

T H E O R I E



Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

RESISTANCES.

Pour mieux connaître l'origine des différents types de résistances employées dans les radio-récepteurs, nous examinerons, dans cette leçon, les différentes formes qui leur sont données.

Je vous présente Fig. 1- le tableau récapitulatif des différents types de résistances, les plus connues.

1- RESISTANCES FIXES.

Une résistance fixe présente une valeur résistive constante, ou, tout au moins, la maintient entre des limites serrées, malgré des variations étroites de température et malgré son vieillissement.

Sa valeur doit être très précise et se rapprocher au plus près de la valeur nominale.

<p>1- Résistances fixes.</p>	<p>1.1- à fil (bobinées)</p> <p>1.2- au graphite</p>	<p>1.1.1- avec support rigide</p> <p>1.1.2- flexibles</p> <p>1.2.1- agglomérées</p> <p>1.2.2- à couche</p>
<p>2- Résistances variables.</p>	<p>2.1- à fil (bobinées)</p> <p>2.2- au graphite</p>	

- Fig. 1 -

Puisqu'il n'est pas possible de construire une résistance parfaite les fabricants en ont réalisé de types différents pour essayer de concilier la qualité et l'économie.

Examinons ces types séparément :

1.1- Résistances fixes à fil.

Ces résistances sont les plus chères, mais aussi les plus précises. Elles sont constituées par un fil de diamètre donné, d'un matériau ayant une résistance spécifique élevée, enroulé sur un support résistant à la chaleur.

Le matériau dont est constitué le fil, est généralement un alliage étudié pour avoir une valeur de résistance bien définie et constante dans le temps.

Quelques-uns de ces alliages sont : le CONSTANTAN, le MANGANINE, le NICKEL-CHROME.

Une caractéristique importante de ce type de résistance, est de pouvoir atteindre, en fonctionnement, une température élevée et de dissiper une puissance considérable sans être détériorée.

Un type très connu de résistance à fil est celui avec support rigide en matériau réfractaire.

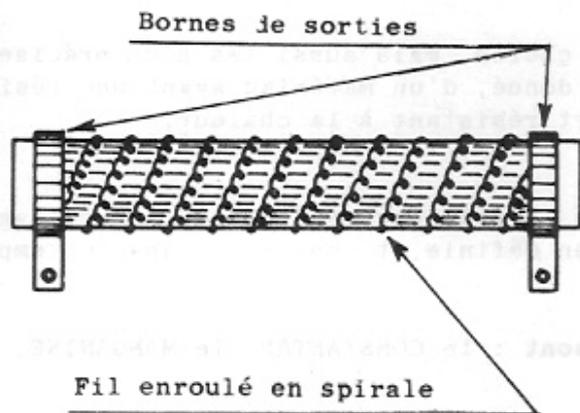
La Fig. 2- représente une résistance où le support présente une cannelure à vis sans fin sur laquelle est tendu le fil résistif, enroulé sur lui-même de façon à former une spirale.

Parfois, pour protéger le fil de l'oxydation et des coups, on le recouvre d'une couche isolante en céramique recuite au four.

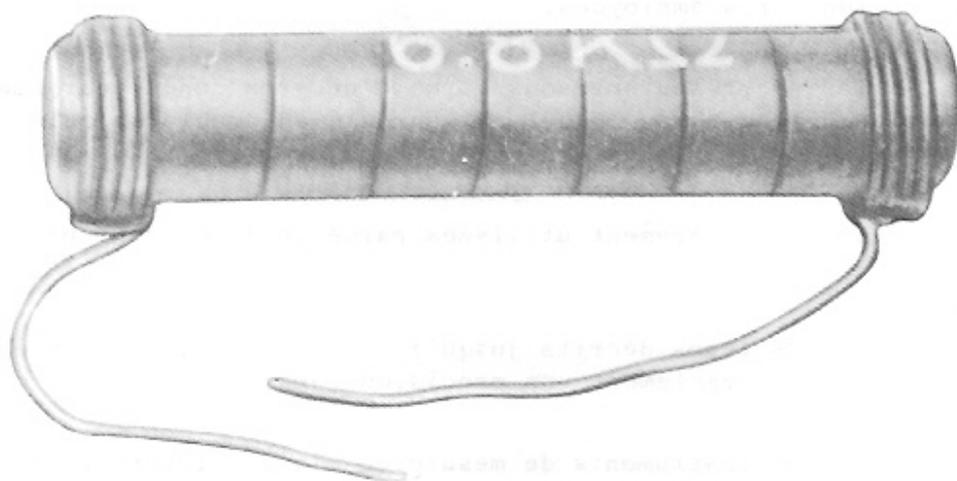
La résistance prend alors l'aspect indiqué Fig. 3-.

Les deux extrémités du fil sont soudées rigidement aux deux petites plaques terminales, qui servent au montage de la résistance.

De telles résistances ne peuvent pas atteindre des valeurs très importantes (en général elles ne dépass-



- Fig. 2 -



- Fig. 3 -

sent pas 50.000 ohms) parce que le fil nécessaire pour obtenir des résistances plus élevées devrait être de section trop petite et extrêmement long.

Pour des valeurs plus élevées, on doit donc recourir à d'autres types de résistances.

Il y a plusieurs années, les résistances à fil enroulé sur SUP-PORT FLEXIBLE étaient très employées.

Elles se présentent sous forme d'un gros conducteur Fig. 4, dont l'âme est un noyau d'amiante sur lequel est enroulé en double spirale, le fil résistif.

Elles sont rarement utilisées parce qu'elles sont plutôt fragiles et assez coûteuses.

