui gouverne les rapports entre charges électriques de même signe et de signes opposés ?

N. 7 -

Qu'entend-on par « inversement proportionnel » ?

N. 8 -

Qu'est-ce qu'un « champ électrique » ?

N. 9 -

En quoi consiste le passage d'un courant électrique ?

N. 10 -

A quoi équivaut le courant de 1 ampère ?

N. 11 -

Qu'entend-on par « tension » ?

N. 12 -

Qu'est-ce que la « résistance » ? Quelle est son unité de mesure ? A quoi équivaut celle-ci ?

N. 13 -

A quels coefficients équivalent les préfixes « k », « M » et « micro » ?

N. 14 -

Qu'entend-on par « rhéostat » et « potentiomètre » ?

N. 15 -

Déterminer la « puissance électrique » en fonction de la résistance et de l'intensité du courant. Comment se mesure-t-elle ?

N. 16 -

Quel est le sens du courant à la sortie d'un générateur ? Dans quel sens parcourt-il un circuit extérieur ?

N. 17 -

Quelle est la valeur d'une résistance marquée de quatre couleurs, dans l'ordre suivant : rouge, vert, jaune, or ?

N. 18 -

Quelles sont les couleurs d'une résistance de 50 k Ω ?

N. 19 -

Qu'appelle-t-on « inverseur » ?

N. 20 -

Quelle est la fonction d'un « contacteur » ?

REPONSES aux QUESTIONS de la pag. 19

N. 1 — Deux, la fréquence et l'amplitude.

N. 2 — Par amplitude, on entend la distance entre les pointes de deux demi-ondes de signes contraires, dans le sens perpendiculaire à l'axe des temps. Par fréquence, on entend le nombre des vibrations qui ont lieu pendant l'unité de temps.

N. 3 — Une demi-onde équivaut à la moitié d'un cycle. Elle peut être positive ou négative.

N. 4 — Seulement les ondes électriques.

N. 5 — Quand une demi-onde suit, dans sa formation, une allure déterminée et harmonieuse, et que la demi-onde suivante est opposée à la première et symétrique.

N. 6 — Les fréquences limites sont 16 Hz et 20 000 Hz.

N. 7 — B.F. = Basse Fréquence, c'est-à-dire la gamme des fréquences qui peuvent être perçues par l'oreille humaine. H.F. = Haute Fréquence, soit toutes les fréquences au-dessus de 20 kHz.

N. 8 — La distance entre deux points symétriques de deux cycles, dans leur représentation graphique ou, encore, la distance comprise entre le point de départ et celui de la fin d'un cycle complet.

N. 10 — Quand il se trouve en présence d'une onde dont la fréquence est égale à sa fréquence de résonance.

$$\text{N. 11} - \lambda = \frac{300\,000}{\text{fréquence}}$$

N. 12 — Une onde porteuse est une oscillation destinée à varier en fonction d'un signal dit « modulateur ».

N. 13 — La modulation consiste dans la superposition d'une onde (modulante) à une autre onde (porteuse) déterminant, ainsi, une variation des caractéristiques de cette dernière.

N. 14 — Une onde modulée est une onde porteuse dont l'amplitude, la fréquence ou la phase sont modifiées sous l'effet de la modulation.

N. 15 — Par détection, on entend la séparation de la fréquence modulante de l'onde porteuse au moyen d'un dispositif appelé « détecteur ».

$$\text{N. 16} - \text{à } 64, 81, 25, 7, \frac{1}{100}, \frac{1}{1\,000}, \frac{1}{100\,000}, \frac{1}{27}$$

N. 17 — Son changement de direction, pendant son parcours dans l'espace, provoqué par son passage d'un milieu dans un autre, comme, par exemple, de l'atmosphère dans la stratosphère.

N. 18 — Sa déviation autour d'un corps se trouvant sur son parcours; par exemple, une montagne.

N. 19 — Sur les fréquences les plus basses.

N. 20 — Le fer à souder normal et le fer à chauffage instantané. Le second, à la différence du premier n'est alimenté que pendant les instants où il fonctionne.

