

# T H E O R I E



**Eurelec-**

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

CARACTERISTIQUES DES COURANTS PULSES

Nous connaissons déjà bien les deux types fondamentaux de courants à savoir le courant continu et le courant alternatif sinusoïdal.

A ces deux types, il faut encore en ajouter d'autres qui circulent dans les circuits radio et qui ont une grande importance.

Je résume, dans les quatre paragraphes suivants, quelques explications sur les diverses formes de courant.

a) Courant continu : On appelle ainsi le courant qui circule toujours dans le même sens et dont la valeur est constante dans le temps ; nous avons déjà vu que le courant continu constant était par exemple obtenu en appliquant une tension continue constante à une résistance.

b) Courant alternatif : On appelle ainsi le courant alternatif sinusoïdal que l'on obtient en appliquant une tension alternative sinusoïdale à une résistance.

Sa caractéristique principale est celle de changer de sens de circulation à chaque demi-période et d'avoir une valeur qui change continuellement dans le temps selon une loi sinusoïdale.

c) Courant variable : Un courant, même en circulant toujours dans le même sens, peut avoir une valeur variable dans le temps.

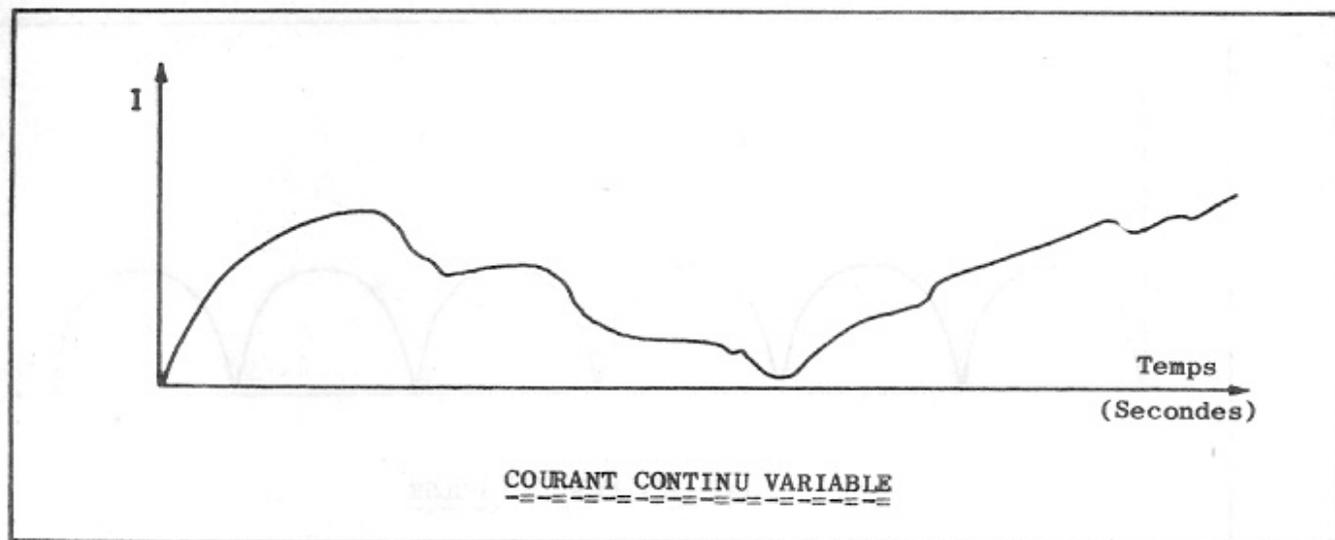
Dans ce cas, on doit parler d'un COURANT CONTINU VARIABLE.

Les variations de ce dernier peuvent être irrégulières, imprévisibles ou peuvent être cycliques, c'est-à-dire se répéter avec un même rythme et avoir une période de variation bien définie.

A la Fig. 1- est représenté un courant continu dont la valeur change dans le temps de manière irrégulière ; au contraire à la Fig. 2- est dessiné un courant continu dont la valeur change dans le temps d'une manière bien déterminée et selon un cycle toujours égal.

Dans ce second cas, le courant peut être appelé COURANT CONTINU PULSE, parce qu'il est composé d'une série d'impulsions de courant qui ont toujours le même sens.

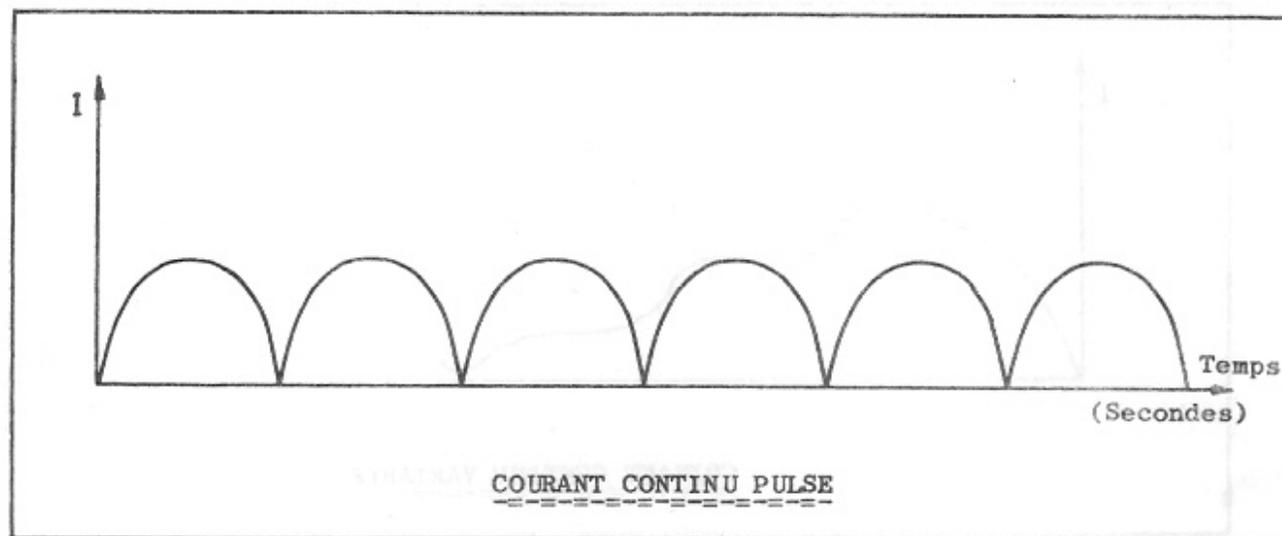
Par exemple on peut dire que ce type de courant correspond au courant liquide qui sort d'une pompe à piston : chaque fois que le piston monte il éjecte de l'eau, et, si la pompe est manœuvrée en permanence, on obtient un débit d'eau toujours dans le même sens formé de plusieurs impulsions qui se suivent au rythme



- Fig. I -

des aspirations (ou des refoulements).

Les cycles qui composent le courant peuvent avoir des formes variées : chaque cycle peut être égal, par exemple, à une demi-sinusoïde, ou bien triangulaire, ou rectangulaire comme à la Fig. 3-.

