



**THEORIE**

**Cours de radio par correspondance**

## 1- CINEMA SONORE

Dans la leçon précédente, je vous ai expliqué le principe technique sur lequel était basée la photographie, c'est-à-dire l'art d'obtenir des images et de les fixer sur un cliché.

Comme conséquence immédiate, la technique optique et mécanique a donné naissance à la CINEMATOGRAFIE, c'est-à-dire à l'art de reproduire les images en mouvement.

Pour compléter enfin la transposition fidèle d'un sujet, on a pu, grâce à l'électronique, reproduire les sons simultanément aux images : on a ainsi réalisé le CINEMA SONORE.

C'est du cinéma sonore, nouvelle conquête artistique et support d'information, que je vous parlerai dans cette leçon.

### 1.1- L'oeil humain.

Pour comprendre le principe dont découle le cinéma, il nous faut

examiner la conformation interne de l'oeil humain.

Notre oeil n'est autre qu'un appareil photographique, puisqu'il est doté d'un objectif, d'un diaphragme, d'une chambre noire et d'une plaque sensible.

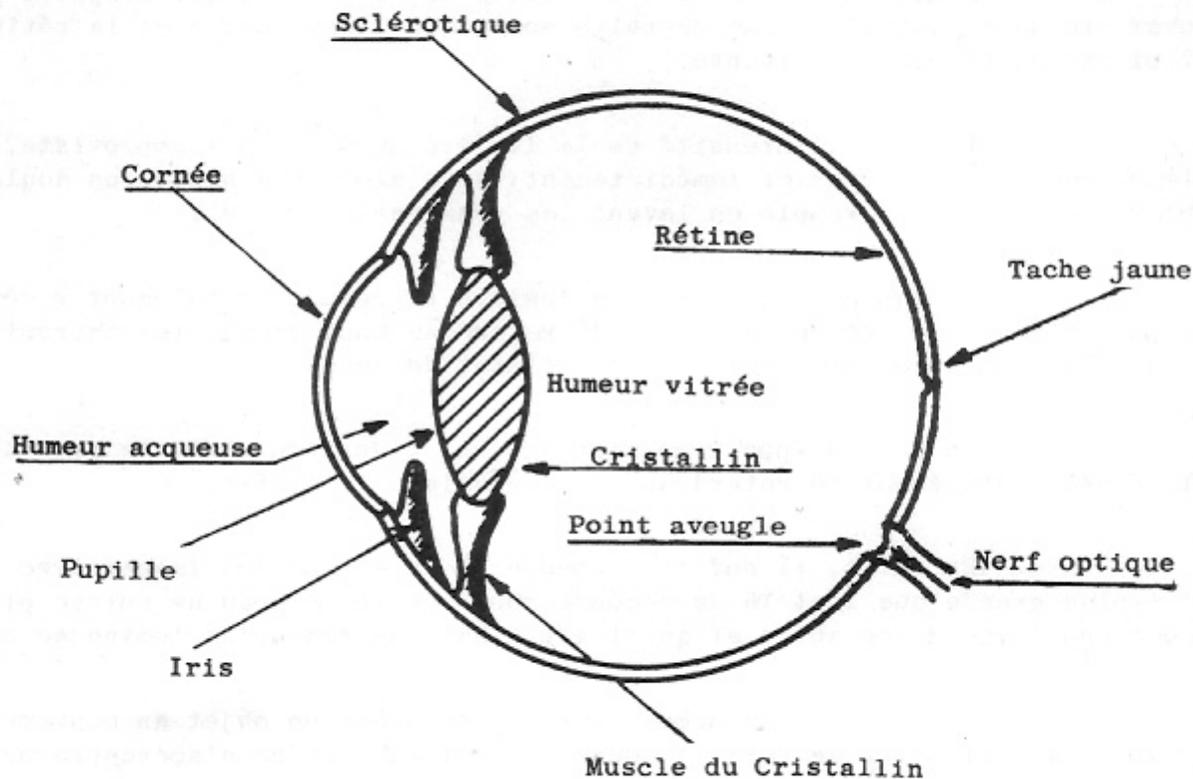
Ces trois éléments sont respectivement le CRISTALLIN, l'IRIS, le GLOBE OCULAIRE et la RETINE (Fig. 1-).

La rétine, c'est-à-dire la partie sensible, est un réseau nerveux composé de cellules de petites dimensions appelées, de par leur forme, CONES et BATONNETS.

Les cônes sont moins sensibles, mais sélectionnent les couleurs, c'est-à-dire qu'ils ont une sensibilité chromatique ; les bâtonnets sont plus sensibles mais n'ont pas de sensibilité chromatique; ils servent pour l'observation des images peu lumineuses.

Lorsque sur la rétine, à l'aide du cristallin, se forme l'image parfaitement au point, chaque partie de l'image tombe sur un élément sensible, soit cône, soit bâtonnet, et l'excite plus ou moins.

Toutes les sensations reçues sont ensuite envoyées, par le nerf optique, au cerveau où s'effectue la recombinaison de l'image.



- Fig. 1 -

A mesure que varie l'intensité de la lumière qui frappe l'oeil, l'ouverture de la pupille varie de telle sorte que l'excitation de la rétine ne soit ni excessive ni insuffisante.

Lorsque l'intensité de la lumière augmente à l'improviste, la pupille ne peut pas se refermer immédiatement; on a alors une sensation douloureuse d'éblouissement : par exemple en levant les yeux vers le soleil.

Lorsqu'au contraire, la lumière se réduit brutalement à zéro, l'image persiste sur la rétine par suite du retard au bout duquel les extrémités sensibles, cônes et bâtonnets, retournent à l'état de repos.

Ce retard appelé persistance est d'environ  $1/16$  de seconde seulement. C'est précisément ce retard qui rend possible le cinéma.

En effet, il suffit d'envoyer à la rétine des images avec une rapidité plus grande que le  $1/16$  de seconde pour que le cerveau ne puisse plus distinguer une image d'une autre et qu'il ait ainsi une sensation lumineuse continue.

Si les images successives représentent un objet en mouvement, le cerveau aura l'illusion de voir le mouvement parce qu'il ne s'apercevra pas du passage d'une image à l'autre.

Pour obtenir un bon résultat, on a habituellement recours, à une

cadence d'au moins 24 images par seconde.

1.2- Prises de vue en projection cinématographique.

Pour obtenir l'effet dont nous avons parlé, il faut :

- 1- Photographier le sujet qui se déplace, 24 fois par seconde, et réaliser une suite de ces photographies sur une pellicule sensible.
- 2- Développer et fixer cette pellicule (FILM).
- 3- Projeter sur un écran, à l'aide d'un appareil spécial, les images à la cadence de 24 à la seconde.

En observant l'écran, l'oeil humain voit parfaitement le sujet en mouvement.