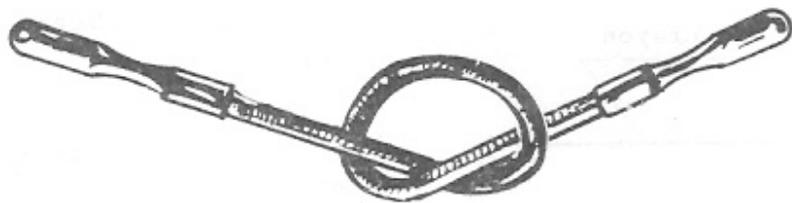
Tous les types décrits jusqu'ici, présentent une bonne stabilité de la valeur résistive et également une précision remarquable.

Dans les instruments de mesure de classe élevée, pour réaliser les shunts et les résistances additionnelles, on emploie le fil résistif enroulé sur de très petites bobines.

Cette méthode permet de régler la valeur de la résistance avec beaucoup de précision en coupant le fil lors de l'étalonnage.

1.2- Résistances fixes au graphite.

Comme nous l'avons dit, pour les circuits radio, les résistances



- Fig. 4 -

à fil, ne sont pas souvent employées, soit à cause de leur coût élevé, soit parce qu'elles ont des valeurs de résistance trop faibles.

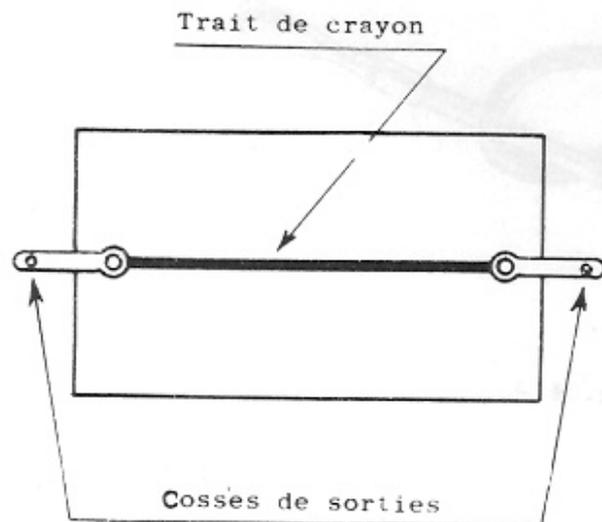
On a donc été amené à construire des résistances de type très particulier.

Un moyen primitif, employé il y a bien longtemps, consistait à tracer avec un crayon gras, un trait large sur un morceau de matière isolante.

Cette trace, constituée par des fragments de graphite et d'argile, se comportait comme une résistance de valeur d'autant plus élevée que le trait était plus fin.

La Fig. 5- représente un ensemble résistif qui, bien que rudimentaire, constitue la première réalisation de résistance du type au graphite.

Si l'on fixe un mélange plus ou moins concentré, de graphite sur un petit tube isolant de céramique, on obtient de très bonnes résistances pratiques et économiques.



- Fig. 5 -

Ces résistances sont dites à COUCHE, parce que le produit est réparti en une couche uniforme sur le support.

Pour augmenter la valeur de la résistance sans augmenter les dimensions du petit tube isolant, on a gravé sur la surface du tube une trace en spirale dans laquelle est déposé le graphite, de façon à diminuer la section de la pellicule et d'en augmenter la longueur. (Fig. 6-)

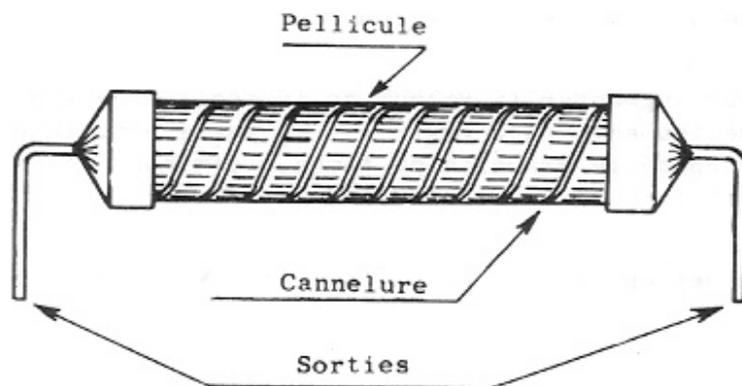
On met un vernis isolant sur la pellicule et l'on indique la valeur de la résistance.

Ces résistances sont très courantes, elles peuvent avoir des dimensions réduites, mais ne peuvent pas dissiper de puissances élevées.

Habituellement elles sont construites de façon à ne dissiper que 4 watts au maximum.

On doit faire attention, en les utilisant, à ne pas rayer la surface pour éviter des variations dans la valeur de la résistance, et risquer ainsi, de couper le conducteur.