TABEAU 11 - CODE DES COULEURS DES VALEURS OHMIQUES LES PLUS COURANTES

RESISTANCE en ohms	1 ^{er} ANNEAU (corps)	2 ^{eme} ANNEAU (extrémité)	3 ^{eme} ANNEAU (point)
100	marron	noir	marron
200	rouge	noir	marron
250	rouge	vert	marron
300	orange	noir	marron
400	jaune	noir	marron
500	vert	noir	marron
750	violet	vert	marron
1.000	marron	noir	rouge
1.500	marron	vert	rouge
2.000	rouge	noir	rouge
2.500	rouge	vert	rouge
3.000	orange	noir	rouge
3.500	orange	vert	rouge
4.000	jaune	noir	rouge
5.000	vert	noir	rouge
6.000	bleu	noir	rouge
8.000	gris	noir	rouge
9.000	blanc	noir	rouge
10.000	marron	noir	orange
12.000	marron	rouge	orange
15.000	marron	vert	orange
17.000	marron	violet	orange
20.000	rouge	noir	orange
25.000	rouge	vert	orange
30.000	orange	noir	orange
40.000	jaune	noir	orange
50.000	vert	noir	orange
60.000	bleu	noir	orange
75.000	violet	vert	orange
100.000	marron	noir	jaune
150.000	marron	vert	jaune
200.000	rouge	noir	jaune
250.000	rouge	vert	jaune
300.000	orange	noir	jaune
400.000	jaune	noir	jaune
500.000	vert	noir	jaune
1 MΩ	marron	noir	vert
1,5 MΩ	marron	vert	vert
2 MΩ	rouge	noir	vert
2,5 MΩ	rouge	vert	vert
3 MΩ	orange	noir	vert
4 MΩ	jaune	noir	vert
5 MΩ	vert	noir	vert

Les tableaux présentés dans cette leçon se rapportent, ainsi que nous l'avons dit au début de la troisième leçon, aux matières développées dans les leçons précédentes.

Le tableau 11 est d'une grande utilité pratique, car il permet de trouver rapidement les couleurs des valeurs des résistances les plus courantes ou, si cela est nécessaire, la valeur d'une résistance ayant des couleurs déterminées. Un tel tableau est donc très utile dans un atelier, en particulier pour ceux qui n'ont pas encore l'habitude de discerner rapidement les valeurs des résistances.

Le tableau 12 donne la liste des couleurs en fonction de leurs valeurs relatives, suivant leur ordre et leur position sur le corps de la résistance; il permet ainsi, au lecteur, de reconnaître facilement les valeurs.

Le tableau 13 montre la disposition adoptée pour le marquage des couleurs dans le code des résistances.

Le tableau 14 permet de déterminer, sur le papier, le courant maximum, en milliampères, qui peut passer dans une résistance ayant une dissipation (en watts) donnée; c'est-à-dire le maximum de courant admissible sans qu'il se produise une température pouvant détériorer la résistance.

**TABLEAU 12 -
CODE des
COULEURS pour RESISTANCES**

COULEUR	ANNEAU A (1er chiffre)	ANNEAU B (2ème chiffre)	ANNEAU C (facteur de multiplication)	ANNEAU D (tolérance)
Noir	0	0	1	—
Marron	1	1	10	—
Rouge	2	2	100	—
Orange	3	3	1.000	—
Jaune	4	4	10.000	—
Vert	5	5	100.000	—
Bleu	6	6	1.000.000	—
Violet	7	7	10.000.000	—
Gris	8	8	100.000.000	—
Blanc	9	9	1.000.000.000	—
Or	—	—	—	± 5%
Argent	—	—	—	± 10%
Rien	—	—	—	± 20%

Exemple: Une résistance dont les anneaux colorés se présentent dans l'ordre suivant en commençant par l'extrémité: orange vert, rouge, argent a une valeur de 3.500 ohms et une tolérance de $\pm 10\%$. Sa valeur réelle est donc comprise entre 3.150 et 3.800 ohms. De même, une résistance ayant un corps vert, une extrémité rouge et un point jaune sur le corps, a une valeur de 520.000 ohms.