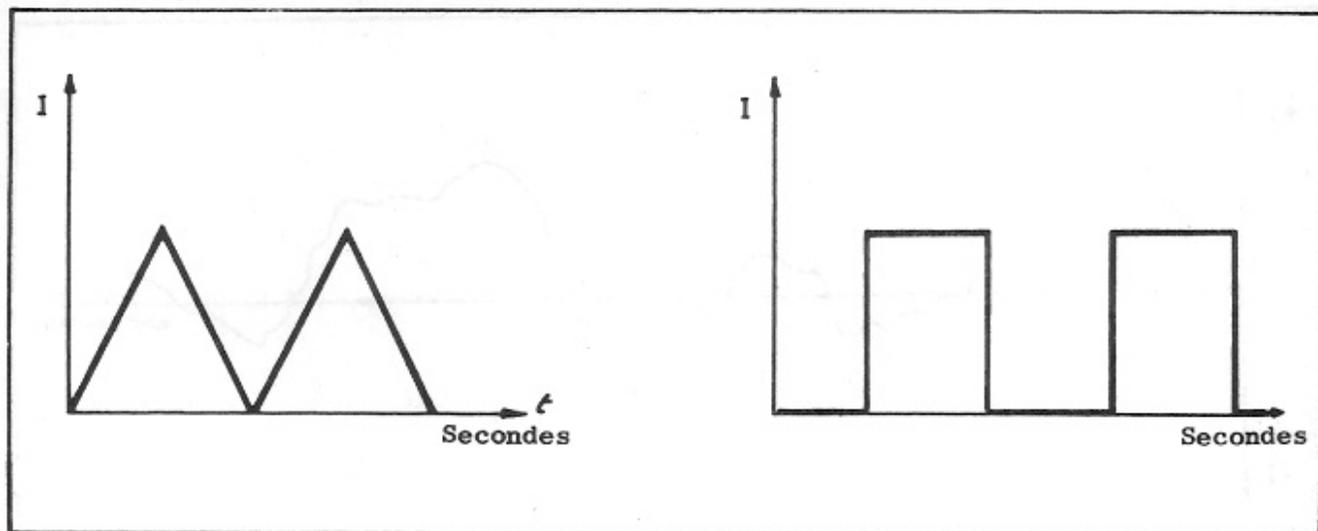


- Fig. 2 -

On trouve souvent des formes de courant de ce type en radioélectricité et en télévision, et il existe des générateurs de tension qui permettent d'obtenir de tels courants dans les circuits.

d) Courant alternatif de forme différente de la forme sinusoïdale.

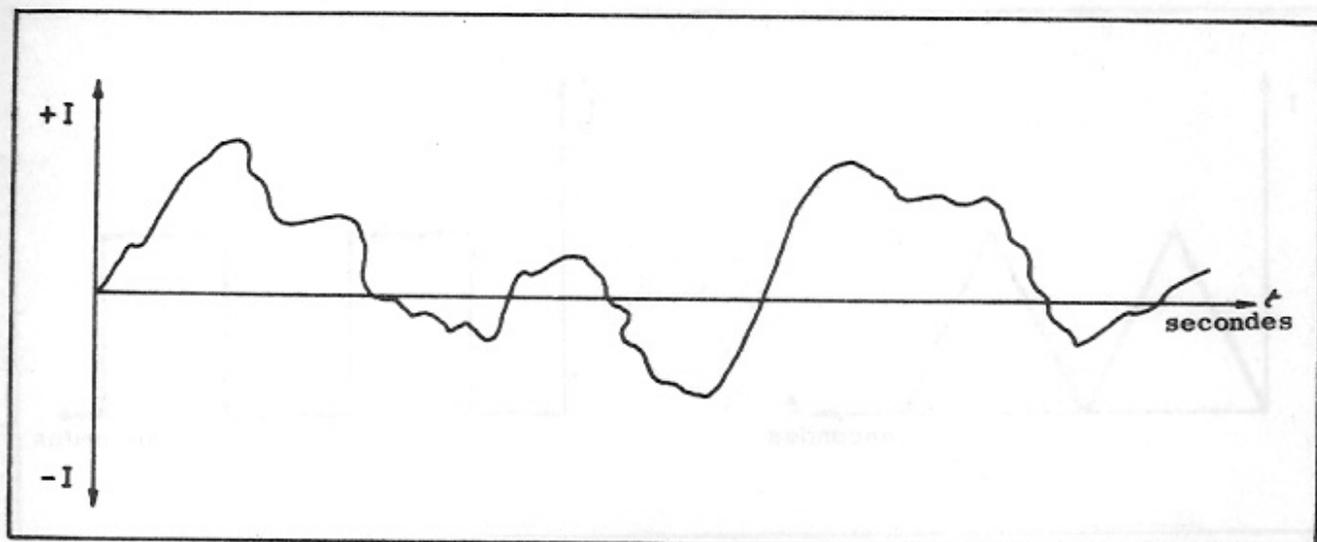
Jusqu'à maintenant, nous avons toujours parlé de courant alternatif



- Fig. 3 -

dont l'amplitude changeait selon une loi sinusoïdale ; nous pouvons dire maintenant qu'il existe des courants alternatifs dont la forme peut être notablement différente de la sinusoïde et dont l'allure peut ne pas être cyclique.

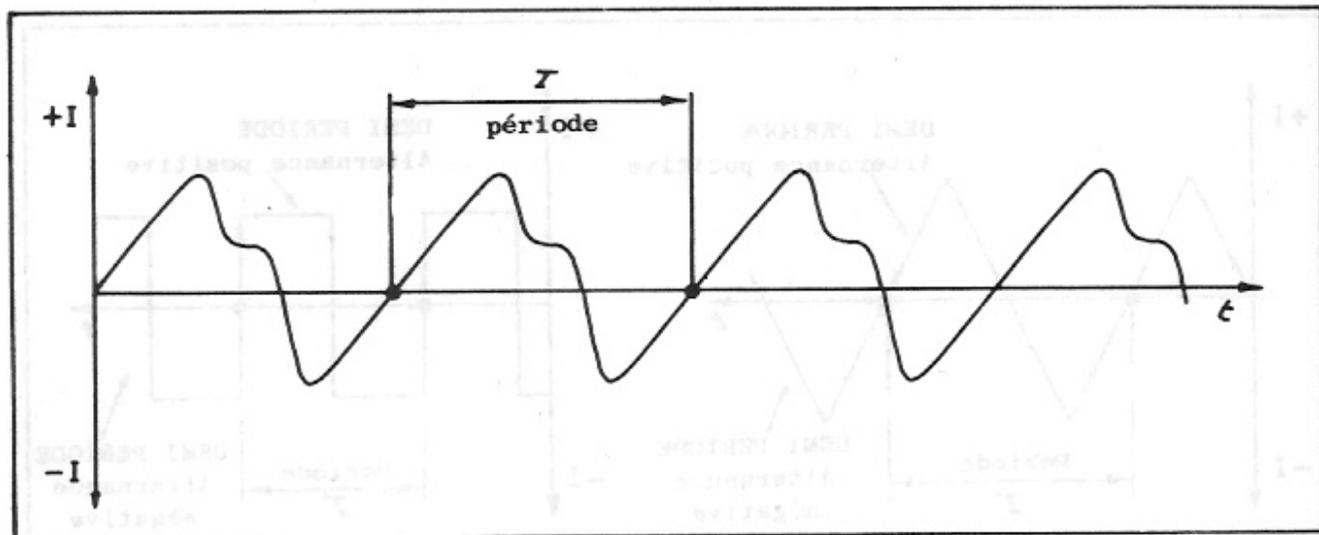
Cela veut dire que l'on peut avoir des courants qui changent de sens de manière irrégulière comme ce que l'on a dessiné à la Fig. 4-.