La première opération est appelée LA PRISE DE VUES: elle est effectuée à l'aide d'une caméra grâce à laquelle chaque photographie est impressionnée dans un temps très court (objectifs très lumineux). Un dispositif mécanique permet

de faire avancer la pellicule après exposition d'une photographie, en fermant l'objectif pendant le mouvement de la pellicule et en ne l'ouvrant qu'après.

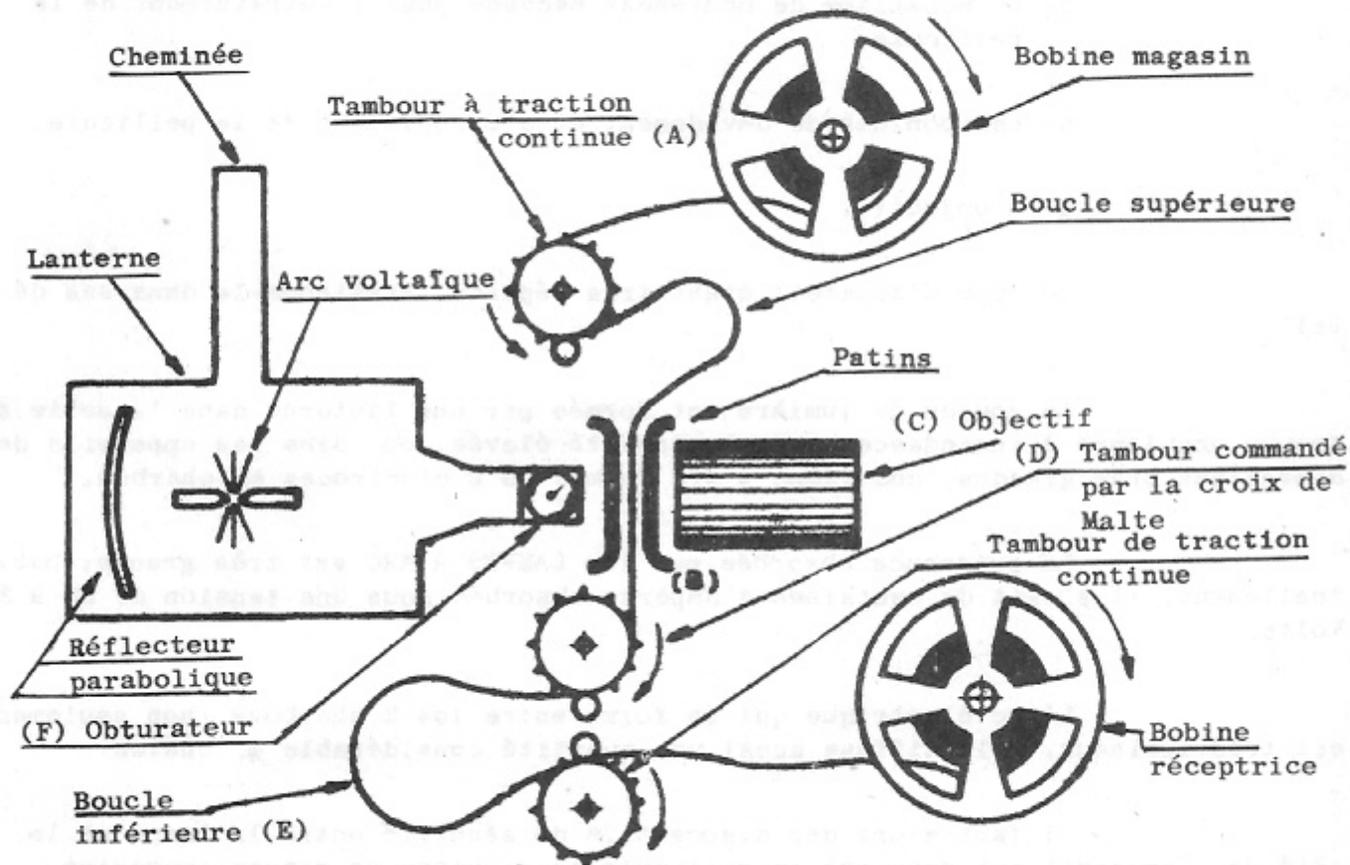
Ces mouvements se répètent 24 fois par seconde.

La troisième opération dite PROJECTION, est analogue mécaniquement à la première, mais la pellicule est déjà imprimée en positif. En éclairant chaque photographie pendant l'instant de passage de la pellicule par un puissant faisceau de lumière, l'on peut projeter les images du film sur un écran et obtenir l'effet cinématographique.

### 1-3- Appareils à projection.

La Fig. 2-représente le schéma d'un appareil de projection dans lequel les éléments fondamentaux sont visibles:

- 1- La source de lumière.
- 2- Le mécanisme d'interception de la lumière, c'est-à-dire l'obturateur.
- 3- Les patins de pression pour tenir plane l'image, même pendant le mouvement.



- Fig 2 -

- 4- Le mécanisme de mouvement saccadé pour l'entraînement de la pellicule.
- 5- Les bobines de dévidement et d'enroulement de la pellicule.
- 6- L'objectif.

Ce type d'appareil étant très répandu, examinons-le dans ses détails.

La source de lumière est formée par une lanterne dans laquelle se trouve une lampe à incandescence de luminosité élevée, ou, dans les appareils de dimensions très grandes, une lampe à arc formée de 2 électrodes en charbon.

La puissance absorbée par les LAMPES A ARC est très grande; habituellement, il s'agit de centaines d'ampères absorbés sous une tension de 20 à 30 Volts.

L'arc électrique qui se forme entre les 2 charbons, non seulement est très lumineux, mais diffuse aussi une quantité considérable de chaleur.

Il faut alors des dispositifs de sécurité entre la lampe et le côté de l'appareil qui contient la pellicule, pour éviter de graves incendies.

Un miroir parabolique concentre la lumière sur la pellicule.

Par suite de la température, les charbons se consomment ; il est nécessaire de régler continuellement leur distance réciproque et leur position par rapport au réflecteur parabolique.

Dans les lampes modernes, ces réglages sont faits automatiquement.

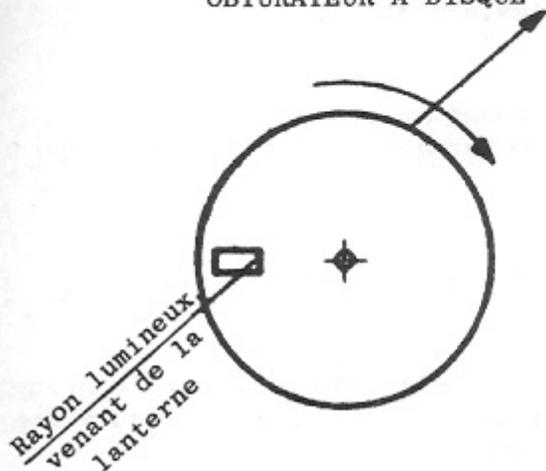
L'OBTURATEUR placé entre la lampe et la pellicule a pour rôle d'intercepter le faisceau lumineux, pendant le passage d'une photographie à la suivante et déclenche l'allumage quand la photographie est parfaitement cadrée.