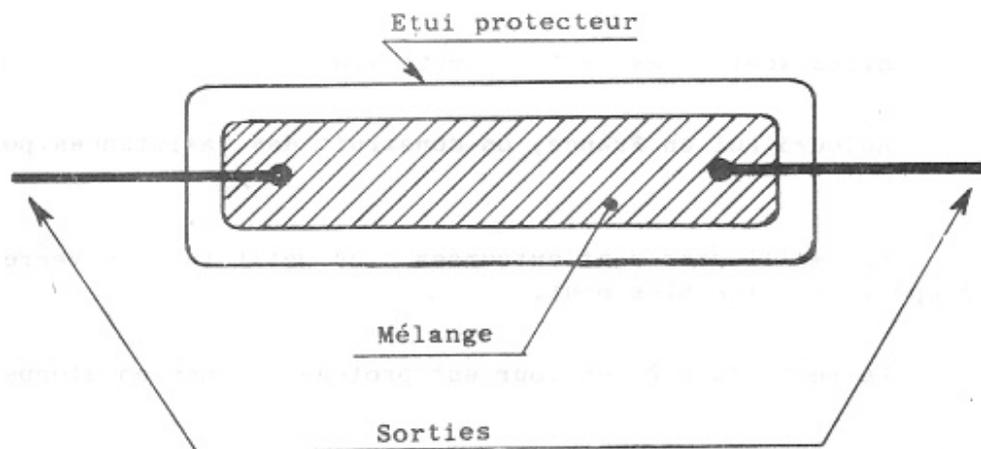
Les fabricants les garantissent pour une valeur comprise entre \pm 20 % de la valeur nominale indiquée sur la résistance.



- Fig. 6 -

Pour l'exécution de circuits particuliers, on peut demander des résistances qui aient une précision plus grande (tolérance de $\pm 1\%$ par exemple). La tolérance est "codifiée" comme nous l'avons vu dans une leçon précédente.

Un autre type de résistance au graphite, assez courante, est celui formé par un mélange de graphite et de substances isolantes, enfermé dans un étui



- Fig. 7 -

isolant verni d'où sortent les fils de contact (Fig. 7).

Ce type de résistance est dit AGGLOMERE : ici nous n'avons plus une couche, mais un bloc de matière isolante.

Cette méthode est très employée par l'industrie, et dans les récep-

teurs on trouve des résistances de ce genre en très forte majorité :

Elles sont dites de type Américain.

Aujourd'hui en France, on construit des résistances, pour la plupart de ce type.

Les meilleures sont entourées d'un petit tube de verre qui renferme le mélange graphitique cité plus haut.

Le petit tube à son tour est protégé par une enveloppe de matériau isolant :

Cette formule est de pratique courante dans le commerce maintenant.

2- RESISTANCES VARIABLES.

Les qualités que l'on recherche dans une résistance variable sont :

la robustesse du dispositif mécanique, le silence lors du fonctionnement, la sûreté du contact mobile et la durée de l'élément résistif. Les solutions apportées à ce problème ont été diverses et chaque constructeur a ses idées.

On peut examiner quelques types très connus, les autres n'en diffèrent, en général, que de peu.

Ainsi, les résistances variables peuvent être divisées en deux catégories : RESISTANCE VARIABLE A FIL, et RESISTANCE VARIABLE AU GRAPHITE.

2,1- Résistances variables à fil ou bobinées.

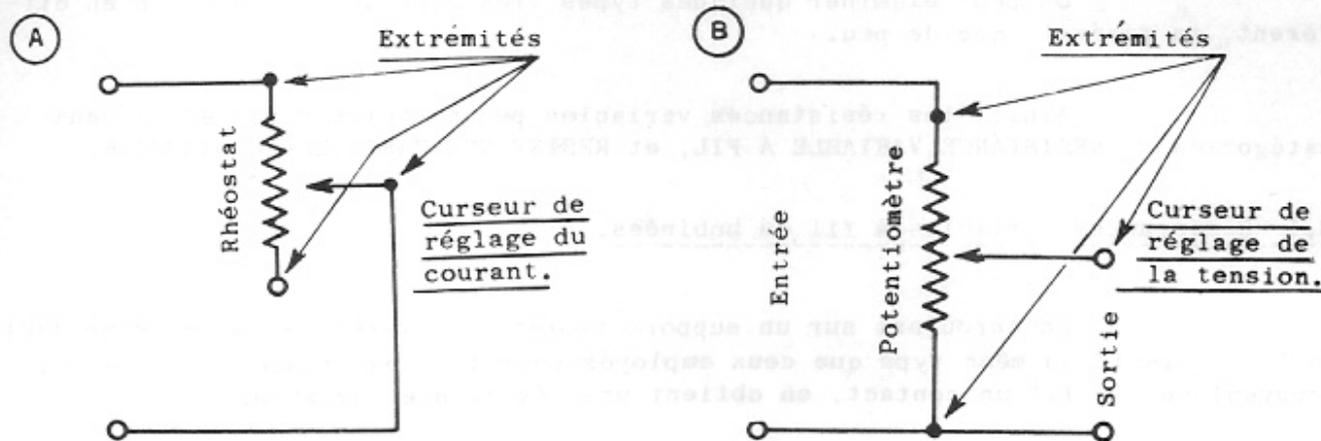
En enroulant sur un support isolant (de bakélite ou de céramique) un fil résistif du même type que ceux employés pour les résistances fixes et en appuyant sur le fil un contact, on obtient une résistance variable.

De ce schéma élémentaire dérivent tous les types modernes.

On doit pourtant considérer la façon dont cette résistance variable est insérée dans les circuits, pour distinguer deux systèmes d'emploi.

Une résistance variable raccordée, comme indiqué Fig. 8 A, se nomme RHEOSTAT ; il n'y a alors que deux bornes utiles.

Une résistance variable raccordée, comme indiqué Fig. 8 B, est nommée POTENTIOMETRE ; il y a 3 bornes utiles.