- Fig 4 -

Il y a encore des courants alternatifs dont la valeur instantanée change de manière irrégulière, mais ces irrégularités se répètent, toujours égales à elles-mêmes, après un cycle déterminé ou période.

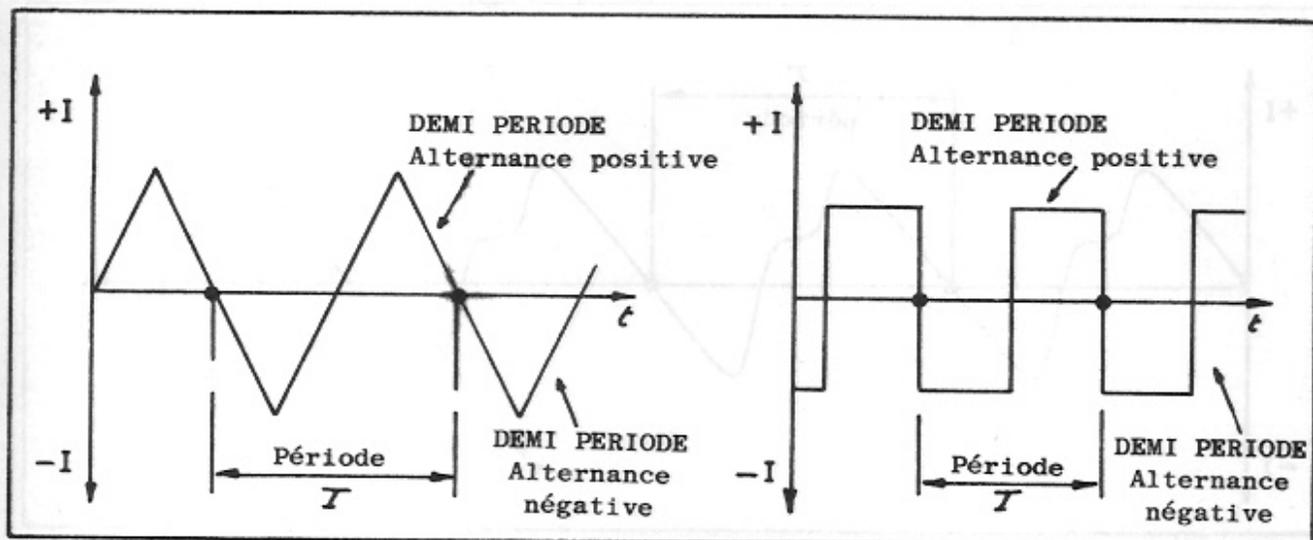
Dans ce cas on peut à nouveau parler de période et de fréquence du courant considéré.



- Fig. 5 -

A la Fig. 5 est représentée une telle forme de courant.

En plus de ce type de courant alternatif on peut aussi avoir des courants alternatifs avec allure cyclique et qui ont une parfaite symétrie entre l'alternance positive et celle négative.



- Fig. 6 -

Le courant alternatif sinusoïdal appartient à cette catégorie, mais n'est pas le seul.

La forme de la demi-période (ou ALTERNANCE) pourrait être rectangulaire ou triangulaire aussi bien que sinusoïdale, et nous avons ainsi des courants alternatifs comme ceux dessinés à la Fig. 6-.

Ces derniers sont différents de ceux de la Fig.3- car ils représentent des courants qui changent de sens : dans le cas des courants continus pulsés, de la Fig.3-, on n'a pas l'inversion de sens, mais seulement une variation de la valeur du courant.

Définir la valeur de tous ces types de courants n'est pas facile ; suivant les nécessités, on prend comme référence, la valeur instantanée, la valeur maximum, la valeur moyenne, la valeur efficace ou bien la valeur crête à crête.

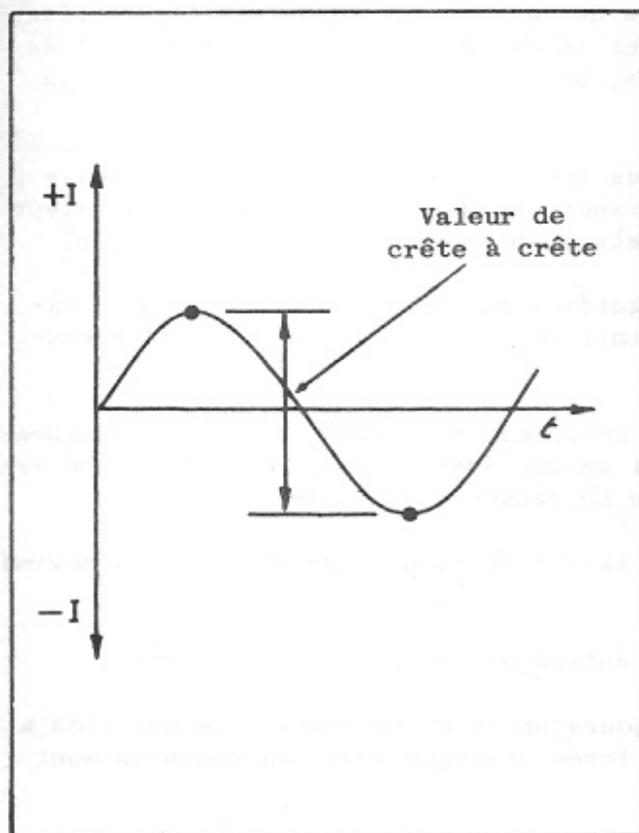
Nous connaissons déjà la signification de valeur instantanée, valeur maximum, valeur efficace ; reste à définir la valeur crête à crête d'un courant.

La VALEUR MOYENNE est celle calculée en faisant la moyenne arithmétique de toutes les valeurs instantanées qui se succèdent dans un intervalle déterminé de temps (par exemple, dans une période ou dans une demi-période).

La VALEUR CRETE A CRETE est la valeur mesurée entre les deux maxima positif et négatif d'un cycle du courant.

La Fig.7- illustre ce qu'on entend par valeur crête à crête.

Jusqu'à maintenant on a toujours parlé de courants ; ce que l'on a dit vaut naturellement pour les tensions de forme analogue dont ces courants sont issus.



- Fig. 7 -

RECTIFICATION OU REDRESSEMENT  
D'UNE TENSION ALTERNATIVE

Aujourd'hui la distribution de l'énergie électrique se fait de préférence sous forme alternative, car de cette manière on peut facilement faire les transformations qui sont nécessaires lors de son utilisation.

Dans beaucoup de cas, on désire avoir à sa disposition de l'énergie électrique sous forme continue pour des emplois particuliers.

Pour la charge des accumulateurs ou pour la galvanoplastie par exemple la tension continue est nécessaire ; de même pour la traction électrique la tension continue est préférable.

La nécessité se présente donc de convertir la tension alternative, distribuée par le secteur, en tension continue adaptée à un usage particulier.

La conversion de l'énergie électrique de forme alternative en forme continue prend le nom de REDRESSEMENT ou rectification de la TENSION ALTERNATIVE.