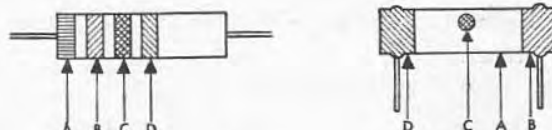


**TABLEAU 13 -
DISPOSITION des COULEURS
dans le CODE des RESISTANCES**

RÉSISTANCES À TERMINAISONS COAXIALES	COULEURS	RÉSISTANCES À TERMINAISONS LATÉRALES
Anneau A	Indique le premier chiffre significatif en ohms	Corps A
Anneau B	Indique le second chiffre significatif	Extrémité B
Anneau C	Indique le facteur décimal de multi- plication	Anneau C ou point
Anneau D	S'il est présent, in- dique la tolérance. S'il est absent, la tolérance est de 20%	Extrémité D

N.B. Les résistances de faibles puissances bobinées en fils isolés ont des terminaisons coaxiales et la valeur est imprimée en code selon le système de la figure de gauche, avec la seule différence que la largeur de la zone A est doublée.

TABLEAU 14 - COURANT MAXIMUM en milliampères ADMISSIBLE dans une RESISTANCE

VALEUR de R (en ohms)	1/8 W	1/4 W	1/2 W	1 W	2 W	3 W	5 W	10 W	20 W
50	50	71	100	143	200	244	316	450	630
100	35	50	70	100	142	173	224	316	448
150	28	40	58	83	116	141	182	260	365
200	24	35	50	71	100	122	158	225	316
250	22	31,5	44,8	63	90	110	142	203	284
300	20	29	41	58	82	100	128	183	256
350	18	27	38	54	76	92	120	169	240
400	17,5	25	35,5	50	71	86	112	158	224
450	16,5	23	33,4	46	67	81	104	149	208
500	15,6	22	31,5	44	63	77	100	142	200
600	14,2	20	29	41	58	70	91	130	182
700	13,2	18,7	26,6	37,8	53	65	84	120	168
800	12,4	17,7	25	35,2	50	60,9	79	115	158
900	11,8	16,7	23,6	34,3	46	57,6	74	108	148
1.000	11	15,8	22,4	31,5	45	54	71	100	142
1.500	9	12,9	18,2	25,5	36,5	44	58	82	116
2.000	7,8	11	15,8	22,4	31,5	38	50	71	100
2.500	7	10	14,2	20	28,5	34	45	64	90
3.000	6,4	9,1	13	18,3	26	31	41	58	82
3.500	6,0	8,4	11,9	16,7	24	29,2	37,4	54	75
4.000	5,5	7,9	11,2	15,8	22,4	27	35	50	70
4.500	5,2	7,4	10,4	15,1	21,1	25,8	33,1	48	66
5.000	5	7,1	10	14,2	20	24	32	45	57
6.000	4,5	6,4	9,1	13,6	18,3	22,3	28,8	42	64
7.000	4,2	6,0	8,4	11,8	16,8	21,4	26,6	37	53
8.000	3,8	5,5	7,9	11,1	15,8	19,3	24,9	34	50
9.000	3,7	5,2	7,5	10,4	14,8	18,2	23,5	32,5	46
10.000	3,5	5	7,1	10	14,2	17	22	31,6	44
11.000	3,4	4,7	6,7	9,4	13,4	16,4	21,2	29,2	42,4
12.000	3,2	4,5	6,5	9,0	12,9	15,8	20,7	28	41,0
13.000	3,1	4,35	6,1	8,7	12,4	15,1	19,5	27,1	39,0
14.000	3,0	4,25	6,0	8,4	11,9	14,6	18,8	26,4	37,5
15.000	2,8	4,13	5,8	8,1	11,6	14	18	26	36
16.000	2,75	3,9	5,7	7,9	11,2	13,7	17,6	25	35
17.000	2,70	3,7	5,6	7,6	10,8	13,3	17,0	24,2	34
18.000	2,62	3,65	5,45	7,4	10,5	12,9	16,5	23,6	33
19.000	2,56	3,60	5,20	7,2	10,2	12,5	16,2	23,0	32,5
20.000	2,5	3,5	5	7,1	10	12	16	22,5	32
25.000	2,2	3,1	4,4	6,3	8,9	11	14	20	28
30.000	2,05	2,9	4,1	5,8	8,2	10	13	18,3	26
40.000	1,75	2,5	3,5	5	7	8,6	11	15,8	22
50.000	1,58	2,2	3,1	4,4	6,1	7,7	9,8	14,2	20
75.000	1,29	1,83	2,6	3,6	5,2	6,3	8	11,4	16
100.000	1,1	1,58	2,2	3,1	4,5	5,4	7	10	14
150.000	0,9	1,29	1,81	2,6	3,6	4,4	6	8,2	12
200.000	0,78	1,1	1,58	2,2	3,1	3,8	5	7,1	10
250.000	0,7	1	1,42	2	2,8	3,7	4,5	6,4	9
300.000	0,65	0,9	1,3	1,8	2,6	3,1	4,1	5,8	8,2
400.000	0,57	0,78	1,12	1,57	2,2	2,7	3,5	5	7
500.000	0,49	0,7	1	1,4	2	2,4	3,15	4,5	6,3
1 MΩ	0,35	0,49	0,7	1	1,4	1,7	2,2	3,16	4,4
2 MΩ	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,2	1,6	2,25	3,2
5 MΩ	0,15	0,23	0,3	0,46	0,6	0,8	1	1,42	2
10 MΩ	0,1	0,15	0,23	0,3	0,5	0,6	0,7	1	1,4