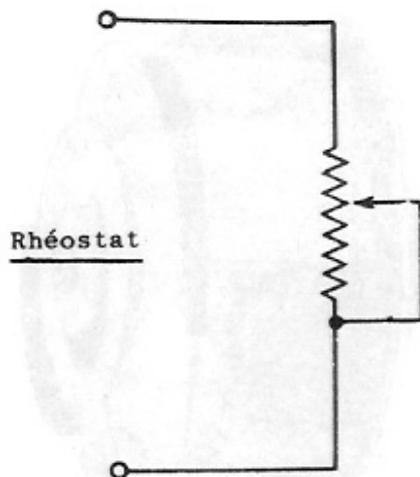


- Fig. 8 -

Le rhéostat s'utilise quand on doit régler la valeur d'un courant, et se dispose en série dans le circuit. (Fig. 9).

Le potentiomètre, au contraire, s'emploie lorsqu'on désire régler la tension appliquée à un circuit.

L'on dispose alors le potentiomètre en parallèle sur la source de



- Fig. 9 -

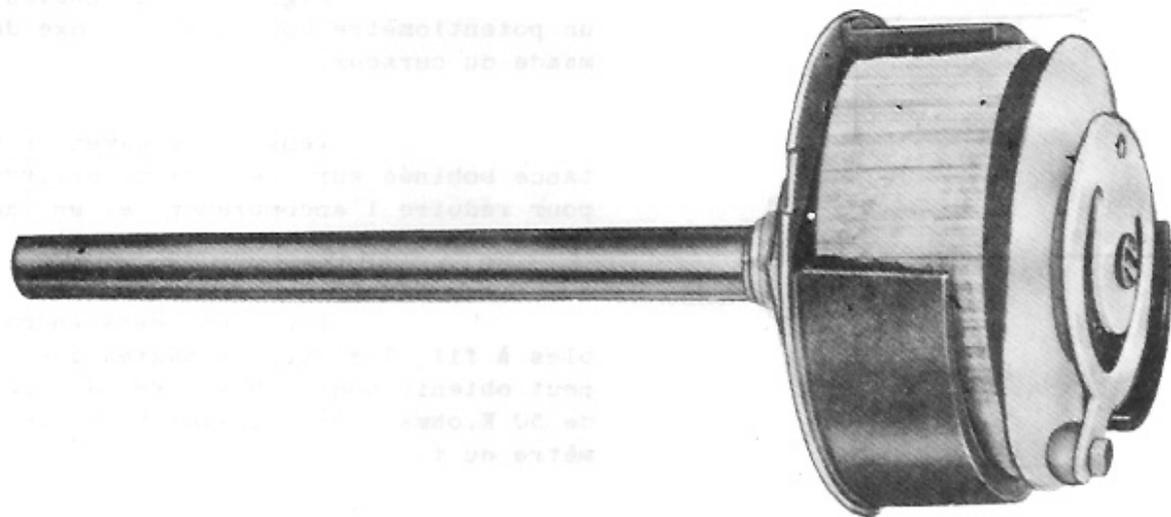
tension fixe et le CURSEUR, ou contact mobile, sert à prélever tout ou partie de ce potentiel.

Fig. 10- vous pouvez voir un potentiomètre bobiné avec l'axe de commande du curseur.

Vous remarquerez la résistance bobinée sur une surface cylindrique pour réduire l'encombrement et en faciliter l'emploi.

Pour les résistances variables à fil, les valeurs maxima que l'on peut obtenir sont, là encore de l'ordre de 50 K.ohms : on est limité par le diamètre du fil.

En effet, si le fil est trop fin, le curseur peut plus facilement avoir, en glissant sur les fils, de mauvais contacts, ou produire des cassures amenant la rupture du circuit.



- Fig. 10 -

Pour protéger le fil des chocs extérieurs, on place l'ensemble dans un boîtier métallique d'où sortent les seules bornes auxquelles seront soudés les fils.

Un bon rhéostat (ou potentiomètre), doit pouvoir supporter un nombre considérable de rotations sans donner naissance à des contacts incertains ou à des coupures de circuit.

La dissipation de puissance est logiquement, d'autant plus élevée que le potentiomètre est plus gros.

Les types courants dissipent de 0,5 à 1 Watt, mais on utilise aussi en radio-électricité, des types qui peuvent dissiper 5 et 10 Watts.

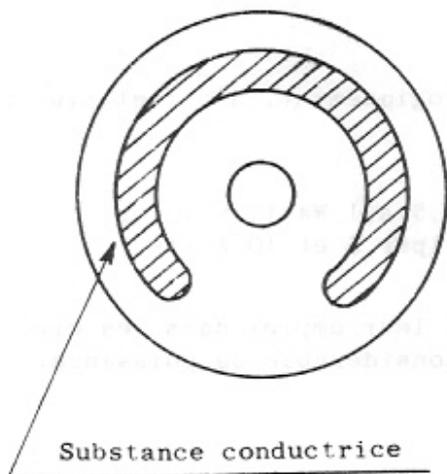
Les potentiomètres à fil trouvent leur emploi dans les circuits où l'on demande de la précision et une dissipation considérable de puissance.

2.2- Résistances variables au graphite.

La nécessité d'obtenir des valeurs élevées de résistance a conduit à la construction de résistances variables du type au graphite.

Sur un support isolant (bakélite) est déposé un mélange analogue à

RESISTANCE CHIMIQUE VARIABLE.



celui utilisé pour les résistances fixes créant ainsi une couche de forme circulaire. (Fig. 11-)

Le curseur, par pression directe, ou par l'intermédiaire d'une fine feuille de métal, sur la zone graphitée, permet une variation de la résistance.

Par cette méthode, on peut construire des rhéostats et des potentiomètres qui atteignent une résistance de plusieurs $M\Omega$.

Leur dissipation de puissance reste malgré tout très faible (1/4 Watt maximum); leur emploi dans les radio-récepteurs est cependant courant et même indispensable.