L'obturateur peut être formé par un disque rotatif dans lequel on pratique une ou deux ouvertures, ou bien par un cylindre rotatif muni de fenêtres latérales.

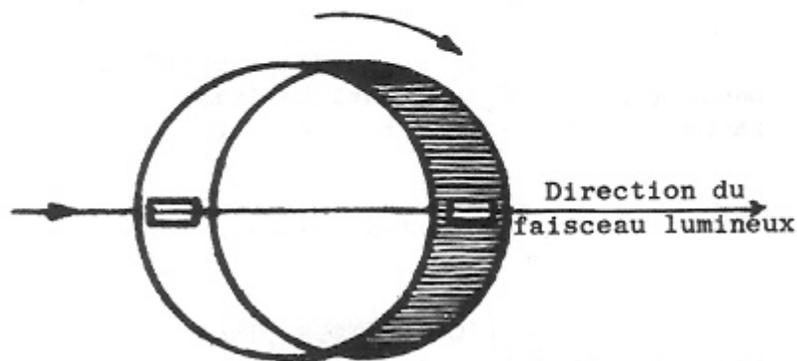
Le cylindre représente le système le plus moderne, parce qu'il contient un dispositif de sûreté formé de deux ailettes qui ferment les ouvertures dès que le cylindre s'arrête et qui, par suite, empêchent que la lumière concentrée un temps excessif sur la pellicule, ne provoque son inflammation.

La Fig. 3-représente les deux types d'obturateurs.

OBTURATEUR A DISQUE



OBTURATEUR CYLINDRIQUE



- Fig 3 -

LES PATINS DE PRESSION servent à tenir la pellicule en place, et à distance voulue, ce qui lui assure une focalisation parfaite, lors même du mouvement.

Le TAMBOUR pour la traction saccadée de la pellicule est formé par un cylindre ayant une ou deux séries de dents qui engrènent la pellicule perforée latéralement.

Ce tambour imprime à la pellicule l'avancement saccadé nécessaire pour obtenir la succession rythmique des images.

Un dispositif caractéristique dit CROIX DE MALTE, relié au tambour, est le générateur du mouvement saccadé que le rouleau transmet à la pellicule.

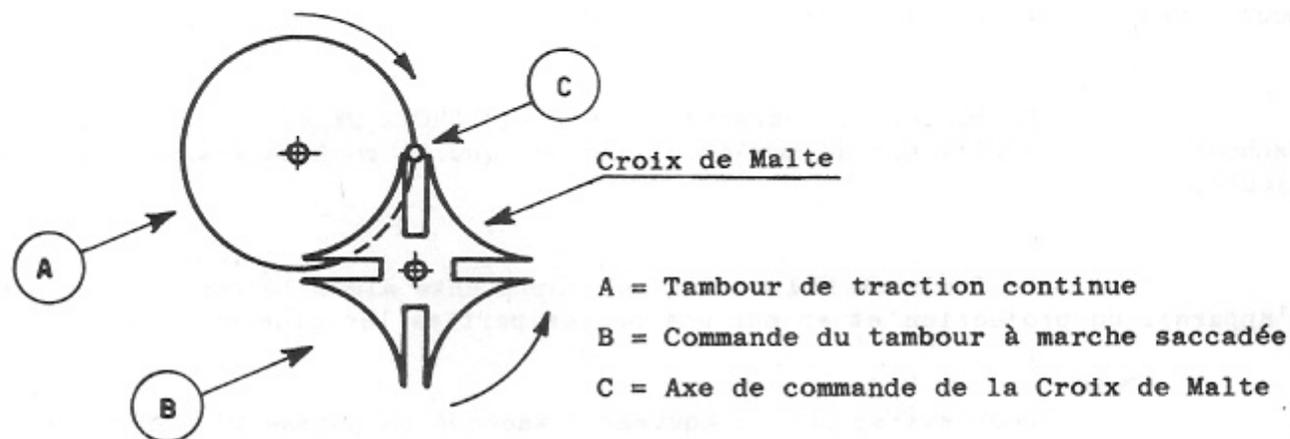
La Croix de Malte (Fig. 4) représente alors le coeur mécanique de l'appareil de projection et en est une de ses parties les plus délicates.

Pour éviter que le mouvement saccadé ne puisse provoquer la rupture de la pellicule, il est nécessaire de laisser deux grandes boucles libres, avant les patins et après le tambour.

Ces boucles sont visibles à la Fig. 2-.

Avant et après les boucles, la pellicule peut avoir un mouvement uniforme.

Deux bobines magasin à pellicule, complètent le système de traction du film.



- Fig 4 -

Ces bobines, commandées par des systèmes à friction, contiennent environ 1.200 m de pellicule du type 35 mm (largeur) et tournent de telle sorte que la pellicule ait une vitesse de près de 456 millimètres par seconde.

L'objectif enfin constitue la partie optique la plus délicate de tout l'ensemble.

L'objectif est formé d'un ensemble de lentilles de grandes dimensions permettant la projection de l'image à 20 ou 30 m de distance sans déformation sensible.

En réglant la distance de l'objectif à la pellicule, on obtient la mise au point de l'image sur l'écran.

Connaissant ces particularités, on peut alors résumer le fonctionnement d'un appareil de projection mobile du type normal, en observant la Fig. 2-.

La pellicule se déroule de la bobine supérieure débitrice avec un mouvement uniforme parce qu'elle est tirée par un tambour ou roue dentée (A), elle forme une boucle supérieure et elle est guidée devant l'objectif (C) par deux patins presseurs (B).

Dans cette zone, le mouvement de la pellicule est saccadé, le tambour (roue) (D), commandé par la Croix de Malte lui imprimant ce mouvement.

La pellicule forme ensuite une autre boucle dite inférieure, et reprend grâce à elle (E) un mouvement continu et uniforme : elle est bobinée sur la bobine inférieure d'enroulement (réceptrice).

Pendant ces opérations et lorsque l'obturateur (F) est ouvert, la lumière venant de la lanterne, change la photo en lumières et ombres et grâce à l'objectif, projette l'image ainsi obtenue avec netteté sur l'écran.

Il faut se rappeler, à ce sujet, que l'image de l'écran par rapport à celle de la pellicule apparaît renversée aussi bien de haut en bas que de gauche à droite, à cause des lentilles de l'objectif.

En introduisant la pellicule dans l'appareil, on doit se rappeler cette particularité et renverser le film de façon à obtenir la projection correcte sur l'écran.

#### 1.4- La projection cinématographique.

Lorsque la technique de la projection eut atteint un niveau presque parfait en qualité, on chercha à l'accompagner du son et des paroles correspondant aux images sur l'écran.

Le premier système employé fut celui des disques gravés en synchronisme avec la pellicule.

Cette méthode eut très peu de succès parce qu'elle amenait de

nombreux inconvénients : disques délicats de dimension très grande et difficulté d'avoir un synchronisme parfait, bruit de fond important.