TABLEAU 15 - TABLE PERIODIQUE des ELEMENTS

ELEMENT	SYMBOLE	N.	POIDS ATOMIQUE	ELEMENT	SYMBOLE	N.	POIDS ATOMIQUE	ELEMENT	SYMBOLE	N.	POIDS ATOMIQUE
Aluminium	Al	13	26,98	Gallium	Ga	31	69,72	Praséodyme	Pr	59	140,9
Americum	Am	95	243	Gadolinium	Gd	64	156,9	Prométium	Pm	61	145
Antimoine	Sb	51	121	Germanium	Ge	32	72,60	Protactinium	Pa	91	231
Argon	A	18	39,94					Radium	Ra	88	226,5
Argent	Ag	47	107,80	Hafnium	Hf	72	178,6	Radon	Rn	86	222
Arsenic	As	33	74,91	Hélium	He	2	4,003	Rhénium	Re	75	186,3
Astatinium	At	85	211	Holmium	Ho	67	164,9	Rhodium	Rh	45	102,9
Actinium	Ac	89	227	Hydrogène	H	1	1,008	Rubidium	Rb	37	85,48
Azote	N	7	14					Ruthénium	Ru	44	101,7
				Indium	In	49	114,7				
Barium	Ba	56	137,3	Iode	I	53	126,9	Samarium	Sm	62	150,4
Béryllium	Be	4	9,2	Iridium	Ir	77	192,2	Scandium	Sc	21	44,96
Berkelium	Bk	97	249					Sélénium	Se	34	78,96
Bismuth	Bi	83	209	Krypton	Kr	36	83,8	Silicium	Si	14	28,9
Bore	B	5	10,82					Sodium	Na	11	22,99
Brome	Br	35	79,91	Lanthane	La	57	138,9	Soufre	S	16	32,06
				Lithium	Li	3	6,94	Strontium	Sr	38	87,63
Cadmium	Cd	48	112,4	Lutécium	Lu	71	174,9				
Calcium	Ca	20	40,08					Tallium	Tl	81	204,3
Californium	Cf	98	249	Magnésium	Mg	12	24,32	Terbium	Tb	65	158,93
Carbone	C	6	12,01	Manganèse	Mn	25	54,94	Tantale	Ta	73	180,95
Cérium	Ce	58	140,1	Mendelevium	Mv	101	256	Tecnicium	Tc	43	99
Césium	Cs	55	132,9	Mercure	Hg	80	200,6	Tellure	Te	52	127,6
Chlore	Cl	17	35,45	Molybdène	Mo	42	95,95	Titane	Ti	22	47,90
Cobalt	Co	27	58,94					Thorium	Th	90	232
Colombium	Cb	41	92,94	Neodyme	Nd	60	144,2	Tritium	T	1	3,017
Chrome	Cr	24	52,01	Néon	Ne	10	20,18	Thulium	Tm	69	168,4
Cuivre	Cu	29	63,54	Neptunium	Np	93	237	Tungstène	W	74	183,9
Curium	Cm	96	245	Nickel	Ni	28	58,69				
				Niobium	Nb	41	92,91	Uranium	U	92	238
Deuterium	D	1	2,014	Nobelium	No	102	253				
Disprosium	Dy	66	162,4					Vanadium	V	23	50,95
				Or	Au	79	197,2				
Einsteinium	E	99	254	Osmium	Os	76	190,2	Xénon	Xe	54	131,3
Erbium	Er	68	167,2	Oxygène	O	8	16	Ytterbium	Yt	70	173
Etain	Sn	50	118,7								
Europium	Eu	63	152	Palladium	Pd	46	106,7	Yttrium	Y	39	88,92
				Phosphore	P	15	30,97				
Fermium	Fm	100	255	Plomb	Pb	82	207,2	Zinc	Zn	30	65,38
Fluor	F	9	19	Platine	Pt	78	195,2	Zirconium	Zr	40	91,22
Fer	Fe	26	55,85	Plutonium	Pu	94	242				
Francium	Fr	87	223	Polonium	Po	84	210				
				Potassium	K	19	39,1				