Leurs défauts principaux sont d'avoir de mauvais contacts et de se détériorer en cas de surcharge.

Lorsque le potentiomètre a un contact incertain, il produit lors du fonctionnement du récepteur et pendant le réglage, des bruits et des crachements caractéristiques.

Souvent, par commodité, quelques types de ces potentiomètres portent dans leur boîtier métallique de protection, un interrupteur.

On doit rappeler, pour tous les rhéostats et les potentiomètres tant à fil qu'au graphite, que la résistance peut changer de différentes façons en fonction de l'angle de rotation.

Si la résistance augmente de façon uniforme lorsqu'on tourne à l'arbre de commande, on obtient une variation LINEAIRE de la résistance et le potentiomètre est dit LINEAIRE.

Si la résistance varie selon certaines lois particulières, le potentiomètre sera désigné en conséquence.

Un type de variation très utilisée est celle dite LOGARITMIQUE ;

Les potentiomètres à variation logarithmique sont, en effet, utilisés pour le réglage du volume dans les radio-récepteurs normaux. La raison en est la suivante :

L'oreille humaine ne perçoit pas une sensation auditive proportionnelle à l'intensité du son.

En effet, quand l'intensité du son devient, par exemple, quatre fois plus grande, la sensation nerveuse ne fait que doubler.

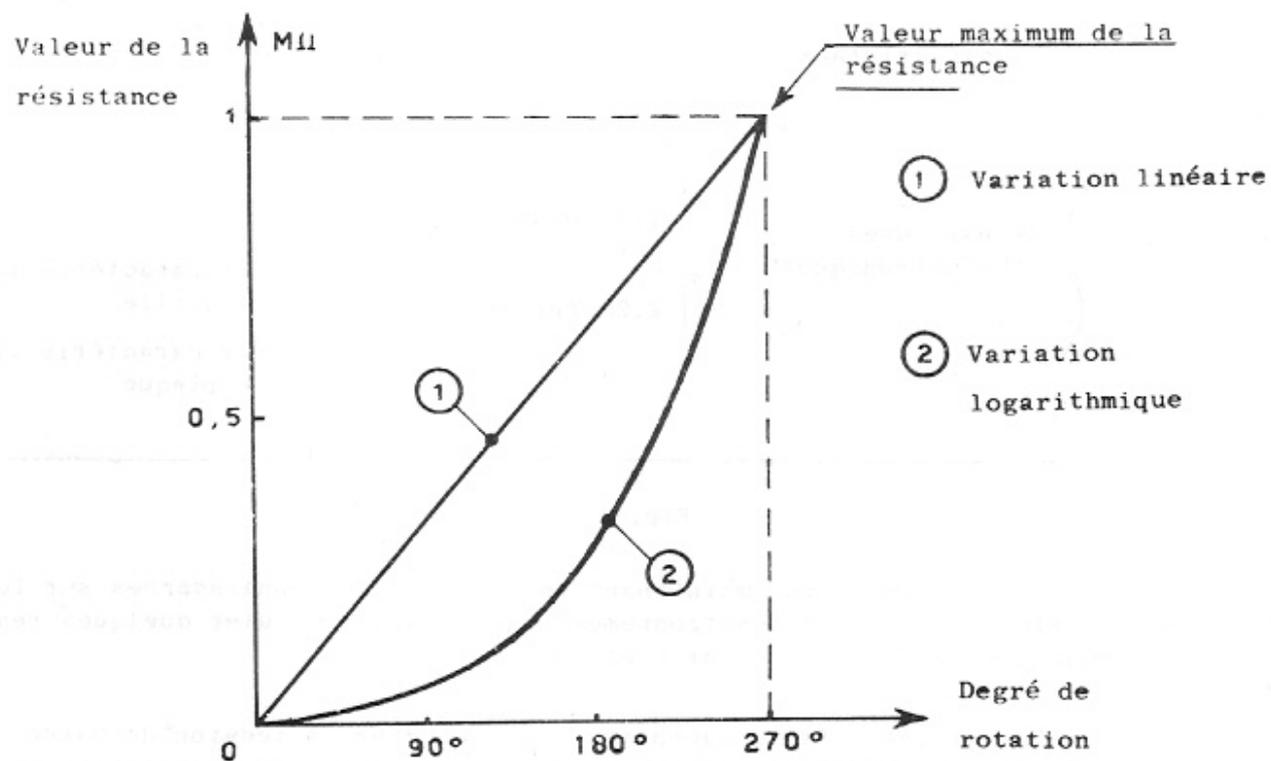
Si nous réglons l'intensité du son d'un radio-récepteur avec un potentiomètre linéaire, il nous semblera excessivement sensible dans la première partie de sa course, puis peu progressif dans la seconde partie.

Pour pallier à cet inconvénient, on a construit des potentiomètres à variation logarithmique ; le réglage du volume obtenu avec ces derniers est plus agréable que celui obtenu avec le type à variation linéaire.