Une méthode de sonorisation qui résolvait très bien le problème fut celle de la BANDE SONORE, dont le principe de fonctionnement est le suivant :

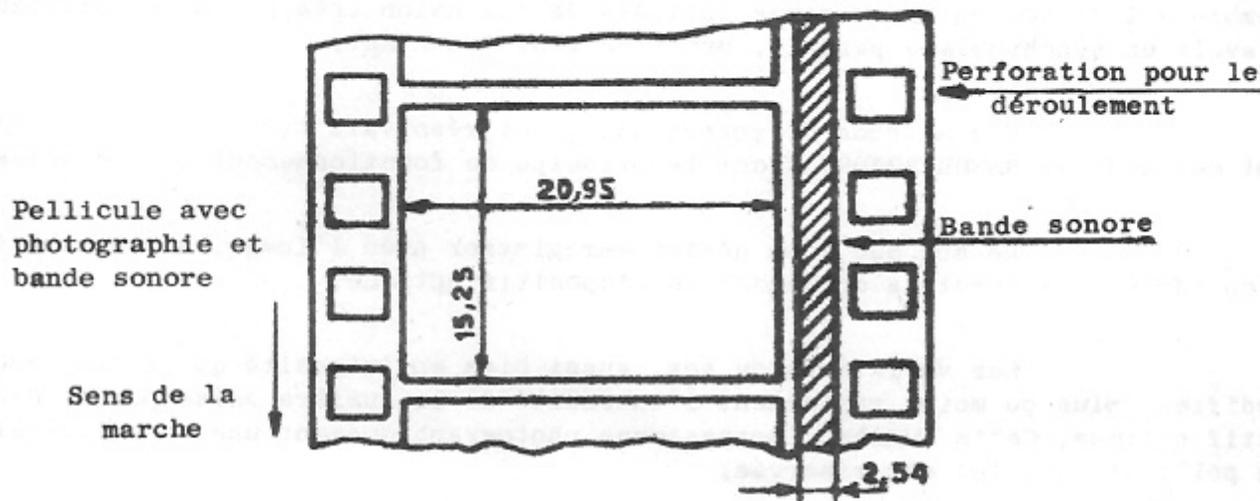
Le son que l'on désire enregistrer avec l'image, après amplification idoine, va servir à commander un dispositif optique.

Les variations du son, aussi bien en intensité qu'en fréquence, modifient plus ou moins rapidement l'intensité de la lumière émise par le dispositif optique. Cette lumière impressionne photographiquement une zone latérale de la pellicule qui lui est réservée.

On obtient ainsi une série de lumières et d'ombres qui constituent la bande sonore (Fig. 5) placée sur la pellicule à côté des photographies normales pour la projection.

Les types de bande sonore peuvent être différents, mais fondamentalement elles relèvent de deux types, à savoir : celui à AIRE VARIABLE et celui à DENSITE VARIABLE.

Le type à aire variable est obtenu en laissant constante la



- Fig 5 -

lumière nécessaire à l'enregistrement et en faisant varier les dimensions du rayon lumineux; on obtient ainsi sur la pellicule un dessin du type représenté en Fig. 6-.

Le type à densité variable est obtenu en maintenant constantes les dimensions du rayon lumineux, mais en faisant varier son intensité ; sur la pellicule apparaît un dessin du type représenté Fig. 7-.

A titre d'exemple, la Fig. 8-représente sous forme schématique, un

dispositif optique qui sert à transformer les variations de son en variations de lumière, et aboutissant à l'impression de la bande sonore.

Les vibrations de la palette, par suite des tensions envoyées à la bobine, font varier la quantité de lumière qui éclaire la zone intéressée de la pellicule.

En Fig. 9- on peut observer le schéma complet du dispositif qui comprend une source lumineuse ponctuelle d'intensité constante, un système optique pour concentrer la lumière, le modulateur examiné précédemment, un deuxième système optique, et enfin la pellicule à impressionner.

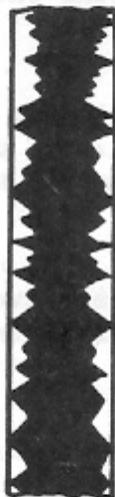
La pellicule passe devant le rayon de lumière avec une vitesse constante égale à la vitesse normale d'avancement de la pellicule dans les appareils de projection.

La bande sonore obtenue par ce système, sert ensuite pour l'impression sur la pellicule du film que l'on désire sonoriser.

De cette façon, on peut effectuer la sonorisation indépendamment du film.

Si cela est nécessaire, on peut donc reproduire à partir d'un seul

IMPRESSION SONORE A  
AIRE VARIABLE.