Le tableau ci-dessus donne la liste, par ordre alphabétique, de tous les éléments naturels découverts à ce jour. A côté de chacun d'eux est indiqué le symbole adopté universellement par accords internationaux (ils sont généralement formés des initiales de leurs noms latins), ainsi que le numéro et le poids atomique. Le premier nombre, comme il l'a été dit dans la 4ème leçon, indique la quantité d'électrons présents dans un atome de l'élément, tandis que le deuxième nombre indique le poids atomique, par rapport au poids d'un atome d'hydrogène, qui est adopté comme unité de mesure.

Nous continuons également la série de tableaux de conversion des unités de mesures anglaises en unités du système métrique. Le tableaux 16, 17, 18 et 19 permettent de convertir, respectivement, les volumes

en pouces cube dans leurs valeurs correspondantes en cm^3 , et réciproquement, et les mesures de capacités exprimées en unités anglaises dans leurs valeurs correspondantes dans le système métrique. Les données de ces tableaux peuvent être étendues aux valeurs supérieures ou inférieures en multipliant ou en divisant les chiffres de base par le même nombre. Si, par exemple, un pouce cube équivaut à $16,38 \text{ cm}^3$, la dixième partie d'un pouce cube vaudra $1,638 \text{ cm}^3$. De cette façon, il est possible de trouver également les valeurs intermédiaires, comme par exemple 1,5 pouce cube: sa valeur sera la dixième partie de 15 pouces cube. De même, 62 pintes correspondent à $50 + 12$ pintes et, en litres à $28,412 + 6,819 = 35,231$. A l'inverse, 2,5 litres correspondent à $0,50 \times 5$ et, par suite, à $0,880 \text{ pinte} \times 5 = 4,400 \text{ pintes}$.