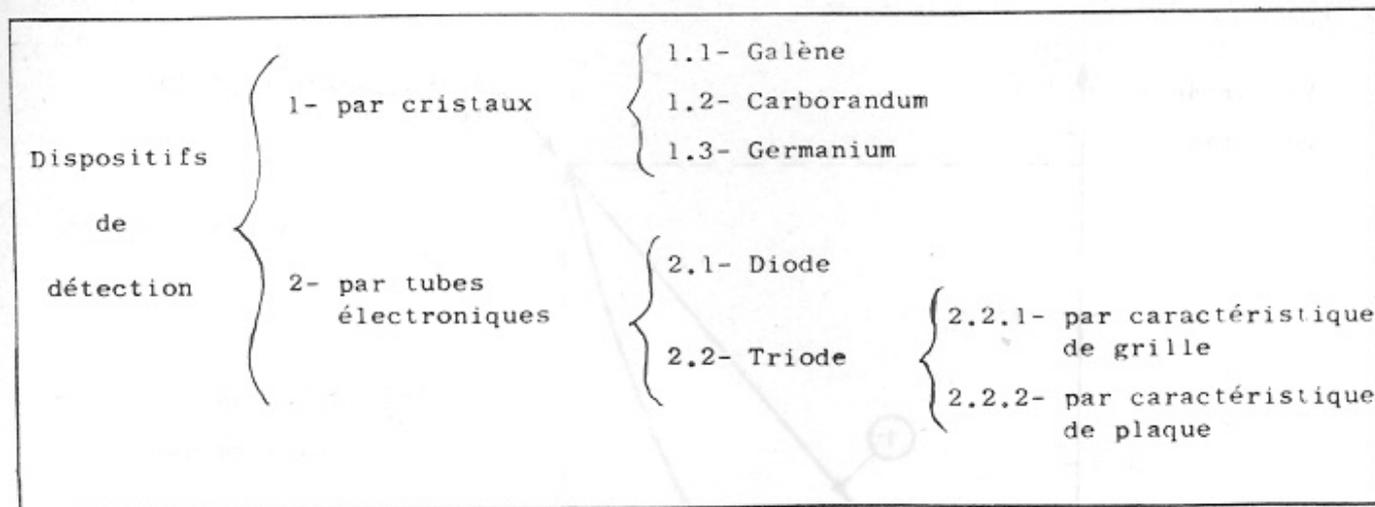
La Fig. 12- représente l'allure de la résistance en fonction de l'angle de rotation de l'arbre de commande dans les deux cas cités.

DETECTION.

La théorie de la détection a déjà été développée dans les précédentes leçons.



- Fig. 12 -

- Détection -

- Fig. 13 -

Puisque vous avez maintenant acquis plus de connaissances sur les tubes électroniques et sur leur fonctionnement, je voudrais ajouter quelques renseignements pour compléter tout ce qui a été dit.

Les dispositifs fondamentaux pour détecter la tension de basse fréquence qui module en amplitude une onde radio, sont rappelés dans le tableau de la Fig. 13. Ils vous sont déjà connus partiellement.

1- LES DISPOSITIFS DE DETECTION PAR CRISTAL.

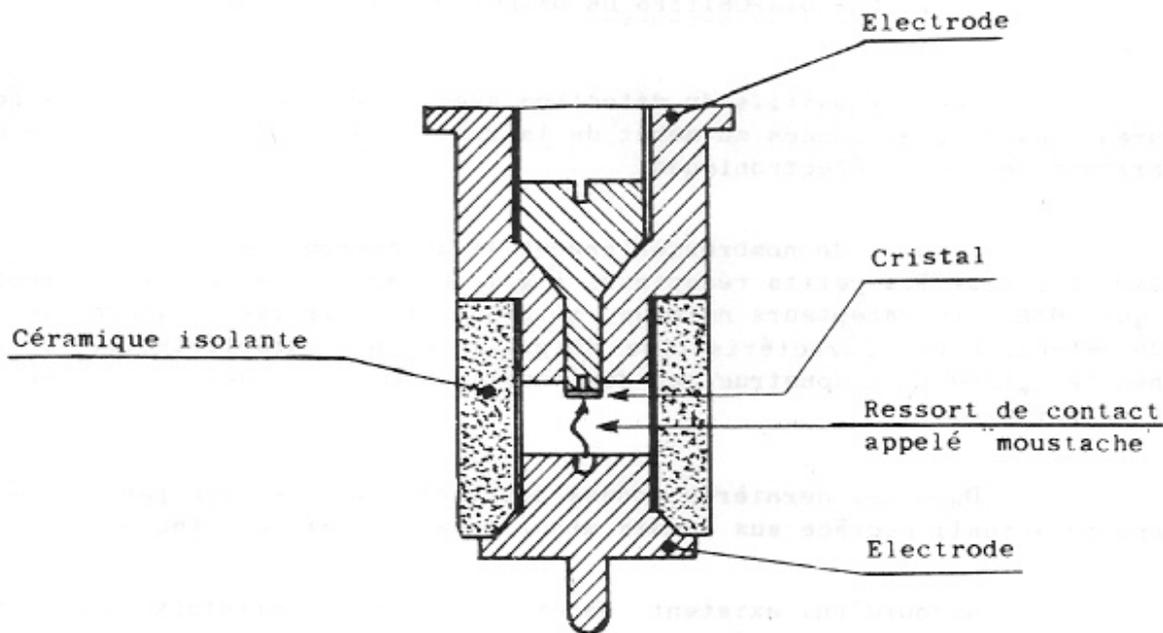
Les dispositifs de détection avec cristal de Galène ou carborandum qui eurent beaucoup de succès au début de la radio, tombèrent en désuétude dès l'apparition des tubes électroniques.

Pendant de nombreuses années la détection avec cristal fut seulement employée pour les petits récepteurs à galène construits par les amateurs, alors que, dans les récepteurs normaux, allaient se vulgariser d'abord, le système de détection par caractéristique de grille et par caractéristique de plaque et, ensuite, grâce à la construction des doubles diodes-triodes, le système de détection par diode.

Dans ces dernières années pourtant, la détection par cristal est redevenue d'actualité, grâce aux études minutieuses de nombreux techniciens.