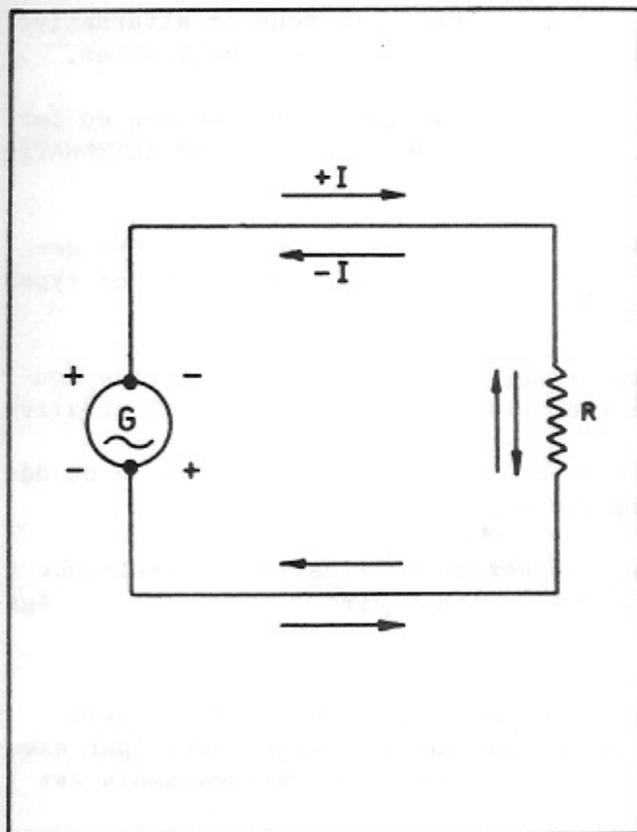
Cette conversion utilise plusieurs méthodes : certaines sont employées si on a besoin de grandes puissances, d'autres, au contraire, pour des types particuliers d'utilisations.

Dans cette leçon, je vous montrerai les moyens qu'on utilise couramment en radioélectricité pour obtenir le redressement de la tension alternative.

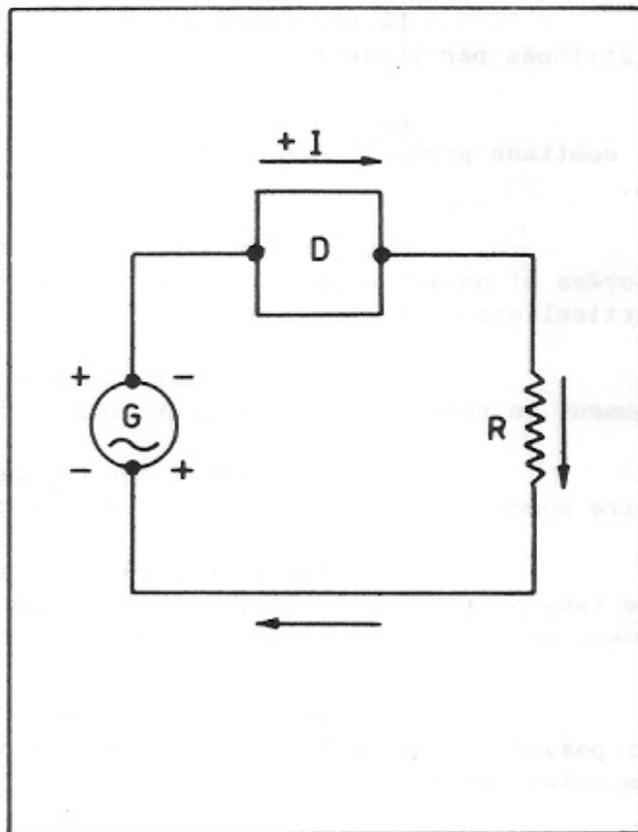
Avant de parler des dispositifs spéciaux, il est nécessaire de décrire comment s'effectue, en général, ce redressement.

A la Fig.8- est dessinée une résistance à laquelle est appliquée une tension alternative sinusoïdale. Dans la résistance R circulera un courant également alternatif et sinusoïdal comme nous l'avons vu.

Si nous mettons, en série avec cette résistance, un dispositif qui possède la propriété de laisser passer le courant dans un seul sens, (par exemple celui indiqué à la figure 9-), même si la tension appliquée à l'ensemble est



- Fig. 8 -



- Fig. 9 -

toujours alternative et sinusoïdale, le courant sera simplement unidirectionnel pulsé.

On n'obtient pas de cette manière un courant parfaitement constant, mais un courant qui a un seul sens de circulation et qui est donc susceptible d'entrer dans la catégorie des courants continus variables.

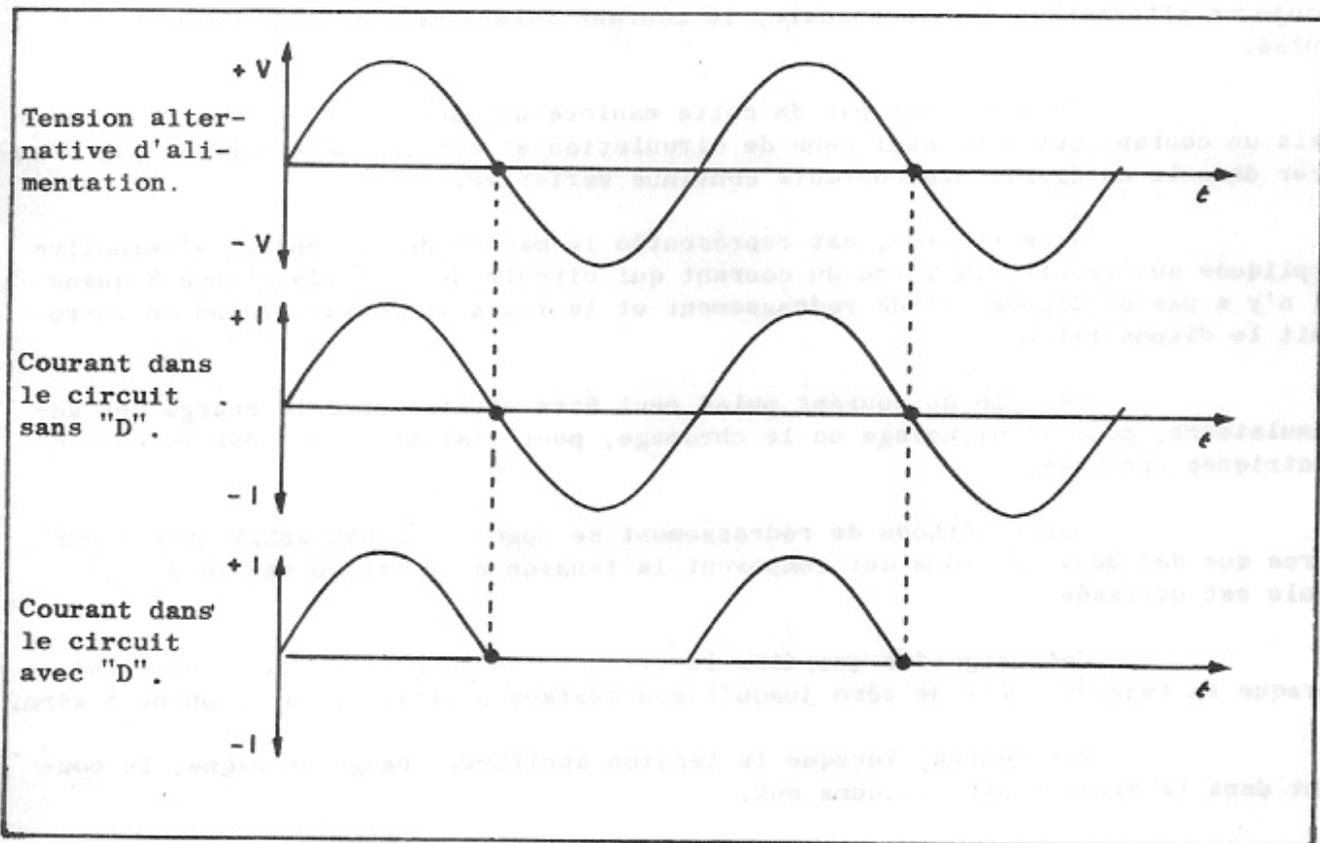
A la Fig.10-, est représentée la marche de la tension alternative appliquée au circuit, la forme du courant qui circule dans la résistance R quand il n'y a pas de dispositif de redressement et la forme du courant quand on introduit le dispositif D.