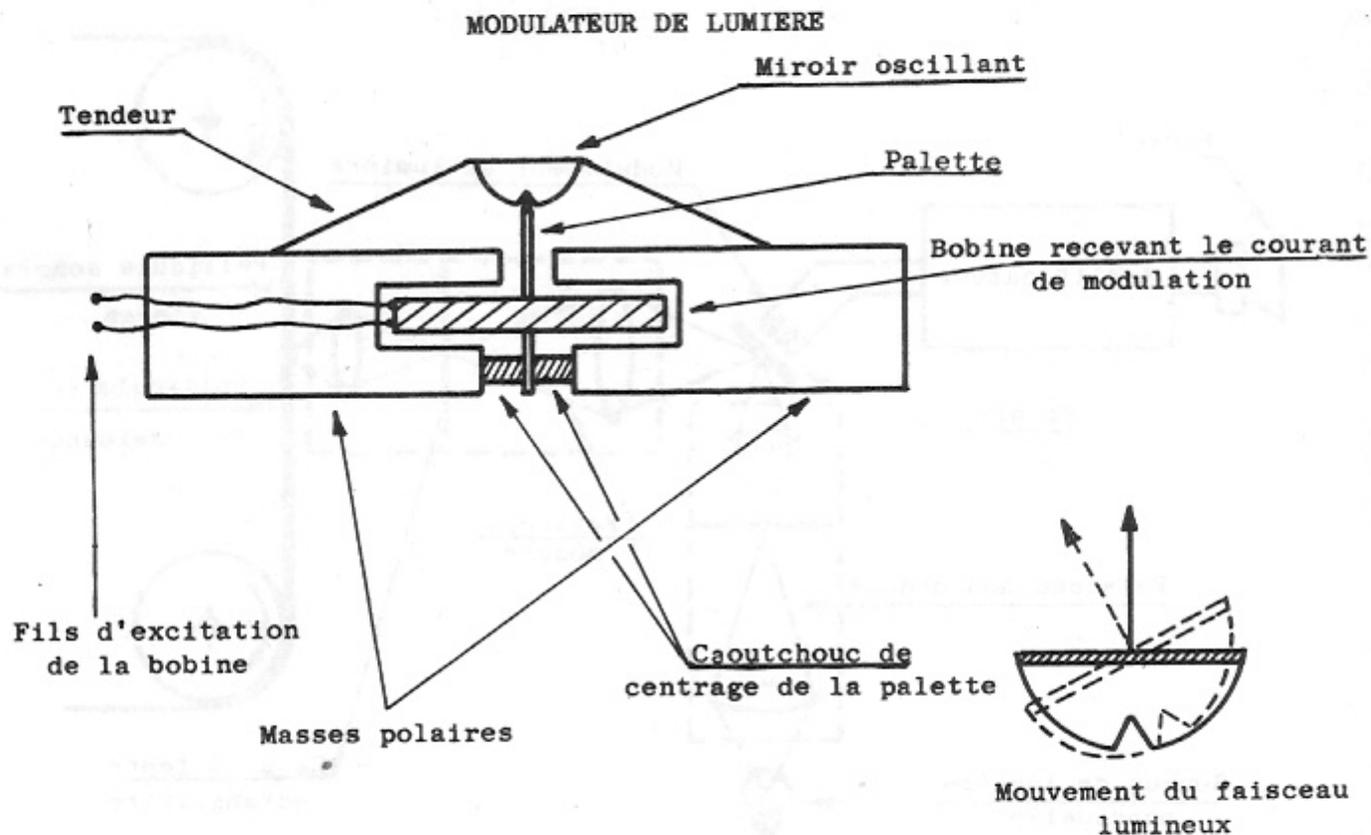


- Fig 6 -

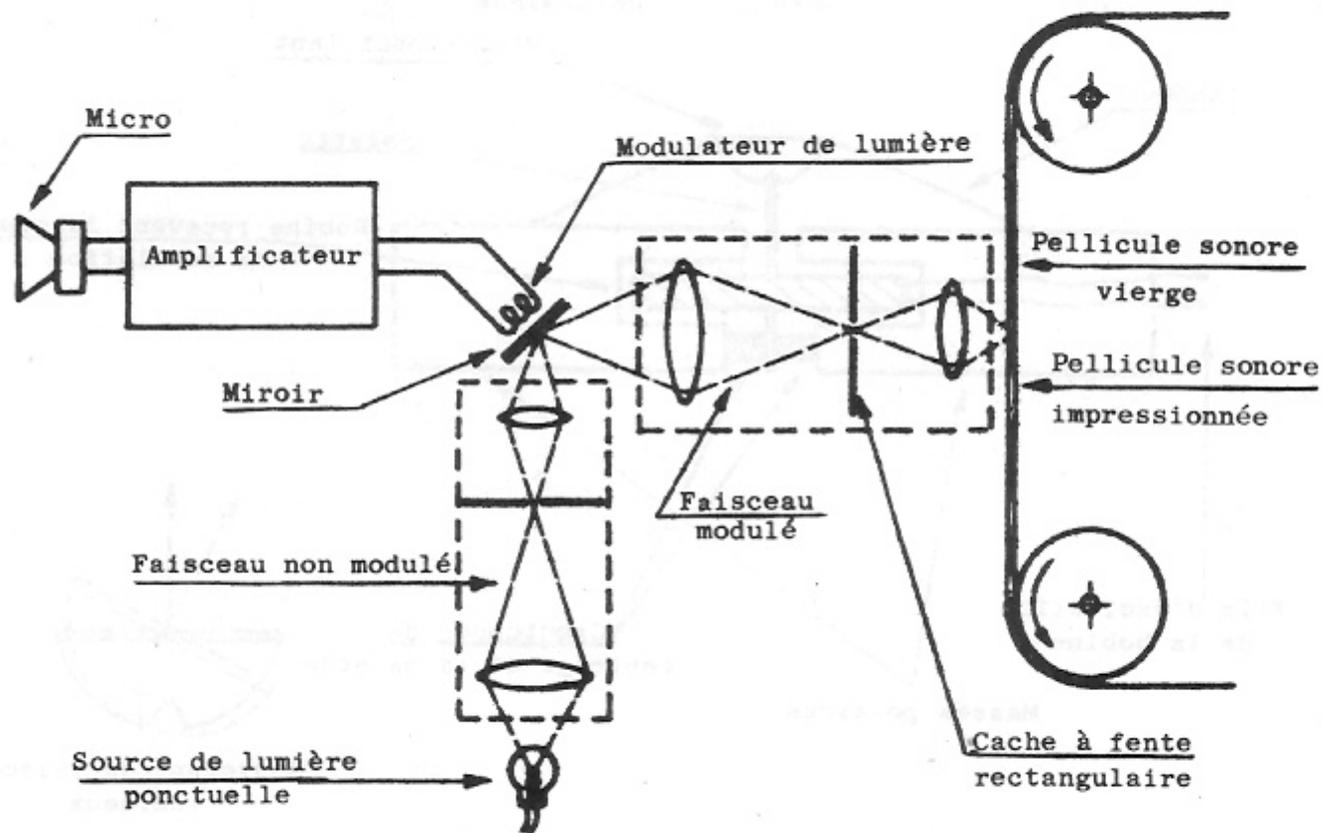
IMPRESSION SONORE A  
DENSITE VARIABLE.



- Fig 7 -



- Fig 8 -



- Fig 9 -

film, plusieurs copies possédant des bandes sonores différentes ; cela permet par exemple d'avoir un film parlé, en plusieurs langues (doublé et post-synchronisé).

Dans chaque cas, on aura besoin de synchroniser les sons et les paroles avec les images.

La fidélité de l'enregistrement et les distorsions sont fonction de la vitesse de défilement de la pellicule, de la composition de la bande sonore et du grain de la pellicule, ainsi que des caractéristiques de l'appareil d'enregistrement.

Après avoir examiné comment on obtient la bande sonore sur la pellicule en partant du son, voyons comment on peut obtenir de nouveau le son dans l'appareil à projection.

L'opération de la conversion, c'est-à-dire de la LECTURE de la bande sonore, est faite à l'aide d'un organe dit CELLULE PHOTOELECTRIQUE.

Le fonctionnement de cette dernière est fondé sur la propriété que possèdent certaines substances d'avoir leurs caractéristiques électriques modifiées en fonction des conditions d'éclairage.

On peut avoir, en fonction du matériel employé, des cellules photo-électriques de trois types :

- 1- CELLULES PHOTORESISTANTES dont la résistance interne varie en fonction de l'éclairage.
- 2- CELLULES PHOTOVOLTAIQUES qui produisent des forces électromotrices (tensions) lorsqu'elles sont soumises à la lumière.
- 3- CELLULES PHOTOEMISSIVES qui produisent une émission électronique lorsqu'elles sont frappées par la lumière.

Les cellules photorésistantes sont construites avec du sélénium et du thallium ; les cellules photovoltaïques sont en général à base d'oxyde de cuivre.

Par suite de leur inertie, ces deux derniers types ne se prêtent pas aux applications électro-acoustiques; aussi pour la lecture de la bande sonore a-t-on recours aux cellules photoémissives.