Aujourd'hui existent, en effet, de petits cristaux de germanium et de silicium spécialement traités, qui, employés pour la détection à des fréquences élevées, dépassent les possibilités des tubes normaux.

Ces cristaux, dont une coupe est représentée Fig. 14-, sont appelés d'après leur construction et leur mode d'emploi, DIODE AU GERMANIUM ou DIODE AU SILICIUM.



COUPE D'UNE DIODE AU GERMANIUM.

Leur fonctionnement est stable et ne requiert ni chauffage ni réglage ; outre ces avantages fonctionnels, ils présentent celui d'un encombrement minime (Longueur d'environ 2 cm).

Les circuits dans lesquels on emploie les diodes au germanium sont identiques à ceux prévus pour les diodes normales.

2- DISPOSITIF DE DETECTION PAR TUBES ELECTRONIQUES.

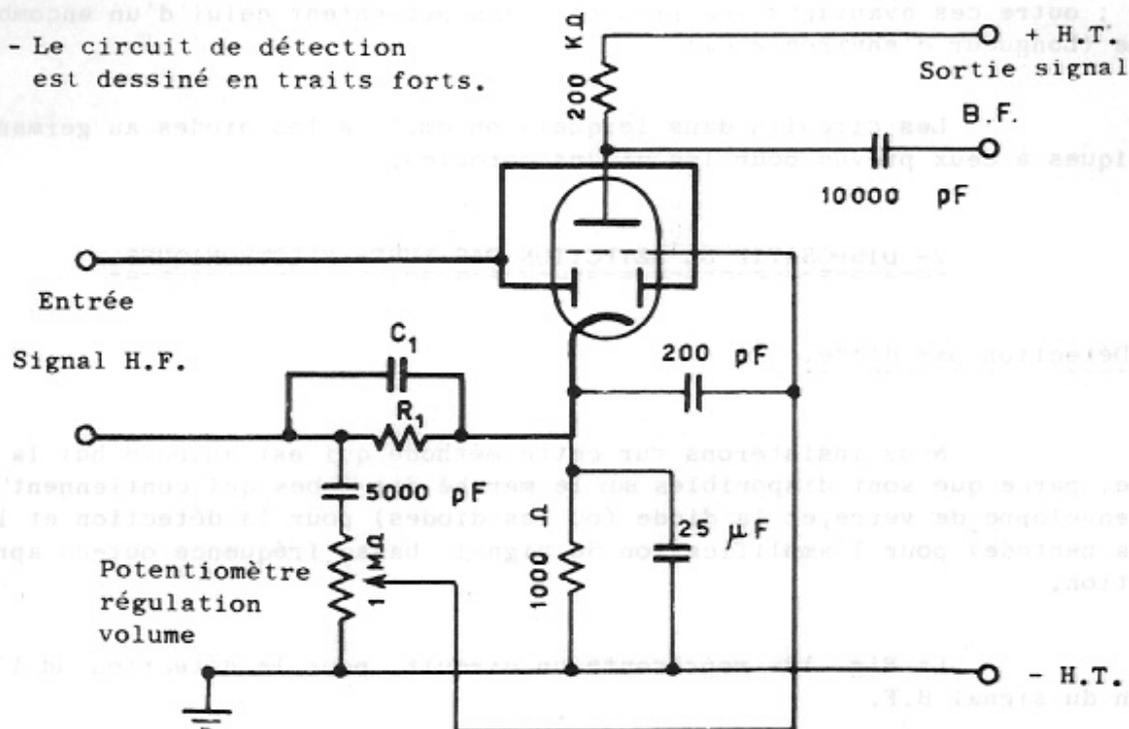
2.1- Détection par diode.

Nous insisterons sur cette méthode qui est aujourd'hui la plus connue, parce que sont disponibles sur le marché des tubes qui contiennent dans la même enveloppe de verre, et la diode (ou les diodes) pour la détection et la triode (ou la pentode) pour l'amplification du signal basse fréquence obtenu après la détection.

La Fig. 15- représente un circuit, pour la détection et l'amplification du signal B.F.

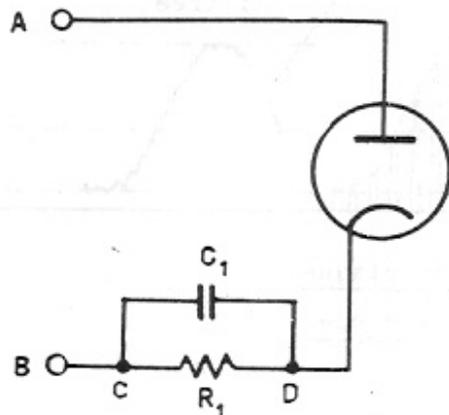
Les deux diodes, dans le schéma, sont raccordées en parallèle, d'habitude, on les utilise séparées : la première sert à la détection, la seconde

NB. - Le circuit de détection est dessiné en traits forts.