Ce type de courant pulsé peut être utilisé pour la charge des accumulateurs, pour le nickelage ou le chromage, pour l'alimentation des moteurs électriques continus.

Cette méthode de redressement se nomme : "A UNE SEULE ALTERNANCE", parce que des deux tensions qui composent la tension alternative appliquée, une seule est utilisée.

Cela signifie que, dans le circuit, le courant circule seulement lorsque la tension varie de zéro jusqu'à son maximum positif, puis retourne à zéro.

Par contre, lorsque la tension appliquée change de signe, le courant dans le circuit est toujours nul.



- Fig. 10 -

Décrivons maintenant les différents types de redressements.

### 2.1 Redresseurs chimiques.

- VALVE ELECTROLYTIQUE : Le type de redressement électrochimique fut étudié par Sestini. Il consiste en un récipient de verre qui contient de l'eau distillée dans laquelle est dissout du BICARBONATE DE SOUDE ( $\text{NA}_2 \text{CO}_3$ ) dans la proportion de 100 grammes environ par litre.

Dans ce récipient sont immergées des électrodes :

l'une en plomb et l'autre en aluminium pur.

Le principe de fonctionnement est le suivant :

Quand l'aluminium est à la polarité "plus" d'un générateur, il se couvre immédiatement d'une très fine couche isolante d'oxyde d'aluminium qui s'oppose au passage du courant ;

Quand, au contraire, l'aluminium est au "moins", la couche isolante disparaît et le courant peut circuler librement.

Il faut tenir compte dans la construction d'un redresseur de ce type, de ce que l'aluminium n'agit comme redresseur qu'après quelques minutes de fonctionnement.

### 2.2- Redresseurs mécaniques.

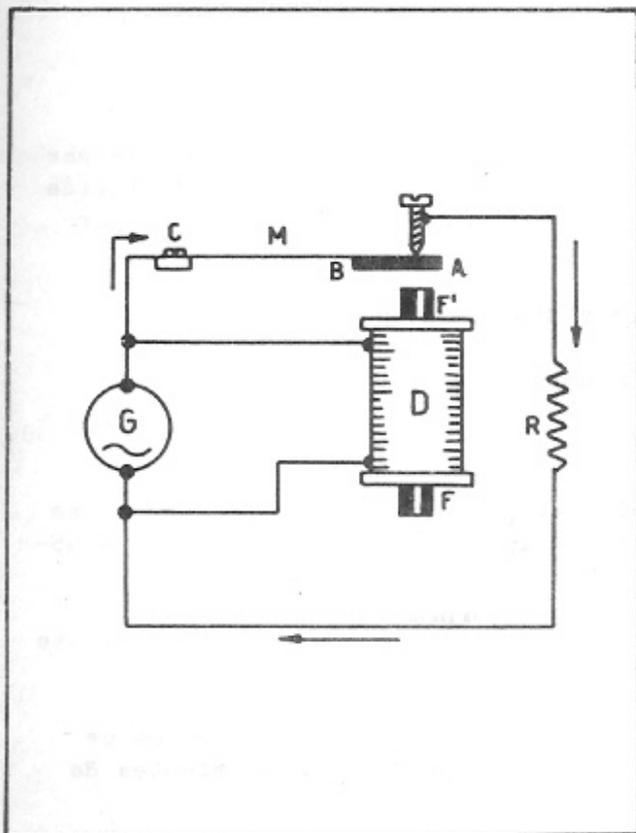
- a) **REDRESSEUR A VIBREUR** : Ce type de redresseur peut être employé dans les installations qui utilisent une faible puissance.

Sa construction est décrite par la suite en se référant à la Fig. 11-.

Prenons une bande d'acier magnétique préalablement aimanté, "AB" dont le pôle Nord est en "A" et le pôle Sud en "B".

Cette bande est fixée à une lame élastique "M" elle-même fixée en "C". Contre "AB" s'appuie un contact à vis pour le réglage de la pression.

De l'autre côté de "A" se trouve une bobine, avec noyau de fer en "FF", raccordée directement au courant alternatif (générateur "G").



- Fig. II -

Au passage du courant le noyau de fer doux attire l'aimant, ou le repousse suivant la polarité respective des points "A" et "F'".

"A" est toujours pôle Nord ; si à un moment "F'" est Sud, la lame sera attirée vers la bobine.

Mais, puisque le courant qui circule dans la bobine est alternatif, à l'instant suivant, "F" deviendra pôle Sud et "F'" pôle Nord, la lame sera repoussée et ainsi de suite.

On aura successivement une inversion de polarité correspondante aux inversions de polarité du courant alternatif aux bornes de la bobine.

Supposons qu'à un instant déterminé, "F'" soit le pôle Sud ; la plaque "A B" sera attirée comme on l'a vu.

A ce moment, le circuit indiqué par les flèches s'interrompra à l'endroit de la vis, donc le courant ne circulera plus.

A l'instant suivant, la polarité aux bornes de la bobine s'inversant, le noyau aura ses polarités changées et "F'" deviendra un pôle Nord.

La plaque "A B", qui a la polarité Nord au point "A", sera repoussée et le circuit indiqué par les flèches se fermera à l'endroit de la vis.

Par conséquent, dans la résistance "R", nous aurons du courant circulant toujours dans un seul sens son passage étant interrompu lorsque la tension d'alimentation change de signe.

- b) CONVERTISSEUR ROTATIF : Le nom de CONVERTISSEUR est également employé pour désigner les dispositifs de redressement fournissant des puissances importantes.

On utilise ici des machines tournantes composées d'un moteur électrique alimenté par la tension alternative et dont l'arbre de rotation entraîne un générateur de courant continu, c'est-à-dire une dynamo.

Mais ce système présente un mauvais rendement et il a besoin de beaucoup de soins, on entend donc aujourd'hui à le remplacer par des systèmes de redressement du type électronique.

### 2.3- Redresseurs électroniques.

Sous cette dénomination rentrent tous les dispositifs de redresseurs qui se servent de phénomènes électroniques.

Ce sont les redresseurs le plus souvent employés dans la technique radio, et ce sont aussi ceux qui fonctionnent le plus sûrement.

- a) REDRESSEUR A OXYDE DE CUIVRE : Ce redresseur est formé par un disque de cuivre une de ses surfaces étant oxydée et mise en contact avec un disque de plomb.