Les cellules modernes à photoémission sont constituées par une ampoule de verre, de dimensions variables, dans laquelle est placée une cathode recouverte de la couche émissive, et d'une anode à potentiel positif par rapport à la cathode, pour recueillir les électrons émis par effet photoélectrique.

A l'intérieur de l'ampoule, on a fait le vide.

L'anode a la forme d'un anneau (Fig. 10) et la cathode est réalisée par un dépôt de métal sur le fond intérieur du verre qui constitue l'ampoule.

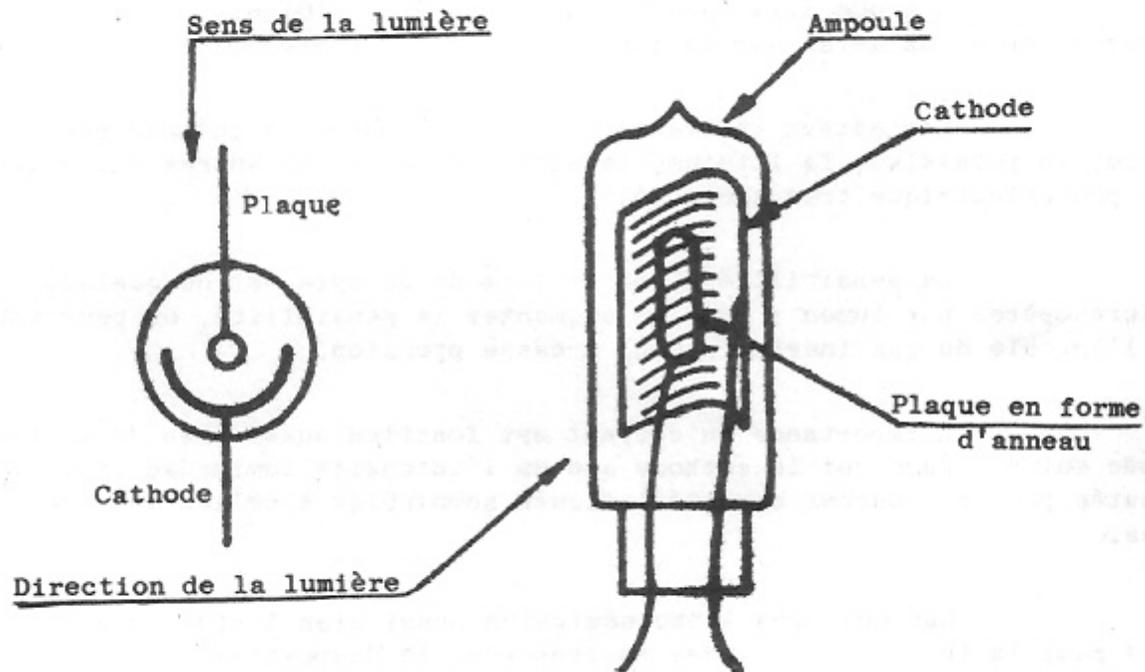
Les métaux émetteurs dont est composée la cathode sont le caesium, le potassium, le lithium, le sodium et certains autres qui présentent un effet photoélectrique très accentué.

La sensibilité d'une cellule de ce type est de quelques dizaines de microampères par lumen ; pour en augmenter la sensibilité, on peut introduire dans l'ampoule du gaz inerte (argon) à basse pression.

L'importance du courant est fonction aussi bien de la tension appliquée entre l'anode et la cathode que de l'intensité lumineuse, et peut être représentée par des courbes caractéristiques semblables à celles des tubes électroniques.

Les cellules à photoémission aussi bien à vide qu'à gaz sont utilisées pour la lecture des bandes sonores avec le dispositif représenté Fig. 11.

La pellicule cinématographique, après avoir achevé le parcours nécessaire à la projection des photographies, passe, à l'aide des rouleaux de renvoi, sur un tambour qui tourne à une vitesse rigoureusement constante.



- Fig 10 -

Un rayon de lumière est concentré, à l'aide d'un système optique sur la bande sonore et, à travers elle, sur une cellule disposée derrière la bande même.

La quantité de lumière qui arrive sur la cellule est variable et dépend de l'aire impressionnée ou de la densité des bandes qui se succèdent.

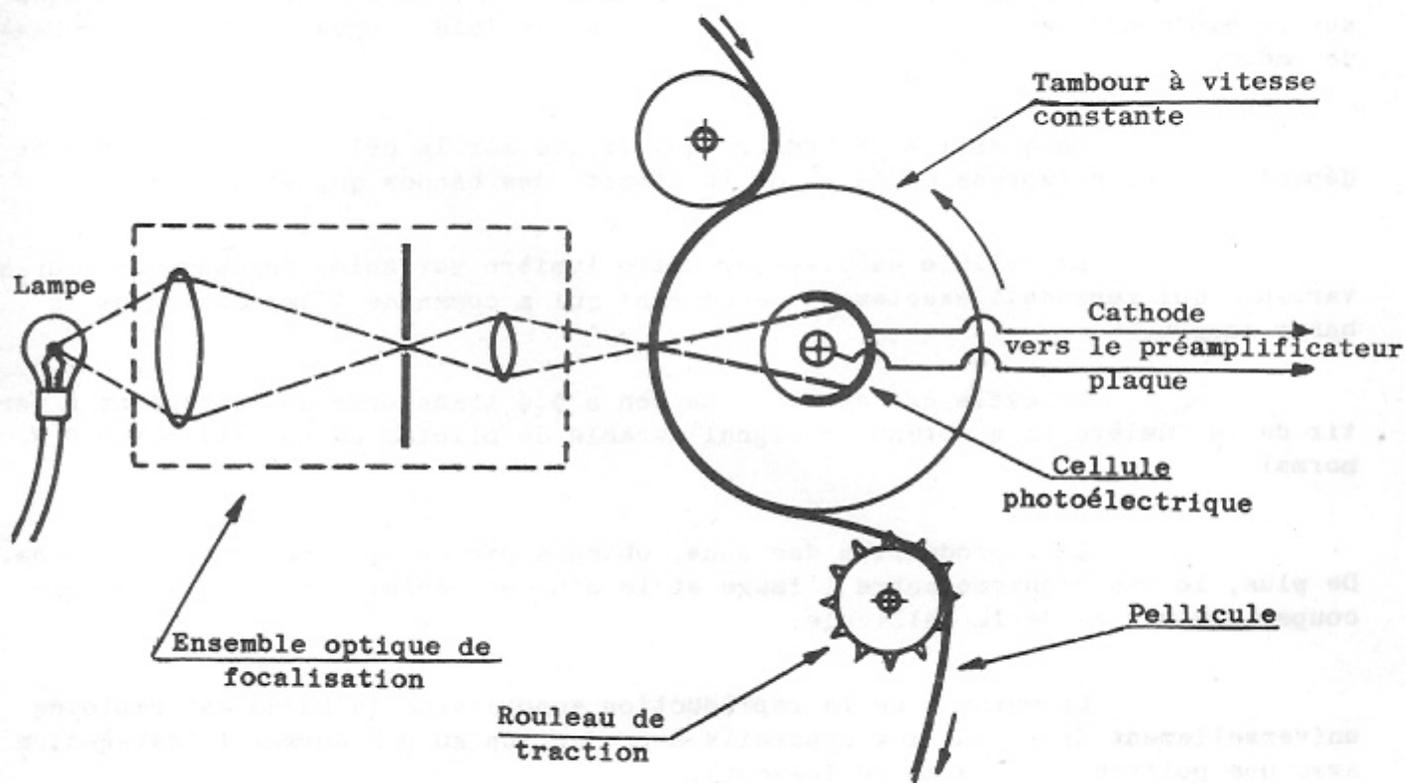
La cellule excitée par cette lumière variable, engendre un courant variable qui reproduit exactement le courant qui a commandé l'impression de la bande sonore.