CONVERSION POUCES cube en CENTIMETRES cube
CONVERSION CENTIMETRES cube en POUCES cube

TABLEAU 16

POUCES ³	cm ³
1/64	0,254
1/32	0,509
1/16	1,024
1/8	2,048
1/4	4,097
1/2	8,194
1	16,387
2	32,774
3	49,161
4	65,548
5	81,936
6	98,323
7	114,710
8	131,097
9	147,484
10	163,871
11	180,258
12	196,645
13	213,032
14	229,419
15	245,807
16	262,194
17	278,581
18	294,968
19	311,355
20	327,742
21	344,129
22	360,516
23	376,903
24	393,290
25	409,678
26	426,065
27	442,452
28	458,839
29	475,226
30	491,613
31	508,000
32	524,387
33	540,774
34	557,161
35	573,549
36	589,936
37	606,323
38	622,710
39	639,097
40	655,484
41	671,871
42	688,258
43	704,645
44	721,032
45	737,420
46	753,807
47	770,194
48	786,581
49	802,968
50	819,355

TABLEAU 17

cm ³	POUCES ³
1/64	0,001
1/32	0,002
1/16	0,004
1/8	0,008
1/4	0,015
1/2	0,031
1	0,061
2	0,122
3	0,183
4	0,244
5	0,305
6	0,366
7	0,427
8	0,488
9	0,549
10	0,610
11	0,671
12	0,732
13	0,793
14	0,854
15	0,915
16	0,976
17	1,037
18	1,098
19	1,159
20	1,220
21	1,282
22	1,343
23	1,404
24	1,465
25	1,526
26	1,587
27	1,648
28	1,709
29	1,770
30	1,831
31	1,892
32	1,953
33	2,014
34	2,075
35	2,136
36	2,197
37	2,258
38	2,319
39	2,380
40	2,441
41	2,502
42	2,563
43	2,624
44	2,685
45	2,746
46	2,807
47	2,868
48	2,929
49	2,990
50	3,051

CONVERSION des PINTES en LITRES
CONVERSION des FRACTIONS de LITRES en PINTES

TABLEAU 18

PINTES	LITRES
1/64	0,009
1/32	0,018
1/16	0,036
1/8	0,071
1/4	0,142
1/2	0,284
1	0,568
2	1,136
3	1,705
4	2,273
5	2,841
6	3,409
7	3,978
8	4,546
9	5,114
10	5,682
11	6,251
12	6,819
13	7,387
14	7,955
15	8,524
16	9,092
17	9,660
18	10,228
19	10,797
20	11,365
21	11,933
22	12,501
23	13,070
24	13,638
25	14,206
26	14,774
27	15,343
28	15,911
29	16,479
30	17,047
31	17,616
32	18,184
33	18,752
34	19,320
35	19,889
36	20,457
37	21,025
38	21,593
39	22,162
40	22,730
41	23,298
42	23,866
43	24,435
44	25,003
45	25,571
46	26,139
47	26,708
48	27,276
49	27,844
50	28,412

TABLEAU 19

LITRES	PINTES
1/64	0,027
1/32	0,055
1/16	0,110
1/8	0,220
1/4	0,440
1/2	0,880
0,01	0,018
0,02	0,035
0,03	0,053
0,04	0,070
0,05	0,088
0,06	0,106
0,07	0,123
0,08	0,141
0,09	0,158
0,10	0,176
0,11	0,194
0,12	0,211
0,13	0,229
0,14	0,246
0,15	0,264
0,16	0,282
0,17	0,299
0,18	0,317
0,19	0,334
0,20	0,352
0,21	0,370
0,22	0,387
0,23	0,405
0,24	0,422
0,25	0,440
0,26	0,458
0,27	0,475
0,28	0,493
0,29	0,510
0,30	0,528
0,31	0,546
0,32	0,563
0,33	0,581
0,34	0,598
0,35	0,616
0,36	0,634
0,37	0,651
0,38	0,669
0,39	0,686
0,40	0,704
0,41	0,722
0,42	0,739
0,43	0,757
0,44	0,774
0,45	0,792
0,46	0,810
0,47	0,827
0,48	0,845
0,49	0,862
0,50	0,880

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 thermonioniques. 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 posséderez
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.