L'oxydation superficielle du cuivre change les caractéristiques de conductibilité du métal et les électrons passent facilement dans un sens et difficilement dans l'autre.

Cela signifie que la plaque oxydée ne se comporte pas comme un conducteur normal, mais présente une résistance différente suivant le sens du courant.

La résistance est très faible quand le courant circule du plomb vers la lame oxydée, elle est très élevée quand le courant circule en sens contraire. Ce dispositif est donc apte à redresser le courant alternatif.

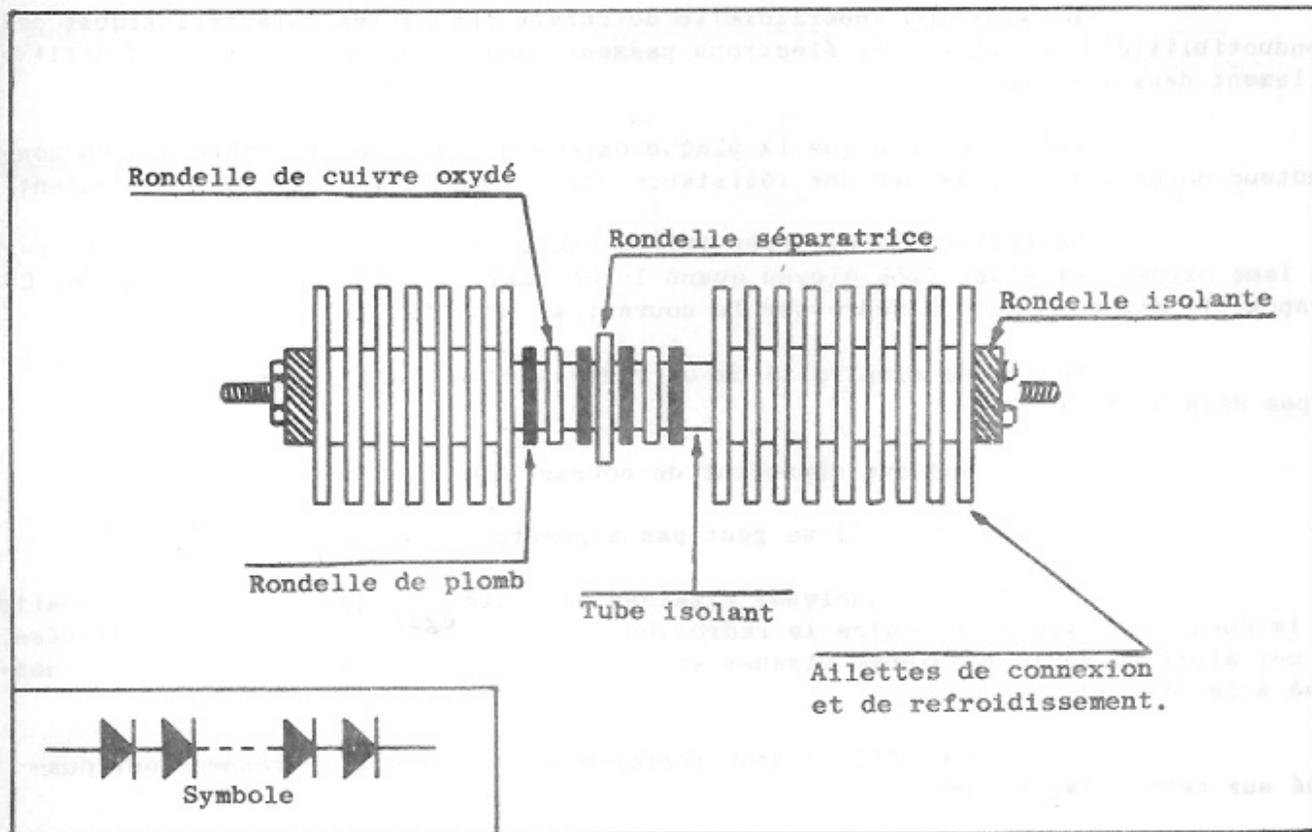
La grande simplicité de ce redresseur le fait préférer aux autres types déjà décrits.

Ses dimensions dépendent du courant que l'on doit redresser.

D'autre part, il ne peut pas supporter de tensions trop élevées.

Il suffit de quelques dizaines de volts pour provoquer la perforation de la couche d'oxyde et détruire le redresseur. Pour redresser des tensions élevées, on met alors en série plusieurs disques et l'on obtient des redresseurs du type dessiné à la Fig. 12-.

Le symbole utilisé pour représenter ce type de redresseur est dessiné sur cette même figure.



- Fig. I2 -

- b) REDRESSEUR AU SELENIUM : Le redresseur au sélénium a un comportement analogue au redresseur à oxyde, mais ses caractéristiques électriques sont meilleures.

Il peut supporter des tensions plus élevées et il a un fonctionnement plus stable.

Le redresseur est constitué par superposition de plusieurs plaques spéciales, obtenues en mettant une couche de sélénium sur une plaque métallique.

Sur la couche de sélénium, on applique une légère couche d'un alliage métallique formé d'étain, de bismuth et de cadmium.

La plaque métallique ainsi préparée, peut être montée sur un support isolant comme celui dessiné à la Fig. 12- ; plusieurs plaques mises en série forment le redresseur.

Pour ce type de redresseur on utilise également le symbole indiqué à la Fig. 12-.

- c) REDRESSEUR AVEC DIODE A VIDE : En allumant une lampe normale électrique on peut observer qu'après un certain nombre d'heures de fonctionnement, le verre de l'ampoule devient légèrement noir à l'intérieur.

Ceci est dû à la volatilisation du matériau qui constitue le filament.

Les parcelles de ce matériau sont transportées par un flux continu d'électrons qui, partant du filament, sous l'effet d'échauffement, viennent se déposer sur la surface interne du verre.

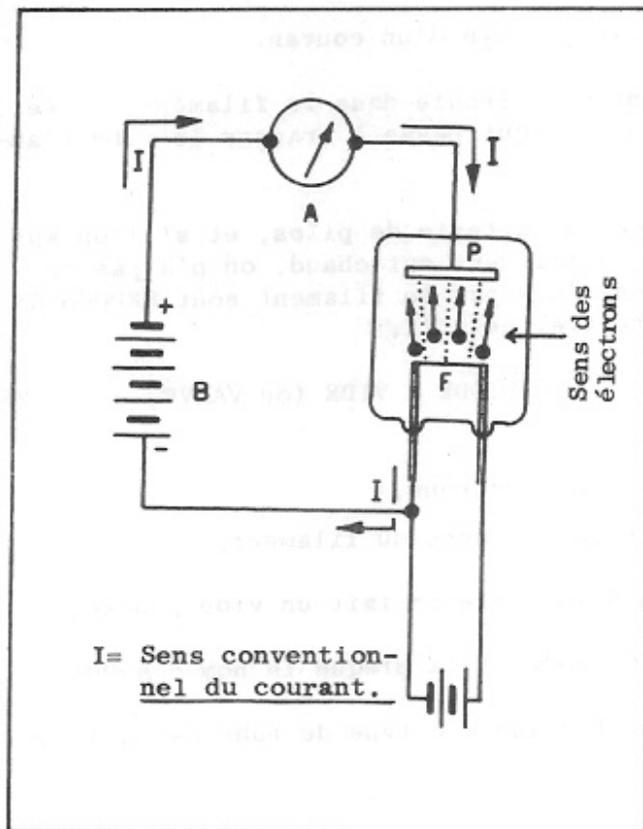
Le phénomène nous indique qu'en chauffant un matériau quelconque, on peut libérer des électrons du matériau lui-même.