Le cycle est complet. Le son a été transformé en lumière et à partir de la lumière, on a obtenu un signal capable de piloter un amplificateur B.F. normal.

La reproduction des sons, obtenue par ce système, est très bonne. De plus, le synchronisme entre l'image et le son est parfait, même si l'on doit couper une partie de la pellicule.

La méthode de la reproduction sonore avec la bande est employée universellement dans tous les appareils à projection au pas normal (c'est-à-dire avec une pellicule de 35 mm de largeur).

La Fig. 12-représente le schéma de cet appareil.



- Fig 11 -

A titre d'information, il est bon de savoir que le rayon lumineux pour la lecture de la bande a une épaisseur de quelques millièmes de millimètre, dans les conditions les meilleures, et une largeur de 3 mm à peu près. Plus le rayon est fin, meilleure est la reproduction.

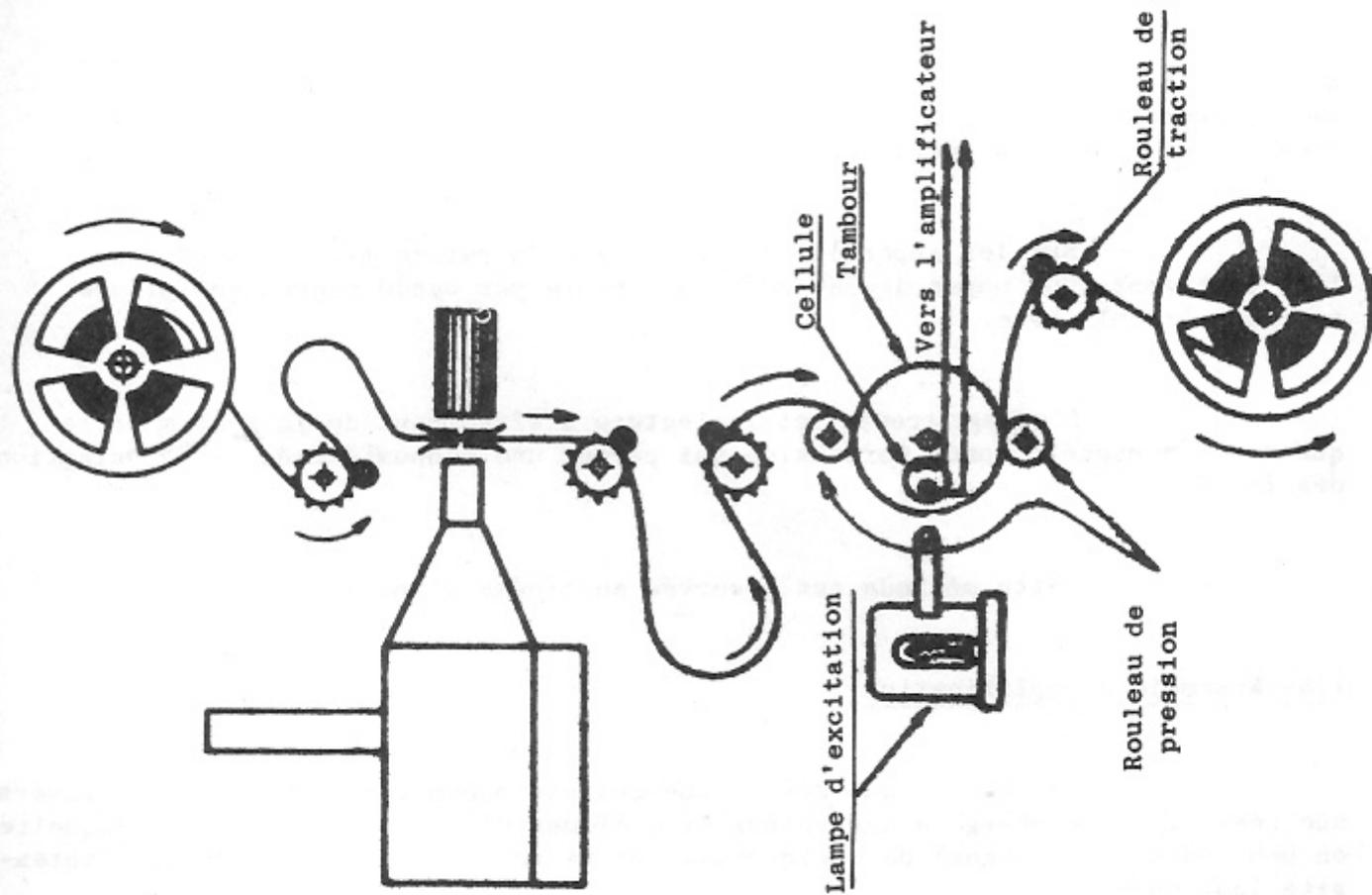
Sur les appareils de projection de petite taille, 8 et 9 mm, l'on peut monter un moyen de reproduction sonore par bande magnétique placée sur la pellicule même.

L'enregistrement et la lecture s'effectuent de la même manière que sur les magnétophones normaux, ce qui permet une économie dans la sonorisation des films.

Cette méthode est réservée au cinéma d'amateurs.

#### 1.5- Ensemble d'amplification

Le courant qui sort d'une cellule photoélectrique passe à travers une résistance de charge d'une valeur de quelques mégohms, aux bornes de laquelle on peut obtenir un signal de quelques millivolts pour chaque variation de l'intensité lumineuse.