- Fig. 15 -

Le signal H.F. est appliqué entre les points A et B



Le signal B.F. se recueille entre les points C et D

- Fig. 16 -

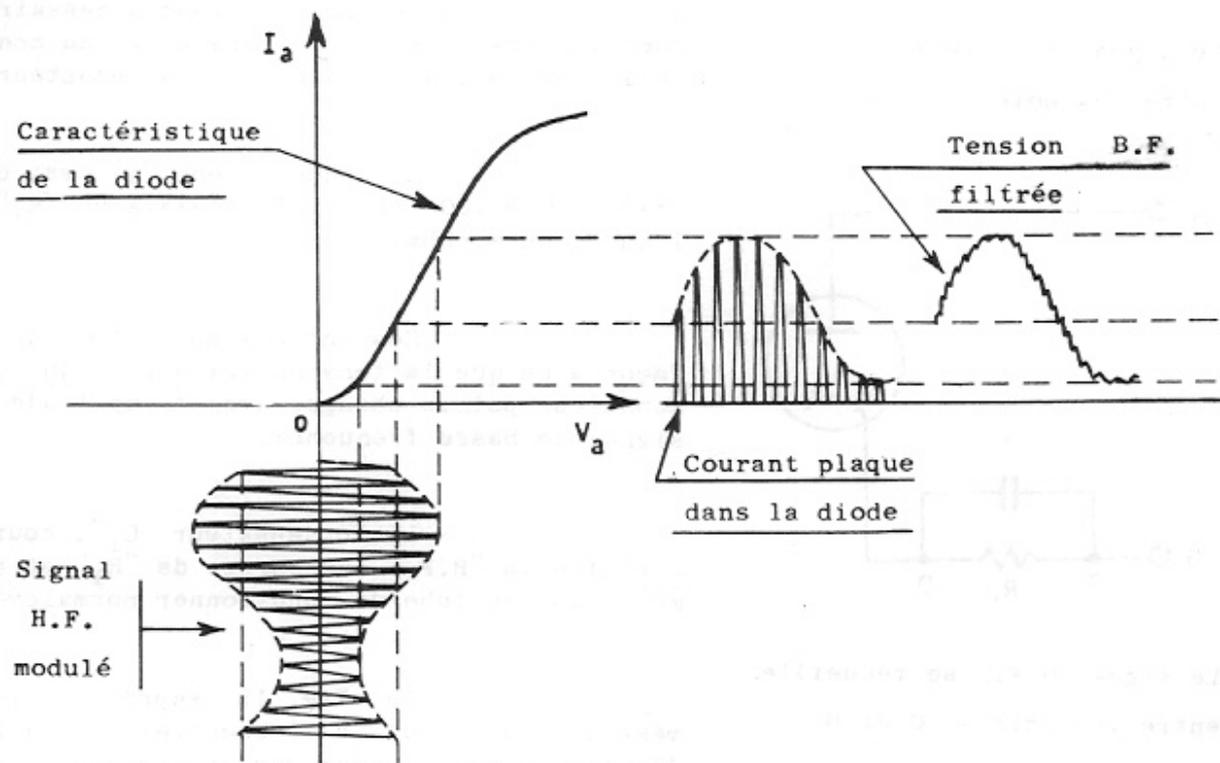
redresse les demi-périodes de l'onde porteuse pour fournir la tension continue nécessaire au fonctionnement de l'oeil magique et au contrôle automatique de sensibilité du récepteur.

Le condensateur " C_1 " est d'environ 100 à 200 "PF" et la résistance " R_1 " de l'ordre du Mégohm.

Ces valeurs sont choisies de façon à ce que la tension aux bornes du condensateur puisse changer avec l'amplitude du signal de basse fréquence.

Le condensateur " C_1 ", court-circuite la "H.F." aux bornes de " R_1 " et permet ainsi au tube de fonctionner normalement.

La Fig. 16- représente le même circuit réduit à l'essentiel, et la Fig. 17-, les formes d'ondes des tensions et courants mis en jeu dans le circuit.



- Fig. 17 -

2.2- Détection par triode.

La détection par triode dans les deux systèmes (par caractéristique de grille et caractéristique de plaque), a déjà été étudiée précédemment.

Il nous reste à souligner, que l'on peut utiliser une pentode au lieu de la triode, en ayant soin de fournir au tube la tension d'écran indiquée par les catalogues.

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 23ème LECON THEORIQUE.

- 1- Il augmente.
- 2- Celle de la pentode est beaucoup plus élevée.
- 3- A produire l'oscillation locale et à la mélanger avec le signal H.F. d'entrée pour obtenir une fréquence intermédiaire.
- 4- L'heptode mélangeuse et l'heptode convertisseuse.
- 5- Elle contribue à l'élimination des électrons secondaires en provenance de la plaque.
- 6- C'est un tube dans lequel les électrons sont concentrés pour réduire l'absorption de l'écran, et éliminer la grille d'arrêt.
- 7- A indiquer de façon visible l'accord du récepteur, à partir d'un signal prélevé sur un étage M.F. ou sur l'étage de détection.
- 8- Par illumination d'une cible fluorescente, sous l'effet de la tension plaque; le potentiel de commande appliqué sur la grille est prélevé à la sortie du tube de détection.

EXERCICES DE REVISION SUR LA 24ème LECON THEORIQUE.

- 1- Quels sont les avantages de la résistance bobinée par rapport à la résistance à couche ?
- 2- Quelles sont les règles à suivre dans la construction des résistances bobinées ?
- 3- Pourquoi la résistance bobinée ne peut-elle avoir de valeur plus élevée ?
- 4- Qu'est-ce que le curseur d'un potentiomètre ?
- 5- Une résistance variable quelconque à trois sorties (2 pour les extrémités, une pour le curseur) peut-elle s'employer comme rhéostat ou comme potentiomètre ?
- 6- Pour quelle raison un potentiomètre est-il construit avec une variation logarithmique de sa résistance ?
- 7- Que sont les diodes au germanium ?
- 8- Quel est le type de détection le plus souvent employé dans les récepteurs modernes ?
- 9- Pourquoi connecte-t-on un petit condensateur de 200 pF sur le tube détecteur ?