A partir d'une telle expérience, le physicien anglais Fleming construisit le premier et le plus simple des TUBES ELECTRONIQUES.

En mettant une plaque métallique face à un filament, dans l'intérieur d'un ballon de verre dans lequel on fait le vide, et en connectant cette plaque au pôle positif d'une pile, on peut recueillir les électrons émis par le filament et obtenir ainsi un courant électronique dans l'espace qui existe entre le filament et la plaque.

La figure 13- illustre le principe de fonctionnement de ce dispositif

Le filament "F" est parcouru par un courant qui ne fait que chauffer le matériau constituant le filament.



- Fig. 13 -

La plaque "P" est connectée au pôle positif d'une batterie de piles, tandis que le pôle négatif est relié à une extrémité quelconque du filament.

Dans ces conditions la plaque se trouve à un potentiel positif par rapport au filament, et donc les électrons qui sont émis par le filament sont attirés par la plaque positive.

Je vous rappelle encore que les électrons sont des charges négatives qui sont attirées par les corps qui ont un potentiel positif.

Le flux d'électrons donne un courant électrique.

En plaçant un appareil indicateur de courant ("A") en série avec le circuit, formé par la batterie, la plaque et le tube, nous pouvons observer

que l'aiguille se déplace, indiquant par là le passage d'un courant.

Si l'on interrompt le courant qui circule dans le filament, il se refroidit et n'émet plus d'électrons ; le courant qui passe à travers le tube s'annule.

Si l'on change la polarité de la batterie de piles, et si l'on applique le pôle négatif à la plaque, même si le filament est chaud, on n'a pas de courant à travers l'instrument : les électrons émis par le filament sont REPOUSSES par la plaque qui, dans ce cas, est à un potentiel négatif.

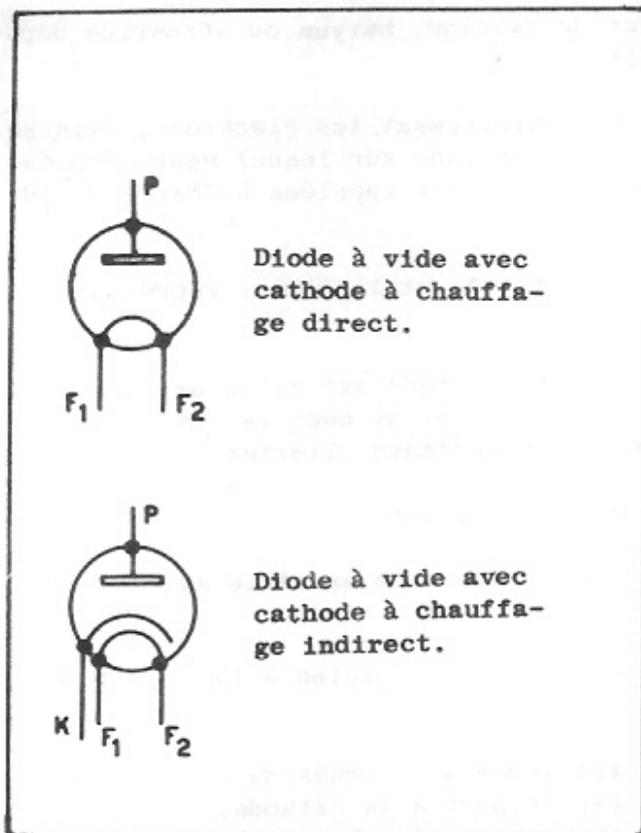
Ce type de tube électronique nommé DIODE A VIDE (ou VALVE, ou REDRESSEUSE), est formé par :

- un filament chaud qui émet des électrons,
- une plaque mise à une certaine distance du filament,

le tout enfermé dans une ampoule de verre dans laquelle on fait un vide poussé.

Le filament prend le nom de CATHODE et la plaque le nom d'ANODE.

Le symbole qu'on utilise pour indiquer ce type de tube est dessiné à la figure 14-.



- Fig. I4 -

L'intensité du courant électronique, qui circule dans le tube dépend des facteurs suivants :

- 1- Qualité du matériau avec lequel est fait le filament ou cathode.
- 2- Température du filament.
- 3- Différence de potentiel entre le filament et la plaque (et qui dépend de la batterie de piles employée).

Le matériau qu'on emploie pour les cathodes des diodes de grandes dimensions est le tungstène.

Ce type de chauffage se nomme à **CHAUFFAGE DIRECT**.

Pour les diodes de dimensions moyennes ou petites, on emploie des matériaux qui, à égalité de température de chauffage, émettent un plus grand nombre d'électrons.

Ces matériaux sont des oxydes de calcium, baryum ou strontium déposés sur la surface du filament proprement dit.

Souvent, le filament n'émet pas directement les électrons, mais se limite à chauffer par conduction thermique, un petit tube sur lequel sont déposés les oxydes émissifs : les cathodes ainsi constituées sont appelées à CHAUFFAGE INDIRECT.

A la Fig. 14- est représenté le symbole utilisé pour représenter une diode de ce type.

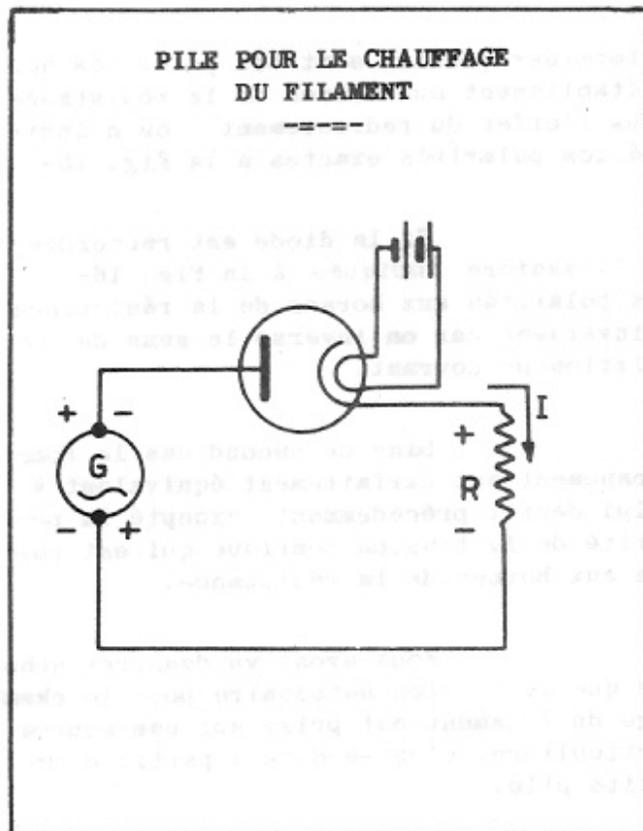
La caractéristique fondamentale de la diode est celle de laisser passer le courant seulement quand la plaque est positive, et ceci le rend particulièrement apte comme dispositif de redressement des courants alternatifs.

Voyons de quelle manière on peut l'utiliser.

A la Fig. 15- on a représenté une diode mise en série avec une résistance.