- Fig 12 -

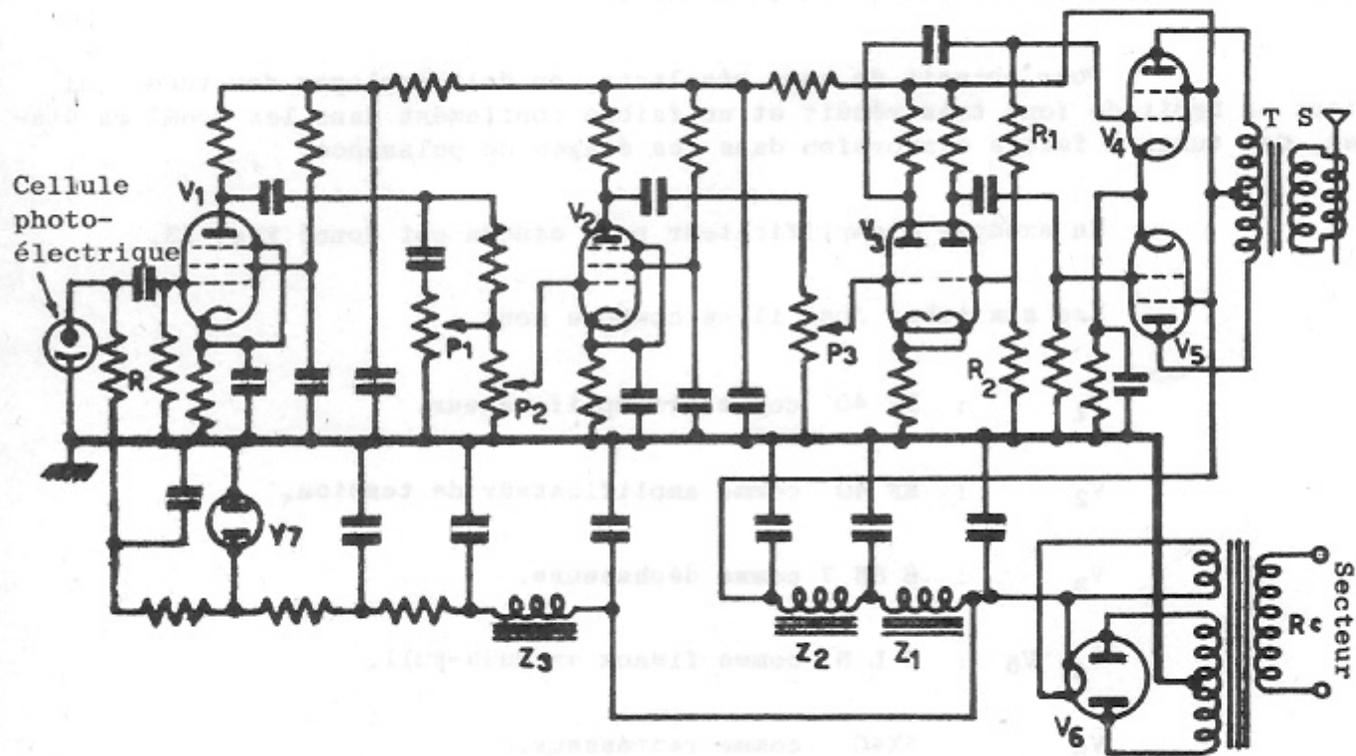
Pour commander les haut-parleurs, il faut une importante amplification aussi bien en tension qu'en puissance.

Pour obtenir de bons résultats, on doit employer des tubes qui aient un bruit de fond très réduit et un faible ronflement dans les premiers étages, des tubes à faible distorsion dans les étages de puissance.

Un exemple d'amplificateur pour cinéma est donné Fig. 13.

Les six tubes dont il se compose sont :

- $V_1$  : EF 40 comme préamplificateur.
- $V_2$  : EF 40 comme amplificateur de tension.
- $V_3$  : 6 SN 7 comme déphaseuse.
- $V_4, V_5$  : 6 L 6 comme finaux en push-pull.
- $V_6$  : 5X4G comme redresseur.
- $V_7$  : VR 150 comme stabilisateur de tension.



- Fig 13 -

Les différents étages travaillent en classe A, l'étage final en push-pull.

Des filtres spéciaux servant de résistances chutrices, alimentent l'anode de la cellule en tension continue rigoureuse ; un tube spécial au néon (VR 150) stabilise cette tension.

La résistance indiquée par R est la résistance de charge de la cellule aux bornes de laquelle s'obtient la tension de commande de l'amplificateur.

Le potentiomètre  $P_1$  sert à régler les tons aigus et  $P_2$  sert aux tons graves. Le contrôle de volume est obtenu à l'aide du potentiomètre  $P_3$ .

Il faut noter que la tension anodique d'alimentation des deux premiers tubes est fournie au travers d'une cellule de filtrage formée par une résistance et un condensateur.

Ceci pour éviter qu'on ait des accrochages dus à des couplages entre les deux étages. Pour piloter l'étage final en opposition de phase, on utilise une partie de la tension fournie par la première triode de  $V_3$  avec laquelle on

attaque la grille de la deuxième triode. Aux plaques des deux triodes, on obtient alors deux tensions en opposition de phase.

En réglant la valeur des résistances  $R_1$  et  $R_2$  de telle sorte que les deux tensions aux plaques de  $V_3$  soient égales en amplitude,  $V_4$  et  $V_5$  travaillent alors parfaitement en opposition de phase.

Le condensateur sur la cathode de  $V_3$  n'est pas nécessaire car les courants des deux triodes varient en opposition de phase; aussi, leur somme est-elle constante, ainsi que la tension de polarisation obtenue avec la résistance en série sur la cathode de  $V_3$ .

-----

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 35ème LECON THEORIQUE "A.M."  
OU SUR LA 46ème LECON THEORIQUE "F.M."

- 1- C'est un ensemble d'ondes électromagnétiques.
- 2- De la fréquence de l'onde.
- 3- C'est la lumière d'une seule couleur.
- 4- Frappée par une radiation invisible, elle émet de la lumière.
- 5- A déterminer si un rayon lumineux est polarisé.
- 6- Un objet d'une matière transparente qui peut modifier la direction et la forme d'un rayon lumineux.
- 7- Quand elle concentre les rayons lumineux, qui la frappent, en un seul point.
- 8- Il noircit.
- 9- C'est le dispositif qui contrôle la quantité de lumière qui peut entrer dans la chambre noire.
- 10- Le flash électronique est provoqué par l'action d'une décharge intensive à travers un gaz rare contenu dans l'ampoule d'une lampe spéciale.

EXERCICES DE REVISION SUR LA 36ème LECON THEORIQUE "A.M."

OU SUR LA 47ème LECON THEORIQUE "F.M."

- 1- Sur quel phénomène le cinéma est-il basé ?
- 2- Combien d'images doit-on projeter en une seconde pour avoir une bonne reproduction des mouvements ?
- 3- Quelle est la source lumineuse employée dans les appareils de projection de grandes dimensions ?
- 4- Qu'est-ce que l'obturateur ?
- 5- A quoi sert la Croix de Malte ?
- 6- Pourquoi laisse-t-on des boucles dans les appareils de projection ?
- 7- Quelle est la façon utilisée habituellement pour obtenir la sonorisation d'une pellicule ?
- 8- Qu'est-ce qu'une cellule photoélectrique ?
- 9- Quels sont les types principaux de bande sonore ?
- 10- Quel est le mouvement de la pellicule quand elle passe devant la photocellule pour la lecture de la bande sonore ?