Le circuit est équivalent à celui qu'on a dessiné à la Fig. 9- à propos des différents types de redresseurs.

Quand la tension alternative appliquée aux bornes du circuit est telle que la plaque de la diode est positive par rapport à la cathode, les électrons émis par la cathode (ou filament) sont attirés par la plaque, et le circuit



- Fig. 15 -

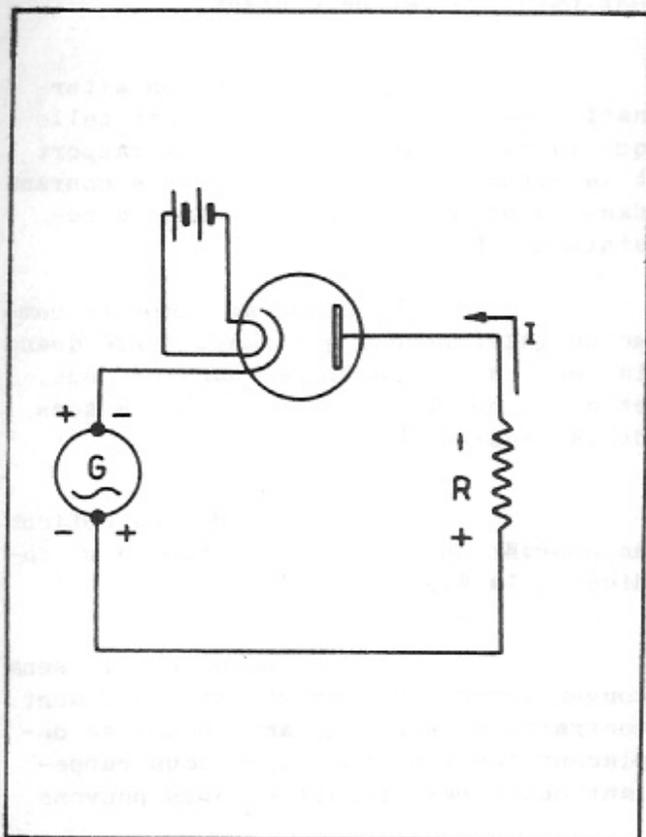
est parcouru par un courant.

Quand la tension alternative appliquée au circuit, est telle que la plaque est négative par rapport à la cathode, il ne passe pas de courant dans la diode et donc pas dans la résistance "R".

La diode se comporte comme un interrupteur qui reste fermé quand la tension est appliquée dans un sens, et qui s'ouvre quand on change le sens de la tension appliquée.

Avec la diode, on obtient un courant du type pulsé comme celui indiqué à la Fig. 10-.

Il faut noter que le sens conventionnel du courant est exactement contraire au sens suivant lequel se déplacent les électrons ; en nous rappelant cette particularité, nous pouvons



- Fig. 16 -

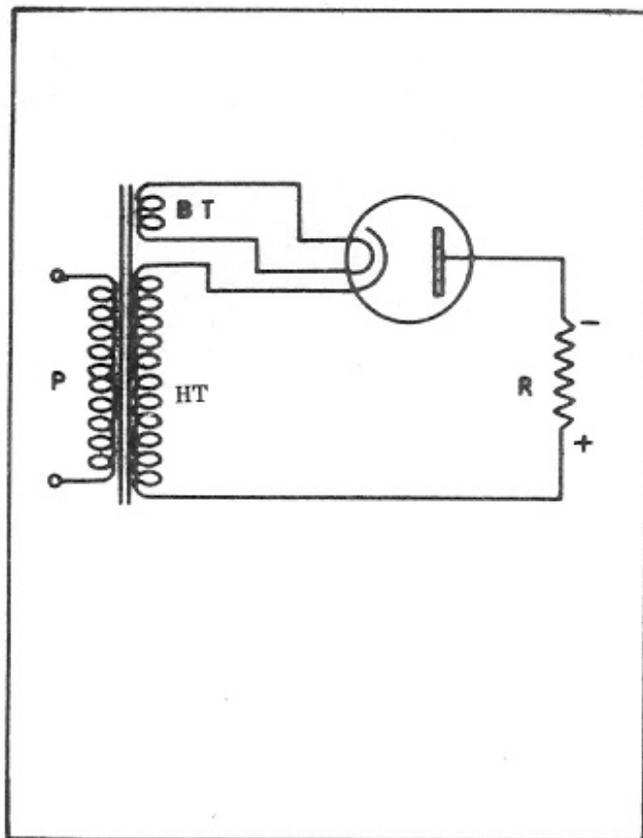
déterminer quelles sont les polarités qui s'établissent aux bornes de la résistance sous l'effet du redressement : on a indiqué les polarités exactes à la Fig. 15-.

Si la diode est raccordée de la manière indiquée à la Fig. 16-, les polarités aux bornes de la résistance s'inversent car on inverse le sens de circulation du courant.

Dans ce second cas le fonctionnement est parfaitement équivalent à celui décrit précédemment, excepté la polarité de la tension continue qui est pulsée aux bornes de la résistance.

Nous avons vu dans ces schémas que la tension nécessaire pour le chauffage du filament est prise sur une source particulière, c'est-à-dire à partir d'une petite pile.

Pour utiliser une seule



- Fig. I7 -

source d'énergie, soit pour alimenter le filament, soit pour obtenir le courant redressé dans la résistance, on peut employer un transformateur comme indiqué à la Fig. 17-.

Pour émettre des électrons il est seulement nécessaire de porter la cathode à une certaine température : on peut indifféremment utiliser du courant continu ou alternatif.

Le primaire "P" du transformateur est relié au secteur ; le secondaire "B T" (Basse Tension) fournit la tension nécessaire à l'alimentation du filament, et le secondaire "H T" (Haute Tension) fournit la tension d'alimentation du dispositif de redressement.

-----

- REPONSES AUX QUESTIONS SUR LA 3ème LECON THEORIQUE -

- 1- C'est la seule fréquence sur laquelle le système mécanique peut osciller.
- 2- Fait varier l'amplitude des oscillations mais non la fréquence.
- 3- Les oscillations entretenues durent indéfiniment, tandis que les oscillations amorties diminuent progressivement d'amplitude jusqu'à zéro.
- 4- Quand le milieu qui sert à la propagation de l'oscillation se déplace transversalement au sens de propagation.
- 5- C'est la distance entre les deux crêtes d'une onde qui se propage.
- 6- A travers l'air, les liquides et les solides, de manière différente suivant les caractéristiques du milieu.
- 7- A travers l'éther.
- 8- Elle diminue
- 9- 330 mètres à la seconde.

- EXERCICES DE REVISION SUR LA 4ème LECON THEORIQUE -

- 1- Quelle différence existe-t-il entre deux courants de forme rectangulaire égale, mais dont l'un est pulsé et l'autre alternatif ?
- 2- Que signifie redressement d'un courant ou d'une tension alternative ?
- 3- Qu'est-ce qu'un redresseur ?
- 4- Comment monte-t-on les redresseurs à oxyde de cuivre ou au sélénium ?
- 5- Qu'est-ce qu'une diode à vide ?
- 6- Si l'on change la tension aux bornes de la diode (négative à la plaque, positive à la cathode), qu'arrive-t-il au courant qui circule dans la diode ?
- 7- Qu'est-ce qu'une cathode à chauffage indirect ?
- 8- Quel type de courant obtient-on avec un redresseur normal ?